

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI



PRIRUČNIK ZA RADNIKE
ZAJEDNIČKI DIO, ETICS SUSTAVI I UGRADNJA STOLARIJE

IMPRESSUM:

Urednici i autori:

Graditeljska škola Čakovec
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Dizajn i prijelom:

Antonija Čičak

ISBN:

978-953-8168-09-3

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000960603.

Tisak:

TISKARA ZELINA d.d.
Katarine Krizmanić 1, 10380 Sveti Ivan Zelina

Odgovornost za sadržaj ove publikacije preuzimaju isključivo autori. Njihov sadržaj ne odražava nužno službena stajališta Europske unije. EASME niti Europska komisija nisu odgovorni za bilo kakvo korištenje sadržanim informacijama.

Nakladnik:

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

© Sva prava pridržava konzorcij CROSKILLS II.

Zagreb, 2017.



**PRIRUČNIK ZA RADNIKE
ZAJEDNIČKI DIO, ETICS SUSTAVI
I UGRADNJA STOLARIJE**



USUSRET ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI U ZGRADARSTVU

Međunarodno, ali i hrvatsko zakonodavstvo u području zgradarstva određuje sve strože zahtjeve u pogledu energetske učinkovitosti i energetske svojstva zgrada. Gradnja zgrada gotovo nulte energije, kao i energetska obnova postojećih zgrada, vrlo su složeni procesi koji zahtijevaju promjenu dosadašnjeg načina razmišljanja i izvođenja građevinskih radova. Najveći utjecaj na kvalitetu zgrade u smislu energetske učinkovitosti ima ovojnica zgrade, i to ne samo vrste upotrijebljenih materijala već i izvedba pojedinih detalja.

Iskustvo je pokazalo kako je kvaliteta izvedenih radova na novim zgradama kao i na energetski obnovljenim zgradama nažalost često upitna. Nastale građevinske štete u posljednjih nekoliko godina pokazuju da su mnogi radovi, unatoč upotrebi visokokvalitetnih materijala, izvedeni nestručno.

S tim ciljem pokrenut je **projekt CROSKILLS** koji je usmjeren na izradu programa kontinuirane izobrazbe građevinskih radnika za stjecanje znanja u području energetske učinkovitosti u zgradarstvu. Obrazovanje prema programu CROSKILLS omogućuje savladavanje zahtjevnih izazova postavljenih pred građevinske radnike i obrtnike u smislu visoke kvalitete izvođenja radova, pažljivog izvođenja i najsitnijih detalja na vanjskoj ovojnici zgrade te ugradnje tehničkih sustava. Dodatno, razvijaju se novi proizvodi za koje je često potrebno dodatno znanje i vještine kako bi se pravilno ugradili.

U skladu s navedenim, potrebno se pripremiti za blisku budućnost kada će tržište zahtijevati specijaliziranu obuku i posebno certificiranje građevinskih radnika u području energetske učinkovitosti. Ovaj priručnik namijenjen je polaznicima za stjecanje vještina i znanja za gradnju zgrada po načelu energetske učinkovitosti. Polaznici će imati priliku na jednostavan način naučiti kako prepoznati i izvesti pojedine detalje ključne za izgradnju energetski učinkovitih zgrada te će se upoznati s posljedicama koje se događaju u slučajevima neprikladne izvedbe pojedinih radova. Priručnik je podijeljen u tri cjeline: ZAJEDNIČKI DIO, ETICS i UGRADNJA STOLARIJE. Temelj kvalitetne obnove i gradnje zgrada u okviru energetske učinkovitosti su vještine građevinskih radnika.



TOWARDS ENERGY EFFICIENCY BUILDINGS

Both international and the corresponding Croatian legislation have been strengthening the requirements in the field of energy efficiency and energy performance of buildings. Construction of nearly zero energy buildings and energy renovation of existing buildings are complex processes that require a change in the current way of planning and conducting construction work. Building envelope bears the biggest impact on the quality of buildings in terms of energy efficiency - this applies not only to the materials used but also to the performance of details.

Experience has shown that the quality of workmanship on new and renovated buildings in the frame of energy efficiency is often questionable. Construction damage observed in the recent years shows that the use of quality materials does not guarantee good quality workmanship.

CROSKILLS project has been launched with the aim of developing a life-long learning program for the construction workers to acquire knowledge in the field of energy efficiency in buildings. Education under the CROSKILLS curriculum enables to overcome demanding challenges faced by construction workers and craftsmen in terms of high quality of the works, careful performance even of the smallest details on the building envelope and installation of technical systems. In addition, installation of newly developed construction products often requires additional knowledge and skills.

Accordingly, it is necessary to prepare for the near future when the market will require specialized training and special certification of construction workers in the area of energy efficiency. This manual is intended for workers to acquire skills and knowledge for the construction of energy-efficient buildings. Training participants will have the opportunity to learn simple ways of identifying and carrying out certain details crucial for constructing an energy-efficient building, as well as familiarise themselves with the consequences of poor workmanship. The manual is divided into three parts: COMMON PART, ETICS SYSTEMS and MOUNTING OF EXTERIOR JOINERY. The skills of construction workers are the basis of good and energy efficient renovation and construction of buildings.

ZAJEDNIČKI DIO

| | |
|---|----|
| 1 ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADARSTVU | 9 |
| 1.1 KAKVO JE STANJE U HRVATSKOJ?..... | 9 |
| 1.2 POJMOVI BITNI ZA ENERGETSKU UČINKOVITOST | 10 |
| 2 GRAĐEVINSKI OTPAD | 11 |
| 3 SURADNJA S OSTALIM SUDIONICIMA U GRADNJI | 11 |
| 4 ZAŠTITA NA RADU | 12 |
| 5 ZAŠTITA OD POŽARA | 13 |
| 6 POZNAVANJE NACRTA | 14 |
| 7 ELEMENTI ZGRADE | 15 |
| 8 SUSTAVI ZA ZAŠTITU OD SUNČEVOG ZRAČENJA | 15 |
| 9 TOPLINSKI MOSTOVI | 16 |
| 10 KONTROLA KVALITETE GRAĐENJA | 19 |

ETICS SUSTAVI

| | |
|---|----|
| 1 ETICS SUSTAVI | 27 |
| 1.1 STRUKTURA SUSTAVA | 27 |
| 1.2 IZVOĐENJE | 29 |
| 1.3 GREŠKE IZVOĐENJA ETICS SUSTAVA..... | 50 |

UGRADNJA VANJSKE STOLARIJE

| | |
|--|----|
| 1 UGRADNJA VANJSKE STOLARIJE | 55 |
| 1.1 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU FOLIJA I EKSPANDIRAJUĆE BRTVE | 59 |
| 1.2 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU FOLIJA..... | 60 |
| 1.3 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU BRTVENIH TRAKA..... | 61 |
| 1.4 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU RAL PVC LETVICA..... | 61 |
| 1.5 ISPITIVANJE ZRAKONEPROPUSNOSTI UGRAĐENE STOLARIJE | 62 |
| 1.6 UGRADNJA PROZORSKE KLUPČICE..... | 63 |

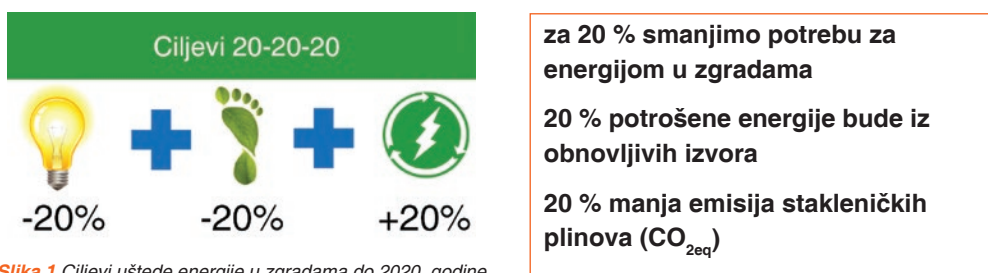
KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI



PRIRUČNIK ZA RADNIKE
ZAJEDNIČKI DIO

1 ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADARSTVU

Sve zemlje članice Europske Unije (EU), uključujući i Hrvatsku prepoznale su sektor zgradarstva kao područje s najvećim potencijalom za uštedu energije. Same zgrade troše preko 40 % proizvedene energije. Iz tog razloga postavili smo si cilj koji treba ispuniti do 2020. godine:



Slika 1 Ciljevi uštede energije u zgradama do 2020. godine

Postoje ciljevi koje treba zadovoljiti i do 2030. godine, koji su još zahtjevniji, zbog čega i zgrade koje će se u budućnosti graditi imaju strože zahtjeve gradnje, koje radnici moraju ispuniti.

1.1 KAKVO JE STANJE U HRVATSKOJ?

U Hrvatskoj ima puno zgrada koje nisu adekvatno izgrađene (nisu dovršene) ili su u dosta lošem stanju (otpada žbuka s fasade).



Slika 2 Kuće bez završne žbuke (nedovršene)



Slika 3 Postoji svijest o potrebi ugradnje toplinske izolacije, ali na neprimjeren način

Postoji svijest o energetske učinkovitosti, ali ima dosta primjera neodgovarajuće izvedbe energetske obnove. Takva izvedba često rezultira većom štetom (pojava vlage, gljivica...) nego koristi (manji računi za energiju).

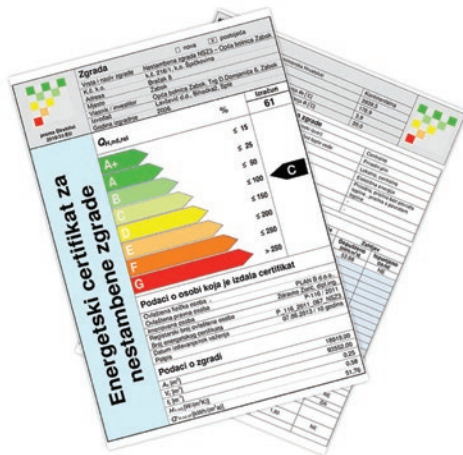
Kako se radi o zahtjevnim građevinskim radovima potrebno je da te radove izvode educirani radnici.

1.2 POJMOVI BITNI ZA ENERGETSKU UČINKOVITOST

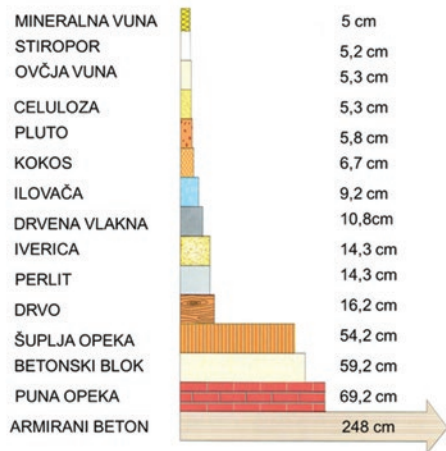
Energetski certifikat – dokument koji nam kaže kakva su energetska svojstva zgrade i svrstava zgradu u energetske razrede. Što je zgrada kvalitetnije energetske izvedena imat će bolji razred (A+).

U energetske certifikatu se navodi koliko zgrada troši energije za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju, potrošnu toplu vodu i rasvjetu.

Koeficijent prolaska topline kroz građevni dio zgrade, U [W/m^2K] – veličina koja nam kaže koliko prođe topline kroz element zgrade (zid, pod, krov, prozor, vrata...) izrađen od jednog ili više materijala. Što je manja U vrijednost, to znači da je taj element bolji izolator.



Slika 4 Primjer energetske certifikata za zgradu



Slika 5 Koliko treba biti debljina elementa izrađena od različitih materijala, a da imaju ista toplinsko-izolacijska svojstva

Ovojnica zgrade – svi dijelovi zgrade koji dijele grijani prostor od negrijanog ili vanjskog prostora.

Toplinski mostovi – dijelovi ovojnice zgrade kod kojih dolazi do povećanog prolaženja topline. Lagano se mogu otkriti metodom infracrvene termografije (snimanje IC kamerom).

Obnovljivi izvori energije – tehnički sustavi u zgradi ili u blizini kojima se energija iz obnovljivih izvora (sunce, voda, vjetar, ...) pretvara u energiju za grijanje ili hlađenje ili u električnu energiju.

Niskoenergetska kuća, pasivna kuća, zgrada gotovo nulte energije – zgrade kakve će se graditi ubuduće, koje imaju velike zahtjeve za uštedom energije, a da pritom budu zadovoljeni svi uvjeti ugodnog boravka u njima.

2 GRAĐEVINSKI OTPAD



ECO-SANDWICH®
– fasadni element
izrađen od
recikliranog
betona i opeke.

Slika 6 Građevinski otpad i ventilirani fasadni panel izrađen od recikliranog betona i opeke

Tijekom izvođenja građevinskih radova (gradnja nove zgrade i obnova zgrade) nastaje građevinski otpad. Taj otpad treba na gradilištu razvrstati jer tako razvrstani otpad se lakše zbrinjava. Time se povećava mogućnost i korištenja takvog otpada kao sirovine za proizvodnju novog proizvoda (recikliranje).

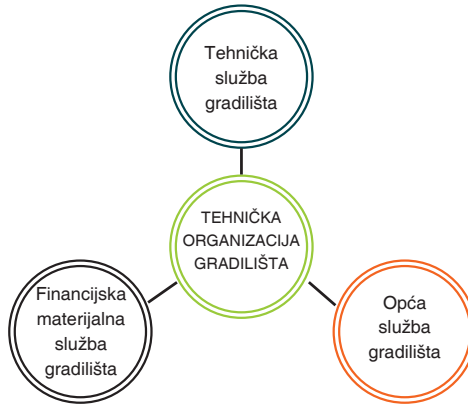
3 SURADNJA S OSTALIM SUDIONICIMA U GRADNJI

Tko su sve sudionici u gradnji? To su investitor, projektant, revident, izvođač, nadzorni inženjer.

Građevinski radnici sudjeluju u gradnji kao izvođači građevinskih radova.

Poslodavci kod radnika cijene vještine kao što su ove: motiviranost za posao, savjesnost

u rješavanju zadataka, jasno izražavanje stavova koji doprinose povjerenju kod kolega, hvatanje u koštac s problemima, uspješan rad u grupi-timu, prihvaćanje kritike i učenje na greškama.



