Metode ispitivanja svojstava prozora

Dijanošić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:285359

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

PREDIPLOMSKI STUDIJ
DRVNA TEHNOLOGIJA

IVAN DIJANOŠIĆ

METODE ISPITIVANJA SVOJSTAVA PROZORA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, (SRPANJ, 2017.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR:	Ivan Dijanošić 6. siječanj 1995., Zagreb
NASLOV:	Metode ispitivanja svojstava prozora
PREDMET:	Drvo u graditeljstvu
MENTOR:	Doc. dr. sc. Vjekoslav Živković
IZRADU RADA JE POMAGAO:	Doc. dr. sc. Vjekoslav Živković
RAD JE IZRAĐEN:	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet Zavod za namještaj i drvne proizvode
AKAD. GOD.:	2016./2017.
DATUM OBRANE:	
RAD SADRŽI:	Stranica: 33 Slika: 23 Tablica: 3 Navoda literature: 24

SAŽETAK:

Ovaj rad donosi pregled osnovnih svojstava prozora i načina njihova ispitivanja. Zahtjevi kojima trebaju udovoljiti prozori, baš kao i načini provedbe ispitivanja određeni su odgovarajućim normama. Osnovna svojstva prozora čine:toplinska svojstva, zvučna izolacija, otpornost na provalu, opterećene vjetrom, te vodonepropusnost prozora. Sve to propisano je normom HRN EN 14351-1, za prozore i vrata. U radu su opisana svojstva odabranih tipičnih proizvoda proizvedenih u Hrvatskoj i susjednim zemljama.

PREDGOVOR

Zahvaljujem svojem mentoru doc. dr. sc. Vjekoslavu Živkoviću na strpljenju, pomoći i uputama za izradu završnog rada. Posebnu zahvalnost iskazujem svojoj obitelji i prijateljima na strpljenju, korisnim savjetima i moralnoj podršci koje su mi ukazivali tijekom čitavog preddiplomskog studija.

	IZJAVA **O IZVORNOSTI RADA**	**OB ŠF 05 07**
		Revizija: 1
		Datum:28.6.2017.

„Izjavljujem da je moj*završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

_____

vlastoručni potpis

Ivan Dijanošić

U Zagrebu, *11.07.2017.*

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1 ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADAMA 2
1.2 STAKLA ZA KONTROLU SVJETLOSTI I ENERGIJE SUNCA – REFLEKTIRAJUĆA STAKLA 3
1.3 RAZVOJ OSTAKLJENJA 3
1.4 TOPLINSKA SVOJSTVA PROZORA 4
1.4.1 Temperaturna polja u prozorima 4
2. ZAHTJEVI NORMEEN14351-1 6
2.1.1 Razredbene norme 7
2.1.2 Ispitne i proračunske norme 8
2.1.3 Predmet ispitivanja 10
2.2 NAJZNAČAJNIJA ISPITIVANJA PROZORA PREMA NORMAMA 12
2.2.1 Propusnost zraka, EN 1026 12
2.2.2 Nepropusnost vode, EN 1027 12
2.2.3 Otpornost na udare vjetra, EN 12211 13
2.2.4 Zvučno izolacijska svojstva, ISO 140-3 13
2.2.5 Toplinsko izolacijska svojstva EN ISO 12567-1 13
3. ZAHTJEVI KOJIMA TREBAJU UDOVOLJAVATI PROZORI 14
3.1 ISPITIVANJE ZVUČNE IZOLACIJE PROZORA 15
3.2 ISPITIVANJE OTPORNOSTI NA PROVALU 17
3.2.1 Norma DIN 1627 VENV 17
3.3 ISPITIVANJE PROZORA NA PROPUSNOST ZRAKA 18
3.4 ISPITIVANJE PROZORA NA OPTEREĆENJE VJETROM 18
3.4.1 POSTUPAK ISPITIVANJA 18
3.4.2 Norma DIN 1055-4 19
3.4.3 Norma DIN EN 12211 20
3.5 ISPITIVANJE PROZORA NA VODONEPROPUSNOST 20

3.6 ISPITIVANJE TOPLINSKO IZOLACIJSKIH SVOJSTVA PROZORA ... 21
3.7 OZNAKA CE ... 22
3.7.1 NORME I OZNAČAVANJE PROZORA CE OZNAKOM ... 22
4. TIPIČNI DOMAĆI PROIZVODI I NJIHOVA SVOJSTVA ... 23
4.1 PREDNOST HRVATSKE KAO LOKACIJE ZA POSLOVANJE ... 23
4.2 LOKVE – prozori za niskoenergetsku i pasivnu gradnju ... 24
4.2.1 SVOJSTVA PROIZVODA ... 24
4.3 PANA d.o.o. ... 25
4.3.1 SVOJSTVA PROIZVODA ... 25
4.4 TROHADIL ... 26
4.4.1 SVOJSTVA PROIZVODA ... 26
4.5 DOMET ... 27
4.5.1 SVOJSTVA PROZORA ... 27
4.6 JELOVICA ... 28
4.6.1 SVOJSTVA PROZORA ... 28
4.7 M SORA ... 29
4.7.1 SVOJSTVA PROZORA ... 29
4.8 KONTINENTAL KISELJAK ... 30
4.8.1 SVOJSTVA PROZORA ... 30
5. ZAKLJUČCI ... 31
6. LITERATURA ... 32

1. UVOD

Svjetski trend razvoja tehnologije prati i drvna industrija. Kroz različite napredne strojeve te mehanizaciju, pogoni danas u razvijenijim dijelovima svijeta gotovo su robotizirani. Bilo da se radi o manjim serijama proizvodnje, većim serijama ili o individualnoj obradi elemenata, pa čak i gotovog sklopa, sve dok je potrebe u svrhu unapređenja funkcije ili estetike proizvoda, bit će i potreba za novim strojevima. Sukladno s time, proizvodnja, konstrukcija, funkcija, pa i izgled proizvoda poboljšan je tijekom dugog perioda korištenja drva kao glavnog konstrukcijskog elementa za izradu okvira prozora. Također, napretkom tehnologije pojavili su se i novi materijali kao zamjena ili dopuna drvu u konstrukciji okvira prozora. Klasifikacija i ispitivanje proizvoda kao što su prozori, vrata i sl., propisani su točno određenim normama. Važnim ispitivanjima smatramo sva ispitivanja koja su tako propisana tehničkim propisom odnosno normom 14351- 1: 2006., a pod njih spadaju:

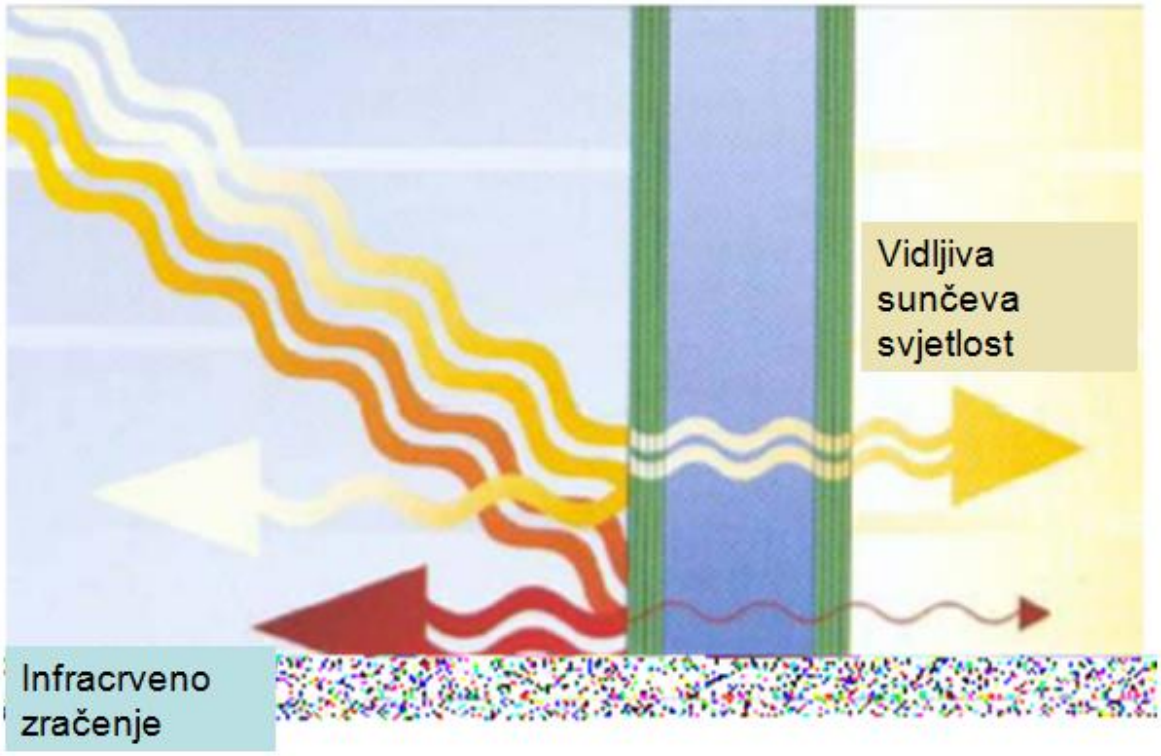
- Propusnost zraka EN 1026,
- Nepropusnost vode EN 1027,
- Otpornost na udare vjetra EN 12211,
- Zvučno izolacijska svojstva ISO 140-3,
- Toplinsko izolacijska svojstva EN ISO 12567-1,
- Sigurnost u uporabi,
- Oslobađanje opasnih tvari i
- Trajnost

Ispitivanja se vrše da bi proizvođači dokazali, zadržali i/ili unaprijedili kvalitetu proizvoda i konkurentnost na tržištu. Upravo im ove norme to omogućuju, a trenutno su na hrvatskom tržištu najzastupljeniji PVC prozori, drveni prozori te drvo-aluminijski prozori. Osim konstrukcije doprozornika i okvirnice krila prozora, veliku ulogu imaju i konstrukcija i vrsta ostakljenja.

1.1 ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADAMA

Energetska učinkovitost je suma isplaniranih i provedenih mjera čiji je cilj korištenje minimalno moguće količine energije tako da razina udobnosti i stopa proizvodnje ostanu sačuvane (Slika 1).

