Prednosti i mane kod korištenja drvene stolarije

Ban, Dario

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:333506

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište Sjever

Završni rad br. 367/GR/2019

Prednosti i mane kod korištenja drvene stolarije

Dario Ban, 0959/336

Varaždin, kolovoz 2019. godine

Sveučilište Sjever

Graditeljstvo

Završni rad br. 367/GR/2019

Prednosti i mane kod korištenja drvene stolarije

Student

Dario Ban, 0959/336

Mentor

Antonija Bogadi, dipl. ing. pred.

Varaždin, kolovoz 2019. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za graditeljstvo

PRISTUPNIK: Dario Ban | MATIČNI BROJ: 0959/336

DATUM: 01. 08. 2019. | KOLEGIJ: Završni radovi i instalacije u graditeljstvu

NASLOV RADA: Prednosti i mane kod korištenja drvene stolarije

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Costs and benefits of wooden joinery in construction

MENTOR: Antonija Bogadi | ZVANJE: predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA:
1. prof. dr. sc. Božo Soldo
2. mr. sc. Vladimir Jakopec, predavač
3. Antonija Bogadi, predavač
4. Mirna Amadori, predavač
5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 367/GR/2019

OPIS:

Pristupnik u Radu treba opisati fizikalna svojstva drva kao građevinskog materijala, vrste drvene stolarije, proizvodni proces drvene stolarije, načine ugradnje i dostupnost drvene stolarije na hrvatskom tržištu. Posebnu pozornost Pristupnik treba dati opisu Analize životnog ciklusa drvene stolarije, tj. upravljanjem resursima, transportom, proizvodnim procesom, ugradnjom i recikliranjem sa aspekta potrošnje energije. Na kraju je potrebno argumentirano predstaviti prednosti i nedostatke drvene stolarije u odnosu na plastičnu, aluminijsku i drvo-aluminijsku stolariju po kategorijama: trajnost, cijena, dostupnost, utjecaj na okoliš.

ZADATAK URUČEN: 23.08.2019. | POTPIS MENTORA:

SVEUČILIŠTE SJEVER

Predgovor

Zahvaljujem se svojoj mentorici dipl.ing Antoniji Bogadi na strpljenju, pomoći i uputama za izradu završnog rada. Posebnu zahvalnost iskazujem svojoj obitelji i djevojci na strpljenju, korisnim savjetima i moralnoj podršci koje su mi ukazivali tijekom cijelog školovanja na Sveučilištu Sjever.

Sažetak

U ovom radu opisano je drvo kao građevinski materijal te njegova fizikalna svojstva. Objašnjen je proces prerade drva za drvenu stolariju koji uključuje obradu sirovine, pripremanje površine, ugradnju i održivost. Održavanje stolarije važna je stvar jer redovitim održavanjem stolarija može dosegnuti vijek trajanja i preko 40 godina.

Pobliže su objašnjene prednosti i mane kod korištenja drvene stolarije te su uspoređene sa aluminijskom, PVC i drvo-aluminijskom stolarijom. Drvena stolarija ima dobra toplinsko-izolacijska svojstva, ali ima neujednačena mehanička svojstva. Provedena je usporedna analiza procjene životnog ciklusa materijala koji se koriste za okvire prozora. Okviri različitih materijala ocjenjeni su na temelju njihove proizvodnje, potrošnje energije i utjecaja na okoliš. Ipak prema istraživanjima najzastupljenija je PVC stolarija zbog cijene i načina održavanja.

Ključne riječi: drvena stolarija, PVC stolarija, aluminijska stolarija, drvo-aluminijska stolarija

Summary

This paper describes wood as a building material and its physical propertis. The process of woodworking for wood joinery is explained, which includes raw material processing, surface preparation, installation and sustainability. Joinery maintenance is important and it makes joinery last up to 40 years.

The advantages and disadvantages of using wooden joinery. Wooden joinery has good thermal insulation propertis, but has uneven mehanical propertis. A comparative analysis of the life cycle of the materials used for the window frames was carried out. Frames of different materials have been evaluated based on their production, energy consuption and environmental impact. However, according to reserch, PVC joinery is the most common because of is price and maintenance.

Keywords: timberjoinery, PVC joinery, All-clad timber joinery

Popis korištenih kratica

GWP Potencijal globalnog zagrijavanja u gramima CO_2 ekvivalent

AP Potencijal kiseline u gramima SO_2 ekvivalent

LCA Procjena životnog ciklusa

Sadržaj

1. Uvod 7

2. Drvo – građevinski materijal 8

2.1. Fizikalna svojstva drva kao građevinskog materijala 9

2.1.1. Boja drva 9

2.1.2. Sjaj drva 9

2.1.3. Teksture drva 10

2.1.4. Miris drva 10

2.1.5. Kvaliteta drva 11

2.1.6. Vlažnost drva 11

2.1.7. Sušenje drva 12

2.1.8. Skupljanje drva 13

2.1.9. Apsorpcija vode 15

3. Proces prerade drva za drvenu stolariju 17

3.1. Faze procesa 18

3.2. Površinska obrada 20

3.3. Načini ugradnje drvene stolarije 22

3.4. Dostupnost drvene stolarije na hrvatskom tržištu 23

3.5. Održavanje stolarije 23

3.6. Postoci pojedinih stolarija u svijetu 24

3.7. Trajnost stolarija 25

4. Životni ciklus materijala za stolariju 27

4.1. Materijali okvira za stolariju i njihove karakteristike 27

4.1.1. Aluminij 27

4.1.2. PVC 29

4.1.3. Drvo 33

4.1.4. Drvo obloženo aluminijem 34

4.1.5. Procjena utjelovljene energije 35

4.2. Procjena trajnosti okvira 35

4.2.1. Performanse prozora- rezultati istraživanja 35

4.2.2. Ubrzano starenje 36

4.2.3. Rezultati ispitivanja 37

4.3. Ekonomski aspekti 39

5. Prednosti i mane pojedinih stolarija 40

5.1. Drvena stolarija 40
5.1.1. Toplinsko izolacijska svojstva drva 41
5.1.2. Mehanička svojstva drva 42
5.1.3. Utjecaj temperature i vlage na trajnost drva 42
4.2 Aluminijska stolarija 43
4.3 PVC stolarija 44
4.4.Drvo-aluminijska stolarija 46
4.5. Metode i istraživanja 48
6. Zaključak 50
7. Literatura 52
Popis slika 53

1. Uvod

Drvo je jedan od najvažnijih prirodnih materijala koji je oduvijek usko povezan s čovjekovim životom. Mnogobrojne su prednosti drva: mala težina, velika čvrstoća, laka obrada, atraktivne boje i različite teksture, ugodno na dodir, djeluje toplo, dobar izolator topline i elektriciteta, dobra akustična svojstva, te velike mogućnosti oblikovanja i dužine elemenata. Najveće prednosti drva kao materijala jesu to što je ono lako dostupan, ekološki i obnovljiv materijal. Osim ovih prednosti, drvo ima i svoje nedostatke koje je potrebno upoznati, da bi se uspješno svladali. To su: greške u drvu, truljenje, utjecaj insekata i gljiva, higroskopnost, ovisnost mehaničkih osobina o sadržaju vode u drvu, utezanje i bubrenje te zapaljivost. Pomoću suvremenih metode zaštite moguće je kontrolirati svojstva drva te na taj način povećati njegovu trajnost.

Stolarija je krucijalan dio svake zgrade te je tako dostupan širok raspon različitih dizajna i materijala. Njihov primaran doprinos zgradama je izvor dnevnog svijetla. Također, važan je i njihov utjecaj na okoliš-potrošnja energije, trošenje prirodnih resursa i opterećenje okoliša povezano s proizvodnjom i životnim vijekom. Od stolarije se očekuje trajnost i ekonomičnost s najmanjom mogućom cijenom.

Važna faza kod korištenja drvene stolarije je sami proces prerade i ugradnja. Drvena stolarija u Hrvatskoj je dostupna u gotovo svim gradovima, ali ima malo proizvođača koji se bave samom preradom drva.

Ovaj rad analizira materijale okvira od aluminija, PVC- a, drva i drva obloženog aluminijem. Svaki od navedenih materijala ima svoje prednosti i nedostatke, kao što su: kvaliteta, dostupnost, cijena, održivost…Primjerice, aluminijska stolarija ima veliku trajnost, ali je loš zvučni izolator, drvena stolarija ima dobra toplinsko-izolacijska svojstva u odnosu na profile od ostalih materijala, PVC stolarija je najjeftinija, drvo-aluminijska stolarija ima najveću cijenu, ali i kvalitetu.

2. Drvo – građevinski materijal

Drvo je oduvijek bilo jedna od najvažnijih sirovina zapodmirenje temeljnih graditeljskih potreba te se svestrano upotrebljavalo. Ono je dar prirode koji čovjek prisvaja sječom i obaranjem stabala i dosta lakom obradom pripravljadrvenu građu. Daljnjom obradom (krojenjem, oblikovanjem i sastavljanjem dijelova)dobivaju se od drvene građe predviđeni elementi, odnosno različite drvene konstrukcije.

Drvo kao građevinski materijal ima svoje prednosti i nedostatke. U prednosti možemo ubrojiti malu gustoću, veliku čvrstoću, raznovrsne mogućnosti oblikovanja, laku obradivost i estetski dojam. Dok su nedostaci ovisnost kvalitete i ujednačenost kvalitete o prirodnim resursima (stanište, uvjeti rasta) i utjecaju okoliša, potreba za zaštitom od vremenskih neprilika, požara i biotičkih uzročnika propadanja (fizička, konstruktivna, površinska obrada, eventualno i kemijska), osjetljivost kvalitete o uvjetima sušenja i skladištenja (dimenzijske promjene i deformiranje) i cijena (proizvodi od drva i na osnovi drva).

Drvo ima svoja fizička, kemijska, mehanička, termička, električna, akustična i estetska svojstva. Fizička svojstva su svojstva prirodnog podrijetla (anatomska građa, anziotropnost, nehomogenost i vlaknasta struktura) razina ustroja i građe (gustoća, poroznost, sadržaj vlage).Kemijska se baziraju na kemijskom sastavu drva i drvne tvari, aciditet i alkalitet.U mehanička ubrajamo čvrstoću, elastičnost i tvrdoću. Termička su toplinsko rastezanje, koeficijent vodljivosti topline, specifična toplina i koeficijent difuzije topline.Električna: otpor,faktor energije i dielektrična konstanta. Akustična: vodljivost zvuka, rezonancija i apsorpcija. Estetska: boja, sjaj, miris, finoća i tekstura.



Slika 1.Drvo kao građevinski materijal

2.1. Fizikalna svojstva drva kao građevinskog materijala

Fizikalna svojstva drva su ona koja se utvrđuju bez ugrožavanja cjelovitosti uzorka za ispitivanje i mijenjanja njegovog kemijskog sastava, tj. otkrivanja inspekcijom, vaganjem, mjerenjem, sušenjem.

Kao fizička svojstva drvo uključuje: izgled i miris, gustoću, vlažnost i povezane promjene - skupljanje, oticanje, pucanje i savijanje. Fizikalna svojstva drva također uključuju električnu, zvučnu i toplinsku vodljivost, makrostrukturne indekse.

Pojava drva određuje se bojom, sjajem, teksturom i makrostrukturom.

Boja drva je pričvršćena na tanine, smolaste i tvari za bojanje koje su u njemu, koje se nalaze u šupljinama ćelija.

Drvo stijena koje raste u različitim klimatskim uvjetima ima različite boje: od bijele (šupljine, smreke, lipe) do crne (ebanovine). Drvo stijena koja raste u toplim i južnim područjima ima svjetliju boju u odnosu na drvo umjerene zone stijena. Unutar klimatskog pojasa, svaka vrsta drveća ima svoju posebnu boju koja može poslužiti kao dodatni znak za njegovo prepoznavanje. Dakle, grab je svijetlo sive boje, hrasta i pepeo - smeđe, orah - smeđe. Pod utjecajem svjetla i zraka, drvo mnogih vrsta gubi svoju svjetlinu, dobivši sivkastu boju na otvorenom.

2.1.1. Boja drva

Drvo koje ima svijetlo ružičastu boju u svježe rezano stanje, potamni se ubrzo nakon sječe i dobiva žućkasto-crvenu boju. Hrastovo drvo, dugo leži u vodi, dobiva tamnosmeđu, pa čak i crnu boju (mrlje od hrastovine). Boja drveta se mijenja i kao posljedica oštećenja različitih vrsta gljiva. Na boju drveta također utječe doba stabla. U mladim stablima drvo je obično lakše od starijih stabala. Masivno drvo ima hrasta, krušnu i bijelu arapsku, kobasicu, kesten.

Boja drveta važna je u proizvodnji namještaja, glazbala, stolarije i umjetničkih proizvoda. Bogata bogatim bojama, boja daje drveni rad lijepim izgledom. Boja nekih vrsta drva poboljšana je podvrgavanjem različitim postupcima, kao što su parenje (bukva), pečenje (hrast, kesten) ili bojenje s raznim kemikalijama. Boja drva i njegove nijanse karakteriziraju uobičajenu definiciju - crvena, bijela, roza, svijetlo roza, i samo kada je apsolutno neophodno za atlas, ili spektar boja.

2.1.2. Sjaj drva

Sjaj drveta ovisi o gustoći, broju, veličini i položaju jezgre zračenja. Jezgrene zrake imaju mogućnost izravno odražavati svjetlosne zrake i stvoriti sjaj na radijalnom dijelu.

Glitter je sposobnost da odražava svjetlosni tok. Najveći sjaj je ogledala glatke površine, odražavajući strogo usmjerenu svjetlosnu fluks. Sjaj drveta ovisi o gustoći, broju, veličini i položaju jezgre zračenja. Jezgrene zrake imaju mogućnost izravno odražavati svjetlosne zrake i stvoriti sjaj na radijalnom dijelu.

Poseban sjaj je drvo bukve, javorovog, brijesta i ravnog drveta.

Zakrivljenu površinu, gdje je prostor koji zauzimaju medularne zrake, najveći također pružaju sjaj (naročito javor, brijest, bukva, hrast, bagrem, javor, mahagonij). Drvo baršunastog drveta (šupljina, lonca, topola) ima svilenkast sjaj.

Sjaj daje drvu lijep izgled i može se ojačati poliranjem, lakiranjem, depiliranjem ili lijepljenjem s prozirnim filmovima umjetnih smola.

