

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

– STRUKOVNI DIO –



PRIRUČNIK ZA RADNIKE
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE ZIDAR

IMPRESSUM:**Urednici i autori:**

Graditeljska škola Čakovec
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Dizajn i prijelom:

Antonija Čičak

ISBN:

ISBN 978-953-8168-06-2

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000959952.

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
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE ZIDAR**



USUSRET ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI U ZGRADARSTVU

Međunarodno, ali i hrvatsko zakonodavstvo u području zgradarstva određuje sve strože zahtjeve u pogledu energetske učinkovitosti i energetskog 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 građevinsko zanimanje ZIDAR 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. 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 MASONS and BRICKLAYERS 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 skills of construction workers are the basis of good and energy efficient renovation and construction of buildings.

1 UVOD U STRUKU	9
1.1 DJELATNOST ZIDARA.....	9
1.2 ZIDARSKI PRIBOR, ALAT, STROJEVI	10
1.3 ZIDARSKI MATERIJALI.....	11
1.4 ZIDANJE JEDNOSTAVNIH ELEMENATA.....	13
2 IZVOĐENJE ZIDA	15
2.1 TRADICIONALNO ZIDANJE.....	15
2.2 ENERGETSKI UČINKOVITO ZIDANJE.....	16
2.3 PREDGOTOVLJENI SUSTAVI.....	22
2.4 IZOLIRANA OPLATA ZA BETON – ICF	25
3 IZOLACIJA ZGRADE	27
3.1 IZOLACIJSKI MATERIJALI.....	27
3.2 IZOLACIJA TEMELJA I PODOVA	31
4 RAVNI KROVOVI	36
4.1 PODJELA RAVNIH KROVOVA	36
4.2 IZOLACIJA TEMELJA I PODOVA	37
4.3 ZELENİ RAVNI KROV	38
4.4 NAJČEŠĆI PROBLEMI NA RAVNIM KROVOVIMA.....	39

1 UVOD U STRUKU

1.1 DJELATNOST ZIDARA

Djelatnost zidara vrlo često uključuje slijedeće radove:



Zidanje



Unutarnje žbukanje



Fasadno žbukanje



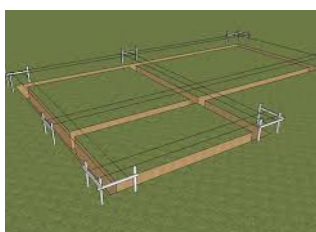
Izvedba podnih podloga



Izvedba vanjskih staza



Betoniranja



Postava nosne skele



Izvedba hidroizolacije



Izvedba plivajućih podova



Izvedba topl. sustava fasade















Ugradnja stolarije



Postava i rastavljanje skele

1.2 ZIDARSKI PRIBOR, ALAT, STROJEVI

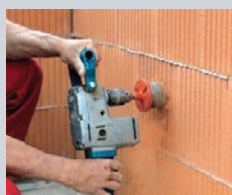
Kako bi što brže i učinkovitije izvodio svoje poslove, zidar se pri njima služi raznim alatima, priborom, strojevima i pomoćnim sredstvima. *Tablica 1* prikazuje dio alata pribora i strojeva koje majstor zidar koristi. S napretkom tehnologije i alati, pribor strojevi se mijenjaju, ubrzavaju i olakšavaju rad pa se preporuča stalno usavršavanje.

ZIDARSKI PRIBOR, ALAT I STROJEVI			
 <p><i>Sklopivi zidarski metar - mjerenje dimenzija manjih elemenata</i></p>	 <p><i>Visak - Za određivanje i provjeru vertikalnosti</i></p>	 <p><i>Libela - Za određivanje i provjeru horizontalnosti, vertikalnosti</i></p>	 <p><i>Laser za viziranje i prenošenje horizontale i vertikale</i></p>
 <p><i>Zidarska žlica</i></p>	 <p><i>Zidarski čekić</i></p>	 <p><i>Pištolj" za lijepljenje brušenih blokova"</i></p>	 <p><i>Valjak za nanošenje tankoslojnog morta</i></p>
 <p><i>Alat za nanošenje podložnog morta</i></p>	 <p><i>Pila za blokove od porobetona</i></p>	 <p><i>Stolna pila za opekarske blokove</i></p>	 <p><i>Lisna pila za opekarske blokove</i></p>

ZIDARSKI PRIBOR, ALAT I STROJEVI



Alat za urezivanje kanala za električne instalacije



Alat za urezivanje rupe za razvodne kutije



Stroj za žbukanje



Miješalica za mort/beton

Tablica 1 Zidarski pribor, alat i strojevi

1.3 ZIDARSKI MATERIJALI

Građevni proizvodi namijenjeni za ugradnju u zgradu čija svrha je racionalno korištenje energije i toplinsku zaštitu, dijele se na:

- toplinsko-izolacijske građevne proizvode;
- povezane sustave za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS)
- ziđe i proizvode za zidanje.

ZIĐE - skup **zidnih elemenata** položenih na projektom određeni način i povezanih **vezivnim sredstvom** na konačnom mjestu u građevini.



Slika 1 Opeka



Slika 2 Vezivo



Slika 3 Toplinsko izolacijski proizvod

Zidni elementi se mijenjaju s napretkom tehnologije, ali se mijenjaju i vezivna sredstva. Vezivna sredstva koja se koriste za međusobno povezivanje zidnih elemenata su:

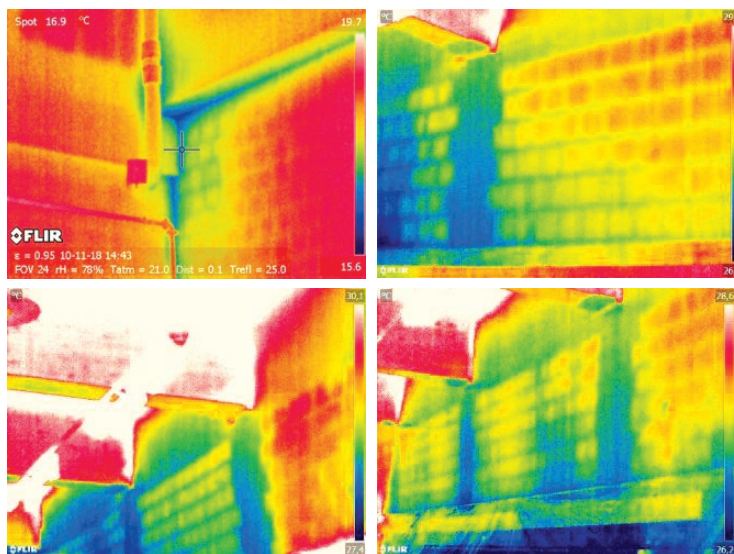
- Mort
- Tankoslojni mort
- Poliuretansko ljepilo



Tablica 2 Primjeri zidnih elemenata i vezivnih sredstava za gradnju vrlo niskoenergetskih zgrada

Sve više se izbacuje primjena klasičnog morta iz upotrebe zbog:

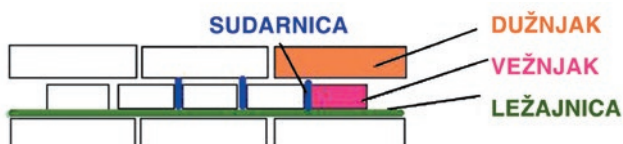
- Energetske učinkovitosti
- Brzine gradnje
- Utroška materijala



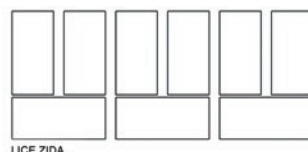
Slika 4 Termogrami zidova zidanih s blok opekom i mortom – vidljivi toplinski mostovi zbog morta