Slika 7 Službe na gradilištu koje osiguravaju da gradilište može biti učinkovito

4 ZAŠTITA NA RADU



Slika 8 Primjer ne pridržavanja mjere zaštite na radu (prijevoz radnika na nezaštićenoj platformi)

Na gradilištu, ali i prilikom izvođenja praktičnog dijela izobrazbe:

- Svaki radnik mora biti osposobljen za rad na siguran način!
- Svaki radnik mora koristiti osobna zaštitna sredstva!
- Svaki radnik mora biti informiran o materijalima koje koristi!

5 ZAŠTITA OD POŽARA

Da bi nastao požar trebaju biti istovremeno ispunjena 3 faktora: goriva tvar, kisik i temperature paljenja gorive tvari.

Danas se zgrade grade s nekim vrlo zapaljivim materijalima i zato treba **puno pažnje usmjeriti na zaštitu od požara tijekom gradnje**, kao i kasnije tijekom upotrebe.

Paziti na mogućnost širenja požara kod ventiliranih fasada, zelenih fasada ili kod fasada i krovova gdje su ugrađeni fotonaponski paneli.



Razred reakcije na požar građevinskih materijala

A1 A2 B C D E F
NEGORIVI MATERIJALI

A1 – kamena vuna

E – ekspanzirani polistiren (EPS)

E – ekstrudirani polistiren (XPS)

**PAZITI S KAKVIM
 MATERIJALIMA
 SE GRADE
 NOVE ZGRADE
 I ENERGETSKI
 OBNAVLJAJU
 POSTOJEĆE
 ZGRADE**

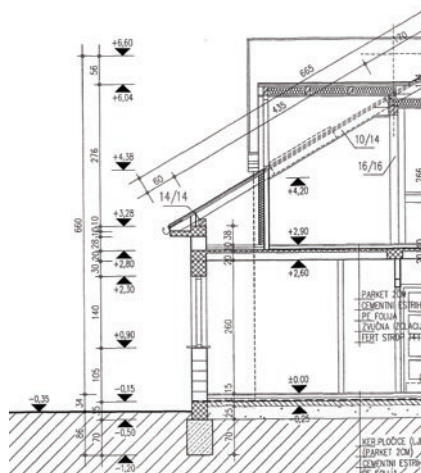
**Obavezna ugradnja
 protupožarnih
 barijera i pojaseva od
 negorivih materijala.**



Slika 9 Uzorci (u punoj veličini h=8 m) za ispitivanje otpornosti ETICS fasada na požar, za vrijeme i nakon požara

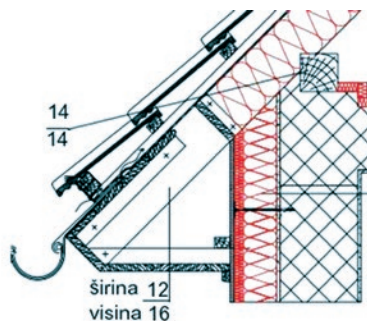
6 POZNAVANJE NACRTA

Nacrti su tehnički crteži koji nam pokazuju pomoću simbola elemente od kojih se zgrada sastoji. Ti elementi mogu biti prikazani u tlocrtu, pogledu ili npr. presjeku, kako se vidi na slici. Sve dimenzije se izražavaju u cm ili mm.



Slika 10 Primjer nacrtu - presjek

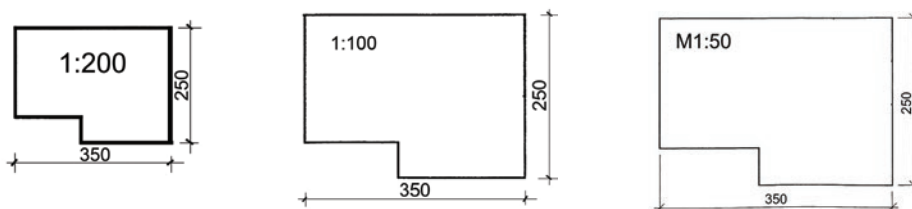
Bitni dijelovi zgrade se crtaju na detaljnim nacrtima.



Slika 11 Detaljan nacrt – spoj zida i krova

Svi nacrti se crtaju u mjerilima. Mjerila su različita, za različite vrste nacrtu, od 1:5, 1:10, 1:50, 1:100, 1:200.

Na slici možete vidjeti isti nacrt, nacrtan u različitim mjerilima. Bez obzira na mjerilo u nacrtima se uvijek navode stvarne veličine elemenata koji su prikazani na nacrtu.



Slika 12 Primjer nacrtu prikazanog u različitim mjerilima

7 ELEMENTI ZGRADE

Građevni dio zgrade je glavni dio tijela zgrade (npr. zid, pod, krov, građevinski otvor i dr.). Građevne dijelove (ovojnica) na kontaktu između grijanog prostora i vanjskog prostora i/ili negrijanih prostora, te tla potrebno je toplinski izolirati na odgovarajući način. Građevni dijelovi grijane zgrade, koji graniče s vanjskim zrakom ili negrijanim prostorijama, projektiraju se i izvode tako da se spriječi nastajanje građevinske štete.

Najveće dozvoljene vrijednosti koeficijenta prolaska topline U [W/m^2K] za pojedine dijelove zgrade definirane su u važećim pravilnicima i propisima. Potrebno naglasiti da su maksimalno dopuštene U -vrijednosti podložne promjenama, te su zahtjevi sve stroži.

TREBA PRATITI VAŽEĆE PROPISE.

Zgrade možemo podijeliti prema:

- namjeni (obiteljske kuće, višestambene zgrade, škole, bolnice, uredske zgrade...);
- tipu konstrukcije (masivna, skeletna, kombinirana,...);
- načinu gradnje (monolitne-građene na gradilištu, montažne, polumontažne);
- vrsti materijala za elemente nosive konstrukcije armiranobetonske, drvene, metalne, zidane...).

Svi nosivi elementi zgrade (zidovi, krovovi, podovi, stupovi, prozori, vrata, dimnjaci, ...) doprinose GUBITKU topline, pa ih je potrebno toplinski izolirati.

8 SUSTAVI ZA ZAŠTITU OD SUNČEVOG ZRAČENJA

Zagrijavanje od Sunca nam je povoljno u hladnijim mjesecima (zimi), ali nepovoljno u ljetnim mjesecima jer uzrokuje pregrijavanje prostora, pa često trošimo energiju za hlađenje zgrada.

Postoje različiti sustavi kojima možemo smanjiti utjecaj zagrijavanja od Sunca i osigurati ugodniju klimu unutrašnjeg prostora, a bez dodatnog trošenja energije.

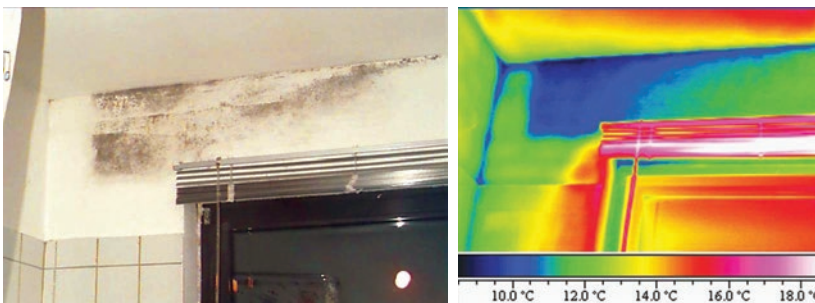
Takvi sustavi su npr. rolete, tende, brisoleji i drugo (*Slika 13*).



Slika 13 Primjeri različitih sustava zaštite od sunca (izolirane rolete, pomične i fiksne brisoleje, elektrokromirano staklo-pametno staklo)

9 TOPLINSKI MOSTOVI

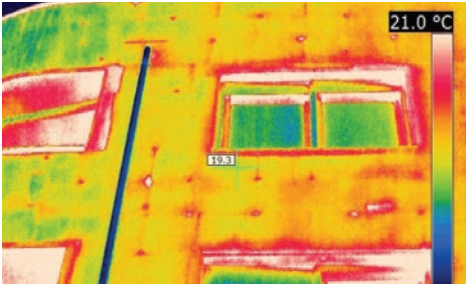
- Toplinski mostovi su mjesta na ovojnci zgrade kod kojih je povećan gubitak topline (točkasti, linijski, geometrijski, uvjetovani promjenom materijala, konstruktivni, zračni, kombinirani).
- Unutarnja površina na tim mjestima je hladnija, pa time pogodnija za kondenzaciju vodene pare, stvaranja plijesni, gljivica...



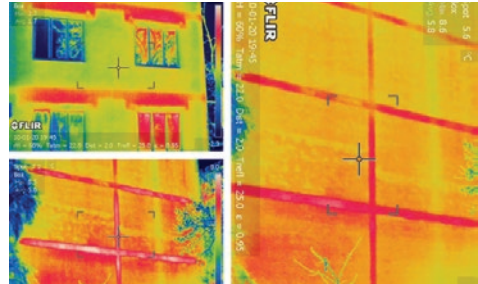
Slika 14 AB nadvoj – linijski toplinski most (digitalna fotografija i termogram)

Posebnu pažnju treba obratiti na rješavanje toplinskih mostova u energetski učinkovitim zgradama (kod njih je dodatno izražen utjecaj toplinskih mostova)

Infracrvena termografija – metoda za otkrivanje toplinskih mostova

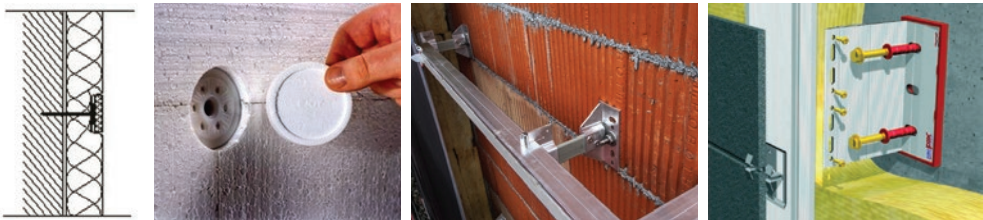


Slika 15 Točkasti toplinski mostovi



Slika 16 Linijski toplinski mostovi

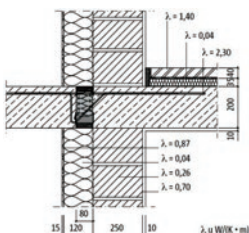
Toplinske mostove ne možemo izbjeći, ali možemo pažljivim izvođenjem radova znatno smanjiti njihov utjecaj.



Slika 17 Primjeri ugradnje specijaliziranih proizvoda za smanjenje točkastih toplinskih mostova

Prekidi toplinskog mosta kod nosača ventiliranih fasada

Prekid konstrukcije - nosivi toplinsko-izolacijski element se sastoji od nosive čelične konstrukcije (armatura) i izolacijskog sloja od ekspaniranog polistirena (EPS-a).



Slika 18 Primjer ugradnje specijaliziranog elementa za prekid linijskog toplinskog mosta

Energetska obnova postojeće zgrade – BALKON – toplinski most



Slika 19 Primjer energetske obnove zgrade – prekid toplinskog mosta (balkon), ugradnjom predgotovljenog balkona ili izvedbom samostojeće nosive konstrukcije balkona

Rješavanje toplinskog mosta i prijenosa zvuka na stubištima



Slika 20 Ugradnja predgotovljenih elemenata stubišta s riješenim detaljima toplinskih mostova i prijenosa zvuka

Smanjenje utjecaja toplinskih mostova – toplinska izolacija temelja XPSom i dodatnom izolacijom stupa



Slika 21 Izoliranje temelja toplinskom izolacijom

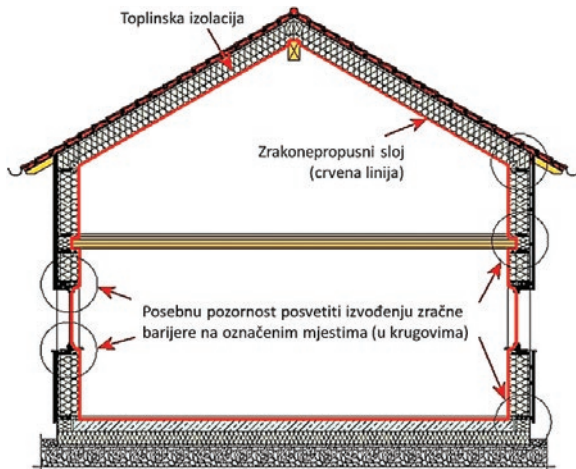


Slika 22 Produljenje toplinske izolacije stupa (zeleno)

10 KONTROLA KVALITETE GRAĐENJA

Jedan od osnovnih uvjeta za postizanje standarda niskoenergetske ili pasivne gradnje, uz kvalitetnu toplinsku izolaciju, je **zrakonepropusna izvedba vanjske ovojnice zgrade**.

Što to znači?



Zračna barijera mora kontinuirano obujmiti cijelu ovojnicu zgrade, bez „dizanja olovke“ u svim presjecima (jedini izuzetak su otvori za ventilaciju).

DETALJNO IZVOĐENJE !
ODGOVORNOST
IZVOĐAČA POJEDINIH
RADOVA

Slika 23 Crvena linija označava zrakonepropusnu ovojnicu, s posebnim naglaskom na kritična mjesta

ZRAKOPROPUSNOST zgrade je mjera nekontroliranog propuštanja (infiltracije) zraka kroz vanjsku ovojnicu zgrade.



Slika 24 Dozvoljene –nedozvoljene izmjene zraka; otkrivena izmjena zraka IC termografijom

Zgrade koje troše malu količinu energije za grijanje i hlađenje (energetski razred A+, A i B) moraju udovoljiti i zahtjevu o minimalnoj zrakopropusnosti kroz vanjsku ovojnicu zgrade.

ZRAKOPROPUSNOST SE MOŽE ISPITATI

BLOWER DOOR TEST = ispitivanje zrakopropusnosti (rezultat ispitivanja je n_{50} broj izmjenjena volumena zraka u satu (L/h) pri razlici tlakova 50 Pa)

Za vrijeme ispitivanja moguće je otkriti mjesta infiltracije zraka pomoću:

- Hladnog dima,
- Termalnim anemometrom,
- Termografijom (infracrvenom).

Prije ispitivanja treba:

- Zatvoriti sve prozore i vrata,
- Otvoriti sva unutarnja vrata,
- Isključiti sustav grijanja i zagrijavanja vode,
- Ugasiti vatru i počistiti pepeo u peći na drva,
- Pustiti vodu u sifone,
- Zabrtviti otvore od mehaničke ventilacije.