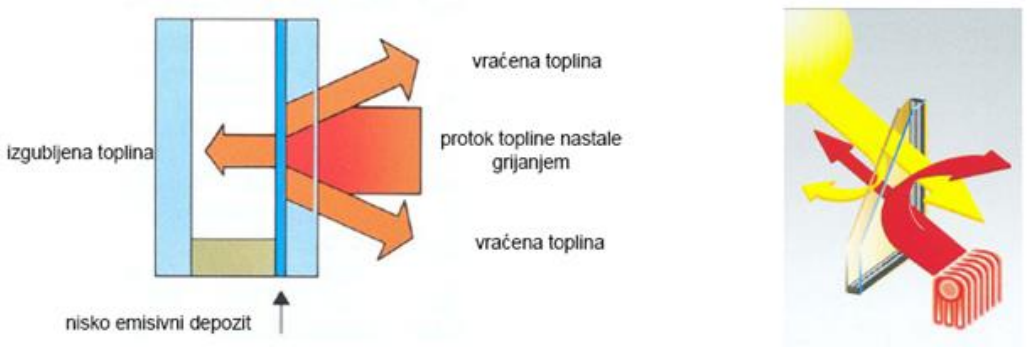
Direktiva o energetskim svojstvima zgrada, 2002/91/EC od 16. 12. 2002. (EPBD) ima za cilj poboljšati energetsku učinkovitost zgrada, smanjenje energetskih potreba putem niza mjera za nove i postojeće zgrade. Primjenjivanje EPBD direktive proizašla je iz ograničenost i cijena prirodnih resursa(nafta, plin, kruta goriva), poštivanje Kyoto protokola, te upitna sigurnosti opskrbe energijom.



Slika 1. Prikaz prolaza sunčevih zraka kroz ostakljeni dio prozora (Biluš, 2008)

1.2 STAKLA ZA KONTROLU SVJETLOSTI I ENERGIJE SUNCA – REFLEKTIRAJUĆA STAKLA

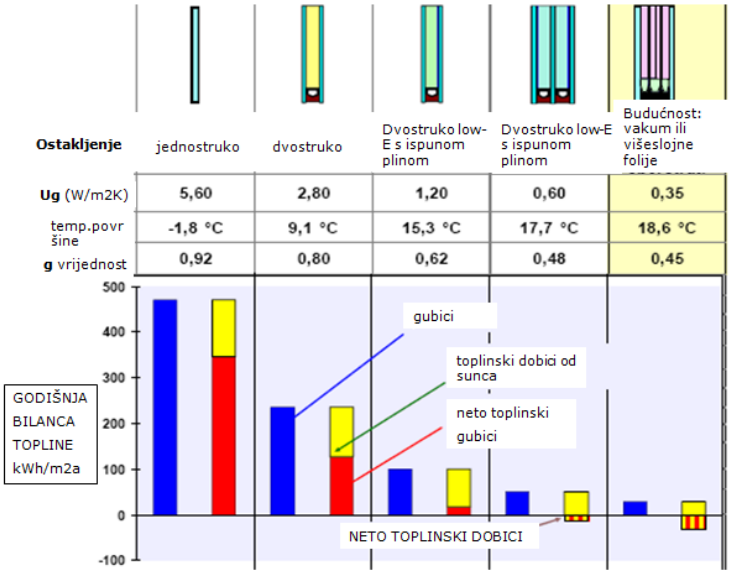
Reflektirajuća stakla, odnosno stakla koja reflektiraju dio energije natrag u okolinu iz koje dolaze, nastale su s ciljem da povećaju energetsku učinkovitost proizvoda na kojem su ugrađene. Na jednoj površini reflektirajućih stakala nalazi se vrlo tanki sloj niskoemitirajućeg materijala koji reducira dio sunčevog zračenja. Nanošenje refleksnog sloja izvodi se pirolitičkim postupkom gdje se tijekom proizvodnje stakla, na još toplu masu, nanosi prskanjem ili zaprašivanjem sloj selektivnih metalnih oksida koji utonu u masu. (Slika 2.).



Slika 2. Prikaz reflektiranja te apsorbiranja dijela energije kroz ostakljeni dio(Biluš, 2008)

1.3 RAZVOJ OSTAKLJENJA

Razvoj ostakljenja posljedica je poboljšavanja izolacijskih svojstva prozora. Toplinska svojstva najznačajnija su u razvoju ostakljenja (Slika3.).



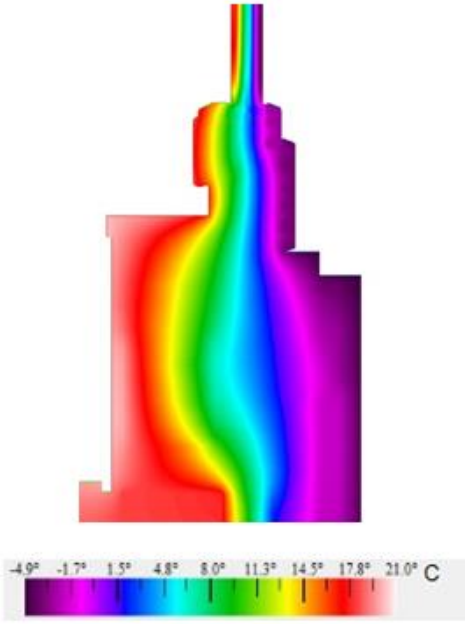
Slika 3. Razvoji vrijednosti pojedinih ostakljenja na koeficijent toplinske vodljivosti (Biluš, 2008)

1.4 TOPLINSKA SVOJSTVA PROZORA

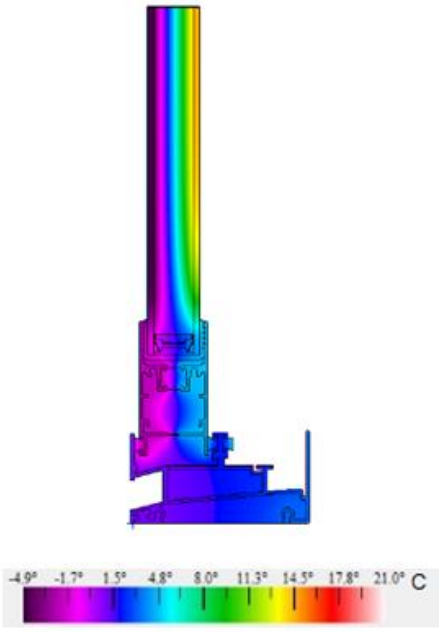
Toplinska svojstva prozora obuhvaćaju temperaturna polja u prozorima, energetsku učinkovitost u zgradama, te utjecaj prozorskih konstrukcija na energetska svojstva zgrade.

1.4.1 Temperaturna polja u prozorima

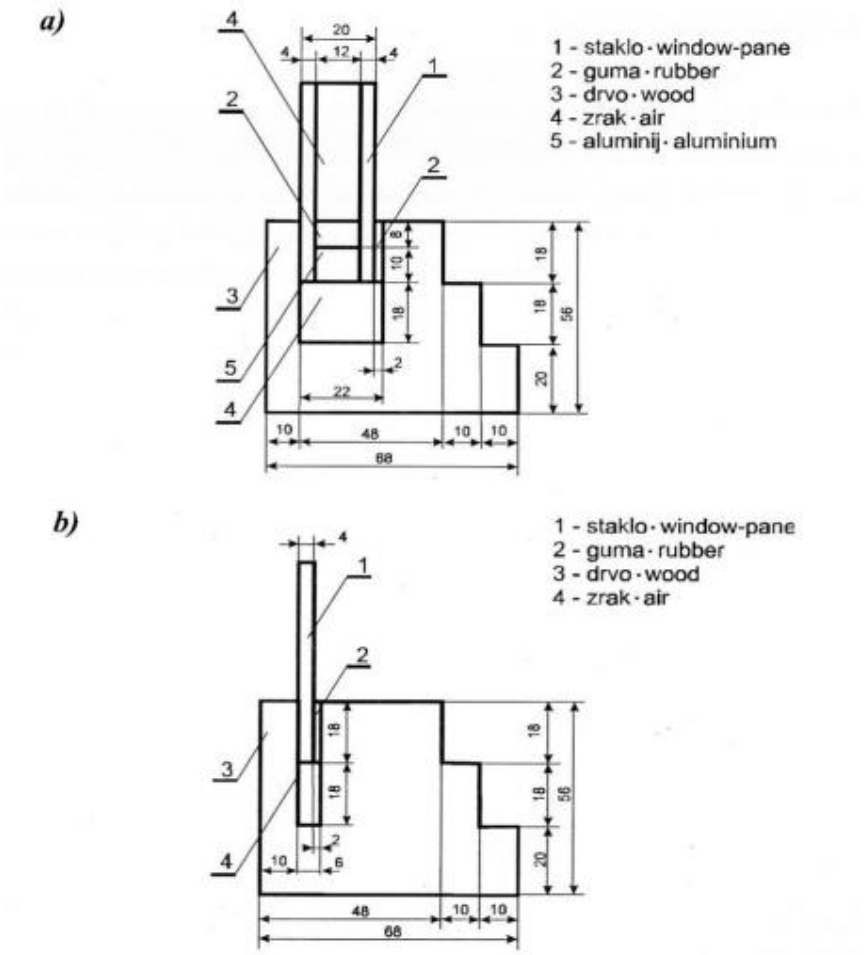
Energetski gubici prostora u kojem ljudi borave direktno ovise o kvaliteti i debljini ugrađenih prozora te zidova. Zbog toga pri rješavanju problema toplinske zaštite prostora/objekta treba voditi brigu o toplinskom otporu ne samo zidova nego i prozora. Važna je i temperatura unutarnje površine prozorskog krila jer neugoda može biti prouzročena niskom temperaturom prozorskog stakla i pojavom rose na njemu. Zbog svega navedenog, vrlo je važno poznavati temperaturno polje u poprečnom presjeku prozorskog krila (Slika 4 i 5). Kako se prozorsko krilo sastoji od dijelova različitih materijala, oblika i dimenzija (Slika 6), bitno je ispitati njihov utjecaj i poznavati veličinu toplinskog otpora i temperaturu unutarnje strane stakla(Tablica 1).