2.1.3. Teksture drva

Teksture - uzorak koji se dobiva na sekcijama drveta pri rezanju svojih vlakana, godišnjih slojeva i jezgri zraka. Što je složenija struktura drveta i što raznovrsnija kombinacija pojedinih elemenata, to je bogatija tekstura. Obodne stijene imaju relativno jednostavnu strukturu, a tekstura je prilično monotona; tvrda tekstura mnogo je bogatija.

Tekstura je definirana širinom godova, razlika u boji ranog i kasnog drva, prisutnost modularnih zraka i nepravilnog položaja vlakana.

Tekstura određuje dekorativnu vrijednost drva i važna je u proizvodnji namještaja, različitih obrtnika, ukrašavanjem glazbenih instrumenata. Kada koristite transparentne lakove, moguće je ojačati i osvijetliti teksturu drveta.

Za dobivanje lijepe teksture primjenjuju se različiti načini obrade drva; piling drva s nožem s valovitom oštricom ili pod kutom prema smjeru vlakana, neravnim pritiskom itd.

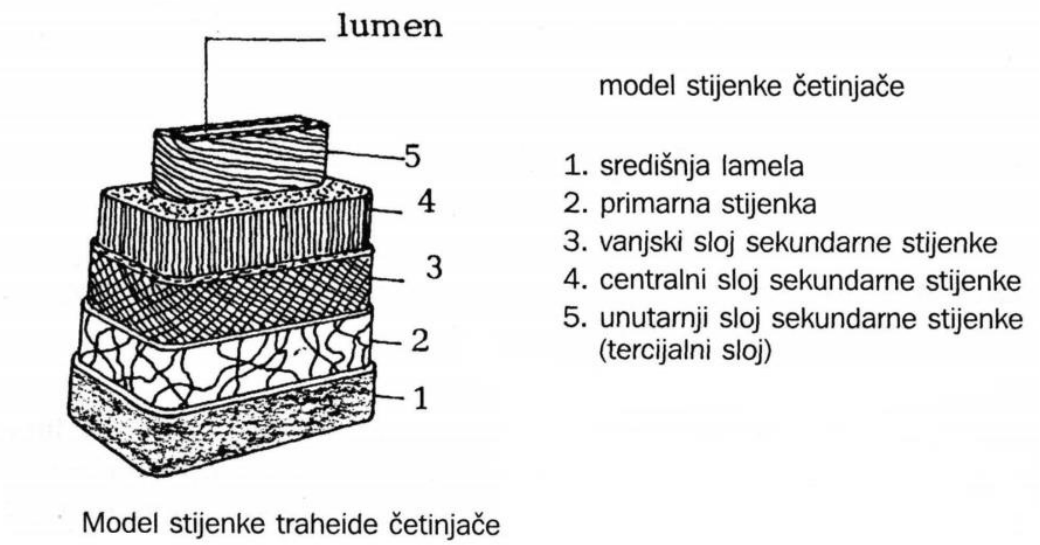
2.1.4. Miris drva

Miris drveta ovisi o smolama u njemu, eteričnim uljima, taninima i drugim tvarima. Karakteristični miris imaju crnogoričan - bor, smreka. Hrast ima miris tanina, kantu i ružičasto drvo-vaniliju. Od velike važnosti je miris drveta pri stvaranju tare. U svježe sjeckanom stanju, drvo ima jači miris nego nakon sušenja. Jezgra je mirnija od čaše. Mirisom drva možete prepoznati pojedinačne vrste drveta.

2.1.5. Kvaliteta drva

Da bi se obilježila kvaliteta drva, ponekad je dovoljno odrediti sljedeće indekse makrostrukture: širinu godišnjih slojeva i sadržaj kasnog drva u godišnjim slojevima.

Širina godišnjih slojeva određena je brojem slojeva po 1 cm segmenta mjerenog u radijalnom smjeru na poprečnom presjeku. Uzorci s poprečnim presjekom od 20 × 20 mm trebali bi imati glatko odlijepljene krajeve. Na kraju se crta izvlači okomito na godišnje slojeve, a broj cijelih slojeva se broji. Širina godišnjih slojeva utječe na svojstva drveta. U stijenama (hrasta, pepela) povećava se širina godišnjih slojeva zbog kasne zone i, prema tome, povećanja čvrstoće, gustoće i tvrdoće.



Slika 1.1.Prikaz slojeva drva na primjeru stjenketraheide četinjače

2.1.6. Vlažnost drva

Vlažnost drva je omjer mase vode i mase apsolutno suhih drva, izražen kao postotak
U drvu je voda povezana i slobodna. Slobodna voda ispunjava staničnu šupljinu i prostor između stanica, a vezana voda je u debljini staničnih zidova. Slobodna voda se zadržava mehaničkim vezama i lako se uklanja; vezana voda zadržava se fizikalno-mehaničkim vezama, a uklanjanje ove vode zahtijeva dodatnu energiju.

Ukupna količina vode u drvu sastoji se od slobodnog i vezanog. Maksimalna količina vezane vode je oko 30% na temperaturi od 15-20°C. Ograničavajuća količina slobodne vode ovisi o gustoći, tj. od koliko je velika količina praznina u drvu, koja se može napuniti vodom.

Stanje drveta, u kojem nema slobodne vode, a stanični zidovi sadrže maksimalnu količinu vezane vode, zove se granica zasićenja staničnih zidova. Granica zasićenja staničnih zidova je maksimalna vlažnost staničnih stjenki svježe rezano drvo ili kada se pohranjuju dulje vrijeme u vodi. Štoviše, količina slobodne vode se nalazi u šupljinama ćelija. Dakle, vlažnost granice zasićenja staničnih zidova je 30% za stijene umjerene klime.

Vlažnost higroskopnosti na temperaturi od 15-20 o C iznosi 30% i malo ovisi o vrstama drva.

Vlažnost higroskopnosti s povećanjem temperature smanjuje i na 100 ° C je 19-20%

Razlikujemo sljedeće razine vlage u drvu: mokro-dugo vremena u vodi, vlaga iznad 100%; svježe izrezana-vlažnost 50-100%; sušeno na zraku-duže vrijeme se čuva u zraku, vlaga 15-20%; apsolutno suho-vlažnost drva je oko 0%.



Slika1.2.Prikaz mjerenja vlažnosti drva

2.1.7. Sušenje drva

S produljenim skladištenjem odrezano drvo u zraku ili u zatvorenom prostoru dolazi do isparavanja vode. Kada se drvo suši, dolazi isparavanje vode s površine asortimana, a voda iz vlažnih unutarnjih slojeva pomiče prema van. Dakle, nejednolika raspodjela vode duž debljine materijala. Što je veća debljina materijala, veća je neravnomjerna raspodjela vode.

Toplo, suho vrijeme pojačava sušenje. Kratka i tanka rezana suha brža od duga i debela. U industriji se najčešće provode dvije metode sušenja: atmosferska i komora.

Sušenje komora vrši se u posebnim prostorijama, nazvanim komore za sušenje drva vidljivim na slici 1.3. Kao sredstvo za sušenje upotrebljava se zrak koji se zagrijava u zračnim grijačima. U sušenim komorama kontrolira se stanje zraka i vlažnosti drva. Trajanje sušenja u komori mnogo je manje od atmosferskog.

Prije sušenja zrakom, piljeno drvo treba podvrgnuti antiseptičkom postupku kako bi se izbjegle štete od gljiva. Atmosfersko sušenje se smatra dovršenim pri postizanju vlage od 20-22%. Trajanje sušenja rezane građe različite debljine u različitim klimatskim zonama varira od 2-3 mjeseca do jedne ili dvije sezone.

Pri atmosferskoj ili komori sušenjem drvo dobiva stabilnu vlagu.. Stanje zraka karakterizira određena temperatura i relativna elastičnost pare. Svaka kombinacija temperature i relativnog tlaka pare odgovara određenom stabilnom sadržaju vlage drveta. Ova vlaga ne ovisi o stijeni, već ovisi o smjeru postupka.

Zdrobljeno drvo (čips, piljevina) ima veliku specifičnu površinu, a njegova stalna vlaga naziva se ravnotežom. Za piljeno drvo debljine više od 15 mm i više od 100 mm.



Slika 1.3.Komora za sušenje drva

2.1.8. Skupljanje drva

Skupljanje je smanjenje linearnih dimenzija i volumena drveta kada se suši. Počinje nakon potpunog uklanjanja slobodne vlage iz drveta i od početka uklanjanja vezane vlage, tj. kada njegova vlaga padne ispod granice zasićenja staničnih stjenki.

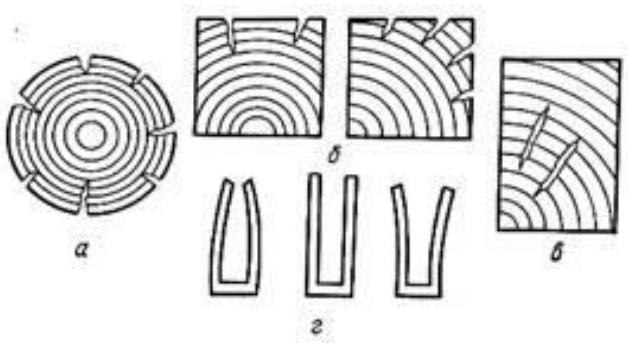
Vezana voda je u staničnim stijenama u prostorima između mikrofibrila. Mikrofibrili u zidovima su usmjereni pretežno duž stanične osi i kada je vezana voda uklonjena iz drveta, poprečne dimenzije stanica i općenito drva se mijenjaju više. Uzdužna skupljanja, uzrokovana

laganim nagibom mikrofibrila, neznatna je. Tvrdoća u tangencijalnom smjeru je 1,5-2 puta veća nego u radijalnom smjeru.

Skupljanje koje se dogodi kada se ukloni svu vezanu vodu (30 do 50%) zove se kompletno. Ukupno linearno skupljanje u tangencijalnom smjeru prosječno iznosi 6-10%, u radijalnom 3-5%, uz vlakna 0,1-0,3%, volumetrijsko skupljanje 12-15%.

Prilikom piljenja sirovih trupaca na pločama, dopustite da se dopusti skupljanje, tako da nakon sušenja rezana građa i prašine imaju navedene dimenzije. Skupljanje ovisi o gustoći drva: što je veća gustoća, to je veće stezanje.Prvi razlog za stvaranje naprezanja tijekom sušenja drva je neravnomjerna raspodjela vode. Prvo, voda izlazi iz površinskih slojeva drva. Ako se u površinskim slojevima vlaga smanjuje nakon zasićenja staničnih zidova, onda bi se trebalo pojaviti njihovo skupljanje. Međutim, zbog otpornosti vlažnijih unutarnjih slojeva, površinski slojevi neće se posve sušiti. Kao rezultat toga, pojavit će se stresovi koji se protežu u površinskim zonama i komprimiraju u unutarnjoj zoni.

Ako vlačna naprezanja dospiju do vlačne čvrstoće drva preko vlakana mogu se pojaviti pukotine na početku sušenja na površini asortimana, a na kraju iznutra.



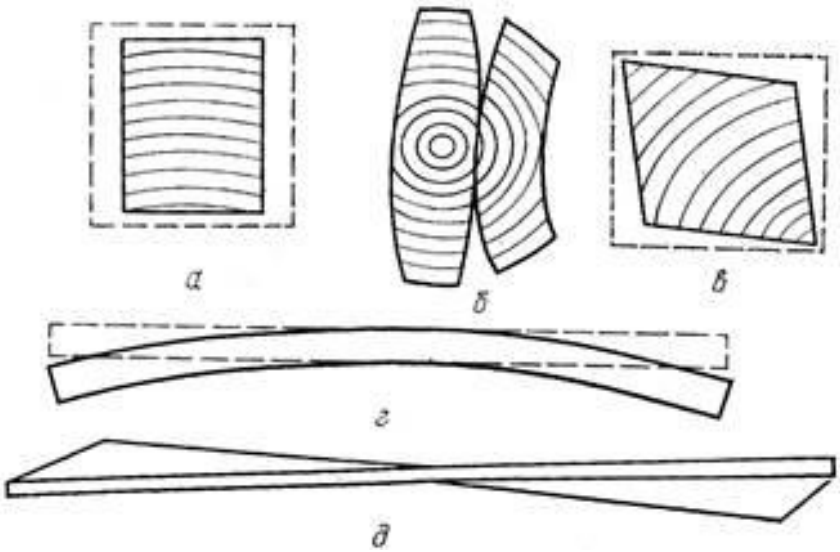
Slika 1.4.Pukotine na drvu i dijelovi snage: a - vanjske pukotine u trupcu; b - vanjske pukotine na neravnim šipkama; c - unutarnje pukotine; d - dijelovi snage.

Unutarnji napori također se zadržavaju u suhom materijalu i uzrokuju promjenu veličine i oblika dijelova tijekom mehaničke obrade drveta.

Ostala naprezanja preostala nakon procesa sušenja mogu se ukloniti dodatnom obradom piljene građe (vlaženjem površine parom ili vodom).

Kada se drvo osuši ili ovlaži, oblik poprečnog presjeka ploče se mijenja. Ta se promjena oblika naziva neravanjem. Razbijanje može biti poprečno i uzdužno. Poprečni rotor se izražava u promjeni oblika profilnih šipki i ploče. Uzrok poprečnog zavarivanja je razlika u količini skupljanja duž radijalnih i tangencijalnih smjera. Ploča jezgre smanjuje njezine dimenzije prema

rubovima; Ploča, u kojoj je vanjski dio bliže tangencijalnom smjeru, ispire više od unutarnjeg, koji ima radijalni smjer. Što je ploča bliže jezgri, to se više poklapa.



Slika 1.5.Vrste savijanja: a, c - mijenjaju oblik trake poprečnog presjeka s različitim rasporedom slojeva na kraju; b - promjena oblika poprečnog presjeka ploča (jezgra i strane); r - uzdužni zavarenost; d – wingedness

2.1.9. Apsorpcija vode

Apsorpcija vode je sposobnost drva da apsorbira tekuću vodu. Apsorpcija vode odvija se izravnim kontaktom drva s vodom. U tom slučaju, sadržaj oba vezana i slobodna vlaga raste u drvu. Ukupna količina slobodne vode ovisi o volumenu šupljina u drvu. Apsorpcija vode ovisi o vrsti drveta, njegovoj gustoći; Što je veća gustoća drva, manji je volumen šupljina koji se može puniti slobodnom vodom, a time i apsorpcija vode će biti manja. Apsorpcija vode jezgre je manja od one koja se sastoji od šupljine. Brzina apsorpcije vode veća je za uzorke s velikim dimenzijama krajnje površine. Kako se temperatura povećava, proces apsorpcije vode također se ubrzava.