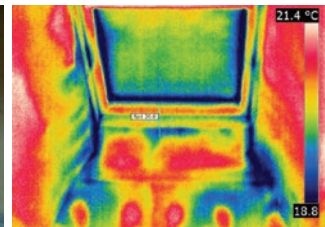
Slika 25 Uređaj za mjerenje zrakopropusnosti zgrade (BLOWER DOOR)



Hladni dim



Termalni anemometar



IC termografija

Slika 26 Detaljno otkrivanje mjesta propuštanja zraka (nije ispunjen uvjet zrakonepropusnosti)

Na kojim mjestima u zgradi prolazi najviše zraka?

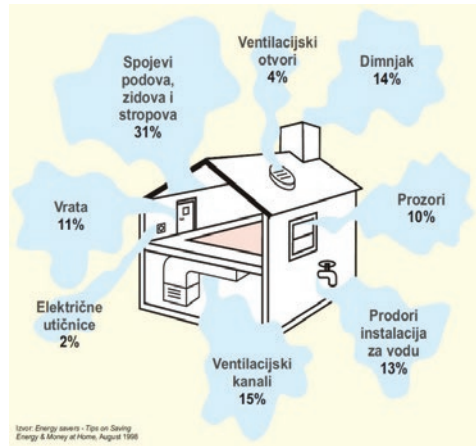
Kroz prozore i vrata prolazi oko 20 % zraka, a kroz spojeve zidova, stropova i podova više od 30 %.

Ostalih čak 50 % infiltracije zraka prolazi kroz detalje (utičnice, ventilacija u sanitarijama, instalacije za vodu...).

ZBOG TOGA TREBA PAZITI NA IZVEDBU BRTVLJENJA I NAJSITNIJIH DETALJA.

Zrakonepropusnost postižemo postavljanjem parne brane između toplinske izolacije i unutarnje obloge prostora.

Izuzetno je važno kvalitetno zalijepiti i zabrtviti sve spojeve parne brane, jer greške u ovom segmentu znače s jedne strane gubitak energije, a istovremeno i dobitak neželjene vlage u konstrukciju.



Slika 27 Najčešća mjesta u zgradi gdje su otkrivene greške (propuštanje zraka)



Parnu branu okrenuti na pravu stranu (vidi se natpis)



Koristiti specijalne trake za brtvljenje (ne univerzalne)



Koristiti specijalne kitove (ne univerzalne)

Slika 28 Pravilno izvođenje brtvljenja prodora kroz zrakonepropusni sloj (parnu branu). Upotreba pogrešnog materijala za izvedbu zrakonepropusnog sloja može uzrokovati štetu.



Slika 29 Štete nastale upotrebom neadekvatnih materijala za brtvljenje zrakonepropusnog sloja

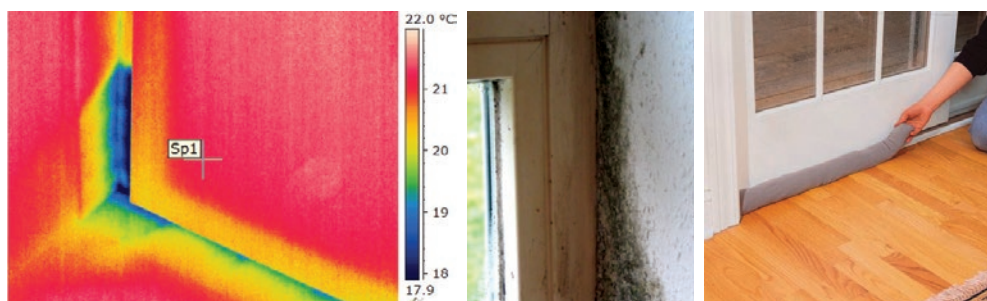
MATERIJALI ZA ZRAKONEPROPUSNI SLOJ:

- Folije (parne brane, pametne parne brane), brtvene mase, unutarnje žbuke, gips ploče, beton čelik, drvene ploče (OSB ploče debljine min. 18 mm, šperploče), specijalne razvodne kutije s gumenom opnom, gumene manžete i brtve za prolaz instalacija.

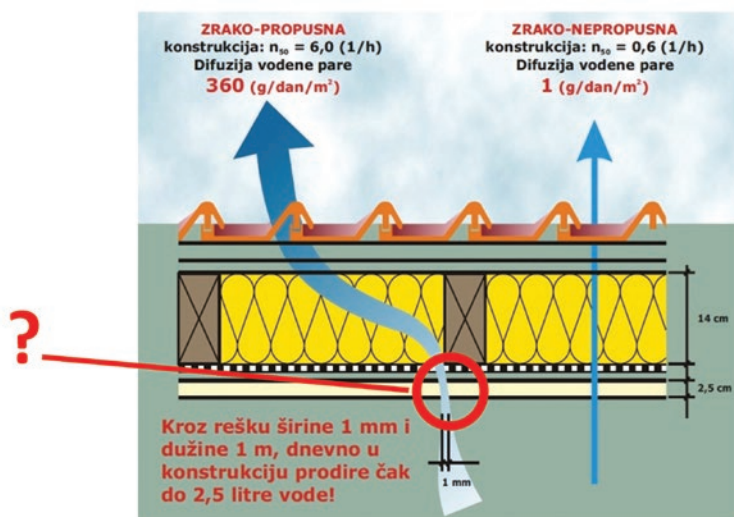
GREŠKE U IZVEDBI ZRAKONEPROPUSNOG SLOJA

Neppravilna izvedba zrakonepropusnosti ovojnice se može ispitati pomoću IC termografije!

Greške mogu uzrokovati: veću potrošnju energije (veći iznos računa), nekontroliranu izmjenu zraka, lošu zvučnu izolaciju, procurivanje vode, stvaranje plijesni i gljivica, osjećaj neugode (strujanje, propuh).



Slika 30 Primjeri infiltracije zraka, uzrokovanje pojave plijesni i neophodna zaštita od strujanja zraka



Slika 31 Kolika količina vode prođe u konstrukciju kroz rešku debljine 1 mm i duljine 1 m?

POSljedica GREŠKE U ZRakONEPROPUSNOM SLOJU



Slika 32 Nekontroliran ulazak zraka u hladniji dio ovojnice uzrokuje propadanje materijala



Slika 33 Primjeri nepravilnog brtvljenja prodora i ugradnje elemenata (nije osigurana zrakonepropusnost)

PRIMJERI PRAVILNE UGRADNJE ZRakONEPROPUSNOG SLOJA



Pravilno brtvljenje proboja kroz parnu branu



Brtvljenje spoja zida i poda posebnim trakama; RAL ugradnja vrata



RAL ugradnja prozora u sloj toplinske izolacije s reduciranjem toplinskog mosta od nosača prozora (zeleno)



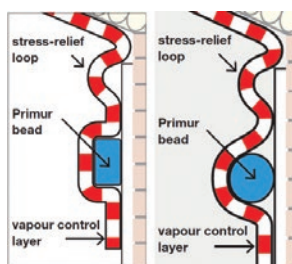
Ugradnja razvodnih kutija s gumenom opnom



Pravilno spajanje parne brane s konstruktivnim elementima



Ugradnja dodatne folije na mjestu loma



Folija ne smije biti nategnuta, već postavljena labavo, kako bi mogla raditi s konstrukcijom bez da se ošteti



Brtvljenje oko drvenih nosača



Pričvršćenje podkonstrukcije za oblogu gipskartonskim pločama preko parne brane (dozvoljeno, ako se dovoljno stisnu obje letve podkonstrukcije)

Slika 34 Primjeri pravilne izvedbe prodora i ugradnje posebnih elemenata kako bi se osigurala zrakonepropusnost ovojnice zgrade

UGRADNJA ZRAKOEPROPUSNOG SLOJA NA KONSTRUKCIJU DRVENOG KROVA



Izgled spoja ljepljen jednostruko ljepljivim trakama

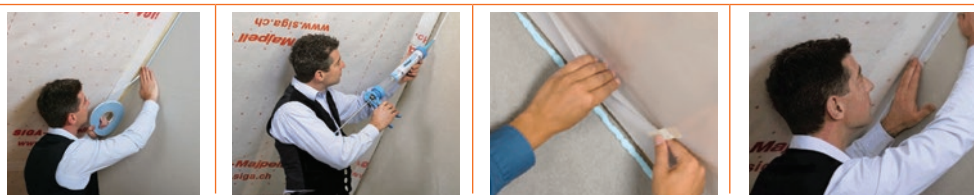


Brtvljenje proboja: polatrake na foliju, a pola na cijev



Malim komadima trake obujmiti cijelu cijev

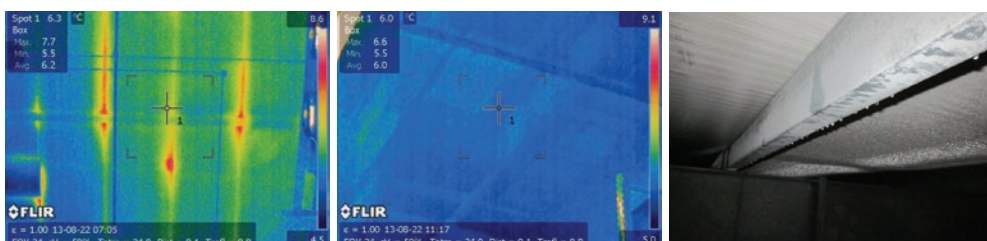
Slika 35 Izvedba brtvljenja zrakonepropusnog sloja pomoću ljepljivih traka (specijalne)



Na čistu podlogu nanijeti obostrano ljepljivu traku ili specijalnu brtvenu masu i čvrsto pritisnuti po cijeloj dužini spoja

Slika 36 Izvedba brtvljenja zrakonepropusnog sloja pomoću brtvene mase

BRTVLJENJE LAGANIH SENDVIČ PANELA



Nezabrtvljeni spoj panela

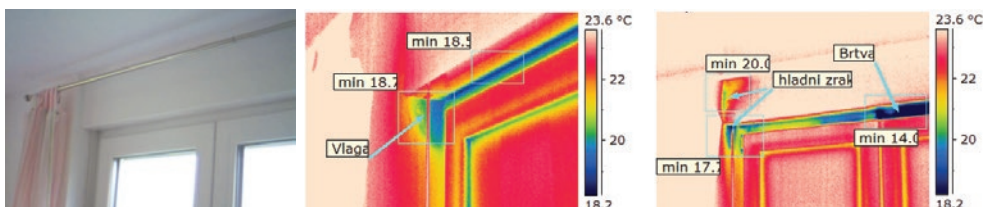
Zabrtvljeni spoj panela

Kondenzacija vodene pare

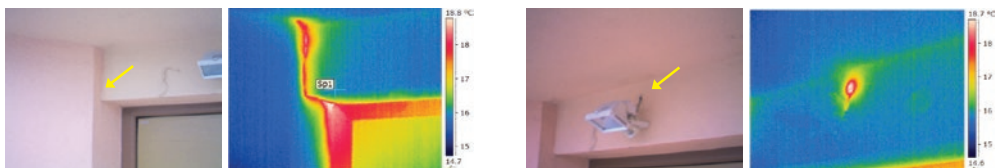
Slika 37 Termogram laganog sendvič panela- nezabrtvljen (krivo) i zabrtvljen; kondenzacija vode kod nezabrtvljenog panela

PRIMJERI GREŠAKA OTKRIVENI IC TERMOGRAFIJOM

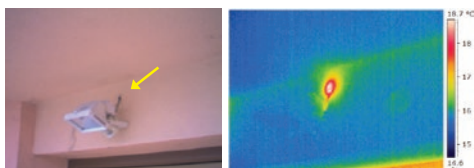
Infracrvenom termografijom je moguće otkriti greške još tijekom izvođenja radova.



Slika 38 Reška između kutije za rolete i zida uzrokuje infiltraciju zraka. Temperatura na tom području je niža za nekoliko stupnjeva i to je uzrok pojave vlaženja tog dijela zida



Slika 39 Reška na spoju nadvoja i zida je mjesto procurivanja toplog i vlažnog zraka, što uzrokuje gubitak topline i vlaženje slojeva ovojnice zgrade (toplinski most)



Slika 40 Prodor električnih instalacija nije pravilno izveden (zabrtvljen) pa na tom mjestu dolazi do gubitka topline (toplinski most)

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI



PRIRUČNIK ZA RADNIKE
ETICS SUSTAVI

1 ETICS SUSTAVI

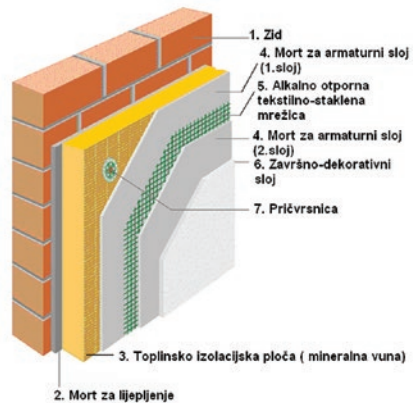
1.1 STRUKTURA SUSTAVA

Jedan od najčešćih načina zadovoljavanja uvjeta uštede energije i toplinske zaštite vanjskih zidova je uporaba povezanog sustava za vanjsku toplinsku izolaciju – ETICS (WDVS, nekad DEMIT).

ETICS je na gradilištu izveden sustav koji se sastoji iz tvornički proizvedenih proizvoda.

VAŽNO!

ETICS se isporučuje KAO SUSTAV od strane proizvođača i sadržava sustavu prilagođene komponente (Slika 1).



Slika 1 Presjek strukture ETICS sustava

ETICS sustav se izvodi u fazama, (Slika 2):

- lijepljenje toplinsko-izolacijskog materijala,
- dodatno mehaničko učvršćivanje (prema potrebi),
- ugradnja armaturnog sloja,
- ugradnja završno-dekorativne žbuke s predpremazom.



Slika 2 Osnovne faze izvođenja ETICS sustava

SVE SE KOMPONENTE ETICS SUSTAVA ODABIRU OVISNO O SPECIFIČNOSTI SUSTAVA I PODLOGE.