Slika 4. Toplinska polja u presjeku prozora s jednostrukim ostakljenjem (Horman i dr., 2002)



Slika 5. Toplinska polja u presjeku prozora s dvostrukim ostakljenjem (Horman i dr., 2002)



Slika 6. Poprečni presjek prozorskog krila: a) s dvostrukim staklom, b) s jednostrukim staklom (Horman, 2002)

Tablica 1. Koeficijent toplinske vodljivosti za različite materijale (Horman i dr, 2002)

Materijal	Koeficijent toplinske vodljivosti (W/m2K)
aluminij 99%	208
drvo	0,209
guma	0,157
staklo	0,81
zrak	0,0257

2. ZAHTJEVI NORMEEN14351-1

Ova Europska norma navodi svojstva bez obzira na materijal izrade, a u nju pripadaju: razredbene norme, ispitne i proračunske norme, te definicija dimenzija i opis načina ispitivanja.

Primjenjuje se na sljedeće:

Prozori i francuski prozori spremni za montažu u građevinske otvore ili krovove pod nagibom

- Fiksni (neotvorivi), otvorivi ili djelomično otvorivi, sa ili bez nadsvjetla i bočnih dijelova
- Ostakljeni ili djelomično ostakljeni i s ugrađenom neprozirnom ispunom
- Dogotovljeni sa svim okovom
- Sa ili bez montiranim rebrenicama ili zaslonima

Vanjska pješačka vrata spremna za ugradnju u građevinske otvore

- Jednokrilna ili dvokrilna
- Palisadna ili vrata od panela
- Ostakljena ili djelomično ostakljena ili bez ostakljenja
- Sa ili bez nadsvjetla i bočnih dijelova
- Sa ili bez rebrenica ili zaslona

Stijene

- stijene sastavljene od dva ili više prozora ili vanjskih pješačkih vrata, s ili bez zasebnih okvira

Vanjska pješačka vrata, prozori, francuski prozori i stijene koji ne mogu biti građevinski elementi

Ova Europska norma ne primjenjuje se na:

- Individualne stijene sklopljene na gradilištu
- Svjetlarnici prema prEN 1873
- Ovješena pročelja prema prEN 13830
- Vrata s pomoćnim pogonom prema prEN 12650-1 i prEN 12650-2
- Staklena vrata bez okvira

- Rotirajuća vanjska pješačka vrata
- Vrata prema prEN 13241
- Za karakteristiku (kontrola dima) za prozore koji se otvaraju

2.1.1 **Razredbene norme**

Razredbene norme opisuju zahtjeve i razredbu za ispitivanje svojstava prozora i vrata. To su:

HRNEN 1192 – Vrata – Razredba zahtjeva čvrstoće

EN 1522 - Vrata prozori zasloni i sjenila – Otpornost na djelovanje vatrenog oružja - Zahtjevi i razredba

HRNEN 1529 – Vratna krila – Visina, širina, debljina i pravokutnost – Tolerancijski razredi

HRNEN 1530 - Vratna krila – Opća i lokalna ravnost - Tolerancijski razredi

HRNEN 1627 – Prozori vrata i zasloni – Otpornost na provalu - Razredba

HRNEN 12207 – Vrata i prozori – Propusnost zraka – Razredba

HRNEN 12208 – Vrata i prozori – Otpornost na vodu – Razredba

HRNEN 12210 – Vrata i prozori – Otpornost na udare vjetra – Razredba

EN 12217 – Sile otvaranja – Razredba

EN 12219 – Klimatski utjecaji – Zahtjevi i razredba

EN 12400 – Mehanička trajnost - Zahtjevi i razredba

EN 12608 – Neotvrdnuti plastični profili - Zahtjevi i razredba

EN 13049 – Prozori - Otpornost na udar mekog teškog tijela – Metoda ispitivanja, zahtjevi za sigurnost i razredba

EN 13150 – Prozori – Razredba mehaničkih svojstava – Vitoperenje, torzija i sile otvaranja

EN 13123-1 – Prozori vrata i zasloni – Otpornost na eksploziju - Zahtjevi i razredba – 1. Dio Šok cijev/cijevi za ispitivanje udarnim valom

EN 13124-2 - Prozori vrata i zasloni – Otpornost na eksploziju - Razredba – 2. Dio – Opsežna metoda ispitivanja

EN 13501-2 - Razredba otpornosti na požar građevinskih proizvoda i elemenata zgrade – 5. Dio Razredba svojstava kada je izvor izvana

EN 13916 – Vrata otporna na požar – Zahtjevi i razredba

EN 14013 – Protudimna vrata - Zahtjevi i razredba

2.1.2 **Ispitne i proračunske norme**

Ispitne i proračunske norme opisuju postupak ispitivanja proizvoda i njegovih dijelova.

HRNEN ISO 140-3 – Akustika – Mjerenje razine zvuka u zgradama i elementima zgrada – 3. Dio 3 – Laboratorijska mjerenja

HRNEN 179 – Okov – Dijelovi izlaza za nuždu s pritisnom pločom - Zahtjevi i razredba

HRNEN 1125 – Okov – Dijelovi izlaza u panici s pritisnom šipkom - Zahtjevi i razredba

HRNEN 410 Staklo u graditeljstvu– Određivanje luminiscentnih i solarnih svojstava

HRNEN ISO 717-1 – Akustika – Određivanje razine zvuka u zgradama

HRNEN 947 – Okretna ili zaokretna vrata– Određivanje otpornosti na vertikalno opterećenje

HRNEN 948 - Okretna ili zaokretna vrata – Određivanje otpornosti na statičku torziju

HRNEN 949 – Prozori vrata i ovješene fasade – Otpornost na udar mekog teškog tijela za vrata

HRNEN 950 - Vratna krila - Određivanje otpornosti na udar malog mekog tijela

HRNEN 951 – Vratna krila – Metoda mjerenja širine visine, debljine i pravokutnosti

HRNEN 952 – Vratna krila – Opća i lokalna ravnost – Metoda mjerenja

HRNEN 1026 -Vrata i prozori – Propusnost zraka – Metoda ispitivanja

HRNEN 1027 - Vrata i prozori – Otpornost na vodu (vodotijesnost) - Metoda ispitivanja

HRNEN 1121- Vrata – Ponašanje između dvaju različitih klimatskih uvjeta

HRNEN 1125 - Okov - Dijelovi izlaza u panici s pritisnom šipkom - Zahtjevi i metode ispitivanja

EN 1187 – Metoda ispitivanja kada je krov izložen utjecaju vanjskog izvora vatre

HRNEN 1191 – Vrata i prozori – Otpornost na uzastopno otvaranje i zatvaranje

EN 1364-1 – Ispitivanje otpornosti na vatru neopterećenih elemenata – Zidovi

HRNEN – Vrata i prozori sjenila i zasloni - Ispitivanje otpornosti na djelovanje vatrenog oružja

HRNEN 1628 - Vrata i prozori sjenila i zasloni – Otpornost na provalu – Ispitivanje kod statičkog opterećenja

HRNEN 1629 - Vrata i prozori sjenila i zasloni – Otpornost na provalu – Ispitivanje kod dinamičkog opterećenja

HRNEN 1630 - Vrata i prozori sjenila i zasloni – Otpornost na provalu – određivanje otpornosti na provalu ručnim sredstvima

EN 1634-3 – Ispitivanje na vatru vrata i zaslona – Požarna vrata i zasloni

HRNEN ISO 10077-1 - Termička svojstva prozora vrata i zaslona – Proračun toplinske prohodnosti 1.Dio – Pojednostavljena metoda

HRNEN ISO 10077-2 - Termička svojstva prozora vrat i zaslona – Proračun toplinske prohodnosti 2.Dio – Numerička metoda za okvire

EN 12046-1 – Sila rukovanja – Metoda ispitivanja – Prozori

EN 12046-2 - Sila rukovanja – Metoda ispitivanja – Vrata

HRNEN 12211 – Vrata i prozori – Otpornost na udare vjetra – Metoda ispitivanja

EN 12600 – Staklo u graditeljstvu - Metoda ispitivanja klatnom – Metoda ispitivanja za ravno staklo i zahtjevi za svojstva

EN ISO - 12657-1 Termička svojstva prozora vrat i zaslona – Laboratorijsko ispitivanje prolaza topline pomoću vruće kutije – 1. Dio – gotovi prozori i vrata

EN ISO-12567-2 Termička svojstva prozora vrat i zaslona – Laboratorijsko ispitivanje prolaza topline pomoću vruće kutije – 1. Dio – krovni prozori

EN 13124-1 Prozori vrata zasloni- Metoda ispitivanja otpornosti na eksploziju

EN 13141-1 Ventilacija zgrada – Ispitivanje ventilacije stanova – 1. Dio – Uređaj postavljen s vanjske i unutarnje strane

EN 13141-3 Ventilacija zgrada – Ispitivanje ventilacije stanova – 3. Dio

EN 13363-1 – Sprave za zaštitu od sunca u kombinaciji s ostakljenjem – Proračun prijenosa solarnog zračenja i svjetlosti 1. Dio – Pojednostavljena metoda

ENV 13420 – Prozori – Ponašanje između različitih klimatskih uvjeta – Metoda ispitivanja

