

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

– STRUKOVNI DIO –



PRIRUČNIK ZA RADNIKE
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE MONTER SUHE GRADNJE

IMPRESSUM:**Urednici i autori:**

Graditeljska škola Čakovec

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Dizajn i prijelom:

Antonija Čičak

ISBN:

978-953-8168-12-3

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000962472.

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
MONTER SUHE GRADNJE**



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 MONTER SUHE GRADNJE 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-EFFICIENT 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 DRYWALL INSTALLER 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	9
1.1. UVOD U STRUKU MONTERA SUHE GRADNJE	9
1.2 ALAT I PRIBOR U SUHOJ GRADNJI	10
1.3 MATERIJALI U SUHOJ GRADNJI.....	14
 2 SUSTAVI SUHE GRADNJE	25
2.1 ZIDNI SUSTAVI SUHE GRADNJE	25
2.2 STROPNI SUSTAVI SUHE GRADNJE.....	39
2.3 OBLAGANJE POTKROVLJA SUHOM GRADNjom.....	44
2.4 PODNI SUSTAVI SUHE GRADNJE	50
2.5 ZAVRŠNA OBRADA SPOJEVA PLOČA	53

1 UVOD U STRUKU

1.1 UVOD U STRUKU MONTERA SUHE GRADNJE

Suha gradnja svrstava se u završne građevinske radove, odnosno zanatske radove jer se suhom gradnjom definira unutarnja podjela prostora i štiti unutarnji prostor građevine. Suha gradnja izvodi se montažnim načinom gradnje uz primjenu razvijene tehnologije izvođenja u kojoj se elemenati spajaju vijcima i zakovicama, a bez uporabe vode (Slika 1).



Slika 1 Monter suhe gradnje na radnom mjestu

1.1.1 Poslovi montera suhe gradnje



Slika 2 Poslovi montera suhe gradnje

Poslovi montera suhe gradnje jesu (Slika 2):

- oblaganje zidova i stropova gipskartonskim pločama s potkonstrukcijom ili bez nje
- oblaganje zidova oblogama od drva ili drugim vrstama obloga
- montaža pregradnih stijena s metalnom potkonstrukcijom
- montaža instalacijskih zidova u sanitarnim čvorovima s metalnom potkonstrukcijom i izvedenim priključcima za sanitarni uređaj
- izvođenje spuštenih stropova na drvnoj ili metalnoj potkonstrukciji
- montaža izolacijskih slojeva na vertikalnim i kosim zidovima
- izvođenje zakrivljenih zidova
- izvođenje zakrivljenih stropova u dvije ili više ravnina

- montaža izolacijskih slojeva u stambenom potkrovlju
- izvođenje suhih estriha za plivajuće podove
- izvođenje povišenih podova.

1.1.2 Prednosti suhe gradnje

Prednosti suhe gradnje jesu:

- Brzo, fleksibilno, ekonomično izvođenje
- Mala debljina i težina suhomontažnih elemenata
- Obrađivanje bez sušenja i brza daljnja obrada površina
- Smanjena količina građevinskog otpada
- Instalacije se polažu u šuplinu suhomontažnih elemenata i ostaju nevidljive
- Čistoća prostora gradnje
- Ugodna mikroklima prostora zbog svojstva paropropusnosti i higroskopnosti gipsa.

1.2 ALAT I PRIBOR U SUHOJ GRADNJI

Kako bi što brže, lakše i kvalitetnije obavljao posao, monter suhe gradnje pri radu koristi alat i pribor. Tijekom rada potrebno je pridržavati se pravila tehnološkog procesa, a obvezna je upotreba osobnih zaštitnih sredstava.

1.2.1 Pribor za mjerenje i kontrolu ravnosti

Pribor za mjerenje i kontrolu ravnosti (*Slika 3 do Slika 11*) je:

PRIBOR ZA MJERENJE I KONTROLU RAVNOSTI



Za mjerenje dimenzija
manjih elemenata r

Slika 3 Džepni metar



Za mjerenje
većih dimenzija

Slika 4 Mjerna traka



Za mjerenje dimenzija
manjih elemenata

Slika 5 Sklopivi metar

PRIBOR ZA MJERENJE I KONTROLU RAVNOSTI



Za određivanje i provjeru horizontalnosti

Slika 6 Libela



Za prenošenje horizontale na veću udaljenost

Slika 7 Cijevna libela – vodena vaga



Za provjeru ravnine

Slika 8 Letva ravnjača



Za određivanje i provjeru pravog kuta

Slika 9 Kutnik



Za određivanje i provjeru okomitosti

Slika 10 Visak



Za viziranje i prenošenje visina

Slika 11 Laserski nivelir

1.2.2 Pribor za zacrtavanje i obilježavanje

Pribor za zacrtavanje i obilježavanje (Slika 12 do Slika 15) je:

PRIBOR ZA ZACRTAVANJE I OBILJEŽAVANJE



Za zacrtavanje

Slika 12 Olovka



Za zacrtavanje

Slika 13 Marker



Za zacrtavanje na metalu

Slika 14 Metalna igla



Za obilježavanje položaja montaže

Slika 15 Konop za obilježavanje

1.2.3 Alat za rezanje i sječenje

Alat za rezanje i sječenje (Slika 16 do Slika 19) čine:

ALAT ZA REZANJE I SJEČENJE



Za rezanje gips ploča

Slika 16 Skalpel



Za rezanje gips ploča

Slika 17 Pila za gips ploče



Za rezanje

Slika 18 Pila s rotirajućom pločom



Za rezanje metalnih profila

Slika 19 Škare za lim

1.2.5 Alat za pričvršćivanje

Alat za pričvršćivanje (Slika 20 do Slika 25) čine:

ALAT ZA PRIČVRŠĆIVANJE



Za bušenje

Slika 20 Električna udarna bušilica



Za uvrtnje vijaka

Slika 21 Električni odvijač



Za spajanje metalnih profila

Slika 22 Kliješta za spajanje metalnih profila



Za pričvršćivanje čavala

Slika 23 Pištolj za čavle



Za pričvršćivanje spajalica

Slika 24 Spajalica



Za postavljanje gips ploča u traženi položaj

Slika 25 Gumeni čekić

1.2.5 Pribor i alat za završnu obradu

Pribor i alat za završnu obradu (Slika 26 do Slika 34) čine:

PRIBOR I ALAT ZA ZAVRŠNU OBRADU



Za završnu obradu površina

Slika 26 Zidarska žlica



Za završnu obradu površina

Slika 27 Zidarska lopatica



Za završnu obradu površina

Slika 28 Gladilica



Za završnu obradu spojeva

Slika 29 Pištolj za kit



Za pripremu materijala

Slika 30 Kanta



Za brušenje površina

Slika 31 Brusilica (žirafa)



Za brušenje površina

Slika 32 Brusni pribor



Za zaglađivanje materijala u uglovima

Slika 33 Kutna lopatica



Za miješanje materijala

Slika 34 Mikser

1.3 MATERIJALI U SUHOJ GRADNJI

Suha gradnja je termin čiji je temelj korištenje industrijski predgotovljenih sustava gradnje. Takvi su sustavi načinjeni od dva osnovna konstruktivna elementa:

- nosiva konstrukcija i
- obloga.

Kada su sastavljeni daju jednu statičku, funkcionalnu i estetsku cjelinu. Građevni proizvodi i materijali namijenjeni suhoj gradnji mogu se svrstati u osnovne i pomoćne proizvode i materijale (*Slika 35*).



Slika 35 Proizvodi i materijali u suhoj gradnji

Osnovni materijali za suhu gradnju su:

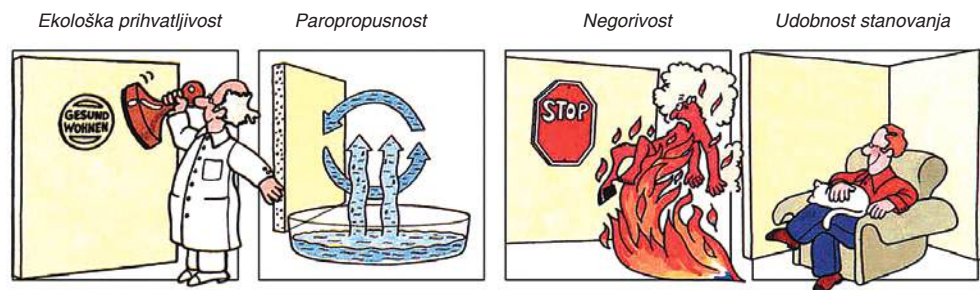
- gipsane ploče
- pocinčani čelični profili
- toplinska izolacija

Pomoćni materijali za suhu gradnju su:

- spojni pribor
- ukrasni i specijalni profili
- materijali za završnu obradu površina.

1.3.1 Gipsane ploče

Osnovna sirovina za proizvodnju ploča je gips, a dobra svojstva gipsa kao materijala za gradnju jesu (*Slika 36*):



Slika 36 Dobra svojstva gipsa

Za različite namjene upotrebljavaju se razni tipovi ploča, koje se razlikuju po jezgri, dodacima jezgri i vrsti površine:

- Gipskartonske ploče
- Gipsvlaknaste ploče

Sve gipsane ploče na svojoj površini imaju oznake koje olakšavaju montažu.

1.3.1.1 Gipskartonske ploče

Gipskartonske ploče (GKP) sastoje se od gipsane jezgre koja je sa svake strane obložena specijalnim kartonom visoke mehaničke otpornosti (*Slika 37*). Debljina im iznosi 9,5 do 25 mm.

Gipskartonske ploče imaju:

- relativno malu težinu
- veliki elasticitet
- mogućnost savijanja
- laku obradu, rezanje i montažu
- negorivost.

Primjenjuju se u unutarnjim zidnim i stropnim sistemima koji ispunjavaju sve zahtjeve u pogledu opterećenja, toplinske, zvučne i protupožarne zaštite (*Slika 38*).



Slika 37 Presjek gipskartonskih ploča



Slika 38 Gipskartonske ploče

1.3.1.2 Gipsvlaknaste ploče

Gipsvlaknaste ploče (GVP) izrađuju se iz visokokvalitetnog gipsa s celuloznim vlaknima koja su dobivena mehaničkim usitnjavanjem odabranih vrsta recikliranog papira te su posebno impregnirane protiv utjecaja vlage (*Slika 39*).

Svojstva gipsvlaknastih ploča su:

- visoka čvrstoća
- otpornost na vlagu
- biološka prihvatljivost
- otpornost na vatru
- jednostavna ugradnja.



Slika 39 Gipsvlaknaste ploče

Područja primjene:

- jednako kao impregniranim i vatrootpornim pločama
- gdje se očekuju veća mehanička naprezanja
- kao obloga površina zidova i podova u svim unutarnjim prostorima.

1.3.2 Ploče od drugih materijala za suhu gradnju

Za suhu gradnju koriste se ploče od drugih materijala (*Slika 40*), i to: cementne ploče, Bentonyp ploče (cementno-iverne ploče) i OSB ploče izrađene od usmjerenog iverja.