Gustoća materijala karakterizira omjer njegove mase prema volumenu. Gustoća se mjeri u kilogramima po kubičnom metru ili u gramima po centimetru kubičnom.

Gustoća drvene tvari je omjer mase i volumena staničnih stjenki. Budući da je elementarni kemijski sastav drva gotovo isti za različite vrste, gustoća drvnog materijala također je približno jednaka za sve vrste. Prosjek iznosi 1,53 g / cm3.

Gustoća drva ovisi o vlažnosti i za usporedbu vrijednosti gustoće uvijek dovodi do jednolike vlage, što je 12%.

Između gustoće i čvrstoće drva postoji bliska veza. Što je veća debljina staničnih zidova, to je veća gustoća, a time i jačina drva.

Poroznost drva određuje se volumenom unutarnjih šupljina (staničnih šupljina, međustaničnih prostora) i izražava se kao postotak volumena drva u apsolutno suhom stanju. Poroznost ovisi o gustoći drva: veća je gustoća, a manja je poroznost drveta. Vrijednost poroznosti kreće se od 40 do 77%.

Gustoća drva je od velike praktične važnosti. Drvo visoke gustoće (drvo, grab, bukva, javor, kruška) posebno je cijenjeno u industriji zbog svoje čvrstoće i dobre obradivosti.

3. Proces prerade drva za drvenu stolariju

Trupci (uglavnom sortirani) se dopremaju na pilanu kamionima (ponekad vagonima) i istovaruju na stovarište trupaca. Trupci moraju biti sortirani po promjeru jer to olakšava skidanje kore na stroju za skidanje (guljenje) kore. Nakon skidanja kore svi trupci transportiraju se uzdužnim transporterom, na kojem je preporučeno imati ugrađen mehanizam za otkrivanje metalnih dijelova (čavli, otkinuti dijelovi pile i sl.) u trupcu. Trupci koji sadrže metalne dijelove automatski se izbacuju s transportera jer bi prilikom njihove obrade moglo doći do puknuća radnog alata ili dijela trupca te odlijetanja odlomljenog dijela i ozljeđivanja radnika ili uzrokovanja materijalne štete. Nakon čišćenja (vađenja metalnih dijelova) trupci se vraćaju na uzdužni transporter, a uzdužnog transportera na početak linije piljenja gdje se automatski mjeri dužina pilanskih trupaca. Nakon toga, na posebnom uređaju, trupci se usmjeravaju u položaj najpovoljniji za piljenje. Usmjereni trupci fiksiraju se u liniji piljenja posebnim hvataljkama u kojima se nalazi mehanizam za automatsko mjerenje promjera trupaca . Na osnovu informacija o kvaliteti, dužini i promjeru, elektronički centar pilane utvrđuje optimalni program piljenja za svaki pojedini pilanski trupac. U prizemlju pilane prerađuju se pilanski otpadci.

Ovisno o proizvodnom procesu trupci se dovode na piljenje zajedno s korom koja se skida u doradnoj pilani ili na strojeve za skidanje (guljenje) kore, a zatim na piljenje. Pri ovoj radnoj operaciji postoji opasnost od odlijetanja komadića drva (kore) u okolni prostor (tijelo radnika) te je prisutna visoka razina buke.

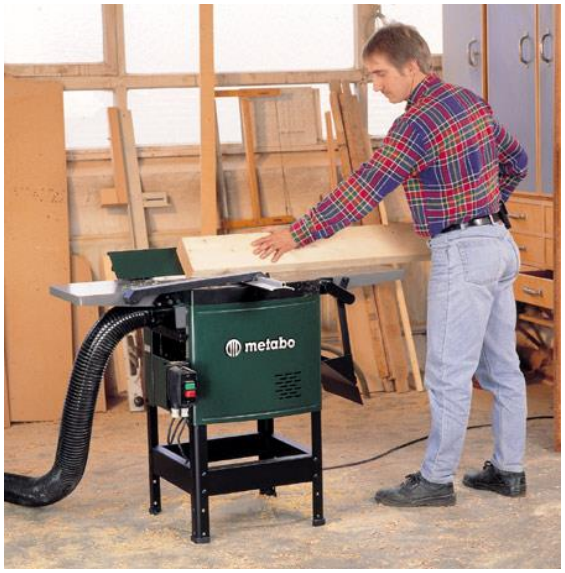
Sušenje drva je način dodavanja vrijednosti na piljene proizvode iz primarne prerade drvene industrije. Cilj sušenja je postići željenu vlagu drveta. Tok cirkulacije zraka tijekom sušenja. Već stoljećima,jednostavno sušenje na zraku je najpopularnija metoda sušenja piljenog drva. Drvo se suši na otvorenom zraku godinu dana ili više, dok ne dostigne sadržaj vlage oko 20%,ovisno o klimi,vrsti i debljini drveta. Ograničenje tehnike sušenja piljenog drva na zraku proizlazi iz vremenski dugog procesa,a zbog konkurentnosti na tržištu ta metoda se smatra neprofitabilnom već se piljeno drvo suši u sušarama različitim metodama,a zajednička značajka im je skraćeno vrijeme dostizanja potrebne i prihvatljive količine sadržane vlage.



Slika 1.6. Trupci spremni za obradu

3.1. Faze procesa

U faze procesa spada razdjeljivanje sirovine i obrada razdijeljene sirovine. Pod obradom razdijeljene sirovine ubrajamo blanjanje, glodanje, bušenje, čišćenje, brušenje i montažu sklopa i proizvoda. Razdjeljivanjem sirovine nastaju grubi prikrajci koji obradom dobivaju konačne dimenzije i postaju obrađeni prikrajci. Razdjeljivanjem se vrši uzdužno i poprečno piljenje kružnim pilama. Uzdužnim piljenjem odstranjuju se nepravilni rubovi, a poprečnim se odstranjuju krajevi (smanjuje se duljina). U tvornicama za proizvodnju drvene stolarije blanjanje se obavlja strojem prikazanim na slici 1.7. Blanjanje se vrši noževima koji su učvršćeni na rotirajuću osovinu. Kod finijeg blanjanja udaljenost ruba prednje ploče od rezne kružnice treba biti manja nego kod grubljeg.



Slika 1.7.Blanjanje

Glodanje se izvodi univerzalnim i specijalnim glodalicama. Od univerzalnih je najčešća stolna i konzolna glodalica, a od specijalnih ona za izradu zubaca. Stolnom glodalicom se može blanjati, piliti, bušiti, modelirati, rezbariti, tokariti i brusiti. Glodanjem se najčešće izrađuju vezovi, profilirani ravni i zakrivljeni rubovi.

Čišćenje i brušenje se izvodi najčešće prije montaže, a uvijek prije završnih radova površinske obrade. Površina se, u pravilu, brusi nasuprot smjera izbijanja žice. Strojno se čišćenje obavlja brusilicama. Strugačice imaju nepomično učvršćen nož, koji svojom posebnom formiranom oštricom strši iznad radnog stola i skida s drva, koje prelazi preko njega, strugotinu debljine 0,025- 0,150 mm.



Slika 1.8.Brušenje drva

Sastavljanje detalja u sklopove često se naziva predmontažom, a sklopova u proizvode završnom montažom. Ponekad se cijela montaža obavi prije površinske obrade. Detalji se odabiru i kombiniraju prema boji i teksturi drva, na vezišta se nanosi ljepilo, vez se priklopi i pritegne alatima za stezanje. Kad je ljepilo vezalo sklopovi se oslobađaju pritiska, vade se iz stezanoga uređaja i odlažu dok se u njima ne izjednače naprezanja izazvana lijepljenjem. Prema temperaturi za vreme lijepljenja postoji hladni, vrući i topli postupak. Vrući postupak suviše snižava sadržaj vode u drvu te izaziva valovitost.

Kod sastavljanja proizvoda najprije se sklapaju njihove okosnice. Na njih se učvršćuju nepokretni elementi, koji povećavaju čvrstoću konstrukcije. Nakon toga se montiraju pokretni dijelovi i drugi detalji.



Slika 1.9.Sastavljanje proizvoda

3.2. Površinska obrada

Površinska obrada vrši se stolarskom, ličilačkom i specijalnom tehnikom. Stolarska tehnika intenzivira boju i teksturu drva stvaranjem prozirnog sloja na njegovoj površini. Ličilačkom se tehnikom potpuno ili djelomično pokriva boja i tekstura drva. U specijalnu tehniku ulazi obrada drva plamenom, pijeskom i četkama.

Pripremanje površine obuhvaća: čišćenje, brušenje i vlaženje, zamazivanje, izbjeljivanje i odstranjivanje mrlja, odstranjivanje smole i ispiranje ljepila. Zamazivanje udubina mastima u obliku paste vrši se posebnim lopaticama tako da razina utisnute masti bude nešto iznad razine površine drva. U udubinu taljenim vrućim željezom stavlja se vosak koji se prije upotrebe treba omekšati te se on utisne u udubinu i zagladi. Odstranjivanjem smola imamo cilj da površinu smolastih vrsta drva (borovina) učini sposobnom za pripremanje vodenih močila, a vrši se otapanjem smole.



Slika 2. Čišćenje drva

Vlaženjem drva se postiže proširivanje skale prirodnih boja drva življim tonovima, a boji jeftinijih vrsta drva približava se boji skupljih vrsta, pojačava se intenzitet tona blijedih vrsta drva, ujednačuju se razlike u tonovima unutar istih ili različitih vrsta drva, prikrivaju se greške prirodne boje drva i istakne se ili priguši tekstura drva.

Obrada drva plamenom je suhi postupak promjene boje drva. Drvo se u zatvorenom prostoru izlaže amonijaku.

Završni radovi se sastoje u stvaranju čvrstog filma na površini drva. Operacije su različite prema vrsti materijala što stvara film, prema jačini sjaja koji se želi postići i prema stanju pora nakon završne obrade. One se uglavnom sastoje u nanošenju tankih slojeva materijala na površinu drva, u sušenju nanesenih slojeva i u obradi površine nastalog filma. Pri obradi drva politurama film postaje čvrst i sjajan već nakon prvog nanošenja. Pri obradi uljenim lakovima potrebne su dvije operacije (nanošenje i sušenje), a pri obradi ostalim lakovima sve tri operacije (poliranje, nanošenje i sušenje).

S obzirom na stanje površinskih pora i sjaj obrađenog tkiva treba razlikovati površine otvorenih pora prigušenog ili svilenkastog sjaja, zatim poluzatvorenih pora prigušenog, svilenkastog ili visokog sjaja i zatvorenih pora prigušenog, svilenkastog, visokog ili briljantnog sjaja. S obzirom na to, završni radovi čine sistem koji obuhvaća: neposrednu pripremu površina za nanošenje politura i lakova u koju spada oživljavanje boje i teksture drva, otvrdnjavanje i zgušćivanje površina te popunjavanje pora.

3.3. Načini ugradnje drvene stolarije

Ugradnja, odnosno postavljanje drvene stolarije može se napraviti u fazi izgradnje ili nakon izgradnje objekta te prije ili poslije žbukanja.

Novi okvir prozora postavlja se u okvir zida na drvene nosače i fiksira se klinovima sa svih stana. Okvir se podešava vertikalno i horizontalno. Treba obratiti pažnju na simetričan razmak od zidova. Za podešavanje se postavljaju tanki komadi drva ispod klinova. Zatim se postave prozorska krila i provjere sve funkcije prozora: otvaranje, otvaranje na kip i zatvaranje. Zatim se prozor fiksira ankerima i poliuretanskom pjenom te se čeka da se osuši. Kako bi se ispunio prostor između zida i novog prostora, koristi se poliuretanska pjena.

Prozori i vrata ugrađuju se prije žbukanja. Često pojedinci prvo žele „zatvoriti“ objekt, kako u njemu ne bi nastajao propuh i da se energija zadrži u zgradi, pogotovo ukoliko se gradnja odvija u kasnu jesen. Često i izvođači završnih radova odbijaju početi s radom ukoliko objekt nema prozora, uglavnom to čine iz praktičnih razloga, kakav je primjerice propuh. Problem s ugradnjom prozora prije žbukanja je u tome da se oni zaprljaju kod žbukanja. Prozori se eventualno mogu ugraditi i kada je zgrada ožbukana, ali se onda mora posebno paziti prilikom njihove ugradnje. Prozori se ugrađuju nakon žbukanja i „umazivanja“, kada u zgradi želimo imati što više propuha jer je želimo što prije osušiti. U tom slučaju, žbuka se može nanositi bez špaleta, potom se ugrade prozori, a žbukanje špaleta se obavi kasnije. No, prozore ipak moramo ugraditi prije postavljanja estriha, posebno onda kada su prozori do samih podova.



Slika 2.1.Ugradnja prozora prije žbukanja

3.4. Dostupnost drvene stolarije na hrvatskom tržištu

S obzirom na to da je Hrvatska zemlja koja je bogata šumama, postoje i pogoni za proizvodnju drvene stolarije. Drvena stolarija u Hrvatskoj dostupna je u gotovo svim gradovima. Danas je vrlo velika potreba za stolarskim radovima, rokovi su sve kraći, a sve je manje kvalitetnog građevinskog drva. Problem je i radna snaga koje u hrvatskoj nedostaje. Zbog navedenih potreba proizvodnja stolarije sve više treba uključivati industrijske principe proizvodnje u kojima strojni rad sve više zamjenjuje ljudski, serijsku proizvodnju, uporabu manjih komada iz masivnog drva, odnosno njegovu zamjenu lijepljenim konstrukcijama iz drvene mase (otpadnog materijala) i sl.

Neki od proizvođača drvene stolarije u Hrvatskoj su: Stolarija Purić, Lokve Quality Windows, Soldus prozorski sistemi, PANA. Lokve Quality Windows proizvode na način da direktno iz šuma Gorskog Kotara transportiraju svježe trupce direktno na preradu u pilanu. Drvo se zatim suši na potrebnih 12 % vlage i odlazi na finalnu preradu u gotov proizvod gdje se koriste moderni strojevi sa CAD/CAM tehnologijom i implementiran sustav u kojem se računalom planira i prati proizvodnja kroz sve segmente proizvodnog procesa. Njihov je tehnološki proces potpuno zatvoren i zaokružen, a prednost takvog procesa je mogućnost kontrole ulaznog materijala i osiguranje najviše razine kvalitete njihovog proizvoda.