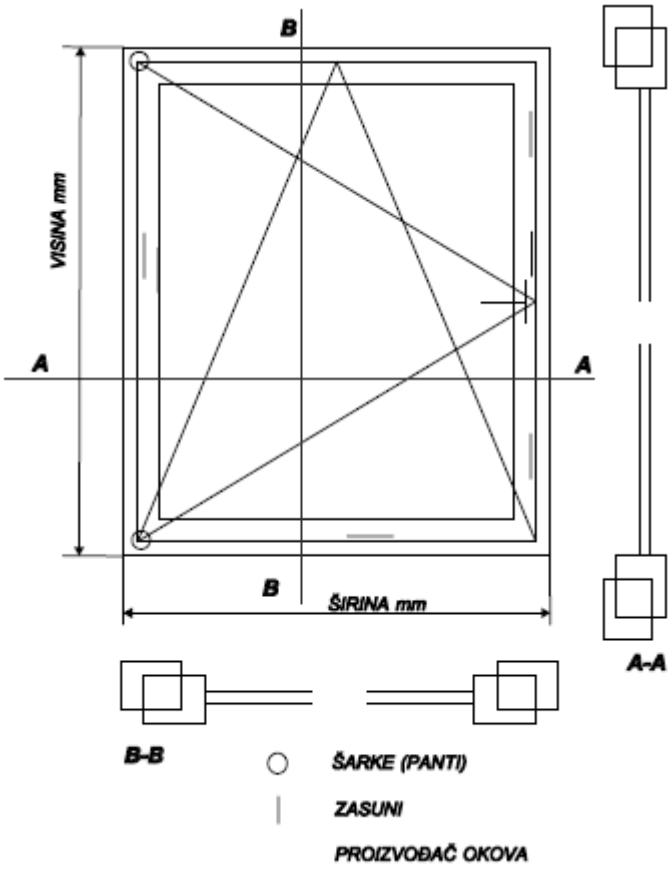
EN 13123-2 - Prozori vrata zasloni – Otpornost na eksploziju – Razredba i zahtjevi – 1.Dio

2.1.3 **Predmet ispitivanja**

Veličina uzorka za ispitivanje određena je maksimalnom prihvatljivom veličinom koja je zastupljena u proizvodnji, pod time se smatra da su dimenzije proizvoda (prozori i balkonska vrata) kako slijedi:

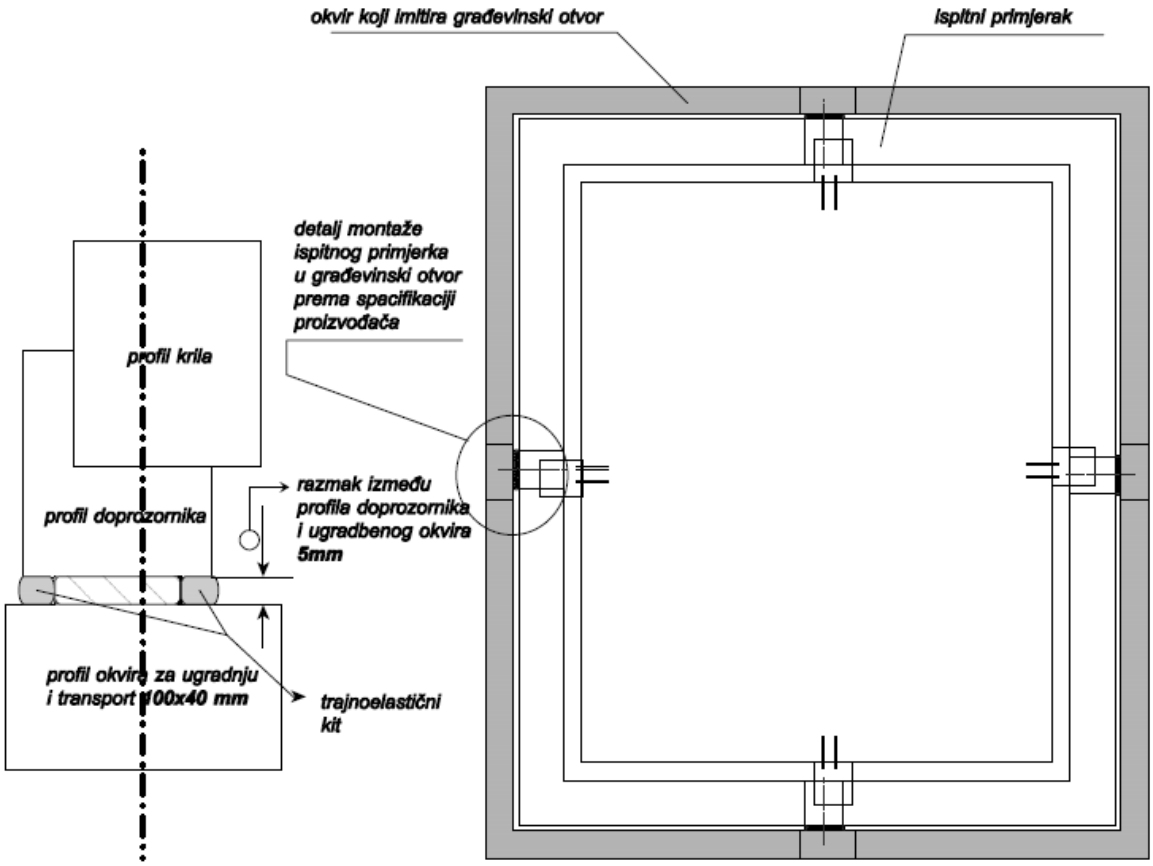
- prozori, dvokrilni, dimenzija 1400x1400 mm
- balkonska vrata, jednokrilna, 800x2100 mm

Ispituje se otklopno zaokretna varijanta otvaranja (OZ) (Slika 7). Ukoliko se ispituje proizvod koji odstupa od uobičajene konstrukcije, veličina se odabire u dogovoru s laboratorijem.



Slika 7. Prikaz uzorka za ispitivanje, zaokretno otklopni prozor (Baričić i dr., 2010)

Prema zahtjevima iz prethodnih normi, ispitni uzorak treba biti dostavljen u laboratorij ugrađen u otvor kao što će biti ugrađen u objektu (Slika 8).



Slika 8. Prikaz načina postavljanja prozora za ispitivanje (Baričić i dr., 2010)

Okvir treba biti izrađen iz pravokutne bešavne crne cijevi profila presjeka 40x100 mm. U okvir se ugrađuje prozor prema specifikaciji proizvođača, odnosno prema detalju ugradnje. Ugradnjom proizvoda u okvir, izbjegavaju se sve deformacije koje mogu nastati tijekom postavljanja na ispitnu stanicu, a rezultat dobiven tako, realno pokazuje sliku proizvoda koji je ugrađen u građevinski otvor.

Laboratorij može ugraditi proizvod u vlastiti okvir, jedino prema specifikaciji podnositelja zahtjeva koja treba biti dana na prethodni uvid i pod izravnim nadzorom proizvođača. Materijal za ugradnju dostavlja podnositelj zahtjeva.

2.2 NAJZNAČAJNIJA ISPITIVANJA PROZORA PREMA NORMAMA

2.2.1 Propusnost zraka, EN 1026

Ovim ispitivanjem prozora primjenjuje se niz utjecaja različitih tlakova zraka na sve elemente prozora. Maksimalno dopušteni pozitivni i negativni diferencijalni tlak iznosi 600 Pa. Ispitni tlak je pozitivan odnosno negativan ako je statički tlak zraka unutar komore ispitnog uređaja veći odnosno manji od onog izvan ispitne komore.

Klasifikacija rezultata temelji se na usporedbi rezultata propusnosti zraka ispitanog uzorka u odnosu na ukupnu dužinu i širinu otvora. Postoje četiri klase otpornosti, klasa 1, 2, 3 i 4. Klasa 1 opisuje uzorke s najvećim propuštanjem zraka, dok klasa 4 opisuje uzorke s najmanjem propuštanjem zraka. Da bi se zadovoljila bilo koja klasa, izmjerena propusnost zraka uzorka ne smije prijeći gornju granicu u bilo kojem koraku ispitnog tlaka u toj klasi (Walford, 2004).

Gornje granice klasa:

- klasa 1 ≤100 Pa
- klasa 2 ≤200 Pa
- klasa 3 ≤400 Pa
- klasa 4 ≤600 Pa

2.2.2 Nepropusnost vode, EN 1027

Primjenom određenih količina vodenih mlaznica na vanjsku stranu uzorka, povećava se razlika u tlaku uzorka s unutarnje strane. Mjere se tlakovi ispuštanja vode iz mlaznica, vrijeme i položaj eventualne penetracije vode. Maksimalni pozitivni diferencijalni tlak zraka je 300 Pa.

Klasifikacija rezultata temelji se na vodonepropusnosti ispitnog uzorka vezano uz ispitne tlakove i trajanje ispitivanja. Postoje devet klasa otpornosti, od 1A do 9A. Ove klase vrijede za uzorke pod ispitnim tlakom od 0-600 Pa. Za uzorke koji ostaju nepropusni pod tlakom iznad 600 Pa, uzima se klasa Exxx. Kod te klase, maksimalan tlak ispitivanja iznosi 750 Pa. Da bi se zadovoljilo bilo koju klasu, uzorak mora ostati vodonepropusan do pet minuta pri ispitnom tlaku postavljenom za tu klasu (Walford, 2004).

2.2.3 **Otpornost na udare vjetra, EN 12211**

Ispitivanje otpornosti na udar vjetra primjenjuje niz pozitivnih i negativnih ispitnih zračnih tlakova. Ispitni tlakovi podijeljeni su kao P1, P2 i P3, a mjeri se relativni progib uzorka.

Iznos ispitnih tlakova:

- P1±1000 Pa
- P2±2000Pa
- P3±3000Pa

Klasificiranje se temelji na usporedbi otpornosti na opterećenje vjetra ispitnog uzorka prilikom podvrgavanja ispitnim tlakovima. Postoje pet klasa otpornosti (od A1 do A5), klase A1 i A2 propisuju dozvoljene progibe, dok ostale klase određuju razinu oštećenja nastalu na uzorku nakon ispitivanja (Walford, 2004).

2.2.4 **Zvučno izolacijska svojstva, ISO 140-3**

Ovom normom određuju se postupci za određivanje zvučne izolacije između dviju prostorija u zgradi pomoću mjerenja zvučnog tlaka. Postupci su namijenjeni volumenu prostora u rasponu od 10 do 250m^3 u frekvencijskom području od 50 do 5000 Hz.

Rezultati ispitivanja mogu se upotrijebiti za kvantifikaciju, procjenu i usporedbu zvučne izolacije u nenamještenim i namještenim sobama (Šimetin, 2006).

2.2.5 **Toplinsko izolacijska svojstva EN ISO 12567-1**

Ovom normom propisuje se metoda ispitivanja toplinskog prijenosa prozora, a primjenjuje se na sve dijelove prozora; krila prozora, roleta, ostakljenja i spojeva.