1.4 ZIDANJE JEDNOSTAVNIH ELEMENATA

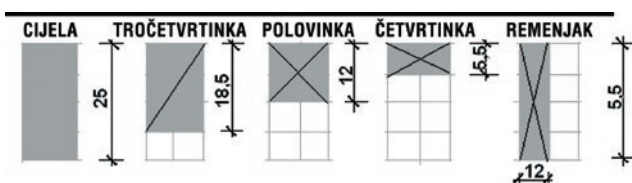
1.4.1 Osnovni zidarski pojmovi



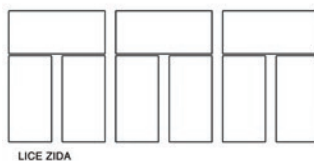
Slika 5 Osnovni zidarski pojmovi



Slika 6 Sloj dužnjaka



Slika 7 Lomljeni komadi



Slika 8 Sloj vežnjaka

1.4.2 Osnovna pravila zidanja

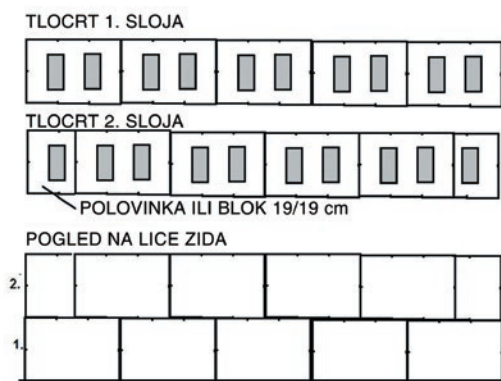
1. Svaki sloj opeke ili blokova mora biti **vodoravan** po cijeloj svojoj dužini i širini!
2. Svaka **sudarnica** višeg sloja mora biti **odmaknuta** od najbliže sudarnice nižeg sloja za najmanje $\frac{1}{4}$, a najbolje $\frac{1}{2}$ dužine opeke ili bloka!
3. U svim neparnim slojevima nekog zida slažu se opeke/blokovi kao u 1. a u svim parnim kao u 2. sloju istog zida – u zidu, dakle, postoje samo **2 različita sloja!**
4. Lica i naličja zidova moraju biti **okomita** osim ako se radi o kosim zidovima!
5. Kod zidanja treba upotrebljavati cijele opeke ili blokove a lomljene samo kad zahtijeva vez!
6. U **unutrašnjosti** debelih zidova zidanih opekom treba stavljati **vežnjake** jer su čvršći od dužnjaka!

1.4.3 Glavni vezovi/slogovi

Opeke ili blokovi u zidovima i ostalim zidanim elementima mogu biti složene na razne načine (vez ili slog), a najčešći su:

Vez dužnjaka - vez opeke ili blokova gdje su u cijelom zidu isključivo dužnjaci. Njime se ne mogu zidati zidovi većih debljina od 12 cm (opeka običnog formata) ili 19 cm (šuplji opekarski blokovi). Uobičajen je i kod zidanja šupljim betonskim i blokovima od plinobetona (*Slika 9*).

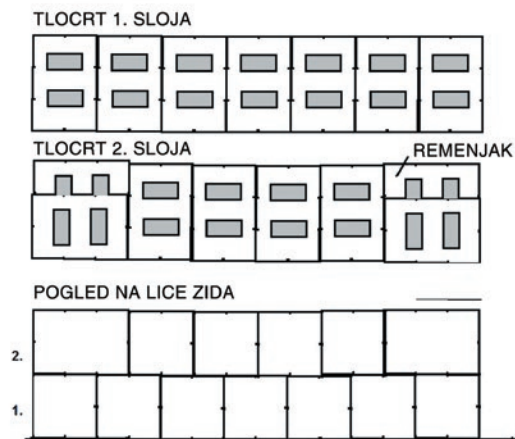
VEZ DUŽNJAKA U ZIDU 19 cm ŠUPLJIM OPEKARSKIM BLOKOVIMA



Slika 9 Vez dužnjaka šupljim opekarskim blokovima u zidu 19 cm

Vez vežnjaka - vez opeke ili blokova gdje su u cijelom zidu vežnjaci. Njime se zidaju zidovi debljine 25 cm opekam običnog formata ili 29 cm šupljim opekarskim blokovima. Uobičajen je i kod zidanja termoblokovima (*Slika 10*).

VEZ DUŽNJAKA U ZIDU 19 cm ŠUPLJIM OPEKARSKIM BLOKOVIMA







Slika 10 Vez vežnjaka šupljim opekarskim blokovima u zidu 29 cm

2 IZVOĐENJE ZIDA

2.1 TRADICIONALNO ZIDANJE

2.1.1 Tradicionalne vrste opeke i blokova za zidanje

			
Opeka običnog formata	Šuplji opekarski blokovi	Šuplje pregradne ploče	Šuplji betonski i lakobetonski blokovi

Tablica 3 Prikaz tradicionalnih vrsta opeke

Potrebno je razlikovati klasične zidne elemente od opeke normalnog formata i blok opeke od novih tehnologija i proizvoda koji su namjenski razvijeni za gradnju energetski učinkovitih zgrada. Tablica 3 prikazuje proizvode koji imaju **lošija toplinska svojstva, zahtijevaju klasični mort za zidanje i onemogućuju brzu gradnju.**

VRSTE MORTA		
VAPNENI	- vapno - pijesak - voda	- slaba čvrstoća - sporo veže - svjetlo siva boja
PRODUŽNO - CEMENTNI	- cement - vapno - pijesak - voda	- dobra čvrstoća - umjereno veže - siva boja
CEMENTNI	- cement - pijesak - voda	- najbolja čvrstoća - brzo veže - tamno siva boja






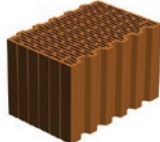

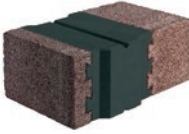





Tablica 4 Vrste tradicijskih mortova

2.2 ENERGETSKI UČINKOVITO ZIDANJE

S napretkom tehnologije došlo je do napretka u razvoju opekarskih proizvoda (*Tablica 5*) s ciljem poboljšanja njihovih svojstva u pogledu energetske učinkovitosti, između ostalog.

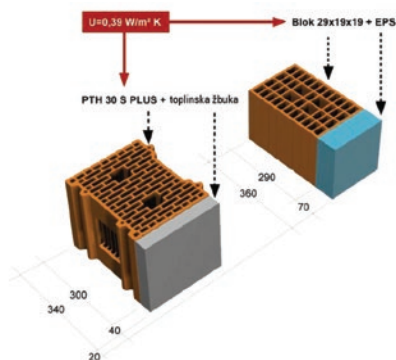
- Razvoj u strukturi šupljina
 - manje šupljine i struktura koja prekida izravan toplinski most
 - Punjenje šupljina izolacijskim materijalom
- Razvoj u svojstvima stjenke opeke
 - porozna struktura koja ima manju toplinsku provodljivost

Rezultat je smanjena efektivna toplinska provodljivost zidova izrađenih od takvih blokova!

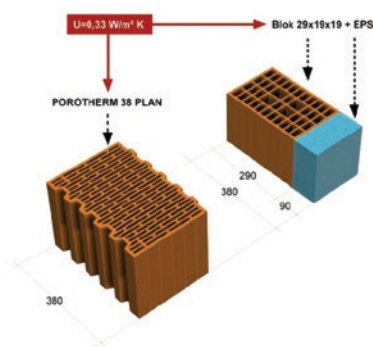
 <p>POROTHERM 45 S P+E</p>	 <p>POROTHERM 38 S P+E PLUS</p>	 <p>POROTHERM 25 S P + E</p>	 <p>POROTHERM 38 PROFIL</p>
 <p>Porotherm 25-38 W.i Objekt Profi</p>	 <p>Liapor SL-plus termo blok</p>	 <p>LiaTop.e - A++</p>	 <p>Liapor termo blok</p>
 <p>Opekarski blok punjen EPS-om</p>	 <p>Opekarski blok punjen EPS-om</p>	 <p>Opekarski blok punjen perlitom</p>	 <p>Durisol blok</p>

Tablica 5 Pregled različitih vrsta zidnih elemenata za zidanje energetski učinkovitih zgrada

Primjeri prednosti napretka tehnologije u proizvodnji zidnih elemenata vidljiva je u daljnjem tekstu (*Slika 11 i Slika 12*). Korištenjem termoblok opeke moguće je postići iste koeficijente prolaska topline (U-vrijednosti) kao s klasičnom blok opekam te dodatkom sloja toplinske izolacije.



Slika 11 Usporedba sustava: Porotherm 30 S Plus blok opeka s toplinskom žbukom i klasična blok opeka sa 7 cm EPS-a



Slika 12 Usporedba sustava: Porotherm 38 Profi blok opeka i klasična blok opeka sa 9 cm EPS-a

Vezivna sredstva koja se koriste za vezanje opekarskih blokova za energetske učinkovitu gradnju su **tankoslojni mort** i **poliuretansko (PUR) ljepilo**. **Tankoslojni mort je bolja opcija gradnje u odnosu na klasični mort za zidanje, ali lošiji od poliuretanskog ljepila**, u smislu energetske učinkovitosti. Razlog tome su toplinski mostovi koji se javljaju na vertikalnim i horizontalnim sljubnicama između zidnih elemenata. Dodatne prednosti tankoslojnog morta i poliuretanskog ljepila su **brzina gradnje** (samo zidanje, žbukanje itd. koji slijede iza zidanja se ubrzavaju i rade uštede). Nadalje, prednosti su **manji utrošak materijala za zidanje**, a zbog suhe i brze gradnje zgrade su prije spremne za useljenje, u odnosu na klasičnu gradnju mortom.

