

# KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

– STRUKOVNI DIO –



PRIRUČNIK ZA TRENERE  
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE MONTER SUHE GRADNJE

**IMPRESSUM:****Urednica:**

prof.dr.sc. Ivana Banjad Pečur, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

**Autori:**

Darinka Kalšan, *Graditeljska škola Čakovec*

doc.dr.sc. Bojan Milovanović, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

**Recenzenti:**

prof.dr.sc. Ivana Banjad Pečur, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

prof.dr.sc. Nina Štirmer, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

Ivana Carević, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

**Dizajn i prijelom:**

Antonija Čičak

**ISBN:**

978-953-8168-00-0

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000957385.

**Tisak:**

Printera Grupa d.o.o.

Dr. F. Tuđmana 14/A, 10431 Sv. Nedelja, Hrvatska

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 pridržavaju autori i urednica. Niti jedan dio ove knjige ne smije se reproducirati ili distribuirati bez dopuštenja autora i urednice.

Zagreb, 2016.



PRIRUČNIK ZA TRENERE  
**MONTER SUHE GRADNJE**



Uslijed nedostatka odgovarajuće stručno osposobljenih radnika na hrvatskom tržištu, prepoznata je potreba za **usavršavanjem/osposobljavanjem/prekvalifikacijom** radne snage za energetski učinkovitu obnovu i gradnju zgrada, koji će time jamčiti za kvalitetnu izvedbu. S obzirom na navedeno, u okviru europske inicijative Build Up Skills pokrenut je projekt CROSKILLS, koji je podijeljen u dvije faze. U prvoj fazi izrađena je Analiza stanja u zgradarstvu Hrvatske i vještina građevinskih radnika u energetskoj učinkovitosti, uspostavljena Nacionalna kvalifikacijska platforma te izrađene Nacionalne smjernice za kontinuiranu izobrazbu građevinskih radnika u energetskoj učinkovitosti, koje je podržalo više od 20 nacionalnih institucija i sektorskih organizacija.

**Opći cilj projekta CROSKILLS** jest uspostaviti sveobuhvatni program kvalifikacija i osposobljavanja građevinskih radnika, kako bi se omogućilo cjeloživotno osposobljavanje radnika u području energetske učinkovitosti te sustavna evaluacija kvalificirane radne snage u državi. Projektom CROSKILLS obuhvaćeno je sljedećih šest prioriteta građevinskih zanimanja: ZIDAR, FASADER, KROVOPOKRIVAČ, SOBOSLIKAR-LIČILAC, MONTER SUHE GRADNJE I TESAR.

Jedna od važnih karika za uspostavljanje sveobuhvatnog programa kvalifikacija i osposobljavanja građevinskih radnika jest **obuka trenera** koji bi svoja novostečena znanja i vještine trebali prenijeti na jednu od skupina prioriteta građevinskih zanimanja. Priručnici za šest prioriteta građevinskih zanimanja za obuku trenera podijeljeni su na ZAJEDNIČKI DIO, s cjelinama koje su jednake za sva zanimanja, te STRUKOVNI DIO s cjelinama koje se odnose na jedno od prioriteta građevinskih zanimanja u području energetske učinkovitosti.

Ovaj priručnik namijenjen je svima onima koji imaju znanja iz zanimanja MONTER SUHE GRADNJE, s ciljem da ih dodatno usavrše u području energetske učinkovitosti. Obučavanje trenera za prenošenje potrebnih vještina i znanja drugima predstavlja osnovu za uspješnu realizaciju projekta CROSKILLS.

**STRUKOVNI DIO KONTINUIRANE IZOBRAZBE  
GRAĐEVINSKIH RADNIKA U OKVIRU  
ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZA ZANIMANJE  
MONTER SUHE GRADNJE OBUHVAĆA  
SLJEDEĆE CJELINE I TEME, NAMIJENJENE  
TEORIJSKOJ NASTAVI:**

Poglavlje **UVOD U STRUKU MONTERA SUHE GRADNJE** objašnjava djelatnost montera suhe gradnje, te prednosti suhe gradnje. Potpoglavlje **ALAT I PRIBOR U SUHOJ GRADNJI** daje pregled osnovnog pribora i alata za poslove montera suhe gradnje koji uključuje pribor za mjerenje i kontrolu ravnosti, pribor za zacrtavanje i obilježavanje, alat za rezanje i sječenje, alat za pričvršćivanje, te pribor i alat za završnu obradu. Unutar potpoglavlja **MATERIJALI U SUHOJ GRADNJI** daje se pregled osnovnih materijala za suhu gradnju: gips ploča, ploča od drugih materijala za suhu gradnju, metalnih profila za suhu gradnju, materijala za toplinsku izolaciju zgrada, krovnih folija, te pomoćnih materijala (spojni pribor, ukrasni i specijalni profili te materijali za završnu obradu površina).

Poglavlje **SUSTAVI SUHE GRADNJE** obrađuje završne radove u interijeru, što uključuje **ZIDNE SUSTAVE SUHE GRADNJE** (suha žbuka, zidne obloge i pregradne zidove), **STROPNE SUSTAVE SUHE GRADNJE** (spušteni stropovi s vidljivom, odnosno nevidljivom potkonstrukcijom), **OBLAGANJE POTKROVLJA SUHOM GRADNjom** (izolacija krova, postupci oblaganja potkrovlja), **PODNE SUSTAVE SUHE GRADNJE** (suhi estrih, izvedba suhog estriha, podno grijanje u suhom estrihu, te uzdignuti podovi) i **ZAVRŠNU OBRADU SPOJEVA PLOČA** čija se kakvoća obrade površine izvodi prema definiranim stupnjevima (od K1 do K4) s odgovarajućim materijalima za obradu spojeva i zaglađivanje površina. Sama obrada i priprema materijala za obradu površina treba se izvoditi sukladno tehničkim uputstvima za proizvode, uz primjereno korištenje alata.



Croatian labour market lacks adequately qualified workers in the field of energy efficiency. Consequently, a need has been identified for **basic training / specialisation / retraining** of the workforce (craftsmen, entrepreneurs) in energy efficiency i.e. in refurbishment and construction of new buildings, thus guaranteeing for high quality performance. Poor workmanship as well as the requirement for highly skilled workers for constructing nZEBs are the basis of the European initiative Build Up Skills, which started the CROSKILLS project, divided in two phases: CROSKILLS Pillar I and CROSKILLS Pillar II. During the Pillar I stage, Status Quo Analysis of the building sector in Croatia was performed where skills of construction workers in the field of energy efficiency and renewable sources of energy were assessed, and the National Qualification Platform established, which derived the National Roadmap for Lifelong Education of the Construction Workers in the Field of Energy Efficiency. The National Roadmap was endorsed by more than 20 national institutions and sectoral organizations.

**The main goal of the CROSKILLS project** is to establish a large-scale qualification and training scheme for Croatian blue-collar building workers, in order to enable lifelong training of workers in the field of energy efficiency and the systematic evaluation of skilled workforce in Croatia. CROSKILLS project targets 6 priority construction professions: **BRICKLAYERS, PLASTERERS, ROOFERS, CARPENTERS, HOUSE PAINTERS** and **DRYWALL SYSTEM INSTALLERS**.

An important link in the establishment of a comprehensive worker qualification and training scheme is the **training of trainers**. These trainers would transfer their newly acquired knowledge and skills to one of the priority construction professions (blue-collar workers). Each of the manuals for 6 priority professions consists of two parts: **COMMON SECTIONS** covering topics that are equally relevant for all occupations, and **PROFESSION-SPECIFIC SECTIONS** covering knowledge that a particular profession has to master in the field of energy efficiency

**This manual is intended for all those possessing certain knowledge in the profession of DRYWALL INSTALLER, with interest for further training and improvement in the field of energy efficiency.** Training of trainers is the basis for successful implementation of the CROSKILLS goals where trainers will be adequately instructed and advised for the transfer of necessary skills and knowledge to blue-collar workers.

**PROFESSION-SPECIFIC SECTIONS OF THE MANUAL FOR DRYWALL INSTALLER IN THE FIELD OF ENERGY EFFICIENCY INCLUDE THE FOLLOWING TOPICS, INTENDED MAINLY FOR THEORETICAL PART OF THE EDUCATION:**

**INTRODUCTION TO DRYWALLING** section gives an overview of drywall installer's profession and advantages of drywall systems. Tools and machines used by drywall installers are addressed in the chapter **TOOLS AND ACCESSORIES**, and include for flatness measuring and control equipment, outlining and marking equipment, cutting and shearing tools, fixing and finishing tools. The **MATERIALS IN DRYWALLING SYSTEMS** chapter gives an overview of the basic materials for drywalling systems, such as: gypsum boards, boards made of other drywalling materials, metal profiles, thermal insulation materials, roof sheeting and other supporting materials (fittings, decorative and special profiles and finish coating materials).

**DRYWALLING SYSTEMS** section provides an overview of finishing interior works, and includes **WALL LINING SYSTEMS** (dry plaster, wall coverings and partition walls), **CEILING LINING SYSTEMS** (suspended ceilings with visible or invisible grid), **SOFFIT LINING SYSTEMS** (roof insulation, attic coating procedures), **INDOOR DRY FLOORING SYSTEMS** (dry screed, application of dry screeds, screed for underfloor heating, raised floors), and **FINISHING OF BOARD JOINTS** where the quality of surface treatment is conditioned by a pre-defined quality level (from K1 to K4), achieved with appropriate joints treatment and coat finishing materials. Processing and preparation of surface treatment materials should be done in accordance with product's technical instructions and with appropriate use of tools.





<b>1 UVOD</b> .....	11
1.1 UVOD U STRUKU MONTERA SUHE GRADNJE .....	11
1.1.1 Poslovi montera suhe gradnje .....	11
1.1.2 Prednosti suhe gradnje .....	12
1.2 ALAT I PRIBOR U SUHOJ GRADNJI .....	12
1.2.1 Pribor za mjerenje i kontrolu ravnosti .....	12
1.2.2 Pribor za zacrtavanje i obilježavanje .....	14
1.2.3 Alat za rezanje i sječenje.....	14
1.2.4 Alat za pričvršćivanje.....	15
1.2.5 Pribor i alat za završnu obradu.....	16
1.3 MATERIJALI U SUHOJ GRADNJI .....	17
1.3.1 Gipsane ploče .....	17
1.3.2 Ploče od drugih materijala za suhu gradnju .....	21
1.3.3 Metalni profili za suhu gradnju.....	22
1.3.4 Materijali za toplinsku izolaciju zgrade (TI).....	24
1.3.5 Spojni pribor .....	31
<b>2 SUSTAVI SUHE GRADNJE</b> .....	41
2.1 ZIDNI SUSTAVI SUHE GRADNJE .....	41
2.1.1 Suha žbuka .....	44
2.1.2 Zidne obloge .....	46
2.1.3 Pregradni zidovi.....	71
2.2 STROPNI SUSTAVI SUHE GRADNJE .....	81
2.2.1 Spušteni stropovi s vidljivom potkonstrukcijom .....	82
2.2.2 Spušteni stropovi s nevidljivom potkonstrukcijom .....	84
2.3 OBLAGANJE POKROVLJA SUHOM GRADNjom .....	95
2.3.1 Izolacija krova.....	95
2.3.2 Postupak oblaganja potkrovlja .....	101
2.4 PODNI SUSTAVI SUHE GRADNJE .....	114
2.4.1 Suhi estrih .....	114
2.4.2 Izvedba suhog estriha .....	118
2.4.3 Podno grijanje u suhom estrihu.....	122
2.4.4 Uzdignuti podovi.....	125
2.5 ZAVRŠNA OBRADA SPOJEVA PLOČA .....	129
<b>3 REFERENCE</b> .....	135

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

**PRIRUČNIK ZA TRENERE  
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE  
MONTER SUHE GRADNJE**



UVOD

# 1 UVOD

## 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 elementi spajaju vijcima i zakovicama, a bez uporabe vode (*slika 1-1*). Univerzalno se primjenjuje od podruma do krova, od poda do stropa, kod novogradnje te kod adaptacija i pregrađivanja.



**Slika 1-1** Monter suhe gradnje na radnom mjestu [1]

### 1.1.1 Poslovi montera suhe gradnje

Poslovi montera suhe gradnje jesu:

- 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 okomitim i kosim zidovima
- izvođenje zakrivljenih zidova (*slika 1-2*)
- izvođenje zakrivljenih stropova u dvije ili više ravnina
- montaža izolacijskih slojeva u stambenom potkrovlju
- izvođenje suhih estriha za plivajuće podove
- izvođenje povišenih podova.



**Slika 1-2** Zakrivljeni zid izveden suhom gradnjom [2]

### 1.1.2 Prednosti suhe gradnje

Suha montažna gradnja pruža niz prednosti. Izvođenje je brzo, fleksibilno i ekonomično. Mala debljina i težina suhomontažnih elemenata omogućuju jednostavnu izradu i montažu. Uz to nije potrebno naknadno razbijanje zidova za polaganje instalacijskih vodova s obzirom na to da se sve instalacije polažu za vrijeme suhe gradnje u šuplinu suhomontažnih elemenata, gdje ostaju nevidljive. Suhom montažom osigurana je čistoća prostora gradnje i ne postoji problematičan građevinski otpad. Zbog suhog postupka izrade sve se površine mogu obrađivati bez sušenja i brzo je moguće nastaviti daljnju obradu površina. Osim toga, gips je pouzdan građevinski materijal koji poboljšava udobnost stanovanja zbog paropropusnosti i uslijed svojstva higroskopnosti, čime se regulira mikroklima unutarnjeg prostora.

## 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 (*slika 1-3*). Tijekom rada potrebno je pridržavati se pravila tehnološkog procesa i obvezna je upotreba osobnih zaštitnih sredstava.

### 1.2.1 Pribor za mjerenje i kontrolu ravnosti



*Slika 1-3* Alat i pribor u suhoj gradnji [1]

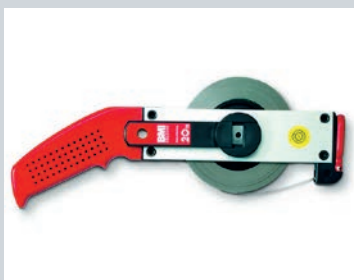
Monter suhe gradnje pri radu koristi sljedeći pribor za mjerenje i kontrolu ravnosti: džepni metar (dvometar, trometar), mjereću vrpču, drveni metar na sklapanje, libelu, cijevnu libelu, letvu ravnjaču, kutnik, visak i laserski nivelir (slike 1-4 do 1-12).

### PRIBOR ZA MJERENJE I KONTROLU RAVNOSTI



**Za mjerenje dimenzija manjih elemenata r**

*Slika 1-4* Džepni metar [3]



**Za mjerenje većih dimenzija**

*Slika 1-5* Mjerna traka [4]



**Za mjerenje dimenzija manjih elemenata**

*Slika 1-6* Sklopivi metar [5]



**Za određivanje i provjeru horizontalnosti**

*Slika 1-7* Libela [6]



**Za prenošenje horizontale na veću udaljenost**

*Slika 1-8* Cijevna libela – vodena vaga [7]



**Za provjeru ravnine**

*Slika 1-9* Letva ravnjača [8]



**Za određivanje i provjeru pravog kuta**

*Slika 1-10* Kutnik [9]



**Za određivanje i provjeru okomitosti**

*Slika 1-11* Visak [10]



**Za viziranje i prenošenje visina**

*Slika 1-12* Laserski nivelir [11]

### 1.2.2 Pribor za zacrtavanje i obilježavanje

Monter suhe gradnje pri radu koristi sljedeći pribor za zacrtavanje i obilježavanje: olovka, marker, metalna igla, udarna špaga, (slike 1-13 do 1-16).

#### PRIBOR ZA ZACRTAVANJE I OBILJEŽAVANJE



**Za zacrtavanje**

**Slika 1-13** Olovka [11]



**Za zacrtavanje**

**Slika 1-14** Marker [13]



**Za zacrtavanje  
na metalu**

**Slika 1-15** Metalna  
igla [14]



**Za obilježavanje  
položaja montaže**

**Slika 1-16** Konop za  
obilježavanje [8]

### 1.2.3 Alat za rezanje i sječenje

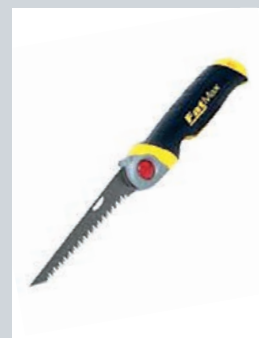
Monter suhe gradnje pri radu koristi sljedeći alat za rezanje i sječenje: skalpel, pila, pila s rotirajućom pločom, škare za lim (slike 1-17 do 1-20).

#### ALAT ZA REZANJE I SJEČENJE



**Za rezanje  
gips ploča**

**Slika 1-17** Skalpel [15]



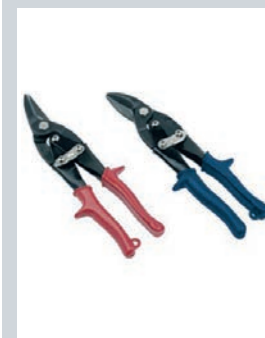
**Za rezanje  
gips ploča**

**Slika 1-18** Pila za  
gips ploče [16]



**Za rezanje**

**Slika 1-19** Pila s  
rotirajućom pločom [17]



**Za rezanje  
metalnih profila**

**Slika 1-20** Škare  
za lim [18]

## 1.2.4 Alat za pričvršćivanje

Monter suhe gradnje pri radu koristi sljedeći alat za pričvršćivanje: električna bušilica, električni uvijač, kliješta za spajanje metalnih profila, pištolj za čavle, spajalica, gumeni čekić, od slika 1-21 do slika 1-26.

### ALAT ZA PRIČVRŠĆIVANJE



**Za bušenje**

**Slika 1-21** Električna udama bušilica [19]



**Za uvrtnje vijaka**

**Slika 1-22** Električni uvijač [20]



**Za spajanje metalnih profila**

**Slika 1-23** Kliješta za spajanje metalnih profila [21]



**Za pričvršćivanje čavala**

**Slika 1-24** Pištolj za čavle [22]



**Za pričvršćivanje spajalica**

**Slika 1-25** Spajalica [23]



**Za postavljanje gips ploča u traženi položaj**

**Slika 1-26** Gumeni čekić [24]

### 1.2.5 Pribor i alat za završnu obradu

Za završnu obradu u suhoj gradnji se koristi: zidarska žlica, zidarska lopatica, gladilica, pištolj za kit, brusilica, brusni pribor, kanta, kutna lopatica, mikseri i dr., *slike 1-27 do 1-35*.

#### PRIBOR I ALAT ZA ZAVRŠNU OBRADU



**Za završnu obradu površina**

**Slika 1-27** Zidarska žlica [25]



**Za završnu obradu površina**

**Slika 1-28** Zidarska lopatica [26]



**Za završnu obradu površina**

**Slika 1-29** Gladilica [27]



**Za završnu obradu spojeva**

**Slika 1-30** Pištolj za kit [28]



**Za pripremu materijala**

**Slika 1-31** Kanta [29]



**Za brušenje površina**

**Slika 1-32** Brusilica (žirafa) [30]



**Za brušenje površina**

**Slika 1-33** Brusni pribor [31]



**Za zaglađivanje materijala u uglovima**

**Slika 1-34** Kutna lopatica [32]



**Za miješanje materijala**

**Slika 1-35** Mikser [33]



## 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, a to su nosiva konstrukcija i obloga, koji 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 1-36*).

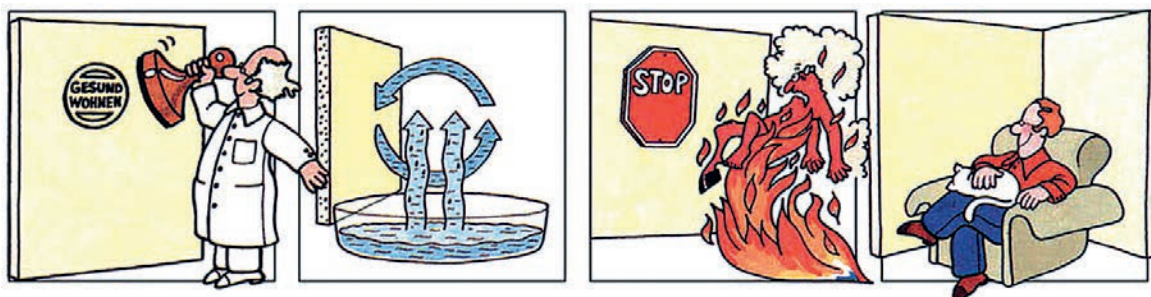


*Slika 1-36* Proizvodi i materijali u suhoj gradnji [34], [35], [1]

Osnovni materijali za suhu gradnju su gipsane ploče, pocinčani čelični profili i toplinska izolacija, a pomoćni materijali su spojni pribor, ukrasni i specijalni profili te materijali za završnu obradu površina.

### 1.3.1 Gipsane ploče

Osnovna sirovina za proizvodnju ploča je gips, koji je mekani mineral sastavljen od kalcijeva sulfata dihidrata s kemijskom formulom  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Dobra svojstva gipsa kao materijala za gradnju jesu da je ekološki podoban, da je dobar regulator mikroklimе prostora, da ne gori, da je udoban za stanovanje (*slika 1-37*).



*Slika 1-37* Dobra svojstva gipsa [36]

Gipsane ploče proizvode se od smjese od gipsa, vode, sitne granulacije kamena vulkanskog porijekla i staklenih vlakana, čime se osigurava dostatna čvrstoća, ali i fleksibilnost ploča.

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

Sve ploče na svojoj površini imaju oznake koje olakšavaju montažu:

- na stražnjoj strani ploče nalazi se natpis širine 5 cm s podacima kojima se označava položaj CW profila potkonstrukcije kod pregradnih zidova ili CD profila kod zidnih obloga
- na prednjoj strani ploče oznakama su naznačeni razmaci od 25 cm za jednostavnije, točnije i brže učvršćivanje ploče vijcima za potkonstrukciju zidova i zidnih obloga.

### 1.3.1.1 Gipskartonske ploče

Gipskartonske ploče sastoje se od gipsane jezgre koja je sa svake strane obložena specijalnim kartonom visoke mehaničke otpornosti (GKP), kako je prikazano na *slici 1-38*. Uzdužni su rubovi istanjeni kako bi obrada spojeva bila jednostavnija i kvalitetnije izvedena.

Gipskartonska ploča je ključni proizvod širokog asortimana za suhu gradnju, a primijenjena uz ostale elemente, udovoljava svim zahtjevima moderne gradnje interijera. Gipskartonske ploče se izrađuju u dužinama od 1500 mm do 3000 mm i širinama od 600 mm do 1250 mm te u različitim izvedbama rubnih završetaka (*slika 1-39*). Njihova debljina iznosi 9,5 do 25 mm. Imaju relativno malu težinu, veliki elasticitet, daju se savijati i lako se obrađuju, režu i montiraju. Nisu zapaljive te u kombinaciji s prilagođenom donjom konstrukcijom od drveta ili metala, uz adekvatne izolacijske materijale, daju unutarnje zidne i stropne sisteme koji ispunjavaju sve zahtjeve u pogledu opterećenja, toplinske, zvučne i protupožarne zaštite. Gipskartonske ploče koriste se u novogradnji te kod sanacija kao stropne i zidne obloge na donjoj konstrukciji, kao razdjelni zidovi, donji stropovi i suhi podovi.



**Slika 1-38** Presjek gipskartonskih ploča [37]



**Slika 1-39** Različite izvedbe rubnih završetaka gipskartonskih ploča [38]

Vrste gipskartonskih ploča (*slika 1-40*):

- obične ploče
- protupožarne ploče
- ploče postojane na vlagu
- ploče s kaširanom površinom (npr. čelični lim ili plastika)
- ploče s kaširanom stražnjom stranom (npr. aluminijskom folijom)
- ploče s perforiranom površinom ili površinom s prorezima (apsorbiraju zvuk)
- višeslojne ploče s integriranim termoizolacijskim slojem itd.



**Slika 1-40** Gipskartonske ploče [39]

### **Obične gipskartonske ploče**

Ploče koje se koriste u prostorima u kojima nema posebnih zahtjeva, za izradu pregradnih zidova, zidne i stropne obloge te za spuštene stropove. Označene su na poleđini i na uzdužnom rubu napisima u plavoj boji.

### **Protupožarne gipskartonske ploče**

Ploče kojima je gipsana jezgra ojačana dodatkom tankih staklenih vlakana duljine 3 do 30 mm, koja u slučaju požara osiguravaju stabilnost i čvrstoću strukture ploče. Koriste se kada postoje posebni zahtjevi u pogledu protupožarne zaštite kod pregradnih zidova, zidnih i stropnih obloga, spuštenih stropova, pri uređenju potkrovlja i kod instalacijskih šahtova. Označene su na poleđini i na uzdužnom rubu natpisima u crvenoj boji, a karton je crvene boje.