Cementne ploče



Bentonyp ploče



OSB ploče

Slika 40 Ploče od drugih materijala za suhu gradnju

1.3.3 Metalni profili za suhu gradnju

Za izradu nosive metalne potkonstrukcije, u suhoj gradnji koriste se pocinčani čelični profili (*Slika 41*):

- kod izrade metalne potkonstrukcije pregradnih zidova - profili oblika C ili U, okomiti (CW) i vodoravni (UW)

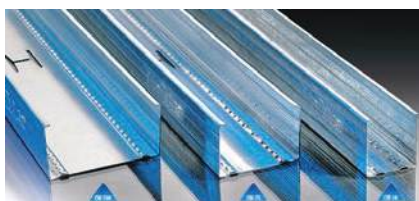
- kod izrade metalne potkonstrukcije spuštenih stropova i obloge zidova - CD ili UD profili
- kod izrade metalne potkonstrukcije završetaka zidova iznad otvora u pregradnim zidovima – UA profili
- kod potrebe poboljšanja zvučne izolacijske moći pregradnih zidova – MW profili.



C profil



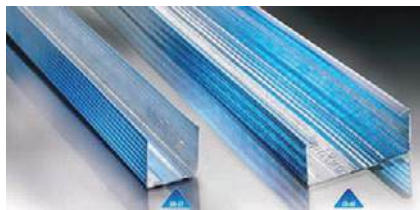
U profil



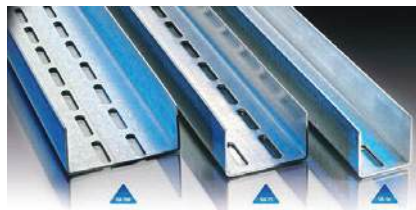
CW profili



UW profili



UD i CD profili



UA profili



Fleksibilni U profil



MW profil

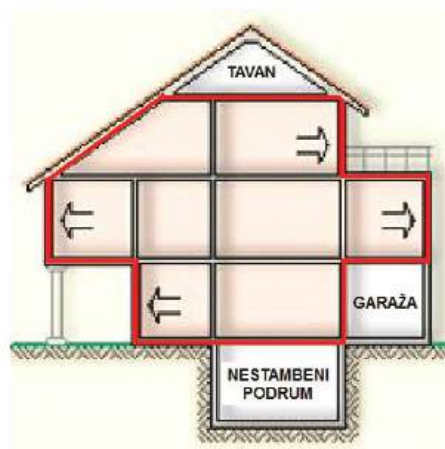
Slika 41 Metalni profili za suhu gradnju

1.3.4 Materijali za toplinsku izolaciju zgrade

Gradnja u skladu sa suvremenim smjernicama energetske učinkovitosti podrazumijeva toplinsku zaštitu objekata.

Položaj toplinske izolacije najpovoljniji je s vanjske strane u odnosu na grijani prostor (Slika 42).

Toplinska provodljivost λ (lambda) je svojstvo građevnih materijala da provode toplinu zbog razlike u temperaturi prostora između kojih se nalaze (Tablica 1).



Slika 42 Položaj toplinske izolacije u zgradi

materijal	λ (W/mK)
čelik	58
kamen granit	3,5
beton	2
voda	2
zemlja	1,5
staklo	1,1
opeka	0,55 – 0,8
guma	0,16
drvo	0,14 – 0,2
slama	0,09 – 0,13
pluto	0,045 – 0,055
perlit	0,04 – 0,065
mineralna vuna	0,04
stiropor	0,035 – 0,04
stirodur	0,03 – 0,04
poliuretin	0,02 – 0,035
zrak	0,025

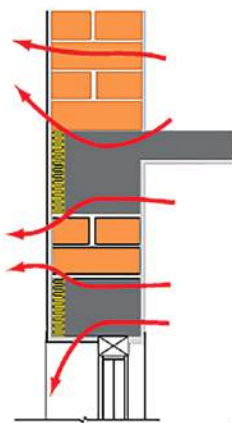
Tablica 1 Toplinska provodljivost materijala λ .

Toplinski most u graditeljstvu označava manje područje u omotaču grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela (Slika 43).

Razlikuju se dvije vrste toplinskih mostova:

- konstruktivni toplinski mostovi
- geometrijski toplinski mostovi

Energetski učinkovita gradnja podrazumijeva kvalitetnu toplinsku izolaciju i izbjegavanje toplinskih mostova (Slika 44 do Slika 55).



Slika 43 Toplinski most

MATERIJALI ZA TOPLINSKU IZOLACIJU



Slika 44 Mineralna vuna



Slika 45 Ekspandirani polistiren- EPS



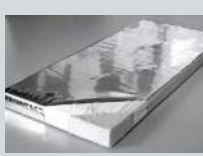
Slika 46 Ekstrudirani polistiren-XPS



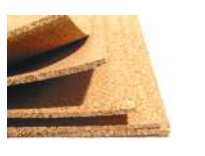
Slika 47 Grafitni polistiren



Slika 48 Poliuretanska tvrda pjena



Slika 49 Vakumski izolacijski paneli



Slika 50 Pluto



Slika 51 Celuloza



Slika 52 Perlit



Slika 53 Kombi ploče



Slika 54 Ovcja vuna



Slika 55 Paneli od slame

1.3.5 Spojni pribor

1.3.5.2 Spojni pribor za pričvršćenje profila i ploča u sustavima suhe gradnje

Kako bi konstrukcija suhe gradnje bila stabilna i sigurna, koriste se različiti spojni pribori. Za ispravno pričvršćenje profila i ploča u sustavima suhe gradnje koriste se razne vrste pričvrsnica (tipli) i vijaka te čavala (*Slika 56 do Slika 60*).



Slika 56 Udarne tiple



Slika 57 Vijci za drvo



Slika 58 Vijci za metal



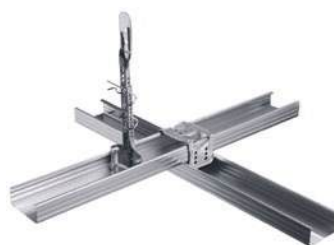
Slika 59 Samourezni vijci za pričvršćivanje gipskartonskih ploča



Slika 60 Samourezni vijci za spajanje profila

1.3.5.2 Ostali spojni pribor

Ostali spojni pribor su metalni nastavci za profile, ovjesi s oprugom ili čeličnim žicama, držači profila i klizni držači, podešavajuće opruge i pritezači te križne spojnice (*Slika 61*).



Slika 61 Ostali spojni pribor

1.3.6 Ukrasni i specijalni profili

U svrhu što kvalitetnije izvedbe suhomontažnih radova koriste se posebno oblikovani ukrasni i specijalni metalni profili. Postoji širok izbor specijalnih profila (*Slika 62*), kao što su nosači sanitarnih elemenata, elementi za revizije, kutni profili, profili za spojeve zidova i stropa, profili za oblikovanje zaobljenih krajeva zida, ukrasni elementi za oblikovanje geometrije zida.



Nosač sanitarnih elemenata



Element za revizije



Kutni profil

Slika 62 Ukrasni i specijalni profili

1.3.7 Trake i mase za završnu obradu

Nakon montaže ploča na nosivu metalnu konstrukciju obrađuju se spojevi ploča, mjesta ureza vijaka, mjesta promjena u geometriji konstrukcije, dilatacije i slično. U tu se svrhu koriste trake (*Slika 63*) i mase za završnu obradu.



Bandažna
papirnata traka



Bandažna traka od
staklenih vlakana



Mrežasta
samoljepljiva traka



Zaštitna traka od tvrdog
papira



Elastična traka za
brtvljenje

Slika 63 Trake za završnu obradu

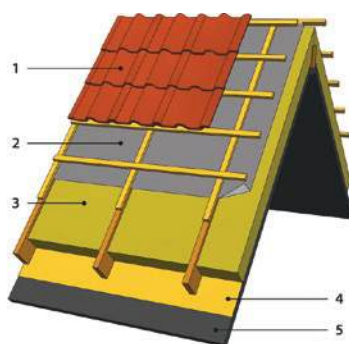
Kako bi se postigao besprijekoran i visokokvalitetan izgled površine njezinim zaglađivanjem, koriste se gotove mase za završnu obradu koje rezultiraju kvalitetom površine do Q4 (izuzetno glatka i ravna površina koja zadovoljava najstrože zahtjeve). Mase za završnu obradu su:

- mase za ispunu spojnica
- mase za brtvljenje (premaz)
- mase za zaglađivanje spojeva
- mase za izravnanje površina ploča
- temeljni premazi
- premazi za impregnaciju
- mase za lijepljenje ploča.

1.3.8 Krovne folije

Upotreba krovnih folija omogućava zaštitu slojeva krova od štetnog djelovanja vlage (Slika 64). Osnovni principi pri upotrebi krovnih folija jesu:

- osiguravanje zrakonepropusnosti ovojnice
- sprječavanje prodora vodene pare i likvidne vlage u konstrukciju
- omogućavanje nesmetanog prolaza vodene pare zatočene u konstrukciji.



1. **Primarni pokrov** (zaštita od oborina)
2. **Početni pokrovni sloj** – folija (zaštita od vlage izvana – paropropusna-vodonepropusna folija)
3. **Izolacijski sloj** (toplinska i zvučna izolacija)
4. **Parna brana** (blokira ulazak vlage iznutra)
5. **Osnovno unutarnje oblaganje**

Slika 64 Krovne folije

Ispod samog pokrova postavlja se folija koja ima funkciju sekundarnog pokrova. To je samonosiva krovna folija (**paropropusno-vodonepropusna folija**) koja se postavlja s daščanom podlogom ili bez nje.

Paropropusno-vodonepropusna folija obično se postavlja paralelno s okapnicom, pri čemu se susjedne trake folije preklapaju (Slika 65). Kod uobičajenog nagiba krova preklap folije iznosi 10 do 15 cm, a kod krovnog nagiba manjeg od 22° preklopi moraju biti najmanje 20 cm.

Potrebno je voditi računa o tome da su svi otvori (za cijevi, žice, dimnjake) na paropropusno-vodonepropusnoj foliji zabrtvljeni.



