



Šolski center Celje

Srednja šola za gradbeništvo in varovanje okolja

PRIMERJALNA ANALIZA IZBIRE OKEN



AVTORJA:

Jaka Dešman, 4. letnik

Žan Ošep, 4. letnik

MENTORICA:

Zrinka Kit Goričan, univ. dipl. inž. arh.

CELJE, MAREC 2013

1 Kazalo vsebine

Kazalo

1	Kazalo vsebine	2
1.1	Kazalo slik.....	4
1.2	Kazalo tabel.....	5
1.3	Kazalo grafov	6
2	POVZETEK.....	7
3	UVOD	8
3.1	Namen projekta	8
3.2	Izbor problematike.....	8
3.3	HIPOTEZA	8
3.3.1	OPIS RAZISKOVALNIH METOD	9
4	POMEN OKEN	9
4.1	PREDSTAVITEV TEHNIČNIH LASTNOSTI POSAMEZNIH VRST ZASTEKLITEV IN OKENSKIH OKVIRJEV	9
4.1.1	ZASTEKLITEV.....	9
4.1.2	LASTNOSTI	10
4.1.3	VRSTE ZASTEKLITVE	12
4.1.4	DEJAVNIKI IDEALNE ZASTEKLITVE	14
4.1.5	OKVIR	14
4.1.6	NIZKOENERGIJSKA IN PASIVNA OKNA	17
5	PRIMERJALNA ANALIZA GLEDE NAČINA VGRADNJE OKEN IN IZOLACIJE OVOJA.....	19
5.1	MONTAŽA PO SISTEMU RAL	19
5.1.1	Standardni i3 sistemi	20
5.1.2	TwinAktiv sistem	20
5.1.3	Sistem Trioplex	21
5.2	POSTOPEK VGRADNJE OKEN PO SISTEMU RAL	21
5.3	KLASIČNA MONTAŽA OKEN	22
5.4	POSTOPEK VGRADNJE OKEN PO KLASIČNEM SISTEMU.....	22
6	PRIMERJALNA ANALIZA GLEDE VZDRŽEVANJA IN ŽIVLJENSKE DOBE OKEN	24
6.1	LESENA OKNA	24
6.1.1	Vzdrževanje zahteva:	25
6.2	PVC OKNA.....	26
6.2.1	Čiščenje	26
6.2.2	Tesnila	26
6.2.3	Odvodnjavanje.....	26
6.2.4	Okovje.....	26
6.3	ALU OKNA	27
6.4	PREZRAČEVANJE ZGRADBE V ODVISNOSTI NOVIH IZBOLJŠANIH LASTNOSTIH OKEN	27
6.4.1	UVOD.....	27
6.5	NAČINI ZRAČENJA.....	27
6.5.1	Nepredvideno zračenje :	27

6.5.2	Zračenje z odpiranjem oken :	27
6.6	KANALSKO PREZRAČEVANJE	28
6.7	PRISILNO PREZRAČEVANJE	28
6.8	ZAJEM ZRAKA	29
6.9	ČIŠČENJE ZRAKA	29
7	KRITERIJ ZA IZBOR OPTIMALNE REŠITVE IN EKONOMSKA ANALIZA GLEDE NA PRIDOBLENE PONUDBE	30
7.1	PRIMERJAVA LASTNOSTI OKEN	30
7.1.1	Zasteklitev	30
7.1.2	Okvir	31
7.1.3	Vgradnja	31
7.1.4	Življenjska doba	32
7.2	Ekonomska analiza oken	32
7.3	EVROPSKA SREDSTVA ZA SUBVENCIONIRANJE STAVBNEGA POHIŠTVA (EKO SKLAD)	33
7.3.1	Zakaj so subvencionirana le lesena Eko sklad okna?	33
8	IZBIRA OBJEKTA ZA IZVEDBO ANALIZE OKEN	34
8.1	Idejni projekt	34
8.1.1	Tloris pritličja	34
8.1.2	Tloris mansarde	35
8.1.3	Tloris ostrešja	36
8.2	Ključni dejavniki izbire oken	37
8.3	Utemeljitev izbire	38
9	Avtomatsko odpiranje in zapiranje	39
9.1	Določitev zahtev/želja uporabnikov in specifikacij izdelka	39
9.2	Anketa	39
9.3	Zahteve uporabnika	44
9.4	Specifikacije izdelka	44
9.5	Primerjalna presoja konkurenčnih izdelkov	44
9.6	Opredelitev tehničnega procesa	45
9.7	Funkcijska struktura	45
9.8	Morfološka matrika ter sinteza alternativnih rešitev	45
10	ZAKLJUČEK	47
11	VIRI:	48
12	ZAHVALA	49
13	PRILOGE	50
13.1	Predračuni proizvajalcev oken	50

1.1 Kazalo slik

Slika 1 Primerjava porabe kurilnega olja glede na različne vrste zasteklitve (vir: Povzeto iz revije Delo in dom).....	10
slika 2 Prikaz delovanja nizkoemisijskega nanosa Low-e	11
Slika 3 Sestava troslojnega nizkoenergijskega okna (vir: www.jelovica-okna.si)	12
slika 4 Sestava dvoslojnega termoizolacijskega okna(vir: www.jelovica-okna.si)	13
slika 5 Vpliv okolja na okna in vhodna vrata (vir: Povzeto iz revije Stik)	14
slika 6 Leseni okenski okvir (vir: www.jelovica-okna.si)	15
slika 7 Prerez PVC 5-komornega profila (vir: lastna slika)	15
slika 8 Primer aluminijastega krila in okvirja (vir: www.vomi.si).....	16
slika 9 Prerez lesenega okna v kombinaciji z aluminijem (vir: lastna slika)	17
slika 10 Leseno pasivno okno (vir: www.jelovica-okna.si)	18
slika 11 Troslojna izolacijska zasteklitev (vir: www.mizarstvo-semrl.si)	18
slika 12 Trinivojsko tesnjenje (vir: www.mizarstvo-semrl.si)	19
slika 13 Standardni i3 sistem.....	20
slika 14 Sistem TwinActiv (vir: www.heinze.de)	20
slika 15 sistem Trioplex (vir: www.heinze.de)	21
slika 16 Postopek gradnje okvirja po sistemu RAL (standardni sistem) (vir: lastna slika)	22
slika 17 Klasična vgradnja okna (vir: lastna slika)	23
slika 18 Termografski posnetek stika okna in zunanje strani (vir: lastna slika)	23
slika 19 Nasveti pravilne nege okna (vir: slika povzeta iz revije Stik)	24
slika 20 Vzdrževanje PVC oken (vir: Povzeto iz revije Delo in dom)	26
Slika 21 Shema rekuperatorja (vir: www.agregat.si)	29
slika 22 Primer okna z elektro motorjem (vir: lastna slika)	46

1.2 Kazalo tabel

tabela 1 Povprečne vrednosti toplotne prehodnosti oken glede na material in tip okvirja ter tip zasteklitve.....	13
tabela 2 Različne zasteklitve	30
tabela 3 Okenski okviri	31
tabela 4 Vgradnja oken.....	31
tabela 5 Življenjska doba oken.....	32
Tabela 6 Ekonomska analiza oken	32
Tabela 7 Kriteriji izbire oken, glede na lastnosti	37
tabela 8 Specifikacije električnega motorja vgrajenega v okno	44
tabela 9 Alternativne rešitve za okna z elektro motorjem	45
Tabela 10 Predračuni.....	50

1.3 Kazalo grafov

Graf: 1 Starost anketirancev	39
Graf: 2 Spol anketirancev	39
Graf: 3 Odločitev anketirancev o menjavi oken	40
Graf: 4 Mnenje anketirancev o avtomatskem odpiranju	40
Graf: 5 Odločitev anketirancev o napravi za avtomatsko odpiranje oken	41
Graf: 6 Odločitev anketirancev o mestu vgradnje okna/naprave	41
Graf: 7 Odločitev anketirancev glede na odpiranje oken	42
Graf: 8 Pomembnost izgleda naprave	42
Graf: 9 Izbira barve	42
Graf: 10 Pomembnost velikosti naprave	43
Graf: 11 Vpliv nakupa subvencioniranih oken	43
Graf: 12 Cena katero bi anketiranci vložili za okna	43

2 POVZETEK

Okno kot arhitekturni element ima danes popolnoma enako vlogo kot nekoč. Njegova funkcija je osvetljevanje in prezračevanje prostorov. Okno je v slovenski avtohtoni arhitekturi pomenilo bistveni element pri oblikovanju fasade, kar pomeni da so bila razmerja skladna s površinami pročelij. V sodobni arhitekturi pa okno postaja dominanten element fasade, okenske površine se večajo zaradi nizkoenergijske, pasivne sodobne gradnje. To pa pomeni izboljšane lastnosti samih oken, kot tudi dodatne tehnične smernice za kakovostno vgradnjo in preprečevanje toplotnih izgub v stavbnem ovoju. Končni cilj naloge je predstaviti bodočemu investitorju prednosti in slabosti posameznih vrst oken in skozi izbrani primer podati analizo tako iz tehničnega, trajnostnega, kot tudi ekonomskega vidika.

3 UVOD

3.1 Namen projekta

Do četrtega letnika srednje šole smo se naučili že veliko o gradnji objektov in njihovim namembnostim, da pa bi kot sodobni bodoči gradbeniki in projektanti bili seznanjeni z novostmi in ponudbo na trgu sva se odločila, da predstaviva v prvem delu najine raziskovalne naloge namembnost in vrste oken ter njihove lastnosti, v drugem delu pa ekonomsko analizo ter avtomatsko zapiranje in odpiranje oken. Sama naloga je nastala na pobudo sovaščana, ki se sam ni znašel v poplavi proizvajalcev in različnih možnosti izbire na tržišču.

3.2 Izbor problematike

Okna predstavljajo velik pomen v objektu, saj služijo pridobivanju svetlobe, prezračevanju, vse bolj pa so pomembna tudi pri samih izgubah energije ter ekološkemu vidiku. Zato bova v prvem delu predstavila in opisala posamezne vrste okenskih okvirjev in zasteklitev. Največjo vlogo za izbiranje stavbnega pohištva pa še vedno ima cena investicije. Zato sva zbrala nekaj ponudb predračunov različnih proizvajalcev ter različnih sistemov zasteklitve ter okenskih okvirjev. Kot zanimivost pa bova v drugem delu predstavila še nekaj kar se že v zelo razvitih državah uveljavlja na tržišču, vendar bo zaradi tehnologije težko finančno dostopno. To je avtomatsko odpiranje in zapiranje oken. V današnjem svetu vse teži k avtomatizaciji, kar je povezano s samim standardom bivanja kot z razvojem tehnologije. Tempo življenja je čedalje hitrejši, zato ima človek čedalje manj časa za urejanje okolice bivanja oziroma prebivališča, kar vpliva tudi na samo kakovost preživljanja prostega časa. Za ugodje v prostoru je v veliki meri potreben svež zrak in čim manj hrupa, ki izvira iz okolice bivališča. Ti dejavniki so nas pripeljali do sklepa, da je potrebno rešiti problem prezračevanja prostora, brez posredovanja človeka. Dodana vrednost tega sistema je, da se tudi ob človekovi odsotnosti prostor zrači, obenem pa ob prisotnosti zagotovi ugodje.

Primeri uporabe:

- Ob jutranjih konicah - hrup, ko uporabnik še spi, se okno zapre, brez posredovanja uporabnika.
- Če si na počitnicah, se lahko prostor zrači. Tako se rešimo zatohlosti v bivalnem prostoru
- Vsakodnevno zagotavljanje zračenja prostora, ko smo npr. v službi/šoli/na opravkih.

3.3 HIPOTEZA

Najino raziskovanje se je začelo z jasno postavljeno domnevo, ki jo danes kot bodoča gradbena tehnika že pozna. Postavila sva si vprašanje ali je okno izdelano iz ALU-les okvirja in troslojne zasteklitve res najboljša izbira v danem raziskovalnem primeru. Ali pa je mogoče skozi tehnične analize, smernice za vgradnjo in seveda izbrana arhitekturna zasnova in lokacija objekta narekuje tudi drugačno izbiro.

3.3.1 OPIS RAZISKOVALNIH METOD

K raziskovanju sva se lotila predvsem zaradi problema izbora tehnologij oken in njihovih cen na tržišču. Za začetek sva izbrala teorijo, ki predstavlja posamezne vrste oken, na podlagi tega sva izvedela vse o lastnostih oken. Predstavila sva vse pozitivne in negativne lastnosti oken, ki vplivajo na želje kupca. Zato sva tudi izbrala projekt, ki se gradi v neposredni bližini našega kraja. Investitorju sva pomagala, ter mu izrisala shemo oken in vrat, povpraševanje pa sva nato pošiljala različnim proizvajalcem oken, tako sva izvedela cene in lastnosti posameznih proizvodov, kar je investitorja najbolj zanimalo.