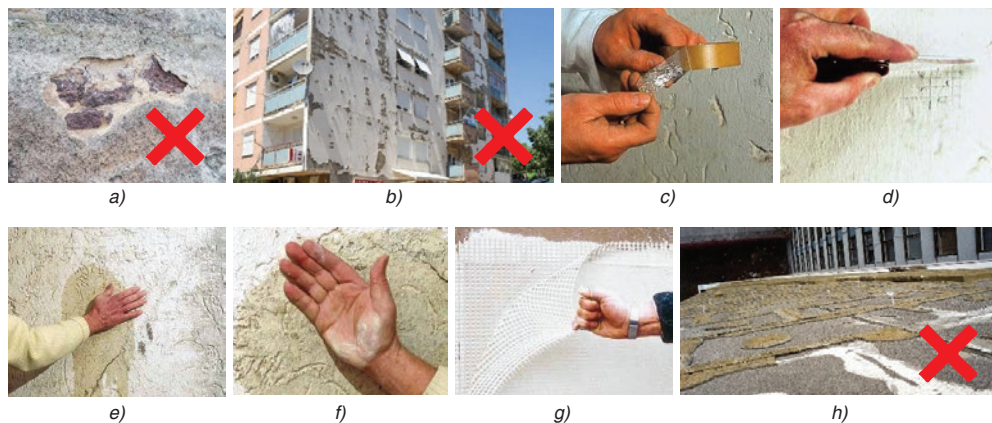
Slika 3 Izvedba ETICS sustava na različite vrste podloga: porobeton, opeka, OSB ploče, postojeća žbuka dobre kvalitete

Podloge (Slika 3):

- Neožbukane nove podloge - za nanošenje ETICS-a pogodne su sljedeće podloge: puna i šuplja opeka, šuplji i puni blokovi, beton, porasti beton i cementno vezani blokovi s drvenom strugotinom, betonskom jezgrom, sa ili bez integrirane dodatne izolacije.
- Starogradnja i/ili postojeće ožbukane podloge - za postavu ETICS-a važna je provjera i priprema podloge, a svi tipovi ETICS-a moraju se dodatno mehanički pričvrstiti.
- Drvene podloge i lagane građevinske ploče - važno je da su zaštićene od vlage.
- Ostale podloge - OSB ploče, cement-vlaknaste ploče i gips -vlaknaste ploče.

Provjera i procjena podloge:

Metode ispitivanja pogodnosti podloge za ugradnju ETICS-a uključuju: vizualnu provjeru, test brisanjem dlanom ili tamnom tkaninom, test grebanjem ili zarezivanjem, test močenjem, provjera ravnosti zida i provjera prionjivosti na obojenim podlogama, (Slika 4).



Slika 4 a) i b) postojeća žbuka loše kvalitete; c) – g) načini ispitivanja postojeće žbuke prije izvođenja novog ETICS sustava; h) pala fasada uslijed lijepljenja na lošu podlogu i lošeg tiplanja

Provjera prionjivosti na obojenim podlogama (*Slika 4g*): staklenu mrežicu dimenzija najmanje 30×30 cm položiti u mort za armaturni sloj debljine 3 do 5 mm predviđenog sustava tako da dio mrežice ostane slobodan; nakon najmanje tri dana sušenja prilikom povlačenja mrežice ne smije doći do odvajanja morta od podloge.

UKOLIKO JE UTVRĐENO DA JE PODLOGA DOVOLJNE ČVRSTOĆE, ONA MORA BITI RAVNA, ČISTA, NEMASNA, OTPRAŠENA, SUHA – KONZULTIRATI SE S PROIZVOĐAČEM SUSTAVA UKOLIKO JE POTREBNO.

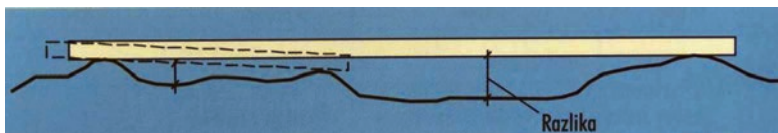
1.2 IZVOĐENJE

Prije početka izvođenja potrebno je riješiti:

- odvođenje oborinskih voda: postavljene strehe, okapnice, žljebovi itd.;
- unutarnje žbukanje, postavljanje estriha itd., a ugrađeni materijali trebaju biti osušeni prema napatku proizvođača;
- postavljena vanjska stolarija;
- postavljene sve vanjske instalacije;
- ravnina podloge mora biti u skladu s *Tablica 1*.

| Razmak mjernih točaka [m] | 0,1 | 1 | 4 | 10 | ≥ 15 |
|---|-----|----|----|----|------|
| Dozvoljene vrijednosti za nezavršene zidove i donje strane ploča [mm] | 5 | 10 | 15 | 25 | 30 |

Tablica 1 Provjera ravnosti podloge



1.2.1 Podnožja, područje prskanja vodom i dodira s tlom:

U području podnožja, prskanja vodom i dodira s tlom, potrebno je **obratiti pozornost na posebne mehaničke zahtjeve i zahtjeve uvjetovane vlagom.**

Toplinska izolacija dijelova građevine u dodiru s tlom naziva se perimetarna izolacija koja se postavlja na vanjskoj strani tog dijela građevine izvan ETICS-a, (*Slika 5*), obično se **koriste materijali koji ne upijaju vodu**, kao što je npr. XPS.



Slika 5 Toplinska izolacija zida prema tlu



Slika 6 Uvučeno podnožje -vizualizacija



Slika 7 Početni profil i element za spajanje početnih profila



Slika 8 Set za montažu sokla profila, vijak, spojnica, podmetač

1.2.2 Spoj s podnožjem:

Kod **uvučenog podnožja**, (*Slika 6*), donji završetak ETICS-a izvodi se primjenom **U-profila za podnožje** (*Slika 7*) bez perforacija na donjoj strani. Razmaci između zida i profila za podnožja zatvaraju se odgovarajućim materijalima (npr. ljepilom, trakama za brtvljenje i sl.) da se osigura zrakonepropusna izvedba.

Profil za podnožje pričvršćuje se odgovarajućim pričvrsnicama na razmaku od cca 30 cm, kao i na krajevima. Neravnine podloge izjednačavaju se razmaknicama („distancerima“), a spojevi izvode odgovarajućim spojnim elementima, *Slika 8*.

Kod izvedbe **podnožja u ravnini s pročeljem** i različitim završnim slojem toplinsko-izolacijski materijal za podnožje spaja se na fasadni u istoj ravnini. **Armaturni sloj izvodi se preko oba materijala**, a završno-dekorativni sloj podnožja odvaja se od završno-dekorativnog sloja ETICS-a.

Područje prskanja vodom zahtjeva toplinsko-izolacijski materijal koji ne upija vodu i postavlja se na području podnožja, visine minimalno 20-30 cm iznad površine od koje se odbija kiša.

1.2.3 Izolacija u dodiru s tlom:

Nakon određivanja budućeg nivoa tla sve dijelove sustava u dodiru s tlom potrebno je obraditi vodootpornim slojem (npr. masa za hidroizolaciju, bitumenski premaz i sl.) i zaštititi čepastom folijom, (*Slika 9*).



Slika 9 Hidroizolacija podruma, toplinska izolacija XPS-om i zaštita toplinske izolacije čepastom folijom

1.2.4 Miješanje i nanošenje morta za lijepljenje:

Kod nanošenja ljepila treba obratiti pozornost na: između toplinsko-izolacijskog materijala i podloge ne smije doći do strujanja zraka kako bi se izbjegao „efekt dimnjaka“ (strujanje zraka između podloge i toplinske izolacije).

Toplinsko-izolacijski materijal mora biti jednoliko pritisnut na podlogu po svojoj površini kako bi se izbjegle deformacije (efekt madraca ili jastuka, *Slika 10*).



Slika 10 Deformacije kod toplinsko-izolacijskih materijala, shematski

1. Metoda „rubno-točkastog“ nanošenja ljepila

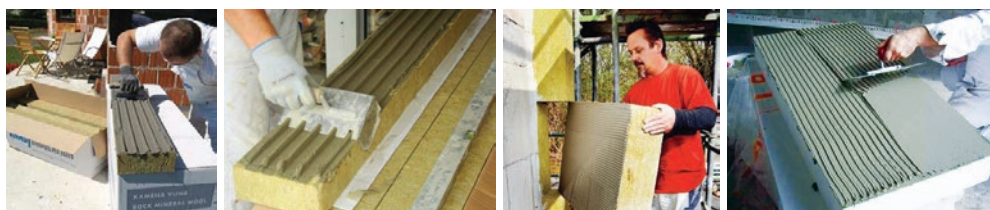
- Koristi se za lijepljenje ploča toplinske izolacije od EPS-a i mineralne vune
- Ljepilo se po svim rubovima toplinsko-izolacijskog materijala nanosi u trakama širine cca 5 cm te po sredini na najmanje tri točke promjera 15 cm, *Slika 11*.
- Maksimalna debljina sloja ljepila ne smije biti veća od 15 mm, odnosno prema tehničkoj uputi proizvođača.
- **Ljepilo mora pokrivati minimalno 40 % površine ploče**
- Zbog poboljšanja prionjivosti ljepila na neobrađenoj površini ploče provodi se utiskivanje ljepila u tankom sloju neposredno prije nanošenja ljepila (po površini predviđenoj za lijepljenje, *Slika 11*).



Slika 11 Ručno nanošenje morta za lijepljenje metodom „rubno-točkastog“ nanošenja uz izvođenje kontaktnog sloja kod ploča od mineralne vune

2. Metoda potpunog pokrivnog nanošenja ljepila

- Koristi se za lijepljenje ploča od EPS-a kao i ploča/lamela od mineralne vune
- Ljepilo se ručno nanosi nazubljenim gladilicom (zub minimalno 10 mm) na TI materijal.
- Ljepilo se može nanijeti po cijeloj površini samo kada se radi o glatkim, ravnim podlogama (npr. betonskim ili žbukanim podlogama, Slika 12).
- Zbog poboljšanja prionjivosti ljepila na neobrađenoj površini ploče/lamele provodi se utiskivanje ljepila u tankom sloju neposredno prije nanošenja ljepila (po površini predviđenoj za lijepljenje, Slika 11).



Slika 12 Metoda potpunog pokrivnog (punoplošnog) nanošenja morta za lijepljenje

3. Strojno nanošenje ljepila

Kod strojnog nanošenja ljepilo se nanosi gusjeničasto naokolo uz rub te u sredini u obliku slova W ili M. Dio površine pod ljepilom (kontaktna površina) $\geq 70\%$. Nije dopušteno strojno ili ručno nanošenje ljepila na zid i polaganje ploče toplinske izolacije u posteljicu od ljepila, Slika 13.



Slika 13 Strojno nanošenje morta za lijepljenje metodom „rubno-točkastog“ na ploče, a ne direktno na zid



Slika 14 Jednokomponentno PUR ljepilo za lijepljenje EPS-a

4. Poliuretansko ljepilo

- U novije vrijeme javljaju se jednokomponentna nisko ekspanzirajuća poliuretanska (PUR) ljepila za pričvršćivanje ploča od EPS-a, XPS-a, MW za TI zgrada kao dio ETICS sustava, Slika 14.
- Podloga za nanošenje ovakvih ljepila mora biti čvrsta, suha, čista, glatka, bez masti.
- PUR ljepilo se nanosi na rubove ploče držeći udaljenost od otprilike 2 cm od rubova.



Slika 17 Postavljanje toplinsko-izolacijske ploče oko prozora – rezanje ploča

Neravnine koje nastaju na dodirima pri postavljanju ploča treba izravnati prije izrade armaturnog sloja (kod ekspaniranog polistirena brušenjem, **Slika 18**).



Slika 18 Brušenje EPS-a i mineralne vune




2. Mehaničko pričvršćivanje

I. Mehaničko pričvršćivanje korištenjem pričvrsnica (tipli) obavezno je:

- Na ožbukanim podlogama i starogradnji
- Kod sustava s površinskom masom (izolacija + armaturni sloj + završno-dekorativna žbuka) većom od 30 kg/m^2 i kod zgrada viših od 22 m
- Toplinsko-izolacijske fasadne ploče na osnovi mineralne vune – vlakna paralelna s ravninom ploče uvijek zahtijevaju dodatno mehaničko pričvršćenje.

II. Izbor pričvrsnica

- Pri odabiru vrste pričvrsnica, utječe njihova karakteristična nosivost s obzirom na kategorije podloga prema (*Tablica 2*)
- TI ploče od EPS-a, XPS-a i kamene vune zahtijevaju promjer rozete $\geq 60 \text{ mm}$.
- TI lamele od kamene vune (vlakna okomita na ravninu) zahtijevaju promjer rozete $\geq 140 \text{ mm}$.

| Vrsta podloge | S plastičnim trnom | S čeličnim trnom | S čeličnim vijkom |
|------------------|--|--|---|
| | Karakteristična nosivost (kN) | | |
| A) beton |  0,15 |  0,90 |  1,50 |
| B) puna opeka | 0,15 | 0,90 | 1,50 |
| C) blok opeka | 0,15 | 0,60 | 1,20 |
| D) lagani beton | 0,00 | 0,00 | 0,90 |
| E) porasti beton | 0,00 | 0,00 | 0,75 |

Tablica 2 Vrste pričvrsnica i njihova karakteristična nosivost s obzirom na kategorije podloga

III. Bušenje rupa

Kod bušenja rupa u obzir treba uzeti sljedeće:

- s bušenjem se smije početi tek nakon što je ljepilo dovoljno stvrdnulo (u pravilu nakon tri dana) – **bušiti kroz ljepilo**
- za bušenje treba koristiti **svrdlo promjera navedenog na pričvrsnici**
- potrebna dubina bušenja je: duljina trna + 10 do 15 mm
- kod bušenja kroz armaturni sloj treba se pridržavati uputa proizvođača sustava
- minimalni osni razmak između pričvrsnica te od ugla zida mora biti ≥ 100 mm

Kod šuplje opeke i porobetona treba upotrijebiti bušilicu bez vibracije, a električnu udarnu bušilicu ili pneumatsku bušilicu treba koristiti samo kod betona ili pune opeke, *Slika 19*.