### **Gipskartonske ploče postojane na vlagu**

Ploče čija je gipsana jezgra dodatno impregnirana protiv upijanja vlage. Područje primjene je jednako kao i za standardne gipsane ploče, a posebno se preporučuju za ugradnju u vlažne prostore, npr. kuhinje i kupaonice u kućanstvima gdje se stvara prekomjerna koncentracija vlage u zraku, te kao podloga za keramičke pločice. Označene su na poleđini i na uzdužnom rubu napisima u plavoj boji. Karton je zelene boje i dodatno je impregniran.

### **Protupožarne impregnirane gipskartonske ploče**

Protupožarne ploče čija je gipsana jezgra dodatno impregnirana protiv upijanja vlage. Područje primjene jednako je kao i za obične protupožarne gipsane ploče. Posebno se preporučuje za ugradnju u vlažne prostore (kuhinje i kupaonice u kućanstvima) te kao podloga za keramičke pločice u prostorima sa zahtjevima protupožarne zaštite. Označene su na poleđini i na uzdužnom rubu napisima u crvenoj boji. Karton je zelene boje i dodatno je impregniran.

### **Tvrde gipsane ploče**

Posebno tvrde i guste ploče za povišene zahtjeve zvučne zaštite, s protupožarnim svojstvima, impregnirane. Posebno su otporne na udarce i odlikuje ih visoka stabilnost kod visokih pregrada. Posebne konstrukcije pregrada štite od propucavanja iz vatrenog oružja i služe kao zaštita od provale. Karton je plave boje. Ploče se obrađuju poput standardnih ploča uz upotrebu posebnih vijaka za montažu.

### Savitljive ploče

Savitljive gipskartonske ploče za suho ili mokro savijanje idealan su element za izradu obloga kružnih stupova, izradu kaskada kod spuštenih stropova, izradu okruglih krovnih otvora ili izradu zaobljenih zidova. Savitljive ploče mogu se nasuho savijati do radijusa od 1000 mm, a u mokrom savijanju od 300 mm.

### Masivne ploče

Masivne ploče primjenjuju se kod povećanih protupožarnih i zvučnih zahtjeva. Koriste se za zidove, šahtove i stropove. Idealne su kao podloge za postavljanje keramičkih pločica, tapeta i boja. Masivne ploče su, na osnovi svojih posebnih dimenzija, jednostavne za rukovanje te se njima mogu izvesti tanki, ali robusni zidovi s odličnim zvučnim zahtjevima.

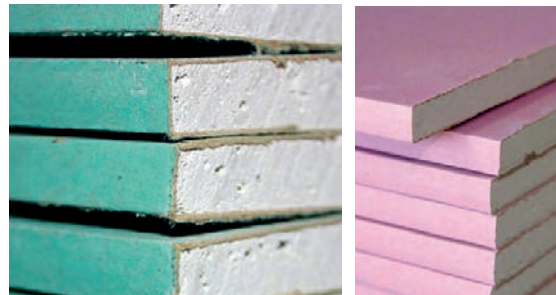
### Ploče s uzorcima

Ovaj se sustav sastoji od gipskartonskih ploča na kojima su otisnuti različiti uzorci standardnih dizajna površina, od kamenog zida i opeke do betona i sl.

### Gipskartonske ploče s perforacijama

To su ploče izvrsnih akustičnih svojstava s okruglim, kvadratnim i linijskim perforacijama, u pravilu četverostranog ravnog ruba sa stražnjim kartonom ružičaste boje. Ploče značajno smanjuju štetne utjecaje i neugodne mirise iz zraka.

Postoji još cijeli niz ploča različitih namjena, kao što su ploče za posebnu zaštitu od požara, ploče nepropusne za rendgenske zrake, ploče s dodatkom grafita s vrlo visokom vrijednosti toplinske provodljivosti, koje služe za za plošno grijanje i plošno hlađenje, itd.



**Slika 1-41** Presjek gipskartonskih ploča [40]

Svojstva gipskartonskih ploča:

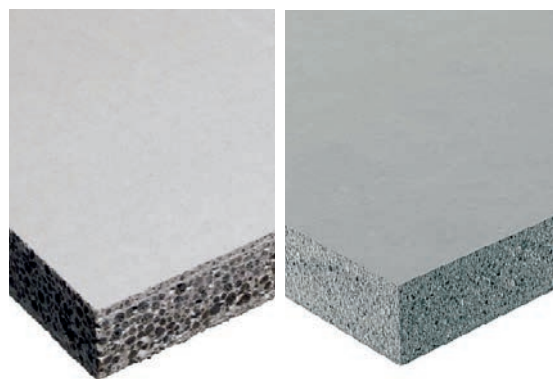
- lagane su
- dobar su toplinski izolator (ako namjerno nije povećana toplinska provodljivost)
- dobar su zvučni izolator (moć zvučne izolacije ovisi o sustavu u koji se ugrađuju)
- prirodni su regulator vlage u zraku
- negorive su
- ekološki su prihvatljive (nemaju štetnih sastojaka)
- lako se obrađuju
- dobra su podloga za soboslikarske radove i sve vrste obloga
- površina su jednostavnih za održavanje

### 1.3.1.2 Gipsvlaknaste ploče

Gipsvlaknaste ploče 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 1-42). Svojstva gipsvlaknastih ploča su visoka čvrstoća, otpornost na vlagu, biološka prihvatljivost, otpornost na vatru i jednostavna ugradnja.



Slika 1-42 Gipsvlaknasta ploča [41]



Slika 1-43 Cementne ploče [42]

Označene su napisom u plavoj boji, a područje primjene je jednako impregnimiranim i vatrootpornim pločama te na područjima gdje se očekuju veća mehanička naprezanja, za izradu obloga površina zidova i podova u svim unutarnjim prostorima.

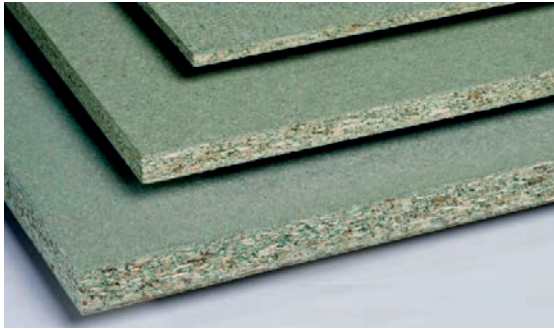
## 1.3.2 Ploče od drugih materijala za suhu gradnju

### 1.3.2.1 Cementne ploče

Cementne ploče proizvode se iz mineralnog lakog betona, iz smjese cementa i staklenih vlakana upletenih u mrežicu, čime se dobiva vrlo čvrsta ploča otporna na vlagu i propadanje. Primjenjuju se za unutarnja oblaganja u industrijskim prostorijama i prostorima u kojima je stalno prisutna vlaga. Koriste se i za vanjsko oblaganje kao nosač žbuke u gradnji s drvenim elementima te pri izradi i obnovi fasada, kod ventiliranih fasada i krovnih nadgradnji (slika 1-43). Vrlo se često cementne ploče s dodatkom staklenih vlakana koriste općenito kao pasivna protupožarna zaštita, primjerice kao zaštita nosive konstrukcije (greda, stupova) itd.

### 1.3.2.2 Betonyp ploče

Betonyp je trgovački naziv za ploče iverice (iverje bora) vezane cementom. Betonyp ploče (ili cementno-iverna ploča) izrađene su od drvenih strugotina s dodatkom hidrauličnog veziva i kemijskih dodataka. Ploče su otporne su na vremenske utjecaje i smrzavanje, na insekte, na njima se ne razvijaju ni plijesan ni gljivice. Zahvaljujući svojim odličnim fizičkim i mehaničkim osobinama, među najznačajnijim su osnovnim materijalima za montažnu gradnju (slika 1-44). Pogodne su za izradu vanjskih fasadnih obloga, stropnih ploča, pregradnih stijena u interijeru, elemenata za montažne i konstrukcijske sisteme.



Slika 1-44 Betonyp ploče [43]



Slika 1-45 OSB ploče [44]

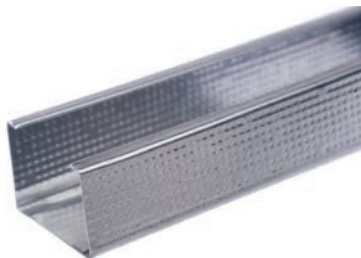
### 1.3.2.3 OSB ploče

OSB ploče (Oriented Sprand Boards) proizvode se od iverice koja se sabija u tri sloja te se stavlja u omotač od voska i fenolne smole (slika 1-45). Pod tlakom i uslijed djelovanja topline, uz dodatke, iverica se preša u ploče. U usporedbi s normalnim pločama od iverice jednake debljine, OSB ploče imaju veću nosivost. OSB ploče su ekološki prihvatljive zbog malog sadržaja ljepila, a proizvode se u različitim klasama napreznaja, npr:

- OSB/1 – OSB ploče opće namjene, za korištenje u suhom prostoru, uključujući namještaj i opremu
- OSB/2 – nosive OSB ploče za korištenje u suhom prostoru
- OSB/3 – nosive OSB ploče za korištenje u vlažnom prostoru
- OSB/4 – ploče za konstruktivne nosive elemente, za korištenje u vlažnom prostoru.

### 1.3.3 Metalni profili za suhu gradnju

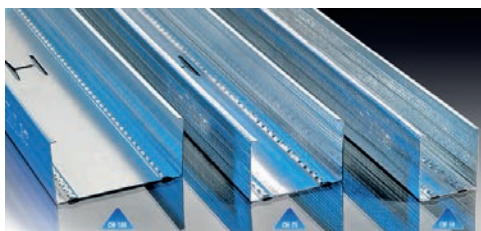
Za izradu nosive metalne konstrukcije, u suhoj gradnji koriste se pocinčani čelični profili (slika 1-46). Osnovni tipovi profila koji se koriste kod pregradnih zidova su oblika C ili U, okomiti (CW) i vodoravni (UW), a proizvode se u standardnim veličinama od 50, 75 i 100 mm, od pocinčanog čeličnog lima debljine 0,6 mm.



C profil



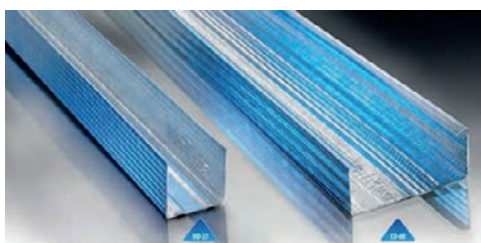
U profil



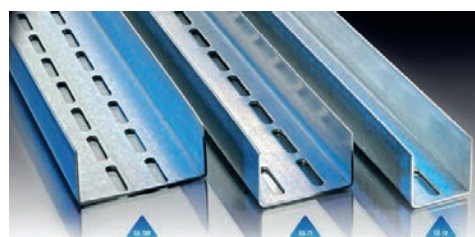
CW profili



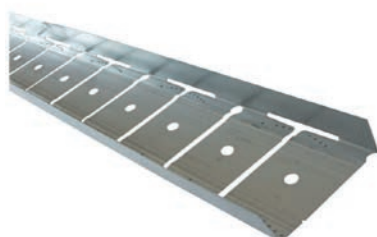
UW profili



UD i CD profili



UA profili



Fleksibilni U profil



MW profil

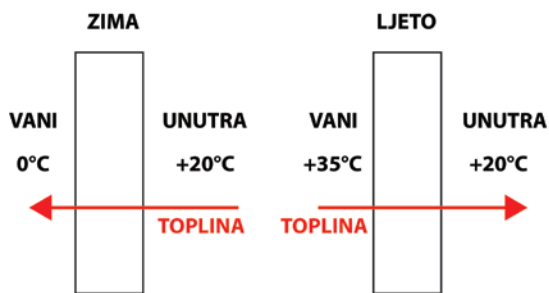
**Slika 1-46** Metalni profili za suhu gradnju [45], [46], [47], [48], [49]

CD profili koriste se za izvedbu metalne potkonstrukcije spuštenih stropova i obloge zida. Međusobno se povezuju elementima i montiraju na željenu visinu koja se regulira visilicama. Na njih se pričvršćuju gipskartonske ploče pomoću vijaka. CW profili se postavljaju okomito u UW profile koji su montirani na pod, odnosno strop te čine noseću konstrukciju pregradnih zidova. CW profili imaju standardne proreze u obliku slova H, a služe za provođenje električnih vodova. Materijal koji se koristi za njihovu izradu je čelični pocinčani lim debljine 0,5 i 0,6 mm, a dužina profila je od 2000 do 6000 mm.

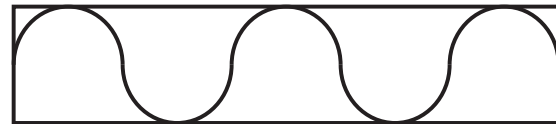
UD profili su širine 26 mm, pričvršćuju se na zid i služe za prihvat CD profila i fiksiranje cijele konstrukcije spuštenog stropa. UW profili služe za prihvat CW profila i fiksiranje cijele konstrukcije gipskartonskog zida za pod i strop. Montiraju se udarnim tiplama s vijkom. UA profili su perforirani čelični pocinčani profili debljine 2 mm. Služe za učvršćivanje završetaka zidova iznad otvora vrata kod pregradnih zidova.

Osim osnovnih tipova profila, za izradu nosive konstrukcije koriste se i posebno oblikovani profili, primjerice za izradu zakrivljenih zidova ("fleksibilni profili"), spojni elementi, elementi za ovjes itd. U novije doba na tržištu su dostupni i MW profili koji se koriste u slučajevima kada je potrebno poboljšati zvučnu izolacijsku moć pregradnih zidova izrađenih od gipskartonskih ploča (slika 1-46).

### 1.3.4 Materijali za toplinsku izolaciju zgrade (TI)



Slika 1-47 Prolaz topline kroz zid [38]



Slika 1-48 Grafička oznaka TI [38]

Kako bismo zadovoljili današnje propise i gradili u skladu sa suvremenim smjernicama energetske učinkovitosti, sve vanjske konstrukcije treba toplinski zaštititi. Toplinska izolacija smanjuje toplinske gubitke zimi, a pregrijavanje prostora ljeti. Toplinski izolirana zgrada je ugodnija, produžuje joj se životni vijek i doprinosi zaštiti okoliša.

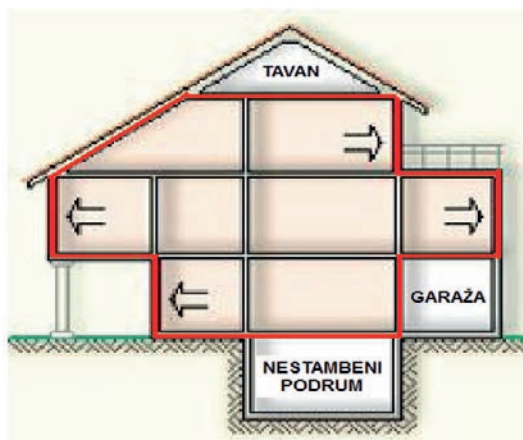
materijal	$\lambda$ (W/mK)
čelik	58
kamen granit	3,5
beton	2
voda	2
zemlja	1,5
staklo	1,1
opeka	0,55 – 0,8
guma	0,16
drvo	0,14 – 0,2
slama	0,09 – 0,13



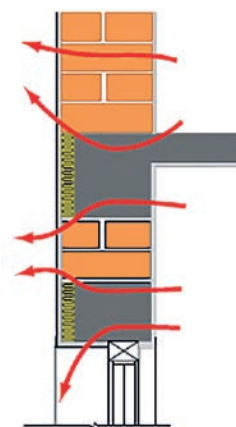
pluto	0,045 – 0,055
perlit	0,04 – 0,065
mineralna vuna	0,04
stiropor	0,035 – 0,04
stirodur	0,03 – 0,04
poliuretin	0,02 – 0,035
zrak	0,025

**Tablica 1-1** Toplinska provodljivost  $\lambda$  materijala [50]

**Toplinska provodljivost  $\lambda$  (lambda)** je svojstvo građevnih materijala da provode toplinu zbog razlike u temperaturi prostora između kojih se nalaze (tablica 1-1). To je količina topline koja u jedinici vremena prođe kroz sloj materijala površine presjeka  $1 \text{ m}^2$  i debljine  $1 \text{ m}$  okomito na njegovu površinu pri razlici temperature  $1 \text{ K}$ . Jedinica za toplinsku provodljivost je  $\text{W/mK}$ . Materijali s malom vrijednošću  $\lambda$  zovu se toplinski izolatori, a oni s velikom vrijednošću toplinski vodiči. Vrijednost toplinske provodljivosti  $\lambda$  vrlo je promjenjiva - čak i kod istog materijala ovisi o poroznosti, kemijskom sastavu, sadržaju vlage u materijalu i njegovoj temperaturi. U graditeljstvu se dobrim toplinskim izolatorom smatra materijal koji ima  $\lambda < 0,1 \text{ W/mK}$ .



**Slika 1-49** Položaj TI u zgradi [51]



**Slika 1-50** Toplinski most [52]

**POLOŽAJ TI U ZGRADI** (slika 1-49): Pravilo je da se toplinska izolacija stavlja svuda gdje se zimi dodiruju grijani i negrijani prostori!

**TOPLINSKI MOST** (slika 1-50) - U graditeljstvu je to manje područje u omotaču grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan zbog promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela. Zbog povećanog toplinskog toka u odnosu na tipični presjek konstrukcije, temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja je nego na ostaloj površini, što povećava opasnost od kondenziranja vodene pare. Konstruktivni toplinski mostovi nastaju kod kombinacija različitih vrsta materijala, a geometrijski toplinski mostovi nastaju uslijed promjene oblika konstrukcije (npr. kutovi zgrade).

## MATERIJALI ZA TOPLISNKU IZOLACIJU



**Slika 1-51** Kamena vuna [1]

Mineralna vuna je izolacijski materijal mineralnog porijekla za toplinsku, zvučnu i protupožarnu izolaciju s toplinskom provodljivosti između  $\lambda=0,035$  i  $0,045$  W/mK. Mineralna vuna ima malu vrijednost toplinske vodljivosti ( $\lambda$ ) i dobar je toplinski izolator. Materijal je jako paropropusan (gotovo kao zrak). Negoriva je, pa se može koristiti u pasivnim sustavima za zaštitu od požara. Mineralna vuna je otporna na mikroorganizme (gljivice, plijesni), kukce i glodavce. Zbog vlaknasto-porozne strukture i relativno velikog otpora strujanju zraka dobro apsorbira zvuk. Mineralna vuna nema mogućnost kapilarnog upijanja vode, ali je treba zaštititi od oborina tijekom gradnje i u fazi korištenja zgrade. Dvije su osnovne sirovine za proizvodnju mineralne vune: stijene (kamen) i staklo, pa tako razlikujemo kamenu i staklenu vunu (*slika 1-51*). Najnovija generacija proizvoda od mineralne vune upotrebljava ECOSE® Technology s novim vezivom koje je prirodno, na bazi obnovljivih sirovina, dakle bez fenolformaldehida. Proizvodi od mineralne vune dobiveni ovom tehnologijom prirodno su smeđe boje (bez dodavanja umjetnih boja), ugodniji su za rad, bez mirisa su, manje iritantni, stvaraju manje prašine. Za njihovu se proizvodnju rabi manje energije. Uz to, ovi proizvodi zadržavaju sva povoljna svojstva tradicionalnih proizvoda od mineralne vune.



**Slika 1-52** TEkspandirani polistiren – stiropor [1]

Ekspandirani polistiren, skraćeno EPS, (*slika 1-52*) ima dobra izolacijska svojstva  $\lambda = 0,035-0,040$  W/mK, nisku cijenu i jednostavno se ugrađuje pa je danas jedan od najpopularnijih izolacijskih materijala. Koristi se najviše kao toplinska zaštita, u svim vanjskim konstrukcijama, te kao plivajući pod u podnim međukatnim konstrukcijama (u slučaju da ima dovoljno nisku dinamičku krutost; elastificirani EPS). Ima znatno slabija protupožarna svojstva od kamene vune te nije otporan na temperature više od  $80$  °C, zbog čega iznimnu pozornost treba posvetiti zaštiti od požara ako se EPS koristi s unutarne strane. Ekspandirani polistiren ne smije doći u dodir s ljepljivima koja sadrže otapala te s motornim gorivima (benzin itd.). Oštećuje se kod dulje izloženosti UV zračenju.

Kod mehaničke obrade ekspaniranog polistirena ne nastaje prašina kao kod vlaknastih toplinsko-izolacijskih materijala. Udisanje para koje nastaju kod rezanja EPS-a vrućom žicom treba izbjegavati jer može uzrokovati mučninu.



**Slika 1-53** Grafitni EPS [53]

Grafitni EPS (*slika 1-53*) ima toplinsku provodljivost  $\lambda=0,032$  W/mK. Sivi stiropor koji sadrži grafit. Male je težine, teško zapaljiv /ne podržava gorenje. Koristi se za TI fasadnih sustava kod niskoenergetskih i pasivnih kuća. Ekspandirani polistiren ne smije doći u dodir s ljepilima koja sadrže otapala te s motornim gorivima (benzin itd.). Oštećuje se kod dulje izloženosti UV zračenju.



**Slika 1-54** Ekstrudirani polistiren – stirodur [54]

Ekstrudirani polistiren, skraćeno XPS, (*slika 1-54*) ima dobra izolacijska svojstva  $\lambda = 0,035-0,040$  W/mK, neosjetljiv je na vlagu i visoke je tlačne čvrstoće. XPS nije hranjiva podloga za razvoj mikroorganizama. Odbija vodu i otporan je na mraz. Zato se ploče od XPS-a ugrađuju kao perimetarska toplinska izolacija u dodiru s tlom. Granične temperature primjene toplinsko-izolacijskih ploča od XPS-a su između  $-180$  °C i  $+75$  do  $+85$  °C. Na temperaturi iznad  $100$  °C materijal omekšava.

Ugrađeni toplinsko-izolacijski proizvodi od XPS-a, u normalnim okolnostima, neškodljivi su za ljude. Međutim, tijekom proizvodnje, zatim rezanjem ploča pomoću uređaja s vrućom žicom i u slučaju požara oslobađaju se tvari štetne za ljudsko zdravlje.

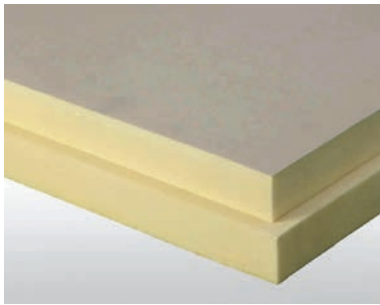
Kod duljeg izlaganja UV zračenju, XPS postaje krhak. Zato ploče od XPS-a treba uvijek zaštititi od Sunčeva zračenja odgovarajućim oblogama, kaširanjem ili žbukanjem. U slučaju žbukanja ploča, glatku kožicu koja nastaje na površini ploča tijekom proizvodnje treba mehanički odstraniti.

XPS ne smije doći u dodir s motornim gorivima, proizvodima od katrana ili ljepilima koja sadrže otapala. Za lijepljenje ploča treba koristiti posebna, odgovarajuća ljepila.



**Slika 1-55** Poliuretanska pjena - meka [1]

TI ploče od čvrste poliuretanske pjene (PUR ploče) i njima srodne su TI ploče proizvedene od većinskog udjela poliizocijanurata (PIR). Svrstavaju se u skupinu poliuretanskih ploča. PIR ploče od čvrste pjene imaju najmanju vrijednost toplinske provodljivosti od svih pjenastih i vlaknastih toplinsko-izolacijskih materijala i ona iznosi između  $\lambda = 0,020$  W/(mK) i  $0,025$  W/(m·K), *slike 1-55 i 1-56*.



**Slika 1-56** Poliuretanska pjena - tvrda [54]

Otporne su na razrijeđene kiseline i lužine. Kratkotrajno mogu podnijeti temperaturu do +250 °C, a dugotrajno temperature između -30 °C i +90 °C. Mogu se izraditi i specijalni proizvodi koji izdrže trajno djelovanje temperature od -140 °C do +180 °C. Toplinska razgradnja materijala započne kod temperature oko 300 °C. Poliuretan je goriv materijal. Gorenjem poliuretana razvija se veća količina dima i oslobađaju se vrlo otrovni plinovi. Otporna je na vlagu i temperaturne promjene. Može se štrcati na površinu ili u šupljinu. Često se kaširaju aluminijskim ili i krutim limovima, ivericama i sl.