4 POMEN OKEN

Okna so bila včasih majhna, zaradi čim manjših toplotnih izgub. Danes so okna večja, saj je osnovni namen oken prepuščanje svetlobe v prostor in zagotavljanja stika z naravo. Okna postajajo vedno večja zaradi pasivnega zajemanja sončne energije in sončnih pribitkov pozimi, kar pomeni zmanjšanje energetske porabe.

Sodobne konstrukcije omogočajo, da so kljub temu energijsko varčne. Okna omogočajo tudi prezračevanje prostorov, ki je lahko kontrolirano ali nekontrolirano (prepih). Varujejo tudi pred vdorom vode v notranjost stavbe. Pri zimskih vrtovih stavbno pohištvo poveča udobnost bivanja in stik človeka z naravo.

Okna morajo zagotavljati določeno toplotno in hrupno izolativnost in protivlomno varnost.

Površinska zaščita oken mora biti odporna na vremenske vplive (dež, veter, sonce...). Okna morajo biti izdelana v skladu s standardi, ki določajo dovoljeno prepustnost vode, zraka in ustrezno protivlomno varnost, kar se dokazuje s certifikati. To je standard SIST 1018 potrjen v letu 1995 s strani Urada za standardizacijo ter Uredba o določitvi kriterijev energetske učinkovitosti, manjše porabe pitne vode in manjšega obremenjevanja okolja za nekatere proizvode široke rabe objavljena v Ur.l. RS št. 8/96.

4.1 PREDSTAVITEV TEHNIČNIH LASTNOSTI POSAMEZNIH VRST ZASTEKLITEV IN OKENSKIH OKVIRJEV

4.1.1 ZASTEKLITEV

Vsa okna, izdelana iz lesa ali umetnih snovi, so sestavljena iz okvirov in okenskih zasteklitev. Staklo zavzame približno 80% okenske površine, zato je zelo pomembno, za kakšno vrsto zasteklitve se odločimo. Kar pomeni, da je eden najpomembnejših elementov okna zasteklitev. Ta zelo vpliva na toplotne izgube, zaščito pred hrupom, zelo pomemben pa je tudi prehod svetlobe in sončnega sevanja. Nekdaj je bila primarna naloga zasteklitve preprečevanje prepiha, zagotovitev zadostne osvetljenosti prostorov in zaščita pred zunanjim hrupom. Novo zelo pomembno nalogo pa

je dobila zasteklitev v energetskem in ekološko osveščenem načrtovanju stavb. Z razvojem sistemov za toplotno zaščito ovoja zgradb je okno postalo šibka točka. Tako se je pozornost usmerila k razvoju tehnologije izdelave energetsko učinkovite zasteklitve.



Slika 1 Primerjava porabe kurilnega olja glede na različne vrste zasteklitve (vir: Povzeto iz revije Delo in dom)

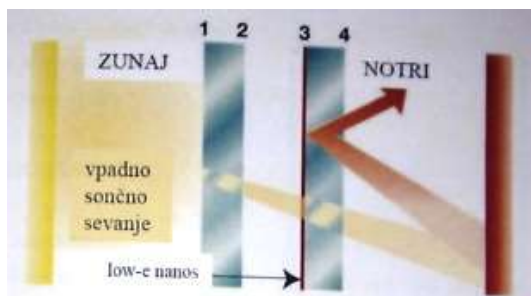
4.1.2 LASTNOSTI

4.1.2.1 Toplotna izolativnost

Pri zasteklitvi je zelo pomembna toplotna prevodnost, ki je odvisna od:

- števila stekel,
- širine medstekelnega prostora (MSP),
- vrste plinov med stekli.

Zato danes uporabljamo stekla s posebnimi nizkoemisijskimi nanosi (low-e). To so tanki in za oko nevidni nanosi kovinskih oksidov ali polprevodniških filmov, ki omogočajo neoviran prehod kratkovalovnega sončnega sevanja v prostor, navzven pa ne prepuščajo dolgovalovnega toplotnega sevanja, kar pomeni, da taka zasteklitev prepušča sončno svetlobo, ki pride v stanovanje, zadene tla, stene, pohištvo, se absorbira in spremeni v toploto ter pomaga pri ogrevanju stanovanja. Prejeta toploto telesa seveda tudi oddajajo, sevajo, vendar ne skozi okno, ker to preprečujejo selektivni nanosi na steklu. Med steklenimi plastmi se uporabljajo tudi plini, ki jim pravimo leni ali inertni plini. Taki plini so argon, kripton in ksenon, ki zmanjšujejo prehod toplote zaradi gibanja plina. Taka stekla dosežejo toplotno prevodnost do 1,1 W/m²K in manj, kar pomeni, da so toplotne izgube za kar dve tretjini manjše od navadne dvoslojne zasteklitve, ki ima toplotno prevodnost 3 W/m²K.



slika 2 Prikaz delovanja nizkoemisijskega nanosa Low-e

4.1.2.2 Zvočna izolativnost

Danes sodi hrup zagotovo med največje nevšečnosti sodobnega načina življenja, saj negativno vpliva na zdravje ter počutje ljudi. To pa lahko zelo omejimo z ustrezno pasivno protihrupno zaščito. Sem prištevamo različne ukrepe, s katerim lahko izolacijskemu steklu izboljšamo njegovo zvočno izoliranost:

- Z uporabo debelega stekla (povečamo težo)
- Z lepljenim steklom (povečamo elastičnost)
- Z asimetrično sestavo (prvo steklo je vsaj za 50 % debelejše od drugega)
- S povečanjem širine medstekelnega prostora
- S plinom v MSP

4.1.2.3 Sončna zaščita

Ko govorimo o svetlobni prepustnosti, je pomembno, da poleti ne pride do nezaželenega pregrevanja prostorov. Kot zaščito uporabljamo različne nanose, premaze in folije, ki ščitijo prostor pred pregrevanjem, ultravijoličnim sevanjem in bleščanjem. Na izbiro imamo različne barve (zlata, srebrna, bronza, siva in podobno) ter različne stopnje za senčenje. Ti nanosi zmanjšajo svetlobno prepustnost, kar se pozna pri osvetljenosti prostorov, pozimi pa zmanjšujejo možnost za pasivno izkoriščanje sončne energije.

4.1.2.4 Varnostna zaščita

Poleg naštetih zaščitnih karakteristik (toplotna, zvočna in sončna) imajo izolacijska stekla tudi funkcijo pasivne ali aktivne varnosti. Z uporabo kaljenega ali katerega koli lepljenega stekla lahko izolacijskemu steklu dodamo še funkcijo:

- zaščite zdravja in življenja ljudi,
- zaščite premoženja,
- protipožarne zaščite.

4.1.3 VRSTE ZASTEKLITVE

4.1.3.1 Enojna zasteklitev

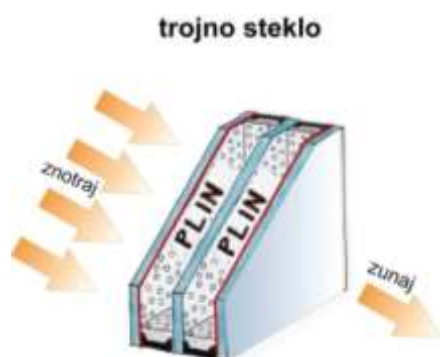
Enojna zasteklitev se pri nas praktično ne uporablja več, tudi tehnična določila je ne dopuščajo. Taka zasteklitev ima velike toplotne izgube do $5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (odvisno od vrste in debeline stekla). Ker je notranja površinska temperatura šipe zelo nizka, povzroča kondenzacijo pare na njej, intenzivne konvekcijske toplotne tokove oz. ohlajevanje notranjega zraka ob šipi ter nižjo temperaturo okvira celo stene ob oknu z enojno šipo. Posledica vsega naštetega je nizka stopnja toplotnega ugodja v prostoru. Tudi zvočna izolativnost je pri oknu z enojnim steklom slaba.

4.1.3.2 Dvojna zasteklitev

Najpogosteje se pri nas uporablja dvojna zasteklitev z debelino stekla 4 mm in MSP 12 mm. Ob uporabi posebnih plinov se vrednosti nekoliko spremenijo, saj velja, da je potrebno optimirati širino medstekelnega prostora glede na to, kakšen medij je v njem. Zavedati se je potrebno, da navadna dvojna zasteklitev, polnjena z zrakom, nikakor ne predstavlja energetske učinkovite zasteklitve. Teža je navadno dovolj majhna, da izboljšanje nosilnosti okovja ni potrebno. V primerjavi z enojno zasteklitvijo je zvočna izolativnost precej boljša, tudi toplotna izolativnost je dvakrat nižja (do $2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$). Te vrednosti še zdaleč ne ustrezajo današnjim kriterijem energetske učinkovitosti.

4.1.3.3 Trojna zasteklitev

Precej dolgo je veljala trojna zasteklitev za energetske najugodnejšo rešitev. Pri trojni zasteklitvi srednje steklo razdeli z zrakom napolnjen prostor na dva enaka dela. Pri tem so kondukcijski toplotni tokovi dodatno zmanjšani, konvekcijski toplotni tokovi pa ostanejo na približno enaki ravni kot pri dvojni zasteklitvi. Trojna zasteklitev, polnjena z zrakom, dosega toplotno prehodnost okrog $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. najdebelejša debelina te zasteklitve je 36 mm, kar pomeni večjo lastno težo, cenovno dražje, težje odpiranje okovja, potrebno po masivnejšem in zapletenejšem okovju ter okviru. Nastopi tudi težava pri vzdrževanju. Če popusti tesnilo srednjega stekla, ga je nemogoče sanirati zaradi nedostopnosti. Zvočno izolacijske lastnosti so pri trojni zasteklitvi ob enaki debelini stekla in medstekelnega prostora slabše kot pri dvojni izolacijski zasteklitvi.



Slika 3 Sestava troslojnega nizkoenergijskega okna (vir: www.jelovica-okna.si)

4.1.3.4 Dvojna zasteklitev z low-e nanosom in plinom v MSP

Sevalni toplotni tok predstavlja kar 2/3 celotnih toplotnih izgub skozi zasteklitev. Zato je šel razvoj v smeri zmanjševanja teh sevalnih toplotnih izgub z uporabo nizkokemijskih (low-e) nanosov. Dvojna zasteklitev z low-e nanosom ter uporabo žlahtnih plinov (najpogosteje argona) doseže toplotno prehodnost 1,1 W/m²K, kar je kar je 2,7 krat manj kot pri toplotnoizolacijski »termopan« zasteklitvi. Takšna zasteklitev ima nizko toplotno prehodnost, sprejemljivo ceno, boljše svetlobne karakteristike in cenejšo ter enostavnejšo vgraditev (enostavnejše in vitkejšje okovje, manjša teža, lažje odpiranje ter vzdrževanje). Zato je izpodrinila navadno trojno zasteklitev.



slika 4 Sestava dvoslojnega termoizolacijskega okna(vir: www.jelovica-okna.si)

4.1.3.5 Trojna zasteklitev z dvakratnim Low-e nanosom in plinom v MSP

Poznamo tudi trojno zasteklitev z dvema nizkokemijskima nanosoma, izolacijskim distančnikom in plinom v medstekelnem prostoru. Takšna zasteklitev se uporablja pri nizkoenergijskih in pasivnih hišah. Dosegajo se toplotne prehodnosti do 0,8 W/m²K in manj. Ker pa cena hitro narašča z zniževanjem toplotne prehodnosti, se ti proizvodi uporabljajo pri posebnih zahtevah.

OKVIR			ZASTEKLITEV					
material	Tip krila		enojna(EZ)	dvojna(DZ)	trojna(TZ)	DZ+ lowE+ argon	DZ + Low-E + zmes inertnih plinov	TZ + 2x Low-E + Xenon + izol. vezni profil
		K(Wm ⁻² /K)	5,5-5,9	2,9-3,4	2,0-2,5	1,1-1,3	0,9	0,4
Les	škatlasto			2,2	1,6			
	vezano			2,3	1,7			
	standardno- enojno	1,6-1,9	4,6	2,4-2,9	1,9	1,4-1,7	1,0-1,4	0,6-0,8
PVC	vezano- enakomerno			2,5	1,9			
	vezano eečkomorno			2,6	2			
	enojno enokomorno	2,4-2,6		2,8-3,1				
	enojno večkomorno	1,2-1,8		1,7-2,5	2	1,3-1,8	1,1-1,3	0,6-0,9
	vezano			3,7				
Kovina	vezano- prekinjen toplotni most			2,9	2,3			
	Enojno	6,0-10		3,7-4,0				
	enojno- prekinjen toplotni most	2,8-4,5		3,0-3,3	2,4	1,7-2,0		

tabela 1 Povprečne vrednosti toplotne prehodnosti oken glede na material, okvirja ter zasteklitev

4.1.4 DEJAVNIKI IDEALNE ZASTEKLITVE

Idealna zasteklitev bi morala biti takšna da:

- bi pozimi prepuščala sončno sevanje, poleti pa ga odbija,
- bi bila nezdroljiva (zaradi možnosti vloma),
- bi ščitila prostor pred hrupom,
- v zimskem času nebi prepuščala toplote iz prostorov,
- bi podnevi prepuščala svetlobo, ponoči pa ne.