Bez vibracije

- Šuplja opeka
- Porobeton



S vibracijom

- Beton
- Puna opeka



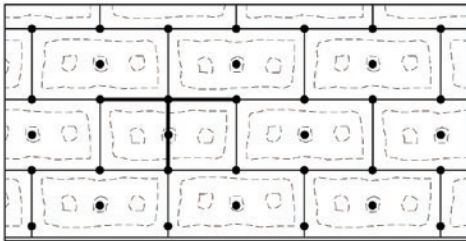
Slika 19 Bušenje rupa za pričvrsnice

IV. Broj pričvrsnica

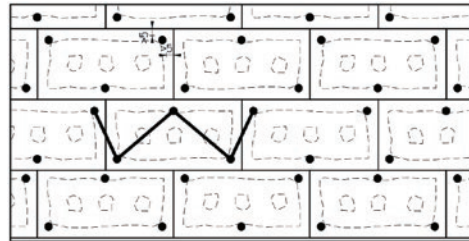
- Broj pričvrsnica po m² određuje se na osnovu opterećenja vjetrom na zgradi i nosivosti pričvrsnice na predmetnoj podlozi.
- Opterećenje vjetrom ovisi o geografskom položaju, tj. o nazivnoj brzini vjetera, visini građevine, kategoriji terena i nadmorskoj visini.

V. Sheme postavljanja pričvrsnica

- Slika 20 i Slika 21 daju **T i W shemu postavljanja pričvrsnica**, obje sheme vrijede za TI ploče od EPS-a i mineralne vune uz pričvršćivanje s 6 kom/m².
- Udaljenost pričvrsnica od ugla zida i od druge pričvrsnice mora biti ≥ 10 cm.
- **Pričvrsnica uvijek mora prolaziti kroz sloj ljepila.**
- Sheme postavljanja pričvrsnica ovisno o broju pričvrsnica po m² fasade, Slika 23.

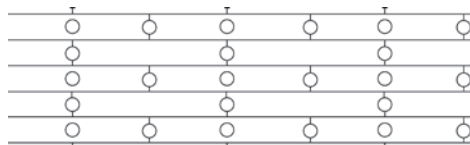


Slika 20 T-shema postavljanja pričvrsnica



Slika 21 W-shema postavljanja pričvrsnica

- **“T-shema” se koristi kod sustava s EPS-om.** Pričvrsnice se postavljaju u sredinu ploče i na mjestima dodira vertikalne i horizontalne fuge (T-fuge, Slika 20).
- **“W-shema” se koristi kod sustava s pločama mineralne vune.** Ploča se pričvršćuje s tri pričvrsnice koje se postavljaju prema crtežu, Slika 21.



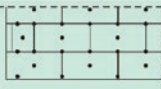
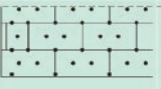
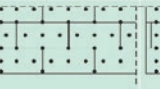
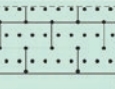
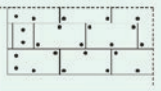
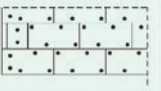
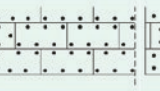
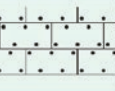




Slika 22 Shema postavljanja pričvrsnica kod lamela od MW

- **Razmak rozete od ruba ploče mora iznositi cca 5 cm.**
- Kod **sustava s lamelama** od mineralne vune pričvrsnice se postavljaju na način da se u svaki drugi red dodaje po jedna pričvrsnica u sredinu ploče, Slika 22.

Lamele kamene vune mogu se dodatno pričvrstiti o podlogu u sljedećim slučajevima:

- na visinama iznad 22 m (zahtjevi u pogledu protupožarne zaštite visokih zgrada);
- u izuzetno seizmičkim aktivnim područjima;

- na izuzetno vjetrovitim lokacijama;
- kod primjene izolacije lamelama debljine veće od 20 cm;
- prilikom izolacije zaobljenih dijelova

| | 6 kom/m ² | 8 kom/m ² | 10 kom/m ² | 12 kom/m ² |
|----------------|---|---|---|--|
| T-shema |  |  |  |  |
| W-shema |  |  |  |  |
| Lamele |  |  |  |  |

Slika 23 Sheme postavljanja pričvrsnica ovisno o broju pričvrsnica po m² fasade

VI. Postavljanje pričvrsnica

Pri postavljanju pričvrsnica u obzir se uzima sljedeće:

- Pričvrsnice se smiju postaviti tek kad ljepilo otvrdne (u pravilu nakon tri dana).
- Najbolje je da se **rozeta upušta u TI materijal** i da se koristi **rondela** za prekid točkastog toplinskog mosta (Tablica 3). Lošija je opcija da je gornja površina rozete u istoj ravnini s površinom ploče/lamele.
- **Nakon postavljanja treba obavezno provjeriti jesu li pričvrsnice čvrsto usidrene u podlogu.**
- **Previše utisnute pričvrsnice i one koje nisu čvrsto usidrene moraju se ukloniti i postaviti nove, a nastale rupe treba ispuniti istim toplinsko-izolacijskim materijalom.**



Rondela za EPS



Rondela za mineralnu vunu



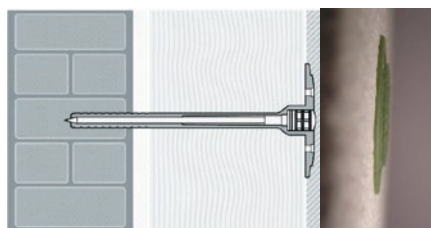
Specijalni alat za udublivanje rondela



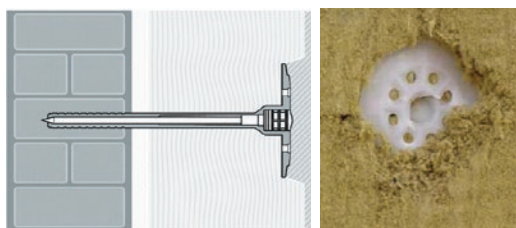
Montiranje pričvrsnica na izolaciju



Tablica 3 Montiranje pričvrsnica



Slika 24 Tanjur pričvrsnice iznad ravnine izolacije
Problem: pretanak armaturni sloj, mrežica naslonjena na tanjur; **Posljedica:** pucanje, toplinski mostovi



Slika 25 Tanjur pričvrsnice utisnut preduboko u izolaciji
Problem: velike razlike u debljini armaturnog sloja; **Posljedica:** pucanje, toplinski mostovi



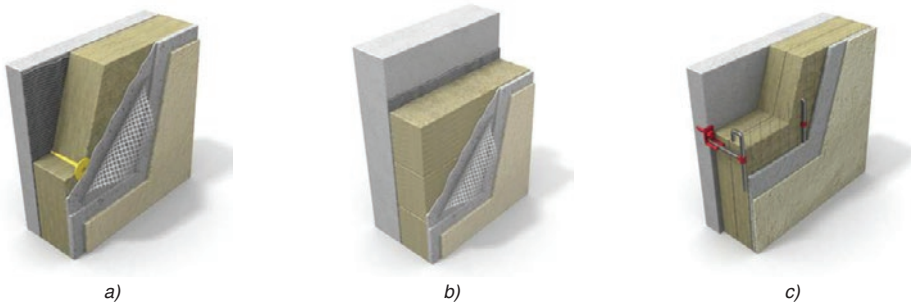
Slika 26 Primjeri loše postavljениh pričvrsnica, te naknadnog izravnavanja korištenjem polimercementnog ljepila

VII. Armaturni sloj sa staklenom mrežicom

- Armaturni sloj predstavlja **najvažniji element sustava** jer mu daje otpornost na vanjske utjecaje, stoga ga je potrebno nanijeti posebno oprezno, uz strogo pridržavanje pravila struke.
- Izvođenje armaturnog sloja treba **početi najkasnije 14 dana od postavljanja toplinske izolacije**. Armaturni sloj se izvodi kao tankoslojni, srednjeslojni i debeloslojni, *Slika 27*.
- **Između nanošenja sloja za izravnavanje i armaturnog sloja te primera i završne žbuke**

potrebno se pridržavati određenog vremena sušenja propisanog od proizvođača sustava.

- U slučaju izvođenja debeloslojne žbuke, toplinska izolacija se obavezno pričvršćuje mehanički. Težina slojeva žbuke prenosi se na zid korištenjem čelične mreže i mehaničkih pričvrsnica (nosača) koji se mogu prilagoditi potencijalnim pomacima u sloju žbuke



Slika 27 Tankoslojna žbuka na pločama MW; **b)** tankoslojna žbuka na lamelama MW; **c)** debeloslojna žbuka na pločama MW

VIII. Miješanje morta za armaturni sloj

Pri miješanju morta za armaturni sloj valja se pridržavati uputa proizvođača, ovisno o vrsti morta (Tablica 4)

a) Praškasti mort za armaturni sloj

- zamiješati ih prema uputama proizvođača
- koristiti isključivo pitku vodu
- ljeti ne upotrebljavati vodu koja se zagrijala u crijevu
- dopušta se upotreba temperirane vode.



b) Pastozni mort za armaturni sloj

- prije uporabe promiješati
- za dobivanje odgovarajuće konzistencije smije im se dodati manja količina pitke vode
- potrebno je pridržavati se uputa proizvođača



Tablica 4 Miješanje morta za armaturni sloj: **a)** električna miješalica; **b)** horizontalna miješalica

IX. Mort za armaturni sloj

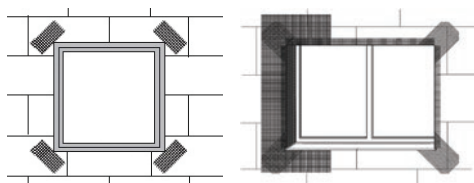
- Mort za armaturni sloj je po svom sastavu **polimer-cementno ili pastozno disperzijsko ljepilo**. Može biti u obliku praha ili paste.
- Mort za armaturni sloj se prvo nanese na TI i pročešlja zupčastom gladilicom u debljini takvoj da se osigura pozicija mrežice u gornjoj polovini/trećini sloja, *Slika 28*.
- U svježi prvi nanos morta se umeće **staklena mrežica odozgo prema dolje laganim pritiskom gladilicom** (u okomitom ili vodoravnom smjeru) **uz minimalni preklop od 10 cm** i uz izbjegavanje nabora, *Slika 28*.
- **Nanos morta u 2. sloju radi se najkasnije nakon 24 h** tako da prekrije mrežicu s min 1 mm žbuke. Na površini se ne smiju ocrtavati obrisi mrežice.



Slika 28 Nanošenje morta za armaturni sloj i umetanje staklene mrežice u prvi sloj morta

X. Dijagonalno armiranje

- Na uglovima otvora prozora i vrata potrebno je izvesti **dijagonalno armiranje**, *Slika 29*.
- Izvodi se polaganjem staklene mrežice u svježi mort za armaturni sloj točno **na uglove otvora pod kutom od $\approx 45^\circ$** prije punoplošnog nanošenja mrežice, *Slika 30*.
- **Minimalna dimenzija armaturnih traka iznosi 20x40 cm**.



Slika 29 Shematski prikaz dijagonalnog armiranja



Slika 30 Dijagonalno armiranje uglova prozora

- Mogu se koristiti i specijalni proizvodi od staklene mrežice koji olakšavaju dijagonalno armiranje uglova otvora, kao i armiranje unutarnjih uglova špaleta, *Slika 31*.



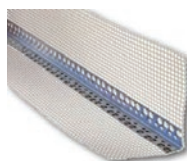
Slika 31 a) Armiranje uglova (shematski); b) proizvodi za armiranje uglova otvora

XI. Izvedba rubova i kutova

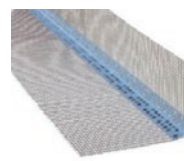
- Kod izvedbe kutova i rubova ETICS sustava, obično se koriste metalni zaštitni profili sa staklenom mrežicom, za različite namjene, Slika 32.



Aluminijski zaštitni profil



Aluminijski zaštitni profil sa staklenom mrežicom;



PVC zaštitni profil sa staklenom mrežicom;



Profil za armiranje špalete



Okapni profil



Zaštitnik rubova svodova

Slika 32 Pribor za ETICS sustav

- Pri postavljanju kutnih profila sa staklenom mrežicom mort za armaturni sloj treba nanijeti u širini većoj od širine profila s mrežicom. Spoj površinske armature izvodi se s preklapom od minimalno 10 cm, Slika 33.
- NAPOMENA:** Pri postavljanju treba



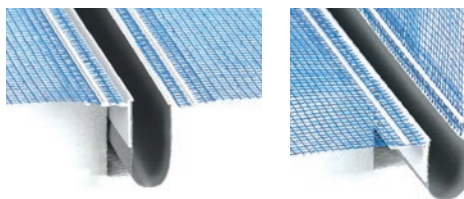
Slika 33 Izvedba ruba i kuta pomoću kutnog profila

paziti da mrežica i kruti dio profila nisu naslonjeni na toplinsku izolaciju, tj. da debljina morta između izolacije i profila, odnosno mrežice bude najmanje 1 mm. Kod postavljanja profila mort za armiranje mora proći kroz rupe profila.

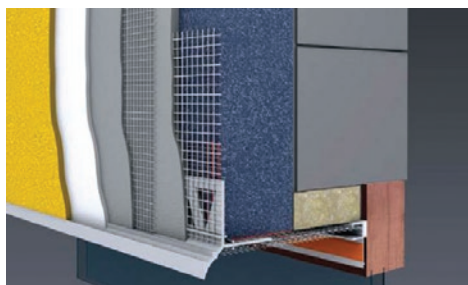
- **Dilatacije zgrade** se izvode korištenjem dilatacijskih profila, *Slika 34*. Takvi profili obično dopuštaju dilatiranje ETICS sustava za ± 15 mm.
- **Formiranje okapnog ruba** (horizontalni spoj površine fasade i podgleda, gornji rubovi otvora) pravilno se izvodi kako je prikazano na slici 35.
- **Unutarnji kutovi** mogu se izvesti na dva načina: pomoću **kutnih profila s integriranom mrežicom**; bez profila s **prijelazom mrežice 20 cm i preklopom 10 cm**; izvodi se tijekom izrade armaturnog sloja.
- **Spoj žbuke i stolarije** se izvodi pomoću posebnih letvica s mrežicom za armiranje špaleta. Prozor mora biti ugrađen tako da je vodonepropusan (brtvljen), a izvođač ETICS-a mora jamčiti isto takvu izvedbu špaleta koja će osiguravati otpornost na udare kiše, *Slika 36*. **Letvice za spoj žbuke i stolarije** postavljaju se neposredno prije ugradnje susjednih toplinsko izolacijskih ploča. U uglovima (nadvoj prozora) najprije se postavljaju okomite letvice najveće moguće dužine, a potom vodoravni profil između okomitih profila.