TVRDE PLOČE - zbog velike tlačne čvrstoće može ih se opterećivati. Neosjetljivost na vlagu štiti ploče i konstrukciju zgrade od neugodnih djelovanja vlage i nastanka plijesni, truleži i gljivica. Otporne su na kemikalije, benzin, insekte, glodavce i biološki neutralne. Izrađuju se s rubovima za spajanje sistemom utor-pero. Ploče su otporne na starenje i postojanog su oblika – vrlo malo se deformiraju.



**Slika 1-57** Pluto [55]

Pluto (*slika 1-57*) se dobiva od kore hrasta plutnjaka. Ploče se proizvode mljevenjem kore i ekspandiranjem čestica pluta te rezanjem blokova ekspandiranog pluta u ploče raznih dužina. Volumenska masa im je od 100-130 kg/m<sup>3</sup>. Drugi način proizvodnje ploča je prešanje plutenih čestica povezanih bitumenom ili drugim ljepilom.

Osim u pločama, pluto se isporučuje i u česticama ili ekspandiranim granulama u rastresitom stanju ili zalijepljenim na neku traku. Zbog lijepog izgleda mogu se upotrebljavati i za oblaganje zidova, pa čak i podova kao TI, ZI i kao obloga. Ekspandirano pluto je materijal otporan na gljivice, plijesni, kukce i glodavce. Tlačna čvrstoća ploča je relativno visoka. Otporan je na vlagu i relativno otvoren za difuziju vodene pare ( $\mu = 5$  do 10). Ploče pluta su elastične. Pluto je otporno na kiseline, lužine, vrući bitumen, vapno,...

Ploče ekspandiranog pluta upotrebljavaju se osim za toplinsku izolaciju zidova, stropova i krovova i za zvučnu izolaciju, naročito za izolaciju udarnog zvuka i smanjenje širenja vibracija. Ugrađuju se na ravnu i suhu podlogu. Ploče se pričvršćuju na podlogu lijepljenjem ili odgovarajućim pričvrstnim elementima (tiple i vijci s tanjurima / diskovima).



**Slika 1-58** Celuloza [56]

Celuloza (*slika 1-58*) je visokokvalitetna toplinska i zvučna izolacija od celuloznih vlakana. Izrađuje se od sitno mljevenog novinskog papira, kojem se dodaje borova sol. Borova sol je i prirodni konzervans, sprečava nastanak plijesni i odbija štetočine, a u dodiru s vatrom sprečava proces gorenja. Primjerena je za novogradnju, kao i sanacije postojećih zgrada. Celuloza je bez mirisa, netopiva je u vodi i organskim otapalima. Može se reciklirati. Nije štetna za ljudsko zdravlje. Celulozna toplinska izolacija se isporučuje u obliku nevezanih pahuljica i blazina. Celulozna izolaciju u obliku pahuljica ugrađuje se/upuhuje uz pomoć posebnog stroja u zidove i podove, a koristi i kao izolacija stropa.



**Slika 1-59** Perlit [57]

Perlit (*slika 1-59*) je vulkanski kamen koji se mehanički usitnjava i kratko zagrijava na 1000 °C. Pri tome se napuhava 15 do 20 puta. Nastaje bijeli granulat zrna i do 6 mm. Koristi se uglavnom kao ispuna za toplinske žbuke, rijetko u obliku ploča. Nije zapaljiv, ali je jako osjetljiv na vlagu. Ekspandirani perlit je materijal bez mirisa. Otporan je na razne kemikalije, mikroorganizme, gamad, glodavce. Ne trune. Vijek trajanja mu je neograničen. To je negoriv materijal eurorazreda A1 prema HRN EN 13501-1, [44]. Obrađeni materijal s organskim dodacima (hidrofobiranje, vezivo,...) ima lošija svojstva reakcije na požar i treba iz utvrditi za svaki konkretni slučaj. Nasipi ekspandiranog perlita kratkotrajno su postojani na temperaturi između 900 °C i 1 000 °C, a dugotrajno na temperaturi između 600 °C i 750 °C. Ploče od ekspandiranog perlita kratkotrajno izdrže temperaturu do 250 °C, a dugotrajno su postojane na temperaturi između 110 °C i 130 °C.

Ekspandirani perlit se najviše koristi kao toplinsko-izolacijski materijal za nasipavanje, kao nasip za izravnanje, a u manjoj mjeri ekspandirani perlit se koristi u obliku toplinsko-izolacijskih ploča. Ekspandirani perlit koristi se i kao lagani agregat u mortovima i betonima.



**Slika 1-60** Ovčja vuna [58]

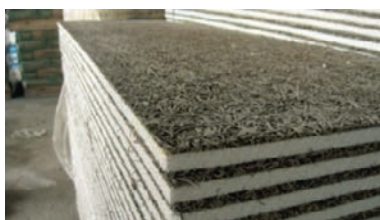
Ovčja vuna (*slika 1-60*) je toplinska izolacija čija su svojstva slična mineralnoj vuni. Prikupljena prirodna vuna miješa se s poliesterom koji pomaže da zadrži svoj oblik. U vlažnom zraku upija vlagu i otpušta ju kad je zrak presuh. Isto tako upija toplinu od vlage iz zraka. Tretirana je borovim solima kako bi poboljšala svoju vatrootpornost, smanjila zapaljivost i površinu širenja plamena. Toplinskoizolacijski proizvodi od ovčje vune moraju se suhi skladištiti i ugrađivati. Materijal je otporan na starenje, neutralnog je mirisa i otporan na truljenje i razvoj plijesni.

Ovčja vuna je difuzno otvorena i može primiti kroz kraće vrijeme veće količine vlage i opet je otpustiti. Preporučuje se ne prekoračiti najveću vlažnost od 22 posto. Granična temperatura uporabe toplinskoizolacijskog materijala od ovčje vune iznosi između 90 °C i 100 °C. Temperatura zapaljenja iznosi oko 600 °C.

Upotrebljava se za toplinsku izolaciju vanjskih i pregradnih zidova i kosih krovova. U stropovima se koristi za izolaciju udarnog zvuka. Vuna se isporučuje i u rastresitom stanju, u vrećama, a nije prikladna u slučajevima kada se na površinu izolacije nanosi mokra žbuka.



**Slika 1-61** Ploče od drvene vune [59]



**Slika 1-62** Kombi ploče [54]

Ploče od drvene vune (*slika 1-62*) se proizvode tako da se drvena vuna veže s cementom. Lagane su i šupljikave. Danas se često upotrebljavaju i višeslojne lagane građevne ploče od drvene vune u koje je integriran sloj ekspanziranog polistirena ili kamene vune, tzv. kombi ploče (*slika 1-62*), čime se poboljšava ukupna toplinsko-izolacijska sposobnost ploča. Ploče od drvene vune ili punim nazivom lagane građevne ploče od drvene vune, upotrebljavaju se za toplinsku i zvučnu izolaciju zidova i stropova.

Ploče od drvene vune ne treba miješati s toplinsko-izolacijskim pločama od drvenih vlakana koje se proizvode sasvim drugačijom tehnologijom (bez mineralnog veziva) i koje bolje toplinski izoliraju.

Jednostavno se pile i buše. Neožbukane dobro apsorbiraju zvuk, a ožbukane mogu biti dobar izolator zvuka uz određene uvjete izvođenja. Ploče od drvene vune su idealna podloga za žbuku i beton (izgubljena oplata). Obavijanjem vlakana drvene vune mineralnim vezivom postiže se njihova otpornost na bubrenje, truljenje, insekte i glodavce. Ploče od drvene vune su ekološki preporučljive jer ne sadrže umjetna veziva niti štetne materijale, a osnovna sirovina iz koje se proizvode je obnovljiva. Ploče od drvene vune prvenstveno se koriste kao nositelji žbuke i kao ploče za apsorpciju zvuka. Kod drvene gradnje, pored izolacijskih funkcija, koristi se i za građevinsku funkciju kao oplata nosive konstrukcije od drva.



**Slika 1-63** Balirana slama [60]

Slama (*slika 1-63*) je prirodan, obnovljivi materijal koji se može proizvoditi svake godine. Nema problema s otpadom. Slama gori pa je potrebno poduzeti odgovarajuće mjere zaštite od požara. Ne uzrokuje alergije jer se ne radi o sijenu, pa ne sadrži pelud. Kvaliteta zraka u kućama od slame bitno je bolja jer ne sadrži štetna veziva poput formaldehida koji se nalazi u mnogim toplinskoizolacijskim materijalima.

### 1.3.5 Spojni pribor

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 pričvršnica (tipli) i vijaka te čavala.

#### 1.3.5.1 Spojni pribor za pričvršćenje profila i ploča u sustavima suhe gradnje

**Udarne tiple** su obložene plastikom i mogu se šarafiti. Primjenjuju se kod rubova zida i stropa (UW i UD profili), za učvršćenje u pod i za pričvršćivanje zidnih konstrukcija (*slika 1-64*). Promjera su od 6 mm do 40 mm, a dužine 60 ili 80 mm. Pri ugradnji je potrebna stabilna dubina učvršćivanja u punu ciglu ili beton od 35 mm, u rupičastu opeku 45 mm, s promjerom bušenja 6 mm.



**Slika 1-64** Udarne tiple [61]

**Vijci za drvo** služe za pričvršćivanje gipskartonskih ploča, gipsvlaknastih ploča i cementnovezujućih drvenih ploča za drvenu potkonstrukciju (*slika 1-65*). Međusobna udaljenost pričvršćivanja vijaka kod zidova iznosi 20 cm, a kod stropova 17 cm, s dubinom pričvršćivanja od 20 mm.



**Slika 1-65** Vijci za drvo [62]

**Vijci za metal** (*slika 1-66*) služe za pričvršćivanje gipskartonskih ploča, gipsvlaknastih ploča i cementnovezujuće drvene ploče za metalne profilne konstrukcije (CW ili CD profile). Udaljenost pričvršćivanja kod zidova je 20 cm, kod stropova 17 cm, a dubina pričvršćivanja je 10 mm.



**Slika 1-66** Vijci za metal [62]

**Samourezni vijci** (*slika 1-67*) služe za pričvršćivanje gipskartonskih ploča, gipsvlaknastih ploča i

cementnovezujuće drvene ploče za kruti zasjek (UA).

**Samourezni vijci za spajanje profila** (slika 1-68) služe za pričvršćivanje tankih metalnih profila (0,6 mm) pri suhoj ugradnji jednog profila na drugi profil.



**Slika 1-67** Samourezni vijci za pričvršćivanje gipskartonskih ploča [62]



**Slika 1-68** Samourezni vijci za spajanje profila [63]

### 1.3.5.2 Ostali spojni pribor

Različiti ostali spojni pribori čine metalni nastavci za profile, ovjesi s oprugom ili čeličnim žicama, držači profila i klizni držači, podešavajuće opruge i pritezači te križne spojnice (slika 1-69).



**Slika 1-69** Ostali spojni pribor [64], [65]

### 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 1-70), 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



Kutni profil



Element za revizije

**Slika 1-70** Ukrasni i specijalni profili [66], [67], [68]



### 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 i mase za završnu obradu. Trake za završnu obradu (slika 1-71) su:

- a) bandažna papirnata traka
- b) bandažna traka od staklenih vlakana
- c) mrežasta samoljepljiva traka
- d) zaštitna traka od tvrdog papira
- e) elastična traka za brtvljenje



Slika 1-71 Trake za završnu obradu [69], [1], [70]

Kako bi se postigao besprijekoran i visokokvalitetan izgled površine njezinim zaglađivanjem, koriste se gotove mase za završnu obradu koje rezultiraju kvalitetom površine do Q 4 (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 izravnane površine ploča
- temeljni premazi
- premazi za impregnaciju
- mase za lijepljenje ploča

**Mase za ispunu spojnica** odlikuju se visokim stupnjem ispunjavanja za HRK i HRAK rubove, masne su konzistencije i kremaste gustoće, brzo postižu predviđenu čvrstoću i lako se naknadno bruse.

**Mase za brtvljenje** su jednokomponentne mase na bazi akrila, a koriste se za brtvljenje poroznih materijala, za spojeve između prozorskih okvira, vrata, između gipsanih ploča i betonskih dijelova, između raznih poroznih materijala i za popravak manjih pukotina na zidovima, kao i za brtvljenje vlažnih površina. Primjerene su za unutarnju i vanjsku upotrebu.

Značajke masa za brtvljenje su: trajno prenošenje rastezanja i skupljanja do 15 posto, jednostavno nanošenje, odlično prihvaćanje na porozne materijale, neosjetljivost na vodu nakon sušenja, otpornost na atmosferske utjecaje, Sunčevu svjetlost i starenje, mogu se bojiti, ne sadrže otapala, jednostavno se čiste vodom.

**Mase za zaglađivanje spojeva** su gipsani materijali koji se koriste za ručnu obradu spojeva s bandažnom trakom gipsanih ploča s HRAK rubom, za obradu ploča s rezanim rubom i zakošenim uzdužnim rubovima.

**Mase za izravnanje površina ploča** koriste se za gipskartonske i gipsvlaknaste ploče, cementne ploče, staru i novu žbuku, beton i ostale površine. Materijal se miješa isključivo u čistoj plastičnoj kanti, a dodaje čistoj vodi nakon trominutno do petominutnog “odmaranja”. Vrijeme ugradnje ovisi o temperaturi prostora i površine, a iznosi otprilike 60 minuta. Pri ugradnji materijal se lagano zaglađuje.

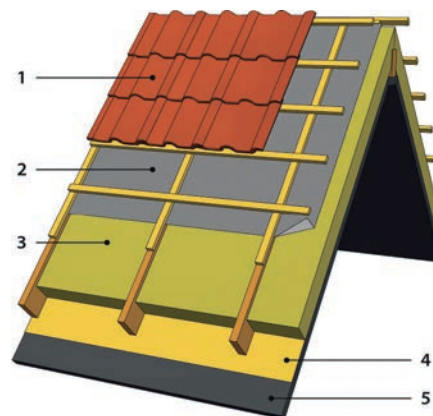
**Temeljni premazi**, odnosno sredstva za impregnaciju vezni su most između podloge i premaza koji se na nju nanosi. Temeljni premazi su nepigmentirane vodene otopine različitih polimernih veziva (akrilati, silikati, silikoni), ponekad s dodatkom mineralnih punila. Oni ujednačavaju podlogu u pogledu upijanja vode, omogućavaju bolji prihvat slojeva koji slijede za podlogu te povećavaju njezinu čvrstoću. Temeljni premazi nisu samostalni premazi i uvijek ih upotrebljavamo kao početni premaz u premaznom sustavu.

**Mase za lijepljenje ploča** sastoje se od štuko-gipsa u prahu s aditivima. Dobre su sposobnosti prijanjanja, pastozne konzistencije i brzo stežu. Služe za lijepljenje gipskartonskih i gipsvlaknastih ploča, cementnih ploča pri izvedbi suhe žbuke te ploča za suhi estrih. Materijal se sipa u čistu vodu u plastičnoj kanti i izmiješa. Nakon tri do pet minuta odmaranja, vrijeme ugradnje je oko 30 minuta. Zabranjeno je umiješanoj smjesi naknadno dodavati vodu ili gips.

### 1.3.8 Krovne folije

Upotreba krovnih folija omogućava zaštitu slojeva krova od štetnog djelovanja vlage (slika 1-72). Ispod samog pokrova postavlja se folija koja ima funkciju sekundarnog pokrova.

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 (sprečava ulazak vlage iznutra)
5. Osnovno unutarnje oblaganje



Slika 1-72 Krovne folije [71]

Sekundarni pokrov ovdje podrazumijeva paropropusni, a istodobno vodonepropusni sloj koji se nalazi ispod pokrova. On sprečava da eventualni prodor oborinskih voda kroz pokrov prođe u dublje slojeve krova, pa se ta voda spušta po njemu do najniže točke krova, okapnice, gdje istječe (okapava). Istovremeno,

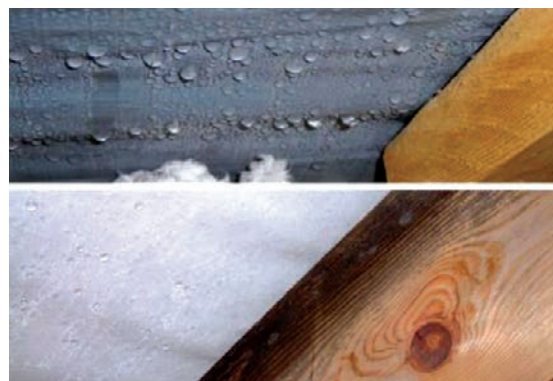
sekundarni pokrov je paropropusan, što omogućuje isušivanje eventualno kondenzirane vodene pare u slojevima toplinske izolacije.

Sekundarni pokrovi obično su **samonosive krovne folije (paropropusno-vodonepropusne folije) s daščanom podlogom ili bez nje**. Imaju dovoljnu vlačnu čvrstoću, otpornost na paranje i niski otpor difuziji vodene pare ( $S_d$  – vrijednost  $S_d < 0,5$  m), kao i vodonepropusnost. Moraju biti i UV stabilne te B ili boljeg razreda reakcije na požar.

Iako su se tradicionalno kao sekundarni pokrov nekada postavljale i bitumenska ljepenka, a u nekim slučajevima i razne vrste PE folija, **DANAS SE NJIHOVA PRIMJENA NE PREPORUČUJE** zbog toga jer se ponašaju kao parne brane (imaju visok otpor prema difuziji vodene pare,  $S_d$  – vrijednost). Zbog tog visokog otpora difuziji vodene pare može se dogoditi da zapravo one uzrokuju građevinsku štetu uslijed kondenzacije vodene pare.



**Slika 1-73** Primjer bitumenske ljepenke na krovu, koju treba izbjegavati [72]

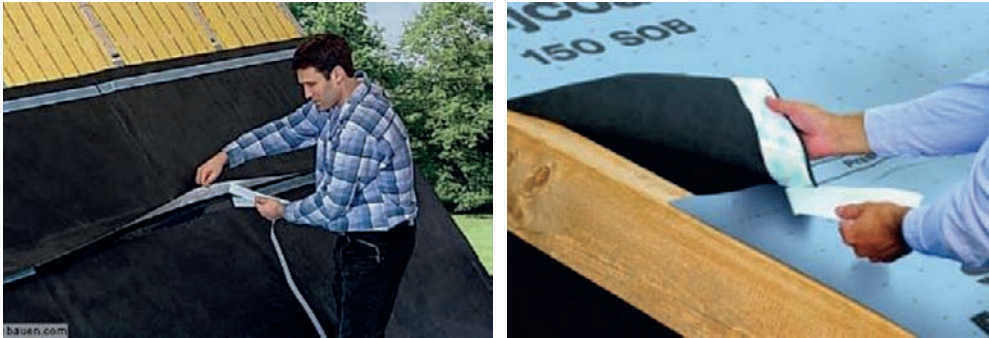


**Slika 1-74** Primjer kondenzacije vodene pare na neprikladnoj krovnoj foliji drvenog krovišta [73]

Paropropusno-vodonepropusna folija obično se postavlja paralelno s okapnicom, pri čemu se susjedne trake folije preklapaju (slika 1-75). Širina preklapanja traka folije ovisi o zahtjevima njezina proizvođača i lokalnim propisima. Širina preklapanja traka paropropusno-vodonepropusne folije obično iznosi 150 mm. Potrebno je voditi računa o tome da su svi otvori (za cijevi, žice, dimnjake...) na paropropusno-vodonepropusnoj foliji zabrtvljeni. Prilikom montaže krovnog prozora, iznad otvora za prozor treba montirati opšav kako bi se spriječilo eventualno prodiranje vode kroz otvor. Preporučuje se da paropropusno-vodonepropusna folija bude pričvršćena na odgovarajuće izrađenu okapnicu. Time će se paropropusno-vodonepropusna folija dodatno pričvrstiti i omogućiti otjecanje vode s krova. Trake paropropusno-vodonepropusne folije mogu se međusobno pričvrstiti ugrađenom samoljepljivom trakom ili ljepilom, čime se osigurava dodatna zaštita krova od vjetra [74].

Kod uobičajenog nagiba krova preklap folije iznosi 10 do 15 cm. Kod krovnog nagiba manjeg od  $22^\circ$  (minimalno  $6^\circ$ ) preklopi moraju biti najmanje 20 cm, a preporučljivo je zabrtviti ih trakom ili trakom za popravke.

Proboji za krovne elemente (poput kuhinjskih napa, krovnih prozora, kamina itd.) trebaju biti što je moguće manji, trapezno oblikovani, a gornje i donje dijelove folije treba učvrstiti tako da kiša i snijeg ne mogu prodirati u krovište.



**Slika 1-75** Postavljanje paropropusno-vodonepropusne folije (kišne brane) [75]



**Slika 1-76** Štete uzrokovane lošom izvedbom kišne brane [76], [77]

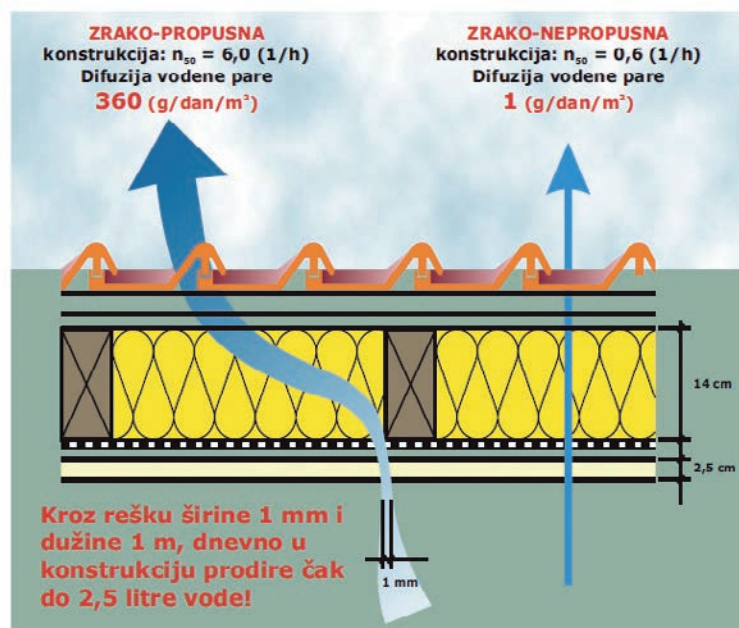
S druge strane, treba biti svjestan da vlaga u obliku vodene pare može ulaziti u krovne i s unutarnje strane ako je ovojnica zrakopropusna, što može biti uzročnik niza građevinskih šteta uzrokovanih prodorom vlage u konstrukciju.

Samo pravilno i pravodobno isušivanje garantira trajnost i kvalitetu konstrukcija. Osim što može biti uzrokom velikih građevinskih šteta, zrakopropusnost ovojnice može značajno pogoršati energetske bilancu zgrade (povećati toplinske gubitke). Naime, sa zrakom iz grijanog prostora u konstrukciju ulazi i vlaga.

Kako je izolacijski materijal paropropusan, a istodobno i dobar izolator, vlaga iz zraka unutar njega će se naglo ohladiti i pretvoriti u kapljice vode. Voda u konstrukciji neizbježno znači i pojavu građevinskih šteta.

U pravilno izvedene konstrukcije prodire veoma mala količina vlage. S druge pak strane, ako je konstrukcija zrakopropusna, u nju dnevno prodire i nakuplja se značajna količina vlage. "Pametne" parne brane se prilagođavaju režimu ljeto/zima te svojim "otvaranjem" ljeti ( $S_d = 0,2$  m) i "zatvaranjem" zimi ( $S_d = 5$  m) rješavaju problem nakupljanja vlage u konstrukcijama, *slika 1-77*.

**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 1-77** Važnost postizanja zrakonepropusne krovne konstrukcije [78]

Istodobno, parna brana ili parna zapreka moraju spriječiti izlazak zraka iz prostorije u unutrašnjost krovne konstrukcije, čime se sprečavaju toplinski gubici, ali i nagao prolaz vodene pare u hladniji prostor, čiju kondenzaciju ne bismo mogli spriječiti ventiliranjem toplinske izolacije zbog premale brzine strujanja zraka, niti propuštanjem kroz vanjsku paropropusnu krovnu foliju (*slika 1-78*), koja ne može propustiti velike količine vodene pare u kratkom vremenu. Izvedba kvalitetne parne brane (*slike 1-79 i 1-80*) vrlo je važna, posebno kod raznih spojeva i proboja za instalacije, pričvršćenja unutrašnje oplata i slično, jer kod nepravilne izvedbe dolazi do direktnog prodora vlage iz prostorije u unutrašnjost konstrukcije.

Ako je parna brana postavljena ispravno, vodena će para difuzijom prolaziti kroz parnu branu (niti jedna parna brana ne zaustavlja prolaz vodene pare stopostotno, nego propušta određene manje količine čija je dinamika prolaza kroz krovnu konstrukciju takva da je suvremene paropropusne krovne folije postavljene na vanjskoj strani krovne konstrukcije bez problema propuštaju, a ventilirajući sloj ispod samog pokrova odnosi izvan objekta prije nego što dođe do kondenzacije). Na taj se način odvija izmjena vodene pare između unutrašnjosti zgrade i okoline bez štetnih posljedica za krovnu konstrukciju, termoizolaciju i kvalitetu boravka.