Slika 3. Vplivi okolja na okna in vhodna vrata

slika 5 Vpliv okolja na okna in vhodna vrata (vir: Povzeto iz revije Stik)

4.1.5 OKVIR

Primarne zahteve, ki jih mora zagotoviti okenski okvir, so trdnost, stabilnost, trajnost, estetskost in dovolj enostavno vzdrževanje. Ko govorimo o energetsko učinkovitih oknih, ne smemo pozabiti na toplotno prehodnost okvira, ki vpliva na skupno toplotno prehodnost celotnega okna. Okvir zavzema povprečno gledano od 15 do 35 % svetle okenske površine. Primarna pot izgube toplote pri energetsko učinkovitih oknih poteka skozi okvir ter zasteklitveni distančnik. Okenski okviri se med seboj razlikujejo v več lastnostih. Najpomembnejša lastnost je toplotna prevodnost, ki je odvisna od vrste materiala. Najpogosteje za okenske okvire uporabljamo les, plastiko, aluminij in različne kombinacije. Vsak od naštetih materialov ima svoje prednosti in slabosti.

4.1.5.1 Okenski okviri iz lesa

Les je eden najstarejših naravnih gradbenih materialov. Prijeten je na pogled, otip, dobro toplotno izolativen in nudi dobro konstrukcijsko trdnost ter togost. Današnje sodobne tehnologije nam omogočajo poljubno obdelavo, stikovanje, lepljenje itd. uporabljamo različne vrste lesa (hrast, macesen, smreka, jelka, eksotični tipi lesa itd.). Njegova glavna pomanjkljivost je ta, da reagira na vplive iz okolja. Potrebuje trajno zaščito pred lesnimi škodljivci, UV sevanjem in vlago. Moramo ga zaščititi z ustreznimi premazi ter mu s tem podaljšati življenjsko dobo, čeprav je ta v primerjavi z ostalimi materiali (plastika, aluminij) krajša. Med energetsko varčne okvire štejemo tiste z debelino 70 mm in več. Glede na debelino okenskega okvira in vrsto lesa se toplotna prehodnost okvirov giblje med 1,6 W/m²K in 1,9 W/m²K.



slika 6 Leseni okenski okvir (vir: www.jelovica-okna.si)

4.1.5.2 Okenski okviri iz umetne mase (PVC)

Okviri iz umetnih mas so v primerjavi z lesenimi tudi dobri izolatorji, a veliko bolj odporni na vplive iz okolja. Prenos toplote je odvisen od števila komor, ki preprečujejo konvekcijski prenos toplote v okviru. Danes lahko izdelamo okvire z več komorami, vendar se obenem poveča tudi debelina okvira, saj morajo imeti komore določeno minimalno debelino, da lahko opravljajo svojo funkcijo v toplotnem smislu. Slabši PVC profili imajo K okoli $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, trikomorni profil ima K okoli $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, medtem ko petkomorni profili dosegajo K okoli $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. vzdrževanje je praktično nepotrebno, saj jih za razliko od lesenih ni treba premazovati z zaščitnimi sredstvi. Toda ker se plastični okviri začnejo sčasoma kriviti, jih moramo primerno ojačati. Konstrukcijsko togost ter trdnost zagotovimo z jeklenimi in aluminjastimi ojačitvenimi profili. Ti okviri so navadno cenejši od ostalih (les, aluminij), njihova trajnost pa je odvisna od plastične mase.



slika 7 Prerez PVC 5-komornega profila (vir: lastna slika)

4.1.5.3 Okenski okviri iz aluminija

Aluminjasti okviri imajo najboljšo konstrukcijsko togost, kar omogoča, da lahko vgradimo stekla, ki imajo velike dimenzije, debelino in težo. To pomeni, da lahko dosežemo visoko stopnjo varnosti in izolativnosti. Povsem navadni osnovni okviri imajo slabše karakteristike. Npr.: pri osnovnem okviru je toplotna izolativnost $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, a se da zmanjšati na $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ z uporabo različnih izolacijskih prekinitev, dodatnih tesnil ter uporabo kvalitetnejših toplotnoizolacijskih stekel. Med energetske učinkovite okvire iz aluminija štejemo le tiste s prekinjenim toplotnim mostom. V nasprotnem primeru pride pogosto do kondenzacije vodne pare, kar je posledica njegove nizke površinske temperature. Profili so lahko na razpolago v vseh barvah in vzorcih. Aluminij je praktično večen, zato vzdrževanje skoraj ni potrebno.



slika 8 Primer aluminijastega krila in okvirja (vir: www.vomi.si)

4.1.5.4 Kombinacija lesenih in aluminijastih okvirov

Kombinacija teh dveh materialov je zelo primerna in praktična. Na notranji strani je leseni profil, ki nudi konstrukcijsko trdnost in je prijeten na pogled ter dobro toplotno izoliran. Zunanja stran je aluminijasta in zelo dobro kljubuje zunanjim vremenskim vplivom in večjim temperaturnim nihanjem. Toplotna prehodnost takšnega okvira je podobna kot pri običajnem lesenem okviru, a pod pogojem, da gre za enako debelino lesenega dela in vrsto lesa. Pri stiku lesenega in aluminijastega dela moramo biti pazljivi na pravilno zasnovo povezave. Lahko pride do kondenzacije vodne pare na spodnji strani aluminijaska obloga. Posledica tega je navlaženje lesa.



slika 9 Prerez lesenega okna v kombinaciji z aluminijem (vir: lastna slika)

4.1.6 NIZKOENERGIJSKA IN PASIVNA OKNA

Različne kombinacije parametrov razvrščajo okno v različne razrede energetske varčnosti, odvisno tudi od standardov v posameznih državah. Glede na vrednost toplotne prehodnosti razvrščamo okna med nizkoenergijska ($U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) in pasivna okna ($U_w = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$), večji delež stekla v primerjavi s celotno površino okna pomeni boljšo toplotno izolativnost, kar pomeni, da imajo večja okna nižji faktor toplotne prehodnosti oz. so boljši toplotni izolator.

4.1.6.1 Slovenski standardi

Toplotna prehodnost oken je v Sloveniji opredeljena v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, Ur. List št. 93/2008). V ogrevanih prostorih stavbe je tako dovoljeno uporabljati zasteklitev toplotne prehodnosti največ $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ in okna (skupno za okvir in steklo) največ $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. pasivnih hiš ta pravilnik ne vključuje. Od 1. julija 2010 dalje mora projektna dokumentacija za izdajo gradbenega dovoljenja, ki vsebuje elaborat gradbene fizike za področje toplote in izkaz toplotnih karakteristik stavbe vsebovati zgoraj navedene karakteristike.

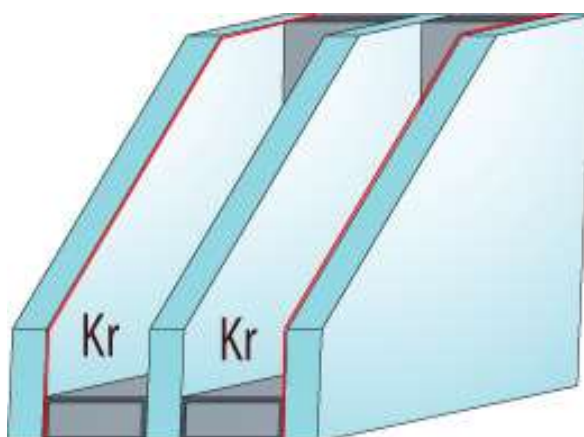
Trend na področju toplotne izolativnosti oken se nadaljuje v smeri nižjih vrednosti, tako npr. v Nemčiji Uredba o varčevanju energije za leto 2012 predvideva $U_w < 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, sedaj pa je ta $U_w 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.



slika 10 Leseno pasivno okno (vir: www.jelovica-okna.si)

Okna, ki so ustrezna za vgradnjo v pasivne hiše, vsebujejo:

- troslojno zasteklitev,
- dva nizkoemisijnska nanosa,
- žlahtni plin v MSP,
- izolacijski distančnik.



slika 11 Troslojna izolacijska zasteklitev (vir: www.mizarstvo-semrl.si)

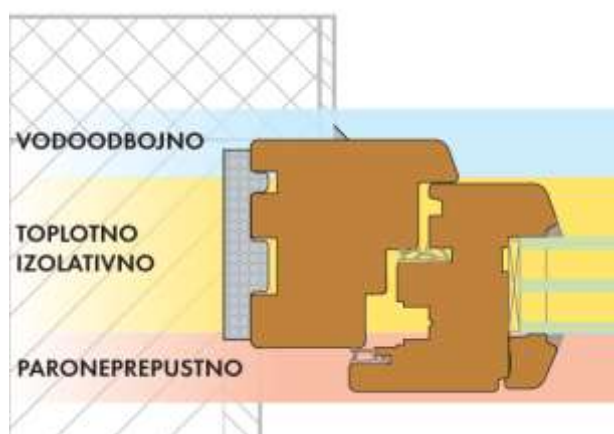
5 PRIMERJALNA ANALIZA GLEDE NAČINA VGRADNJE OKEN IN IZOLACIJE OVOJA

Ko govorimo o vgradnji oken v stensko konstrukcijo, je bistvenega pomena, da izvedemo čim pravilneje, saj lahko drugače pride do velikih toplotnih izgub skozi ovoj. Po določenem času se lahko na objektu pojavijo še težave s plesnijo na notranji strani zidu, v okolici oken in kondenzata na okenskih steklih ter profilih.

5.1 MONTAŽA PO SISTEMU RAL

Ta sistem se je začel razvijati v zgodnjih devetdesetih letih, ko so nemški strokovnjaki predvsem zaradi velike porabe energentov in temu primernih izpustov škodljivih emisij v ozračje pričeli intenzivneje raziskovati možnosti varčevanja pri gradnji in pri že zgrajenih objektih. Posebej so se osredotočili na rege med okenskimi in vratnimi podboji, ker so ta potencialna nevarnost za nastanek toplotnih mostov, če niso pravilno narejena. Izgube na teh predelih lahko predstavljajo tudi do 25 odstotkov vseh toplotnih izgub na zgradbi.

V primeru montaže po sistemu RAL gre za tesnjenje rege po sistemu »znotraj bolj tesno kot zunaj,« in sicer v desetkratnem razmerju tesnosti rege v korist notranjosti. Tesnjenje je trinivojsko, sestavljeno iz notranje paronepropustne ovire, zunanje parodifuzne ovire ter sredinske toplotne in zvočne izolacije.



slika 12 Trinivojsko tesnjenje (vir: www.mizarstvo-semrl.si)

Nemško podjetje Tremco Illburck je že v času nastajanja smernic RAL sodelovalo pri projektu in istočasno razvijalo različne sisteme. Tako je z razvojem nove tehnologije in neprestanega izpopolnjevanja pripravilo več možnih rešitev oz. sistemov.:

5.1.1 Standardni i3 sistemi

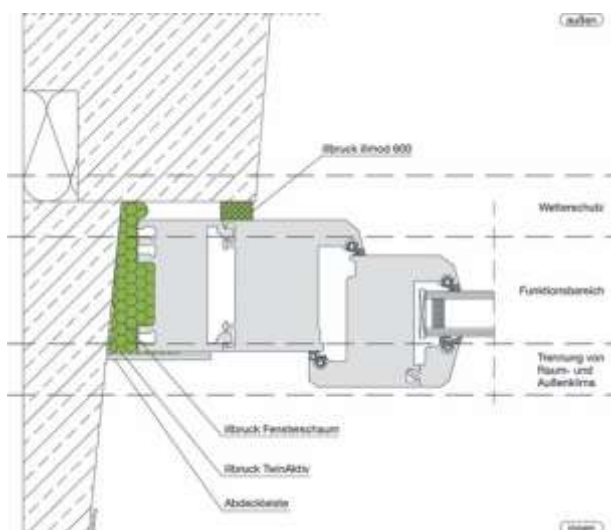
Pri standardnem sistemu lahko kot zunanjo oviro uporabimo različne predstisnjene trakove, folije in posebne letve, za notranjo pa različne folije, letve in posebne tesnilne mase. Za funkcionalni del toplotne in zvočne izolacije je predvidena elastična illbruck ali standardna PU montažna pena.