Ispitivanje se bazira na mjerenju koeficijenta prolaska topline stakla, (Ug) i prozorskog krila, (Uw), te se na temelju njihovih rezultata vrše proračuni na godišnjoj razini potrošnje energije u prostoru (Šimetin, 2006).

3. ZAHTJEVI KOJIMA TREBAJU UDOVOLJAVATI PROZORI

Tehnički propis za prozore i vrata obuhvaća i propise za uštedu energije. Tehničkim se propisom za prozore i vrata ispunjavaju bitni zahtjevi za građevinu, propisuju tehnička svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode, prozore i vrata, koji se ugrađuju u građevine.

Propisani zahtjevi su: područje primjene, specificirana svojstva, potvrđivanje sukladnosti i označavanje, ispitivanje, održavanje svojstva, projektiranje i popis priznatih tehničkih pravila i norma(Narodne novine, 69/2006.)

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama propisuje Opće odredbe: tehničke zahtjeve u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava grijanja, ventilacije, hlađenja, klimatizacije, pripreme potrošne tople vode i rasvjete koje treba ispuniti prilikom projektiranja i građenja novih zgrada, te tijekom uporabe zgrada koje se griju na unutarnju temperaturu višu od 12°C.

Iz ovih propisa proizlazi godišnja potrebna toplinska energija za grijanje odnosno hlađenje;

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje, $Q_{h,nd}$ (kWh/a), jest računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade;

Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje, $Q_{c,nd}$ (kWh/a), jest računski određena količina topline koju sustavom hlađenja treba tijekom jedne godine odvesti iz zgrade za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja hlađenja zgrade (Narodne novine, 128/2015.).

Ovim radom prvenstveno želim ukazati na važnost ispitivanja i istraživanja proizvoda kao što su prozori, vrata i sličnih ostakljenih konstrukcija. Ispitivanja nam omogućuju poboljšanje proizvoda, bilo to novim materijalima ili preinakama u već postojećim. Zahvaljujući ekspanziji tehnologije u ispitivanju i proizvodnji novi bi proizvodi trebali biti sve kvalitetniji i pristupačniji.

3.1 ISPITIVANJE ZVUČNE IZOLACIJE PROZORA

Zvučna izolacija prozora bitno ovisi o:

- vrsti i debljini stakla
- materijalu okvira
- o brtvama unutar prozora, te brtvama između okvira prozora i zida
- vrsti prozorskog okova i
- utjecaj načina ugradnje prozora

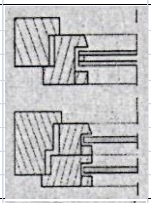
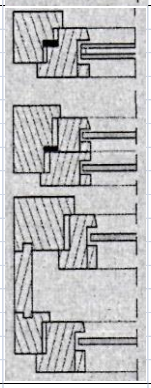
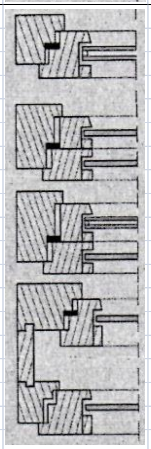
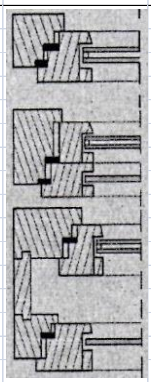
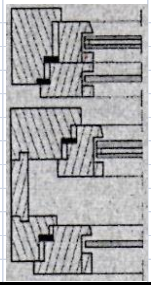
Zvučnu izolaciju moguće je poboljšati izborom debljine stakla, po broju i rasporedu slojeva stakla, te načinom ugradnje u prozorsko krilo. (Slika 9.). Materijali od kojih se radi okvir prozora mogu imati velik utjecaj na akustična svojstva prozora. Posebno lagani, šuplji profil i imaju tendenciju nepovoljnih akustičkih vrijednosti. To su primjerice okviri od plastike ili aluminija (Arnold i dr, 2012).

Ispitivanje zvučne izolacije prozora obuhvaća:

- zvučnu izolaciju ostakljenja
- zvučnu izolaciju doprozornika i okvira prozorskih krila
- zvučna izolacija spojeva i preklopa i
- zvučna izolacija uređaja i elemenata za provjetravanje koji se nalaze u prostoru

Pri postupku ispitivanja prozora i njegovih dijelova važno je izvor zvuka usmjeriti izravno prema ispitivanom dijelu. Zvuk koji dolazi pod određenim kutom ima manju vrijednost, do 5 dB od zvuka koji izravno dolazi do prozora. Zvuk koji se stvara u prostoriji mora biti stabilan i imati kontinuiranu frekvenciju. Dopušteno je istodobno koristiti više izvora zvuka, pod uvjetom da su istoga tipa i istovremeno se pokreću na istoj razini sličnim, ali nekoreliranim signalom. Mogu se koristiti kontinuirano pokretni zvučnici.

Uzorak koji se ispituje ugrađuje se unutar zvučne barijere, odnosno materijala čija je zvučna izolacija znatno veća od zvučne izolacije prozora i njegovih dijelova. Ispitivanje se radi u ispitnoj stanici pomoću uređaja koji služi kao izvor zvuka te uređaja koji bilježe jačinu zvuka, mjereno u decibelima (Arnoldn i dr, 2012).

Rw	Vrsta prozora (prema konstrukciji krila)	Broj brtvi	Slika	Dimenzije/zahtjev
25 dB	Jednostavan -s izolirajućim staklom	/		$\Sigma d_g \geq$ 6 mm SZR ≥ 8 mm ili izolacija sa $R_{wg} \geq$ 27 dB
25 dB	Dvostruki -sa spojenim krilima	/		Σdg ≥ 6 mm SZR bilo koji
30 dB	Jednostavan -s izolirajućim staklom	1		Σdg ≥ 6 mm SZR ≥ 12 mm ili izolacija sa Rwg ≥ 30 dB
30 dB	Dvostruki -sa spojenim krilima	1		Σdg ≥ 6 mm SZR ≥ 30 mm
30 dB	Dvostruki -s razmaknutim krilima	/		SZR bilo koji
35 dB	Jednostavan -s izolirajućim staklom	1		Σdg ≥ 10 mm SZR ≥ 16 mm ili izolacija sa Rwg ≥ 35 dB
35 dB	Dvostruki -sa spojenim krilima	1		Σdg ≥ 8 mm SZR ≥ 40 mm
35 dB	Dvostruki -sa spojenim krilima	1		4/12/4 - 6 SZR ≥ 40 mm
35 dB	Dvostruki -s razmaknutim krilima	1		SZR bilo koji
40 dB	Jednostavan -s izolirajućim staklom	2		izolacijsko staklo sa Rwg ≥ 42 dB
40 dB	Dvostruki -sa spojenim krilima	2		6/12/4 - 8 SZR ≥ 50 mm
40 dB	Dvostruki -s razmaknutim krilima	2		4/12/4 - 6 SZR ≥ 100 mm
45 dB	Dvostruki -sa spojenim krilima	2		6/12/4 - 8 SZR ≥ 100 mm
45 dB	Dvostruki -s razmaknutim krilima	2		8/12/4 - 8 SZR ≥ 60 mm

Slika 9. Smanjenje zvuka u ovisnosti o tipu i konstrukciji proizvoda (prilagođeno prema Arnold i dr., 2012)

3.2 ISPITIVANJE OTPORNOSTI NA PROVALU

Provala, odnosno nasilni ulazak označava primjenu fizičke ili sile alata s ciljem da otvori ili stvori prolaz sposoban za ulazak u zaštićeni prostor, prema normi su definirane dimenzije poprečnih presjeka:kružnica promjera 350 mm, elipse od 400 mm x 300 mm, pravokutnik dimenzija 400 mm x 250 mm.

Ispitivanje otpornosti na provalu vrše se prema normi DIN 18054 (1991).

3.2.1 Norma DIN 1627 VENV

Otpornost prozora na provalu opisana je klasom otpornosti DIN 1627 VENV. (Tablica 2.).

Tablica 2. Klase otpornosti provale (Huckfeld i dr, 2009)

Klasa otpornosti	Navodni rad počinitelja	Stan	Trgovina
KO 1	Počinitelj s upotrebom fizičke sile, kao što su udaranje, guranje ramenom, potezivanje bez alata	Vidljive komponente bez zaštite i rizika, rad s alatima već vidljiv, ili komponentama bez izravnog pristupa	
KO 2	Počinitelj s jednostavnom polugom	Predmeti bez novčane vrijednosti	
KO 3	Iskusni počinitelj s ciljanim napadom na objekt s polugom	Objekti sadržane vrijednosti, rizik u siromašnom području	
KO 4	Iskusni počinitelj s ciljanim napadom na imovinu, bez obzira na buku (poluga, udarci, bušenje)		Visoki stupanj zaštite, osiguranje imovine, zvučni signali
KO 5	Iskusni počinitelj s ciljanim napadom na objekt s mehaničkom i električnom opremom (pristup vozilom do objekta, napajanje)		Zaštitni objekt, rizik od napada uključujući sabotažu
KO 6	Kao KO 5, ali s povećanim vremenom i snažni alat (kutna brusilica s promjerom od 230 mm kružnog diska		

3.3 ISPITIVANJE PROZORA NA PROPUSNOST ZRAKA

Ispitivanje se bazira na količini prolaza zraka kroz spojeve između okvira prozora ili doprozornikai ispitnog uzorka, a izražava se u kubičnim metrima po satu, (m^3/h). Duljina spoja prozorskog okvira i doprozornika mora biti izražena u metrima, stvarne duljine brtvi postavljene u prozorske okvire ili u druge dijelove ispitnog uzorka nisu relevantne.

Prilikom ispitivanja, na ispitni uzorak primjenjuju se definiran niz negativnih i pozitivnih ispitnih tlakova, od 0-600 Pa. Mjerenje se vrši uređajem za mjerenje količine protoka zraka u komori s otvorenom stranom u koju se može staviti ispitni uzorak. Uređaj mora biti s točnošću od 5% za izmjerene vrijednosti za protok zraka veći od 1m^3/h i 0,05 m^3/h za strujanje zraka.