 <p>Termo mort</p>	 <p>Tankoslojni mort</p>	 <p>Poliuretansko (PUR) ljepilo</p>
Izravnavaajući sloj za prvi red opeke	Za 2. i ostale redove opeke Debljina sloja 1 mm	Za 2. i ostale redove opeke Vrijeme vezanja 20 min

Tablica 6 Vezivna sredstva za termo blokove

Uz gore navedene vrste blokova, kod zidanja se koriste i drugi proizvodi, koji služe za bržu, jednostavniju i učinkovitiju gradnju, kao što su na primjer posebni proizvodi za omeđeno zide (**Tablica 7**), koji imaju **ugrađene prekide toplinskih mostova**, ili se proiz-

vode specijalni toplinsko-izolacijski elementi koji služe kao izgubljena oplata za betoniranje vertikalnih i horizontalnih serklaža, ali istovremeno i smanjuju toplinske mostove na mjestima serklaža i/ili nadvoja.

 <p>Primjer korištenja posebnih proizvoda za omeđeno zidče</p>	 <p>Betonski kut</p>	 <p>Dryfix kut</p>	 <p>Porotherm vodoravni serklaž</p>
---	---	---	---

Tablica 7 Primjeri proizvoda za smanjenje toplinskog mosta kod serklaža

UPUTE ZA ZIDANJE OPEKARSKIM TERMO BLOKOVIMA (KAO POROTHERM):

	<p>FAZA 1 – POSTAVLJANJE HIDROIZOLACIJE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nakon izrade temelja i podne ploče treba postaviti horizontalnu hidroizolaciju da zidovi ne povlače vlagu iz zemlje; • Hidroizolacija mora biti na unutarnjoj strani šira oko 15 cm od zida za kasniji preklap sa izolacijom poda.
	<p>FAZA 2 – IZRAVNAVAJUĆI SLOJ MORTA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prije podizanja zida, potrebno je izravnati podlogu; • Minimalna debljina morta za izravnavanje iznosi 1,5 cm; • Preporuča se korištenje uređaja za izravnavanje (za brušenu opeku) Nivelliermax.
	<p>FAZA 3 – ZIDANJE PRVOG REDA ZIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prije zidanja opeku treba otprašiti i namočiti; • Prvi red – postaviti na još vlažan izravnavajući sloj; • Opeke se slažu jedna do druge spojem pero-utor; • Nužno je kontrolirati ravnost složenog reda libelom i korigirati gumenim čekićem po potrebi.



PRIPREMA POROTHERM DRYFIX.EXTRA

DRYFIX.extra dozu potrebno je prije (SVAKE) upotrebe protresti otprilike 20 puta te je zavrnuti na adapter pištolja. Zatim odvrnuti vijak i pritisnuti na otkopac min. 2 sek. (kako bi se cijev pištolja napunila), i pustiti neka ljepilo kratko iscuri van. Izlazak ljepila regulira se otkopcem.



FAZA 4 – ZIDANJE OSTALIH REDOVA ZIDA

- Na prvi slijedeći red zidnih elemenata nanose se dvije trake PUR ljepila (DRYFIX.extra) širine oko 3 cm na 5 cm od ruba blokova;
- Za pregradne zidove dovoljna je jedna traka PUR ljepila po sredini zidnog elementa;
- Zidanje drugog (i ostalih) redova nastavlja se s minimalnim preklopom od 1/3 dužine bloka;
- Umjesto DRYFIX.extra ljepila, može se koristiti i tankoslojni mort;
- Nakon postavljanja blok se više ne smije micati;
- Nakon upotrebe pištolj treba napuniti pjenom - uvijek treba ostaviti jednu napunjenu dozu;
- Dozu uvijek ostaviti u uspravnom položaju.

ZIDANJE BLOKOVA S MORTNIM DŽEPOM LAGANIM MORTOM

Lagani mort nanosi se na vodoravnu sljubnicu po cijeloj širini bloka, a okomita sljubnica izvodi se ispunom mortnog džepa između dva bloka (Slika 13).

ZIDANJE BRUŠENIH BLOKOVA TANKOSLOJNIM MORTOM

Tankoslojni mort nanosi se na vodoravnu sljubnicu po cijeloj širini zidnog elementa specijalnim valjkom za zidanje tankoslojnim mortom (Slika 14). Debljina tankoslojnog morta je 1-3 mm. Uštede na mortu za prosječnu obiteljsku kuću iznose oko 10.000 litara u usporedbi s mortom opće namjene.

SPOJ NOSIVOG I PREGRADNOG ZIDA (Slika 15)

- upotrebom metalne spone ili armaturne šipke Φ 8 mm;
- ovisno o materijalu nosivog zida;

metalna spona ugrađuje se u svaku 2. vodoravnu sljubnicu za vrijeme izvođenja nosivog zida od opeke.



Slika 13 Zidanje blokova s mortnim džepom



Slika 14 Nanošenje morta sa specijalnim valjkom za zidanje



Slika 15 Spoj nosivog i pregradnog zida

VAŽNO JE ZNATI!



- Zidove treba zaštititi od padalina, kako ne bi došlo do ispiranja veziva iz sljubnica;
- Zimi treba zidove zaštititi od mraza - ne smije se zidati kada su temperature ispod 5 °C, ali ako se koristi PUR ljepilo, tada je moguće zidati i do temperature od -5 °C;
- Ciklusi smrzavanja/odmrzavanja mogu oštetiti svježe dovršeno zidove;
- Opeku nije dopušteno razbijati zidarskim čekićem, nego je treba rezati pilom za rezanje opeke - opeka je krhka i raspasti će se pri razbijanju čekićem;
- Prilikom rezanja opeke obvezna je uporaba zaštitnih sredstava;



Tablica 8 Važnost zaštite od padalina, kontrole vertikalnosti, rezanje opeke stolnom pilom

- Ključ kvalitetnog izvođenja zidova je u izravnavajućem sloju morta koji se mora precizno izvesti (posebno bitno kod brušene opeke);
- Svako naknadno bušenje ili izrada užljebljenja u zidovima zgrade treba izbjegavati. Urezivanje kanala za električne instalacije moguće je izvesti korištenjem odgovarajućih alata i strojeva. Predvidjeti niše za instalacije; Problem zrakopropusnosti vanjske ovojnice.



Tablica 9 Važnost izvedbe izravnavajućeg sloja morta i prvog sloja opeke, urezivanje kanala za električne instalacije

2.2.1 Blokovi od laganog betona

Blokovi od laganog betona kao Liapor ili Ytong blokovi koriste tankoslojni mort kao vezivno sredstvo. U novije vrijeme i blokovi od plinobetona (kao Ytong) koriste poliuretansko ljepilo kao vezivno sredstvo.

Zidanje blokovima od laganog betona (kao Ytong):

- Lagan je, lako se pili, buši, brusi, a tlačna čvrstoća mu varira visno o vrsti proizvoda;
- Zida se isključivo u vezu dužnjaka;
- Prvi sloj se zida produžno cementnim mortom;
- Ostali slojevi se zidaju tanko slojnim mortom koji se nanosi na vodoravne i okomite sljubnice u sloju od 2-3 mm nazubljenom lopaticom;
- Svaki sloj opeke se prije nanošenja morta izravnava (*Tablica 10*).



Tablica 10 Zidanje plinobetonom

PARAPET - treba, zbog sigurnosti od potresa, armirati u 2. i 3. redu (od otvora na niže), armaturom $\varnothing 6$ ili $\varnothing 8$, ovisno o širini otvora. Armatura mora biti sa svake strane za 50 cm duža od otvora. U pripremljeni utor stavlja se armature i zalije cementnim mortom 1:3, s agregatom 0-4 mm.

PREGRADNI ZID - svaki 3. red po visini treba učvrstiti u nosivi zid ankerom i pocinčanim čavlima. Svaki 2. blok najvišeg reda učvrstiti ankerom u stropnu ploču. Dilatacije uz zid i strop (1 cm) treba zapuniti PUR pjenom.

HIDROIZOLACIJA - Na zidove od Ytonga vertikalnu HI može se postaviti direktno na otprašeni zid.

2.3 PREDGOTOVLJENI SUSTAVI

Predgotovljeni zidni paneli i modularna gradnja pružaju prednosti u usporedbi s klasičnom gradnjom (monolitnom gradnjom), a koje uključuju:

- veći standardi održivosti;
- kvalitetnija gradnja;
- brža gradnja;
- bolja zaštita na radu;
- bolja energetska učinkovitost tijekom korištenja;
- smanjena emisiju CO_{2eq} tijekom proizvodnje, gradnje i korištenja.