slika 13 Standardni i3 sistem

5.1.2 TwinAktiv sistem

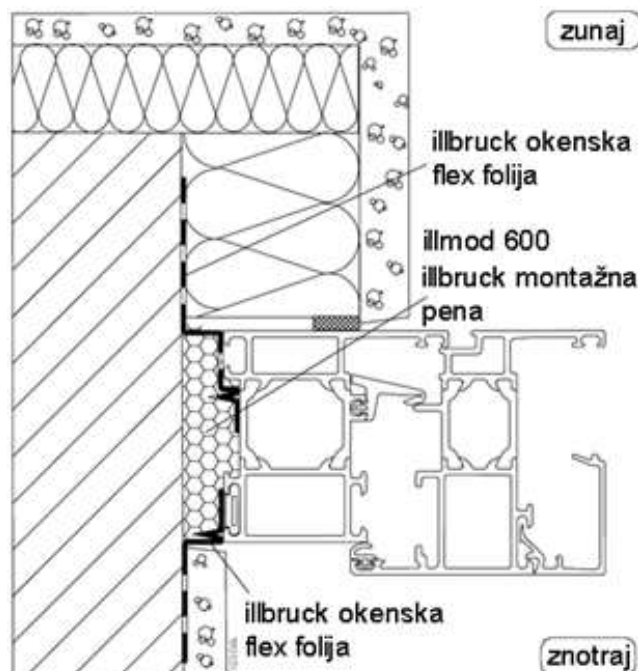
Druga možnost je tako imenovani inteligentni sistem, ki je enak standardnemu, le da je bolj izpopolnjen, ker skrajša čas vgradnje. Na notranjo in zunanjo stran okvira se nalepi ista folija, ki deluje obojestransko in ne odpravlja kondenzacije vodne pare le navzven, temveč ob spremembah temperature tudi navznoter. Kar pomeni, da se prilagaja trenutnim temperaturnim spremembam. Kot toplotna izolacija pa se uporabi poliuretanska pena.



slika 14 Sistem TwinAktiv (vir: www.heinze.de)

5.1.3 Sistem Trioplex

Pri uporabi sistema trio gre za vgrajevanje s posebnimi predstisnjenimi trakovi, ki se namestijo po vsej širini okenskega okvirja in v stiku zaradi posebne impregnacije zagotavljajo vse tri pomembne sloje. Dodatna toplotna izolacija ni potrebna, zelo pomembno pa je vijačenje ali sidranje okvira.



slika 15 sistem Trioplex (vir: www.heinze.de)

5.2 POSTOPEK VGRADNJE OKEN PO SISTEMU RAL

- Najprej je potrebno dobro pripraviti okenske odprtine. Najbolje je, če so špalete že obdelane in imajo gladko površino. Zelo pomembno je, da so površine čiste, suhe ter brez prahu in maščob. V naslednjem koraku se na zunanjo in notranjo stran okenskega okvirja nalepijo tesnilne folije. (Če smo se odločili za uporabo predstisnjenega tesnilnega traku, se okvir oblepi še s tem trakom. Ta trak po gradnji ekspandira in tako učinkovito zapolni celotno površino).
- Sledita vgradnja okvira v odprtino in vijačenje.
- Če nismo uporabili predstisnjenega traku, se v odprtine okrog okvira vbrizga poliuretanska pena. V primeru, da uporabljamo notranje tesnilne folije, se v naslednji fazi s posebnim valjčkom in čopičem z lepilom premažejo zunanje in notranje špalete, na katere se nalepi del folije (del je nalepljen na okvirju). Zelo pomembna je izvedba v vogalih. Če bi bila folija na teh mestih prekinjena ali bi bil prostor nezadostno zapolnjen s tesnilno maso, bi to izničilo namen te montaže in njene učinke.
- Za zatesnitev reže z notranje strani uporabimo zaprtocelični okrogel profil iz poliuretanske pene.

- Zunanji in notranji stik okna s konstrukcijo še dodatno zatesnimo s tesnilno maso. Notranja folija ali PE-profil s tesnilno maso predstavljata notranji del izolacije.
- Ko so okna vgrajena, se lahko vgradijo zunanje in notranje okenske police.



slika 16 Postopek gradnje okvirja po sistemu RAL (standardni sistem) (vir: lastna slika)

5.3 KLASIČNA MONTAŽA OKEN

Trenutno se še vedno v večjem obsegu uporablja klasična montaža stavbnega pohištva z uporabo poliuretanskih pen. Ta sistem je v uporabi že 20 let in je temu primerno zastarel. Klasična vgradnja ne zagotavlja zadostne tesnosti okvirja, kar pomeni, da na stikih nastajajo toplotni mostovi. Poleg tega je poliuretanska pena le toplotna izolacija, ni pa ključnih zapor na zunanji in notranji strani okvirja.

5.4 POSTOPEK VGRADNJE OKEN PO KLASIČNEM SISTEMU

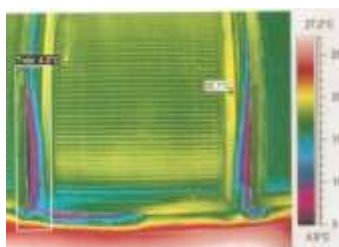
- Okvir vstavimo v okensko odprtino in ga utrdimo z zagozdami, ki jih namestimo na vogalih okenskega okvirja, tako da preprečimo upogibanje pokončnikov in prečnikov.
- Nato okvir uravnavamo z vodno tehcnico v vodoravni ter navpični smeri.
- Ko je okvir pravilno uravnan, ga pritrdimo z montažnimi vijaki ali sidri 2-3 krat po višini in 1-3 krat po širini.
- Vstavimo okensko krilo in preverimo njegovo delovanje ter položaj. Natančno nastavitve in potrebne popravke lege opravimo z dodatnim uravnavanjem zagozd.
- Prostor med okenskim okvirjem in zidom zapolnimo s poliuretansko peno, ki okno zatesni in dodatno učvrsti v odprtino. (Odvečna ekspanzirana tesnilna pena se poreže).

- V primeru obdelave se lahko obdelava z letvicami oz. z mavčnimi ploščami. Letvice oz. mavčne plošče se na zunanji strani vgrajenega elementa obdelajo s silikonskim, na notranji strani vgrajenega elementa pa z akrilnim kitom.
- Sočasno se montirajo tudi notranje in zunanje police.



slika 17 Klasična vgradnja okna (vir: lastna slika)

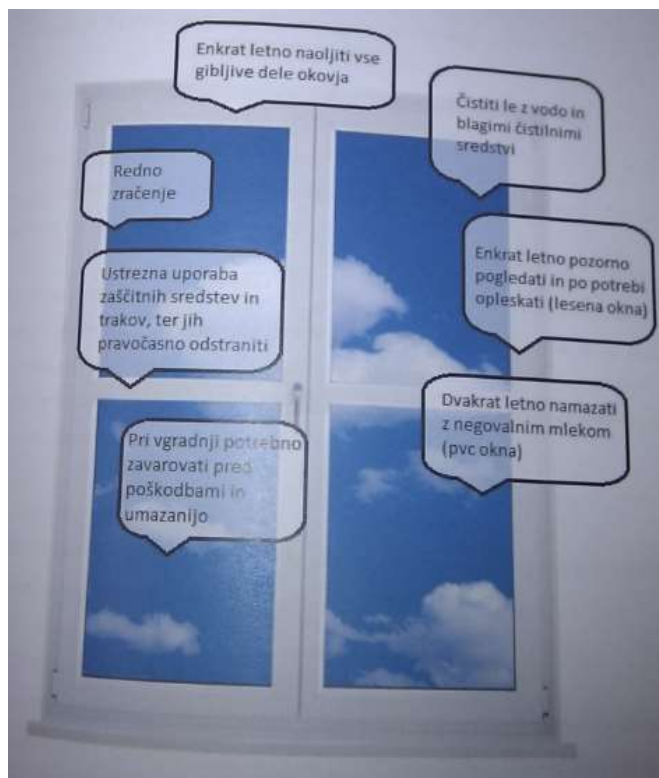
Dejstvo je, da vgrajevanje oken z montažno PU peno ni dovolj, ker je v velikih primerih izolacija prepogosto vlažna ali celo mokra. Takšna toplotna izolacija ne služi več svojemu namenu, saj vodne kapljice v celicah spoj povezujejo v toplotni most, kar pomeni večjo porabo energije pri ogrevanju. Problem je še globlji. Ker so gradbeni elementi, kot je okno izdelani iz različnih materialov, se med letom zaradi letnih temperaturnih sprememb različno premikajo. Ti premiki pa so običajno tako veliki, da jim običajno PU montažne pene ne morejo slediti. Zato se na določenih mestih spoja pena odtrga od konstrukcije, kar na tistem delu pomeni prehod zraka ali po domače prepih in s tem vse večje toplotne izgube



slika 18 Termografski posnetek stika okna in zunanje strani (vir: lastna slika)

6 PRIMERJALNA ANALIZA GLEDE VZDRŽEVANJA IN ŽIVLJENSKE DOBE OKEN

Če želimo zagotoviti lepo ohranjeno površino oken, tekoče delovanje okovja, dobro tesnjenje in nasploh dolgo življenjsko dobo, je potrebno stavbno pohištvo redno čistiti, vzdrževati ter negovati. Okenški elementi so poleg staranja obremenjeni tudi z dimom, industrijskimi plini, prahom in podobno. Takšne umazanije v povezavi z roso in deževnico lahko poškodujejo površino oken ter videz. Zato je pomembno, da se upoštevajo navodila proizvajalcev oken.



slika 19 Nasveti pravilne nege okna (vir: slika povzeta iz revije Stik)

6.1 LESENA OKNA

Lesena okna so impregnirana z biocidno vodno impregnacijo, ki les ščiti pred lesnimi škodljivci. Površinsko so obdelana z okolju prijaznimi debelo slojnimi lazurnimi ali pokrivnimi premazi. Vremensko najobstojnejši so beli pokrivni ali srednje rjavi lazurni premazi. Zelo svetle lazure in zelo temni lazurni ali pokrivni premazi so vremensko slabše obstojni ter potrebujejo pa več vzdrževanja tudi v garancijski dobi.

Tako je trajnost premaza oken odvisna od:

- izpostavljenosti oken vremenskim vplivom,
- barvnega tona,
- rednega in pravočasnega vzdrževanja površine premaza.

6.1.1 Vzdrževanje zahteva:

6.1.1.1 Letni pregled oken

Okna je potrebno enkrat letno temeljito pregledati in popraviti morebitne poškodbe, nastale zaradi toče, ognja, vloma ali morske vode.

6.1.1.2 Nega površine premaza

Površinski premaz oken se redno neguje z negovalnim sredstvom, ki se nanese na očiščeno in osušeno površino premaza s krpo ali gobo dvakrat letno. Negovalno sredstvo daje površini premaza tanek zaščitni sloj, premazu povrne sijaj, poveča vodoodbojnost površine in upočasni naravno razgradnjo premaza.

6.1.1.3 Oljenje gibljivega okovja

Gibljivi deli okovja se ob letnem pregledu oken naoljijo, po potrebi pa se tudi uravna lega okovja ter zamenjajo obrabljeni deli.

6.1.1.4 Vzdrževalno pleskanje s premazi

Ker se površinski zaščitni premaz zaradi vremenskih vplivov troši (debelina premaza se tanjša, najmočneje v spodnjem delu oken ki je vremenu najbolj izpostavljen) je redno in pravočasno vzdrževalno pleskanje s premazom bistvenega pomena. Ta nadomesti iztrošen material na površini ter ohranja stalno debelino.

- Lazurni premaz oken (les pod premazom je viden)
- Pokrivni premaz (les pod premazom ni viden)

6.1.1.5 Obnova premaza, silikonskega kita in tesnil

Obnova premaza je potrebna tedaj, ko je premaz zaradi naravnega trošenja ali nezadostnega vzdrževanja izgubil zaščito in estetsko funkcijo (premaz je razpokan, se lušči, vogalni spoji so odprti, les je razpokan).

Obnova premaza zahteva:

- odstranitev premaza, ki je razpokan ali se lušči,
- pripravo lesa z brušenjem do čvrste, zdrave podlage,
- zapolnitev odprtih vogalnih spojev in razpok lesa z dvokomponentnim kitom,
- impregnacijo lesa z biocidno impregnacijo ustrezne nianse,
- oplesk poškodovane površine z debeloslojnim akrilnim premazom,
- oplesk celotne površine zunanjega dela okna z debeloslojnim akrilnim premazom.

Premaz na notranji strani okna se obnovi po potrebi. Po potrebi se obnovi tudi stekelni kit z nevtralnimi silikonskim kitom in zamenja iztrošeno okensko tesnilo.

6.1.1.6 Čiščenje lesene površine

Lesene površine oken se čistijo le z vodo in z blagimi čistilnimi sredstvi. Organska topila, lužnata ali abrazivna čistila za čiščenje niso dopustna, ker poškodujejo premaz. Ob ustrezni konstrukcijski zaščiti vgrajenih oken (odmaknjenost v fasado, nadkritost strehe) ter ob rednem in pravočasnem vzdrževanju po navodilih za vzdrževanje ohranijo okna dolga leta svojo funkcionalnost in lep estetski videz.