Slika 65 Postavljanje paropropusno-vodonepropusne folije (kišne brane)

Krovne folije mogu biti (Slika 66 do Slika 68):

- Parne brane ($s_d > 20$ m)
- Parne kočnice ($2 \text{ m} < s_d < 10 \text{ m}$)
- Paropropusne-vodonepropusne folije ($s_d < 0,5 \text{ m}$)
- Pametne parne brane ("otvaranje" ljeti $s_d = 0,2 \text{ m}$ i "zatvaranje" zimi $s_d = 5 \text{ m}$)



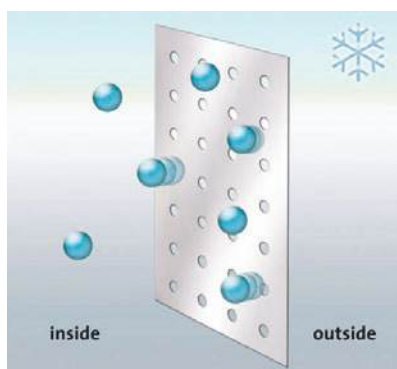
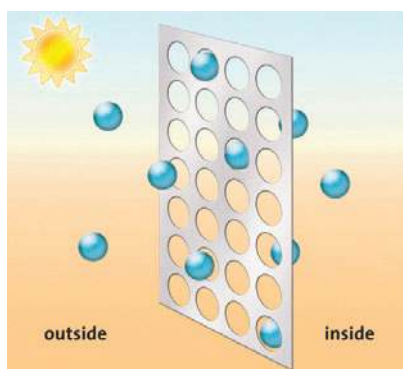
Slika 66 Paropropusno-vodonepropusne krovna folija



Slika 67 Parna brana od aluminizirane polietilenske folije

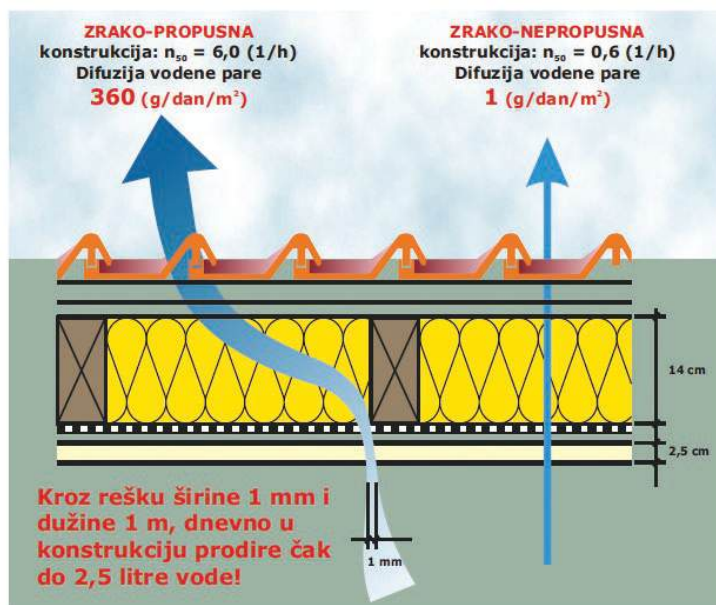


Slika 68 Primjer pametne parne brane



Slika 69 Princip funkcioniranja pametne parne brane

Parnu branu ili parnu zapreku (parne kočnice $2 \text{ m} < S_d < 10 \text{ m}$ i parne brane $S_d > 20 \text{ m}$) koje smanjuju prolaz vodene pare kroz krovnu konstrukciju potrebno je postaviti na unutarnjoj, toplijoj strani krova (Slika 69).



Slika 70 Važnost postizanja zrakonepropusne krovne konstrukcije

Kod postavljanja parne brane ili parne kočnice posebnu pozornost treba posvetiti detaljima i pažljivom rukovanju. Bitna je preciznost pri ugradnji folija. Svi uzdužni spojevi, proboji i spojevi na obodne zidove moraju biti dobro pričvršćeni i bespriječno, zrakotijesno i trajno zalijepljeni.

Pri tome detalji moraju biti izvedeni tako da su savršeno brtvljeni, a posebnu pozornost treba posvetiti tome da ne dođe do slučajnog proboja parne brane tijekom obavljanja pojedine vrste radova (Slika 71 i Slika 72).



Slika 71 Postavljanje parne brane s pristupom iznutra



Slika 72 Lijepljenje parne brane s pristupom iznutra

2 SUSTAVI SUHE GRADNJE

Završni radovi u interijeru uključuju sljedeće sustave suhe gradnje:

- zidni sustavi suhe gradnje (suha žbuka, zidne obloge i pregradne zidove),
- stropni sustavi suhe gradnje (spušteni stropovi s vidljivom, odnosno nevidljivom potkonstrukcijom),
- oblaganje potkrovlja suhom gradnjom (izolacija krova, postupci oblaganja potkrovlja),
- podni sustavi suhe gradnje (suhi estrih, izvedba suhog estriha, podno grijanje u suhom estrihu, te uzdignuti podovi) i
- završna obrada spojeva ploča čija se kakvoća obrade površine izvodi prema definiranim stupnjevima (od K1 do K4) s odgovarajućim materijalima za obradu spojeva i zaglađivanje površina.

2.1 ZIDNI SUSTAVI SUHE GRADNJE

U zidnim sustavima suhe gradnje izvode se:

- suha žbuka
- zidne obloge
- pregradni zidovi.

Ako se izrađuju obloge vanjskih zidova, koje dodatno sadrže i toplinsku izolaciju između gipskartonskih ploča i samog zida, govori se o **UNUTARNJOJ IZOLACIJI ZGRADE** (Slika 73).



Slika 73 Primjeri izolacije s unutarnje strane

Sustavi s toplinskom izolacijom s unutarnje (tople) strane preferiraju se kod zgrada koje se koriste rijetko i/ili kratkotrajno, odnosno zgrada kod kojih je bitno da se unutarnji prostori brzo zagriju (bez nepotrebnog trošenja toplinske energije za akumulaciju topline),

kao što su kinodvorane, kazališta, vjerski objekti, vikendice i sl.

Tipičan primjer navedenog su zaštićene zgrade ili zgrade u arhitektonski zaštićenom području kod kojih je potrebno očuvati izvorni izgled fasade i toplinskoizolacijski sustavi (ETICS, ventilirane fasade itd.) nisu prihvatljivi (Slika 74).



Slika 74 Primjer zaštićene fasade

Osnovni nedostaci su: brz gubitak topline nakon prestanka grijanja, obaveza na primjena parne brane, pojava toplinskih mostova, “nepovoljan” položaj TI ljeti i zimi, nema akumulacije topline zimi i ljeti prekomjerno zagrijavanje.

Vrlo se često prodor vodene pare sprečava postavljanjem parne brane neposredno ispod sloja unutarnje obloge, na sloj toplinske izolacije, tako da su i sloj toplinske izolacije i nosivi sloj zaštićeni (posljedično i od kondenzacije) od vodene pare.



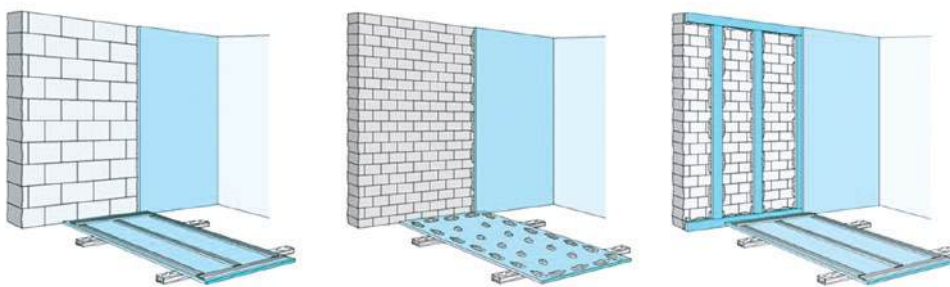
Paronepropusni sloj izvodi se korištenjem:

1. paropropusnog toplinsko-izolacijskog materijala (npr. mineralne vune, prirodnih materijala poput ovčje vune, proizvoda od aerogela itd.) u kombinaciji s parnom branom (paronepropusnim folijama)

2. paronepropusnog toplinsko-izolacijskog materijala (npr. PUR, XPS, ćelijasto staklo, VIP paneli, itd.)

Slika 75 Prikaz postavljanja paronepropusnog sloja (parne brane) u slučaju unutarnje izolacije podgleda stropa

Načini postavljanja ploča ovise o ravnosti podloge: tankoslojnom masom kod ravne podloge, ljepilom na podlozi s neravninama do 20 mm te s gipsanim trakama na podlozi i ljepilom s neravnima većima od 20 mm (Slika 76).



Slika 76 Načini postavljanja ploča za suhu žbuku ovise o ravnosti podloge

2.1.1 Zidne obloge s potkonstrukcijom

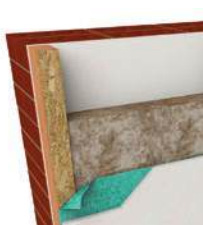
Ako se izvodi **potkonstrukcija** koja se ispunjava mineralnom vunom, može se izvesti metalna, ali je bolje koristiti drvenu ili od polimernih ("plastičnih") nosača čime se smanjuje utjecaj toplinskih mostova, a dodatno se ispod nosača potkonstrukcije mogu koristiti i materijali za prekid toplinskog mosta. **Parna brana** se izvodi na vanjskim zidovima, a **brtvljenje** je potrebno izvesti odgovarajućim brtvenim trakama zbog osiguranja zrakonepropusnosti zgrade (**Slika 77**). Također treba na ispravan način preklapati i brtviti sve eventualne prodore vodovodnih i/ili električnih instalacija.



Drvena
potkonstrukcija
za unutarnju
izolaciju



Unutarnja
obloga -OSB ploče ili
gipskartonskih ploča
na slouj toplinske
izolacije i parne brane



Prikaz slojeva
sustava unutarnje
izolacije postojećeg
masivnog zida



Prikaz postavljanja toplinske
izolacije od mineralne vune te
postavljanje parne brane na
drvenu potkonstrukciju

Slika 77 Prikaz unutarnje paropropusne toplinske izolacije te postavljanje parne brane

Dodatno je moguće je ugraditi toplinsku izolaciju od tzv. vakuum izolacijskih panela (VIP) koji imaju vrlo nisku toplinsku provodljivost, pa se samim time može ugraditi toplinska izolacija manje debljine (**Slika 78**).

S tehničkog aspekta prilikom postavljanja vakuum izolacijskih ploča (VIP) zahtijeva posebnu pažnju s obzirom na to da se one ne smiju probušiti (bušenjem gube izolacijska svojstva).



Slika 78 Prikaz unutarnje izolacije korištenjem vakuum izolacijskih ploča

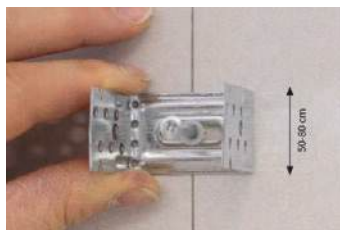
Unutarnja izolacija s VIP pločama izvodi se na principima:

- nema prodora kroz ploče
- slaganje ploča u 2 reda s preklopom (da se izbjegnu toplinski mostovi)
- lijepljenje ploča međusobno (da se osigura zrakonepropusnost i paronepropusnost)
- zračni sloj između ploča i obloge (za provod instalacija)
- refleksija zračenja natrag u prostor.

Postupak izvođenja toplinske izolacije vanjskog zida s unutarnje strane korištenjem metalne potkonstrukcije i aerogela kao toplinskoizolacijskog materijala prikazan je u *Tablici 2*. Bez obzira na vrstu toplinskoizolacijskog materijala, postupak izvođenja radova je isti.



Postavljanje potkonstrukcije, drvene ili metalne



Podlašavanje položaja potkonstrukcije na željenu debljinu



Ugradnja toplinske izolacije



Učvršćenje toplinske izolacije na susjedne stropove i zidove



Ugradnja parne brane



Ugradnja gipskartonskih ploča



Ugradnja toplinske izolacije

Učvršćenje toplinske izolacije
na susjedne stropove i zidove

Ugradnja parne brane



Ugradnja gipskartonskih ploča

Tablica 2 Postupak izvođenja unutarnje toplinske izolacije upotrebom potkonstrukcije

Pri pravilnoj ugradnji parne brane ključan je kontinuitet parne brane s preklapanjem i brtvljenjem na spojevima, te brtvljenjem s okolnim građevnim dijelovima, uz potpuno izbjegavanje bilo kakvih perforacija.

Potrebno je izvesti parnu branu i na dijelu susjednih građevnih dijelova, slično kao i samu toplinsku izolaciju (Slika 79).