**Slika 1-78** Primjer paropropusno-vodonepropusne krovne folije [1]



**Slika 1-79** Primjer parne brane od aluminizirane polietilenske folije [79]



**Slika 1-80** Primjer pametne parne brane [80]

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 besprijekorno, 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. Parnu branu potrebno je postavljati na topliju stranu konstrukcije, pri čemu se ona može postavljati s pristupom iznutra ili izvana (slike 1-81 do 1-83).



1) poprečni presjek ventiliranog krova  
2) pažljivi rad na polaganju i zatvaranju spojeva parne brane

**Slika 1-81** Pravilna izvedba zrakonepropusne krovne konstrukcije s pristupom izvana [75]



**Slika 1-82** Postavljanje parne brane s pristupom iznutra [81]

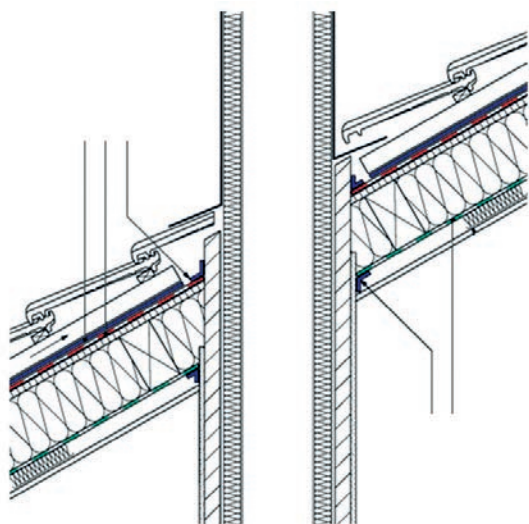


**Slika 1-83** Lijepljenje parne brane s pristupom iznutra [81]

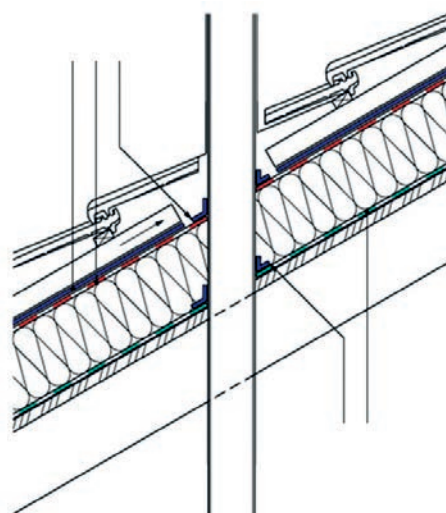
Krovne folije (parna brana i paropropusno-vodonepropusna folija) potrebno je korektno postaviti i zabrtviti pomoću ljepljivih traka oko proboja dimnjaka (*slika 1-84*) i svih drugih prodora kroz ventilirani krov (*slika 1-85*) jer je to vrlo bitno za trajnost krovne konstrukcije koja može propadati dođe li do kondenzacije vodene pare.

Zrakonepropusnu ovojnicu također je potrebno projektirati, a najčešće se ostvaruje izvođenjem parne brane s unutarnje strane krovišta, pri čemu je ona brtvi na svim nastavcima i probojima te se spaja sa žbukanim građevnim dijelovima (odnosno parnom branom zidova u slučaju drvenih vanjskih zidova – montažne drvene gradnje), kako prikazuje *slika 1-86*.

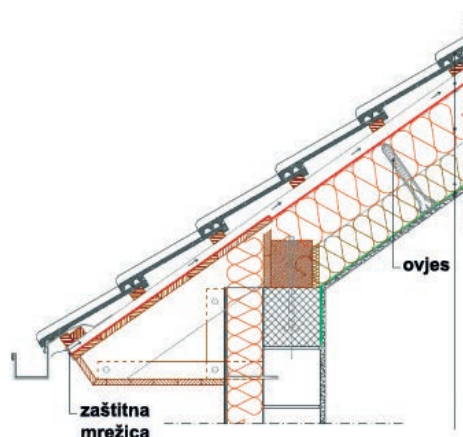
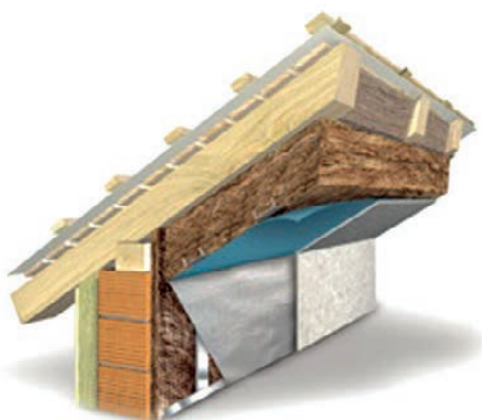
Zrakopropusnost i potencijalna građevinska šteta opisane su u poglavlju **5.1. ZRAKONEPROPUSNOST** u zajedničkom dijelu priručnika za trenere.



**Slika 1-84** Brtvljenje krovnih folija kod prodora dimnjaka



**Slika 1-85** Brtvljenje krovnih folija kod prodora za ventilaciju



**Slika 1-86** Primjer kontinuiteta toplinske izolacije i kontinuiteta zrakonepropusne ovojnice zgrade [1]

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

**PRIRUČNIK ZA TRENERE  
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE  
MONTER SUHE GRADNJE**



**SUSTAVI  
SUHE GRADNJE**



## 2 SUSTAVI SUHE GRADNJE

Sustavi suhe gradnje kao završni radovi u interijeru (*slika 2-1*) najčešće su:

- zidni sustavi
- stropni sustavi suhe gradnje
- oblaganje potkrovlja
- podni sustavi
- specijalni sustavi.



*Slika 2-1* Sustavi suhe gradnje [82]

### 2.1 ZIDNI SUSTAVI SUHE GRADNJE

U zidnim sustavima suhomontažnom gradnjom (*slika 2-2*) izvode se:

- suha žbuka
- zidne obloge
- pregradni zidovi



*Slika 2-2* Zidni sustavi suhomontažne gradnje [83], [84]

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

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.

Nedostaci sustava s toplinskom izolacijom s unutarnje strane očituju se kroz:

- brzi gubitak topline nakon prestanka grijanja, odnosno obaveznu primjenu parne brane (paronepropusnost građevnog dijela)
- “nepovoljan” položaj toplinske izolacije i u ljetnom i u zimskom periodu
- opasnost od pojave brojnih toplinskih mostova
- zimi nema akumulacije topline i prisutna su snažna naprezanja u građevnom dijelu, što pogoduje ubrzanijem propadanju istog, a ljeti, pak, prekomjerno zagrijavanje zidova doprinosi pojačanom i produljenom otpuštanju topline tijekom noći.



**Slika 2-3** Primjeri izolacije s unutarnje strane [85], [86]

U mnogo je slučajeva postavljanje toplinske izolacije s unutarnje strane jedini način poboljšanja toplinske izolacije vanjskih zidova u postojećim zgradama, posebno ako su zgrade u arhitektonski zaštićenom području, u kojem izvođenje toplinske izolacije zbog toga nije prikladno.

Izvođenje toplinske izolacije s unutarnje strane vanjske ovojnice zgrade nije fizikalno najoptimalnije (prirodno) rješenje, ali ponekad se mora izvesti zbog drugih ograničenja ili uvjeta na zgradi.

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 2-4).

U takvim je slučajevima toplinska izolacija s unutarnje strane jedino razumno rješenje za poboljšanje toplinskih svojstava vanjske ovojnice zgrade i sprečavanje građevinske štete uzrokovane vlagom.



a)

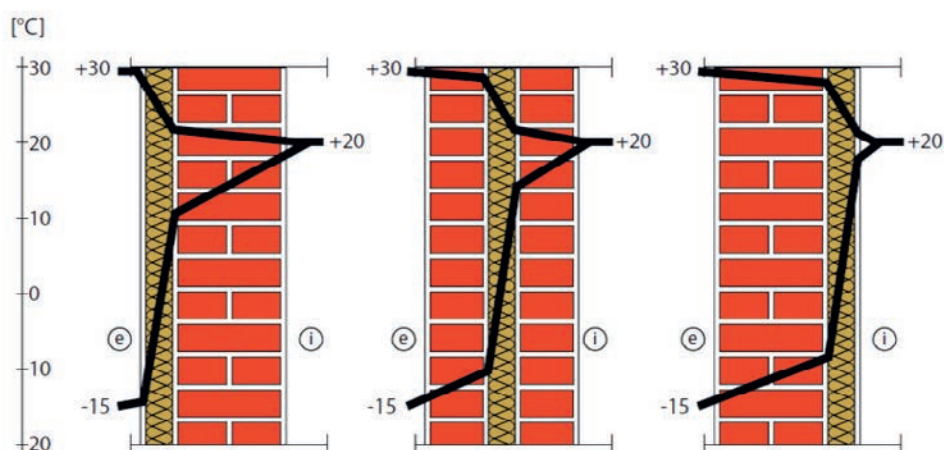
b)

**Slika 2-4** Primjeri zaštićene fasade na kojoj nije primjereno izvođenje toplinske izolacije s vanjske strane:  
**a)** Muzej za umjetnost i obrt u Zagrebu, **b)** Iblerov ("drveni") neboder u Zagrebu [87], [88]

Općenito se može reći da se problem toplinske izolacije s unutarnje strane svodi na rješavanje sustava koji sprečava prodiranje vodene pare iz unutarnjeg u vanjski prostor u zimskom periodu. Vrlo se često prodor vodene pare sprečava postavljanjem parne brane neposredno ispod sloja unutarnje žbuke, na sloj toplinske izolacije, tako da su i sloj toplinske izolacije i nosivi sloj zaštićeni od prodora (i posljedično kondenzacije) vodene pare.

Izvođenje parne brane u obliku specijaliziranih folija teoretski je vrlo dobro rješenje, no u praksi se vrlo teško postiže brtvljenje, odnosno izbjegavaju mehanička oštećenja parne brane. Dodatno, u slučajevima kada se i postigne odlično funkcioniranje parne brane, iskustvo je pokazalo da vrlo često dolazi do nepoželjnog povećanja relativne vlažnosti unutarnjeg zraka i pogoršanja unutarnje mikroklimе prostora zbog nedostatka sustava za odvođenje viška vodene pare u zimi, kada je prirodna ventilacija ograničena.

U područjima s hladnim klimatskim uvjetima, tijekom sezone grijanja temperatura зида će biti znatno niža ako je zid izoliran s unutarnje strane, u odnosu na situaciju kad je izoliran s vanjske strane ili kad je izolacija u sredini (slika 2-5).



**Slika 2-5** Prikaz temperaturnih krivulja u zimskom i ljetnom razdoblju za tri različita načina toplinske izolacije vanjskog zida: izolaciju s vanjske strane, izolaciju u sredini i izolaciju s unutarnje strane [89]

Ako se izvede paropropusna konstrukcija s izolacijom s unutarnje strane, postoji velika opasnost od pojave kondenzacije vodene pare u trenutku kada temperatura cijelog ili dijela zida padne ispod temperature rosišta. Kako je već spomenuto, pojavu kondenzacije vodene pare moguće je spriječiti korištenjem paronepropusnih slojeva (slika 2-6).

Paronepropusni sloj posljedično će spriječiti i isušivanje konstrukcije prema unutra (u prostor zgrade), što će uz vlagu izazvanu kišom (s vanjske strane) uzrokovati povećanje sadržaja vlage u vanjskom zidu (nosivom dijelu).

Paronepropusni sloj može se izvesti na dva načina:

- korištenjem paropropusnog toplinskoizolacijskog materijala (npr. mineralne vune, prirodnih materijala poput ovčje vune, proizvoda od aerogela itd.) u kombinaciji s parnom branom (paronepropusnim folijama)
- korištenjem paronepropusnog toplinskoizolacijskog materijala (npr. PUR, XPS, ćelijasto staklo, VIP paneli, itd.)

Izvođenje oba sustava bit će opisano u daljnjem tekstu.



**Slika 2-6** Prikaz postavljanja paronepropusnog sloja (parne brane) u slučaju unutarnje izolacije podgleda stropa [90]

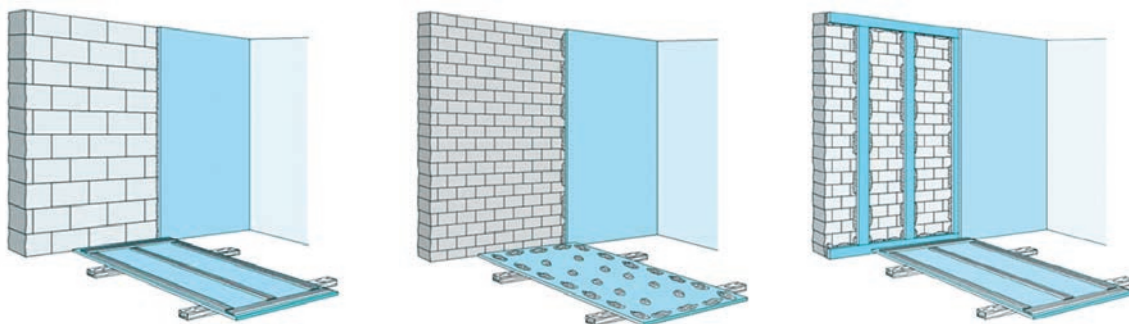
### 2.1.1 Suha žbuka

Obloga postojećih masivnih zidova uporabom suhe žbuke idealan je način za brzo i kvalitetno izravnavanje zidova umjesto klasičnog žbukanja. Prilikom izvedbe suhe žbuke gipskartonske ploče lijepe se neposredno na masivni zid. Prednosti ovakve obloge su izravnavanje postojećih zidova, jednostavno lijepljenje bez potkonstrukcije, brza ugradnja i unos male količine vlage u prostor.

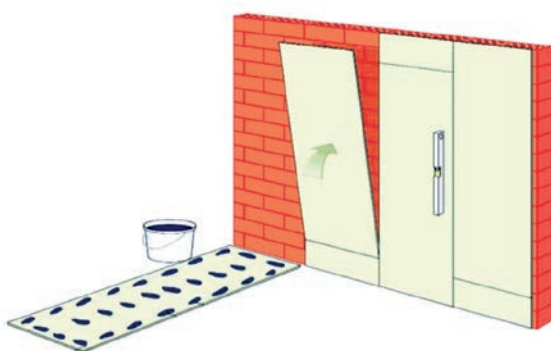
Pri izradi suhe žbuke oblaganjem zida gipskartonskim pločama najveću pozornost treba usmjeriti na suhoću podloge. Ako se u zidu pojavljuje, primjerice, kapilarna vlaga, ako on prokišnjava ili se smrzava, ne preporučuje se izvedba suhe žbuke. Pri oblaganju betonskih površina treba prethodno ukloniti tragove morta i žbuke, voska ili ulja od oplata, a svježi se beton mora potpuno osušiti.

Glatke betonske površine treba prethodno impregnirati, a jako upojne podloge treba obraditi temeljnim premazom, čime se povećava sigurnost i pouzdanost veze ljepila s podlogom. Prije postavljanja gipskartonskih ploča treba ugraditi sve instalacije. Elektrokutije se postavljaju oko 2 cm izvan zida, a u pločama na tim mjestima treba precizno izrezati otvore.

Gipskartonske ploče lijepe se ljepilom direktno na masivni zid. Ljepilo treba pomiješati s vodom i nanijeti na ploču ili na zid prema uputama proizvođača za rad. Postupak izravnavanja gipskartonskih ploča treba dovršiti najkasnije oko 10 minuta nakon nanošenja ljepila. 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 neravninama većima od 20 mm (slika 2-7).



Slika 2-7 Načini postavljanja ploča ovisno o ravnosti podloge [91]



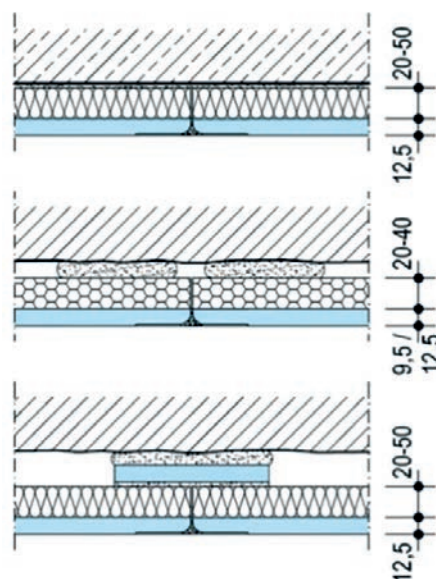
1. Ljepilo u prahu se izmiješa s vodom u omjeru 2:1 do kremaste gustoće bez grudica. Pripremljeno ljepilo treba ugraditi u vremenu oko 30 minuta rada.
2. Gips kartonske ploče se izrežu na potrebnu duljinu. Pripremljeno ljepilo nanosi se točkasto na međusobnoj udaljenosti od 30 do 40 cm na zadnju stranu gips ploče i to na udaljenosti 5 cm od brida ploče i po cijeloj dužini u sredini ploče.
3. Ploče se zatim pritisnu okomito na zid u željenu poziciju.
4. Ploče se uz pomoć letve ravnjače, gumenog čekića i libele izravnavaju u vodoravnom i okomitom smjeru. Potom slijedi završna obrada.

Slika 2-8 Postupci ugradnje suhe žbuke [91]

Za djelotvorno i brzo oblaganje najbolje je primijeniti velikoformatne gipskartonske ploče, tj. one koje visinom sežu od poda do stropa. Na ploče koje se postavljaju punom visinom zida (do 15 mm ispod plohe stropa) vezivno se ljepilo nanosi točkasto (slika 2-8).

U pojasu oko prozorske niše i ostalih udubljenja poledinu gipskartonske ploče treba potpuno prekriti ljepilom. Ploče s takvim kontinuiranim nanosom ljepila treba pritisnuti na zid, a potom ih gumenim čekićem oprezno poravnati s okolnim pločama. Uz pod se privremeno postavljaju izrezani komadići ploča kako bi nastala zračna reška od oko 10 mm (5 mm duž stropa), koja pospješuje strujanje zraka i brže sušenje vezivnoga ljepila.

Suha žbuka može se izvoditi i s pločama koje su kaširane izolacijskim slojem mineralne vune ili



Slika 2-9 Načini postavljanja kaširanih ploča ovisno o ravnosti podloge [91]

ekspandiranim polistirenom te posebnim pločama za područja toplinskih mostova, a načini njihova postavljanja ovise o ravnosti podloge: tankoslojnom masom kod ravne podloge, ljepljom na podlozi s neravninama do 20 mm te gipsanim trakama na podlozi i ljepljom kod neravnina većih od 20 mm (slika 2-9).

### 2.1.2 Zidne obloge

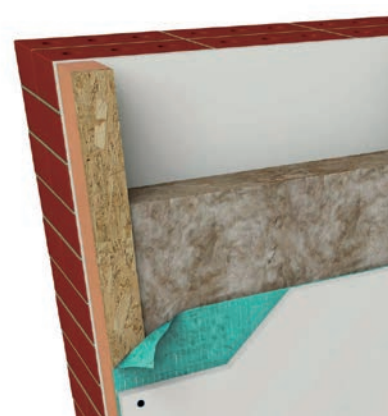
Izvodi li se potkonstrukcija, koja se ispunjava mineralnom vunom, ona može biti drvena, metalna ili od polimernih ("plastičnih") nosača, pri čemu je svakako bolje koristiti drvene ili "plastične" nosače koji smanjuju utjecaj toplinskih mostova, a dodatno se ispod nosača potkonstrukcije mogu koristiti i materijali za prekid toplinskog mosta (slike 2-10 do 2-13). Uz to je potrebno izvesti parnu branu te ju na ispravan način preklapati i brtviti sve eventualne prodore vodovodnih i/ili električnih instalacija. Brtvljenje je potrebno izvesti odgovarajućim brtvenim trakama, kako je opisano u priručnicima za montera suhe gradnje, odnosno u zajedničkom dijelu u sklopu teme osiguranja zrakonepropusnosti zgrade (slika 2-13).



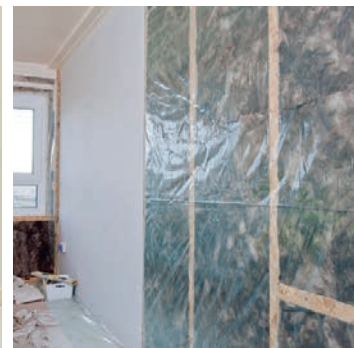
**Slika 2-10** Drvena potkonstrukcija za unutarnju izolaciju [92]



**Slika 2-11** Unutarnja obloga izvedena korištenjem OSB ploča ili gipskartonskih ploča na sloj toplinske izolacije i pame brane [92]

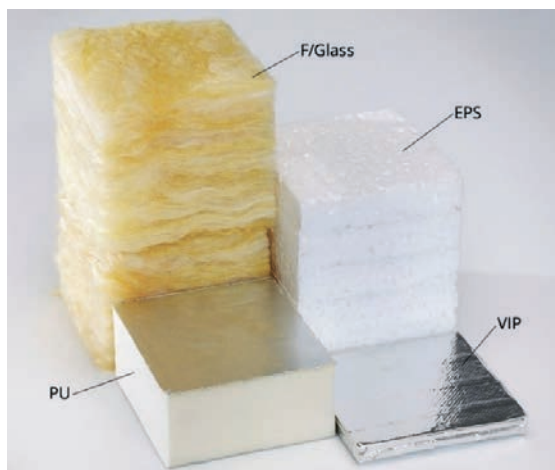


**Slika 2-12** Prikaz slojeva sustava unutarnje izolacije postojećeg masivnog zida [89]

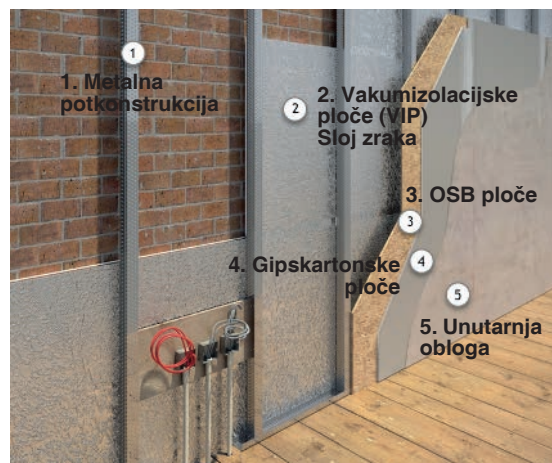


**Slika 2-13** Prikaz postavljanja toplinske izolacije od mineralne vune te postavljanje pame brane na drvenu potkonstrukciju [93], [94]

Dodatno, 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 2-14) nego u slučaju mineralne vune ili drugih toplinskoizolacijskih proizvoda (slika 2-16).



**Slika 2-14** Usporedba potrebnih debljina pojedinih toplinskoizolacijskih materijala za ostvarivanje jednake U-vrijednosti [95]



**Slika 2-15** Prikaz unutarnje izolacije korištenjem vakuum izolacijskih ploča [95]



**Slika 2-16** Prikaz unutarnje izolacije korištenjem vakumizolacijskih ploča [96]

Ovakav način toplinske izolacije s tehničkog aspekta zahtijeva posebnu pažnju prilikom postavljanja vakuum izolacijskih ploča (VIP) s obzirom na to da se one ne smiju probušiti (bušenjem gube izolacijska svojstva). To znači da je potrebno unaprijed predvidjeti položaj svih teških elemenata koji će se ubuduće u prostoru vješati na zidove, kako bi se omogućila ugradnja odgovarajućih nosača potkonstrukcije. Isto vrijedi za izvođenje svih vodovodnih, kanalizacijskih ili električnih instalacija, koje ne smiju probijati toplinsku branu od vacuum izolacijskih ploča, nego se obično provode u zračnom sloju između njih i unutarnje obloge (slika 2-17).



**Slika 2-17** Prikaz brtvjenja vacuum izolacijskih ploča i provođenja električnih instalacija u zračnom sloju bez probijanja tih ploča [95]

Također, vakuum izolacijske ploče potrebno je postavljati u dva sloja s preklapom kako bi se izbjegli toplinski mostovi na mjestima sljubnica. Vakuum izolacijske ploče na svojim se završecima međusobno lijepe kako bi se ostvarila njihova zrakonepropusnost i paronepropusnost. Dodatno treba naglasiti da uvijek mora postojati razmak između ovih ploča i unutarnje obloge izveden u obliku sloja zraka, kako bi se iskoristila njihova prednost da reflektiraju toplinu natrag u prostor.

Dakle, za pravilno funkcioniranje unutarnje izolacije korištenjem vakuum izolacijskih ploča ključno je pravilno izvođenje, što je često zahtjev koji dovodi do rješavanja puno sitnih detalja, što pak poskupljuje cijenu izvođenja.