2.3.1 Predgotovljeni betonski zidni paneli



Slika 16 Zidni panel tipa ECO-SANDWICH®, zidni panel s EPS-om kao TI, vezni element od termoplastičnih smola za smanjenje toplinskih mostova, pločasti i cilindrični vezni elementi

- Sastoje se od TI između dva sloja betona - arhitektonski oblikovanog vanjskog završnog sloja i unutarnjeg nosivog ili samonosivog sloja;
- Dva betonska sloja u jedan sustav spajaju vezni elementi (*Slika 16*) ubetonirani u vanjski sloj betona, prolaze kroz sloj krute toplinske izolacije (EPS ili XPS) te se ubetoniraju u unutarnji, nosivi sloj betona;
- Utjecaj točkastih toplinskih mostova može se smanjiti umetanjem (najčešće polietilenskih) kapica (*Slika 16*).

PREDNOSTI SENDVIČ PANELA:

- Ugrađuje se kao cjelokupni vanjski zid proizveden u tvorničkim uvjetima
- Uključuje zabrtvljene reške između panela ili potpuno drenirane i ventilirane šupljine (slojeve) kojima se omogućuje pouzdana kontrola ventilacije zraka i isušivanja vlage koja se eventualno može javiti.



a)



b)



c)

Slika 17 a) Transport, **b)** skladištenje u šoškama i **c)** montaža predgotovljenih betonskih panela

TRANSPORT:

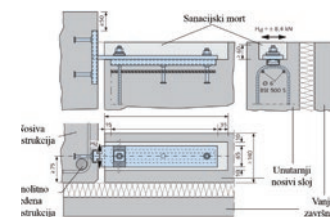
- transportiraju se prikladnim vozilima, (uključujući i uređaje za podizanje, rukovanje i skladištenje) u vertikalnom položaju korištenjem posebnih okvira, tzv. šoški (Slika 17) zbog osiguranja od prevrtanja i oštećenja uslijed transporta.

MONTAŽA PANELA:

- Paneli se pričvršćuju za nosivu konstrukciju pomoću čeličnih veznih elemenata, koji se ugrađuju u panele prilikom betoniranja u tvornici betona, te u nosivu konstrukciju;
- Nakon montaže panela, potrebno je obraditi mjesta prihвата panela (kuke) na isti način na koji je obrađen i ostatak panela.



Slika 18 Namještanje predgotovljenih betonskih panela



Slika 19 Primjer načina pričvršćenja betonskih zidnih panela na nosivu konstrukciju



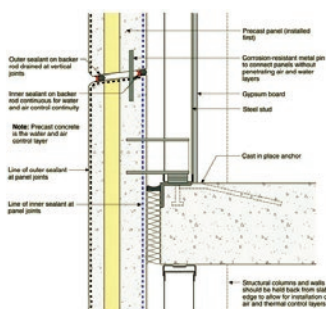
Slika 20 Usadna kuka, koja omogućava montažu panela



Slika 21 Baza (podloga) u reški prije brtvljenja



Slika 22 Rupa za odvođenje vlage iz predgotovljenih betonskih zidnih panela



Slika 23 Usadna kuka, koja omogućava montažu panela

IZVOĐENJE SLJUBNICA:

- Zbog osiguranja **zrakonepropusnosti** vanjske ovojnice zgrade, smanjenja toplinskih mostova i osiguranja požarne otpornosti, treba zabrtviti **sve spojeve nosive konstrukcije i panela te panela međusobno**;
- **Sljubnice - najosjetljivije područje** - njihov broj i položaj treba biti minimiziran (smanjuje se mogućnost popuštanja brtvila na spojevima i troškovi održavanja takvih fasada);
- Izvođenje sljubnica kao i njihov položaj i konfiguracija, jednako je važno, kao i kvaliteta samih panela;
- Širina sljubnice za dvostruko brtvljenje je 20–25 mm, a min. 12 mm, jer u protivnom može doći do istiskivanja brtvila iz sljubnice (*Slika 24*) ili čak do mehaničkog oštećenja panela.

Brtvljenje se provodi:

- umetanjem **baze (podloge) od TI i negorivog materijala (kamena vuna)** koja služi za osiguranje jednolikog i ispravnog nanošenja brtvila bez njegovog pretjeranog trošenja (*Slika 21*);
- na nju se nanosi **temeljni premaz (primer)** da ne dođe do prijevremenog otkazivanja brtvila;
- na primer se nanosi **brtvilo - vatrootporni trajnoelastični kit**. Nanosi se na osušeni temeljni premaz ali isti dan njegovog nanošenja. Proizvođač primera i brtvila trebao bi, obavezno, biti isti;
- Trajnoelastični kit se treba nanositi na suhe, čiste, bezmasne površine na temperature između 5°C i 30°C;
- Voda koja je ušla u sustav zida, mora se obavezno isušiti na dnu panela na dijelu horizontalne sljubnice pravilnim zatvaranjem (brtvljenjem) sljubnice i pravilnim izvođenjem završnih detalja (*Slika 22*);
- Pištolji za brtvljenje i mlaznica moraju biti takvi da omogućuju odgovarajući pritisak i protok brtvila da se jednakomjerno i u potpunosti zapune sljubnice. Nepotpuno zapunjavanje sljubnica obično dovodi do pucanja spoja (*Slika 25*);
- Nakon zapunjavanja, sljubnice treba pažljivo obraditi u **blago konkavni (udubljeni) oblik** unutar maksimalnog vremena obradivosti (proizvođač);
- Površina brtvila treba biti **glatka, bez brazdi, bora, ulegnuća, zračnih šupljina i ugrađenih nečistoća**. Radnici koji ugrađuju brtvila moraju biti kvalificirani;
- Mogu se koristiti i **gotove trake za brtvljenje koje se ugrađuju najprije na panele**, pa se nakon instalacije panela lijepe za konstrukciju ali pri tom treba posebno pažljivo rukovati prilikom transporta panela, kako ne bi došlo do oštećenja traka za brtvljenje.



Slika 24 Primjer deformacije brtvila uslijed deformacije zidnih panela



Slika 25 Brtvilo se ne smije nanositi u prekomjernim količinama (npr. po cijeloj debljini presjeka panela) - PUCANJE VEZE



Slika 26 Premalo brtvila koje zatim ne može podnijeti pomake predgotovljenih panela te dolazi do pucanja brtvila

2.4 IZOLIRANA OPLATA ZA BETON – ICF

To je izolirana oplata za beton koja se u različitim oblicima izvedbe koristi za gradnju vanjskih zidova s betoniranjem na gradilištu. Ovaj modularni sustav obuhvaća **obostrano postavljen TI material** (obično EPS ili XPS-u povezan s plastičnim vezama), a koji ima **ulogu oplata** prilikom ugradnje betona.

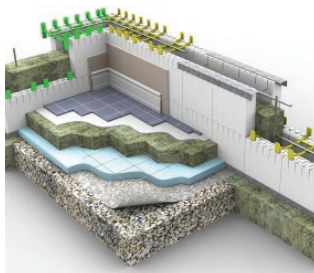
Oplata ICF sustava se postavlja do **visine od jedne etaže** uz **jednostrano podupiranje** sustava prije ugradnje betona s unutarnje strane zida (podupirači na razmaku 1,0 - 1,5 m).

Ugradnja betona provodi se korištenjem **pumpi za beton**, i to u slojevima **visine 1 m** po cijelom opsegu zgrade, uz vibriranje betona pervibratorima. Nakon očvršćivanja betona, **na vanjskoj strani** zidova izvodi se **tankoslojna žbuka** (kao kod ETICS fasada).

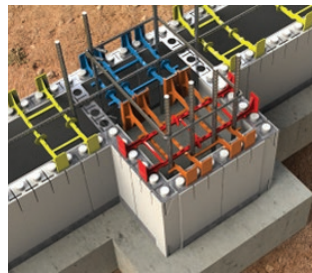
Moguća je i izvedba drugih vrsta fasade, poput npr. ventiliranih fasada. Moguće je izvesti zidove različite debljine sloja armiranog betona, kao i zidove različite debljine toplinske izolacije (*Slika 27 – Slika 30*);



Slika 27 Modularni sustav izolirane oplata za betonske zidove



Slika 28 Primjeri montaže ICF sustava

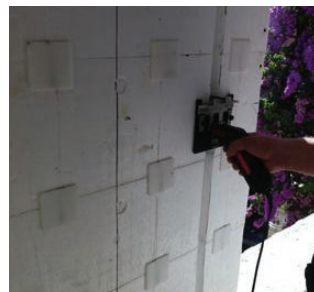




Slika 29 Zid ukupne debljine 43 cm građen ICF sustavom



Slika 30 Podupiranje oplata ICF sustava



Slika 31 Usijecanje kanala za instalacije

Kanali za instalacije se usijecaju vrućim sjekačem, bez štemanja (Slika 31), dok je sve proboje kroz zidove potrebno unaprijed (prije ugradnje betona) predvidjeti i adekvatno izvesti.