Staklena mrežica za plošno armiranje koje slijedi, mora se razvući do plastičnog profila pri čemu integrirana staklena mrežica u profil mora biti položena s preklopom od oko 10 cm. Ako je **dužina spoja veća od profilne šipke (> 230 cm)** potrebno je voditi računa o sljedećem:

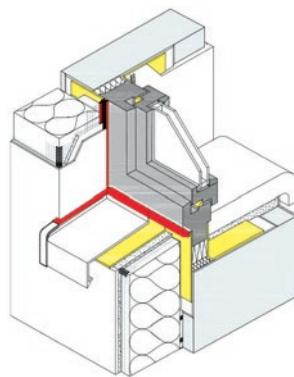
- susjedni profili ne smiju se spajati tako da budu priljubljeni jedan uz drugi, već s reškom širine 2 mm;
- u okomici: **profil originalne dužine treba umetnuti dolje**, a iskrojeni dio gore



Slika 34 Dilatacijski profil



Slika 35 Formiranje okapnog ruba



Slika 36 Prikaz ugrađene letvice za spoj žbuke i stolarije

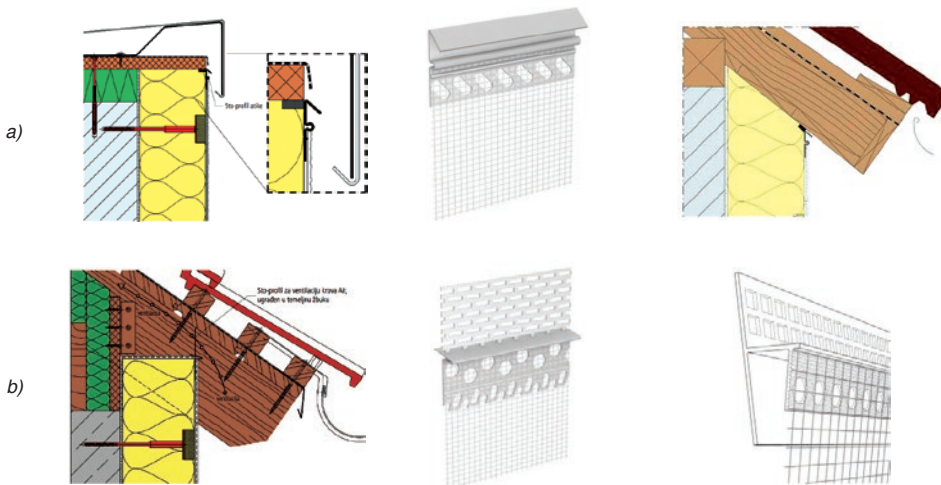
(dijagonalno prema unutra) (što je reška pomaknuta dalje u smjeru nadvoja prozora, to će biti zaštićenija od udara kiše);

- rešku popunite masom za fugiranje na fasadama.

Na ovaj način kompenzirat će se toplinski uvjetovane promjene dužine kod letvice za spoj žbuke i stolarije.

XII. Spoj krova i zida

- Da se **sprječi prodiranje vode** na spoju krova i zida, a time i teška oštećenja, razvijeni su **specijalizirani profili za priključak ETICS sustava na pokrove atike kao i neventilirane i ventilirane krovove**, Slika 37.
- Profil atike posjeduje savinut okapni rub koji služi kao **barijera za oborinsku vodu** koja se penje uslijed vjetrova koji na nju djeluje.
- Kod ventiliranih krovova koriste se specijalizirani profili **s integriranom ventilacijskom rešetkom** koja sprječava ulazak sitnih životinja, a time i oštećenja koja one često uzrokuju.



Slika 37 Završetak ETICS sustava spoj krova i zida: **a)** kod atike i neventiliranog krova (presjek i profil);

b) kod ventiliranog krova (presjek i profil)

XIII. Ugradnja prozorskih klupčica



1) Proces ugradnje prozorskih klupčica započinje ugradnjom klinaste izolacijske ploče koja se lijepi na izolaciju same fasade



2) Središnji element, treba skratiti na širinu parapeta minus 2x80 mm i ucrtati položaj. Lijevo i desno, uzeti u obzir razmak od špaleta od 80 mm



3) Prednji rub središnjeg elementa otklopiti prema natrag i skinuti zaštitnu foliju s prednje ljepljive trake, ponovno zaklopiti te pritisnuti.



4) Skinuti zaštitnu foliju sa ugaonog elementa i čvrsto ga zalijepiti uz preklapanje po cijeloj površini.



5) Zaštitnu traku za brtvljenje zalijepiti za prozorski okvir (koristiti valjke za spojeve).



26) Nanijeti mort za armaturni sloj žbuke ispod staklene mrežice i utisnuti u mort.



7) Fiksiranje profila prozorske klupčice ljepljom, svakih 10 cm.



8) Armiranje žbuke te nanošenje završno-dekorativnog sloja.

Slika 38 Proces ugradnje prozorske klupčice

Spojevi između izolacijskog materijala i drugih dijelova zgrade (doprozornika, dovratnika, prozorskih klupčica, itd.) **moraju spriječiti prodor vode u građevinske dijelove, a istovremeno dopustiti širenje i skraćivanje zbog temperaturnog rada.**

Za ugradnju i brtvljenje prozorske klupčice koriste se **ekspandirajuće trake** koje nakon ugradnje ekspandiraju i brtve sve dijelove, *Slika 39*.

Silikonske kitove ili poliuretanske kitove ili druga mase za zapunjavanje reški u ovom slučaju nije uputno koristiti zbog toga što oni s vremenom gube svoja svojstva, naročito elastičnost, postaju krta te zahtijevaju redovito održavanje i zamjenu.



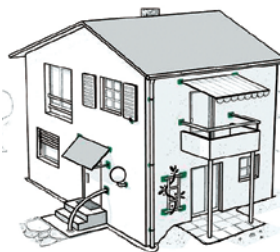
Slika 39 Ugradnje i brtvljenje prozorske klupčice

XIV. Pričvršćivanje elemenata

U idealnom se slučaju već kod projektiranja zgrade ili njezine modernizacije profiliraju potrebna mjesta ugradnje raznih elemenata koje je potrebno pričvrstiti na fasadi zgrade (Tablica 5, Slika 40 - Slika 42). Samo ako izvođač radova može izvesti točke pričvršćivanja prema projektu, **izbjeci će se improvizirana rješenja** koja su svakako mnogo sklonija oštećenjima.

Osobito nepovoljan čimbenik kod nekog povezanog sustava za vanjsku toplinsku izolaciju je **toplinski most** koji smanjuje funkcionalnost fasade jer se na taj način dobar dio toplinske izolacije uništava.

Zahvaljujući specijaliziranom priboru za ETICS ovakve je situacije moguće energetski učinkovito riješiti.



Montažni element od tvrde PUR pjene i pjenasto oblikovanim metalnim pločama



- za pričvršćivanje teških predmeta kao što su satelitski priključci ili rukohvati.
 - integrirana aluminijska ploča za pričvršćivanje predmeta na fasadu
- Vanjska fenolna ploča osigurava optimalnu raspodjelu naprezanja po površini, te istovremeno prekida toplinski most između čeličnih i aluminijskih dijelova

| | | |
|--|---|--|
| | | <p>Montažni element od tvrde PUR pjene i pjenasto oblikovanim metalnim pločama</p> <ul style="list-style-type: none"> • za montažu francuskih balkona, kutija za rolete, žaluzine ili pak grilja |
| | <p>Montažni element od tvrde PUR pjene</p> <ul style="list-style-type: none"> • usidrenje se izvodi direktno u podlogu, a ne u blok | |
| | <p>Pločica od polipropilena u koju se može direktno pričvrstiti vijak</p> <ul style="list-style-type: none"> • vodilice za rolete ili natpisne pločice • vrlo je prikladna za špalete | |
| | <p>Cilindar od vrlo čvrstog EPS-a</p> <ul style="list-style-type: none"> • žljebovi i oluci ili vješalice za odjeću | |
| | <p>Šipka (1 m) od vrlo čvrstog EPS-a</p> <ul style="list-style-type: none"> • može prilagoditi potrebnoj debljini toplinskog izolatora • poštanski sandučići, cijevne obujmice, svjetiljke | |

Tablica 5 Priključivanje dodatnih elemenata za ETICS sustav



Slika 40 Montažni elementi za montažu vanjskih rasvjetnih tijela i drugih uređaja vezanih na električnu energiju

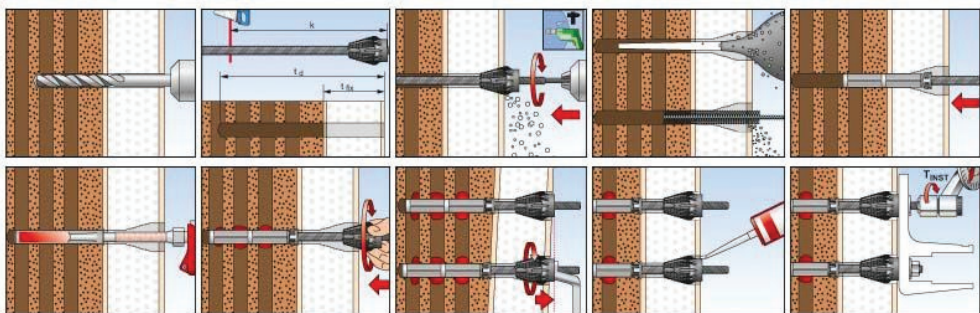
Osim navedenog, pričvršćivanje teških elemenata može se izvoditi i vijčanim spojevima, korištenjem specijaliziranih pričvrstnica i vijaka koji omogućuju prekid toplinskog mosta, Slika 41.

Prekid toplinskog mosta omogućuje tzv. konus modul od plastike ojačane staklenim vlaknima koji povezuje pocinčano sidro izrađeno od nehrđajućeg čelika sa vijkom za montažu.



Slika 41 Prikaz funkcioniranja vijčanog spoja s prekidom toplinskog mosta

Obodnu fugu koja nastaje tijekom instalacije zatvara se fleksibilnim trajnim brtvilima i pripadajućom posebnom zaštitnom kapom, Slika 42.



Slika 42 Montaža teških elemenata pomoću vijčanih spojeva

XV. Nanošenje predpremaza

Predpremaz **ujednačava upijanje podloge** čime se postiže **ujednačeni izgled završno-dekorativne žbuke**, a nanosi se valjkom ili četkom, *Slika 43*. **Suši se barem 24 sata prije nanošenja završno-dekorativne žbuke**. Vrsta predpremaza mora biti usklađena s vrstom završno-dekorativne žbuke, pri čemu treba slijediti upute proizvođača.



Slika 43 Miješanje i nanošenje predpremaza

XVI. Nanošenje završno-dekorativne žbuke

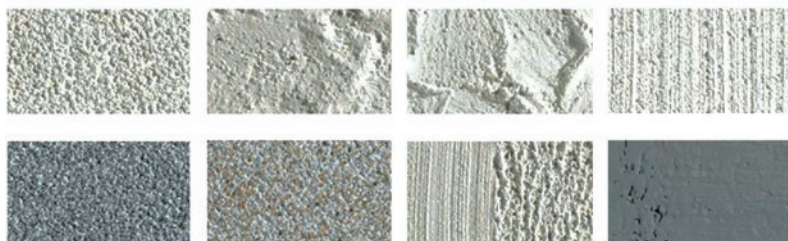
Završno-dekorativna žbuka može se **nanositi ručno ili strojno**, što ovisi o vrsti žbuke i uputama proizvođača, *Slika 44*.



Slika 44 Nanošenje završno-dekorativne žbuke

Površinu je **moгуće strukturirati na razne načine ovisno o vrsti materijala i željenoj strukturi** koja se postiže odgovarajućim alatom, a pritom treba slijediti upute proizvođača, *Slika 45*. Nanošenje i debljina sloja ovisna je o željenoj granulaciji i strukturi završnog dekorativnog sloja.

Zrnata struktura zaribava se kružnim pokretima, a izgrebana struktura uzdužnim i poprečnim pokretima. Za vrijeme sušenja i očvršćivanja završnog dekorativnog sloja žbuke, **fasada se mora zaštititi od izravnog djelovanja jakog sunca, kiše i vjetra**.



Slika 45 Moгуće strukture završno dekorativne žbuke

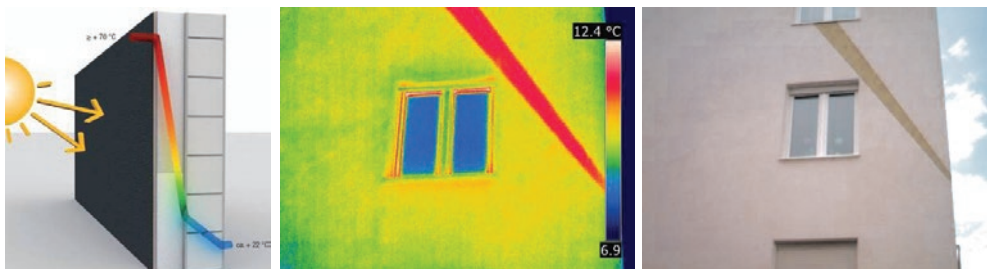
XVII. Stupanj refleksije

Stupanj refleksije (albedo, bjelina) je numerička vrijednost koja označava količinu reflektirane sunčeve svjetlosti. Što je vrijednost niža, nijansa je tamnija, a fasada se više zagrijava, *Slika 46*. Time se povećavaju toplinska naprezanja u armaturnom i završnom sloju te rizik pojave pukotina.

Kako bi se smanjio rizik stvaranja pukotina, stupanj refleksije (ovisno o vrsti veziva završno-dekorativne žbuke) mora biti veći od:

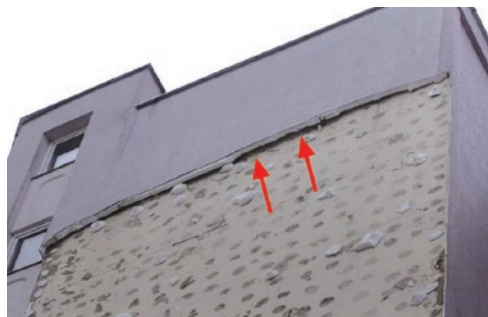
- ≥ 25 za akrilatnu i silikonsku žbuku
- ≥ 30 za silikatnu žbuku
- ≥ 50 za plemenitu tankoslojnu mineralnu žbuku (1,5 do 4 mm).

Isto vrijedi i za vanjske fasadne boje na završno-dekorativnim žbukama.