Općenito se može reći da se za unutarnju izolaciju može koristiti različit spektar toplinskoizolacijskih materijala, a sam odabir ovisi o specifičnoj situaciji i prilikom radova potrebno se konzultirati sa specialistima (inženjerima). Odabir materijala i sustava mora biti takav da se ne ugrozi sigurnost korisnika u slučaju požara, da se ne prouoči građevinska šteta te da se koristi minimum korisne stambene površine.

### **2.1.2.1 Zidna obloga s drvenom potkonstrukcijom**

Drvena potkonstrukcija izrađuje se do letava dimenzije npr. 30/50 mm, koje se učvršćuju pomoću tipli i vijaka, okomito i vodoravno na zid (*slika 2-18*). Prije postavljanja letvi, kako bi se postigla ravnost, izbočine zida mogu se izbijati čekićem, a udubljena podložiti komadima ogipskartonskih ploča ili drvenih letvi. Ravnost se kontrolira libelom i letvom ravnjačem.



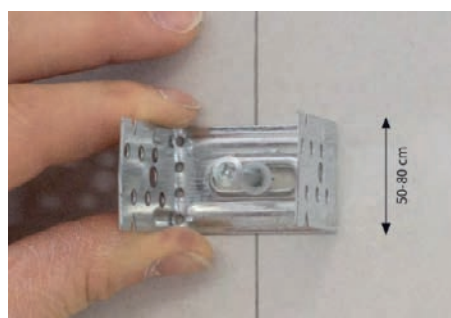


Slika 2-18 Potkonstrukcija od drvenih letvi položena okomito i vodoravno na zid [91]

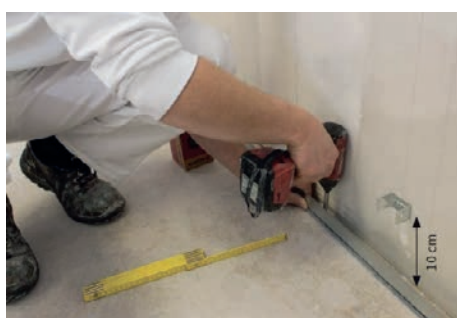
Tablica 2-1 prikazuje postupak izvođenja toplinske izolacije vanjskog zida s unutarnje strane korištenjem drvene potkonstrukcije i aerogela kao toplinskoizolacijskog materijala. Bez obzira na vrstu toplinskoizolacijskog materijala, postupak izvođenja radova je isti.



Postavljanje potkonstrukcije, drvene ili metalne



Podešavanje 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 2-1** Postupak izvođenja unutarnje toplinske izolacije upotrebom potkonstrukcije [97]

Pravilna ugradnja parne brane potpuno je jednaka onoj kod izvođenja potkrovlja, kako je opisano u odgovarajućim priručnicima. Pri tome je ključan kontinuitet parne brane s preklapanjem i brtvljenjem na spojevima te brtvljenjem s okolnim građevnim dijelovima uz potpuno izbjegavanje bilo kakvih perforacija. Također, potrebno je izvesti parnu branu i na dijelu susjednih građevnih dijelova, slično kao i samu toplinsku izolaciju (slika 2-19).



**a)** Postavljanje izolacije od industrijske konoplje između nosača potkonstrukcije

**b)** Postavljanje parne brane fiksiranjem na drvene nosače, uz postavljanje parne brane na strop te okolne zidove

**c)** Postavljanje gipskartonskih ploča fiksiranjem na mjestima drvenih nosača

**Slika 2-19** Pravilna ugradnja sustava unutarnje izolacije s parnom branom i toplinskom izolacijom od industrijske konoplje [98]

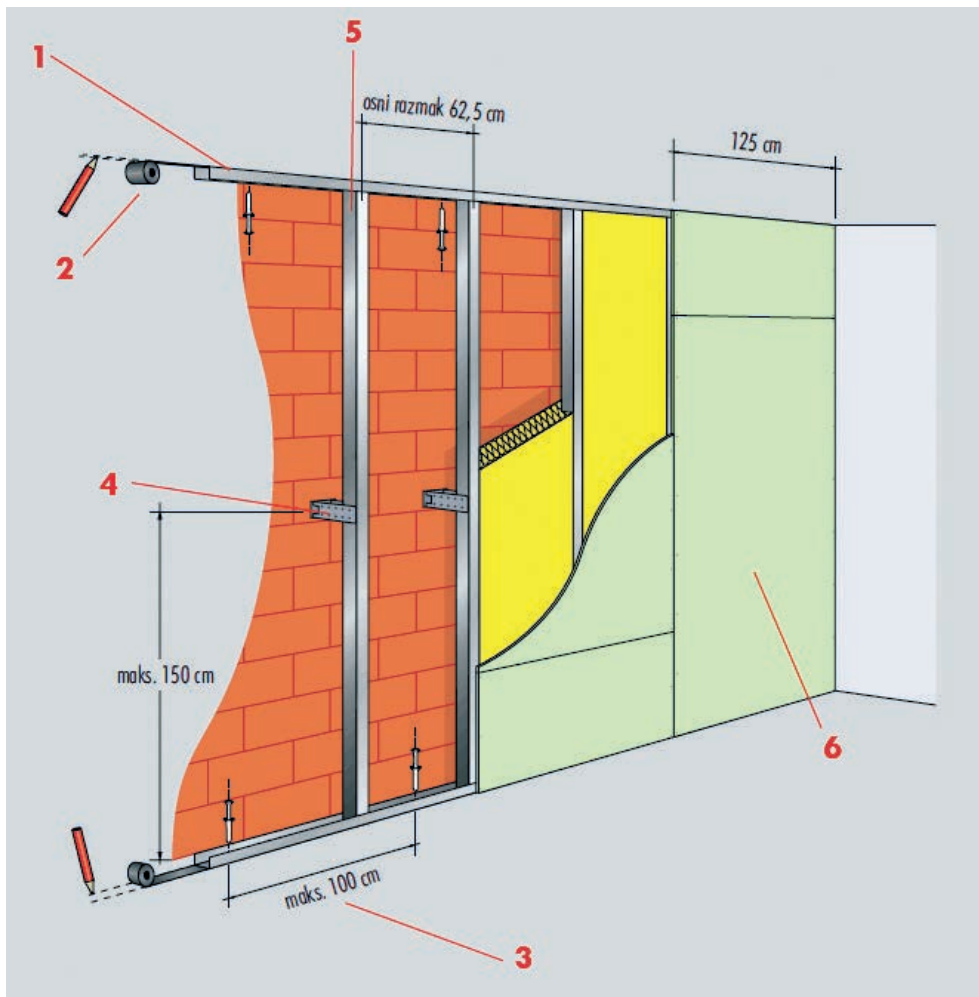
### 2.1.2.2 Zidna obloga s metalnom potkonstrukcijom

Zidna obloga na metalnoj potkonstrukciji upotrebljava se za poboljšanje zvučne i toplinske izolacije masivnih zidova, uz jednostavno postavljanje instalacija između zida i obloge. Zidna obloga može biti izvedena kao jednoslojna ili dvoslojna obloga, položena okomito ili vodoravno, dok potkonstrukcija može biti pričvršćena na zid, i to kao:

- direktno pričvršćena metalna potkonstrukcija
- slobodnostojeća metalna potkonstrukcija

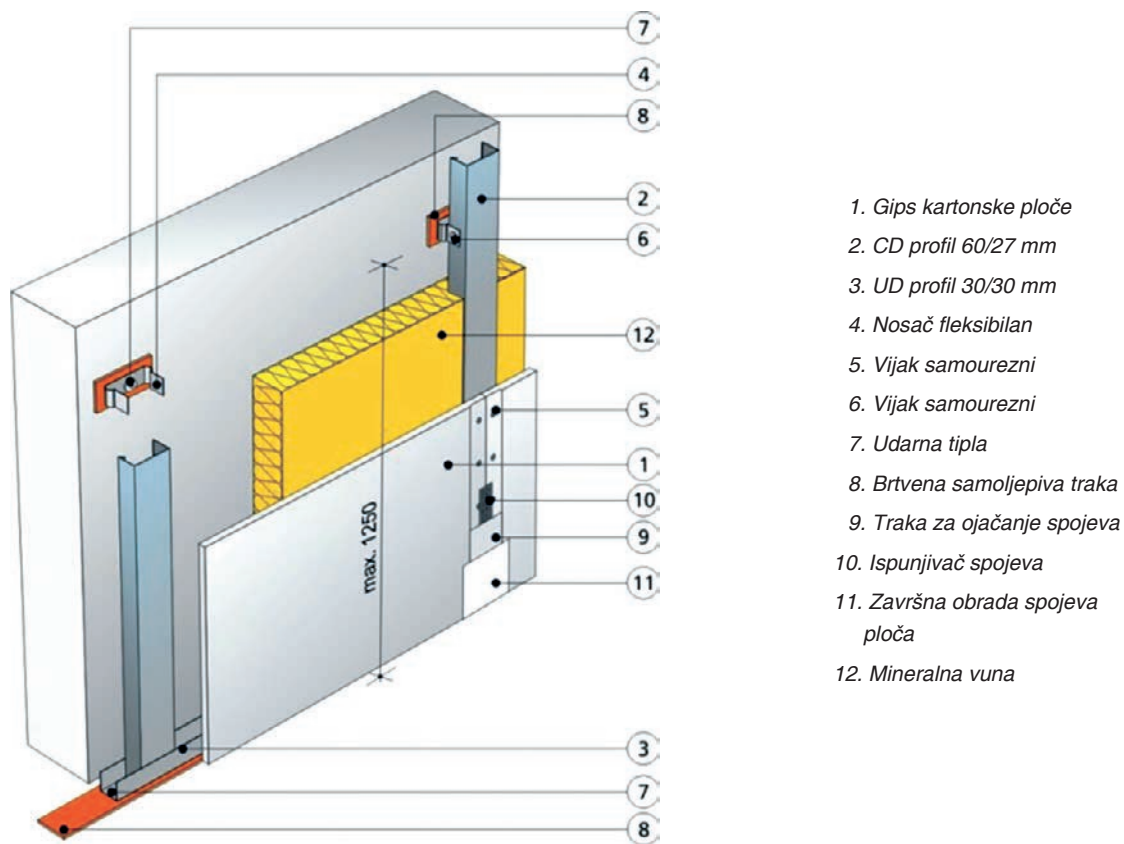
#### 2.1.2.1.1 Zidna obloga na direktno pričvršćenoj metalnoj potkonstrukciji

Metalna potkonstrukcija izrađuje se pomoću CD i UD metalnih pocinčanih profila. Profili se vijcima pričvršćuju na indirektno nosače koji su pomoću tipli učvršćeni u zid. CD profili se postavljaju na razmacima od 62,5 cm (60 cm), a na njih se vijcima pričvršćuju gipskartonske ploče (slike 2-20 i 2-21).

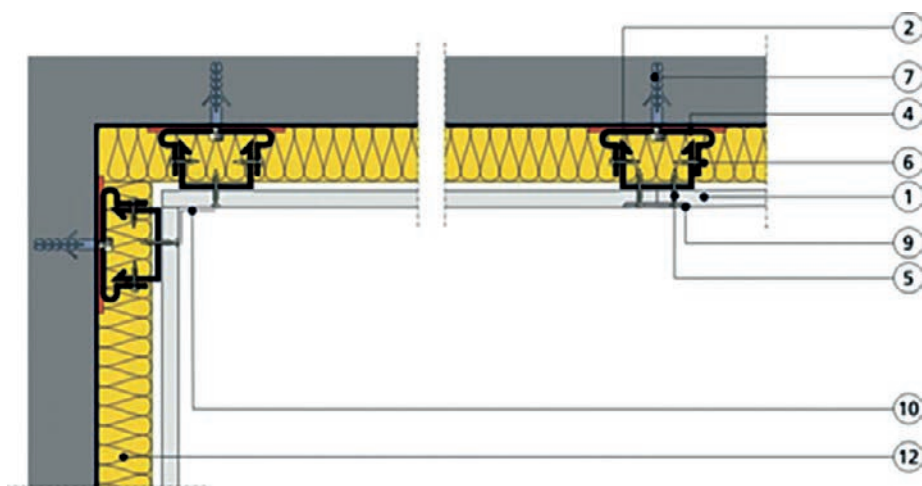


1. UD profili se škarama za lim izrežu na željenu dužinu.
2. Za optimalnu zvučnu zaštitu na UD profile se nalijepe trake za brtvljenje te se učvrste za zid i pod.
3. UD profili se učvrste vijcima i tiplama tipa u zid i pod na međusobnom razmaku od 100 cm. Za postizanje bolje zvučne zaštite razmak između zida i prednjeg brida UD profila treba biti najmanje 50 mm.
4. Na pola visine zida (ali maks. 150 cm) odnosno svakih 62,5 cm (60 cm) na zid se učvrste direktni ili akustični držači.
5. CD profili se zatim montiraju u razmaku od 62,5 cm (60 cm) između prethodno montiranih UD profila i učvrste bočno za direktne držače koji su prethodno montirani na zidu.
6. Nakon što se polože instalacijski vodovi i izolacijski sloj, gipsane ploče se učvrste na CD profile. Ploče ne treba vijcima učvrstiti za gornje i donje UD profile. Razmaci vijaka su 25 cm. Nakon toga slijedi završna obrada.

**Slika 2-20** Postupci izvedbe zidne obloge na direktno pričvršćenoj metalnoj potkonstrukciji [91]

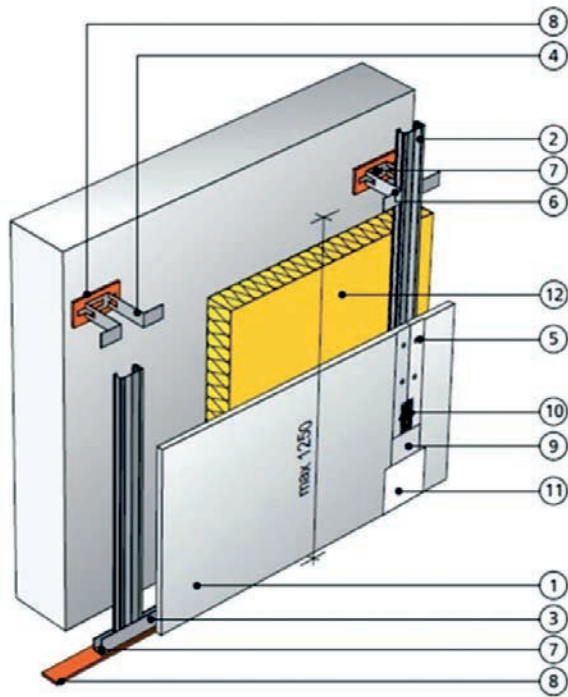


1. Gips kartonske ploče
2. CD profil 60/27 mm
3. UD profil 30/30 mm
4. Nosač fleksibilan
5. Vijak samourezni
6. Vijak samourezni
7. Udarne tipla
8. Brtvena samoljepiva traka
9. Traka za ojačanje spojeva
10. Ispunjivač spojeva
11. Završna obrada spojeva ploča
12. Mineralna vuna



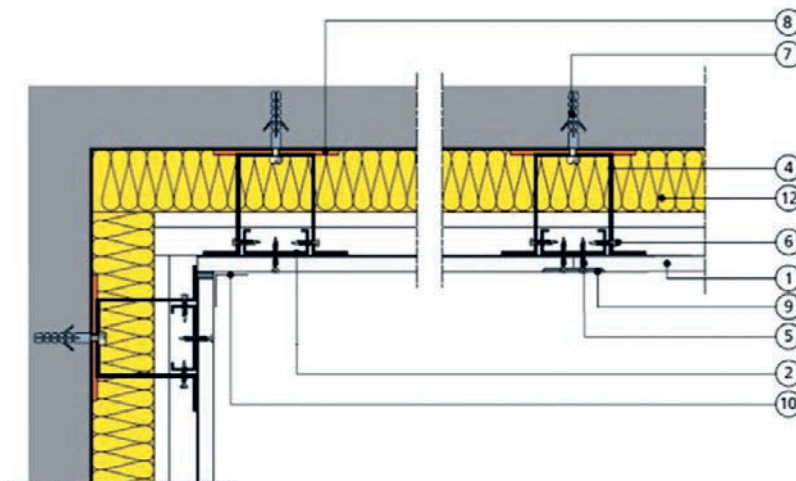
**Slika 2-21** Zidna obloga na direktno pričvršćenoj metalnoj potkonstrukciji [99]

Zidna obloga na direktno pričvršćenoj metalnoj potkonstrukciji može se izraditi i od pomoćnih indirektnih nosača, kojima je moguće regulirati udaljenost od zida i poravnanje u ravninu s jednostrukom oblogom, *Slika 2-22*, i dvostrukom oblogom, *Slika 2-23*.

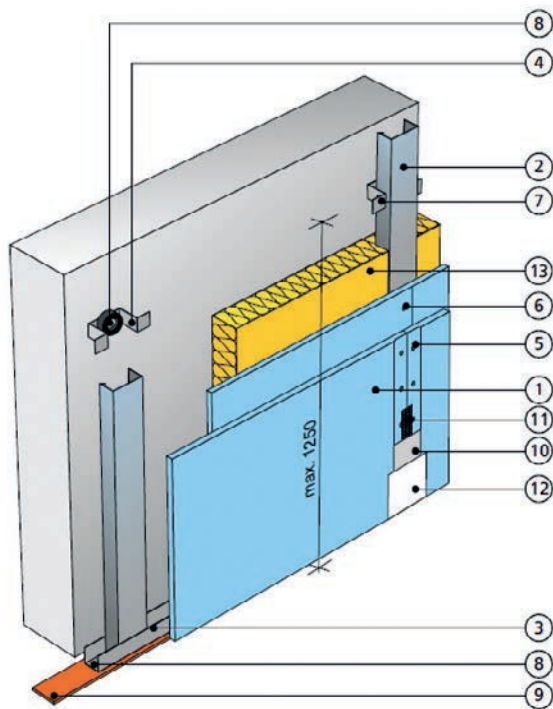


### JEDNOSTRUKA ZIDNA OBLOGA

1. Gips kartonske ploče
2. CD profil 60/27 mm
3. UD profil 30/30 mm
4. Fleksibilni nosač
5. Vijak samourezni
6. Vijak samourezni
7. Udarna tipla
8. Brtvena traka
9. Traka za ojačanje spojeva
10. Ispunjivač spojeva
11. Završna obrada spojeva
12. Mineralna vuna

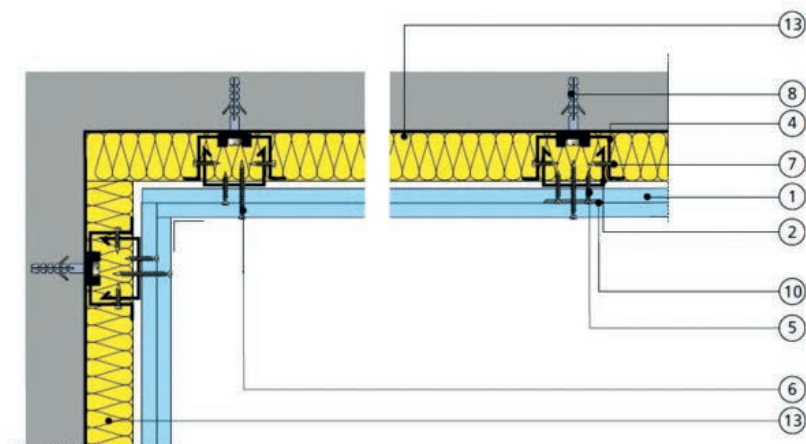


**Slika 2-22** Jednostruka zidna obloga na metalnoj potkonstrukciji s fleksibilnim nosačem [99]



## DVOSTRUKA ZIDNA OBLOGA

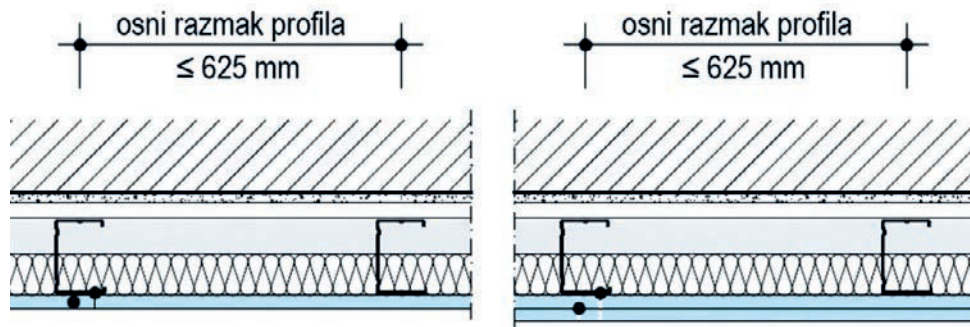
1. Gips kartonske ploče
2. CD profil
3. UD profil
4. Nosač promjenjivog obujma
5. Vijak TN 25 samourezni
6. Vijak TN 35 samourezni
7. Vijak
8. Udarna tipla
9. Brtvena ljepljiva traka
10. Traka za ojačanje spojeva
11. Ispunjivač spojeva
12. Završna obrada spojeva
13. Mineralna vuna



**Slika 2-23** Dvostruka zidna obloga na metalnoj potkonstrukciji s fleksibilnim nosačem [99]

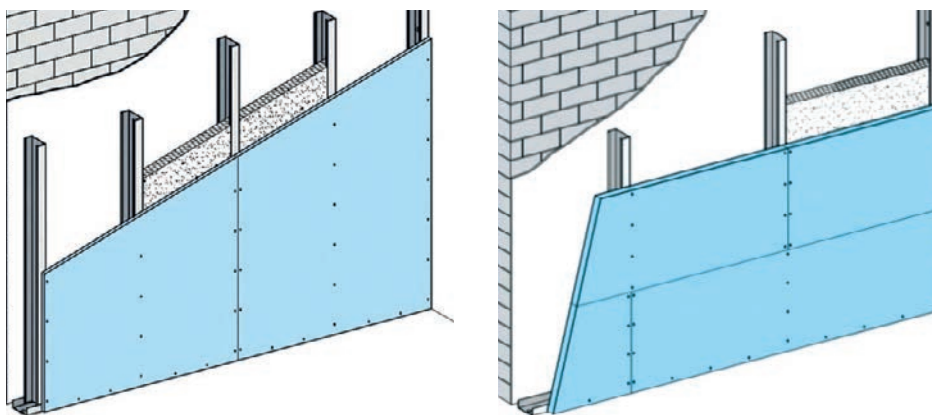
### 2.1.2.1.2 Zidna obloga na slobodnostojećoj metalnoj potkonstrukciji

Slobodnostojeća predzidna ljuska postavlja se tamo gdje treba poravnati kvrgavi zid ili ugraditi instalacije. Pritom se u šuplinu ove potkonstrukcije može ugraditi i izolacija koja će poboljšati toplinsku i zvučnu zaštitu. Zidna obloga na slobodnostojećoj metalnoj potkonstrukciji može biti izvedena kao jednoslojna ili dvoslojna zidna obloga (slika 2-24).



Slika 2-24 Jednoslojna i dvoslojna zidna obloga na slobodnostojećoj metalnoj konstrukciji [91]

Za izradu potkonstrukcije primjenjuju se standardni UW i CW profili širine 50, 70 ili 100 mm, dok zidna obloga može biti položena okomito ili vodoravno (slika 2-25).