Preporuča se da **prozori i vrata** budu visine koje je **višekratnik modula samog bloka**, kako bi se izbjegle komplikacije s rezanjem i prekrojavanjem samih blokova.

Na **unutrašnjoj strani zidova** treba izvesti **zaštitu od požara** postavom parne brane, zračnog sloja, te obloge vatrootpornim gipskartonskim pločama, koje se pričvršćuju direktno za spone ICF sustava, tako da nisu potrebni pocinčani nosači.

NEDOSTACI ICF SUSTAVA:

Gubi se mogućnost korištenja toplinske mase betona zbog korištenja polistirena s unutarnje strane zidova, što povećava troškove za grijanje i hlađenje zgrada u odnosu na one kod kojih je betonski zid u izravnom kontaktu s unutarnjim prostorom.

Slaba je otpornost sustava na požar, te je potrebno vrlo pažljivo postupati s ovim sustavom i izvesti zaštitu od požara korištenjem vatrootpornih gipskartonskih ploča. Mnogi proizvođači ovih sustava deklariraju da su oni negorivi, ali se vrlo rijetko deklarira njihova požarna otpornost. Čak i ako se koristi negorivi EPS, on se topi na temperaturama oko 80°C a zapali iznad 480°C (ukoliko je prisutan vanjski plamen) ili 575°C (bez vanjskog plamena), te prilikom gorenja emitira plinove.

3 IZOLACIJA ZGRADE

3.1 IZOLACIJSKI MATERIJALI

3.1.1 Materijali za hidroizolaciju zgrade (HI)

Hidroizolacija se koristi za zaštitu građevine od vlage (oborinske, sanitarne ili iz zemlje).

Dijelovi zgrade koji su izloženi vlazi su: podrumski zidovi i podovi, podovi prizemlja, gornje plohe temelja u dodiru sa zidovima, soklovi (podnožja), fasadni zidovi (fasadna žbuka), ravni i kosi krovovi, te podovi u “mokrim” prostorijama.

Kao hidroizolacija se koristi:

- Bitumenske hidroizolacije (Slika 34),
- Bentonitne hidroizolacijske trake (Slika 35),
- Hidroizolacijske trake od sintetske gume (Slika 35),
- Vodonepropusni beton i mort/žbuka i premazi (Slika 35).

Slika 32 Grafička oznaka HI



Slika 33 Mjesta postave HI



a)



b)



c)

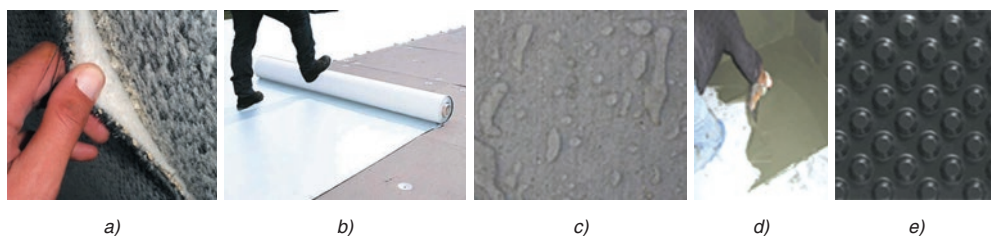


d)



e)

Slika 34 Bitumenske hidroizolacije: a) Rastaljeni bitumen; b) Varenje bitumenske ljepenke; c) punoplošno samoljepljiva hidroizolacijska traka; d) Hladni premaz bitumena; e) Hidroizolacijska pasta

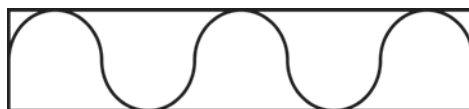


Slika 35 a) Bentonitna HI; b) HI od sintetske gume; c) vodoodbojni premazi; d) polimercementni premaz; e) zaštita čepastom folijom

Parne brane i parne kočnice koriste se za kontroliranje ulaska vodene pare u građevne dijelove zgrada kako bi se spriječila građevinska šteta nastala uslijed kondenzacije vodene pare.

3.1.2 Materijali za toplinsku izolaciju zgrade (TI)

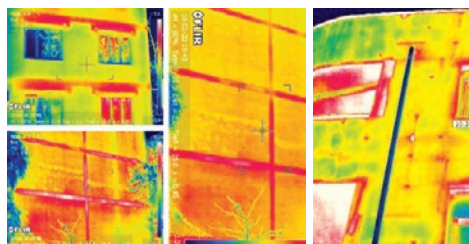
Toplinsko-izolacijski materijali i proizvodi koriste se za smanjenje toplinskih gubitaka zimi i pregrijavanje prostora ljeti. Materijal za TI zgrade je bolji ako ima manju toplinska provodljivost λ (lambda).



Slika 36 Grafička oznaka TI





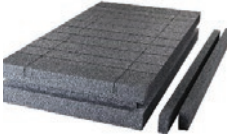
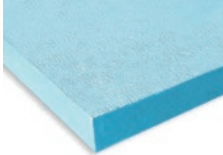






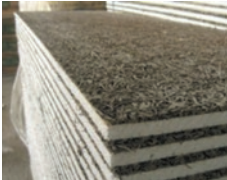

Slika 37 Položaj toplinske izolacije u zgradi s vanjske i unutarnje strane



Slika 38 Primjeri toplinskih mostova

materijal	λ (W/mK)	materijal	λ (W/mK)
čelik	58	pluto	0,045 – 0,055
kamen granit	3,5	perlit	0,04 – 0,065
beton	2	mineralna vuna	0,04
voda	2	EPS stiropor	0,035 – 0,04
staklo	1,1	XPS stirodur	0,03 – 0,04
opeka	0,55 – 0,8	PUR poliuretan	0,02 – 0,035
drvo	0,14 – 0,2	zrak	0,025
slama	0,09-0,13		

Tablica 11 Toplinska provodljivost λ nekih građevnih materijala

			
Kamena vuna	Ekspandirani polistiren – stiropor (EPS)	- Grafitni EPS	- Ekstrudirani polistiren (XPS) – stirodur
			
Staklena vuna	Poliuretanska pjena – tvrda	Pluto	Celuloza
			
Perlit	Ovčja vuna	Drvolit	Balirana slama

Tablica 12 Fotografije nekih toplinsko – izolacijskih materijala

TOPLINSKI MOST (Slika 38)

- manje područje na vanjskoj ovojnici zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela.
- **Temperatura unutarnje površine na toplinskom mostu manja je nego na ostaloj površini - opasnost od kondenziranja vodene pare.**

POLOŽAJ TI U ZGRADI:

- toplinska izolacija se postavlja **najčešće s vanjske (hladne) strane** građevnog dijela zgrade – NAJLAKŠA RJEŠENJA TOPLINSKIH MOSTOVA, MANJI RIZIK PROBLEMA S DIFUZIJOM VODENE PARE
- **unutarnja TI se postavlja samo u iznimnim slučajevima – POTREBAN OPREZ ZBOG TOPLINSKIH MOSTOVA I DIFUZIJE VODENE PARE**

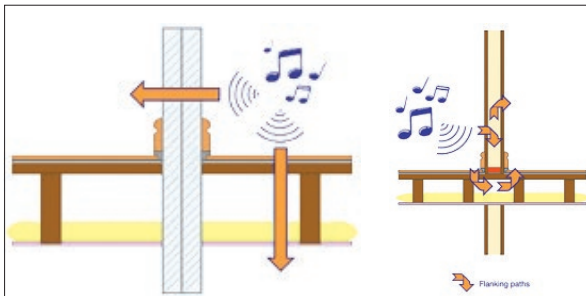


3.1.3 Materijali za zvučnu izolaciju zgrade (ZI)

Buka je svaki za čovjeka nepoželjan i neugodan zvuk.

VRSTE BUKE (Slika 39):

- UDARNA BUKA (TOPOT/VIBRACIJE)** - nastaje uslijed udaraca, bušenja, skakanja, hodanja, a prenosi se konstrukcijom preko tzv. krutih veza (od betona i morta).
- PROSTORNA BUKA** se prenosi zrakom putem zračnih valova.