6.2 PVC OKNA

6.2.1 Čiščenje

Pri oknih iz umetnih mas je priporočljivo, da ne čistimo le stekla, ampak tudi okvir. Tako se poveča njihova življenjska doba. Pri čiščenju okvirjev naj bi se uporabljala običajna čistilna sredstva, ki ne puščajo prask, npr. čistilno mleko ali milnica. Najtemeljitejše čiščenje, vzdrževanje in zaščita oken se doseže z uporabo specialnega čistila, ki se lahko kupi pri proizvajalcih oken ali v specializiranih trgovinah. Čistilno sredstvo se nanese z laneno krpo na površino okenskega okvirja. Nato se pusti tako dolgo, da se posuši. Nato se zlošči s suho ali vlažno krpo.

6.2.2 Tesnila

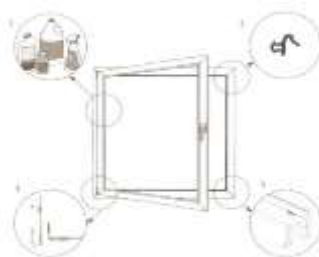
Novejša tesnila iz modernih materialov so tako kot vsi materiali podvržena naravnemu staranju. Da takšna okenska tesnila lahko zadržujejo zrak, vodo, in da ostanejo uporabna ter prožna, jih je potrebno večkrat na leto zdrgniti s silikonskim oljem. Pomembno je, da tesnila ne pridejo v stik s koncentriranimi čistilnimi sredstvi.

6.2.3 Odvodnjavanje

Vsako okno ima odprtine za odvodnjavanje vode. Te odprtine lahko upravljajo nalogo le, če so čiste, zato jih je potrebno redno čistiti.

6.2.4 Okovje

Celotno okovje in njegovi deli se hitro obrablja. Da bi zagotovili njihov lahek tek, jih je potrebno vsaj dvakrat letno naoljiti s specialnim oljem, ki ne vsebuje kislin.



slika 20 Vzdrževanje PVC oken (vir: Povzeto iz revije Delo in dom)

6.3 ALU OKNA

Od vseh oken je pri aluminijastih oknih najmanj potrebe po vzdrževanju. V bistvu razen občasnega umivanja z vodo ali blagim čistilom je vse ostalo nepotrebno. Alu okna imajo specifično lastnost, da se pri temperaturnih spremembah ne raztezajo ali krčijo, kar je zelo pomembno za njihovo vzdržljivost.

Pri aluminijastih oknih je največja nevarnost, da zaradi zunanjih vplivov izgubijo lesk oz. stopnjo sijaja. Vsaj enkrat letno je potrebno očistiti krilo in okvir. V tem primer, da so obremenitve iz okolja (onesnaženost zraka) večje, se to opravi večkrat letno. Uporabimo mrzlo vodo, ki ji dodamo milo ali čistilo za pomivanje posode. Za takšno čiščenje je najbolj primerna uporaba mehke krpe ali gobice. Najbolj pomembno pa je, da ne čistimo pri neposrednem sončnem sevanju.

6.4 PREZRAČEVANJE ZGRADBE V ODVISNOSTI NOVIH IZBOLJŠANIH LASTNOSTIH OKEN

6.4.1 UVOD

- Prostore prezračujemo zato, da ustvarimo zdravo bivalno okolje...
- Zračimo prostore, ki so vlažni : kopalnica, kuhinja, tam kjer je veliko ljudi, javne kuhinje, pralnice.....
- Prezračujemo tam kjer imamo proizvodnjo z agresivnimi vonji : hrana, industrija.....
- Odstranjujemo strupene pline :
fotokopirnica

6.5 NAČINI ZRAČENJA

6.5.1 Nepredvideno zračenje :

- Zrak vdira v prostore skozi reže pri oknih, pri vratih, pa tudi skozi steno.
- To vdiranje je močnejše, če je zunaj mraz, v prostoru pa vroče ali če se upre v zunanjo steno veter.
- . Količina zraka, ki pride na ta način v prostor, ne moremo natančno izračunati.
- Z zatesnitvijo oken se nepredvideno zračenje močno zmanjša.

6.5.2 Zračenje z odpiranjem oken :

- To je občasno prezračevanje
- Okna morajo biti odprta dovolj dolgo, da se zrak v prostoru izmenja in da oplakne vse ploskve.
- Da bomo izbrali pravilno obliko oken in znali prav zračiti, si pogledjmo tlak zraka v prostoru in zunaj njega:

- v prostoru je navadno bolj toplo kot zunaj
- okno je na sredini stene
- tlak bo v sredini višine okna zunaj in znotraj enak
- v prostoru bo tlak pri tleh večji za težo toplega zraka
- ker je hladen zrak težji od toplega, bo torej pri vse večji višini razlika tlakov vse večja
- tlak zunaj je večji od notranjega, zrak bo ob tleh najmočneje skušal vdreti v prostor
- Če je okno pod sredino višine prostora, je tudi navtralna raven nižje. V prostoru je pretežno nadtlak. Če je okno nad sredino, je v prostoru podtlak. V tem primeru bo v prostor udiral tudi zrak iz sosednjih prostorov pod vrati
- Čim višje je okno, tem večja je razlika med zunanjim in notranjim tlakom na zgornjem in spodnjem robu okna. Zato bo intenzivno prezračevanje treba odpreti visoka okna. Glede na to je najbolj ugodna oblika okna slednja

6.6 KANALSKO PREZRAČEVANJE

- Močno naravno izmenjavo zraka dosežemo s postavitvijo jaška nad streho prezračevalnega prostora
- Pri zadostni temperaturni razliki zraka znotraj in zunaj prostora vlada v vsem prostoru majhen podtlak
- Hkrati moramo poskrbeti za zadostne odpritne za dovodni zrak
- Seveda je tako prezračevanje možno le pozimi, kajti ko je zunaj zrak toplejši od notranjega, potekajo zračni tokovi v obratni smeri
- Boljše prezračevanje dosežemo s posebnimi nastavki na vrhu jaška, ki pod vplivom vetra ustvarjajo nadtlak in povečajo pritisk

6.7 PRISILNO PREZRAČEVANJE

- Močno naravno izmenjavo zraka dosežemo s postavitvijo jaška nad streho prezračevalnega prostora
- Pri zadostni temperaturni razliki zraka znotraj in zunaj prostora vlada v vsem prostoru majhen podtlak
- Hkrati moramo poskrbeti za zadostne odpritne za dovodni zrak
- Seveda je tako prezračevanje možno le pozimi, kajti ko je zunaj zrak toplejši od notranjega, potekajo zračni tokovi v obratni smeri
- Boljše prezračevanje dosežemo s posebnimi nastavki na vrhu jaška, ki pod vplivom vetra ustvarjajo nadtlak in povečajo pritisk



Slika 21 Shema rekuperatorja (vir: www.agregat.si)

6.8 ZAJEM ZRAKA

- Svež zrak zajemamo tam kjer je najbolj čist
- Za objekt v mestu npr. bomo zajemali zrak na dvoriščni strani, ne pa s ceste
- Zajemamo ga čim višje
- Pri tleh dvigajo vsi udeleženci prometa prah, ta se dviguje in spet pada
- Ob tleh nastene vrtnčenje, plast je visoka kake tri metre
- Sesalne odprtine naj bi bile torej višje
- V betonskem kanalu so žaluzije, tako zavarujemo kanal pred padavinami pred vdorom ptic in večjih delcev raznih snovi

6.9 ČIŠČENJE ZRAKA

- Sveži zrak prehaja skozi filtre, preden vstopa v prostore, da odstranimo predvsem trdne delce (prah)
- filtri so iz papirja, platna, plastičnih mas, kovine in drugega
- Površina, prek katerega piha zrak, je zelo velika in lepljiva
- Na tako ploskev se primejo prašni delci
- Kovinske filtre prepojimo z oljem, ki naj na zraku čim manj oksidira
- Ko so filtri umazani, jih umijemo in znova naoljimo, druge vrste filtrov zamenjujemo.

7 KRITERIJ ZA IZBOR OPTIMALNE REŠITVE IN EKONOMSKA ANALIZA GLEDE NA PRIDOBLEJENE PONUDBE

Proizvajalci in kupci težijo k oknom, ki so energijsko čim varčnejša. Kot vemo, je danes investicija v obnovo starih oken ali nakup novih dokaj velik finančni zalogaj. Zato kupci vedno bolj upoštevajo karakteristike, s katerimi bi najbolj zmanjšali toplotne izgube, obenem pa bi bile še cenovno ugodne. Tako sva na podlagi nekaterih pomembnih podatkov in spoznanj izbrala kriterije, ki naj bi bili bistvenega pomena pri izbiri oken.

Kriterij za optimalni izbor oken na načrtu:

- zasteklitev
- okvir
- vgradnja oken
- življenska doba okna

7.1 PRIMERJAVA LASTNOSTI OKEN

7.1.1 Zasteklitev

	ZASTEKLITEV	U _g (Wm ² /K)	R _w (dB)	G-faktor (%)
1.	2-slojno toplozaščitno izolacijsko steklo			
	4/16Ar/4	1,1	32	62
2.	4/10Kr/4	0,9	32	52
3.	3-slojno toplozaščitno izolacijsko steklo			
	4/14Ar/4/14Ar/4	0,6	33	50
	4/12Kr/4/12Kr/4	0,5	33	50
5.	toplotno in zvočnozaščitno izolacijsko steklo			
	8/16Ar/4	1,1	37	58

tabela 2 Različne zasteklitve

U_w - toplotna prevodnost okna

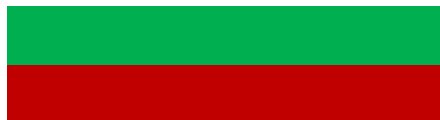
R_w - zvočna prevodnost okna

G – sončno sevanje, ki prodre skozi zasteklitev

7.1.2 Okvir

	OKVIR	Uf(Wm ² /K)	Št. tesnil	Cena
	PVC			
1.	5-komorno	1,3	3	
2.	6-komorno	1,1	3	
3.	LES	0,9	2	
4.	ALU	1,5	2	
5.	LES/ALU	1,1	2	

tabela 3 Okenski okviri



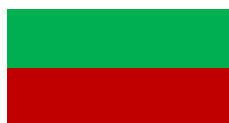
Najcenejša varianta

Najdražja varianta

7.1.3 Vgradnja

	VGRADNJA	Uporaba PU pene	Št. folij	Št. predstisnjenih trakov	Zahtevnost vgradnje
	RAL				
1.	Standardni i3 sistemi	DA	2	1	
2.	TwinActiv sistem	DA	2	/	
3.	Trioplex sistem	NE	/	1	
4.	KLASIKA	DA	/	/	

tabela 4 Vgradnja oken



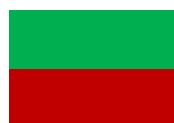
Najlažja vgradnja

Najzahtevnejša vgradnja

7.1.4 Življenjska doba

	ŽIVLJENSKA DOBA	Varost pred termiti	Potrebno barvanje	Požarna varnost	Odpornost na vremenske vplive	Odpornost na mehanske poškodbe
1.	PVC	DA	NE	NEGORLJIV		
2.	LES	NE	DA	GORLJIV		
3.	ALU	DA	NE	NEGORLJIV		
4.	LES/ALU	NE	DA	GORLJIV		

tabela 5 Življenjska doba oken



Najboljša odpornost

Najslabša odpornost

7.2 Ekonomska analiza oken

Številka predračuna	Vrsta oken glede na material	Vrsta zasteklitve	Vrsta proizvajalca	Cena oken
1	ALU	troslojna	Remoplast	8749,68
2	ALU/PVC	troslojna	Remoplast	6373,82
3	PVC	dvoslojna	Jelovica	3730,91
4	PVC	troslojna	Remoplast	4362,85
5	LES	troslojna	MIK Celje	7085,78
6	LES	troslojna	M Sora	6966,22
7	LES/ALU	troslojna	M Sora	9766,22
8	LES/ALU	troslojna	Jelovica	6717,49

Tabela 6 Ekonomska analiza oken

7.3 EVROPSKA SREDSTVA ZA SUBVENCIONIRANJE STAVBNEGA POHIŠTVA (EKO SKLAD)

V zadnjih nekaj letih je vedno več govora o tako imenovanih eko sklad oknih, večina ljudi, ki gradi ali obnavlja svoje hiše ali stanovanja pa ne ve čisto točno, kaj eko sklad okna sploh so. Eko sklad je javni finančni sklad, njegova dejavnost pa je kreditiranje naložb na področju varstva okolja, skladno s politiko Evropske unije. Sklad spodbuja energetske učinkovito obnovo in v okviru tega z nepovratnimi sredstvi subvencionira menjavo lesenih oken v višini 25 % investicije – zato tudi govorimo o eko sklad oknih. Pozorni moramo biti na to, da v letošnjem letu subvencija velja za lesena eko sklad okna in ne več za PVC okna, novost pa so tudi subvencionirana leseno-aluminijasta okna.