Rezultati se nakon mjerenja klasificiraju u klase od 1-4 (naslov 2.2.1)

3.4 ISPITIVANJE PROZORA NA OPTEREĆENJE VJETROM

Uz otpornost na opterećenje vjetrom, ispituju se i svojstva prozora na pozitivan i negativan pritisak zraka, uzrokovan vjetrom. Pozitivan pritisak odnosi se na povećanje tlaka unutar ispitne komore, simulirajući nalet vjetra. Negativan pritisak simulira stvaranje vakuuma (Huckfeld i dr., 2009).

3.4.1 POSTUPAK ISPITIVANJA

Temperatura i vlažnost okoline ispitnog prostora uzorka mora biti u rasponu od 10 do 30°C i 25 do 75% relativne vlažnosti zraka, a uzorak mora biti postavljen četiri sata prije ispitivanja. Ispitni uzorak postavlja se u definirano zatvoren položaj sukladno s uputama proizvođača. (Slika 10).

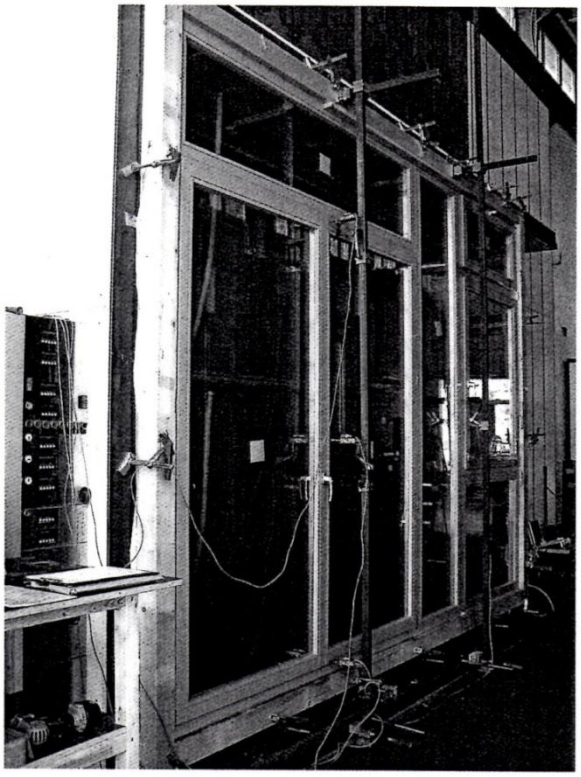
Pri ispitivanju prozora na pozitivni pritisak primjenjuju se tri tlačna impulsa, svaka za 10% veća od ispitnog tlaka P1 (naslov 2.2.3). Vrijeme postizanja maksimalnog tlaka ne smije biti manje od jedne sekunde i mora se održati najmanje tri sekunde. Ispitivanje prozora na negativni pritisak vrši se istom metodom kao i ispitivanje pozitivnim pritiskom. Prije ispitivanja na opterećenje vjetrom, na istom uzorku ispituje se propusnost zraka prema EN 1026.

Ispitivani uzorak mora biti ponovljenu 50 ciklusa, uključujući negativne i pozitivne tlakove. Slijedeći se ispitni tlak (P2) primjenjuje kao negativan, zatim kao pozitivan pritisak, također u slijedu od 50 impulsa. Nakon otvaranja i zatvaranja pokretnih dijelova ispitnog uzorka, bilježe se oštećenja ili greške natim funkcijama.

Ponavlja se ispitivanje propusnosti zraka u skladu s EN 1026. Ispitni tlak P3 primjenjuje se u jednom ciklusu uključujući negativni i pozitivni ispitni tlak.

3.4.2 **Norma DIN 1055-4**

Ova norma određuje dopuštene progibe, oštećenja i trajne deformacije na prozoru uzrokovane djelovanjem vjetra.



Slika 10. Ispitivanje deformacija pod opterećenjem vjetra (Huckfeld i dr., 2009)

3.4.3 Norma DIN EN 12211

Prema ovoj normi određuje se ponašanje prozora tijekom djelovanja vjetra, te se na temelju ispitnog tlaka u Paskalima (Pa) i klasi opterećenja vjetra, određuje otpornost prozora. (Tablica 3.).

Tablica 3. Ispitni tlak prema DIN EN 12211, (Huckfeld i dr., 2009)

Klasa opterećenja vjetra	Ispitni tlak (Pa)		
	P1	P2	P3
1	400	200	600
2	800	400	1200
3	1200	600	1800
4	1600	800	2400
5	2000	1000	3000
Exxxx	xxxx	/	/

P1 – pri ovom ispitnom tlaku ne događaju se trajne deformacije ili vidljiva oštećenja na uzorku

P2 – uzorkovanje pod ovim tlakom ponavlja se 50 puta

3.5 ISPITIVANJE PROZORA NA VODONEPROPUSNOST

Ispitivanje se vrši kontinuiranim raspršivanjem određene količine vode (minimalno 20,2 litre/minuti) na vanjsku površinu ispitnog uzorka. U intervalimase primjenjuju uvećani pozitivni ispitni tlakovi tijekom kojih se bilježe detalji o ispitnom tlaku i mjestu penetracije vode.

Prostor u kojem se ispituje uzorak je komora s otvorenom stranom na koju se može staviti ispitni uzorak. Komora mora biti konstruirana tako da ne utječe na rezultate ispitivanja. Za raspršivanje vode koristi se kružna konusna mlaznica s ovim karakteristikama: radni raspon kuta raspršivanja vode iznosi 120° te tlak u mlaznici mora moći postići razinu od dva do tri bara, odnosno prema specifikaciji proizvođača minimalno 20,2 litara/minuti.

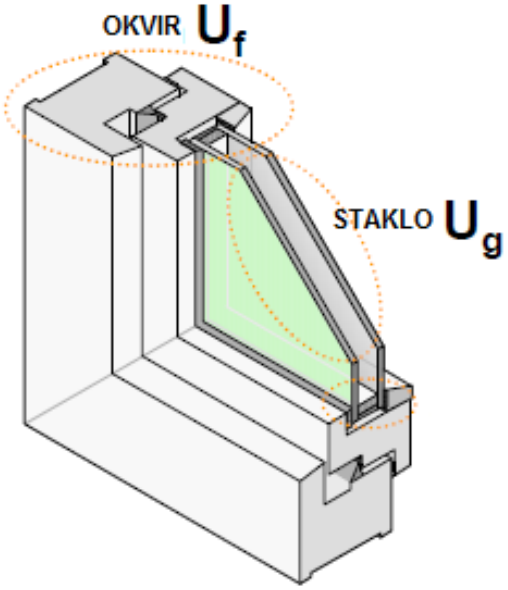
Vlaženje uzorka vrši se po cijeloj površini koja će vjerojatno biti vlažena u stvarnim uvjetima izloženosti.

3.6 ISPITIVANJE TOPLINSKO IZOLACIJSKIH SVOJSTVA PROZORA

Toplinski prijenos (U), mjeri se kalibriranom metodom. Određivanje prijenosa topline vrši se u dvije faze.

Prva faza uključuje mjerenja koja se vrše na dvije ili više referentnih ploča s točno poznatim toplinskim svojstvima, od kojih je površinski koeficijent prijenosa topline s obje strane ploče u prosjeku sličan ispitnom uzorku. U drugoj fazi vrši se mjerenje s ispitnim uzorcima. U komori za ispitivanje smješteni je uzorak koji djeluje kao idealizirani zid s visokim toplinskim otporom, te ventilatori koji služe za ravnomjerno postizanje temperature unutar ispitnog prostora, a kao izvor topline koristi se uređaj za emitiranje topline. Između uređaja smješta se ispitni uzorak, uređaj ima toplu i hladnu ploču, a temperature ploče održavaju se konstantnom pomoću termostata i temperaturnih regulatora. Debljina ploče u koju je uzorak ugrađen ne smije biti manja od 100 mm ili maksimalne debljine uzorka, ovisno o tome što je veće i mora biti konstruirana s jezgrom materijala stabilne toplinske vodljivosti ne veće od 0,04 W/m^{2}K.

Ispitivanjem se mjeri iznos koeficijenta toplinske vodljivosti, Ug za ostakljeni dio uzorka i Uw za prozorsko krilo. Prosječni vrijednosti iznosi: za Ug = 0,8 W/m^{2}K, a Uw = 1,1 W/m^{2}K.



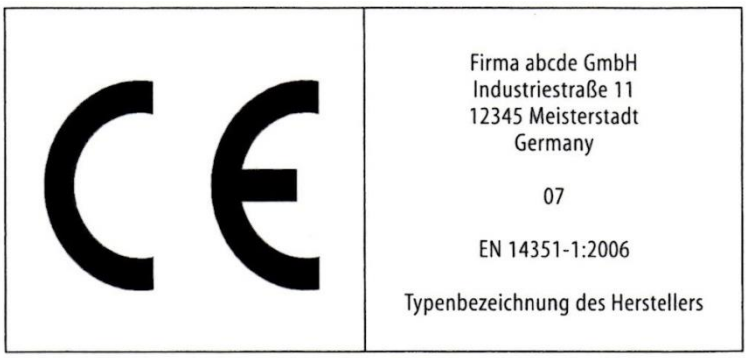
Slika 11. Prikaz elemenata za ispitivanje toplinskog koeficijenata prolaska topline (Anonymus 1, 2014)

3.7 OZNAKA CE

Kako bi se mogli prodavati u Europskom gospodarskom prostoru (EGP = članice EU-a + Lihtenštajn, Island i Norveška), mnogi proizvodi moraju nositi oznaku CE. Oznakom CE dokazuje se da je proizvod ocijenjen i da ispunjava sve zahtjeve EU-a u području sigurnosti, zdravlja i okoliša. Ona vrijedi za proizvode koji su proizvedeni na području EGP-a i izvan njega, a koji se zatim stavljaju na tržište na području EGP-a.

3.7.1 NORME I OZNAČAVANJE PROZORA CE OZNAKOM

Od 1. veljače 2010. godine prozori i vrata obuhvaćeni su normom DIN EN 14351-1 prije stavljanja na tržište u okviru CE oznake. Norma određuje način označavanja CE oznake te mjesto područja na proizvodu gdje se oznaka nalazi, a stavlja se kada je proizvod završen i spreman za tržište. Npr. u CE oznaku ulazi: naziv proizvođača, godina proizvodnje, norma za proizvod, (Slika 12.) a mjesto na kojem se stavlja oznaka na prozor je tik uz staklo (na mjestu spajanja okvira).