Slika 39 Prijenos zvuka kroz konstrukciju zgrade




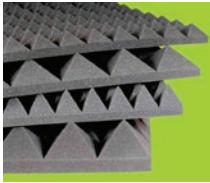

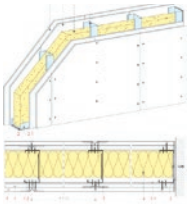
Slika 40 Plivajući pod

Izolacija od udarne buke:

- Plivajućim podom (Slika 40) - ubacivanjem elastičnog i "mekog" materijala po cijeloj površini ispod podne podloge (glazure) i na njezinom spoju sa strane uz zid - podna podloga i obloga "plivaju" u elastičnoj sloju.
 - za plivajuće podove se koriste **specijalizirane „elastične“ ploče (mineralne vune, elastificiranog EPS-a, pluta, itd.).**
 - Kod debljina većih od 3 cm ploče se polažu u 2 ili više slojeva.

Izolacija od prostorne buke (Tablica 13):

- štitimo se **gustim, masivnim materijalima** (kamen, beton, specijalizirana opeka);
- apsorpcijom zvuka korištenjem:
 - Poroznih proizvoda** koji upijaju zvuk poput drvene vune, mineralne vune, reljefnih ploča od pjenastih materijala
 - Laganih sustava od gipskartonskih ploča** (suhomontažni zidovi s mineralnom vunom kao ispunom)
- Vrata** - teža i punija;
- Prozor** – što **deblje staklo**; **3- struka** stakla ispunjenim **teškim plinovima** (npr. SF6); **laminirano** staklo (2 ili više stakla spojenih tankim folijama);

 <p>Zvučno izolacijski blok</p>	 <p>Reljefne ploče od PUR pjene</p>	 <p>- Drvena vuna</p>	 <p>- Sustav od gipskartonskih ploča</p>
--	--	--	--

Tablica 13 Neke od mogućnosti izolacije od prostorne buke

VAŽNO JE ZNATI!

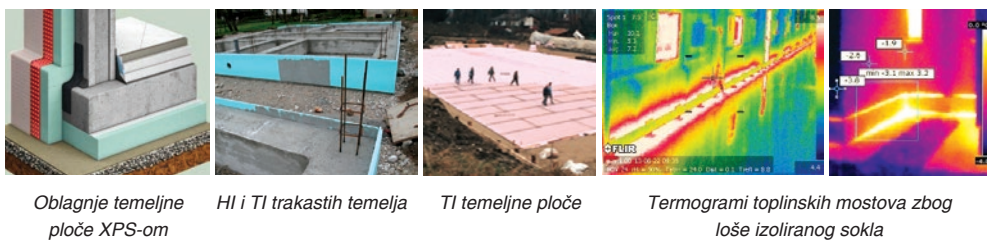
- Svaki proizvod koji se koristi na gradilištu (hidroizolacija, parna brana, toplinska izolacija, zvučna izolacija) ima različita svojstva.
- Svaki proizvod se ugrađuje isključivo za namjenu prema preporukama proizvođača.
- Pogrešno odabran proizvod za određenu namjenu može izazvati građevinsku štetu.



3.2 IZOLACIJA TEMELJA I PODOVA

3.2.1 Izolacija temelja

Toplinsko izolacijski sloj mora bez prekida ovijati cijelu zgradu, uključujući i temelje kao i pod na tlu (Slika 41). Razlog je kvalitetnija izolacija toplih mostova na ovojnici i sprečavanje stvaranja kondenzata u konstrukciji.



Oblagne temeljne ploče XPS-om

HI i TI trakastih temelja

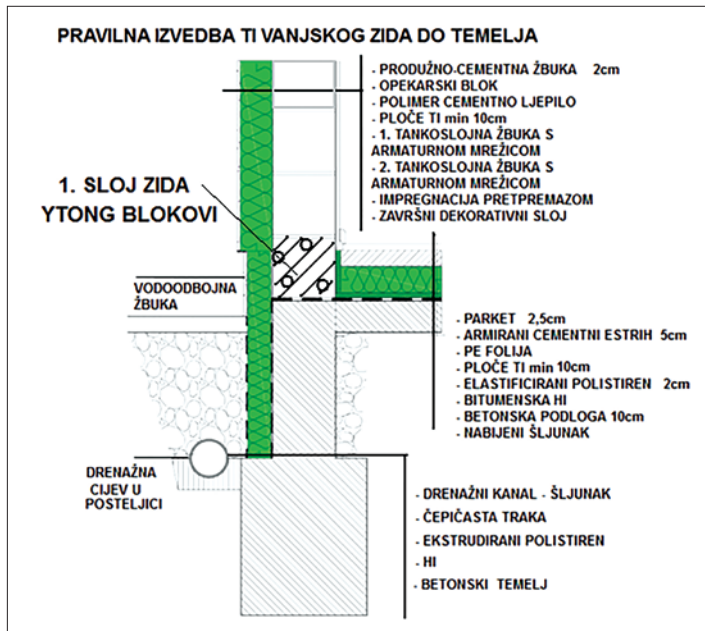
TI temeljne ploče

Termogrami toplinskih mostova zbog loše izoliranog sokla

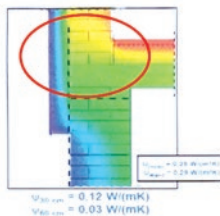
Slika 41 Primjeri izvođenja izolacije temelja, kao i termogrami loše izvedene toplinske izolacije

Izolaciju treba obavezno ugrađivati prema projektu zgrade, uobičajno se kod trakastih/pojasnih temelja ugrađuje **debljina TI od min. 15 - 20 cm, a dubine min. 50 cm** ispod visine TI u donjoj etaži postojeće zgrade. Najbolje je rješenje potpuno oblaganje trakastih temelja, kao i podnih ploča koje je moguće izvesti kod novih zgrada. Pogodni materijali su **XPS, PUR, PIR, pjenasto staklo**.

Spoj trakastog temelja (zida podruma) i vanjskog zida je **toplinski most** – najbolje je rješavanje izvođenjem prvog sloja vanjskog zida proizvodima vrlo male toplinske provodljivosti (**Schoeck Novumur, Porotherm W.i, ...**) čime se postiže tzv. toplinska peta (*Slika 42*).



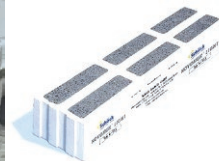
Detalj TI i HI temelja (presjek)



Raspodjela temperature u presjeku s i bez „toplinske pете“



Primjer ugradnje Schoeck Novumur sustava



Schoeck Novumur sustav

Slika 42 Primjeri prekida toplinskog mosta korištenjem specijaliziranih sustava

3.2.2 Toplinska izolacija podova

PODOVI ZGRADE KOJE TREBA TOPLINSKI ZAŠTITITI:

- podne konstrukcije prema zemlji
- podne konstrukcije negrijanog tavana
- podne konstrukcije prema negrijanom podrumu
- podne konstrukcije iznad otvorenih prolaza

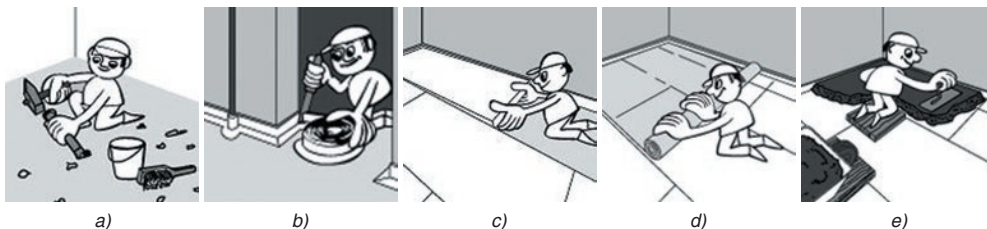
Ovisno o tome da li je **pod opterećen ili ne** ili **pak se izolira podgled s vanjske strane**, potrebno je odabrati odgovarajuće proizvode.

Istovremeno je potrebno imati na umu i ponašanje materijala u požaru (npr. garaže, itd...) kao i difuziju vodene pare.

TOPLINSKA IZOLACIJA PODA PREMA PODRUMU I PODA U DODIRU SA ZEMLJOM:

- Toplinski gubici preko tla iznose do **10 %** ukupnih toplinskih gubitaka;
- Kod novogradnji pod na terenu treba toplinski izolirati **što većom debljinom TI s vanjske strane** (strane podruma ili pak od tla kod poda na tlu);

Ukoliko nije moguće toplinski izolirati pod građevnog dijela s vanjske strane, moguća je izvedba toplinske izolacije s unutarnje strane. Današnja tendencija je takva da se svi podovi zgrade izvode kao **plivajući podovi** koji tada omogućuju i zvučnu i toplinsku izolaciju.