Postavljanje izolacije od industrijske konoplje između nosača potkonstrukcije



Postavljanje parne brane s fiksiranjem na drvene nosače, uz postavljanje parne brane na strop te okolne zidove



Postavljanje gipskartonskih ploča s fiksiranjem na mjestima drvenih nosača

Slika 79 Pravilna ugradnja sustava unutarnje izolacije s parnom branom i toplinskom izolacijom od industrijske konoplje

2.1.1.1 Unutarnja izolacija korištenjem krutih ploča toplinske izolacije

Mogući sustavi za izvođenje toplinske izolacije s unutarnje strane su sustav s krutim pločama toplinske izolacije (npr. grafitnim EPS-om, PIR-om, PUR-om, laganim pločama od porobetona itd.), bez izvođenja parne brane, koji se postavlja vrlo slično ETICS sustavu, te lijepljenje toplinske izolacije s integriranom gipskartonskom pločom na zid bez korištenja potkonstrukcije, *Tablica 3*.

Iako izolacijski materijal djeluje kao parna kočnica ili parna brana (ovisno o debljini i vrsti materijala), **potrebno je sa stručnjakom (inženjerom) provjeriti hoće li korišteni proizvod smanjiti difuziju vodene pare u dovoljnoj mjeri da se spriječi kondenzacija**. Ključno je da se zabrtve svi spojevi s podom, stropom ili susjednim zidovima kako ne bi došlo do ulaska vodene pare u slojeve.

U slučaju korištenja gorivih organskih materijala potrebno je **PAZITI NA ZAHTJEVE ZAŠTITE OD POŽARA**.



Podloga mora biti čista, suha i ravna



Lošu žbuku treba ukloniti



Izolaciju zida treba spojiti s podnom (zvučnom) izolacijom



Ploče toplinske izolacije kroje se pilama ili nožem pri čemu ih je treba očistiti od prašine i prljavštine

			
Ljepilo se nanosi punoplošno, potezi se povlače uzduž duže stranice izolacijske ploče.	Prvi red ploča treba spustiti u razinu zvučne izolacije poda. Ako je podloga dobra, nije potrebno koristiti mehaničke pričvrsnice.	Koristiti specijalne proizvode s ugrađenim razvodnim kutijama u slučaju proboja električnih instalacija	Lajsnama sa staklenom mrežicom obraditi uglove i kutove
			
Nanijeti ljepilo punoplošno na dio toplinske izolacije specijaliziranog proizvoda za armiranje kutova	Ugradnja specijaliziranog proizvoda za armiranje	Ugradnja klina od toplinske izolacije koji se lijepi na susjedne građevne dijelove kako bi se smanjio utjecaj toplinskog mosta	Površinu toplinske izolacije potrebno je izgladiti specijaliziranim alatom
			
Mjesta s razmakom popuniti izolacijskim materijalom	Nanošenje polimercementnog ljepila i utiskivanje mrežice za armiranje završnog sloja radi se na isti način kao i kod vanjskih ETICS sustava		

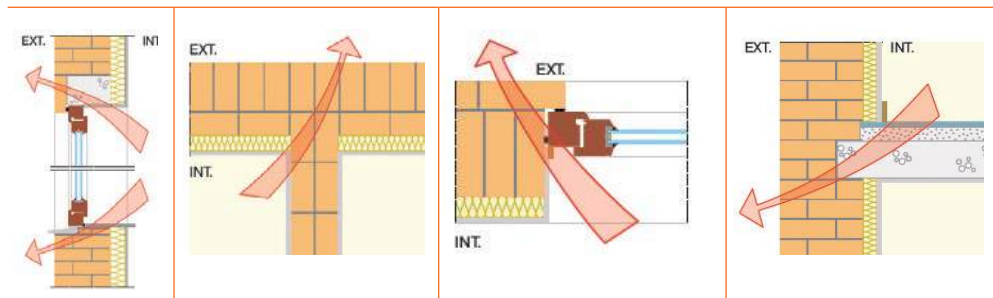
Tablica 3 Postupak izvođenja unutarnje toplinske izolacije bez potkonstrukcije i parne brane

2.1.1.2 Sprečavanje toplinskih mostova

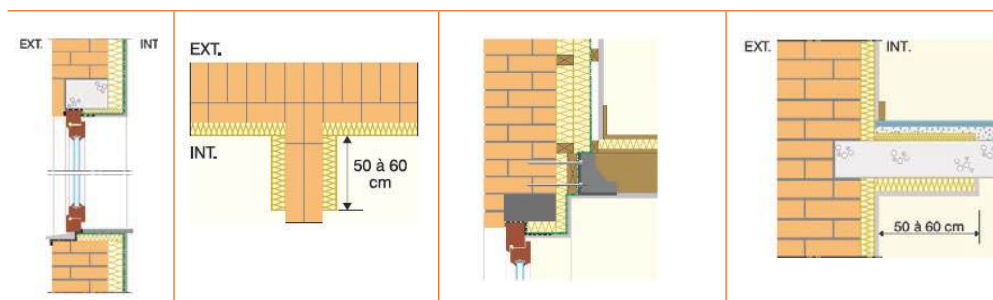
U slučajevima sustava toplinske izolacije s unutarnje strane, postoji neizbježan problem pojave toplinskih mostova na sudarima unutarnjih i vanjskih zidova te vanjskih zidova, podova i stropova, a kroz određeno vrijeme svakako i do građevinske štete, (Slika 80, Slika 82 i Slika 83).

U slučaju otvora (prozora i/ili vrata) potrebno je uvijek izolirati s unutarnje strane podglede i špalete, kao i prozorske klupčice kako bi se izbjegla kondenzacija na tim dijelovima.

U slučajevima sudara vanjskih i unutarnjih zidova te stropnih konstrukcija potrebno je izolirati i same unutarnje zidove, odnosno stropove prema prostoru, i to najmanje u dubinu od 50 do 60 cm, *Slika 81*.



Slika 80 Prikaz lošeg izvođenja izolacije s unutarnje strane na mjestima toplinskih mostova



Slika 81 Prikaz dobrog izvođenja izolacije s unutarnje strane na mjestima toplinskih mostova



Slika 82 Izvedena unutarnja izolacija stana bez izolacije prozorske klupčice nije preporučljiva



Slika 83 Rast gljivica i plijesni zbog kondenzacije na špaleti prozora

2.1.2.3 Izbjegavanje infiltracije zraka

Infiltracija zraka koja ulazi iza sloja toplinske izolacije kroz pukotine i šupljine nosivog vanjskog zida, kao i kroz nezabrtvljene dijelove sustava unutarnje toplinske izolacije može značajno povećati koeficijent prijenosa topline (U-vrijednost) odnosno povećati toplinske gubitke zgrade, **ali i uzrokovati građevinsku štetu.**

Zrakonepropusna barijera može se izvesti u obliku:

- reparaturnog morta s unutarnje strane vanjskog zida
- kontinuiranog brtvljenja samoljepljivim trakama svih spojeva obloge gipskartonskih ploča postavljenima na sloj krute toplinske izolacije (međusobno i sa zidovima, stropovima, podovima, otvorima i svih proboja)
- kontinuiranog brtvljenja samoljepljivim trakama svih spojeva završne obloge gipskartonskih ploča (međusobno i sa zidovima, stropovima, podovima, otvorima i svih proboja)
- odvojeni sloj parne brane zabrtvljen na svim spojevima i kontaktima s okolnim građevnim dijelovima.

Da se izbjegne rizik od kondenzacije vodene pare treba svesti broj prodora instalacija na minimum i izvesti brtvljenje oko proboja, kao što su kanalizacijske i vodovodne cijevi, korištenjem specijalnih traka, manžeta i specijalnih brtvenih kitova.

2.1.2.4 Vлага u postojećim zidovima

Nikako se ne savjetuje koristiti unutarnju izolaciju za oblaganje zidova koji imaju postojeći problem s kondenzacijom vodene pare i/ili rastom gljivica i plijesni.

Isto vrijedi i u slučajevima kada su zidovi i/ili drugi građevni dijelovi vlažni zbog kapilarnog upijanja (podzemne vode) ili curenja s krova, žljebova i oluka ili pak oštećeni zbog drugih problema vezanih uz vlagu (*Slika 84*).

Svako postojanje vlage u postojećim zidovima potrebno je riješiti (sanirati) prije ugradnje toplinske izolacije.



Slika 84 Vlažni zidovi prije izvođenja sustava unutarnje toplinske izolacije



Slika 85 Razvoj gljivica nakon skidanja sloja unutarnje toplinske izolacije

Slika 85 prikazuje izgled vanjskog zida s nepravilno izvedenom unutarnjom toplinskom izolacijom koja je bila u upotrebi nekoliko godina. Unutarnja izolacija u ovom je slučaju izvedena korištenjem ploča od gipsa debljine 5 cm, pri čemu je na nekim mjestima iza toplinske izolacije došlo do rasta gljivica i plijesni.

Za stvaranje gljivica nekoliko je mogućih uzroka:

- difuzija vodene pare iz unutarnjeg prostora (nije izvedena ili je loše izvedena parna brana koja bi spriječila ulazak vodene pare)
- toplinski mostovi (snižena površinska temperatura) zbog lošeg izvođenja detalja unutarnje izolacije
- zarobljena građevinska vlaga
- neadekvatna zaštita od atmosferilija na vanjskoj strani zida
- kombinacija navedenih utjecaja.

2.1.2.5 Posebni proizvodi

Na tržištu se mogu naći i posebni proizvodi koji olakšavaju izvođenje izolacije susjednih građevnih dijelova, kao što su klinovi (*Slika 86*). Postoje i specijalni proizvodi za razvod električnih instalacija u slučaju izvođenja unutarnje toplinske izolacije korištenjem krutih izolacijskih ploča (*Slika 87*).

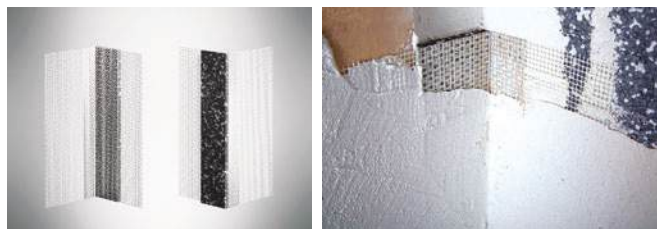


Slika 86 Prikaz klina toplinske izolacije susjednih građevnih dijelova



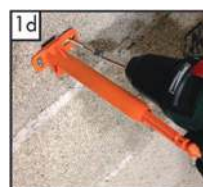
Slika 87 Prikaz specijaliziranih elemenata namijenjenih razvođenju električnih instalacija

Postoje i specijalizirani proizvodi za armiranje uglova s integriranom toplinskom izolacijom za armiranje prijelaza s unutarnje izolacije na susjedne zidove ili stropove. Prednost ovakvih profila jest činjenica da je izolacija integrirana u žbuku, a nedostatak se očituje u maloj debljini izolacije, kao i kratkoj širini izolacijskog materijala, *Slika 88*.



Slika 88 Prikaz specijaliziranih proizvoda za armiranje uglova kod unutarnje izolacije s integriranom toplinskom izolacijom

U novije vrijeme razvijeni su sustavi unutarnje toplinske izolacije koji omogućavaju jednostavnije izvođenje unutarnje toplinske izolacije, i to u slučajevima i mekane i krute toplinske izolacije s integriranom parnom branom, ali i odvojenom parnom branom (folijom). Radi se o sustavu plastičnih teleskopskih pričvrsnica koje omogućuju brzu ugradnju, direktno na postojeći zid ili u metalne vodilice (*Tablica 4*).