Slika 12. Primjer označavanja CE oznakom s potrebnim podacima, (Huckfeld i dr, 2009)

4. TIPIČNI DOMAĆI PROIZVODI I NJIHOVA SVOJSTVA

4.1 PREDNOST HRVATSKE KAO LOKACIJE ZA POSLOVANJE

Hrvatska se nalazi u južnom dijelu Srednje Europe, te u sjevernom dijelu Sredozemlja. Klima koja je umjereno kontinentalna u unutrašnjosti, te mediteranska u primorskom dijelu, pogoduje razvoju crnogoričnih i listopadnih šuma. S obzirom na to da pošumljeni teritorij Republike Hrvatske iznosi 2 688 687 ha, odnosno 47% kopnene površine države, drvna industrija mogla bi postati jedna od vodećih industrija u državi. Osim neiskorištenog gospodarskog i prirodnog potencijala, Hrvatska raspolaže i s kvalificiranom i motiviranom radnom snagom, s djelomično vrlo dobrim znanjem stranih jezika. Također tu je i dobro razvijena infrastruktura, odnosno ceste, telekomunikacije i luke.

Zahtjevi koji vode ka napretku drvne industrije su: poboljšanje ulagačke klime, više transparentnosti pri javnim natječajima, povećanje učinkovitosti javne uprave, poboljšanje pravnog sustava i pravne sigurnosti, provedba poreznih reformi...

Potraga za poslovnim partnerom/distributerom, i osnivanjem društva s ograničenom odgovornošću, hrvatsko i njemačko tržište povezalo se u tzv. trgovinsku komoru. Upravo je to, s više od 350 njemačkih i hrvatskih članova-tvrtki, najveća bilateralna komora u Hrvatskoj (Slika 13.). Osnovana je 30. listopada 2003. godine, i od tada je platforma za razmjenu iskustava i informacija.

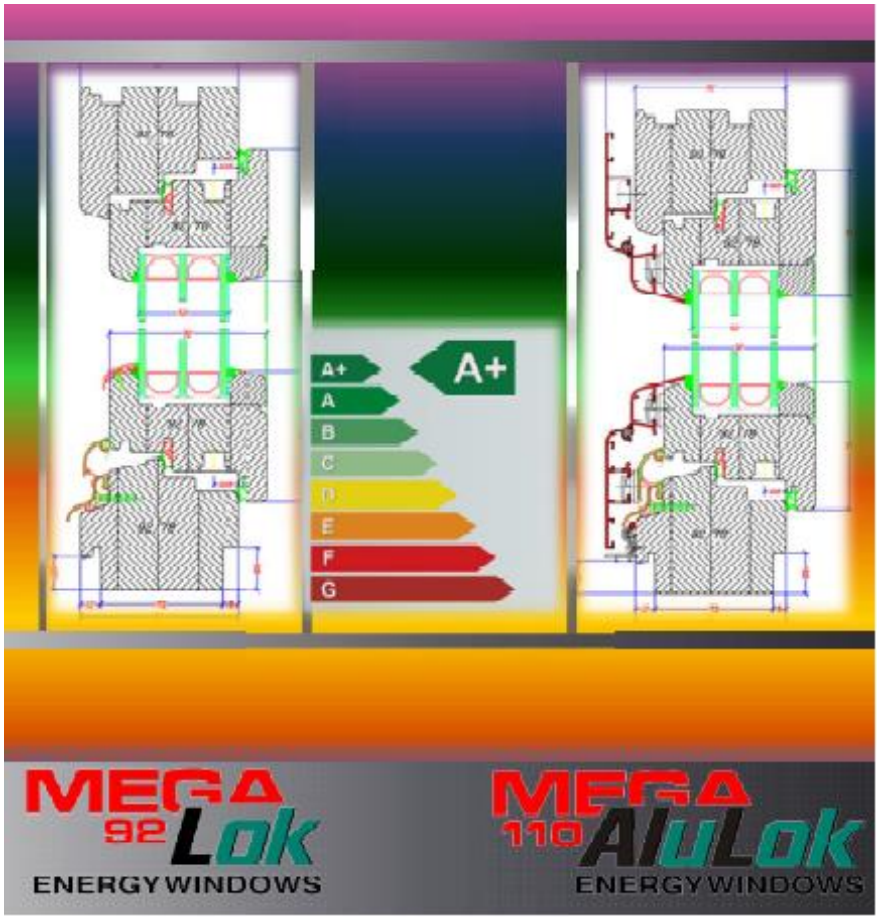
Slika 13. Njemačke tvrtke u Hrvatskoj, (http://kroatien.ahk.de, 2016)

4.2 LOKVE – prozori za niskoenergetsku i pasivnu gradnju

Prozori koje ova tvrtka plasira na tržište dolaze u dva oblika; Mega Lok 92 i Mega Alulok 110. (Slika 14.). Ovi prozori četverostruko su lamelirani te građeni od prirodnog materijala. Kvaliteta sirovine potvrđena je FSC certifikatom. FSC certifikacija znači da se šumom gospodari strogim ekonomskim, ekološkim i socijalnim standardima.

4.2.1 SVOJSTVA PROIZVODA

Također neke od značajki ovih prozora su i trostruka i četverostruka brtva, troslojno staklo od 52 mm debljine, vrijednost koeficijenta toplinskog prolaza topline (Uw)je 0,77 W/m^{2}K, te vrijednost koeficijenta toplinskog prolaza stakla (Ug) iznosi 0,5 W/m^{2}K.



Slika 14. Mega Lok 92 i Mega Lok 110, (http://lokve.com/, 2017)

4.3 PANA d.o.o.

Proizvodni asortiman ove tvrtke sastoji se od devet tipova prozora, po tri tipa drvenih (Slika 15.) i šest tipova drvo-aluminijskih prozora (Slika 16.). Kao sirovinu za izradu prozora koriste se ariš, smreka, jela i meranti.

4.3.1 SVOJSTVA PROIZVODA

Debljina drvenog profila prozora dolazi u tri dimenzije: 68, 80 i 92 mm. Okov može biti vidljivi ili skriveni, a nosivost mu je 80, odnosno 150 kg. Prozori dolaze s dvostrukim i trostrukim ostakljenjem i ugrađenim dvjema brtvama, te s mogućnošću ugrade treće. Iznos Uw za drvene prozore kreće se od 0,77-1,27 W/m^{2}K, a iznos Ug od 0,5-1W/m^{2}K.

Slika 15. PANA exclusiveclassic (http://www.pana.hr/proizvodi/prozori/,2017)

Slika 16. PANA premierpassivmodern (http://www.pana.hr/proizvodi/prozori/, 2017)

4.4 TROHADIL

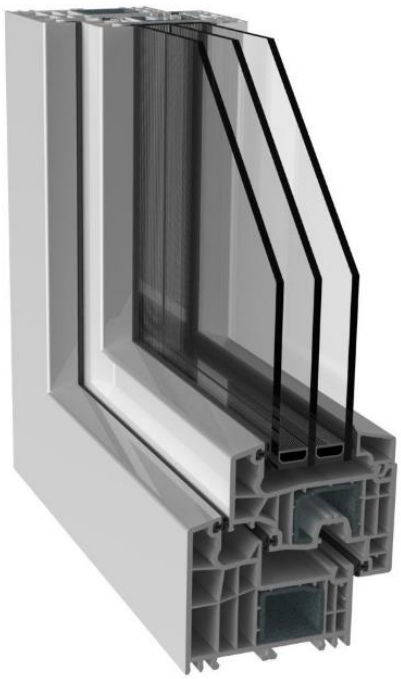
Tvornica prozora i vrata Trohadil bazira izradu svojih proizvoda iz PVC (poli vinil klorida) materijala, drva i aluminija. Njihov asortiman prozora obuhvaća nabrojene materijale i njihovu kombinaciju, a čine ga prozori: BlueEvolution, Exclusive, Plus, Premium 100 i Premium 110.

4.4.1 SVOJSTVA PROIZVODA

BlueEvolution prozori konstruirani su iz PVC materijala s trostrukim ostakljenjem.(Slika 17.) Ugradbena dubina iznosi 92 mm, a visina okvira prozora 118 mm. Moguća je i ugradnja izolacijskog stakla debljine 44 mm čija vrijednost Uw iznosi 0,83 W/m^{2}K, a Ug iznosi 0,6 W/m^{2}K.

Exclusive prozori su prozori za pasivne i niskoenergetske kuće s najboljom Uf vrijednošću na svijetu.

Ovi prozori izrađeni su u kombinaciji drva i aluminij.U kombinaciji s troslojnim staklom, Uw iznosi 0,63 W/m^{2}K, a Ug 0,5 W/m^{2}K. (Slika 18.).



Slika 17. Poprečni presjek prozora BlueEvolution (http://www.troha-dil.hr/, 2017)

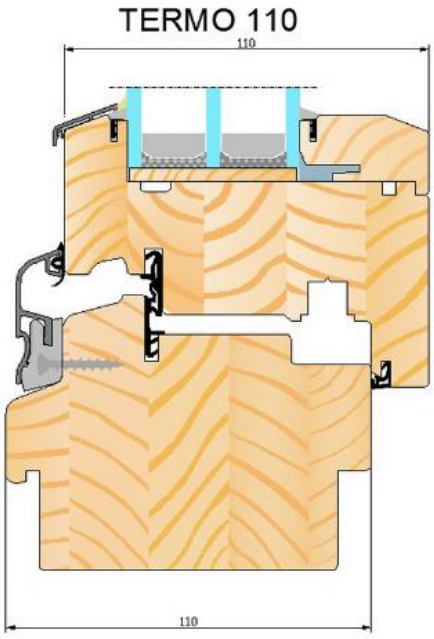
Slika 18. Poprečni presjek prozora Exclusive (http://www.troha-dil.hr/, 2017)

4.5 DOMET

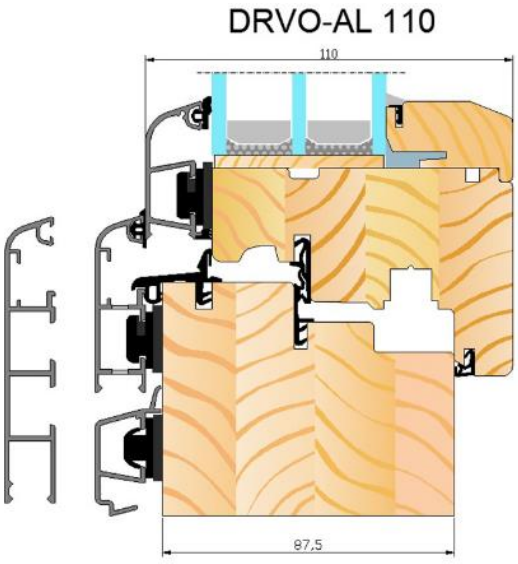
Drvo i kombinacija drvo-aluminija čine asortiman od sedam tipova prozora koje ova tvrtka nudi na tržištu. Neki od njih su drveni prozori Termo 110 i prozor drvo aluminij Termo 110 Drvo-Al. (Slika 19. i 20.).