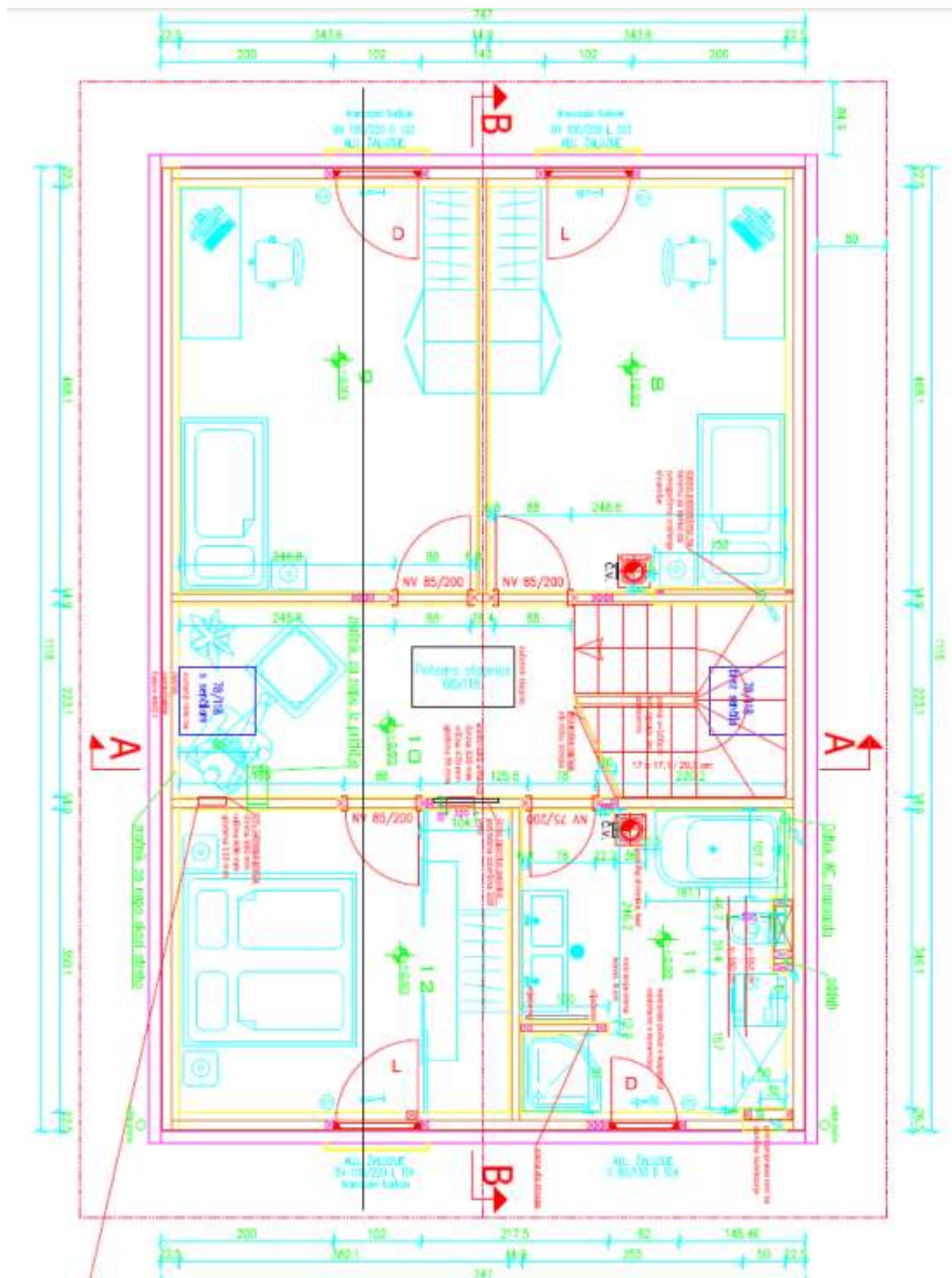
7.3.1 Zakaj so subvencionirana le lesena Eko sklad okna?

Občani se predvsem zaradi višje začetne investicije in s tem povezane daljše vračilne dobe investicije z vidika prihranka energije, redkeje odločajo za vgradnjo lesenih oken. To je dodaten razlog, da je vedno bolj upravičeno spodbujanje vgradnje lesenih eko sklad oken. Poleg tega je odločitev sklada v letu 2011 tudi skladna z nacionalno politiko lesa, ki je bila sprejeta v Državnem zboru – les oziroma gozdovi namreč predstavljajo znižanje ravni CO₂. V primerjavi s PVC okni je emisija CO₂ pri izdelavi lesenih oken kar dvakrat manjša, pri izdelavi lesenih oken pa se porabi kar sedemkrat manj energije. Zadnje leto pa so subvencionirana tudi lesena okna, v kombinaciji z aluminijem. Slabost eko sklada je, da je subvencionirano, samo za zamenjavo oken v obstoječem objektu.

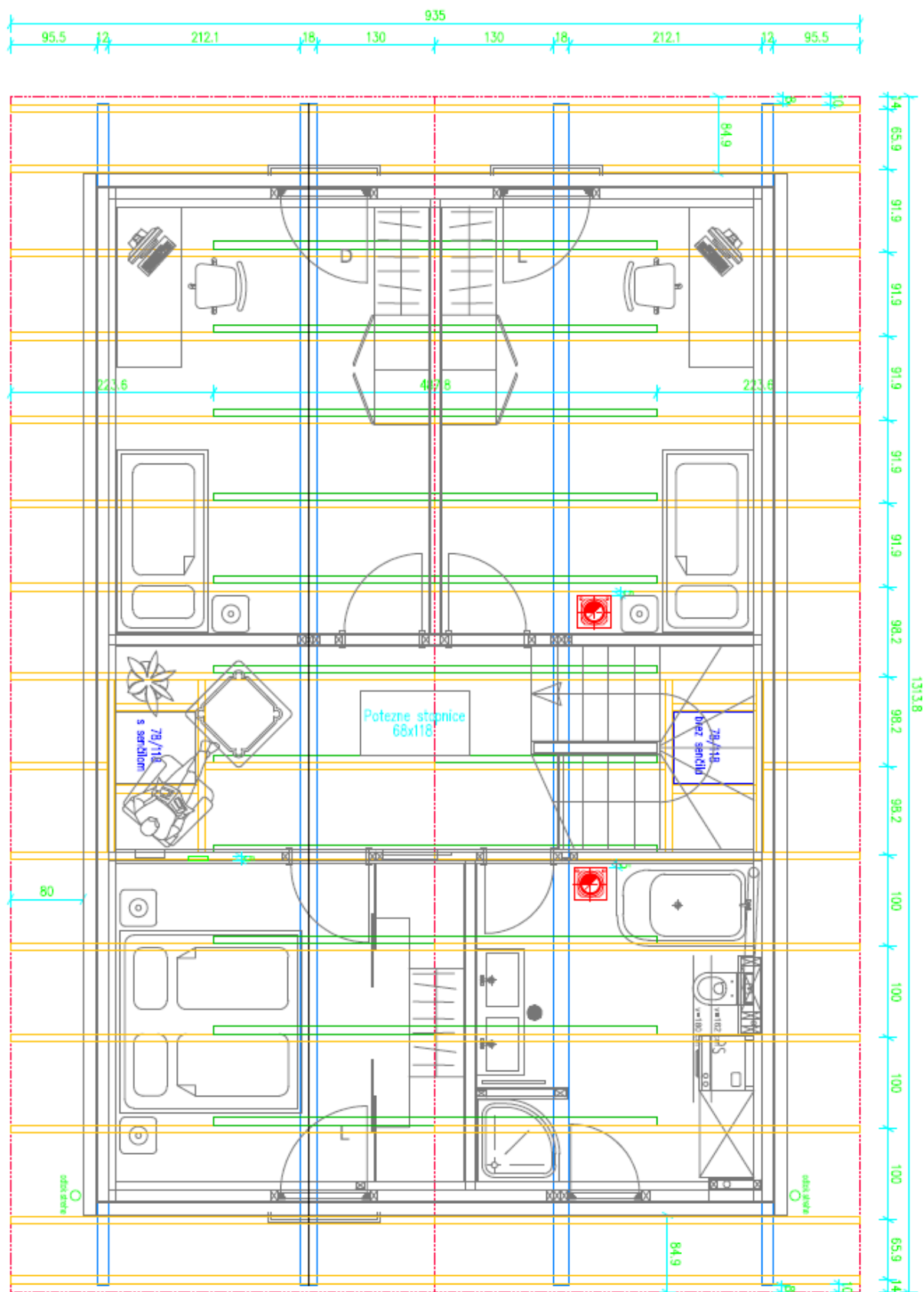
7.3.1.1 Eko sklad okna prijazna do denarnice in do okolja

Papirologija za pridobitev nepovratnih sredstev Eko sklada je precej komplicirana zato dobro preberite pogoje na njihovih spletnih straneh. Subvencija je dober način prihranka sredstev med finančno zahtevno gradnjo ali obnovo zato si lahko z vgradnjo eko sklad oken povrnete do 25 % investicije. Vsekakor shranite vse predračune in račune za okna, saj boste le tako lahko uveljavili subvencijo za eko sklad okna, pozanimajte pa se tudi pri svojem prodajalcu oken, če tudi papirologijo pripravijo oni.

8.1.2 Tloris mansarde



8.1.3 Tloris ostrešja



8.2 Ključni dejavniki izbire oken

Vrsta okna	LES/ALU	LES	ALU	PVC	PVC/ALU
Vrsta zasteklitve	3-slojno toplozaščitno izolacijsko steklo 4/14Ar/4/14Ar/4	3-slojno toplozaščitno izolacijsko steklo 4/14Ar/4/14Ar/4	3-slojno toplozaščitno izolacijsko steklo 4/14Ar/4/14Ar/4	3-slojno toplozaščitno izolacijsko steklo 4/14Ar/4/14Ar/4	3-slojno toplozaščitno izolacijsko steklo 4/14Ar/4/14Ar/4
Vgradnja RAL	DA	DA	DA	DA	DA
Življenska doba Ocena (1-5)	2	1	5	3	4
Koeficient prehodnosti toplote Ocena (1-5)	4	5	1	3	2
Reciklaža materiala Ocena (1-5)	4	5	3	1	2
Človeku prijazen material Ocena (1-5)	4	5	3	1	2
Vizualni izgled okna Ocena (1-5)	5	4	1	2	3
Stroški vzdrževanja Ocena (1-5)	2	1	5	3	4
Gorljivost Ocena (1-5)	4	1	5	2	3
Cena Ocena (1-5)	4	3	5	1	2
Skupno število točk	29	25	28	16	22

Tabela 7 Kriteriji izbire oken, glede na lastnosti

8.3 Utemeljitev izbire

Vsak od treh materialov (les, pvc, alu), ki se uporabljajo za okenske okvire, ima dobre in slabe lastnosti. Les je naraven material, ki ima med naštetimi najnižjo toplotno prehodnost. Res je, da jih je potrebno redno vzdrževati, a to zaradi kakovostnih premazov ni več tak problem. PVC velja za razmeroma trajen material. Nezahteven je za vzdrževanje in toplotno izolativen, zato so okna z okviri iz umetne mase pogosta izbira. Ker pa je material občutljiv na UV žarke in vročino, je potrebno preveriti, ali imajo okviri kovinske ojačitve, ki preprečujejo krivljenje in zvijanje. Med prednosti aluminija je potrebno omeniti predvsem trajnost, odpornost proti vremenskim vplivom in nezahtevno vzdrževanje. Najtežje pa je pri aluminijastih okvirih doseči ustrezno toplotno zaščito. Zato je med boljšimi izbirami tudi kombinacija lesa in aluminija, pri čemer nudi les dobro toplotno izolacijo, aluminij pa poskrbi za ustrezno zaščito pred vremenskimi vplivi ter sodoben videz.

Napravila sva tabelo posameznih lastnosti oken. Posamezne lastnosti sva vrednotila z točkami od 1-5, pri čemer je bila 5 najboljša ocena, gledana iz vidika zanimanja kupca po posamezni prednosti materiala, oziroma izvedbe.

Tako sva mnenja, da je izbira lesenega okna v kombinaciji z aluminijem najboljša izbira investicije, ki pa je sorazmerno velika v primerjavi z preostalimi materiali, ki so dobavljivi na tržišču. Živimo v deželi, ki je obdana z gozdovi, ravno zato naju navdušuje les. Zavedava se, da ima les tudi slabe lastnosti, predvsem je neodporen na zunanje vplive, kot so: dež, veter, sonce, vlaga.. Vsi ti dejavniki prinašajo stroške in večkrat nezadovoljstvo kupcev, zato je prava izbira aluminij, ki prekriva les na zunanji strani okna in tako odpravi nevšečnosti, ki jih povzročajo različni dejavniki na les. Prav tako pa je tudi reciklaža, oziroma deponiranje teh oken enostavna (les lahko uporabimo za kurjavo, aluminij pa je tudi precej iskan, njegova predelava pa je enostavna. Cena pa je v primerjavi z drugimi precej visoka, ampak sva mnenja, da vsaka cena nudi svoje lastnosti.