Ugradnja pričvrsnice u metalnu vodilicu

Ugradnja pričvrsnice direktno u zid

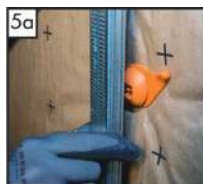


Izvlačenje teleskopske pričvrsnice do potrebne debljine toplinske izolacije

Ugradnja toplinske izolacije



Pričvršćenje toplinske izolacije pomoću odgovarajuće spojnice (kapice)



Izvlačenje teleskopske pričvrsnice do potrebne debljine toplinske izolacije i ugradnja i pričvršćenje metalne potkonstrukcije za izvođenje obloge od gipskartonskih ploča vrsnice do potrebne debljine toplinske izolacije

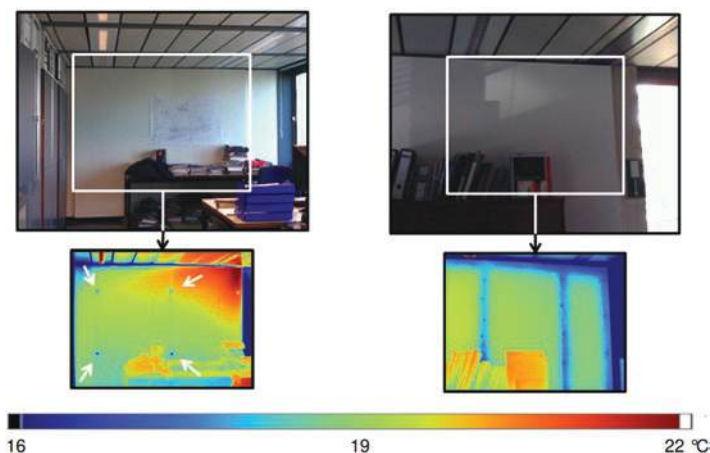
Tablica 4 Postupak ugradnje sustava teleskopskih pričvrsnica

2.1.2.6 Greške pri izvođenju unutarnje izolacije

Uvjeti na koje se obavezno i bez iznimaka mora paziti pri izvođenju unutarnje toplinske izolacije su sljedeći:

- odsutnost kapilarne vlage u zidovima (**zidovi moraju biti suhi**, sve probleme s vlagom treba riješiti prije izvođenja unutarnje izolacije)
- prikladna **zaštita vanjske površine zidova** od atmosferilija i ulaska kiše uslijed pritiska vjetra
- **zrakonepropusnost i paronepropusnost** unutarnje obloge (spriječiti ulazak zraka i vodene pare iza sloja toplinske izolacije)
- obavezna **izolacija špaleta otvora i dijela susjednih građevnih dijelova** kako bi se spriječili toplinski mostovi
- izvođenje radova **bez reški** između ploča ili blazina toplinske izolacije
- **osiguranje normalne relativne vlažnosti** unutarnjeg zraka (potrebno je osigurati ventilaciju prostora).

Vrlo se često pri izvođenju unutarnje izolacije zanemari utjecaj toplinskih mostova, koji se javljaju zbog veće toplinske provodljivosti metalnih ili drvenih nosača potkonstrukcije ili pak mehaničkih pričvrstnica. Na mjestima toplinskih mostova unutarnja površinska temperatura je niža (*Slika 89*), što može dovesti do kondenzacije vodene pare, odnosno razvoja gljivica ili plijesni.



Slika 89 Toplinski mostovi uzrokovani metalnim pričvrstnicama, odnosno metalnim nosačima potkonstrukcije

Slika 90 prikazuje primjer izvođenja unutarnje izolacije velikoplošnim krutim pločama koje imaju naliježljene gipskartonske ploče za završnu obradu. Problem ovakvog izvođenja očituje se u **neadekvatnom točkastom lijepljenju sustava** na zid, čime će se omogućiti postojanje zračnog sloja između toplinske izolacije i zida. To će **povećati toplinske gu-**

Pregradnih zidova prema namjeni mogu biti:

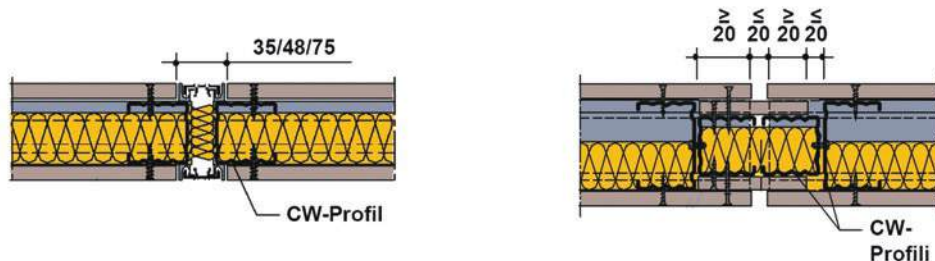
- standardni
- dvostruki (ojačani)
- zid između stanova
- instalacijski zid
- sigurnosni zid
- protupožarni zid
- zid protiv štetnih zračenja.

Pregradni zidovi trebaju biti projektirani i izvedeni tako da, osim formiranja prostora, osiguraju zvučnu i toplinsku zaštitu te potrebnu zaštitu od požara. Upotrebom mineralne vune značajno se poboljšavaju značajke pregradnih zidova u tim zahtjevima. Izvedba metalne potkonstrukcije ovisi o namjeni suhomontažnog zida. Potkonstrukcija se nepomično pričvršćuje za sve okolne građevne dijelove, kao što su zidovi, stropovi i podovi, *Slika 91*.



Slika 91 Postupnost formiranja pregradnog suhomontažnog zida

Dilatacijske spojeve u pregradnim zidovima treba predvidjeti na mjestima gdje je zgrada dilatirana, svakih 15 m duljine, kontinuirane duljine zidova i kod naglih promjena visine prostorija. Posebno treba naglasiti izvedbu za protupožarne zidove, koja se razlikuje od standardnog dilatacijskog spoja (*Slika 92*).



Dilatacijski spoj u pregradnim zidovima s profilom za fugu

Dilatacijski spoj u protupožarnim pregradnim zidovima F30

Slika 92 Dilatacijski spojevi u pregradnim zidovima

2.2 STROPNI SUSTAVI SUHE GRADNJE

Spušteni stropovi sastoje se od metalne ovješene konstrukcije i gipskartonskih stropnih ploča.

Prednosti spuštenih stropova su:

- brza izrada
- slobodni prostor između stropa i fiksne konstrukcije
- mogućnosti različitog oblikovanja vidljive površine stropa
- mogućnost ugradnje različitih stropnih elemenata
- apsorpcija zvuka
- protupožarna zaštita
- postojanost na vlagu.

Spušteni stropovi prema vidljivosti potkonstrukcije mogu biti vidljivom s nevidljivom potkonstrukcijom (*Slika 93*).



Slika 93 Spušteni stropovi prema vidljivosti potkonstrukcije

2.2.1 Spušteni stropovi s vidljivom potkonstrukcijom

Spušteni stropovi s vidljivom potkonstrukcijom (modularni spušteni stropovi) sastoje se od gipsanih i mineralnih ploča, dimenzija 60x60 cm (60x120, 30x120, 30x200, 62,5x62,5 cm i dr.), postavljenih na viseću pocinčanu ili aluminijsku potkonstrukciju. Ploče mogu biti punoplošne ili s raznim tipovima perforacija.

Redoslijed izvođenja spušenog stropa s vidljivom potkonstrukcijom:

- označavanje linije obodnog profila
- montaža rubnog profila
- montaža visilica
- montaža glavnih i poprečnih nosača
- montaža ploča.

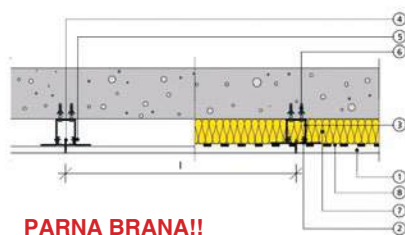
2.2.2 Spušteni stropovi s nevidljivom potkonstrukcijom

Spušteni stropovi s nevidljivom potkonstrukcijom izvode se sa zatvorenom gipskartonskom jednoslojnom ili dvoslojnom oblogom, kao stropna obloga ili spušteni strop.

Prema razinama potkonstrukcije spušteni stropovi mogu biti:

- spušteni stropovi s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije
- spušteni stropovi s potkonstrukcijom u jednoj razini
- spušteni stropovi s potkonstrukcijom u dvije razine.

Postavljanjem sloja mineralne vune u stropni međuprostor spušenog stropa s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije, jednostavno se može poboljšati zvučna i toplinska izolacija ukupne međukatne konstrukcije. Ako je potrebno treba ugraditi **parnu branu** (Slika 94).

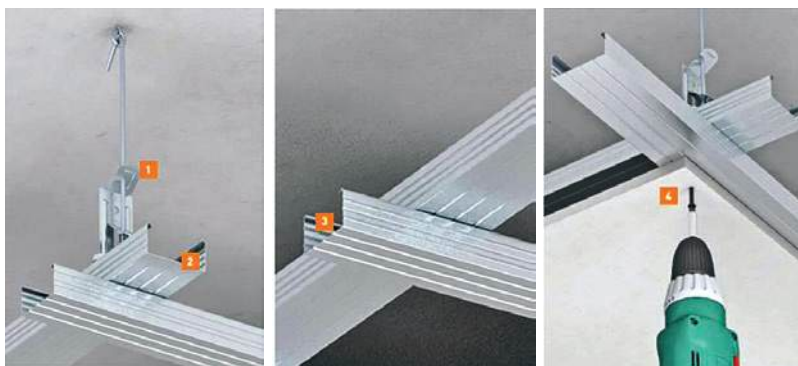


Slika 94 Spušteni strop s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije

Metalna potkonstrukcija spušenog stropa s potkonstrukcijom u dvije razine izrađuje iz nosivih i montažnih CD profila, koji se vješaju za masivni strop pomoću žica s ušicom i sidrenih ovjesa (Slika 95).

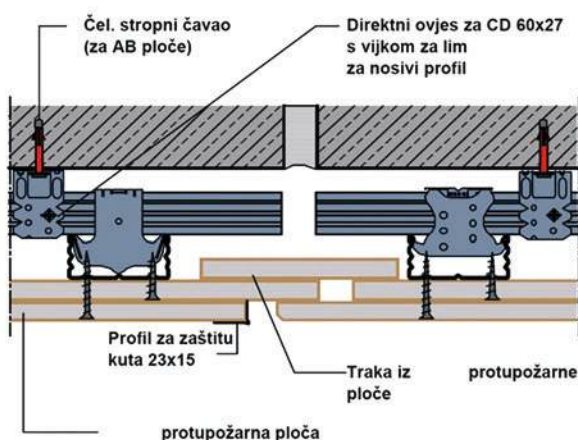
Redoslijed izvođenja spušenog stropa s potkonstrukcijom u dvije razine:

- UD profil se s nalijepljenom brtvenom trakom pričvrsti udarnim tiplama na razmaku od min. 50 cm na obodne zidove, na željenoj visini stropa
- žica s ušicom pričvrsti se na strop pomoću metalnih tipli na razmaku od ≤ 90 cm
- sidreni ovjes se natakne na žicu te se ovjes utakne u nosivi CD profil
- poprečni CD profili utaknu u UD zidne profile, a za nosive CD profile se pričvrste križnim spojnica
- slijedi pričvršćivanje gipskartonskih ploča u poprečne CD profile s namjenskim vijcima na razmaku ≤ 17 cm.