3.5. Održavanje stolarije

Nakon određenog vremena potrebno je premazati stolariju, kako bi zaštitili svoje prozore i vrata od utjecaja atmosferilija, tj. sunca, kiše i sl. Novim premazivanjem, svoju stolariju ne samo da štitite od utjecaja sunca i kiše, već objektu dajete novu nijansu boje i time dobivate i novi „svježi“ izgled svog doma. Stari premaz potrebno je skinuti brusnim papirom i eventualno sa kitom zatvoriti sitne pukotine ili oštećenja. Za premazivanje preporučamo premaze na vodenoj bazi. Premaz nanesite na stolariju 2-3 puta s razmakom od pojedinog nanošenja 24 sata. U kasnijoj upotrebi potrebni su tek periodički pregledi općeg stanja stolarije i podmazivanje okova 1-2 godine. Redovitim održavanjem, svojoj stolariji osiguravate životni vijek nekoliko desetljeća.

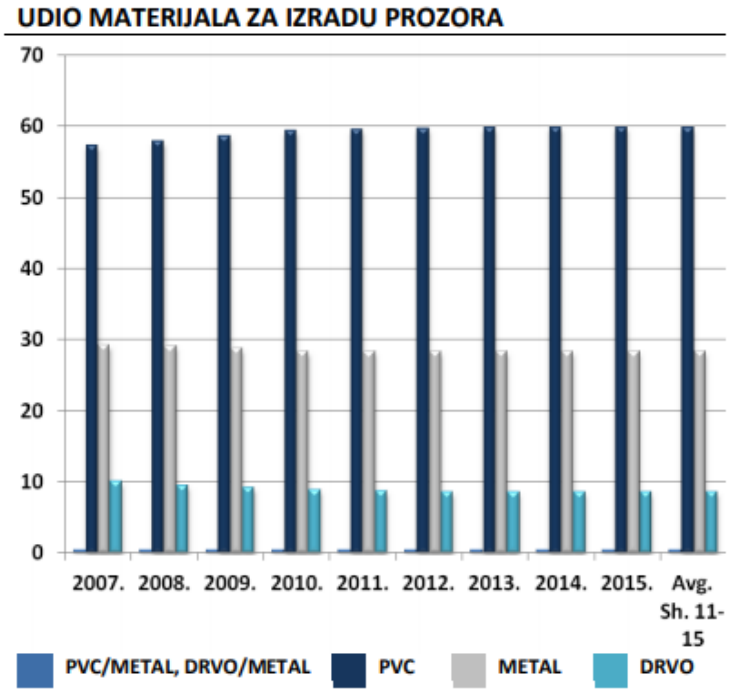


Slika 2.2.Proces održavanja drvene stolarije

3.6. Postoci pojedinih stolarija u svijetu

Njemačka je bila najveći proizvođač drvenih prozora u Europi sa udjelom od 16,8% u odnosu na ukupnu proizvodnju. Sljedeće države po redu bile su Norveška, Švicarska i Turska sa udjelom os 15,7 %, a Rusija i Ukrajina su imale udio od 24,7%. Proizvodnja PVC prozora u Europi pada. U Grčkoj se je 2010. godine proizvodnja prozora smanjila za 33%, 2011. za 20%, te 2012. godine za 14%. Nizozemska 2010. godine bilježi pad proizvodnje do 6%, te 2012. godine smanjuje se proizvodnja i to za 12%. U Portugalu u 2010. godini se smanjuje proizvodnja za 9%, 2011. 11%, te 2012. za 12% i u Španjolskoj pada i do 22,5% proizvodnje u 2010., 2011. i 2012. godini. Udio PVC prozora u Europi iznosila je 49,9 %, udio metalnih konstrukcija 24,23%, udio drvenih konstrukcija 21,5%, a udio drvo - metal kombinacije 4,4%. Što se tiče drugih zemalja u Rusiji i Ukrajini više preferiraju PVC i to sa 80% u odnosu na metalne 8,9%, drvene konstrukcije 10,2%, te kombinacija drvo – aluminija 1%. Kina je najveći proizvođač prozora i vrata. U 2012. godini porast proizvodnje je iznosila 7,7%, a do 2017. predviđa se porast i to za 7,1%. Drveni prozori u SAD-u drže 38% tržišta i dobro se pozicioniraju na svim rastućim tržištima. Od ukupnog postotka tržišnog udjela, svega je 3% svih proizvoda od drva. Od svih drvenih prozora na tržištu, na 93% njih se koriste oblozi od vinila i aluminija. Hrvatski proizvođači prozora su unatoč nizu nepovoljnih faktora koji se mogu uočiti na domaćem tržištu, prije svega oko PVC prozora i loših stavova potrošača, još su uvijek agilni te žele unaprijediti svoje pozicije u izvozu.Većina hrvatskih proizvođača usredotočuje se europskom tržištu, Njemačkoj ili Italiji, ali neke tvrtke kao Panad.o.o. ili Lokve d.o.o. su sve više globalno

orijentirani pokušavajući se ubaciti u utrku sa velikim proizvođačima kao što su Rusija, Korea ili Japan. Hrvatske tvrtke se trebaju usmjeriti na nova tržišta, ali sa novim izlaznim paradigmama. Primjena inovacija može pomoći pronalasku rješenja za pozicioniranje na naprednijim tržištima. Inovacije oko poboljšanja funkcije prozora, stakla, primjena Nano tehnologija – sve to može ojačati konkurentnost.



Slika 2.3.Udio materijala za izradu prozora

3.7. Trajnost stolarija

PVC stolarija napravljena je od plastike. Sama po sebi, plastika je dosta otporna na padaline i vjetar, što je slučaj i sa PVC-om.PVC stolarija obavlja svoju funkciju 25 godina. Visoka otpornost na vlagu, omogućava da nakon nekoliko desetljeća imate kvalitetne i neoštećene vrata i prozore. Mana PVC stolarije je slabija otpornost na visoke temperature, velike požare, vremenske neprilike, odnosno prirodne katastrofe, pri čemu dolazi do brzog sagorijevanjaPVC materijala. Aluminijsku stolariju često koristimo u novogradnji, kada želimo postići moderan izgled kuće, u kombinaciji s modernim fasadama. Aluminijski prozori su maksimalno zaštićeni od vremenskih uvjeta i postojani, a njihov vijek trajanja je bez pretjeranog održavanja jako dug (30-50 godina). Također se ne krive pri promjenama

temperature, ne ovjese se, a njihova je boja postojanija od drvenih ili PVC prozora. Drvena stolarija je tradicionalni prirodni i obnovljivi materijal koji ima visoke estetske vrijednosti, ali i potrebu za održavanjem zbog starenja. Trajnost drvene stolarije uz redovito održavanje može doseći i 40 godina. Drvo-aluminijska stolarija pripada visokoj klasi kvalitete stolarije. Osim moderne optike ovi prozori pružaju sve odlike kao i drveni prozori, a po pitanju trajnosti mogu prijeći i preko 50 godina.

4. Životni ciklus materijala za stolariju

4.1. Materijali okvira za stolariju i njihove karakteristike

4.1.1. Aluminij

Aluminij se proizvodi iz njegove bogate rude, boksita. Proizvodnja samog aluminija zahtijeva veliku količinu energije (225MJ/kg) i generira ogromne količine ekološki opasnih onečišćujućih tvari kao što su ugljični dioksid, kiseli sumporni dioksid, zajedno s poliaromatskim ugljikovodicima (PAH) fluorom i prašinom (Tablica 1). Aluminij se može ponovno reciklirati bez pogoršanja kvalitete. Recikliranje aluminija zahtijeva samo oko 7% energije potrebne za proizvodnju primarnog aluminija iz njegove rude. Slika 2.4. prikazuje proizvodnju primarnog i sekundarnog aluminija .

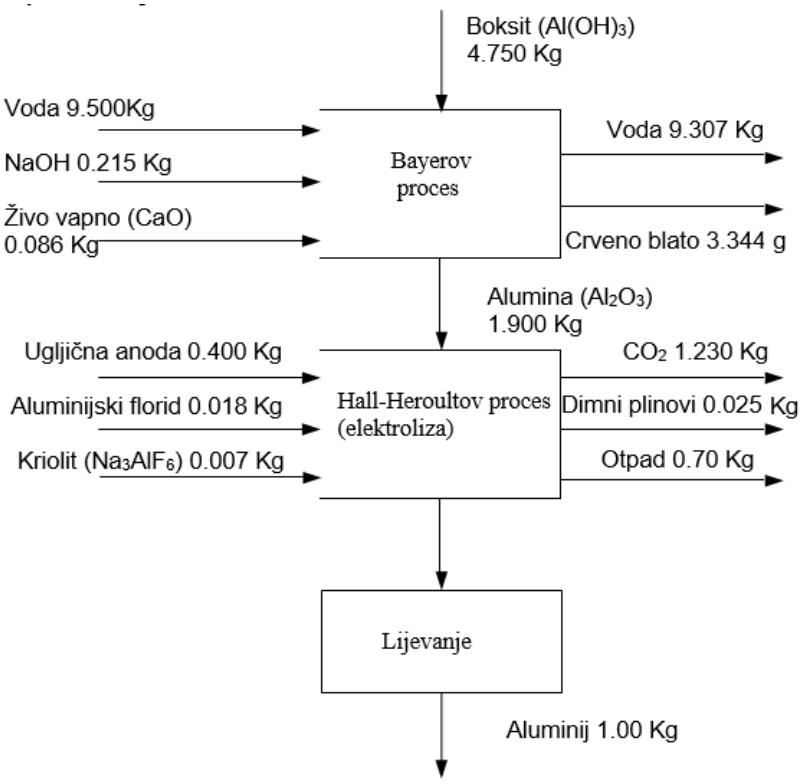
Aluminijski prozori su lagani i izdržljivi, izrađeni su od šupljih ekstrudiranih profila sastavljenih od mehanički spojnih elemenata. Budući da je aluminij provodljiv na toplinu, u okvir je ugrađen toplinski izolator, obično izrađen od plastike, kako bi se smanjila izravna provodljivost između unutarnjih i vanjskih dijelova prozora. To povećava temperaturu unutarnje površine okvira i donekle smanjuje potencijal za površinsku kondenzaciju. Slika 2.6. prikazuje LCA aluminijskih prozora.

Tablica 1. GWP i AP vrijednosti za Europu

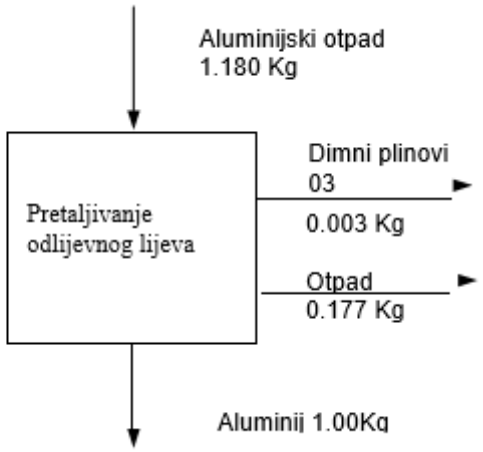
Materijal	GWP	AP
Drvo	116	1
PVC	1400	13
Aluminij	11102	60

GWP – Potencijal globalnog zagrijavanja u gramima CO2 ekvivalent

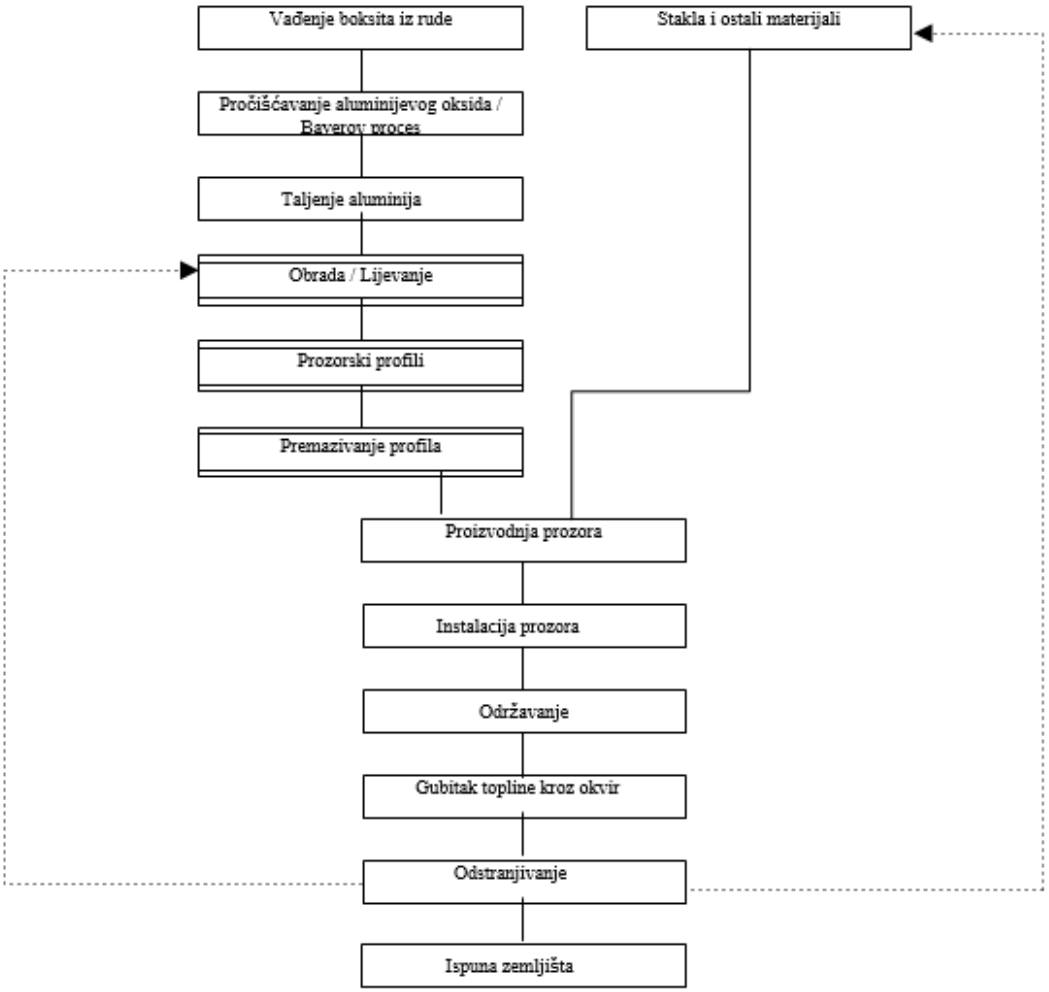
AP – Potencijal kiseline u gramima SO_2ekvivalent