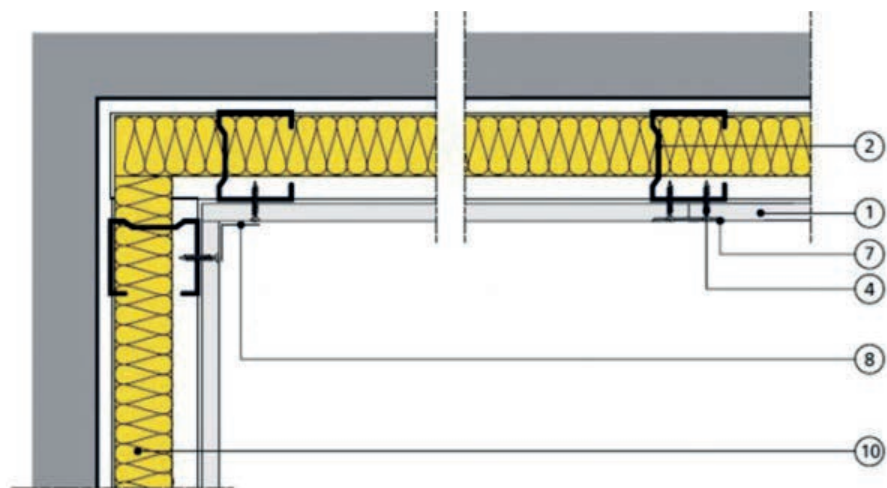
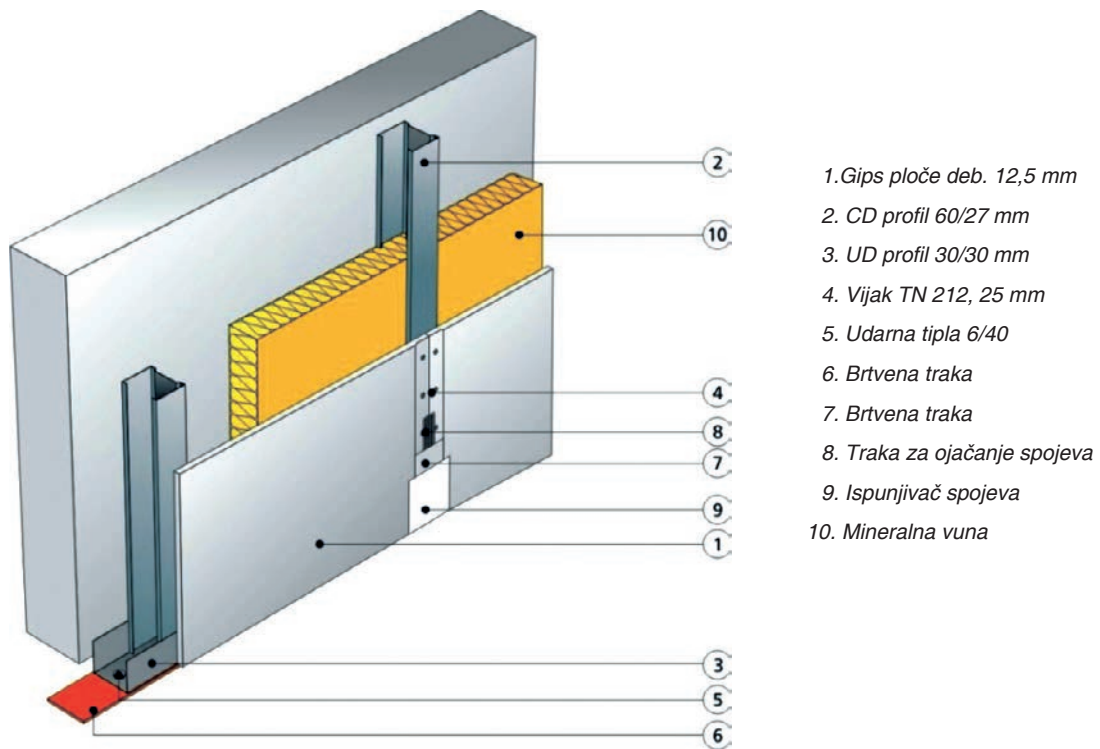


Slika 2-25 Zidna obloga na slobodnostojećoj metalnoj potkonstrukciji, položena okomito ili vodoravno [91]

Držači se postavljaju po okomitoj crti, na vodoravnim osnim razmacima od 62,5 cm (60 cm). Pričvršćuju se tiplama i vijcima, a stražnja se strana oblaže samoljepljivom brtvenom trakom. Nakon pričvršćenja krajevi im se pravokutno saviju od zida i vijcima pričvršćuju u bočne stranice profila. UW profili slobodno se pomiču unutar držača i lako se postavljaju u vertikalni položaj, bez obzira na zidne neravnine. Izolator se utiskuje na zid između profila, a potom se stršeci krajevi držača još jednom pravokutno saviju preko

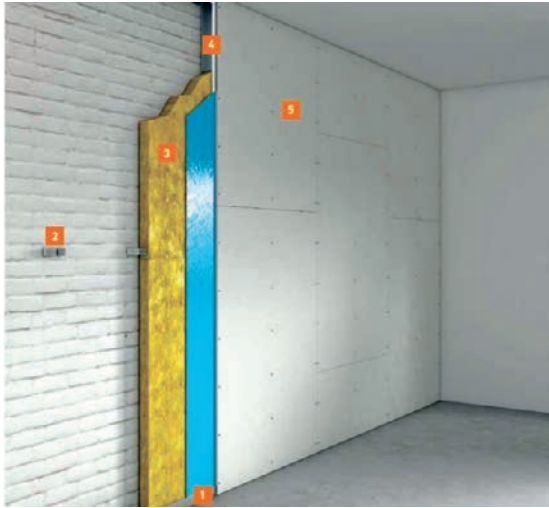


izolatora. Gotova se potkonstrukcija oblaže gipskartonskim pločama debljine 12,5 mm strojnim uvrtnjem vijaka u UW profile na razmacima od 25 cm (slika 2-26).



**Slika 2-26** Zidna obloga na slobodnostojećoj metalnoj potkonstrukciji [99]

Ako se vanjski zidovi oblažu toplinskom izolacijom, onda pri izradi unutarnje obloge treba ugraditi parnu branu (slika 2-27). Za to se koriste specijalizirane folije, koje se postavljaju između toplinske izolacije i gipskartonske ploče. Vrsta i debljina folije ovisi o konstrukciji obloge, a pri montaži se treba pridržavati radioničkog nacrtu. Pri ugradnji folije važno je načiniti kvalitetne preklope na spojevima te spojeve, kao i sve prodore, dobro zabrtviti (slika 2-28).



1. UD profil
2. Direktni nosač
3. Mineralna vuna
4. CD profil
5. Gipskartonske ploče
6. Parna brana

**Slika 2-27** Postavljanje parne brane prije toplinske izolacije na vanjskome je zidu obavezno [100]

Kod unutarnje izolacije, napose na vanjskome zidu, treba paziti na pomicanje stražnjeg izolacijskog sloja jer kroz propusna mjesta (konvekcije) nastaju znatno veće količine kondenzata nego difuzijom. Kod zidnih obloga zrakonepropusnost se postiže postavljanjem parne brane ili nepropusnim zaglađenim slojem gipsane ploče, također i na mjestima spojeva. Prodori trebaju biti zrakonepropusni jednako kao i instalacijski vodovi koji se mogu rasporediti na instalacijskoj razini ispred samog zrakonepropusnog sloja, sloja, slika 2-28.

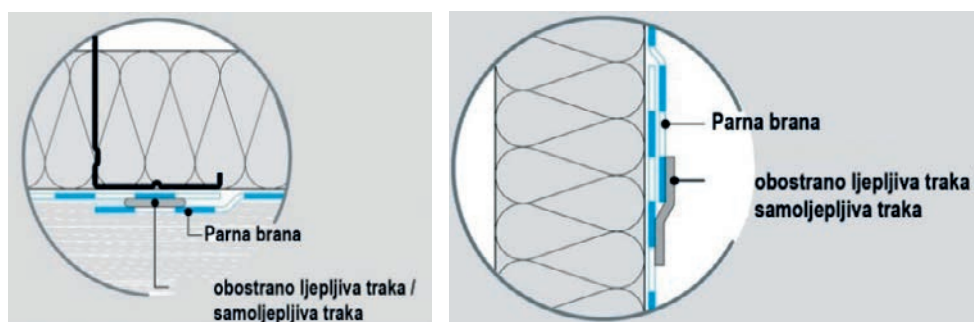


**Slika 2-28** Postavljanje parne brane na vanjski zid [1]

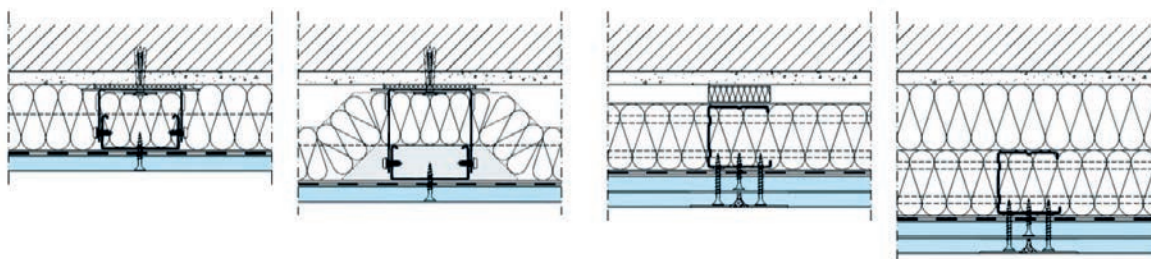


Slika 2-29 Lijepljenje parne brane [1]

Parnu branu treba položiti ispred materijala za izolaciju (s unutarnje strane) bez praznina i spojiti ih na sve granične građevinske elemente kako bi spriječili propuštanje zraka. Okomiti spojevi parne brane uvijek moraju biti raspoređeni i zalijepljeni na profile. Lijepljenje treba izvesti prema uputama proizvođača (slika 2-30).



Okomiti spojevi parne brane [91]



CD profil s direktnim ovjesom

Slobodnostojeći CW profil

Slika 2-30 Izrada spojeva obloga u području toplinskih mostova [91]

### 2.1.2.2 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 integriranim gipskartonskom pločom na zid bez korištenja potkonstrukcije (*tablica 2-2*). Iako izolacijski materijal djeluje kao parna kočnica ili parna brana (ovisno o debljini), 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 i suha.  
Tapete, boje i gips moraju biti potpuno uklonjeni.  
Potrebno je provjeriti i osigurati ravnost površine.



Ukloniti lošu žbuku. Ako je žbuka dobre kvalitete, može se premazati primerom i direktno na nju lijepiti izolaciju. Skinuti postojeću žbuku sa susjednih zidova i stropova kako bi se mogla iskoristiti debljina žbuke za ugradnju toplinske izolacije, bez izvođenja često estetski nepoželjnih klinova.



Kod spoja s podom rješenje ovisi o tome mijenja li se podna obloga, izvodi li se zvučna izolacija ili ne. U svakom slučaju, potrebno je izolaciju zida spojiti s podnom (zvučnom) izolacijom. Na pripremljenu površinu treba postaviti traku izolacijskog materijala.



Ploče toplinske izolacije se kroje pilama ili nožem (ovisno o vrsti proizvoda), pri čemu ih je potrebno očistiti od prašine i prljavštine.



Ljepilo se nanosi punoplošno, korištenjem odgovarajućih alata, pri čemu se potezi povlače uzduž duže stranice izolacijske ploče.



Prilikom lijepjenja izolacijskih ploča na zid prvi red treba spustiti u razinu zvučne izolacije poda (krojiti ploče po potrebi oko drvenih grednika). Pritisnuti ploče o zid kako bi se ostvarila što bolja veza. Ako je podloga dobra, nije potrebno koristiti mehaničke pričvrsnice.



Koristiti specijalne proizvode s ugrađenim razvodnim kutijama u slučaju proboja električnih instalacija. Lijepljenje je također punoplošno.



Odgovarajućim lajsnama sa staklenom mrežicom potrebno je obraditi uglove i kutove (špalete, spojeve s prozorskim okvirima itd.).



Nanijeti ljepilo punoplošno na dio toplinske izolacije specijaliziranog proizvoda za armiranje kutova.



Ugradnja specijaliziranog proizvoda za armiranje.



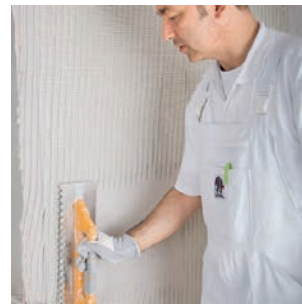
Alternativa je ugradnja klina od toplinske izolacije koji se lijepi na susjedne građevne dijelove kako bi se smanjio utjecaj toplinskog mosta.



Površinu toplinske izolacije potrebno je izgladiti specijaliziranim alatom.



Mjesta na kojima se između ploča toplinske izolacije ili na spojevima s nosivom konstrukcijom dogodio razmak potrebno je popuniti izolacijskim materijalom.



Nanošenje polimercementnog ljepila i utiskivanje staklene mrežice za armiranje završnog sloja radi se na isti način kao i kod vanjskih fasadnih sustava tipa ETICS.

**Tablica 2-2** Postupak izvođenja unutarnje toplinske izolacije bez potkonstrukcije i parne brane [89]

### 2.1.2.3 Sprečavanje toplinskih mostova

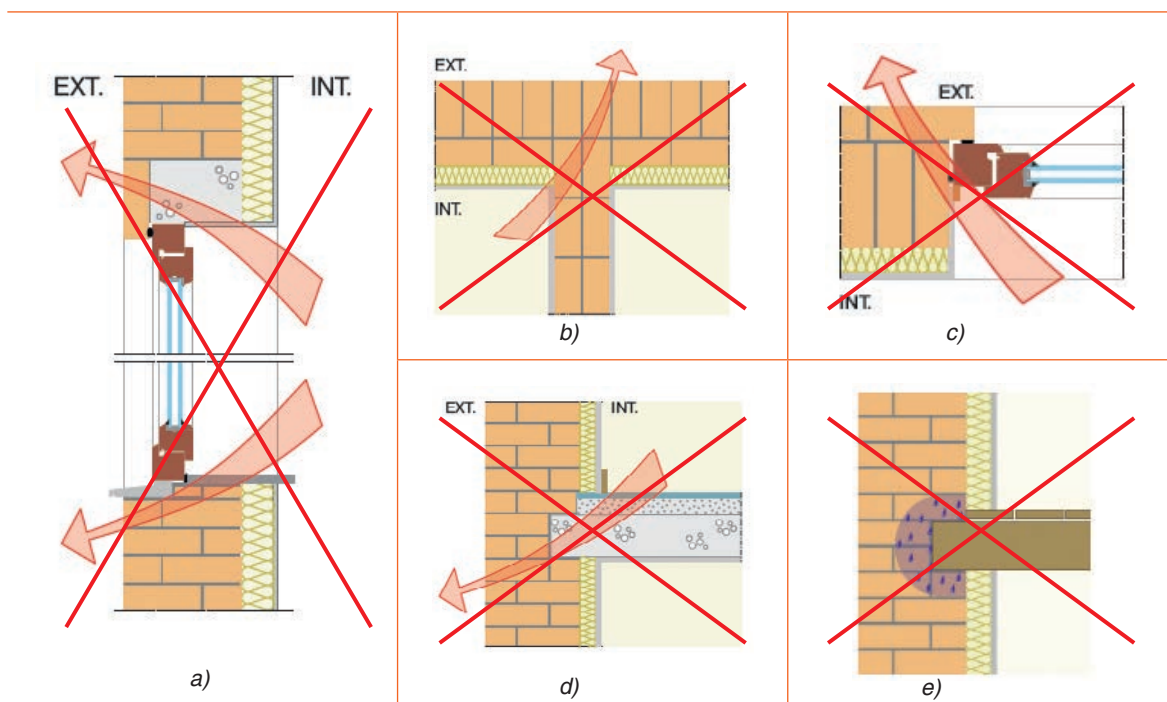
U slučajevima sustava toplinske izolacije s unutarnje strane postoji neizbježan problem pojave toplinskih mostova na sudarima unutarnjih i vanjskih zidova te vanjskih zidova, podova i stropova. Kako bi se smanjila građevinska šteta, razvijeni su brojni detalji koji smanjuju utjecaj toplinskih mostova ako se pravilno izvedu.

Slika 2-31 prikazuje nekoliko primjera toplinskih mostova koji se javljaju prilikom izvedbe toplinske izolacije s unutarnje strane. Dani su primjeri za:

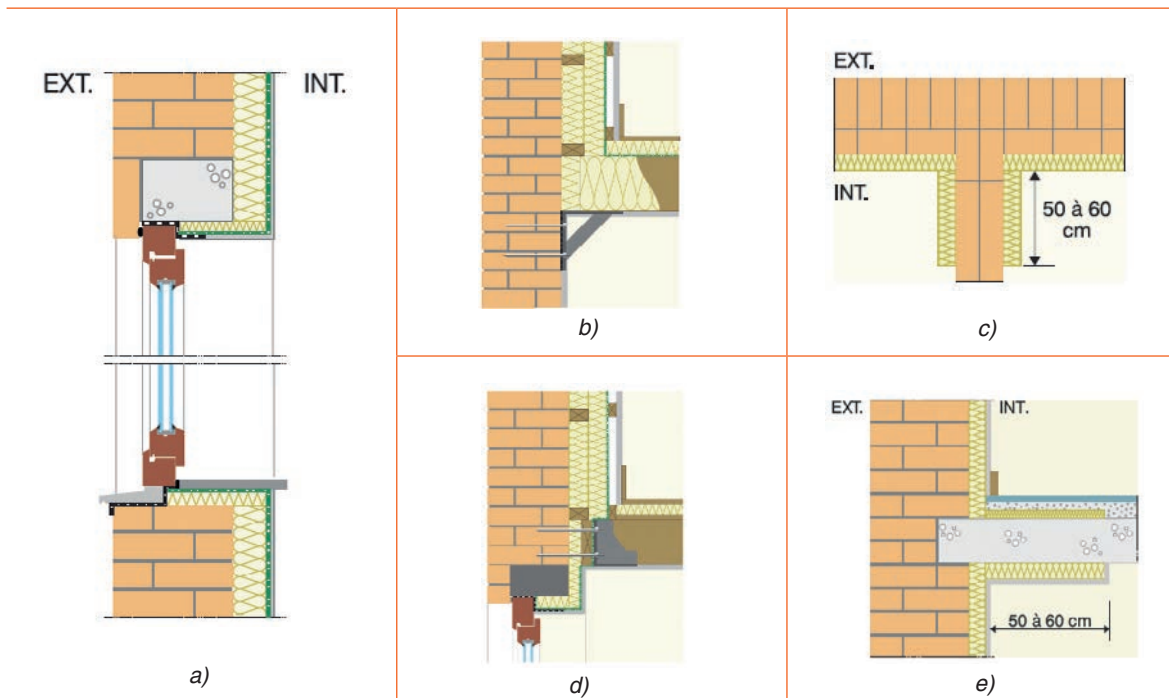
- a) okomiti presjek kroz prozor;
- b) vodoravni presjek kroz sudar vanjskog i unutarnjeg zida;
- c) vodoravni presjek kroz prozor;
- d) okomiti presjek kroz armiranobetonsku stropnu konstrukciju;
- e) okomiti presjek kroz drvenu stropnu konstrukciju.

Slika 2-32 prikazuje primjere dobrog izvođenja izolacije s unutrašnje strane na mjestima toplinskih mostova, i to za:

- a) okomiti presjek kroz prozor;
- b) okomiti presjek kroz drvenu stropnu konstrukciju;
- c) vodoravni presjek kroz sudar unutarnjeg i vanjskog zida;
- d) okomiti presjek kroz drvenu stropnu konstrukciju i prozor;
- e) okomiti presjek kroz armiranobetonsku stropnu konstrukciju.



Slika 2-31 Prikaz lošeg izvođenja izolacije s unutarnje strane na mjestima toplinskih mostova [89]



**Slika 2-32** Prikaz dobrog izvođenja izolacije s unutarnje strane na mjestima toplinskih mostova [89]

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 (slike 2-32 a, b i d te slika 2-33). 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 (slike 2-32 c i e).



**Slika 2-33** Izvedena unutarnja izolacija stana bez izolacije prozorske klupčice nije preporučljiva [101]



**Slika 2-34** Rast gljivica i plijesni zbog kondenzacije na špaleti prozora [102]

#### 2.1.2.4 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. 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.

### 2.1.2.5 Izbjegavanje kondenzacije u konstrukciji

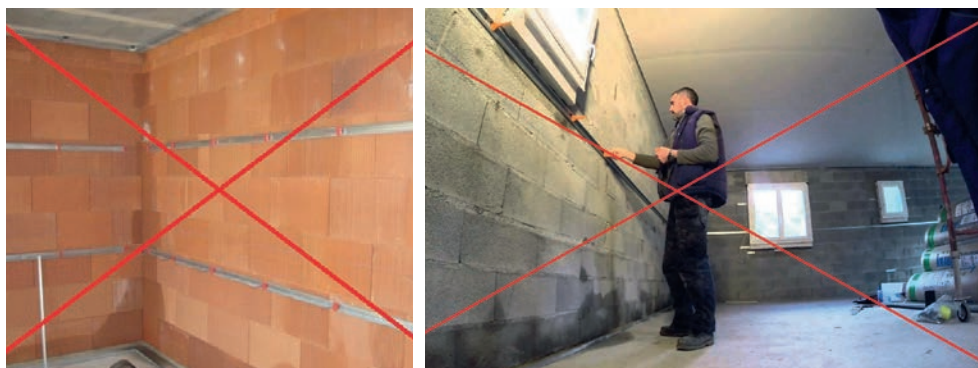
Kako bi se smanjio rizik od kondenzacije vodene pare na hladnim površinama vanjskih zidova, potrebno je svakako na toploj strani toplinske izolacije izvesti sloj za kontrolu prolaska vodene pare kroz konstrukciju. Dodatno, uz točke opisane u poglavlju Izbjegavanje infiltracije zraka, sljedeći će postupci pripomoći smanjiti količinu toplog zraka, a samim time i vodene pare u konstrukciji, iza sloja toplinske izolacije:

- brtvljenje svih spojnica između gipskartonskih ploča obloge i okolnih zidova, stropova i podova
- svođenje broja prodora instalacija na minimum
- brtvljenje oko proboja kao što su kanalizacijske cijevi, vodovodne cijevi korištenjem ekspanzirajućih pjena.

### 2.1.2.6 Vlaga 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. **Svako postojanje vlage u postojećim zidovima potrebno je riješiti (sanirati) prije ugradnje toplinske izolacije.** 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 2-35*).

Ugradnja toplinske izolacije s unutarnje strane može se provesti tek nakon potpunog isušivanja vlažnih mjesta i odstranjivanja gljivica ili plijesni. U suprotnom se zbog izvedene parne brane konstrukcija neće moći isušiti prema unutarnjem prostoru, zbog čega će se problem prenijeti i na novoizvedene slojeve sustava unutarnje izolacije.



**Slika 2-35** Vlažni zidovi prije izvođenja sustava unutarnje toplinske izolacije [89]

Slika 2-36 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.



**Slika 2-36** Razvoj gljivica nakon skidanja sloja unutarnje toplinske izolacije [103]

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.

### 2.1.2.7 Posebni proizvodi

Na tržištu se mogu naći i posebni proizvodi koji olakšavaju izvođenje unutarnje toplinske izolacije, poput specijaliziranih proizvoda za izolaciju susjednih građevnih dijelova, kao što su klinovi (slika 2-37). Također, razvijeni su specijalni proizvodi za razvod električnih instalacija u slučaju izvođenja unutarnje toplinske izolacije korištenjem krutih izolacijskih ploča (slika 2-38).

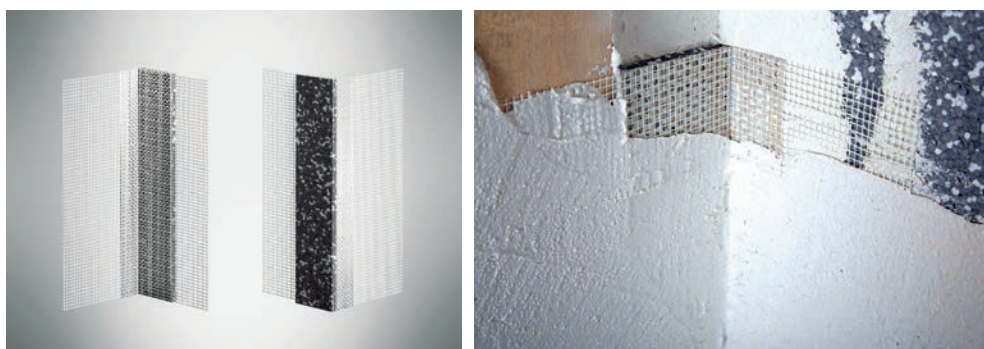


**Slika 2-37** Prikaz klina toplinske izolacije susjednih građevnih dijelova [104]



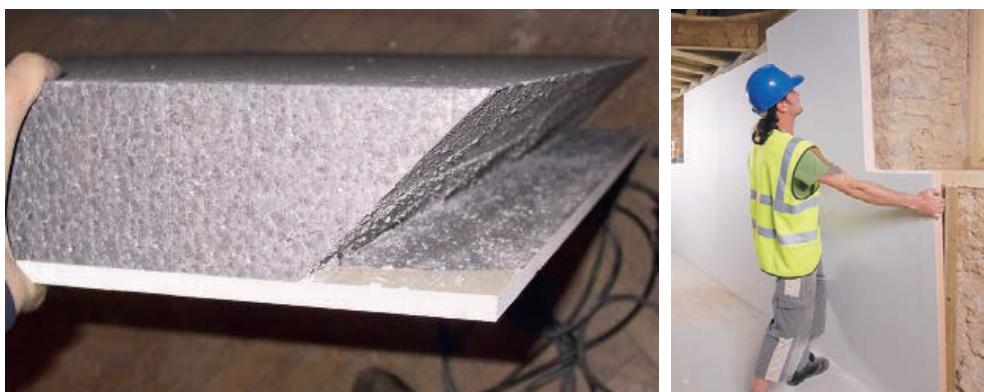
**Slika 2-38** Prikaz specijaliziranih elemenata namijenjenih razvođenju električnih instalacija [104]

Slika 2-39 prikazuje specijalizirani proizvod 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 2-39** Prikaz specijaliziranih proizvoda za armiranje uglova kod unutarnje izolacije s integriranom toplinskom izolacijom [89]

Također, razvijeni su proizvodi s integriranom završnom oblogom, primjerice lijepljenom gipskartonskom pločom na ploču toplinske izolacije (slika 2-40). Često se kod takvih proizvoda osigurava preklapanje spojeva (izvedbom zuba ili klina) kako bi se spriječilo da vodena para kroz njih prodire u slojeve.