Če hočemo imeti čim manjše toplotne izgube, nam je jasno, da je troslojna zasteklitev najboljša izbira, vendar tudi najdražja. Če gradimo nov objekt priporočava izbiro troslojne zasteklitve, saj je manj toplotnih izgub, s tem pa tudi manj stroškov ogrevanja saj zmanjša izgube skozi okno za eno 1/3.

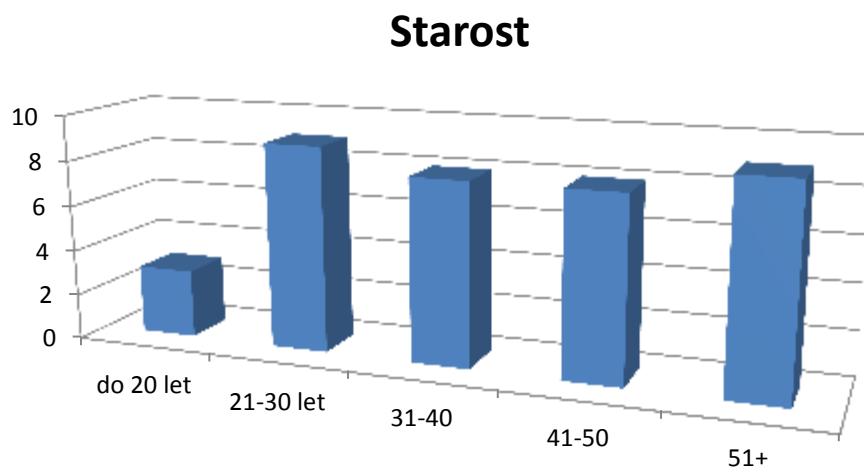
Pri vgradnji oken zagotavlja RAL montaža boljše tesnjenje oken kot pri klasični gradnji in preprečuje nastanek toplotnih mostov. Sama RAL montaža pa ni dovolj učinkovita, če drugi deli hiše niso zadostno toplotno izolirani in so vir prevelikih toplotnih izgub. Strošek vgradnje je lahko tudi do trikrat večji od klasike. Po drugi strani pa lahko tudi klasična vgradnja oken s poliuretansko peno dobro upravlja svojo funkcijo, če je izvedena strokovno korektno z materialom z ustreznimi lastnostmi. Če za investicijo uporabimo troslojno zasteklitev, vam je seveda najboljše okna in vrata vgraditi po sistemu RAL, tako preprečimo še več toplotnih izgub.

9 Avtomatsko odpiranje in zapiranje

9.1 Določitev zahtev/želja uporabnikov in specifikacij izdelka

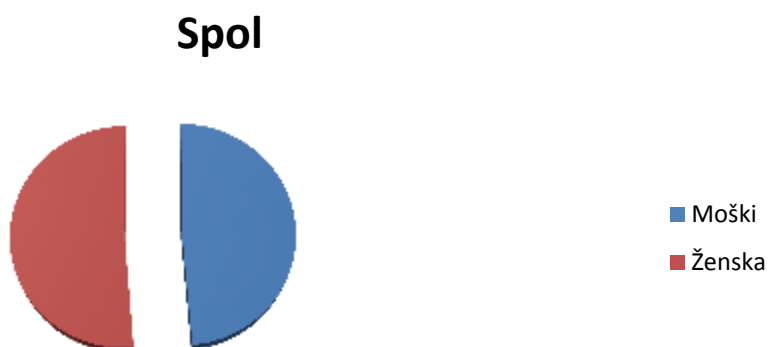
9.2 Anketa

Problema smo se najprej lotili tako, da smo preverili želje uporabnikov s pomočjo ankete. Število anketirancev je 34.



Graf: 1 Starost anketirancev

Starost anketirancev je bila dokaj enakomerno porazdeljena čez vse starostna obdobja. Ker mladi do 20 let po večini še nimajo kupne moči smo vzeli njihov delež manjši.



Graf: 2 Spol anketirancev

Oba spola sta enakomerno porazdeljena.

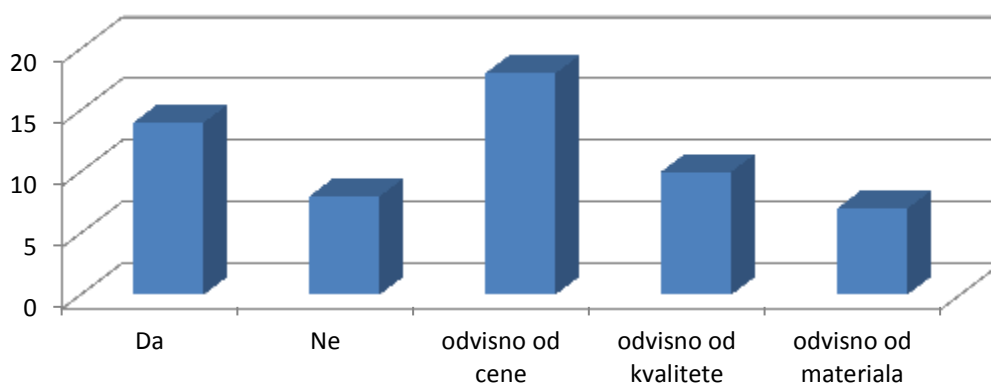
Ali nameravate v roku enega leta menjati okna?



Graf: 3 Odločitev anketirancev o menjavi oken

Ljudje po večini ne nameravajo menjati oken v roku enega leta. To je namreč dolgoročna naložba, oken pa tudi ni potrebno menjati pogostokrat. Iz tega se vidi, da je treba narediti napravo, ki se bo namontirala na obstoječe okno, saj ljudje po večini ne nameravajo kupiti novih oken.

Bi kupili okna z možnostjo avtomatskega odpiranja?



Graf: 4 Mnenje anketirancev o avtomatskem odpiranju

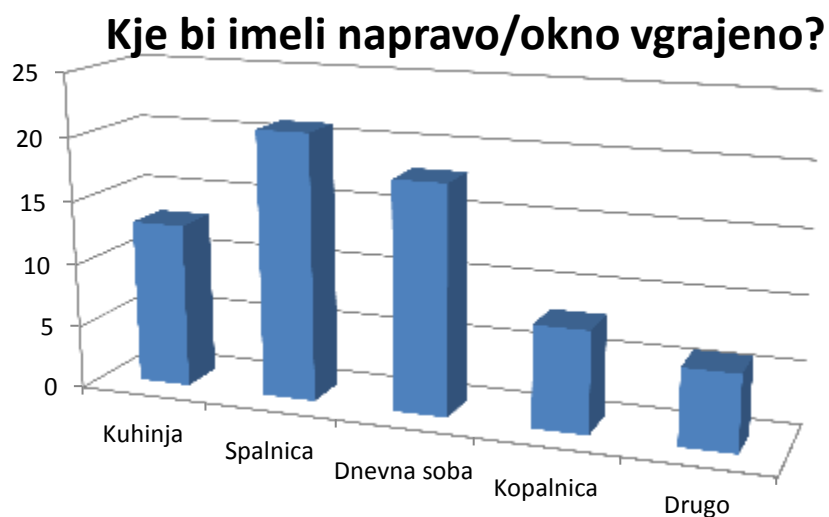
Pri tem vprašanju opazimo, da je nakup pogojen predvsem od cene ter od kvalitete, nekateri pa bi napravo kupili ne glede na dejavnike, ki so bili naprej podani kot odgovori v anketi.

Ali bi kupili napravo, ki odpira okna(napravo lahko montirate na že obstoječa okna)



Graf: 5 Odločitev anketirancev o napravi za avtomatsko odpiranje oken

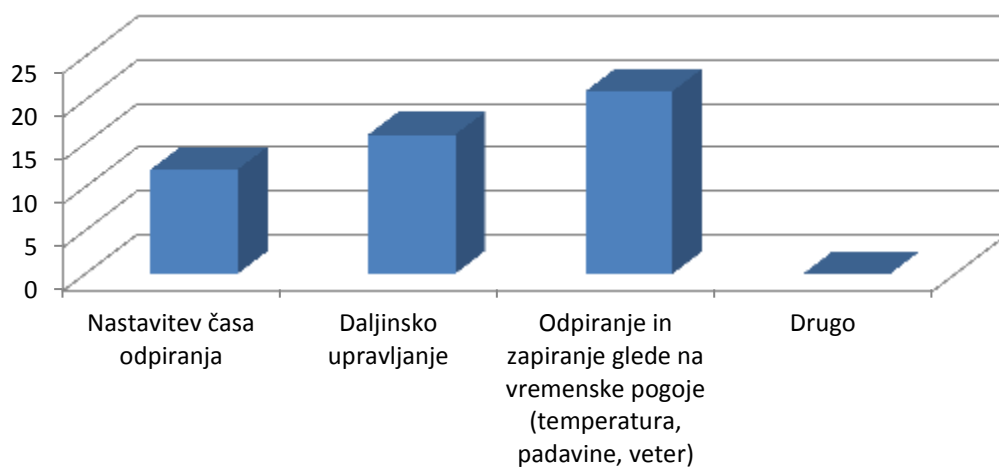
Veliko anketirancev bi kupilo napravo, ki se montira na obstoječe okno.



Graf: 6 Odločitev anketirancev o mestu vgradnje okna/naprave

Napravo bi anketiranci imeli radi vgrajeno predvsem v spalnici in v dnevni sobi. Naprava v spalnici mora biti tiha v dnevni sobi pa bi morala biti kar se da ne vpadajoča.

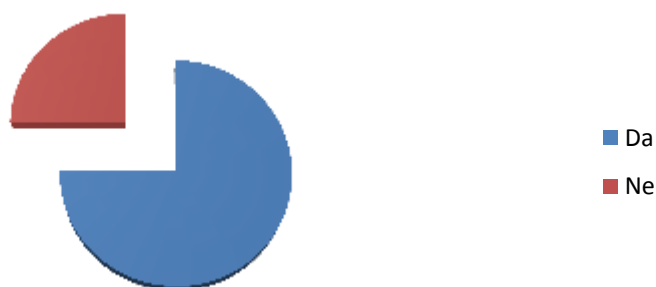
Na kakšen način bi želeli, da se odpirajo?



Graf: 7 Odločitev anketirancev glede na odpiranje oken

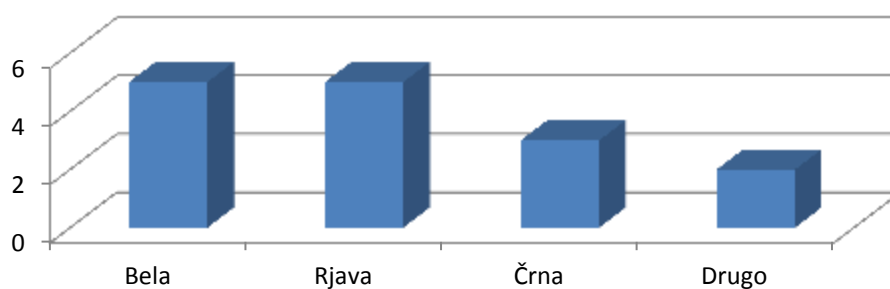
Veliko uporabnikov bi želelo imeti okna, ki se odpirajo in zapirajo glede na vremenske pogoje. Nekaj pa je tudi takih, ki bi želeli imeti okna z daljincem in odpiranjem s timer-jem.

Ali vam je izgled naprave pomemben?



Graf: 8 Pomembnost izgleda naprave

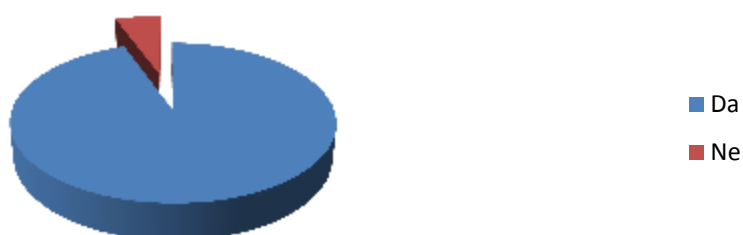
Želena barva



Graf: 9 Izbira barve

Videz naprave in barva sta uporabnikom pomembni. Želene barve so predvsem bela, rjava in črna. Te barve so najbrž izbrali glede na barvo sten oziroma barvo oken. Želijo da se naprava zlije s prostorom.

Ali vam je velikost naprave pomembna?



Graf: 10 Pomembnost velikosti naprave

Velikost naprave je zelo pomembna. Narediti je potrebno napravo, ki bo kar se da mala.