Slika 46 Tipična temperaturna krivulja na izoliranom vanjskom zidu, upijanje Sunčevog zračenja ovisno o boji fasade

1.3 GREŠKE IZVOĐENJA ETICS SUSTAVA



Greške:

- 1) "Točkasto" lijepljenje ploča:
 - Premala kontaktna površina između ljepila i ploče
 - Pogoršanje toplinske izolacije
 - "Efekt dimnjaka", zrak cirkulira iza ploče
 - Deformiranje ploče uslijed higro-termičkih utjecaja
- 2) Nedostatak pričvrsnica:
 - Stara fasada (obnova)
 - Visina >20 m
- 3) Neodgovarajuće ljepilo

Slika 47 Neadekvatno ugrađen ETICS sustav, Vukovar, svibanj 2010.



Greške:

- 1) "Točkasto" lijepljenje ploča
- 2) Neodgovarajuće ljepilo
- 3) Nedostatak pričvrsnica:
 - Stara fasada
 - Visina >20 m
 - Brzine vjetra >30 m/s (>108 km/s)

Slika 48 Neadekvatno ugrađen ETICS sustav, Split 9. veljače 2015.



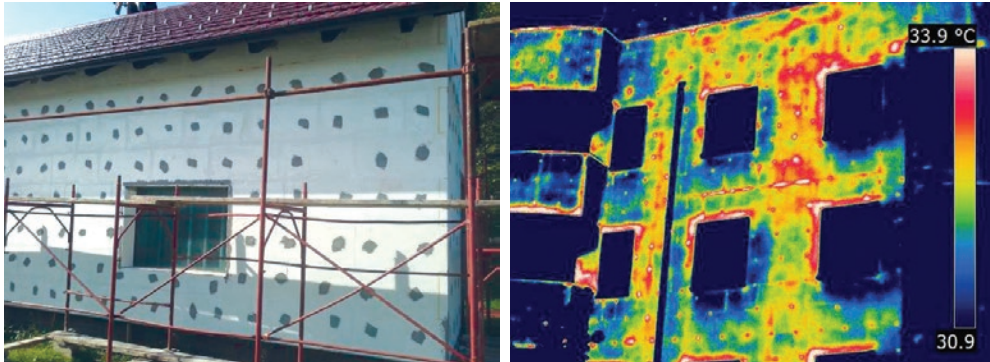
Greške:

- 1) Loše pričvrsnice (mekane)
- 2) Nedovoljno ljepila
- 3) Nepravilna pozicija pričvrsnica (treba W-shema, a korištena T-shema)

Slika 49 Neadekvatno ugrađen ETICS sustav, Split 2012.



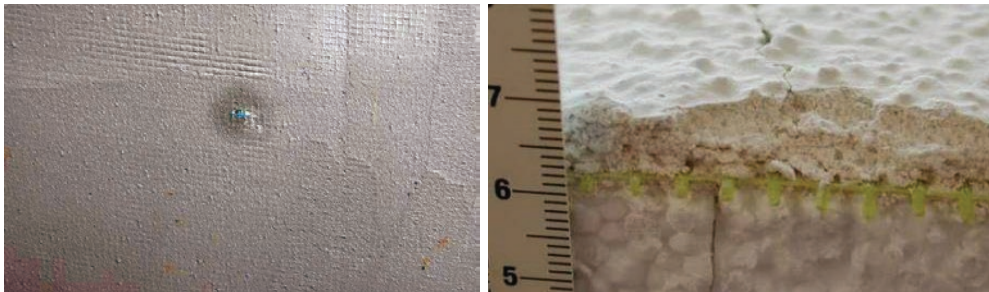
Slika 50 Neadekvatno postavljanje ploča toplinsko-izolacijskog materijala



Greške:

- 1) Nedovoljan broj pričvrsnica
- 2) Neodgovarajuća shema mehaničkog pričvršćivanja
- 3) Loša izvedba kuta prozora
 - poklapanje fuge i linije otvora
 - mort u fugi
- 4) Termogram prikazuje toplinske mostove koji se pojavljuju zbog
 - loše izvedbe pričvrsnica na fasadi, položaja tanjura pričvrsnice
 - činjenice da se u fugama nalazi mort

Slika 51 Neadekvatno ugrađen ETICS sustav



Greške:

- 1) Pokazatelji pretanalog armaturnog sloja:
 - vidljiv obris mrežice
 - ugiba se pod pritiskom prstom
 - potrošnja morta za armiranje $< 5 \text{ kg/m}^2$
 - vidljive pozicije pričvrsnica
- 2) Važna napomena:
 - Armaturni sloj daje cijelom sustavu mehaničku čvrstoću i otpornost.
 - Manje potrošnje od preporučenih od strane proizvođača upućuju na pretanak sloj.

Slika 52 Pretanak armaturni sloj



Greške:

- 1) Pukotine uslijed koncentracije naprezanja na uglovima zidnih otvora kao posljedica nepostojeće dijagonalne armature:
 - nedostatak dijagonalnog armiranja;
 - loše pozicionirana dijagonalna mrežica;
 - staklena mrežica previše je udaljena od kuta;
 - kut nije $\approx 45^\circ$.

Slika 53 Pukotine

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI



PRIRUČNIK ZA RADNIKE
UGRADNJA VANJSKE
STOLARIJE

4 UGRADNJA VANJSKE STOLARIJE

Prozor je jedan od najvažnijih dijelova vanjske ovojnice svake zgrade.

Toplinska svojstva prozora znatno su lošija od svojstava građevnih dijelova zgrade u koje su prozori ugrađeni. S obzirom na njihove toplinske karakteristike, osjetljivost njihove ugradnje, potrebi izvođenja detalja, **ugradnji prozora potrebno je posvetiti posebnu pažnju.**

Prozori se sastoje od nekoliko osnovnih komponenti (*Slika 1*) gdje svaka od navedenih komponenti utječe na kvalitetu prozora u cjelini, njegovu U-vrijednost, sposobnost izolacije od buke, mogućnost ostvarenja zrakonepropusnosti, protuprovalnu zaštitu.



Slika 1 Dijelovi prozora

Loša ugradnja vanjske stolarije ili pak loše stanje postojeće stare stolarije može se prikazati infracrvenom termografijom! (*Slika 2*)



Slika 2 Termogrami povećanih gubitaka topline kroz prozore u odnosu na ostale dijelove zgrade

Kvaliteta prozora ovisi o kvaliteti ugradnje tog istog prozora, može se reći da je vanjska stolarija je kvalitetna i energetske učinkovita toliko koliko je kvalitetna i njezina ugradnja.

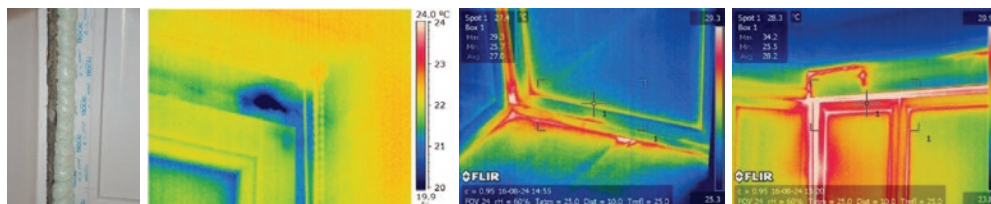
Iako građevni dio zgrade (pregrada) može zadovoljiti i najstrože uvjete, biti izvedena po svim pravilima struke, iako je prozor odlične kvalitete i sam po sebi kao proizvod zadovoljava i najstrože uvjete, **loša ugradnja vrlo kvalitetnog prozora može uzrokovati pojavu građevinske štete,** *Slika 3.*



Slika 3 Građevinska šteta nastala zbog loše ugradnje prozora

Klasičan način ugradnje vanjske stolarije podrazumijeva **pričvršćivanje** stolarije **turbo vijcima** na građevinsku konstrukciju te ispunjavanje međuprostora između okvira stolarije i zida **PUR pjenom**.

PUR pjena osigurava samo i isključivo toplinsku i zvučnu izolaciju! Ostale zahtjeve poput zrakonepropusnosti potrebno je ostvariti korištenjem drugih proizvoda, (Slika 4).



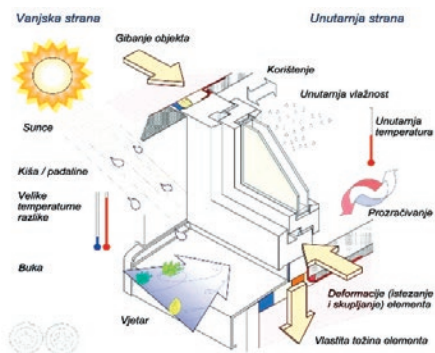
Slika 4 Primjena PUR pjene za osiguranje zrakonepropusnosti; termogrami zrakonepropusnih spojeva okvira stolarije i zidova

Pravilna ugradnja prozora je način ugradnje stolarije u građevne dijelove zgrade kojim se **osigurava ostvarenje zahtjeva u pogledu:**

- Vodonepropusnosti
- Zrakonepropusnosti,
- Uštede energije,
- Zaštite od buke
- Otpornosti na požar i propuštanje dima

Prozor nakon ugradnje mora osigurati sve postavljene zahtjeve, a da se tijekom životnog ciklusa (njegove upotrebe) odpre djelovanju opterećenja prikazanih na *Slika 5*.

Jedan od načina ugradnje koji se preporuča kako bi se ostvarili svi zahtjevi za vanjsku stolariju je ugradnja prema **RAL – smjernicama**.



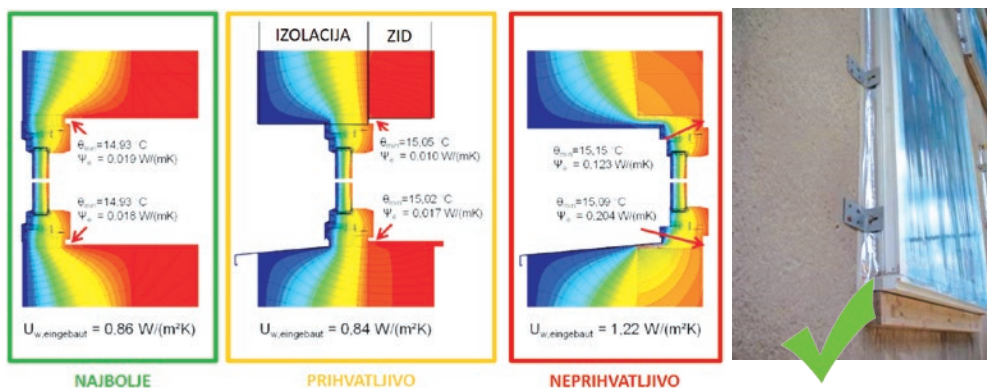
Slika 5 Opterećenja koja djeluju na prozor tijekom upotrebe

Ugradnju prozora (montažu) dijelimo na **tri osnovne razine**, gdje je svaka od razina i njezino detaljno i ispravno izvođenje ključno kako bi se ostvarili svi zahtjevi za prozore.

| | | | |
|--|--|---|---|
| | <p>Unutarnja razina (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> odvajanje vanjske i prostorne klime, zaštita od vlage, paronepropusno | <p>Srednja razina (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> toplinska izolacija, mehaničko učvršćivanje (turbovijci), zvučna izolacija | <p>Vanjska razina (3)</p> <ul style="list-style-type: none"> zaštita od vremenskih utjecaja, otpornost na kišu, paropropusnost UV stabilnost |
|--|--|---|---|

Slika 6 Tri osnovne razine na koje je potrebno obratiti pažnju kod ugradnje stolarije

Vrlo je bitno pozicioniranje prozora u zidu zbog smanjenja djelovanja toplinskog mosta, pa prilikom ugradnje **TREBA MINIMIZIRATI TOPLINSKI MOST**. **Najbolje postaviti prozor u ravninu toplinske izolacije!** (Slika 7).



Slika 7 Prikaz prihvatljivosti položaja prozora u pregradi s obzirom na ozbiljnost toplinskog mosta

Kod ugradnje prozora u ravninu toplinske izolacije znači da se prozor **učvršćuje posebnim nosačima, čeličnim kutnim profilima ili pak drvenim okvirima** (ovisno o sustavu).

Druga je mogućnost da se prozor ugradi na vanjskom rubu zida, pri čemu je onda on oslonjen na sam zid.

Treća i najlošija mogućnost u pogledu energetske učinkovitosti je da se prozor ugradi u sredini nosivog zida, jer se tada stvara najveći toplinski most. Iako je ova varijanta najlakša za ugradnju, ne preporuča se kod gradnje i obnove zgrada visoke energetske učinkovitosti.

Mehaničko pričvršćenje prozora se ostvaruje isključivo korištenjem vijaka odnosno posebnih profila za pričvršćenje prozora (Slika 8), PUR pjena nema apsolutno nikakvu ulogu pri mehaničkom pričvršćenju prozora.



Slika 8 Prikaz mehaničkog učvršćenja prozora

Prva najvažnija stvar koju je potrebno obaviti prije same izvedbe stolarije jest obrada špalete – žbukanje zidarskih otvora!

Kako bi se omogućila pravilna ugradnja te ostvarila potrebna zrakonepropusnost prozora, zidarski otvor (špaleta) potrebno je pripremiti žbukanjem toplinskim mortom (Slika 9) posebice ako se prozor ugrađuje u sloj toplinske izolacije.

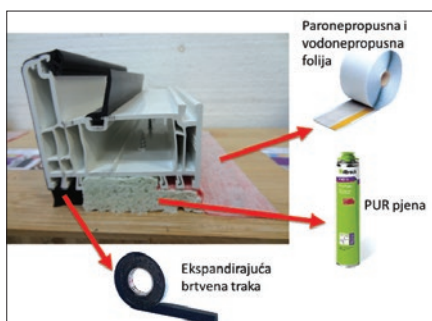


Slika 9 Prikaz ožbukane špalete zidarskog otvora

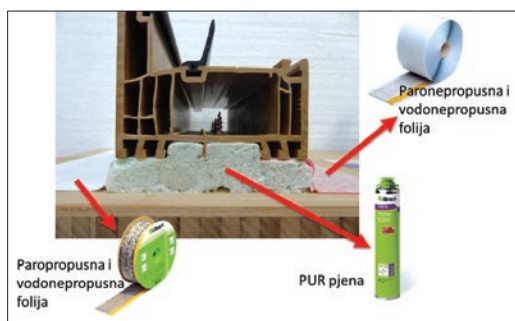


Slika 10 Prikaz nemogućnosti brtvljenja kod neobrađene špalete, te primjer termograma nezabrtvljenog okvira prozora

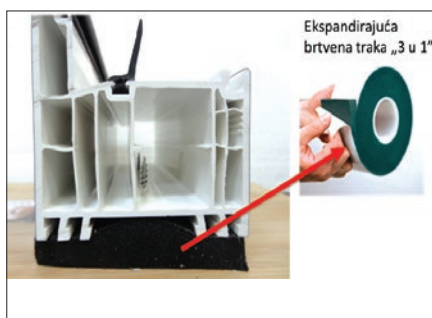
Kako bi se zadovoljili zahtjevi kod ugradnje stolarije u pogledu vodonepropusnosti; zrakonepropusnosti; uštede energije; zaštite od buke; otpornosti na požar i propuštanje dima, dosad su se razvili slijedeći sustava brtvljenja, Slika 11 – Slika 14.