Slika 95 Izvedba spušenog stropa s dvostrukom metalnom potkonstrukcijom

Dilatacijske fuge masivne građevine prenose se na konstrukciju spušenog stropa (za dužine veće od 10 m treba ugraditi dilatacijske spojeve). Metalna se potkonstrukcija pričvršćuje za strop pomoću vijaka odnosno čeličnih čavala. Spojevi ploča s drugim vrstama materijala izrađuju se kao klizni, odnosno s razmakom (*Slika 96*).

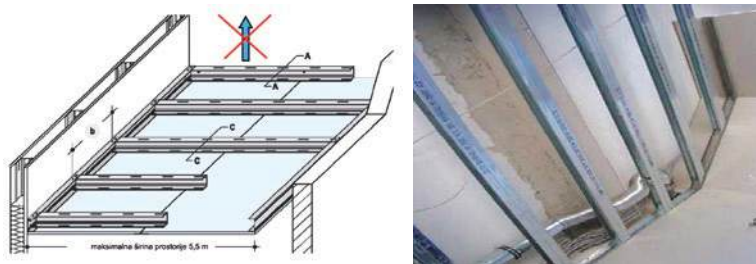


Slika 96 Izvedba dilatacijskog spoja

Samonosivi spušteni stropovi

Samonosivi spušteni stropovi postavljaju se kao spušteni stropovi isključivo pričvršćeni na zidove (*Slika 97*). U konstrukciju samonosivih stropova moraju biti preuzete dilatacijske fuge građevine.

Spojeve ploča s građevnim elementima od drugih materijala, posebice sa stupovima, ili ugradbene dijelove izložene velikim termičkim naprezanjima (ugradbene svjetiljke) potrebno je razdvojiti, primjerice pomično izvesti sa skrivenim fugama.



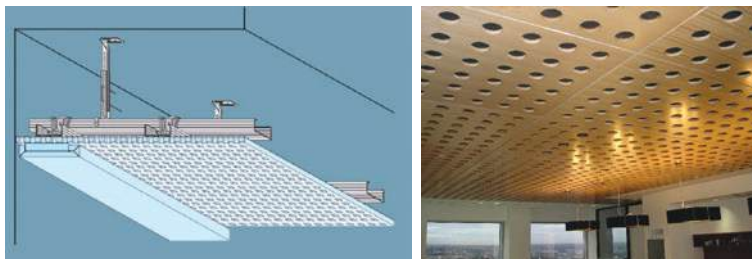
Slika 97 Samonosivi spuštteni strop

Akustični spuštteni stropovi

Gipskartonski stropni sistemi kao stropna obloga ili spuštteni strop s perforiranim pločama izvode se kao akustični stropovi (*Slika 98*).

Područje primjene akustičnih stropova:

- kod zahtjeva za apsorpciju zvuka
- kod protupožarnih zahtjeva – samo odozdo, samo odozdo ili odozgo i kao strop ispod stropa
- kod otpornosti na udarce lopte.



Slika 98 Akustični stropovi

Protupožarni spuštteni stropovi

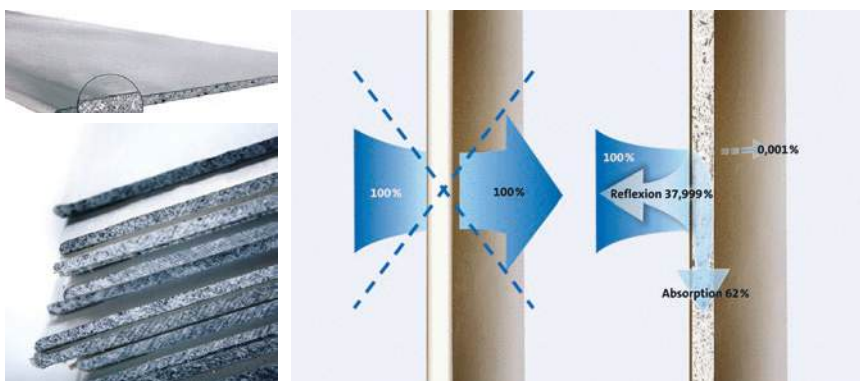
Protupožarni spuštteni stropovi kod protupožarnih zahtjeva za vatrootpornošću primjenom odgovarajućih vatrootpornih ploča mogu biti vatrootporni u nekoliko kategorija: F30, F60, F90 ili F120 (ovisno o debljini gipsanih ploča). Kod spušttenih stropova s potkonstrukcijom od trapeznog lima ($t > 0,7\text{mm}$) vatrootporne se ploče pričvršćuju direktno ili na montažne profile.

Spuštteni stropovi s klima-sustavom

Uz spušttenne stropove postoje ugradivi sustavi stropnog grijanja i/ili hlađenja koji omogućuju učinkovito grijanje i hlađenje prostorija s malim utroškom energije, a da pritom ne postoji neugodno strujanje zraka (tzv. fen coileri). Tim sustavima moguće je i u jako visokim prostorijama postići ravnomjernu temperaturu (razlike unutar 1°C). Ploče za kli-

ma-sustav su kompatibilne sa sustavima proizvođača te se njihovom upotrebom zbog odlične toplinske provodljivosti smanjuju gubici sustava, a ujedno se smanjuje i potreban broj grijaćih tijela, i to za 30 %.

Gipskartonske ploče za klima-sustave u svojoj jezgri sadrže gips i grafitne granule, a namijenjene su oblaganju sustava stropnog grijanja i hlađenja u objektima te za izradu sustava zaštite od elektromagnetskog zračenja (GSM signal, Wi-Fi...), *Slika 99.*



Slika 99 Gipskartonske ploče za klima-sustave te za izradu sustava zaštite od elektromagnetskog zračenja

Prednosti spuštenih stropova s klima-sustavom (*Slika 100*):

- ravnomjerna raspodjela temperature
- ugodna klima u prostoru
- izostanak opterećenja šumova od uređaja
- minimalno zračno strujanje
- suzbijeno bakterijsko opterećenje
- niski troškovi održavanja
- niski pogonski troškovi
- arhitektonska sloboda oblikovanja.



Slika 100 Klima-strop

2.3 OBLAGANJE POTKROVLJA SUHOM GRADNjom

Preduvjet za formiranje potkrovlja je zdrava konstrukcija krovišta, kvalitetan krovni pokrov i ventilirani sustav krovnih slojeva. Prednosti izvedbe potkrovlja suhom gradnjom:

- jeftino uređenje dodatnog stambenog prostora
- odlična zvučna i toplinska izolacija
- mala težina konstrukcije
- vatrootpornost od F30 do F90 minuta
- brza i suha izvedba
- ušteda energije.

Obloga potkrovlja učvršćuje se na drvenu (*Slika 101*) i metalnu potkonstrukciju (*Slika 102*), a ovisno o željenom izgledu, takav se izolacijski sendvič iznutra prekriva daskama, lamperijom ili gipsanim pločama. Za izradu unutarnje obloge krovne kosine u pravilu se koriste gipskartonske ploče otporne na požar debljine 12,5/15/18/25 mm ili gipsvlaknaste ploče.

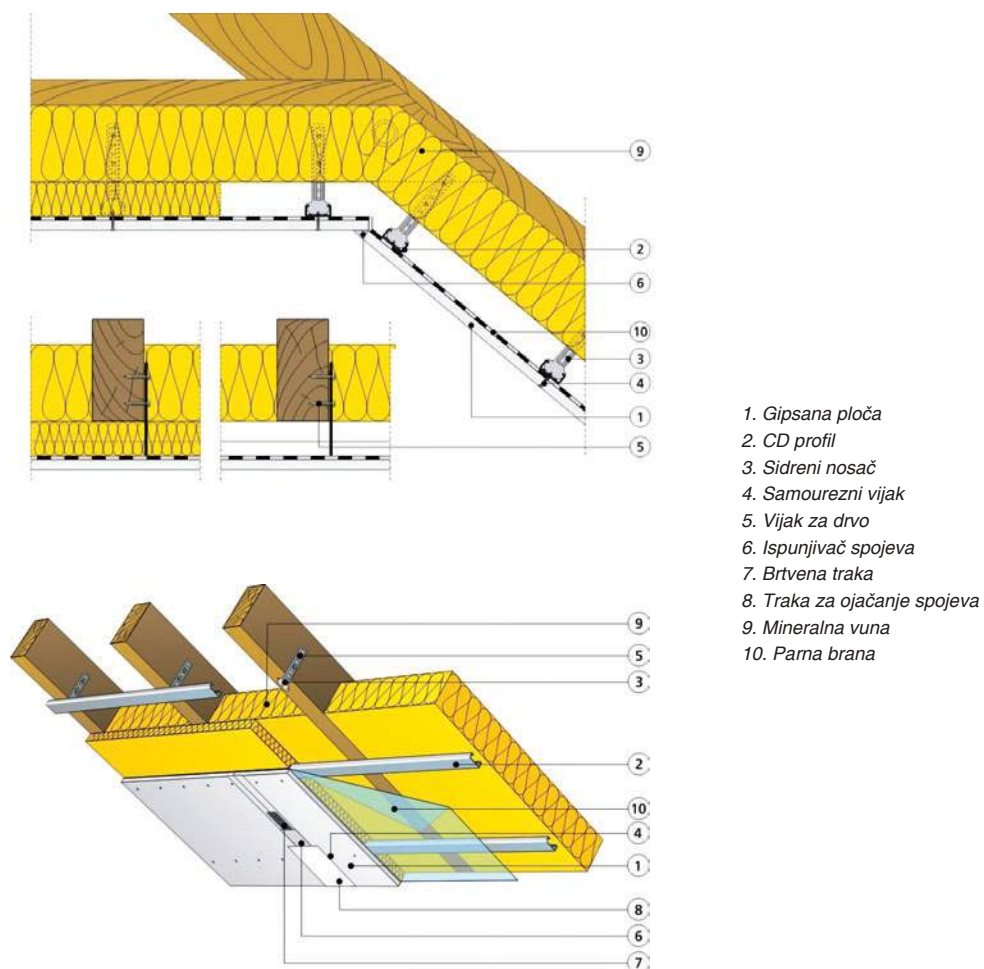


Slika 101 Obloga potkrovlja na drvenoj potkonstrukciji



Slika 102 Obloga potkrovlja na metalnoj potkonstrukciji

Preporuka je da se koristite vatrootporne gipsane ploče debljine minimalno 15 mm, kojima se postiže da potkrovlje bude vatrootporno barem 30 minuta. Na kraju se ispune i izravnavaju spojevi uz upotrebu gipsanih traka za ojačanje spojeva, *Slika 103*.



Slika 103 Oblaganje potkrovlja

2.3.1 Postupak oblaganja potkrovlja

Prije ugradnje toplinske izolacije potkrovlja, za krov koji se ventilira, potrebno je s gornje strane rogova, postaviti paropropusnu-vodonepropusnu foliju.