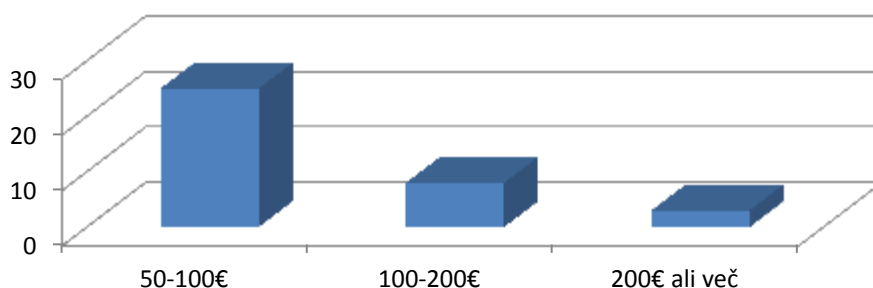
Ali bi na nakup naprave vplivalo dejstvo, da je nakup takih oken subvencioniran s strani Eko sklada?



Graf: 11 Vpliv nakupa subvencioniranih oken

Če bi napravo subvencioniral eko sklad bi naprava za kupce bila še bolj privlačna, zato je potrebno narediti kar se da ekološko napravo, da bo zagotovila črpanje sredstev iz eko sklada.

Koliko ste pripravljeni plačati za taka okna?



Graf: 12 Cena katero bi anketiranci vložili za okna

Anketiranci bi za tako okno plačali do 100€, nekateri pa tudi več.

9.3 Zahteve uporabnika

Iz ankete lahko potegnemo, da so zahteve uporabnikov sledeče: potrebno je narediti napravo, ki se bo montirala na obstoječe okno, naprava mora biti cenovno sprejemljiva (do 100€), naprava mora biti enostavna in kvalitetna, naprava mora izgledati estetsko. Barva naprave mora biti prilagodljiva, kar je najlažje doseči s plastiko, saj se lahko ulije že končno obliko in barvo. Velikost sistema mora biti čim manjša ter mora zavzemati malo prostora. Ker bo naprava lahko vgrajena v vseh delih bivalnega okolja je potrebno napravo narediti tiho (spalnica) in nevpadljivo (kuhinja, dnevna soba).

9.4 Specifikacije izdelka

Čas odpiranja (na stežaj):	10 s
Hitrost odpiranja:	0.16 /s
Število delovnih ciklov:	50.000
Masa naprave:	5-15 kg
Gabariti naprave:	260X100X100 [mm]
Ročica naprave:	400x6x6 [mm]
Motor:	DC Motor
Napetos:	5-10 V
Moč:	0.3-3 W
Obrati:	33 /min
Prestava reduktoraja:	20

tabela 8 Specifikacije električnega motorja vgrajenega v okno

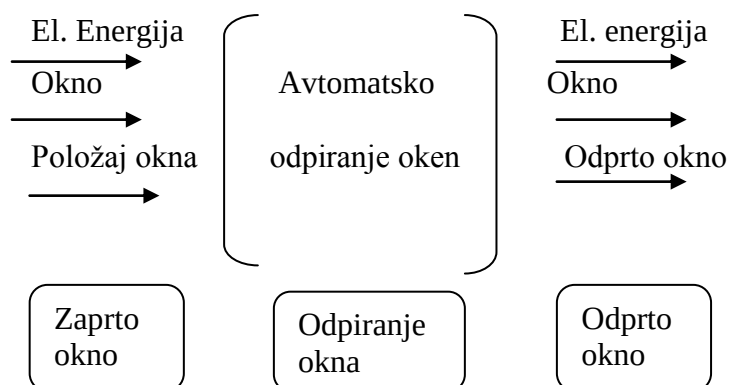
Signali, ki bodo sprožili odpiranje/zapiranje okna:

- Nastavitev časa odpiranja
- Nastavitev parametra vremenskih pogojev; temperatura, veter, padavine
- Daljinsko upravljanje

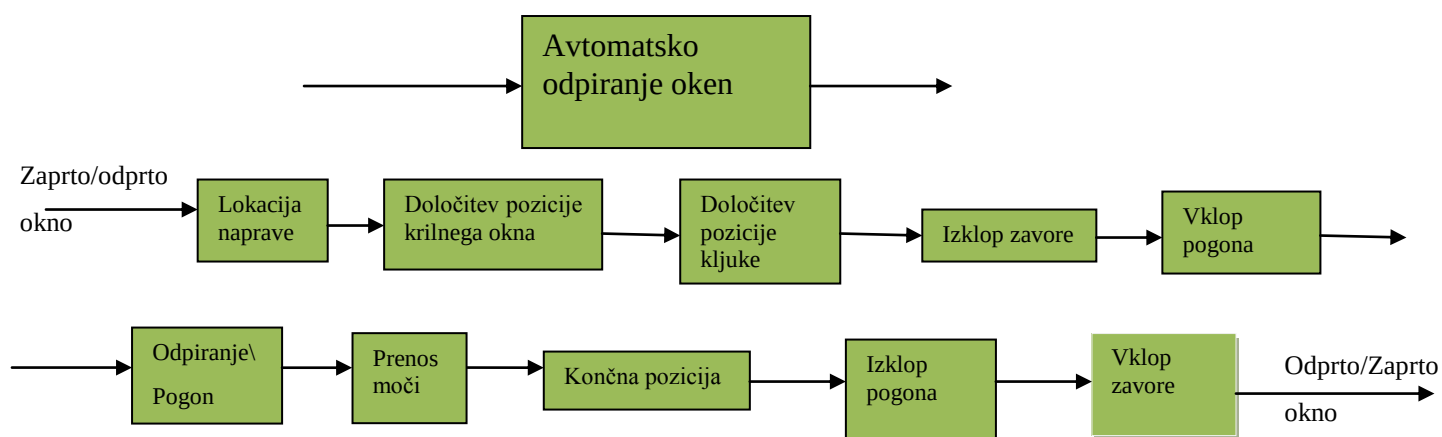
9.5 Primerjalna presoja konkurenčnih izdelkov

Podjetja, ki bi imela ponudbo avtomatskega odpiranja hišnih na trgu nisva zasledila. Obstajajo ponudniki za avtomatsko odpiranje oken pri rastlinjakih, katerih mehanizem pa ni primerljiv z našim, saj bi zagotovili le odpiranje oken na 'kip', poleg tega je sam mehanizem neprimeren za vgradnjo na že obstoječa okna.

9.6 Opredelitev tehničnega procesa



9.7 Funkcijska struktura

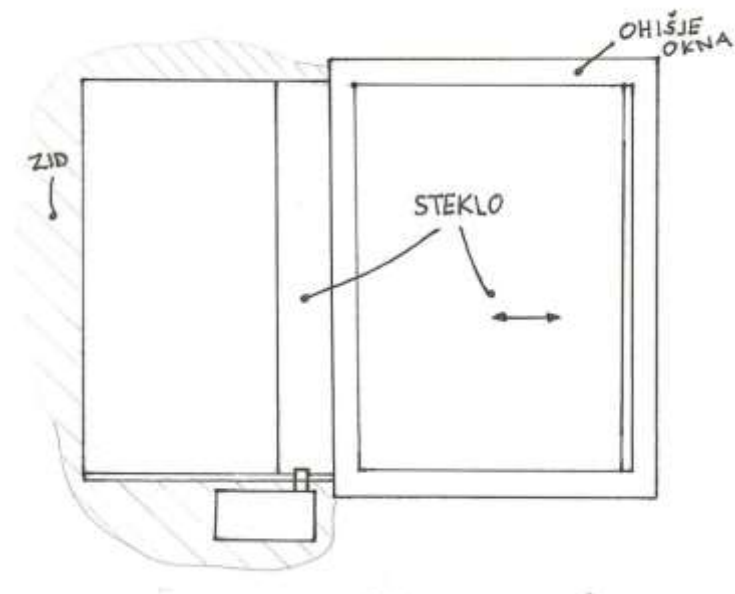


9.8 Morfološka matrika ter sinteza alternativnih rešitev

		R1	R2	R3	R4
Lokacija naprave	naprava na steni zgoraj	naprava na oknu		vgrajena naprava	naprava na steni-stran
Določitev pozicije krila okna		Stikalo	stikalo	stikalo	stikalo
Določitev pozicije kljuke		Stikalo	stikalo	stikalo	stikalo
Izklop/vkllop zavore	kajla	Zagozda	visoko trenje		na elektromotorju
vklop/izklop pogona	rele	Krmilnik	krmilnik	senzor	
Odpiranje/pogon		elektromotor AC	elektromotor DC	elektromotor DC	hidravlika
prenos moči		reduktor, ročica	direkt, mehanizem	direkt, vzvod	reduktor, ročica
Končna pozicija		Stikalo	stikalo	stikalo	stikalo

tabela 9 Alternativne rešitve za okna z elektro motorjem

Rešitev



slika 22 Primer okna z elektro motorjem (vir: lastna slika)

10 ZAKLJUČEK

Danes izbira okna ni več enostavna, saj moramo potem, ko smo se odločili za vrsto okna glede na želene lastnosti, takšno okno najti na trgu za primerno ceno. Ker narašča število proizvajalcev, je tržišče postalo nepregledno, saj je vse več majhnih in samostojnih podjetnikov, ki uvažajo profile in druge sestavne dele ter ponujajo okna različnih kakovosti. Pogosto tudi taka, ki so nepreverjene kakovosti. Pri nakupu oken za stanovanjsko hišo moramo (s področja energetske učinkovitosti) nujno zahtevati okna z okvira, mora imeti prekinjen toplotni most. Okno mora imeti tudi potrdilo o ustreznosti glede zračne prepustnosti in vodotesnosti. Sodobna okna so veliko bolj zrakotesna kot nekoč. To je tudi njihov namen, saj se s tem zmanjšajo nekontrolirane izgube toplote iz prostora skozi rege in pripire.

Raziskovanje se je po najinem mnenju zaključilo, kot sva pričakovala. Najino mnenje pred raziskovanjem je bilo, da bodo plastična okna premagala konkurenco v ceni ponudnikov. Najceneje pa ni zmeraj nujno, da je najboljša izbira kupcev. Spoznala sva lastnosti posameznih materialov, od nastajanja proizvoda do deponiranja materialov. Mislim, da nama je uspelo prepričati investitorja, ki nama je dovolil, da mu pomagava pri odločitvi izbire stavbnega pohištva, da PVC okna niso najboljša izbira, predvsem zato, ker je to umeten material. Aluminijska okna pa so bila zanj predraga investicija. Hišo gradi na podeželju, kjer objekt obdaja narava, zato bi bil lesena okna najprimernejša, ampak mu ne ustrezajo zaradi zunanjih dejavnikov, ki zaradi podnebja pogosto vplivajo na les. Predstavila sva mu možnost izbire lesenih oken z aluminijsko oblogo, kar bi bilo za lego objekta, podnebne spremembe, ter za investitorja najboljša izbira. Predlog je sprejel z navdušenjem, saj na to možnost prej še ni pomislil.

Najina hipoteza, ki sva si jo zastavila je bila, kot sva pričakovala. Les-aluminij je bila v našem primeru najboljša rešitev, s tem je bila hipoteza tudi potrjena. Stvar idealne izbire oken pa je v glavah posameznikov, zato upava, da sva investitorju in bralcem raziskovalne naloge karseda podrobno prikazala lastnosti, ki so dejavniki pri izbiri stavbnega pohištva.

11 VIRI:

- <http://www.ro.si>
- <http://www.arcont-ip.si>
- <http://www.moja-nova-okna.com>
- <http://www.okna-slovenije.net>
- <http://www.alupvc.si>
- <http://www.mitras.si>
- <http://www.madizajn.si>
- <http://www.slonep.net>
- <http://www.m-sora.si>
- <http://www.jelovica-okna.si>
- <http://www.mik-ce.si>
- <http://www.remoplast.si>
- <http://www.oknavratamba.si>
- <http://www.golden-india.com>
- <http://www.ipfonline.com>
- <http://www.hansen-motor.com>

12 ZAHVALA

Zahvaljujeva se vsem, ki so kakorkoli pripomogli pri nastajanju najine raziskovalne naloge.

Posebna zahvala gre najini mentorici, profesorici Zrinki Kit Goričan, saj naju je ves čas usmerjala pri najinem raziskovalnem delu. Zahvaljujeva se gospodu Igorju Kastelicu, ki nama je podal veliko koristnih informacij o pripravi raziskovalne naloge. Zahvaljujeva se tudi vsem ostalim profesorjem, ter podjetjem, ki so na kakršenkoli način zasluženi za končanje najine naloge.

13 PRILOGE

13.1 Predračuni proizvajalcev oken

Številka predračuna	Vrsta oken glede na material	Vrsta proizvajalca
1	ALU	Remoplast
2	ALU/PVC	Remoplast
3	PVC	Jelovica
4	PVC	Remoplast
5	LES	MIK Celje
6	LES	M Sora
7	LES/ALU	M Sora
8	LES/ALU	Jelovica

Tabela 10 Predračuni