**Slika 2-40** Prikaz specijaliziranih ploča s integriranom završnom oblogom [92], [105]

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 2-3).

<p>Ugradnja pričvrsnice u metalnu vodilicu</p>		<p>Ugradnja (tiplanje) pričvrsnice direktno u zid</p>	
<p>Izvlačenje teleskopske pričvrsnice do potrebne debljine toplinske izolacije</p>		<p>Ugradnja toplinske izolacije</p>	
<p>Pričvršćenje toplinske izolacije pomoću odgovarajuće spojnice (kapice)</p>			
<p>Ugradnja i pričvršćenje metalne potkonstrukcije za izvođenje obloge od gipskartonskih ploča</p>			

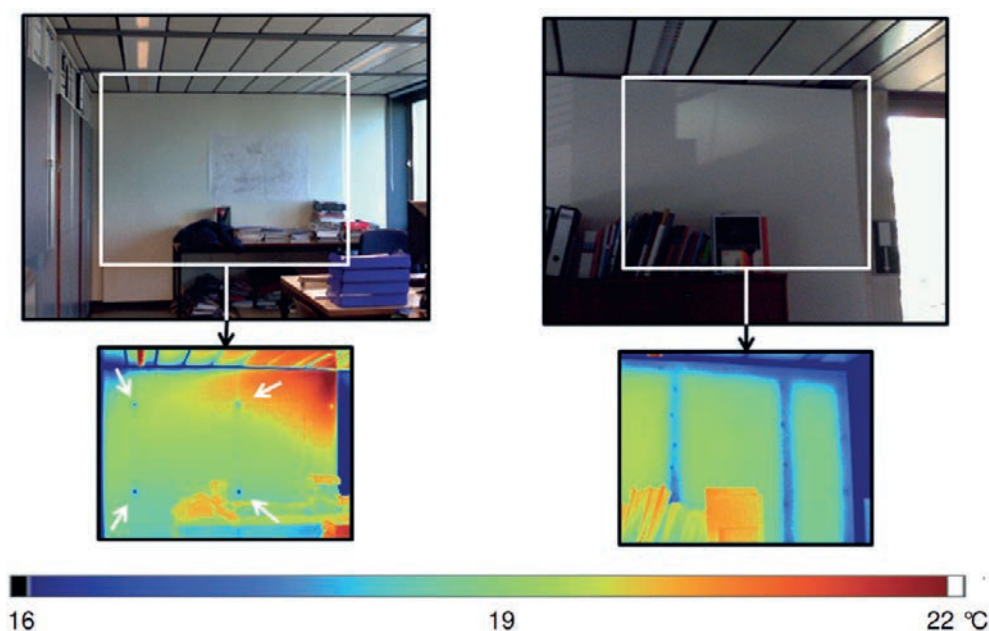
**Tablica 2-3** Postupak ugradnje sustava teleskopskih pričvrsnica [89]

### 2.1.2.8 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 pričvrsnica. Na mjestima toplinskih mostova unutarnja površinska temperatura je niža (slika 2-41), što može dovesti do kondenzacije vodene pare, odnosno razvoja gljivica ili plijesni.



**Slika 2-41** Toplinski mostovi uzrokovani metalnim pričvrscicama, odnosno metalnim nosačima potkonstrukcije [98]

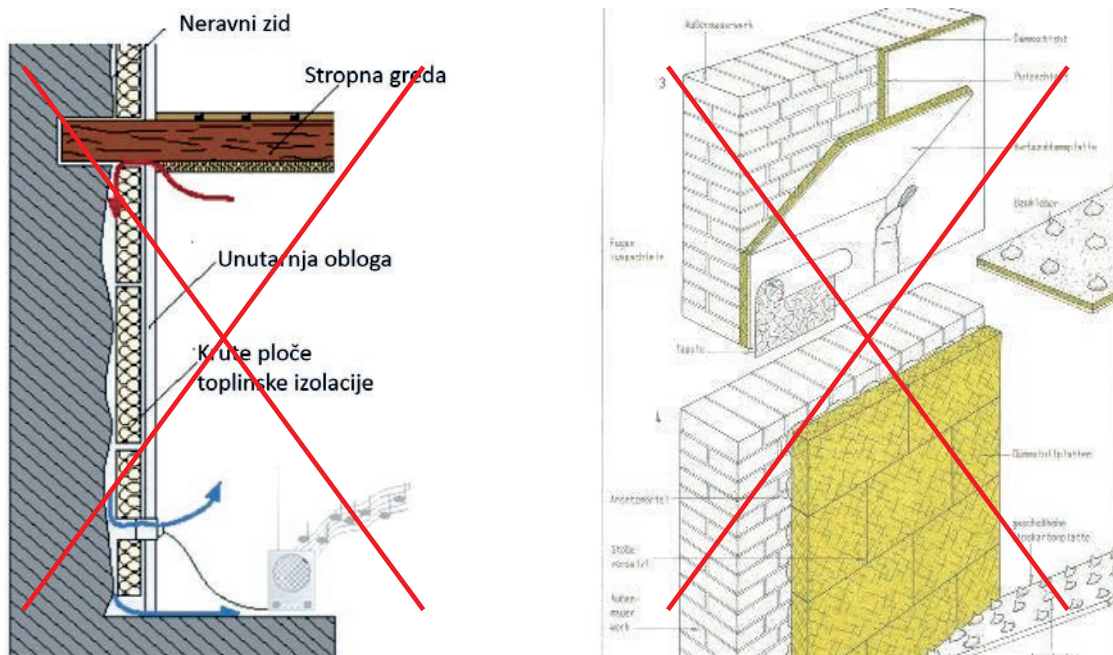
Slika 2-42 lijevo prikazuje primjere lošeg izvođenja unutarnje toplinske izolacije, pri čemu je vidljivo da ne postoji prekid toplinskog mosta na mjestu drvenih nosača potkonstrukcije. Osim toga, kao izolacijski materijal ugrađen je PUR kaširan aluminijskom folijom, što pridonosi sprečavanju difuzije vodene pare. Problem se očituje u tome što parna brana nije kontinuirana, odnosno nije brtvljen spoj parne brane i drvenih nosača potkonstrukcije (slika 2-42 lijevo).

Slika 2-42 desno prikazuje primjer izvođenja unutarnje izolacije velikoplošnim krutim pločama toplinske izolacije koje imaju nalijepljene 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 gubitke kroz građevni dio s obzirom na to da će vrlo vjerojatno doći do strujanja zraka u tom dijelu građevnog dijela zgrade. Istraživanja su pokazala da se, postoji li strujanje zraka iza ploča toplinske izolacije, koeficijent prolaska topline (U-vrijednost zida) može povećati i do dva i pol puta.



Slika 2-42 Prikaz loše ugradnje sustava unutarnje toplinske izolacije [106], [107]

Dodatno, ne preporučuje se izvođenje unutarnje toplinske izolacije upotrebom proizvoda u obliku krutih ploča toplinske izolacije ako je zid neravan, kao ni njihovo točkasto lijepljenje na zidove zbog toga što je tako vjerojatno da će se pojaviti strujanje zraka iza sloja toplinske izolacije (slika 2-43).



Slika 2-43 Prikaz lošeg izvođenja unutarnje izolacije korištenjem krutih izolacijskih ploča [108], [109]

### 2.1.3 Pregradni zidovi

Pregradni zidovi izrađeni su iz jednostruke ili dvostruke čelične potkonstrukcije i obostrane obloge od gipsanih ploča, koja može biti jednostruka, dvostruka, ili trostruka. Potkonstrukcija se nepomično pričvršćuje za sve okolne građevne dijelove, kao što su zidovi, strop i pod (*slika 2-44*). U zidnom međuprostoru mogu se provoditi električni i sanitarni instalacijski vodovi, po potrebi se u zidnu šupljinu postavlja mineralna vuna prema građevno-fizikalnim zahtjevima. Prednosti pregradnih zidova izvedenih suhom gradnjom jesu:

- dobra toplinska i zvučna izolacija
- znatno manja težina (u odnosu na druge materijale)
- jednostavna montaža i demontaža
- mogu poslužiti kao instalacijski zidovi
- površina zida može se odmah završno obrađivati.



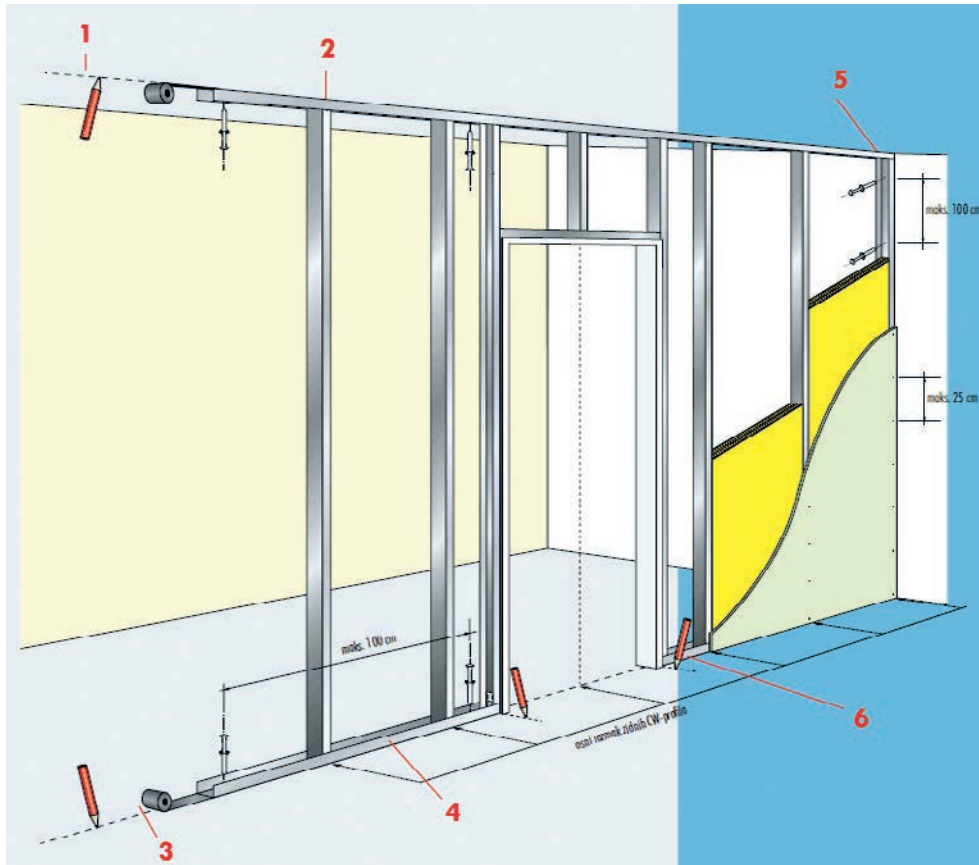
*Slika 2-44 Čelična potkonstrukcija pregradnog zida [99]*

Vrste montažnih pregradnih zidova prema namjeni:

- 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 (*slika 2-45*). Upotrebom mineralne vune značajno se poboljšavaju značajke pregradnih zidova u tim zahtjevima. Svojstvo zvučne zaštite mineralne vune moguće je

zbog odlične apsorpcije zahvaljujući otvorenoj poroznosti. Mineralna vuna je negoriv materijal s izuzetno visokom točkom taljenja, iznad 1000 °C, zahvaljujući čemu dulje odolijeva požaru (slika 2-46).



1. Po podu i na plafonu linijom se označi položaj pregradnog zida. Na podu također treba označiti otvor za vrata.
2. Škarama za lim izrežu se UW profili na potrebnu dužinu.
3. Kako bi se maksimalno poboljšala zaštita od buke potrebno je na sve CW i UW profile, koji se montiraju na spojeve sa podom, plafonom i bočnim zidovima nalijepiti samoljepljivu brtvenu traku debljine 3 mm.
4. UW profili se učvrste vijcima i tiplama u plafon i pod na međusobnom razmaku od 100 cm. Na podu se montiraju samo do označenog otvora za vrata.
5. Dva bočna CW profila postave se u UW profile i učvrste u zid tiplama i vijcima na razmaku od ca. 50 cm.
6. Ostali CW profili postave se u UW profile na međusobnom razmaku od 62,5 cm odnosno 60 cm. Taj razmak se nastavlja i iznad otvora za vrata.

**Slika 2-45** Postupci izvedbe pregradnoga zida [110]





*Slika 2-46 Ugradnja mineralne vune [111]*



*Slika 2-47 Izvedba obloge pregradnog suhomontažnog zida [112]*

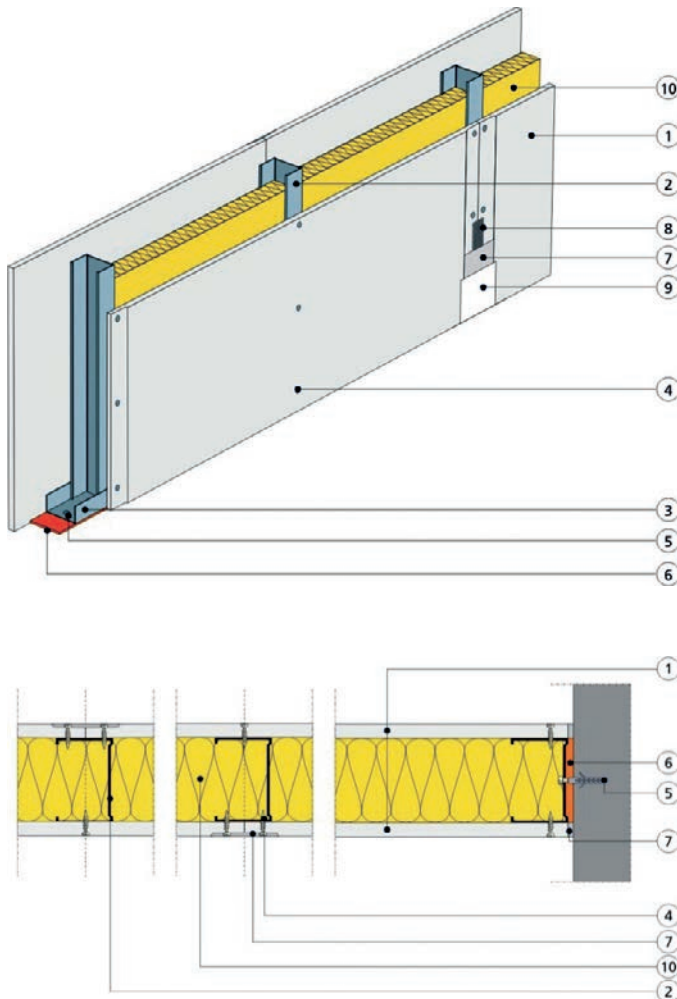
Izvedba potkonstrukcije ovisi o namjeni suhomontažnog zida, kao i o zahtjevima za zvučnom i toplinskom izolacijom te protupožarnom zaštitom. Sve instalacije polažu se unutar zidnog međuprostora (*slika 2-47*).

Sve potkonstrukcije suhomontažne gradnje su ispitane i usklađene s građevinskim normama za metalne potkonstrukcije i bitno je poštovati postupnost formiranja pregradnog suhomontažnog zida (*slika 2-48*).



**Slika 2-48** Postupnost formiranja pregradnog suhomontažnog zida [113]

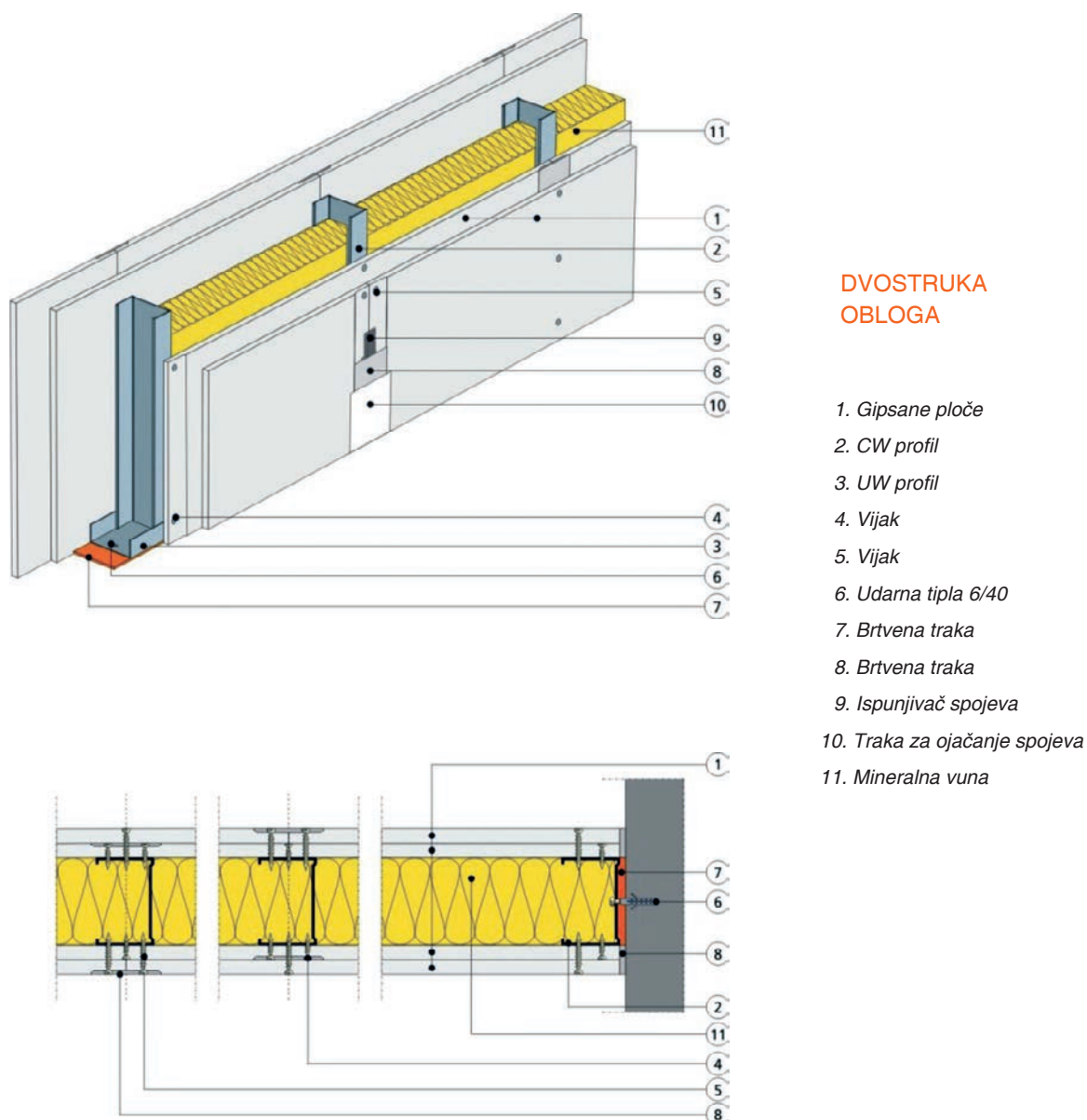
Primjeri pregradnih zidova s jednostrukom metalnom potkonstrukcijom i jednostrukom i dvostrukom oblogom prikazani su na slikama 2-49 i 2-50.



#### JEDNOSTRUKA OBLOGA

1. Gipsana ploča
2. CW profil 50/75/100 mm
3. UW profil 50/75/100 mm
4. Vijak
5. Udarna tipla s vijkom
6. Brtvena traka
7. Brtvena traka ljepljiva
8. Ispunjivač spojeva
9. Traka za ojačanje spojeva
10. Mineralna vuna

**Slika 2-49** Pregradni zid s jednostrukom metalnom potkonstrukcijom [99]

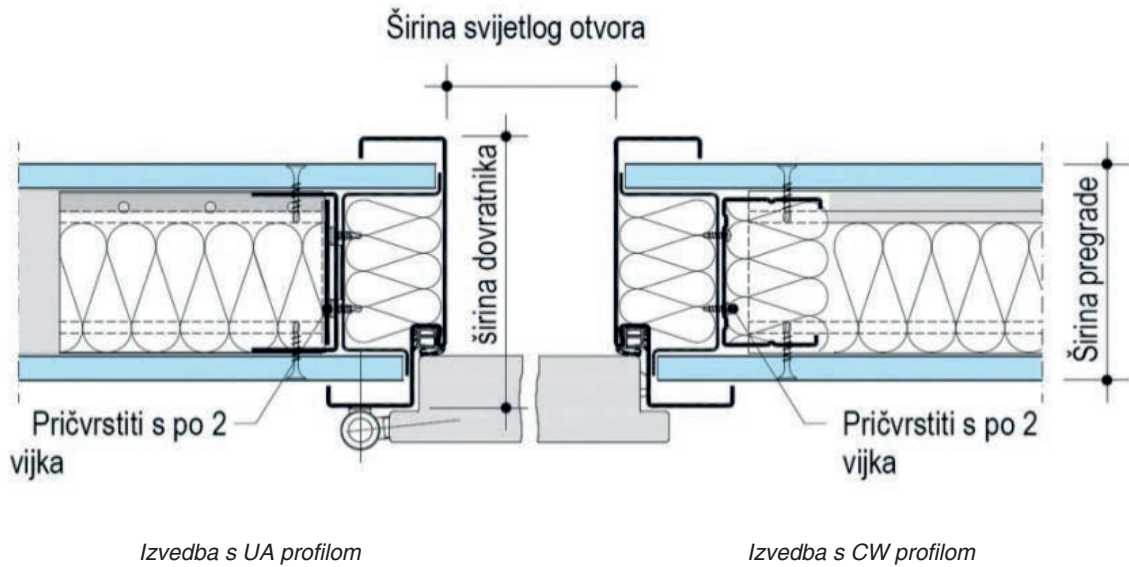


**Slika 2-50** Pregradni zid s jednostrukom metalnom potkonstrukcijom [99]

### 2.1.3.1 Vrata u pregradnom zidu

Metalni dovratnik je obuhvatni dovratnik izrađen od pocinčanog čeličnog lima debljine 1,5 mm, koji se koristi za vratna krila koja se otvaraju na lijevu i desnu stranu, težine do 65 kg. Proizvode se u više različitih širina koje odgovaraju širinama suhomontažnih pregrada.

Metalni dovratnik montira se istodobno s postavljanjem okomitih CW odnosno UA profila (*slika 2-51*).



**Slika 2-51** Primjer detalja ugradnje dovratnika u pregradni zid [91]

UW/CW profili se pričvršćuju blok-zakovicama na podne priključne profile. Podni priključni profili moraju se s desne i lijeve strane otvora vrata pričvrstiti tiplama za pod. Iznad otvora vrata ugrađuje se UW profil kao naslon za vrata.

Ploče se postavljaju tako da se fuga ne poklapa s rubom otvora, nego se gipskartonske ploče moraju izrezati (krojiti) oko otvora za vrata (slika 2-52).



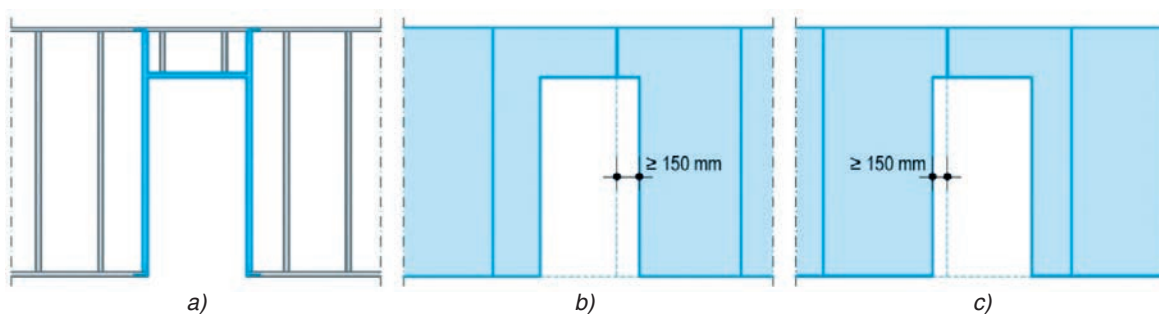
**Slika 2-52** Vrata u pregradnom zidu [114], [99]

Čelični dovratnici se mogu montirati i s UA profilima za ojačanje. Debljina lima je 2 mm, pričvršćuju se tiplama preko specijalnih kutnih priključaka na donji i gornji dio konstrukcije, a proizvode se za sve stan-

dardne debljine zida. Da bi se dovratnik čvrsto spojio s podom, UW profili moraju u području vrata imati slobodne krajeve. UA profili za ukrućivanje (ojačanje) imaju jedan ili dva reda uzdužnih prereza.