1) upuštanje sidrenih ovjesa na rogove za postavljanje CD profila



2) izrezivanje ploča mineralne vune za 0,5-1 cm šire od razmaka rogova



3) ugradnja ploča mineralne vune između rogova tijesno, jednu do druge



4) ugradnja drugog sloja mineralne vune preko prvog sloja i rogova, te fiksiranje CD profila



5) postava pametne parne brane preko CD profila s preklapom od 10 do 15 cm



6) brtvljenje spojeva aktivne parne brane specijalnom ljepljivom trakom u potpunosti



7) učvršćenje gipskartonskih ploča i završna obrada prema uputama proizvođača

Tablica 5 Postupak oblaganja potkrovlja

Nakon postavljanja mineralne vune preko profila se postavlja parna brana, koju je potrebno izuzetno pažljivo i precizno zabrtviti. Ljepljivom trakom treba polijepiti sve spojeve, zabrtviti sve prodore instalacija, rasvjete i posebno pripaziti na spoj brane s obodnim zidovima, koji treba zalijepiti za okolne zidove posebnim ljepilom (*Slika 104*). Preklap treba biti oko 15 cm.

Izolacija između i ispod rogova korištenjem EPS-a nije preporučljiva zbog požarne otpornosti krova u tom slučaju, otežane difuzije vodene pare (zbog isušivanja krova), ali i kom-

pliciranijom ugradnjom. Ako se EPS ipak koristi kao izolacija između rogova, onda se obavezno koriste specijalni proizvodi od EPS-a s perforacijama (omogućuje difuziju), *Slika 105*.

Pri ugradnji ovakvih proizvoda u drvena krovišta IZNIMNU pozornost treba posvetiti problematici moguće kondenzacije vodene pare i sastav građevnih dijelova mora se potvrditi s projektantom građevinske fizike.



Slika 104 Lijepljenje parne brane i brtvljenje prodora



Slika 105 Specijalni proizvodi od EPS-a za izolaciju između rogova



Slika 106 Primjer krovišta obloženog reflektirajućom folijom

Ako se u slojevima krova koriste reflektirajuće folije (*Slika 106*), posebno treba voditi računa o minimiziranju kontakta između takve folije i ostatka krovne konstrukcije. Ovo je naročito bitno s obzirom na to da takvi proizvodi smanjuju prolazak topline iz grijanog prostora u vanjski prostor na principu refleksije toplinskog zračenja, za razliku od "klasičnih" toplinskoizolacijskih materijala koji smanjuju vođenje topline.

Ako se ovakva folija postavlja s vanjske strane krovišta, mora se izbjeći stvaranje kondenzacije vodene pare na njezinoj unutarnjoj površini, s obzirom na to da se ona ponaša kao parna brana.

Dakle, kod njezinog je korištenja potrebno pridržavati svih pravila koja vrijede za parne brane, a opisana su u ovom priručniku. Još jedan nedostatak ovakve reflektirajuće folije je nepostojanje akumulacije topline građevnog dijela, što može povećati potrošnju energije za grijanje, a osobito hlađenje zgrade.

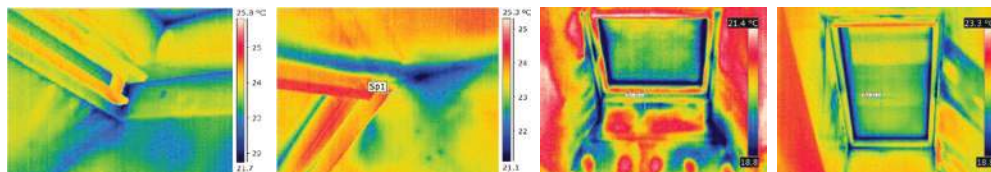
2.3.2 Izvođenje gipskartonskih ploča u niši krovnog prozora

Prilikom oblaganja niše krovnog prozora, za optimizaciju unutarnje obloge može se koristiti okvir za tu oblogu. Čelični okvir spreman za ugradnju C1 definira strukturu za oblikovanje unutarnje završne obloge. Dizajn omogućuje i dodavanje dodatnog izolacijskog materijala, a uključuje parnu branu C2 koja je 100 % paronepropusna i sprečava kondenzaciju vodene pare u slojevima krova, *Slika 107*.



Slika 107 Postavljanje potkonstrukcije, toplinske izolacije i parne brane oko krovnog prozora

Ako se parna brana loše ugradi ili probuši, na tim mjestima može doći do povećanih gubitaka topline ili pak kondenzacije vodene pare u slojevima krova, što dovodi do građevinske štete, *Slika 108*.

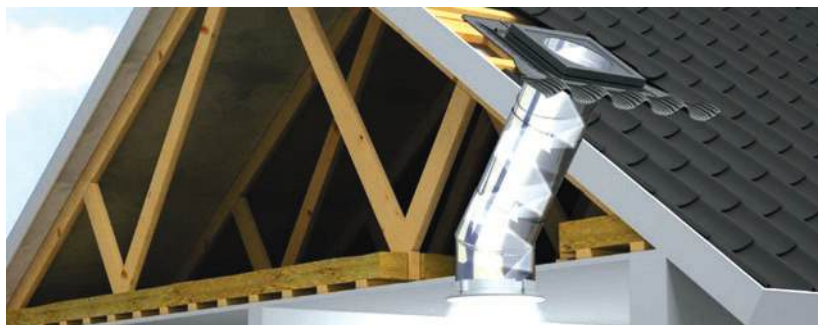


Slika 108 Primjer termograma koji ukazuju na loše izvedenu parnu branu (zrakonepropusnu ovojnicu), što predstavlja opasnost od kondenzacije vodene pare

2.3.3 Svjetlosni tuneli

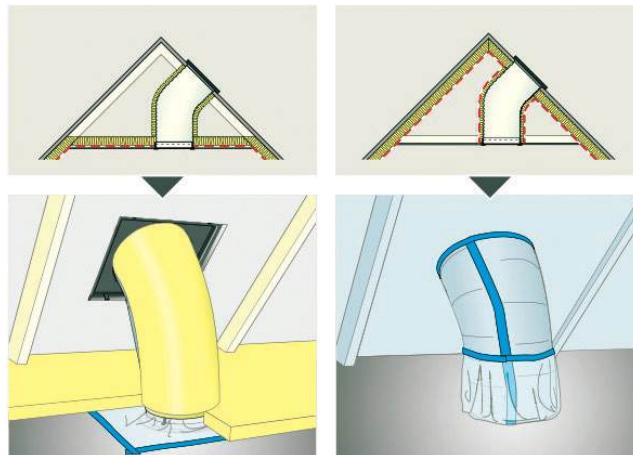
Svjetlosni tunel dovodi prirodno svjetlo gdje nije moguće dovesti dnevnu svjetlost prozorima. Svjetlosni tunel sastoji se od krovne jedinice, cijevi tunela (savitljive ili nesavitljive) i stropne jedinice. Savitljivi svjetlosni tuneli koriste se kada je udaljenost između krova i

stropa premala za nesavitljivi tunel. Nesavitljivi svjetlosni tuneli donose direktno osvjetljenje kada je otvor u stropu smješten direktno ispod vanjske jedinice tunela, *Slika 109*.



Slika 109 Primjer ugrađenog svjetlosnog tunela za kosi i ravni krov

Posebno je važno ostvariti savršeni spoj hidroizolacijske maramice svjetlosnog tunela s paropropusnom vodonepropusnom folijom koja se nalazi na krovu, kao i kontinuitet parne brane oko cijevi svjetlosnog tunela s parnom branom krova, *Slika 110*.

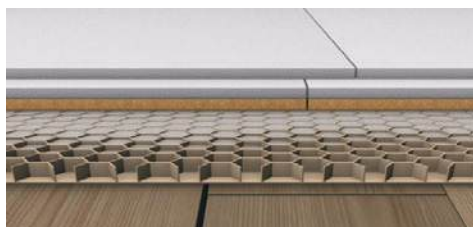


Slika 110 Primjer moguće ugradnje parne brane i toplinske izolacije oko svjetlosnog tunela

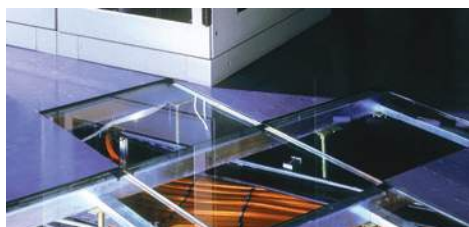
2.4 PODNI SUSTAVI SUHE GRADNJE

Podne podloge izvedene postupkom suhe gradnje moraju odgovarati namjeni prostora i različitim dodatnim zahtjevima (opterećenje, prisutnost vlage, toplinska izolacija, podno grijanje...), *Slika 111*. Podne obloge trebaju biti sukladne s izvedbom suhog estriha.

Suhom gradnjom izvede se i uzdignuti (dupli, kompjuterski) podovi (*Slika 112*) koji se montiraju na posebno oblikovane nosače te time omogućuju postavljanje različitih instalacija u pod. Tako izvedeni podovi mogu imati završni sloj u različitim izvedbama podne obloge.



Slika 111 Moguća izvedba suhog estriha i obloge



Slika 112 Uzdignuti pod

2.4.1 Suhi estrih

Prednosti suhog estriha:

- mala težina u odnosu na cementni estrih
- kratko sušenje (sušenje ljepila)
- dobra toplinska i zvučna izolacija pravilnom ugradnjom.

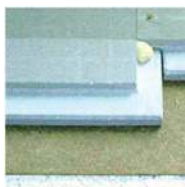
Gornja površina suhog estriha može biti od **gipskartonskih ploča**, **gipsvlaknastih ploča** ili ploča drvene osnove kao što su **višeslojne ukrucene ploče**, **drvenovlaknaste ploče** ili **drvenocementne ploče**, zatim od **cementnovlaknastih ploča**, ali i od opekarskih elemenata, tj. **elemenata od pečene gline**, *Slika 113*.



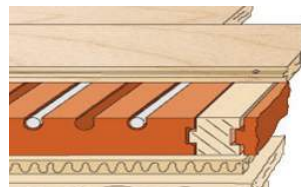
Gipsvlaknaste ploče



OSB ploče



Cementnovlaknaste ploče



Element od pečene gline

Slika 113 Primjeri različitih podloga na koje se može postaviti suhi estrih

2.4.2 Izvedba suhog estriha

Suhi estrh se izvodi kao **plivajući pod** na **nosivu, suhu i ravnu podlogu sa**, *Slika 114*:

- višeslojnim GKP ili GVP direktno na nosivu konstrukciju
- višeslojnim GKP ili GVP i drvenovlaknastim pločama na sloj toplinske izolacije
- suhim nasipom.



Postavljanje višeslojnih gipsvlaknastih ploča direktno na nosivu konstrukciju



Postavljanje gipsanih ploča suhog estriha na izolacijski sloj



Primjer izvedbe estriha sa suhim nasipom

Slika 114 *Primjeri izvedbe suhog estriha*

Izvedba estriha sa suhim nasipom:

- kod velikih neravnina podova (> 20 mm)
- postizanje određene visine poda
- popravak hladnih podova, daščanih obloga i zvučno loše izoliranih međukatnih konstrukcija

Suhi nasipi mogu biti od različitih materijala (perlit, ekspandirana glina, kvarcni pijesak) i granulacije (najčešće su veličine granula od 0 do 7 mm), *Slika 115*.

Između suhog nasipa i konstrukcije zida postavlja se izolacijska traka za zvučnu izolaciju.

Suhi nasipi se može izvoditi:

- direktno na nosivu konstrukciju
- na prethodno postavljenu paropropusnu foliju ili PE foliju
- dodatni elementi - sačasta podloga od kartona u koju se usipava nasip, *Slika 116*.