Slika 43 a) Priprema podloge; b) Postava rubne izolacije; c) Postava ploča izolacije; d) Postava razdjelne folije; e) Izvedba estriha

Priprema podloge	Postavljanje rubne izolacije	Polaganje ploča za izolaciju
<ul style="list-style-type: none"> • temeljito očistiti; • po potrebi izravnavajući sloj; 	<ul style="list-style-type: none"> • uz zidove položiti rubne izolacijske trake širine 1 cm; • instalacijske okomite cijevi treba omotati trakama od TI materijala kako bi se izbjegli "zvučni mostovi" 	<ul style="list-style-type: none"> • počevši od ugla ploče polažemo gusto – s minimalnom sljubnicom; • ploče polagati s izmicanjem spojeva; • kod debljine veće od 3cm ploče položiti u 2 ili više slojeva;

<p>Postavljanje razdjelne folije/ Polietilenska folija minimalne debljine 0,2 mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> • zaštita izolacije od vlage iz estriha; • preklop traka 10 cm a na spoju zida i ploče moraju biti izvučene do gornjeg ruba rubne izolacije. 	<p>Nanošenje estriha</p> <ul style="list-style-type: none"> • estrih treba armirati, plohe veće od 30 m² dilatirati, • estrih dilatirati u području pragova 	<p>1 - žbuka - cem. mort 2 - rubni element (sokl) 3 - zidne pločice 4 - podne pločice 5 - traka od pjenastog materijala 6 - elastična brtvena masa 7 - rubna traka 8 - bitumenska ljepenka ili PE folija 9 - mekoelastični sloj</p>
--	---	---

Tablica 14 Opis faza izvedbe plivajućeg poda

TI PODA IZNAD PODRUMA, NEGRIJANE PROSTORIJE ILI OTVORENOG PROSTORA:

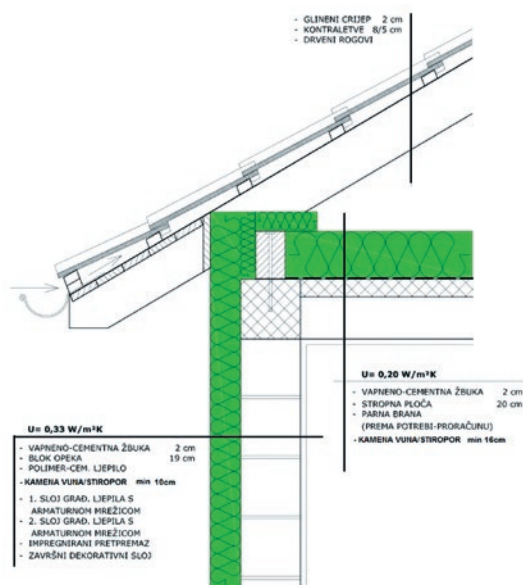
- TI poda iznad podruma (negrijane prostorije ili otvorenog prostora) može se izvesti **s tople strane konstrukcije na sličan način kao i plivajući pod**,
- **Preporuča izolacija s hladne strane** zbog lakšeg izvođenja, difuzije vodene pare, a u slučaju podruma i zbog gubitka visine prostora koji je prihvatljiviji u podrumu nego u stambenom prostoru.
- Stropovi podruma (negrijane prostorije ili otvorenog prostora) izoliraju se **pričvršćivanjem ploča TI s donje strane stropa lijepljenjem i mehaničkim učvršćenjem u stropnu ploču (Slika 44).**



Slika 44 TI podgleda stropa negrijane prostorije ili pak iznad otvorenog prostora

TI PODA U DODIRU S NEGRIJANIM TAVANOM (Slika 45 i Slika 46):

- Preporuča se postavljanje izvana, **na hladnijoj strani**;
- **Ispod izolacije mora obavezno ići parna brana**;
- TI se izvodi **jednostavnim polaganjem** izolacijskih ploča na stropove;
- Kod **prohodnog tavana** TI se zaštićuje s gornje strane **krutim oblogama** (npr. drvene OSB ploče);
- Kod **neprohodnog tavana** izolacija se preporuča **tvrdim pločama** a ukoliko se vrši **mekanim i polutvrdim pločama**, a preporuča se izvoditi **hodne staze** do instalacija, kako ne bi došlo do oštećenja ploča.



Slika 45 Detalj poda tavana – izolacija izvana



Slika 46 Postavljanje TI na pod tavana

4 RAVNI KROVOVI

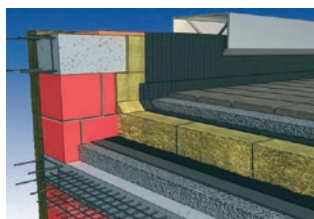
- Konstrukcije sastavljene od niza slojeva različitih materijala i funkcija koje uz ulogu stropne ploče posljednjeg kata moraju **zaštititi** građevinu **od vanjskih utjecaja**: padalina, topline, hladnoće, vjetra...;
- **Nagib** krovnih ploha je **1,5 – 5 %** - ovisno o rješenju i sustavu koji je potrebno izvesti, a služi kako bi se osigurala učinkovita odvodnja.

4.1 PODJELA RAVNIH KROVOVA

- NEPROHODNI (šljunak ili hidroizolacija kao završni pokrov), *Slika 47 i Slika 50*;
- PROHODNI (terase, zeleni krov, balkoni), *Slika 48, Slika 49 i Slika 51*.



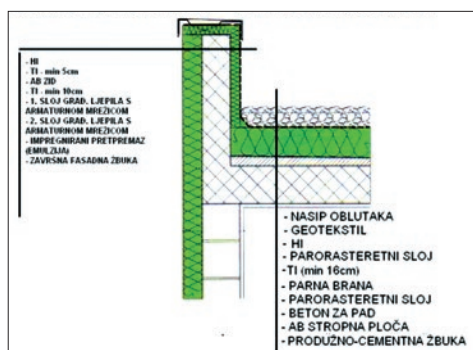
Slika 47 Neprohodni ravni krov



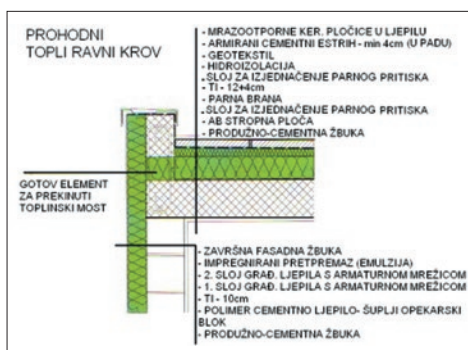
Slika 48 Prohodni ravni krov



Slika 49 Zeleni ravni krov



Slika 50 Detalj neprohodnog ravnog krova



Slika 51 Detalj prohodnog ravnog krova

KLASIČNI RAVNI KROV - pri kojem su svi slojevi krova zaštićeni završnim HI slojem. Kod klasičnog ravnog krova HI je najčešće završni pokrov te je mehanički pričvršćena na nosivu konstrukciju.

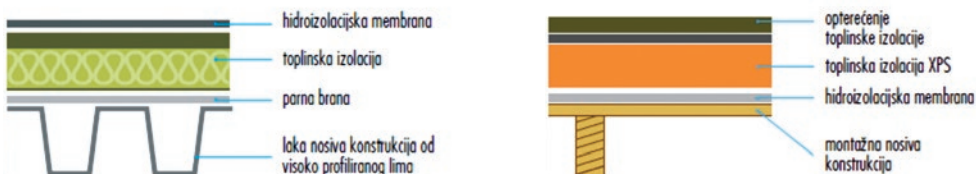
OBRNUTI RAVNI KROV - onaj je pri kojem se sloj TI (ekstrudirani polistiren) nalazi iznad

HI. Kod ovih krovova slojevi se zamjenjuju tako da TI dolazi na HI čime ona dobiva zaštitu od ekstremnih temperaturnih i mehaničkih oštećenja, zaštitu od UV- zračenja, te se produljuje vijek trajanja HI.

DVOSTRUKI VENTILIRANI (HLADNI) KROV - krov s pokrovnim slojem odvojenim ventilirajućim prostorom od ostalih slojeva. Navedeni prostor mora biti poprečno ventiliran dovodnim i odvodnim otvorima.