4.5.1 SVOJSTVA PROZORA

Prozori dolaze u kombinaciji s dvije do četiri brtve, s konstrukcijom od lameliranog drva, dimenzijskih širina okvira od 68 do 110 mm. Ovisno o ostakljenju (dvostruko i trostruko), Ug vrijednosti iznose od 0,5 do 1,1 W/m^{2}K. Zvučna izolacija svih prozora iznosi 32 dB, a koeficijent toplinske vodljivosti varira:, Uw = 0,8-1,4 W/m^{2}K.



Slika 19. Poprečni presjek prozora Termo 110, (https://domet.hr/, 2017)



Slika 20. Poprečni presjek prozora Termo 110 Drvo-A(https://domet.hr/, 2017)

4.6 JELOVICA

Ova Slovenska tvrtka ima širok asortiman drvenih i drvo aluminijskih prozora, točnije osam tipova drvenih i pet tipova drvo aluminijskih prozora. Osim prozora modernog i klasičnog dizajna, tvrtka izrađuje i prozore koji služe kao replika u restauraciji povijesnih građevina i starijih kuća. (Slika 21.). Njihovi proizvodi mogu se naći u preko 25 Zemalja Europe.

4.6.1 SVOJSTVA PROZORA

Konstrukcija od lameliranog drva izrađuje se iz ariševine, smrekovine te hrastovnie. Prozori dolaze s dvostrukim i trostrukim ostakljenjem. Drveni prozori imaju Ug vrijednost od 0,6 do 1,1 W/m^{2}K. Kod Uw vrijednosti se kreću od 0,73 do 1,3 W/m^{2}K. Kod drvo aluminijskih vrijednost koeficijenata je nešto različita: Ug = 0,5-1,1 W/m^{2}K, a Uw = 0,76-1,3 W/m^{2}K.

Slika 21. Poprečni presjek prozora Jelostil (http://prozori-jelovica.com/hr/ , 2017)

4.7 M SORA

M Sora je Slovenska tvrtka s preko 20-tak tipova prozora. Proizvodnja se bazira na konstrukciji od drva, te kombinaciji drva i aluminija. Posebnost nekih proizvoda ove tvrtke je u lameliranoj konstrukciji prozora sa zračnim komorama unutar drva. (Slika 22.).

4.7.1 SVOJSTVA PROZORA

Prozori M Sore dimenzijskih su veličina (širina) od 68 do 124 mm, dvostruko i trostruko ostakljeni, s vrijednostima Ug od 0,5 do 1,1 W/m^{2}K i Uw od 0,65 do 1,3 W/m^{2}K. Zračne komore unutar okvira prozora služe kao bolji izolator topline i

Slika 22. Poprečni presjek prozora Natura PassivIZO (http://www.m-sora.si/hr/, 2017)

4.8 KONTINENTAL KISELJAK

Tvrtka Kontinental osnovana je u BiH, a na tržište osim prozora plasira i ostale proizvode tipa: vrata, grilja, škura, balkonskih vrata, ulaznih vrata. Proizvodnja prozora radi se serijski ali je moguća i izrada po želji kupaca. Elementi su izrađeni iz osnovnih vrsta drva kao što su ariš, jasen, hrast, smreka, jela, no također je moguća i izrada po želji iz egzotičnih vrsta drva. Asortiman prozora sastoji se od15-ak tipova drvenih i drvo aluminijskih prozora. Prozori kao Rusticexclusive i Bronzarusticexclusive imaju i estetska svojstva, presvlakom od aluminija s uzorkom oksidirane bronce daju dojam istrošenosti. (Slika 23.).

4.8.1 SVOJSTVA PROZORA

Prozori su trostruko lamelirani s dimenzijama poprečnog presjeka okvira najčešće 78 x 82 mm. Dvostruko i trostruko ostakljenje omogućuje toplinsku izolaciju, Ug = 0,5-1,2 W/m^{2}K i Uw = 0,7-1,2 W/m^{2}K.

Slika 23. Poprečni presjek prozora Rusticexclusive (http://www.kontinental.biz/, 2017)

5. ZAKLJUČCI

Najvažniju ulogu u ispitivanju prozora imaju norme. Norma je dokument donesen konsenzusom i odobren od priznatoga tijela, koji za opću i višekratnu uporabu daje pravila, upute ili značajke za djelatnosti ili njihove rezultate s ciljem postizanja najboljeg stupnja uređenosti u danome kontekstu. Prateći propisane norme, istraživanje se smatra pravovaljano u zemljama koje koriste iste norme. Samim time puno je lakše poboljšati proizvode i proizvodnju.

Norma 14351-1: 2010, za prozore i vrata, koja je detaljnije opisana u radu, uključuje važna ispitivanja i zahtjeve za prozore, pod koje spadaju:

- Propusnost zraka EN 1026,
- Nepropusnost vode EN 1027,
- Otpornost na udare vjetra EN 12211,
- Zvučno izolacijska svojstva ISO 140-3,
- Toplinsko izolacijska svojstva EN ISO 12567-1,
- Sigurnost u uporabi,
- Oslobađanje opasnih tvari i
- Trajnost

Postupak ispitivanja ovih normi, kao i uvid u hrvatsko te susjedno tržište prozora opisan je u radu. Proizvodi na opisanom tržištu pretežno su izrađeni iz sirovina stabala koje rastu na našim područjima, a najčešće su to sirovine poput jelovine, smrekovine, ariševine i hrastovine. Također svi proizvodi su minimalno trostruko lamelirani te dvostruko ostakljeni, a prosječna vrijednost koeficijenta prolaska topline iznosi: za staklo,U_g = 0,8 W/m^{2}K, a za prozorsko krilo ,U_w = 1,1 W/m^{2}K.

6. LITERATURA

KNJIGA

1. Arnold, U., Huckfeldt, T., Wenk, H.-J.2012. Holzfensterund – türen, Band II: Konstruktion, Anschlüsse, Oberflächen, Energieeinsparung, Rudolf MüllerGmbH&Co., Köln
2. Biluš, M., 2008.Energetska učinkovitost u zgradama: Problematika otvora i nova regulativa u Hrvatskoj, powerpoint prezentacija, Arhitektonski fakultet, Zagreb
3. Fučić, L., 2014. Građevni proizvodi zakonodavni okvir: Dani prozora, Ministarstvo graditeljstva, Zagreb
4. Huckfeld, T., Wenk, H-J., 2009. Holzfenster: Konstruktion, Schäden, Sainierung, Wartung, Rudolf MüllerGmbH&Co.,.Köln
5. Jakovac, G., 2008. Opći uvjeti za ispitivanje građevinske stolarije: Postupak ispitivanja, Euroinspekt,Zagreb
6. Murphy, R., 2010. TheSpecifiers'sGuide to Timber Windows, powerpoint prezentacija, Imperial College, London
7. Njemačko-hrvatska industrijska i trgovinska komora, 2016., Glas, Fensterund transparente Fassaden im Bestad, ArbeitsunterlagenfürEnergieberater, Berlin
8. North American Fenestration Standard, 2011. Specyfingwindows and doorsusingperformancestandard,powerpoint prezentacija, American ArhitecturalManufacturersAssociation,
9. Okičić, D., 2014. Povezivanje tržišta te aktivnosti i projekti na području energetske učinkovitosti, Njemačko-hrvatska industrijska i trgovinska komora, Zagreb
10. Pech, A., Pommer, G., Zeininger, J., 2005.Baukonstruktionen: Fenster, Springer-Verlag/Wien, Beč
11. Šimetin, V., 2006. Građevinska fizika: Zaštita drvenih zgrada od topline, vlage i zvuka, powerpoint prezentacija, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb
12. Walford, M., 2004. Test report: Weathertightnesstest on anAlitherm 47 openinwarddoor to BSENs 1026, 1027 and 12211, powerpoint prezentacija, Smart Systems Ltd, Yatton

ČLANCI

1. Baričić, T., Kantoci, M., 2010. Opći uvjeti za ispitivanje grđevinske stolarije, Euroinspekt, Zagreb
2. Horman, I., Martinović, D., 2002. Temperaturna polja u prozorima, Drvna industrija 53(1)3-8, Zagreb

JEDINICA S INTERNETA

1. Domet, Prozori i klizne stijene, https://domet.hr/, 2017.
2. Hrvatske šume, Šume u Hrvatskoj, http://portal.hrsume.hr/index.php/hr/, 2017.
3. Jelovica, Drveni prozori, http://www.prozori-jelovica.com/, 2017.
4. Kontinental, Proizvodnja prvoklasne građevne stolarije,http://www.kontinental.biz/, 2017.

5. Lokve qualitywindows, Lokve prozori, http://lokve.com/,2017.
6. M Sora, trgovina in proizvodnja, http://www.m-sora.si/hr/, 2017.
7. Narodne novine: 2006. Tehnički propis za prozore i vrata, Narodne novine, br. 69, Zagreb
8. Narodne novine: 2015. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Narodne novine, br. 128, Zagreb
9. Pana međimurje grupa, Pana prozori, http://www.pana.hr/proizvodi/prozori/#drvo, 2017.
10. TrohaDil, Prozori i vrata, http://www.troha-dil.hr/, 2017