Slika 115 *Primjer suhog estriha na nasipu od perlita*



Slika 116 *Sačasta podloga od kartona*

2.4.3 Podno grijanje u suhom estrihu

U pravilu se radi o podnim sustavima grijanja s toplom vodom. Toplinske cijevi se nalaze u posebno oblikovanim pločama toplinske izolacije od polistirena ili elementima od pečene gline i reciklirane opeke ili elemenata od drvenog materijala, *Slika 117*.



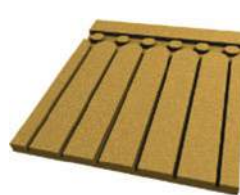
Ploče od polistirena



Elementi od pečene gline



Elementi od reciklirane opeke



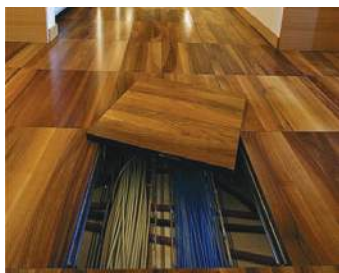
Vlaknaste drvene ploče

Slika 117 Ploče za podno grijanje u suhom estrihu

2.4.4 Uzdignuti podovi

Uzdignuti podovi (dupli, “kompjuterski”) ispod podnih ploča omogućuju razvod instalacija, te pristup u slučaju potrebe za intervencijama (popravci, održavanje, ...), *Slika 118*.

Nosači uzdignutog poda su metalne (plastične) nožice koje se montiraju prema određenom rasteru i različitim su visina, *Slika 119*. Modularne ploče uzdignutih podova jesu na bazi drveta (mediapan, iverica, panel), na bazi cementa, ploče na bazi gipsa, metalne (čelik, inoks, aluminij) i staklene ploče.



Slika 118 Prostor ispod podnih ploča predviđen je za smještaj različitih instalacija

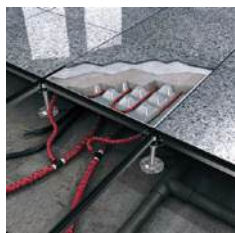


Slika 119 Primjer nosača uzdignutog poda

Uzdignuti pod može se kombinirati i s podnim grijanjem, a i tu postoji više varijanti izvedbe i moguće dostupnosti instalacije, *Slika 120*.

Ploče poda često moraju zadovoljiti i neke posebne zahtjeve, kao što su svojstva elek-

troprovodljivosti, zvučna izolacija i ventilacija, a to se postiže različitim materijalima i njihovom obradom i perforacijama, *Slika 121*.



Slika 120 Izvedba podnog grijanja kod uzdignutog poda



Slika 121 Ventilacijske ploče

2.5 ZAVRŠNA OBRADA SPOJEVA PLOČA

Obrada spojeva i zaglađivanje površine odlučujući su radovi za kvalitetu suhomontažne izvedbe. Obrada i priprema materijala za obradu površina treba biti u skladu s tehničkim uputama na proizvodu uz primjereno korištenje alata (*Slika 122*).



Slika 122 Alat za završnu obradu spojeva ploča

Kvaliteta završne obrade površine gipsanih ploča izvodi se prema definiranim stupnjevima kvalitete K1 do K4:

K 1 - Tehnički neophodna kvaliteta

K 2 - Standardna kvaliteta površine

K 3 - Perfektna površina

K 4 - Vrhunska površina

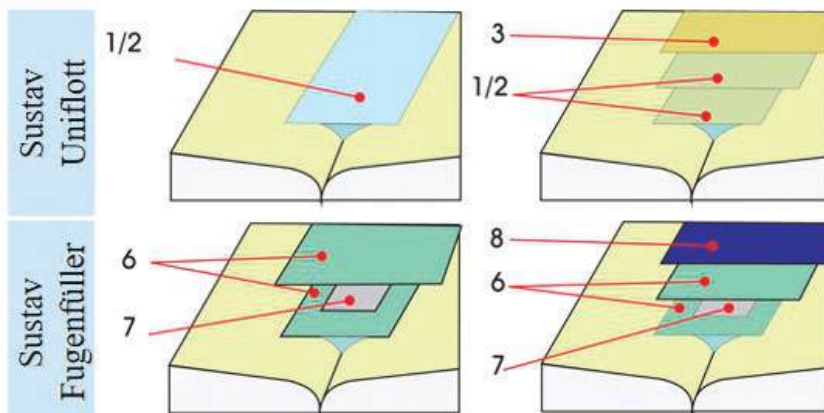
2.5.1 Spojevi gipsanih ploča

Izrada spojeva i završna obrada ima presudan utjecaj na kvalitetu suhe gradnje, *Slika 123*. Sustav obrade spojeva koji se koristi ovisi o vrsti ruba gipskartonskih ploča koje su korištene (HRAK, HRK ili SK) te vrsti ploča koje se koriste, kao i kvaliteti površine.

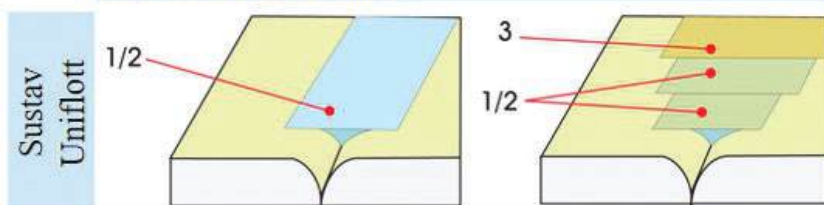
K1 Tehnički neophodna kvaliteta

K2 Standardna kvaliteta površine

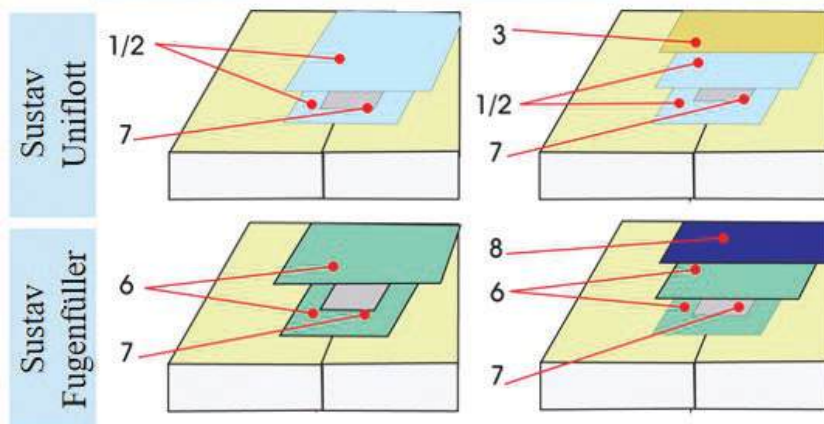
HRAK - Poluobli zakošeni uzdužni rub

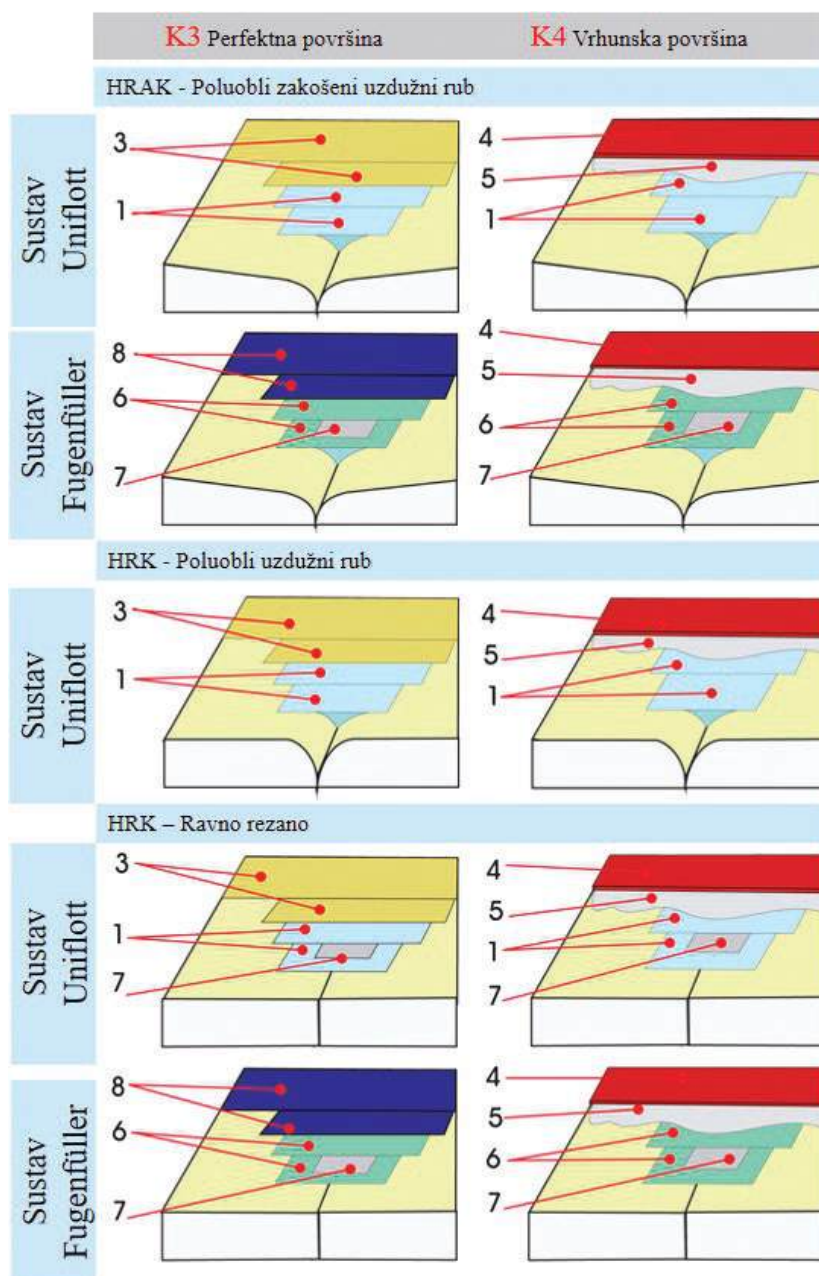


HRK - Poluobli uzdužni rub



HRK - Ravno rezano





Slika 123 Primjeri sustava za završnu obradu gipskartonskih ploča

Obrada spojeva gipsanih ploča slijedi nakon isključenja mogućnosti većih promjena dužine i širine ploča zbog promjena temperature ili vlage u prostorijama.

- **Spojeve s bočnim konstrukcijama suhomontažne izvedbe** (strop, zid) ovisno o okolnostima i zahtjevima treba izvoditi s **ispunjivačem spojeva i bandažnom trakom**.
- **Spojeve s masivnim građevinskim elementima** izvoditi s **fleksibilnim profilom**. Zrakonepropusna obrada uvijek se izvodi s bandažnom trakom.
- Prije svakog nanosa boja ili neke druge završne obrade gipskartonske je ploče potrebno premazati impregnacijskim temeljnim premazom.



Slika 124 Primjena bandažne trake i ispunjivača spojeva

PRIRUČNIK ZA RADNIKE GRAĐEVINSKO ZANIMANJE MONTER SUHE GRADNJE



Sufinancirano iz EU programa
Inteligentna energija Europe



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



HUPFAS
HRVATSKA UDRUGA PROIZVOĐAČA
TOPLINSKO FASADNIH SUSTAVA



Hrvatska komora
inženjera građevinarstva



REGIONALNI CENTAR ZAŠTITE OKOLIŠA
Hrvatska



Hrvatski zavod za zapošljavanje



GRADITELJSKA ŠKOLA
ČAKOVEC