4.2 FUNKCIONALNI SLOJEVI RAVNOG KROVA

1. **BETON ZA NAGIB** - osigurava najmanje **nagibe** krovnih ploha prema mjestima za **odvod** oborinskih voda (vodolovna grla). Izvodi se od običnog ili laganog betona.
2. **SLOJ ZA IZJEDNAČENJE** - ima zadaću **zaštititi parnu branu** od oštećenja, ali i mogućih kemijskih reakcija s materijalima u kontaktu, dodatno on premoštava male pukotine nastale u nosivoj konstrukciji. Za tu svrhu se koristi sintetički voal - geotekstil.
3. **PARNA BRANA** - **sprječava prodiranje vodene pare** iz prostora zgrade kroz krovnu ploču **u sloj TI** do hidroizolacije. Parna brana bi se trebala uvijek ugraditi nastavljena do iznad razine toplinske izolacije i prekrita sa slojem hidroizolacije, na sve vertikalne dijelove krova kao što su proboji, instalacije, priključci, završetci i dr. Izvodi se od polimerima modificiranih **bitumenskih izolacijskih traka sa uloškom od aluminijske (Al) folije** ili deblje **PE (polietilenske) folije** s kemijski zavarenim preklopima.



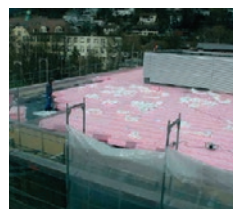
Slika 52 Raspored slojeva kod klasičnog i obrnutog ravnog krova



Slika 53 Parna brana od bitumenske trake s uloškom od Al folije i od PE folije (desno)



Slika 54 Izvedba betona za nagib



Slika 55 Postavljanje toplinske na ravan krov



Slika 56 Izvedba hidroizolacije na ravan krov: samoljepljiva bitumenska traka, sintetičke krovne membrane

4. **TOPLINSKA IZOLACIJA** - tvrdim sintetskim pjenama (polistirenom, poliuretanom), pločama od kamene vune, itd. (Slika 55). Preporučuje se izvedba u **dva sloja** s međusobnim preklapanjem sudara ploča da bi se izbjegla pojava toplinskih mostova.
5. **HIDROIZOLACIJA** - vodonepropusna membrana. Izložena je: mehaničkim oštećenjima, deformaciji krovne ploče, visokim i niskim temperaturama, utjecaju vjetra, UV zraka, svih vrsta oborina, Slika 56.
 - a. **Sintetičke krovne membrane** – PVC, FPO, PUR, PE, PP, PVA, TP, EPDM... Slobodno se polažu, mehanički fiksiraju, lijepe ili opterećuju balastom (šljunak, kulir);
 - b. **Hidroizolacijske krovne trake na bazi bitumena – 3,4 ili 5** – s raznim količinama bitumske mase po m². Zbog svoje krutosti i nepostojanosti na niskim temperaturama i pri starenju na ravnim krovovima nemaju veću primjenu, a posebno kao završne trake.
6. **ZAŠTITNI SLOJ** - od **mehaničkog djelovanja** i utjecaja **insolacije** i **toplinskih oscilacija**.
 - a. **Neprohodni krov** - nasipom **oblutaka** (16 - 32 mm) debljine sloja najmanje 5 cm
 - b. **Prohodni krov** - **kamenim pločama** (na sloju pijeska ili na podlošcima od gume ili plastike) ili **keramičkim pločicama** u cementnom mortu na betonskoj podlozi.

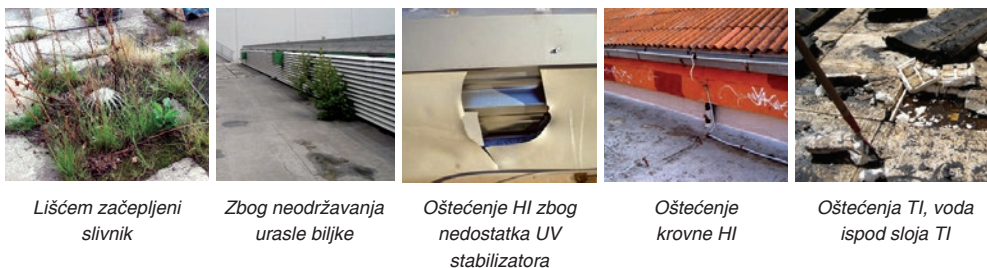
4.3 ZELENI RAVNI KROV

Tehnički postoje dva osnovna tipa zelenog krova u odnosu na zahtjevnost slojeva i održavanja: **INTENZIVNI** (zahtjevni) zeleni krov i **EKSTENZIVNI** (nisko zahtjevni). *Slika 57* prikazuje slojeve zelenog ravnog krova pri čemu se radi samo o slojevima koji se nalaze iznad toplinske izolacije i parne brane (kao kod klasičnih ili obrnutih ravnih krovova).



Slika 57 Detalj zelenog krova izvedenog na betonskoj konstrukciji ravnog krova, slojevi iznad razine toplinske izolacije (ostali slojevi kao kod klasičnog ravnog krova; ekstenzivni (lijevo), intenzivni (desno))

4.4 NAJČEŠĆI PROBLEMI NA RAVNIM KROVOVIMA



Slika 58 Najčešći problemi i oštećenja na ravnim krovovima

Uzroci pojave procurivanja ravnih krovova mogu se sažeti kako slijedi (*Slika 58*):

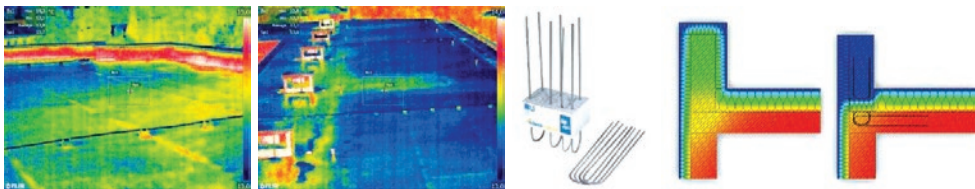
- Zastarjele tehnologije ugradnje
- Dotrajali krovni sustavi;
- Mehanička oštećenja HI krovnih sustava;
- Neprimjerene aktivnosti na krovovima kao što su ugradnja satelitskih, radio i tv antena, aktivnostima na ravnim krovovima gdje su HI membrane izložene i nisu zaštićene

(razna improvizirana sušila, roštilji);

- HI membrane koje zbog nedostatka UV stabilizatora ili različitih posipa moraju biti zaštićene, a nisu - dolazi do prijevremenog “starenja” tj. pucanja HI sustava i prodiranja vode;
- Proizvodi koji nisu primjereni našim klimatskim prilikama; loše tehničke karakteristike materijala koji zbog slabe fleksibilnosti ne mogu pratiti konstrukcijska naprezanja uslijed velikih temperaturnih razlika ili slijeganja;
- Rezultat neodržavanja krovova je najčešće oštećenje balastnih (starih bitumenskih sustava opterećenih šljunkom ili betonskim kulir pločama). Rast biljaka čije korijenje može oštetiti HI, ali i betonsku konstrukciju krova;
- Stvaranje kondenzata u TI;
- Uslijed oštećenja TI može doći do temperaturne razlike na krovovima (od -35°C do $+80^{\circ}\text{C}$).

4.4.1 Sanacija ravnih krovova

- Posljedice loše izvedbe **teško se mogu ispraviti bez većih zahvata**. Slojevi za izolaciju ravnog krova zbijeni su i nepristupačni, osim završnoga zaštitnoga sloja, pa je kontrola pojedinog sloja i utvrđivanje oštećenja vrlo teško, gotovo nemoguće. Kada se otkriju nedostaci treba obaviti detaljan pregled i ustanoviti uzrok te nakon toga izraditi projekt sanacije;
- Pojave gljivica i plijesni na unutarnjim površinama građevnih dijelova koji graniče s rubnim dijelovima krova rezultat su nedovoljne toplinske izoliranosti krova na tim mjestima (**toplinski mostovi**). Problem se može riješiti dodatnom toplinskom izolacijom tih rubnih područja (*Slika 59*);
- Najčešća je pojava **propuštanje vode**. Mjesto prodora vode kroz HI sloj gotovo je nemoguće ustanoviti. Voda na svom putu ovlaži i TI sloj kojemu se u tom slučaju umanjuje predviđena uloga (osim ekstrudiranog polistirena), a veliki su problemi i s isušivanjem ovog sloja nakon izvedene sanacije HI sloja;
- Problem se može riješiti **izvedbom odzračnika** koji će omogućavati isušivanje konstrukcije i nakon sanacije, a još bolje izmjenom svih oštećenih slojeva krova pa tako i navlažene toplinske izolacije u kojoj se zadržava najveći dio vode.



Slika 59 Termogrami toplinskih mostova i ugažene toplinske izolacije na neprohodnom ravnom krovu, način prekida toplinskog mosta na atici ravnog krova

PRIRUČNIK ZA RADNIKE GRAĐEVINSKO ZANIMANJE ZIDAR



Sufinancirano iz EU programa
Inteligentna energija Europe



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



Hrvatska komora
inženjera građevinarstva



REGIONALNI CENTAR ZAŠTITE OKOLIŠA
Hrvatska



Hrvatski zavod za zapošljavanje