Slika 2.4. Primarni aluminijski proizvod od sirovog materijala



Slika 2.5. Proizvodnja sekundarnog aluminija



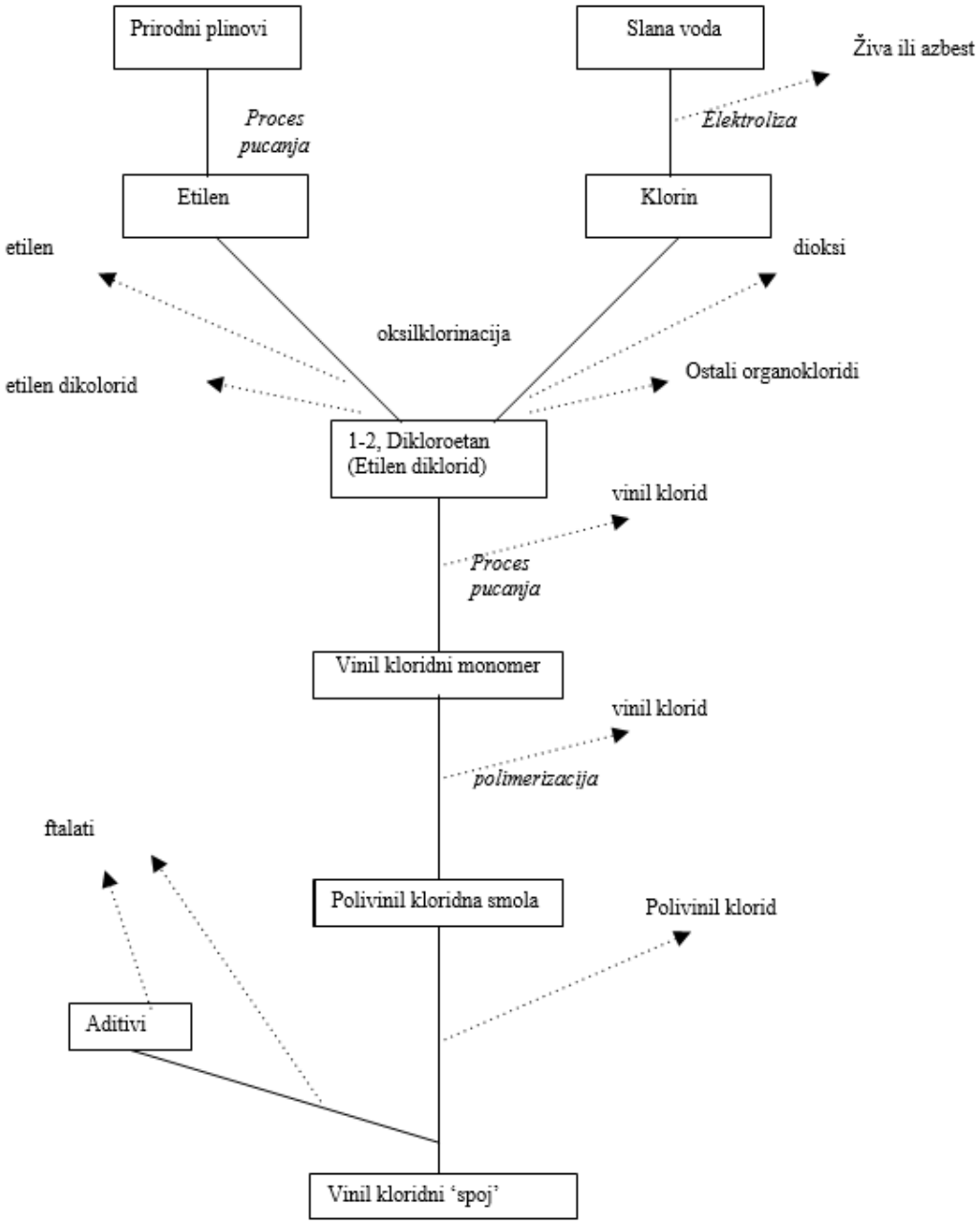
Slika 2.6. LCA aluminijskog prozora

4.1.2. PVC

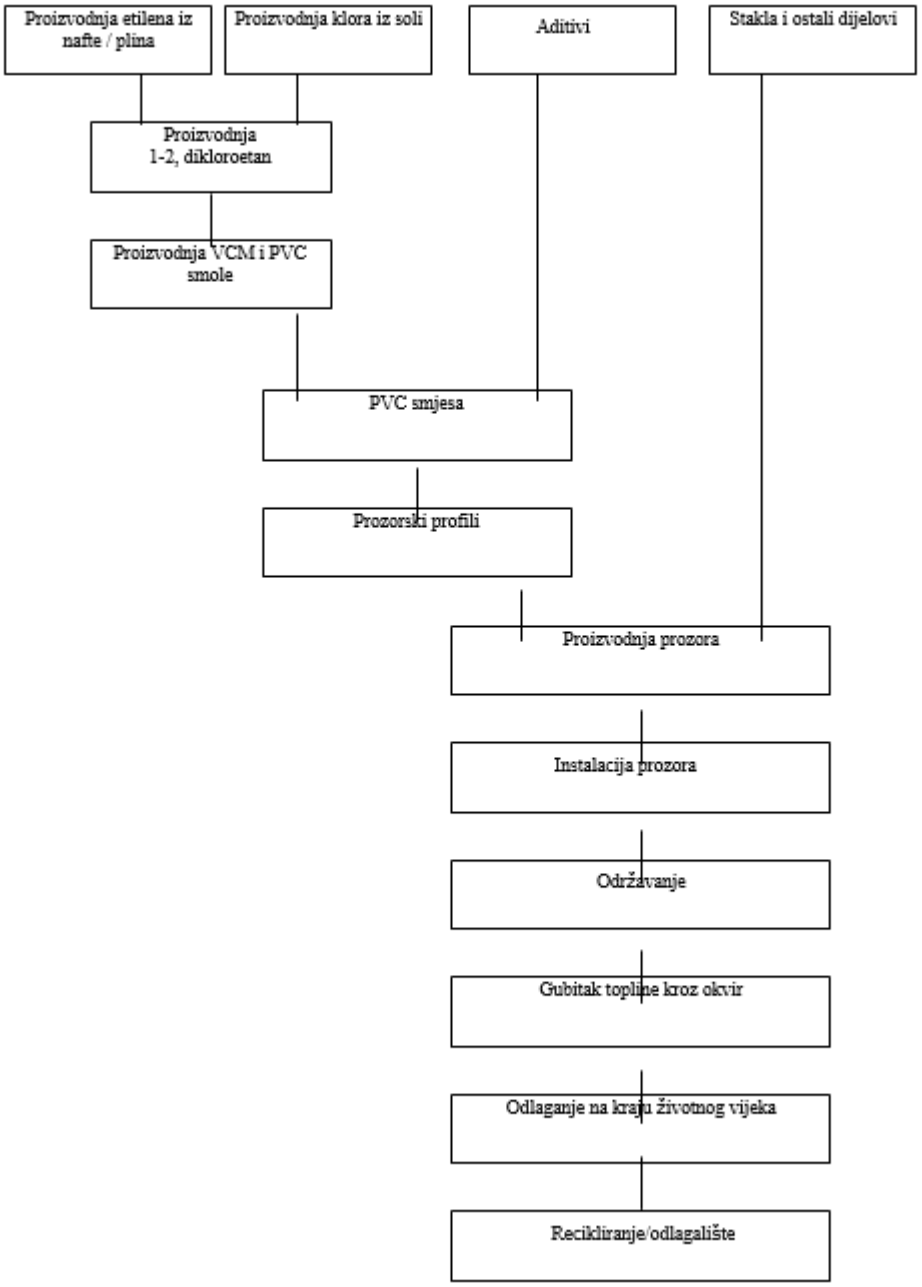
Polivinil klorid (PVC) je sintetski materijal koji se sastoji od ponavljajućih jedinica vinil klorida. PVC se sastoji od klora, ugljika i vodika, a njegova smola je 51% mase klora. Ostatak je vodik i ugljik, koji su dobiveni iz fosilnih goriva: prvenstveno prirodni plin i nafta. Proizvodnja PVC-a energetski je intenzivan proces (70MJ / kg) i proizvodi mnoge otrovne onečišćujuće tvari kao što su ugljikovodici, dioksini, vinil klorid, ftalati i teški metali potrebni za obradu. kako je. PVC se vrlo sporo razgrađuje i kao otpadni proizvod sadrži ekološki opasne tvari koje mogu prodrijeti u tlo i podzemne vode. Recikliranje PVC-a je složen postupak zbog prisutnosti povezanih polimera i materijala za pojačanje. Slika 2.8. prikazuje LCA PVC prozora.

Karakteristike PVC-a koji se koristi za prozore variraju, budući da aditivi imaju važnu ulogu u svojstvima krajnjeg proizvoda te je bilo mnogo napretka u formulaciji materijala. Aditivi mogu biti plastifikatori radi smanjenja lomljivosti i poboljšanja obrade ili stabilizatori radi zaštite od razgradnje uzrokovane toplinom, oksidacijom i sunčevim zračenjem.

PVC okvir je izrađen od šupljih profila spojenih s toplinom ili zavarenim otapalom. PVC prozori također su izrađeni metalnim pojačanjima za povećanje krutosti; što povećava ukupnu toplinsku provodljivost. PVC prozori su stabilni u slanom i zagađenom zraku, a imaju visok koeficijent toplinskog širenja (dva do tri puta veći od aluminija). PVC je vrlo osjetljiv na visokotemperaturno i ultraljubičasto (UV) zračenje koje može slomiti njegove molekularne veze, što dovodi do krhkosti i gubitka boje.



Slika 2.7. PVC proizvodnja i povezane emisije

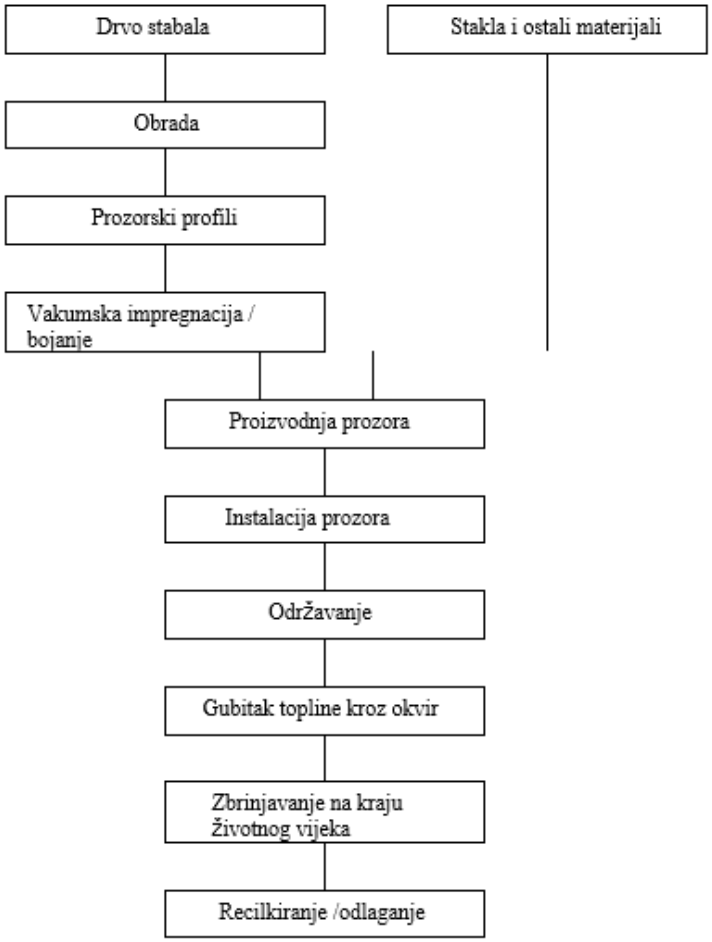


Slika 2.8. LCA PVC prozora

4.1.3. Drvo

Drvo se uglavnom sastoji od celuloze, lignina i drugih organskih tvari kao što su proteini, šećer, smola i voda. Sastav ovih tvari razlikuje se s obzirom na vrstu drveća. Briga za okoliš dovela je do uvođenja održivog gospodarenja šumama. Time se osigurava da se za svako posječeno stablo posadi još najmanje dva, posebno u skandinavskim šumama. Drvo se stoga može definirati kao obnovljivi materijal s vrlo niskom utjelovljenom energijom (5,2 MJ / kg) u usporedbi s aluminijem i PVC-om.