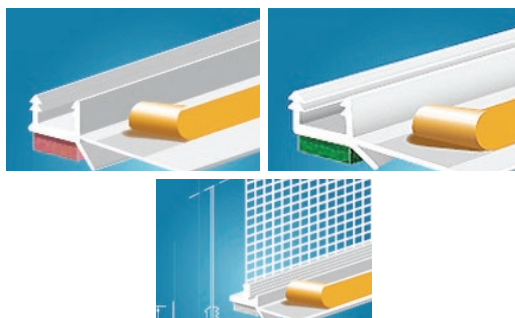
Slika 11 Sustav brtvljenja pomoću folije i ekspandirajuće brtve



Slika 12 Sustav brtvljenja pomoću folija



Slika 13 Sustav brtvljenja pomoću ekspandirajućih brtvenih traka



Slika 14 Sustav brtvljenja pomoću RAL PVC letvica

S unutarnje strane treba spriječiti protok vodene pare u izolaciju (paronepropusnost iznutra prema međuprostoru), s vanjske strane treba spriječiti ulazak tekuće vode ili proboj kiše (vodonepropusnost izvana prema međuprostoru). Dodatno, s vanjske strane treba osigurati nesmetani izlazak vodene pare iz međuprostora u atmosferu (paropropusnost iz međuprostora prema van).

1.1 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU FOLIJA I EKSPANDIRAJUĆE BRTVE

- Na vanjskom dijelu stranice okvira prozora okrenute prema zidu, lijepi se **ekspandirajuća brtva**, a s unutarnje strane okvira prozora lijepi se **folija**;
- Nakon ugradnje prozora, ekspandirajuća brtva na vanjskoj strani okvira popunjava i brtvi međuprostor između zida i okvira prozora, a ostatak međuprostora ispunjava se **PUR pjenu**;

- Nakon što se PUR pjena osuši i odreže, s vanjske strane se zaštićuje **folijom**, te je time osigurana od djelovanja vanjskih utjecaja;
- **PUR (POLIURETANSKA) PJENA** – povećava volumen i očvršćuje kad je u kontaktu s vlagom iz zraka; 15 min nakon istiskanja postaje neljepljiva na dodir; višak se može odrezati nakon 30-60 min, a potpuno očvrstne nakon 1 do 5 sati. Dobro prianja na sve građevinske materijale (drvo, plinobeton, opeka, metal, aluminij), ali ne i na polietilen, silikon i teflon; **nije otporna na ultraljubičaste (UV) zrake**. Za ugradnju stolarije koristi se visokoekspandirajuća jednokomponentna pjena.

1.2 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU FOLIJA

- Na okvir prozora se **iznutra** lijepi **vodo i paronepropusna folija**, a **izvana paropropusna i vodonepropusna folija**.
- Nakon mehaničkog pričvršćenja stolarije, na spoju elementa sa zgradom, postavlja se **PUR-pjena** koja se nakon sušenja odreže.
- Nakon toga, **folije** koje su na prozoru **lijepu se na zid** (premazan temeljnim premazom) pomoću poliuretanskog kita i time je zaštićena PUR pjena od vanjskih utjecaja, (*Slika 15 i Slika 16*).



Slika 15 Unutarnja strana prozora: Paronepropusna folija – sprečavanje ulaska vodene pare u spoj



Slika 16 Vanjska strana prozora: Paropropusna i vodonepropusna folija – sprečavanje ulaska vode u spoj, a ujedno omogućava propuštanje vodene pare iz spoja prema van

1.3 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU BRTVENIH TRAKA

- **Brtvene trake s „3 u 1“** – ovim rješenjem moguće je postići zadane vrijednosti unutrašnjeg i vanjskoga brtvljenja samo jednom trakom;
- Traka se pozicionira na stranicu okvira stolarije okrenutu prema građevnom elementu
- punom širinom, čime se postiže odgovarajuća vodonepropusnost, paronepropusnost odnosno paropropusnost, ali i TI.
- Ovisno o temperaturi pri kojoj se traka aplicira varira vrijeme potpune ekspanzije.
- Pri toplom vremenu ekspandirajuća traka ekspandira u roku od nekoliko sati, dok pri hladnom vremenu ona ekspandira kroz nekoliko dana.
- Prilikom primjene ekspandirajuće trake **potrebno je držati se uputstva proizvođača trake** s obzirom da postoji ispravna orijentacija trake (unutarnja i vanjska strana).



Slika 17 Brtvljenje pomoću brtvenih traka

1.4 SUSTAV BRTVLJENJA POMOĆU RAL PVC LETVICA

Ovaj sustav koristi se za naknadno ostvarivanje zrakonepropusnosti i vodonepropusnosti već ugrađenog prozora.

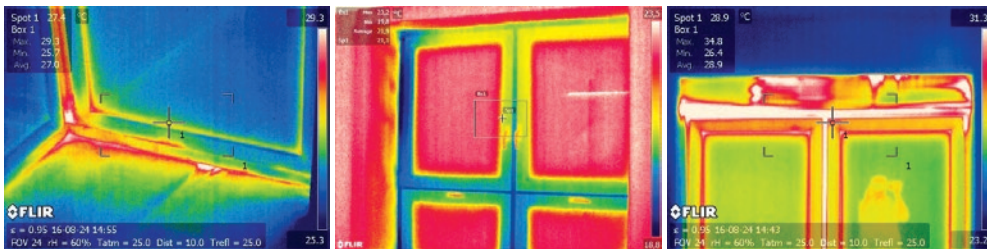
- Na okvir prozora s **unutarnje** strane lijepi se **vodonepropusnosti i paronepropusna RAL letvica**, a s **vanjske** strane **vodonepropusna i paropropusna RAL letvica**;
- RAL letvica osigurava uredan spoj fasade (žbuke) i prozora te omogućava nesmetano širenje i sužavanje prozora uslijed temperaturnih promjena, bez pucanja spoja fasade i elementa;
- Letvice su konstruirane i profilirane tako da mogu prihvatiti razne materijale, pa postoje: letvice za klasičnu žbuku, fasadu od stiropora ili kamene vune (s mrežicom), za staklenu vunu i za gips-kartonske ploče.

1.5 ISPITIVANJE ZRAKOPROPUSNOSTI UGRAĐENE STOLARIJE

- Ispitivanje se provodi korištenjem tzv. “Blower Door” testa (*Slika 18 i Slika 19*).
- Ispitivanje zrakonepropusnosti obavezno je prema hrvatskim zakonima za zgrade visoke energetske učinkovitosti.
- **Korištenjem Blower door testa i infracrvene termografije moguće je locirati sve greške montaže stolarije.**



Slika 18 Sustav za ispitivanje zrakopropusnosti vanjske ovojnice zgrade, za zgrade malih i velikih volumena



Slika 19 Nekoliko primjera lošeg brtvljenja prozora prilikom ugradnje

1.6 UGRADNJA PROZORSKE KLUPČICE



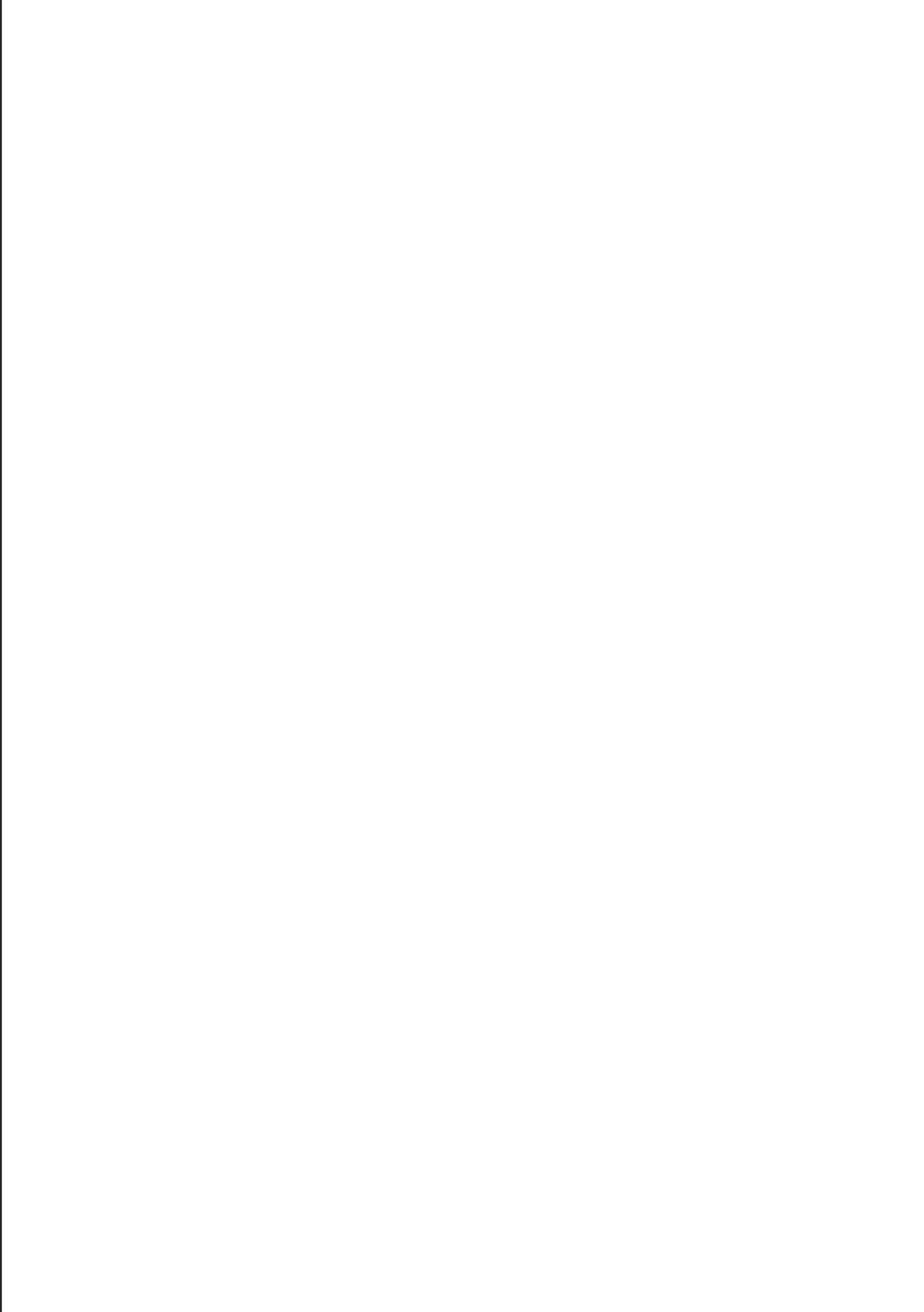
Postupak ugradnje prozorske klupčice prikazuje slika 20, a detaljnije ga u 8 koraka opisuje donji tekst:

1. Ugradnja klinaste izolacijske ploče koja se lijepi na izolaciju same fasade. Središnji element, treba skratiti na širinu parapeta minus 2x80 mm.
2. Potrebno je ucrtati položaj središnjeg elementa na parapet, što znači da sa svake strane parapeta, i lijevo i desno, treba uzeti u obzir razmak od špalete od 80 mm. Središnji element i ugaone elemente potrebno je skrojiti na dubinu špalete. Prednji rub središnjeg elementa otklopiti prema natrag, skinuti zaštitnu foliju s prednje ljepljive trake i ponovno ju zaklopiti. Čvrsto pritisnuti.
3. Skinuti zaštitnu foliju sa ugaonog elementa i čvrsto ga zalijepiti uz preklapanje po cijeloj površini. Sva preklapanja potrebno je pažljivo dodatno obraditi valjkom za spojeve, pazeći na to da ispod ugaonih elemenata ne nastanu nikakvi uključci zraka.
4. Unutarnji uglovi od trake za brtvljenje moraju se zalijepiti točno u uglove parapeta (lijevo i desno) na sve tri strane (prozorska špaleta/prozorski okvir/ druga razina hidroizolacije) bez uključaka zraka. Valjkom za spojeve pritisnuti čvrsto i po cijeloj površini.



5. Zaštitnu traku za brtvljenje zalijepiti za prozorski okvir (koristiti prikladne alate – valjke za spojeve).
6. Nanijeti mort za armaturni sloj žbuke ispod staklene mrežice profila, te mrežicu utisnuti u mort. Daljnji postupak s armiranjem žbuke te nanošenjem završno-dekorativnog sloja jednak je postupku kod izvođenja ETICS sustava.
7. Fiksiranje profila prozorske klupčice provodi se ljepilom, svakih deset centimetara po sredini iza lamela za odvođenje vode, specijalizirano ljepilo (preporuka proizvođača) se nanosi gusjeničasto.

Pripremljeni profil prozorske klupčice umeće se u prozorski otvor i pažljivo pritisne. Ne smije se zaboraviti na izvođenje spojeva (fuga) zbog dužinskog temperaturnog istezanja prozorske klupčice.



PRIRUČNIK ZA RADNIKE
ZAJEDNIČKI DIO, ETICS SUSTAVI I UGRADNJA STOLARIJE



Sufinancirano iz EU programa
Inteligentna energija Europe



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



REGIONALNI CENTAR ZAŠTITE OKOLIŠA
Hrvatska



GRADITELJSKA ŠKOLA
ČAKOVEC



HRVATSKA UDRUGA PROIZVOĐAČA
TOPLINSKO-FASADNIH SUSTAVA



Hrvatska komora
inženjera građevinarstva



Hrvatski zavod za zapošljavanje