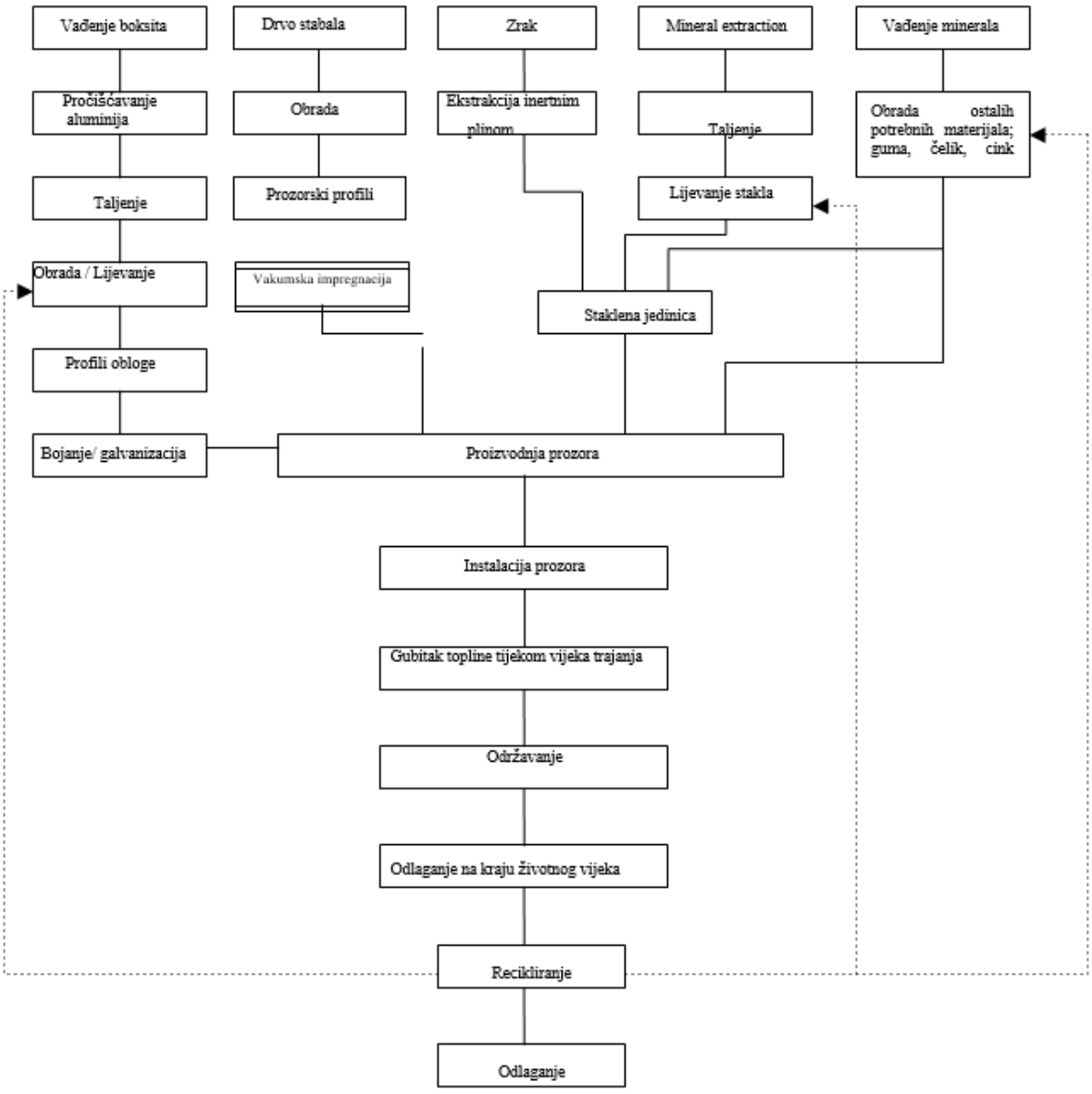
Drvo je tradicionalni materijal za prozorski okvir zbog njegove dostupnosti i lakoće obrade. Drvo ima najnižu toplinsku provodljivost među materijalima okvira. Različite vrste drva koriste se za prozorske okvire kao što su bor, cedar i crveno drvo. Drvo može biti pod utjecajem vlage, što ga može izvitoperiti ili saviti. Drveni prozori moraju biti obojeni ili prelakirani i moraju se održavati svakih nekoliko godina. Slika 2.9 prikazuje LCA drvenih prozora.



Slika 2.9. LCA drvenih prozora

4.1.4. Drvo obloženo aluminijem

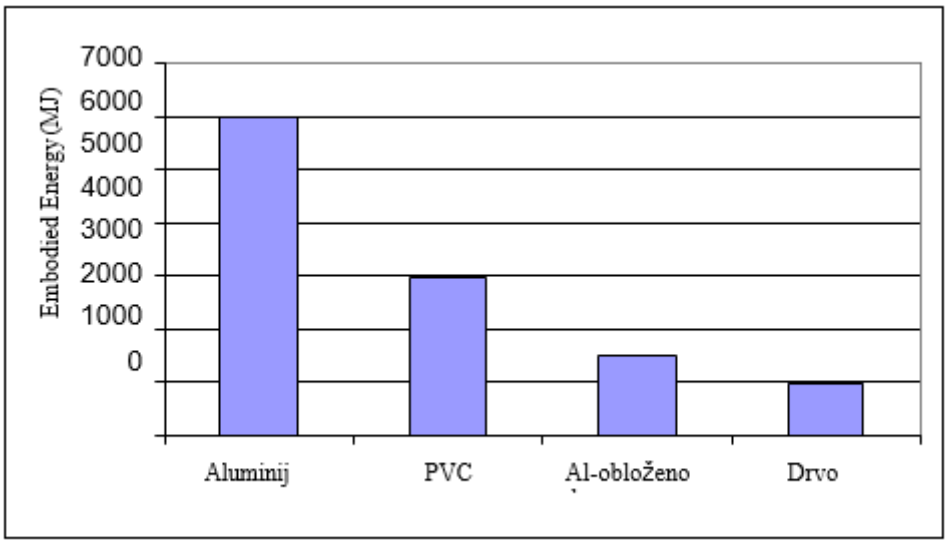
Drveni se prozori također izrađuju i s aluminijskom oblogom na vanjskoj strani okvira. Obloga ima za cilj zaštitu drva od atmosferskih utjecaja. Aluminijski profili za oblaganje su obloženi prahom ili anodizirani za zaštitu od korozije. Obloženi okviri ne zahtijevaju gotovo nikakvo vanjsko održavanje, a istovremeno zadržavaju atraktivnu drvenu podlogu u unutrašnjosti. Slika 3. prikazuje LCA drvenih prozora obloženih aluminijem.



Slika 3. LCA drva obloženog aluminijem

4.1.5. Procjena utjelovljene energije

Procijenjena je utjelovljena energija standardnog prozora (1.2m x 1.2m) proizvedenog od aluminija, PVC-a, Al-obloženog drva i drva. Utvrđeno je da aluminijski prozori troše najveću količinu energije jednaku 6GJ. Dok PVC, aluminijska drvena građa i drveni prozori imaju utjelovljenu energiju jednaku 2980 MJ, 1460MJ i 995MJ.



Slika 3.1. Utjelovljena energija okvira

4.2. Procjena trajnosti okvira

4.2.1. Performanse prozora- rezultati istraživanja

Prozori u stvarnom životu podložni su vanjskim, okolišnim uvjetima zbog čega dolazi do postupne degradacije. Različiti su faktori izloženost prozora vanjskim utjecajima poput geometrijske konfiguracije konstrukcije i sastava, poroznost, korozija, onečišćenja okoliša, vlaga,izlaganje suncu i temperaturne promjene.

Osim izbora materijala, pravilno održavanje i čišćenje važan su čimbenik vijeka trajanja prozora. Također je potrebno uzeti u obzir da životni vijek prozora nije samo mjerljiva tehnička svojina, već su važan faktor i estetski i modni izričaj; tako vijek trajanja prozora ovisi o ekonomičnoj, funkcionalnoj, društvenoj i fizičkoj karakteristici. Istraživanje je provedeno uz pomoć lokalnih vlasti diljem Velike Britanije, kako bi se istražio učinak proučavanih prozora u

stvarnom životu. Anketa se sastojala od upitnika u kojem su vlasti pitane o učinkovitom vijeku trajanja i karakteristikama održavanja prozora. Povratne informacije anketa, ispitane na 22 uzoraka, sažeto su prikazane u tablici 2. Rezultati istraživanja pokazali su značajne varijacije u percepciji životnog vijeka PVC i drvenih prozora. Međutim, drveni prozori obloženi aluminijem i aluminijski prozori prikazani su kao izdržljiviji i dugog vijeka trajanja.

Tablica 2. Rezultati ankete

Prozori *(vrsta okvira)*	*Procijenjeni vijek trajanja*			*Karakteristike*
	Aritmetička sredina (mean)	Središnja vrijednost (Median)	Interkvartalni raspon	
Aluminij	43.6	40	12.5	Niža razina održavanja
PVC	24.1	22.5	15	Niža razina održavanja, teže popravljivo
Drvo	39.6	35	16.3	Viša razina održavanja, lakše popravljivo
Al-obloženo drvo	46.7	45	10	Niža razina održavanja, lakše popravljivo

4.2.2. Ubrzano starenje

Proveden je ubrzani program starenje radi usporedbe otpornosti materijala okvira na vremenske i utjecaje okoline. Budući da svaki materijal ima svoje parametre degradacije, čimbenici okoline koji utječu na materijale i intenzitet tih faktora degradacije razlikuju se od materijala do materijala. Na primjer, drvo i PVC imaju manju otpornost za razliku od aluminija. Stoga neki od testova provedeni su istovremeno na svim materijalima kako bi dobili usporedne rezultate s uobičajenim faktorima degradacije, dok je ostatak testova usredotočen na pojedinačne materijale kako bi se procijenila njihova učinkovitost u određenim uvjetima. Tablica 3 prikazuje sažetak provedenih ispitivanja.

Tablica 3. Sažetak ubrzanih testova

Test	*Uzorci**	*Uvjeti ispitivanja*
Potapanje	Aluminij s premazom i bez premaza	Potapanje u otopini 0.14M HCl i 0.26M NaCl - 24 sata
Suho-mokri ciklusi	Aluminij, drvo, PVC i al-obloženo drvo s premazom i bez premaza	Ciklus koji se sastoji od 2 min vodenog spreja, 15 min UV svjetla i 3 min grijanja na 55 ° C - 96 sati
Slanost	Aluminij, drvo, PVC i al-obloženo drvo s premazom i bez premaza	5% NaCl mješavina – 96 sati
Vlažnost/ temperatura	Aluminij, drvo, PVC i al-obloženo drvo s premazom i bez premaza Kompletni prozori od drva, PVC-a i al-obloženog drva	24 h na 60 ° C i 88% relativne vlažnosti, a zatim zagrijavanje 24 sata na 60 ° C -144 sati
Ultra ljubičasto zračenje	Aluminij, drvo, PVC i al-obloženo drvo s premazom i bez premaza	izmjenični ciklusi od 4 sata izlaganja UV svjetiljkama pri 45 ° C i 4 sata kondenzacije u 50 ° C - 2 tjedna.

* * Ispitani uzorci aluminijskih prozora bili su 6061 legure. Uzorci drva su izvađeni iz različitih prozora od mekog drva, dok su PVC uzorci dobiveni iz prozora nepoznatog sastava. Napominjemo da su PVC proizvodi u širokom rasponu sastava čije specifikacije nisu lako dostupne.

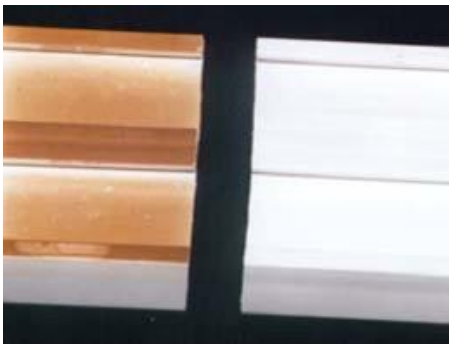
4.2.3. Rezultati ispitivanja

Testirani uzorci uključivali su kompletne jedinice malih prozora kao i male komadiće materijala od 5 cm po 5 cm, ovisno o ograničenjima ispitnih komora. Nakon ispitivanja, uzorci su ispitani vizualno i pomoću optičke i atomske mikroskopije. Rezultati testova sažeti su u nastavku.

- Uzorci aluminija bez premaza pokazali su podložnost koroziji u vlažnim i visokotemperaturnim uvjetima. Praškasti premaz i anodirani uzorci ostali su nepromijenjeni.
- Mali uzorci drva pokazali su učinke savijanja i pukotina nakon izlaganja vlazi i temperaturi. Međutim, kompletne jedinice drvenih prozora i drugi uzorci koji su odgovarajuće površinski obrađeni nisu otkrili takve nedostatke. UV testiranje rezultiralo je malim promjenama boje uzoraka drva.
- PVC uzorci ostali su nepromijenjeni pod utjecajem vlažnosti; međutim, PVC nije pokazao izdržljivost na ispitivanja temperature / vlažnosti i UV zračenja. Posljednji test rezultirao je ozbiljnom diskoloracijom.
- Uzorci drva obloženi aluminijem ostali su nepromijenjeni pod bilo kojim od ovih uvjeta jer je sam aluminij ostao neoštećen zbog slojeva premaza i drvo je zaštićeno od nepovoljnih uvjeta.



Slika 3.2. Otvaranje pukotina u uzorku drva nakon cikličkog ispitivanja



Slika 3.3. PVC uzorak prije (desno) i nakon (lijevo) UV ispitivanja

4.3. Ekonomski aspekti

Ne postoji standardni postupak za usporedbu kapitalnih troškova okvira različitih materijala zbog niza čimbenika, uključujući kvalitetu i funkcionalnost prozora, robne marke i marketinške strategije kao što su popusti i poticaji.

Što se tiče troškova održavanja, drveni prozori su najskuplji jer zahtijevaju redovito održavanje okvira, tj. bojanje ili premazivanje svakih 5 godina. Aluminijske okvire treba samo čistiti kako bi se održao njihov svijetli izgled. PVC okvire treba čistiti alkalnim deterdžentima svakih 6 mjeseci kako bi se zadržao njihov izgled. Al-obloženi okviri ne zahtijevaju vanjsko održavanje jer premaz štiti od utjecaja okoliša. Ispod obloge dobro obrađeno drvo ne bi trebalo zahtijevati nikakvo održavanje jer nije izloženo utjecaju okoliša.

Drugi ekonomski aspekt prozora je njihov tekući trošak - prije svega trošak energije u obliku propuštanja topline, osobito u hladnim klimatskim uvjetima. Aluminijski prozori imaju vrlo nisku toplinsku otpornost (visoku U-vrijednost), osim ako su opremljeni toplinskim prekidima. Drveni i PVC prozori imaju dobru toplinsku otpornost, dok al-obloženi prozori imaju istu toplinsku otpornost kao i drveni prozori.

5. Prednosti i mane pojedinih stolarija

5.1. Drvena stolarija

Drvo je glede svojih prirodnih svojstava najpodesniji materijal za izradu prozora ako ga se tijekom uporabe redovito održava. Drvo kao građevni materijal ima brojne prednosti u odnosu na druge materijale. Osim što je prirodan građevinski materijal, drvo je lagano, postojano, vrlo dobrih mehaničkih karakteristika i u konačnosti ekonomski opravdan materijal.

Prednosti su prozora od drvenih profila:

- najstariji su prozori s najvećim iskustvom u uporabi i održavanju
- suvremena izrada završno obrađenih prozora (izrada punih drvenih profila, spajanje, ostakljivanje i bojenje) u stolarskim radionicama
- dobra toplinsko − izolacijska svojstva drvenih profila
- velike mogućnosti odabira izgleda vanjskih površina (impregnacija drva i bojenje različitim vrstama boja pa čak i prozirnim – lazurnim bojama koje ne sakrivaju strukturu drva).

Nasuprot opisanim prednostima postoje i nedostaci prozora od drvenih profila:

- neujednačena (anizotropna) mehanička svojstva drva kao prirodnog organskog materijala,
- promjene temperature i vlage mogu imati štetne posljedice na trajnost prozora (pukotine, deformiranje, kalanje i dr.)
- potreba redovitog obnavljanja površinske zaštite drva višeslojnim bojenjem nakon skidanja sloja stare boje
- kraća trajnost drvenih prozora od aluminijskih − sve veće smanjenje zaliha kvalitetnih vrsta drva koja se rabe za građevno
- stolarske radove (hrast, ariš i dr.) jer se doprozornici i prozorska krila izrađuju od punog drva.

Cijena ove stolarije kreće se oko 1600 kn.

Tablica 4. Prednosti i nedostaci upotrebe drvene stolarije

Prednosti	Nedostaci
Dobra toplinsko-izolacijska svojstva	Neujednačena mehanička svojstva drva
Suvremena obrada	Utjecaj temperature i vlage na trajnost
Velike mogućnosti izbora izgleda vanjskih površina	Potreba redovitog obnavljanja površinske zaštite

Izvor: Samostalni rad autora

5.1.1. Toplinsko izolacijska svojstva drva

Koeficijent prolaska topline okvira prozora je kod drvenih prozora primarno definiran debljinom prozorskog profila (najčešća dimenzija danas je 68mm) i koeficijentom toplinske provodljivosti materijala: λ= 0,13 – 0,18 W/mK te se postiže vrijednost koeficijenta prolaska topline U_f = 1,1 – 1,8 W/m^2 K.



Slika 3.4. Profil drvene stolarija dimenzije 68mm

5.1.2. Mehanička svojstva drva

Mehanička svojstva drva su skup karakteristika materijala koja dolaze do izražaja u uvjetima mehaničkog opterećenja, a važna su i kod prerade i kod uporabe materijala. Različite vrste drva imaju različita mehanička svojstva koja su posljedica anatomske građe drva.

Postoje velike razlike u svojstvima i unutar iste vrste drva, ali i unutar istog debla, pa čak i unutar jednoga goda, što rezultira neujednačenim mehaničkim svojstvima drva. Drvo korijena je manje čvrstoće od drva debla i grana, a drvo grana je, uz manje izuzetke, čvršće od drva debla.

Mehanička svojstva drva ovise o:

- vrsti i građi drva
- gustoći drva
- smjeru vlakanaca
- sadržaju vode u drvu
- trajanju opterećenja
- temperaturi i vremenu uporabe

Općenito se kao koeficijent kvalitete nekog materijala uzima odnos nekog mehaničkog svojstva i njegove gustoće.

5.1.3. Utjecaj temperature i vlage na trajnost drva

Vlaga i neprimjerena temperatura mogu bitno utjecati na karakteristike drva. Jedna od najvažnijih osobina drva na koju vlaga i temperatura imaju izravan utjecaj je čvrstoća drva. Čvrstoća drva je jedno od najvažnijih svojstava koje se traži u svakoj nosivoj konstrukciji. To je otpor kojim drvo nadvladava silu koja na njega djeluje tako da ga razvuče, stlači, savije, iskrene, slomi ili smrvi. Prema čvrstoći drva određuje se i njegova uporabna vrijednost. Čvrstoća drva u smjeru vlakanaca jako se razlikuje od čvrstoće okomito na vlakanca. Znatno višu čvrstoću pokazuje drvo opterećeno u smjeru vlakanaca nego okomito na njihov smjer.

Uslijed utjecaja vlage i neprimjerene temperature smanjuje se čvrstoća drva odnosno može doći do deformacija i puknuća ili oštećenja drva. Također, čvrstoća ovisi i o količini vlage u drvu: što je veći sadržaj vlage to je čvrstoća niža.

Vlaga također može bitno utjecati i na tvrdoću drva koja predstavlja otpor kojim se drvo suprotstavlja prodiranju nekog drugog, tvrđeg tijela u njegovu površinu.

Trajnost drva, odnosno sposobnost drva da se odupre promjenama i razaranjima uslijed djelovanja atmosferilija, raznih kemijskih tvari i štetnika biljnog ili životinjskog porijekla, također je direktno ugrožena ukoliko su prisutne neprimjerena temperatura i vlaga. Vlaga, u kombinaciji sa zrakom i toplinom postaje odlučan faktor razaranja drva jer se stvaraju povoljni uvjeti za razvoj mikroorganizama koji uništavaju drvo (truljenje, crvotočina, gljivičavost). Time mehanička čvrstoća materijala brzo opada, a nosivost konstrukcije potpuno prestaje. Najveću trajnost pokazuje drvo u potpuno suhoj prostoriji, jednolične, razmjerno niske temperature i bez pristupa zraka.

4.2 Aluminijska stolarija

Prednosti prozora od aluminijskih profila s prekinutim toplinskim mostom jesu:

- strojna izrada i površinska zaštita vučenih šupljih profila u tvornici
- spajanje i ostakljivanje prozorskih okvira u specijaliziranim radionicama
- mogućnost izrade velikih prozora pa čak i ostakljenja cijelih pročelja (staklena pročelja kod poslovnih zgrada)
- velika trajnost i lijep izgled nakon površinske zaštite profila bojenjem ili eloksiranjem

Postoje i nedostaci prozora od aluminijskih profila:

- relativno veliko toplinsko, osobito uzdužno, produljenje profila
- lošija toplinskoizolacijska svojstva od drvenih i tvrdih PVC profila
- velika toplinska provodljivost
- korozijska agresija pod utjecajem alkalija
- loš zvučni izolator

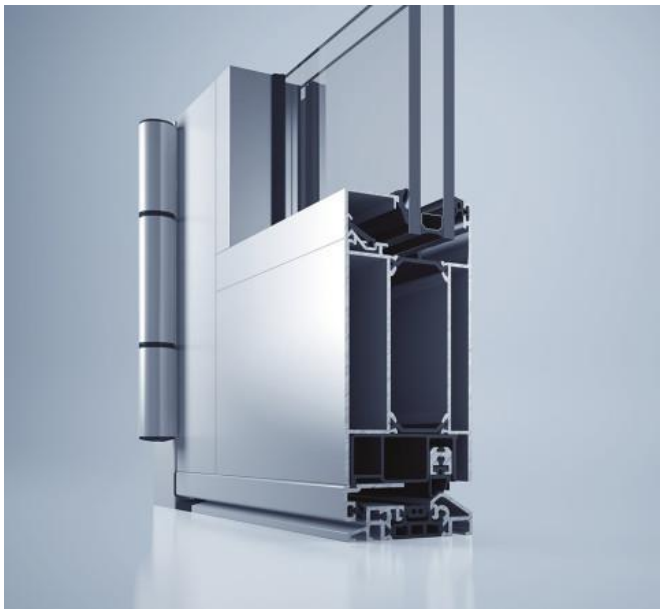
Cijena ove vrste stolarije kreće se oko 2000 kn.

Koeficijent prolaska topline ovih prozorskih okvira je zbog velike toplinske vodljivosti metala visok i kreće se u sljedećem rasponu: U_f = 1,5 do 3,2 W/m^{2}K.

Tablica 5. Prednosti i nedostaci aluminijske stolarije

Prednosti	Nedostaci
Strojna izrada i površinska zaštita profila u tvornici	Relativno veliko toplinsko, osobito uzdužno, produljenje profila
Mogućnost izrade velikih prozora i staklenih stijena	Lošija toplinskoizolacijska svojstva od drvenih i tvrdih PVC profila
Velika trajnost i lijep izgled	Velika toplinska provodljivost
	Korozijska agresija pod utjecajem alkalija
	Loš zvučni izolator

Izvor: samostalni rad autora



Slika 3.5. Profil aluminijske stolarije

4.3 PVC stolarija

Prednosti prozora od PVC profila jesu:

- strojna izrada šupljih profila u tvornici u različitim oblicima i veličinama
- ojačanje, spajanje i ostakljivanje šupljih prozorskih profila u specijaliziranim radionicama, ovisno o veličini i namjeni prozora

- mogućnost poboljšanja poprečnih presjeka šupljih profila brojem komora u svrhu povećanja toplinsko-izolacijske moći te poboljšanja svojstava materijala radi povećanja otpornosti na djelovanje atmosferilija pri vanjskoj uporabi (povećanje trajnosti)
- nije potrebno višestruko zaštitno premazivanje bojom ni stalno obnavljanje tih premaza tijekom uporabe
- dobra toplinskoizolacijska svojstva šupljih profila

Nedostaci prozora od tvrdih PVC profila:

- relativno velike promjene mehaničkih svojstava ovisno o promjeni temperature, vrsti, intenzitetu i trajanju opterećenja te starenju
- relativno veliko temperaturno istezanje po duljini profila koje zahtijeva poseban postupak za pričvršćivanje doprozornika u otvor u zidu
- nedovoljna krutost profila (mali modul elastičnosti E) radi čega treba obvezatno takve šuplje profile s unutarnje strane ojačati zaštićenim čeličnim profilima, što poskupljuje cijenu izrade većih prozora
- pojava površinskog statičkog elektricititeta koji pospješuje taloženje fine prašine na površini profila i time negativno utječe na higijenske uvjete u pripadajućoj prostoriji

Cijena ove vrste stolarije za prozor dimenzija 140x140 oko 1400 kn.

Vrijednost koeficijenta prolaska topline okvira ovisi o broju komora. Najčešće vrijednosti $U_f <$ 1.4 W/m^{2}K. Noviji modeli $U_f <$ 0,9 W/m^{2}K.

Tablica 6. Prednosti i nedostaci PVC stolarije

Prednosti	**Nedostaci**
Strojna izrada profila u tvornici u različitim oblicima i veličinama	Relativno velike promjene mehaničkih svojstava uslijed utjecaja neprimjerene temperature
Mogućnost povećanja trajnosti	Nedovoljna krutost profila
Nije potrebno višestruko premazivanje	Površinski statički elektricitet
Dobra toplinsko-izolacijska svojstva	

Izvor:samostalni rad autora



Slika 3.6. PVC stolarija

4.4.Drvo-aluminijska stolarija

Prednosti drvo-aluminijske stolarije su:

- Drvo i aluminij se nadopunjuju. Aluminij štiti drvood štetnih vanjskih utjecaja dok drvo čuva unutarnju toplinu prostorije i sprječava vlagu ispod prozora
- Spoj ova dva materijala rješava problem sa zvučnom izolacijom koju imaju prozori izrađeni od aluminija
- Mogu se napraviti prozori velikih dimenzija zbog čvrstoće aluminija

Mane drvo-aluminijske stolarije:

- Cijena

Cijena samog prozora od ove vrste materijala dimenzije 140x140 kreće se oko 4000 kn čime možemo zaključiti da je ova vrste stolarije znatno skuplja.

Naravno cijene se mijenjaju ovisno o prodavačima i proizvođačima.

Što se tiče vrijednosti koeficijenta prolaska topline on postiže vrijednost oko U_f = 0,7 W/m^2K te u kombinaciji s višestrukim LowE ostakljenjem postižemo prozore s koeficijentom prolaska topline nižim od 0,8 W/m^2K.

Tablica 7. Prednosti i nedostaci drvo-aluminijske stolarije

Prednosti	Nedostaci
Povećano očuvanje topline u prostoriji	Cijena
Mogućnost izrade profila velikih dimenzija	
Poboljšana zvučna izolacija	

Izvor:samostalni rad autora

Tablica 8. prikazuje usporedbu koeficijenataprolaska topline i cijene za navedene vrste stolarija.

Tablica 8. Usporedba koeficijenta prolaska topline i cijena

	Drvo	**Aluminij**	**PVC**	**Drvo-aluminij**
Koeficijent prolaska topline U_f (W/ m^2 K)	1,1 – 1,8	1,5 - 3,2	0.9 -1.4	0.7
Cijena	1600 kn	2000 kn	1400 kn	4000 kn

Izvor: samostalni rad autora

Iz tablice 8. vidljivo je da je najskuplja varijanta kombinacija drva i aluminija koja ujedno ima i najmanji koeficijent prolaska topline.

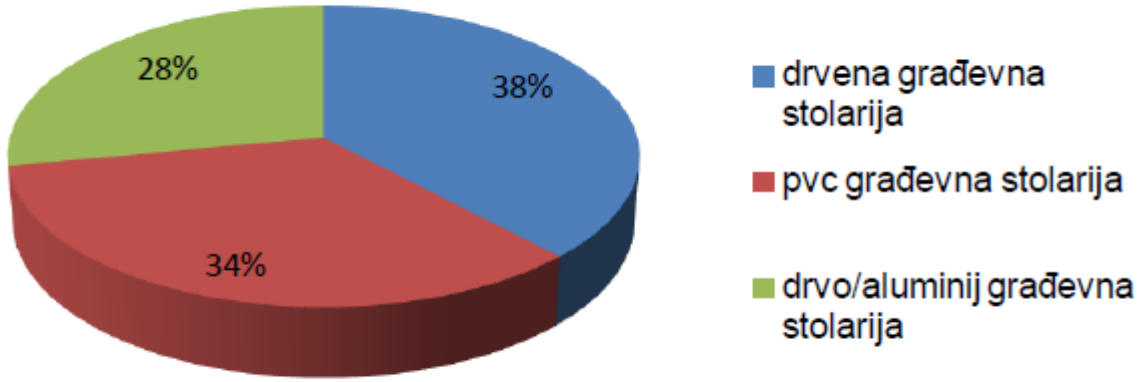


Slika 3.7. Profil drvo-aluminijske stolarije

4.5. Metode i istraživanja

Prema provedenom istraživanju Igora Vickovića na Šumarskom fakultetu u Zagrebu za vanjsku građevnu stolariju, 44% ispitanika su za PVC građevnu stolariju, njih 20% za drvo/aluminij, te 36% ispitanika za drvenu građevnu stolariju.

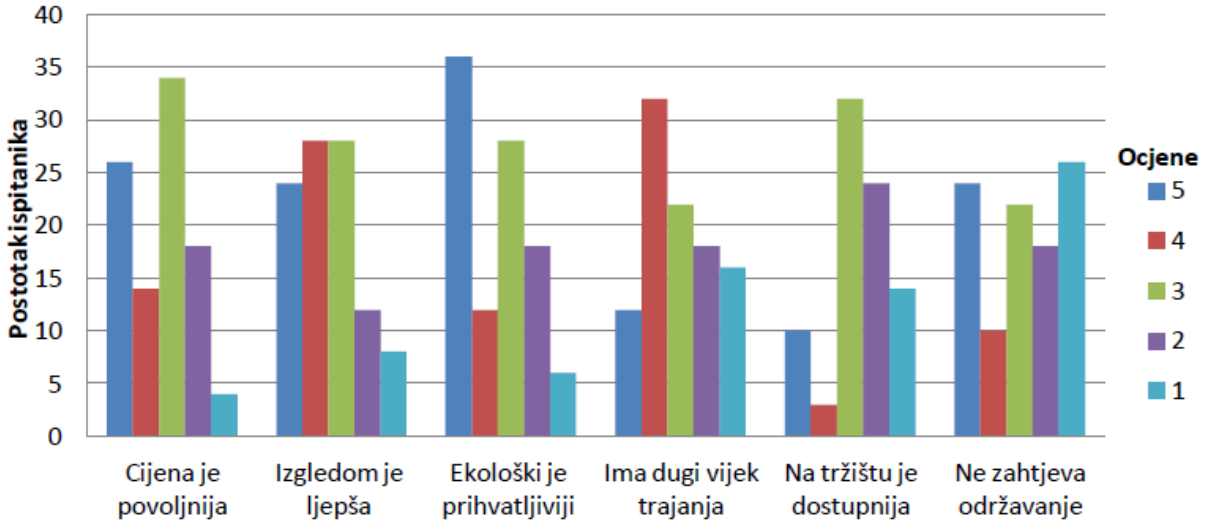
Ako bi sva stolarija imala istu cijenu, 38% ispitanika se izjasnilo za drvenu građevnu stolariju, 34% za PVC građevnu stolariju, te 28% za drvo/aluminij.



Slika 3.8. Rezultati – koji bi materijal za vanjsku stolariju uzeli da su cijene svih proizvoda iste

Najviše ispitanika njih 36% smatra da je drvena građevna stolarija ekološki prihvatljiva, 26% ispitanika izjasnilo se da je cijena povoljnija, njih 24% smatra da je izgledom ljepša, 24% ispitanika smatra da ne zahtjeva održavanje, 12% ispitanika smatra da ima dugi vijek trajanja, a ostatak ispitanika njih 10% smatra da je drvena građevna stolarija dostupnija na tržištu.

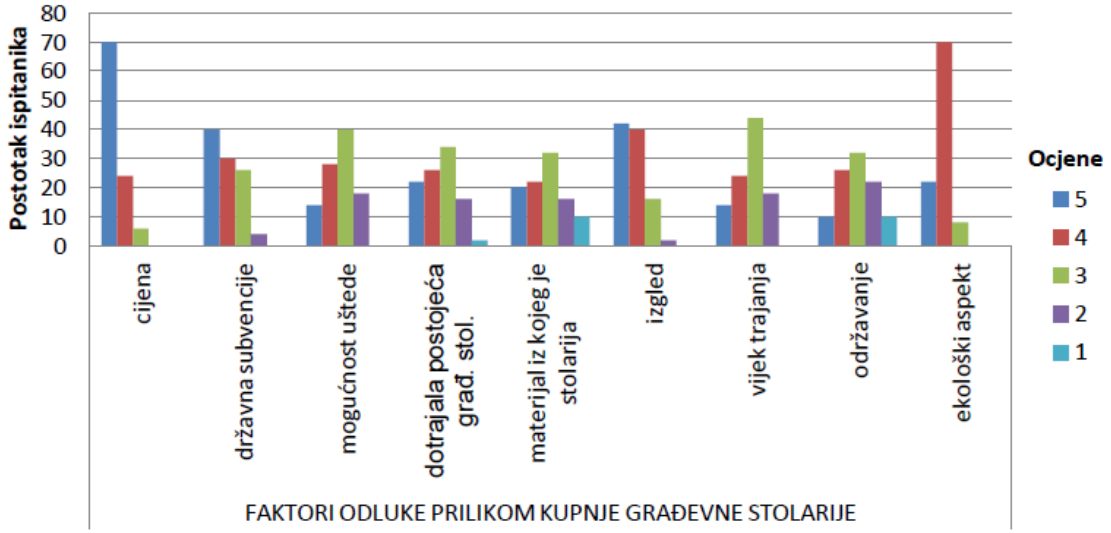
70% se izjasnilo da im je najbitnija cijena, izgled 42%, državna subvencija 40%, dotrajala postojeća građevna stolarija 22%, ekološki aspekt 22%, 20% materijal iz kojeg je stolarija izrađena, mogućnost uštede 14%, 14% ispitanika se izjasnilo da im je pri donošenju odluke o kupnji građevne stolarije bitna informacija o vijeku trajanja proizvoda, a najmanje osoba njih 10% se izjasnilo da im je bitan kriterij prilikom kupnje potreba za održavanjem.



Slika 3.9. Rezultati – prednost drvene građevne stolarije u odnosu na PVC građevnu stolariju

Od ukupnog broja ispitanika njih 45 ili 90% ne želi kupovati stranu stolariju, 33 ili 76% ispitanika smatra da je prilikom kupnje bitno da li je to hrvatska ili strana stolarija, dok njih 33 ili 66% želi kupovati hrvatsku stolariju.

Najviše ispitanika njih 84% ne zna navesti hrvatske proizvođače drvene građevne stolarije, dok 16% zna navesti hrvatske proizvođače kao što su: DIK Đurđenovac d.d., Lokve, Kolnoa vrata, te Drvna industrija Križevci d.o.o. Što se tiče informacije o fondu zaštite okoliša i o financiranju dijela troškova za zamjenu stare građevne stolarije novom izjasnilo se da je 50% ispitanika upoznato sa tom informacijom.



Slika 4. Rezultati - faktori odluke prilikom kupnje građevne stolarije

6. Zaključak

Svaki materijal ima svoje neke prednosti i nedostatke te je vrlo teško reći koji je najbolji za proizvodnju prozora. Drvo i drvna sirovina prirodno su obnovljivi materijali. Drvo je ekološki najpodobnije rješenje, PVC je jednostavan za održavanje, dok aluminij ima veliku čvrstoću, krutost te otpornost na vremenske utjecaje. Od svakog materijala imamo primjere kvalitetne stolarije koji su dobri toplinski izolatori, odnosno loše izgrađenih koji nemaju tako dobre karakteristike. Vrlo važnu ulogu ima kvaliteta izrade stolarije i propisna ugradnja. Kvalitetnom izradom i dobrim konstrukcijskim rješenjima od sva 3 materijala može se napraviti stolarija sa vrlo dobrim izolacijskim svojstvima i koeficijentima prolaska topline manjim od 1,5 W/m^2K. vrlo veliku ulogu, gotovo presudnu ima cijena stolarije. Stolarija nije mala investicija na nekoj zgradi, stoga se teži rješenjima koji zadovoljavaju određena svojstva i propise, ali uz prihvatljivu cijenu. Ne smije se zaboraviti da je osnovna funkcija stolarije propuštanje dnevne svjetlosti i prozračivanje, a ne toplinska izolacija zgrade.

Aluminijski okviri su najveće opterećenje na okoliš zbog ispuštanja opasnih tvari i velike potrošnje energije prilikom proizvodnje aluminija. PVC ispušta velike količine otrovnih tvari tijekom svog životnog vijeka, dok okviri drvenih prozora imaju najmanje opterećena na okoliš. Svi materijali prozorskih okvira s vremenom propadaju zbog utjecaja okoliša. PVC je osjetljiv na toplinu i UV zračenje. Ako se drvo redovito ne održava može lako biti pod utjecajem okoliša. Aluminij, ako nije dobro zaštićen premazima, oštećuje se pod korozivnom uvjetima, osobito u obalnim i industrijskim područjima. Može se zaključiti da su drvo i aluminij najprihvatljivija kombinacija što se tiče kvalitete materijala, ali ne i cijene s obzirom da je to najskuplja varijanta. Drvo čuva unutarnju toplinu prostorije i sprječava vlagu ispod prozora jer ima sposobnost difuzije vodene pare, a aluminij štiti drvo od vanjskih utjecaja.

U Varaždinu, 30.08.2019.

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, DARIO BAN *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom PREDNOSTI I MANE KOD KORIŠTENJA DRVENE STOLARIJE *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Dario Ban
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, DARIO BAN *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom PREDNOSTI I MANE KOD KORIŠTENJA DRVENE STOLARIJE *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Dario Ban
(vlastoručni potpis)

7. Literatura

Knjige:

[1] R Ojurović, I Grbac: Drvo u suvremenim trendovima stanovanja, Drvna industrija Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009.

[2] Đ. Peulić: Građevne konstrukcije drugi dio, Tehnička knjiga Zagreb 1983.

[3] T. Graladinović: Upravljanje proizvodnim sustavima u preradi drva i proizvodnji namještaja, Šumarski fakultet, Zagreb, 1999.

[4] Jugoslavenski leksikografski zavod: Šumarska enciklopedija 2, Zagreb 1959.

[5] M. Jaić, R. Živanović: Površinska obrada drveta, Šumarski fakultet Beograd, Beograd 2000.

[6] G. Jakovac: Opći uvjeti za ispitivanje građevinske stolarije: Postupak ispitivanja, Euroinspekt, Zagreb, 2008.

[7] V. Rajčić: Drvene konstrukcije prema europskim normama, Zagreb 2005.

[8] L. Fučić: Građevni proizvodi zakonodavni okvir: Dani prozora, Ministarstvo graditeljstva, Zagreb 2014.

Diplomski radovi:

[9] I. Vicković: Odluka potrošača- drvena građevna stolarija: DA ili NE, Završni rad, Šumarski fakultet Zagreb, 2016.

Članci:

[10] M. Asif, A. Davidson, T. Muneer: Life cycleof window materials – a comparativeassessment, SchoolofEngineering, Edinburgh, U.K., 2002.

Internet izvori:

[11] https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ 2019.

[12] http://lokve.com/ 2019.

[13] https://www.pana.hr/proizvodi/prozori/#drvo 2019.

Popis slika

Slika 1.http://www.balticstil.ba/zdravo-svijete/

Slika 1.1.Prikaz slojeva drva na primjeru stjenke traheide četinjače

https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/Svojstva_drva_2014.pdf

Slika 1.2. Prikaz mjerenja vlažnosti drva https://www.bauhaus.hr/wisent-mjerac-vlage.html

Slika 1.3. http://www.ekomteh.com.hr/susare-parionice.html

Slika 1.4. Pukotine na drvu i dijelovi snage: a - vanjske pukotine u trupcu; b - vanjske pukotine na neravnim šipkama; c - unutarnje pukotine; d - dijelovi snage.

https://zir.nsk.hr/islandora/object/sumfak:1505/preview

Slika 1.5. Vrste savijanja: a, c - mijenjaju oblik trake poprečnog presjeka s različitim rasporedom slojeva na kraju; b - promjena oblika poprečnog presjeka ploča (jezgra i strane); r - uzdužni zavarenost; d – wingednesshttps://zir.nsk.hr/islandora/object/sumfak:1505/preview

Slika1.6.http://hzzzsr.hr/wpcontent/uploads/2016/11/Smjernica_za_siguran_rad_u_pilani.pdf

Slika 1.7. http://www.gradimo.hr/clanak/strojno-i-rucno-blanjanje/25614

Slika 1.8. https://geek.hr/e-kako/posao/kako-strojno-brusiti-drvo/

Slika 1.9. Sastavljanje proizvoda https://korak.com.hr/korak-045-ozujak-2014-trziste-prozora/

Slika2.Čišćenjedrvahttp://www.kontinental.biz/famiorcms/media/uploads//2011/05/kontinental_proces_proizvodnje__08.jpg

Slika 2.1. Ugradnja prozora prije žbukanja http://www.stolarijabekric.com/img/prozori/nacini-ugradnje/Vstandard-1b.JPG

Slika 2.2. Proces održavanja drvene stolarije https://chromos.eu/content/ne-znate-kako-obnoviti-za%C5%A1titu-starih-drvenih-prozora-saznajte-uz-chromos

Slika2.3. Udio materijala za izradu prozora http://www.centar-marketing.com/wp-content/uploads/2015/02/CRM_Studija_Prozori_4-8-2_mingo_5-2-2014_1-1.pdf

Slika 2.4. Primarni aluminijski proizvod od sirovog https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 2.5. Proizvodnja sekundarnog aluminija
https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 2.6. LCA aluminijskog prozora
https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 2.7. PVC proizvodnja i povezane emisije
https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 2.8. LCA PVC prozora
https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENTž

Slika 2.9. LCA drvenih prozora
https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 3. LCA drva obloženog aluminijem
https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 3.1. Utjelovljena energija okvira
https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 3.2. Otvaranje pukotina u uzorku drva nakon cikličkog ispitivanja https://www.researchgate.net/publication/237446892_LIFE_CYCLE_OF_WINDOW_MATERIALS_-_A_COMPARATIVE_ASSESSMENT

Slika 3.3. PVC uzorak (desno) i nakon (lijevo) UV ispitivanja

Slika 3.4. Profil drvene stolarija dimenzije 68mmhttps://www.windor.hr/hr/drveni-prozor-opus-68

Slika 3.5. Profil aluminijske stolarijehttps://www.marlex.hr/alu-stolarija/

Slika 3.6. PVC stolarija http://pvcsistem.net/pvc-stolarija

Slika 3.7. Profil drvo-aluminijske stolarije https://www.njuskalo.hr/gradevinska-stolarija/drvo-aluminij-stolarija-besplatna-dostava-oglas-22771779

Slika 3.8. Rezultati – koji bi materijal za vanjsku stolariju uzeli da su cijene svih proizvoda istevickovic_igor_sumfak_2016_zavrs_sveuc.pdf

Slika 3.9. Rezultati – prednost drvene građevne stolarije u odnosu na PVC građevnu stolarijuvickovic_igor_sumfak_2016_zavrs_sveuc.pdf

Slika 4. Rezultati - faktori odluke prilikom kupnje građevne stolarijevickovic_igor_sumfak_2016_zavrs_sveuc.pdf