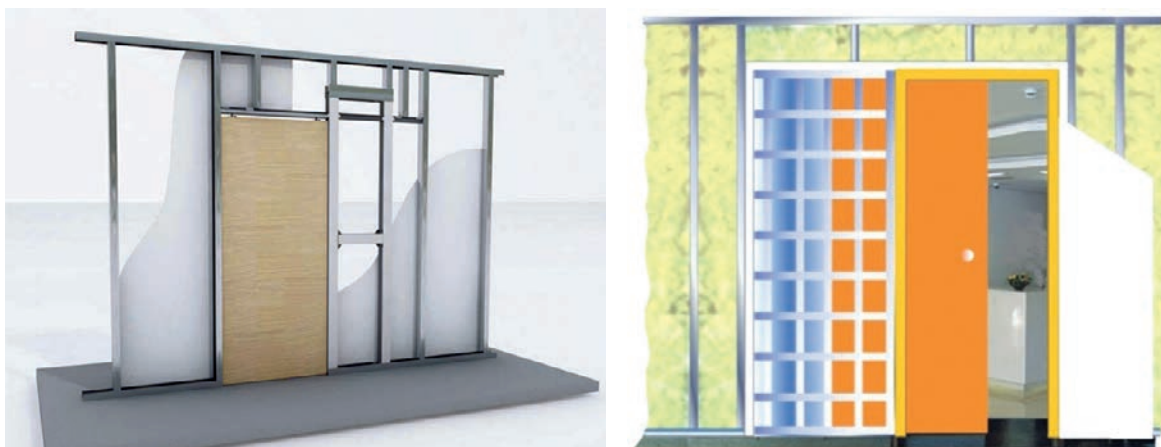
Nekada se zbog širine dovratnika postavlja dodatni CW profil i pričvršćuje za oblogu cijelom visinom zida.

Spojevi ploča obloge ne izvode se na okomitim profilima kojima se izrađuje otvor za vrata (slika 2-53).

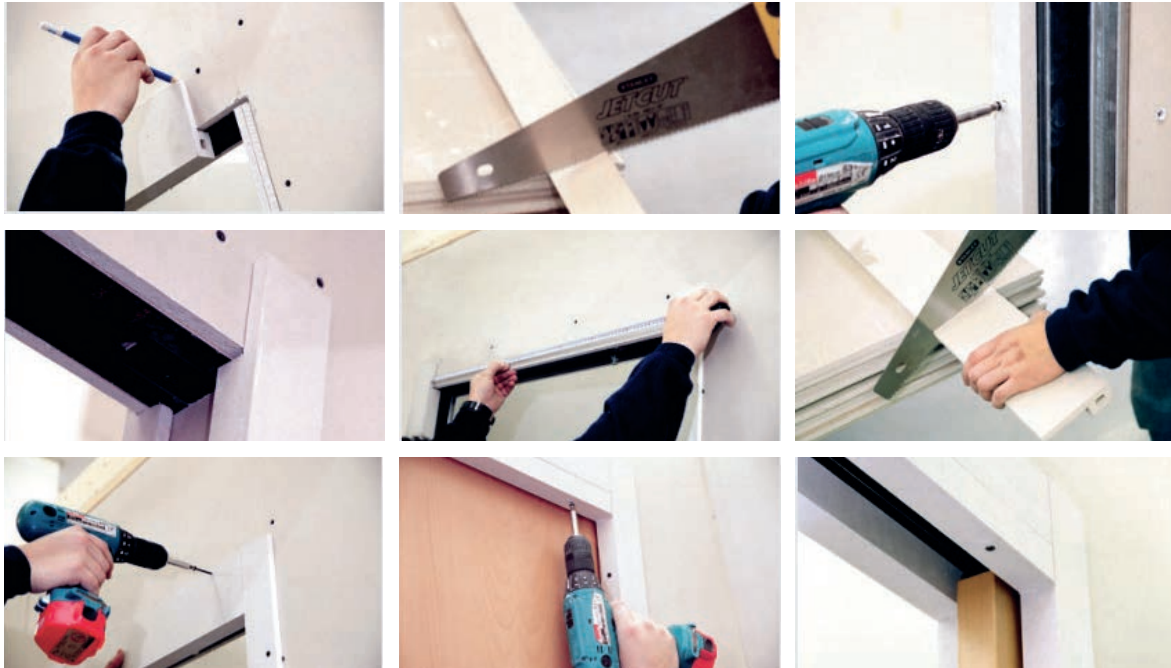


**Slika 2-53** Spojevi ploča obloge na okomitim profilima: **a)** potkonstrukcija s otvorom za vrata; **b)** obloga - strana zida 1; **c)** obloga - strana zida 2 [91]

Osim klasičnih vrata, postoji i sustav kliznih vrata koji se ugrađuje u standardne debljine zidova s potkonstrukcijom od 75 i 100 mm, kao i kazeta za klizna vrata, što podrazumijeva minimalnu debljinu zida od 100 mm, a debljina vratnog krila je najčešće od 40 do 65 mm (slike 2-54 i 2-55).



**Slika 2-54** Klizna vrata i kazeta za klizna vrata [91], [115]

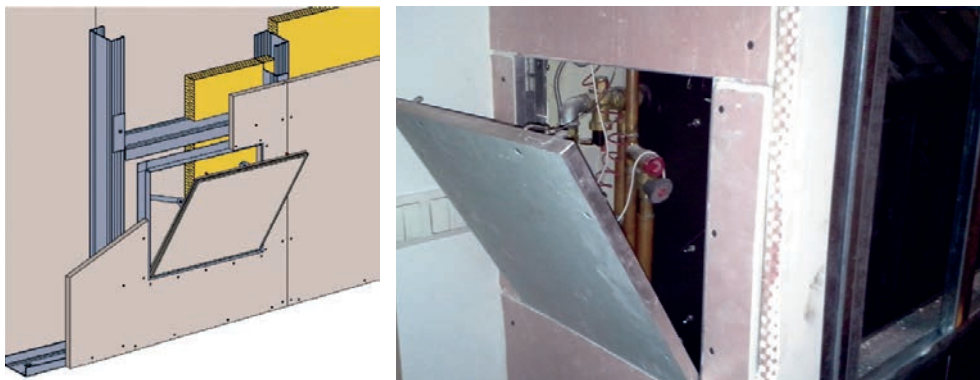


**Slika 2-55** Montaža dovratnika za klizna vrata [116]

### 2.1.3.2 Revizijski otvori u pregradnom zidu

Za ugradnju revizijskih otvora u pregradnim zidovima bitna je točna pozicija ugradnje, veličina otvora i smjer otvaranja te tip revizijskog poklopca obzirom na materijal (eloksirani lim s bravicom ili gipsana ploča u aluminijskom okviru bez vidljivog zatvarača).

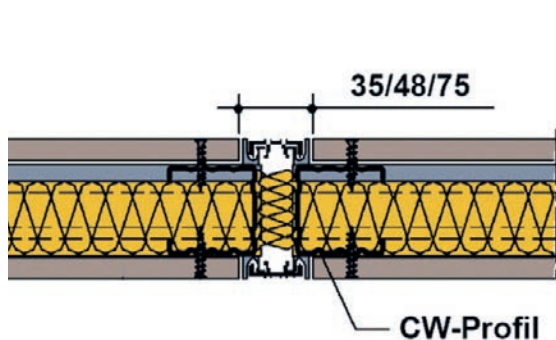
Posebno treba naglasiti izvedbu za protupožarne zidove, koja se razlikuje od standardne izvedbe revizijskih vrata (*slika 2-56*).



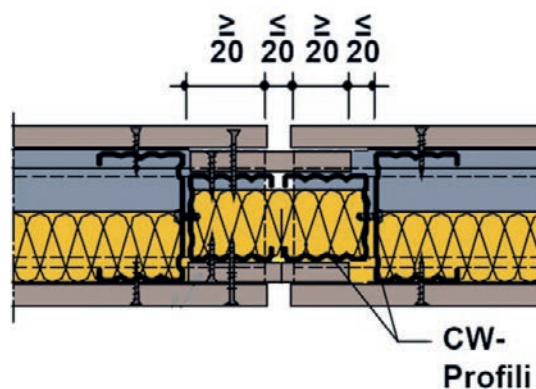
**Slika 2-56** Revizijski otvor u pregradnim zidovima [117], [118]

### 2.1.3.3 Dilatacijski spojevi u pregradnim zidovima

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 (slika 2-57). Posebno treba naglasiti izvedbu za protupožarne zidove, koja se razlikuje od standardnog dilatacijskog spoja (slika 2-58).



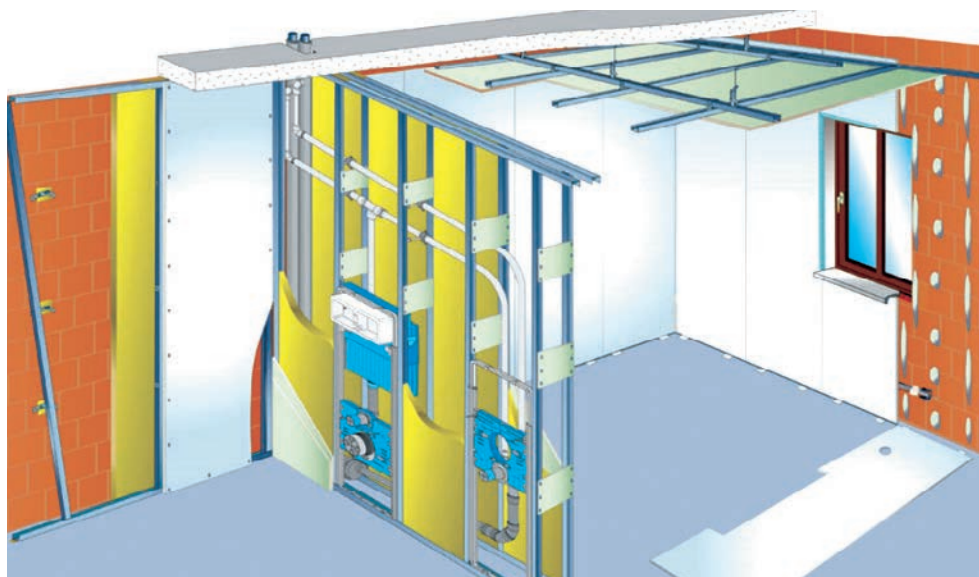
**Slika 2-57** Dilatacijski spoj u pregradnim zidovima s profilom za fugu [99]



**Slika 2-58** Dilatacijski spoj u protupožarnim pregradnim zidovima F30 [99]

### 2.1.3.4 Pregradni instalacijski zidovi

Pregradni instalacijski zid u međuprostoru može prihvatiti sve potrebne instalacijske vodove. Također se mogu pričvrstiti svi sanitarni uređaji (WC, umivaonik, bide...). Debljina zida ovisi o vrstama vodova koji prolaze kroz međuprostor zida i o elementima za ovjes sanitarija (npr. ugrađeni vodokotlić), kako prikazuje slika 2-59.



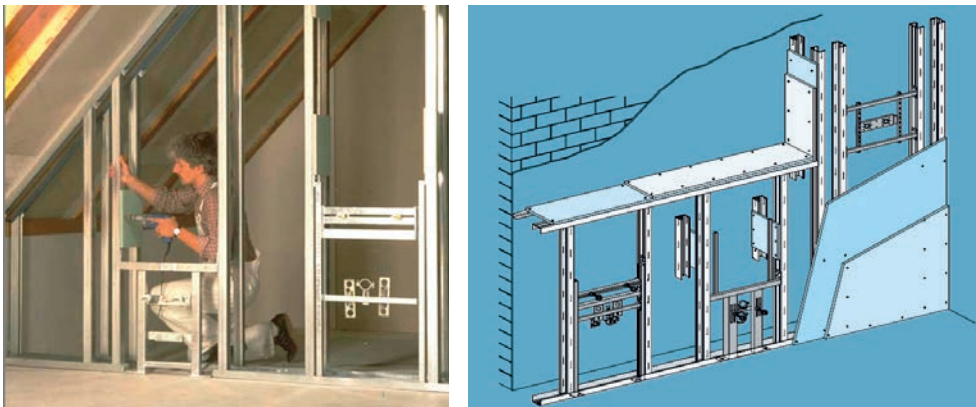
**Slika 2-59** Pregradni instalacijski zid [99]

Nosači od pocinčanog čelika omogućuju ovjes sanitarija. Ti nosači ugrađuju se prilikom montaže samog instalacijskog zida. Za lagane i srednje teške elemente upotrebljavaju se traverze koje se učvršćuju na okomite nosive CW profile na željenoj visini. Bojlere težine veće od 80 kg pričvršćuju se za posebnu potkonstrukciju od pocinčanih UA profila debljine 2 mm.

Za teža zidna opterećenja do 200 kg primjenjuju se posebni nosači koji se dodatno učvršćuju u pod. Time se omogućuje sigurna i jednostavna montaža instalacijskih vodova i ugradnja sanitarnih elemenata.

Nosivi elementi koje ugrađujemo u instalacijske zidove (slika 2-60):

- nosač za umivaonik
- nosač za pisoar
- nosač za WC / bide
- traverza za zidni kupaonski blok
- traverza za zidni sifon
- univerzalna traverza ovjes bojlera, rukohvata, podupirača, itd.



**Slika 2-60** Nosači od pocinčanog čelika kod pregradnog instalacijskog zida [117], [91]

Potkonstrukcija za instalacijski zid izvodi se tako da se najprije rubni UW/CW profili sa stražnje strane namažu brtvenim kitom ili prekriju trakom za brtvljenje te prikladnim tiplama i vijcima učvrste na omeđujuće dijelove građevine (slika 2-61).



**Slika 2-61** Potkonstrukcija za instalacijski zid s nosačima [119]



Pričvršćivanje za zid na minimalno je tri mjesta, u razmaku od 1 m. Za zid koji je masivan koristi se vijak, a za nemasivan zid upotrebljavaju se posebna učvršćujuća sredstva za taj građevinski materijal. Instalacijski zid se formira od dvostrukih, paralelno postavljenih CW profila od 50 mm i obostrano dvostruke obloge od impregniranih gipskartonskih ploča 2x12,5 mm. Na svakih 60 cm, na visinama od 90 cm i 180 cm učvršćuju se trake od gipskartonskih ploča koje povezuju dvije potkonstrukcije.

Prvi sloj ploča se učvršćuje vijcima dok je drugi sloj vijaka na međusobnom razmaku od 250 mm. Kako bi se kod masivnih zidova izbjegli radovi štemanja, instalacijski se vodovi mogu polagati na površinu zida. Ovim načinom instaliranja ne slabi se stabilnost zida i nema građevinskog otpada. Takve instalacije prekrivaju se vrlo jednostavno oblogom zida (slika 2-62).



**Slika 2-62** Instalacijski vodovi na površini zida izvedeni suhom gradnjom [120]

## 2.2 STROPNI SUSTAVI SUHE GRADNJE

Spušteni stropovi primjenjuju se kada se želi umanjiti visina prostora ili kada se žele sakriti konstrukcijski dijelovi i instalacijski vodovi koji se nalaze ispod masivnog stropa građevine. Imaju široku primjenu u uređenju interijera, a prednosti spuštenih stropova u odnosu na klasične 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 strop načelno se sastoji od:

- metalne ovješene konstrukcije
- gipskartonskih stropnih ploča

Prema vidljivosti potkonstrukcije razlikujemo:

- spuštene stropove s vidljivom potkonstrukcijom – metalna konstrukcija je vidljiva, ploče se umeću u raster između metalnih profila (slika 2-63)
- spuštene stropove s nevidljivom potkonstrukcijom – metalna konstrukcija je s donje strane zatvorena gipsanim pločama (slika 2-64).



**Slika 2-63** Spušteni strop s vidljivom potkonstrukcijom [121]



**Slika 2-64** Spušteni strop s nevidljivom potkonstrukcijom [122]

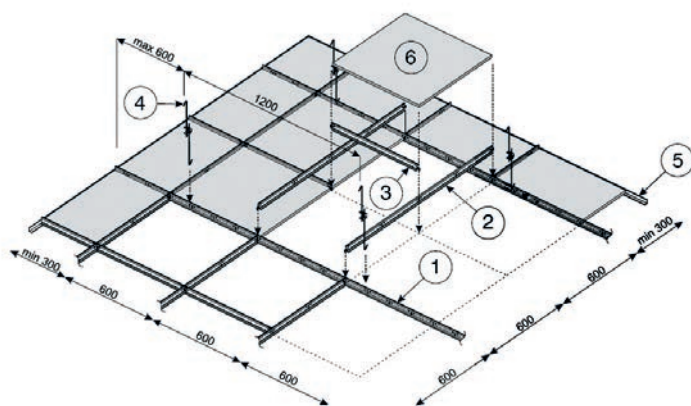
### **2.2.1 Spušteni stropovi s vidljivom potkonstrukcijom**

Spušteni stropovi s vidljivom potkonstrukcijom (modularni spuštteni stropovi) sastoje se od gipsanih i mineralnih ploča, najčešćih dimenzija 60x60 cm (postoje i 60x120, 30x120, 30x200, 62,5x62,5 cm i dr.), postavljenih na viseću pocinčanu ili aluminijsku potkonstrukciju. Potkonstrukcija može biti vidljiva i nevidljiva. Vidljiva potkonstrukcija je širine 15 ili 24 mm i najčešće je u bijeloj boji, iako može biti i u boji mesinga, kroma i drugim bojama. Ploče mogu imati ravan ili upušten rub. Ploče su demontažne, što znači da se jednostavno i u svakom trenutku mogu zamijeniti te omogućavaju jednostavan pristup prostoru iznad stropa (slika 2-65).



**Slika 2-65** Modularni spuštteni stropovi [123]

Ovisno o vrsti, odlikuju ih dobre akustične osobine, visoka refleksija svjetla, prikladne su za upotrebu na mjestima s većom vlažnošću, imaju odličnu otpornost na udarce, dugotrajnu vatrootpornost te i do deset godina garancije protiv uleknuća ploče.



1. Glavni nosač
2. Dugi poprečni nosač
3. Kratki poprečni nosač
4. Visilice
5. Rubni profil
6. Ploča

**Slika 2-66** Spušteni strop s vidljivom potkonstrukcijom [124]

Ploče mogu biti punoplošne ili s raznim tipovima perforacija. Metalni stropovi su izrađeni od pocinčanog čelika i završno obrađeni poliesterskom bojom u prahu, što im omogućava veliku dugotrajnost i jedinstvena akustična svojstva. Satinirana površina metalnih stropova daje im privlačno moderan, funkcionalan izgled.

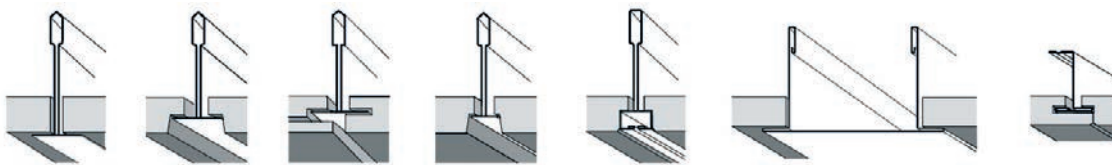
Izvođenje spuštenog stropa s vidljivom potkonstrukcijom (*slika 2-66*):

1. **Označavanje linije obodnog profila** – odredi se visina stropa i razina ruba uređajem za niveliranje (laserom) te zabilježi kredom. Minimalna visini prostora iznad stropa mora biti 10 cm.
2. **Montaža rubnog profila** – rubni profil se učvrsti na svakih maksimalno 40 cm korištenjem odgovarajućih pričvrstnih materijala.
3. **Montaža visilica** – odredi se mjesto gornjeg učvršćenja visilica (120x120 cm u osi) i one se učvrste vodeći računa o materijalu stropa i opterećenju koje će nositi. U gornje učvršćenje zakvači se beskonačni vijak i s donjom maticom napravi priprema za ovjesnu klipsu. Alternativno se koriste visilice sa zakrivljenom gornjom i donjom šipkom.
4. **Montaža glavnih i poprečnih nosača**
  - a) Ovjesna kvačica zakvači se na glavni nosač i klizne duž njega.
  - b) Ako su dimenzije sobe veće od dužine glavnog nosača, krajevi dvaju ili više glavnih nosača spoje se kvačicama, a spoj prema zidu oblikuje se rezanjem škarama.
  - c) Prvi rub ploče treba biti u skladu s pravcem poravnanja. Svi pravci moraju se poravnati s konopom ili laserom. Zatim se poravnaju svi glavni nosači i spoje se s visilicama.
  - d) Na svakih 60 cm spoji se poprečni nosač od 120 cm u proreze glavnog nosača i osigura se

od susjednih poprečnih nosača. Nakon toga namjeste se poprečni nosači od 60 cm u proreze nosača 120 cm, da se osigura raster 60x60 cm. Škarama se odrežu rubni poprečni nosači.

#### 5. Montaža ploča

- Ploče se namjeste na potkonstrukciju tako da se kroz nju dižu dijagonalno prema gore na ovjesni sistem (slika 2-67).
- Ako se želi učvrstiti ploču na mjestu, npr. radi protupožarnosti ili prolaska dima ili izbjegavanja tlaka zraka, moraju se montirati kvačice za pritiskanje ploče prema dolje.
- Rubove mineralnih ploča treba rezati i oblikovati oštrom nožem.



Slika 2-67 Osvjetni sistemi spušenog stropa s vidljivom potkonstrukcijom [124]

### 2.2.2 Spušteni stropovi s nevidljivom potkonstrukcijom

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

Primjenjuju se kad postoje protupožarni zahtjevi, kad je potrebna zaštita od požara odozdo i/ili odozgo, zaštita od požara u kombinaciji s međukatnom konstrukcijom prema HRN DIN 4102-4 (kategorije od I-III), kod zvučne zaštite i kad se zahtijeva sigurnost od udarca lopte.

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

Spušteni stropovi mogu biti oblikovani prema želji projektanta, na različite načine, a moguća je ugradnja rasvjetnih tijela, sustava vatrodajave, revizijskih otvora za kontrolu instalacija itd.

#### Spušteni stropovi s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije

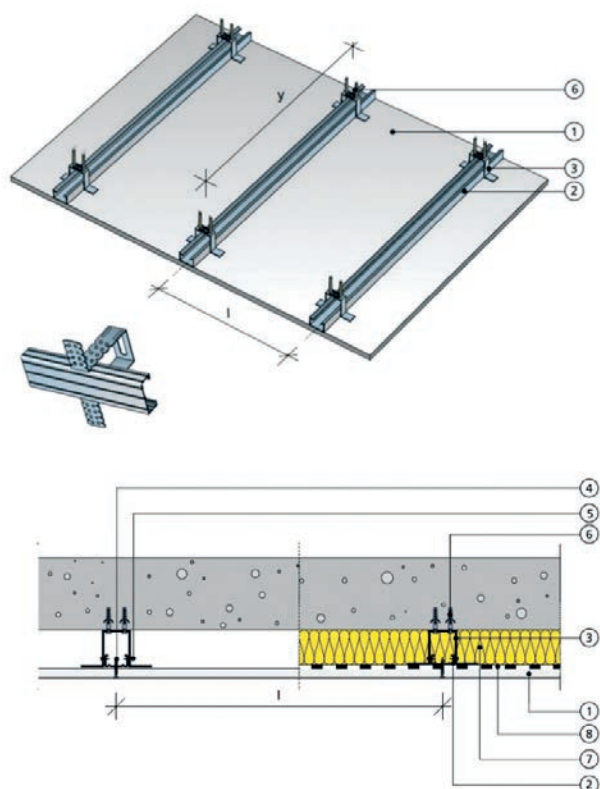
Gipsane stropne obloge s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije na strop služe uglavnom za dobivanje ravne i glatke površine spremne za daljnju završnu obradu. One se prije svega koriste za renoviranje oštećenih stropova, osim što se njima dobije stropna površina bez spojnica (fuga).

Na stropnoj konstrukciji treba najprije označiti točke pričvršćenja, a potom u bušotine utisnuti tiple preko kojih se učvršćuju direktni nosači. Potom se u na direktne nosače vješaju čelični profili, a ravnost provjerava libelom. Na kraju se samoureznim vijcima postavljaju gipskartonske ploče (slika 2-68).



**Slika 2-68** Izvedba spušenog stropa s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije [91]

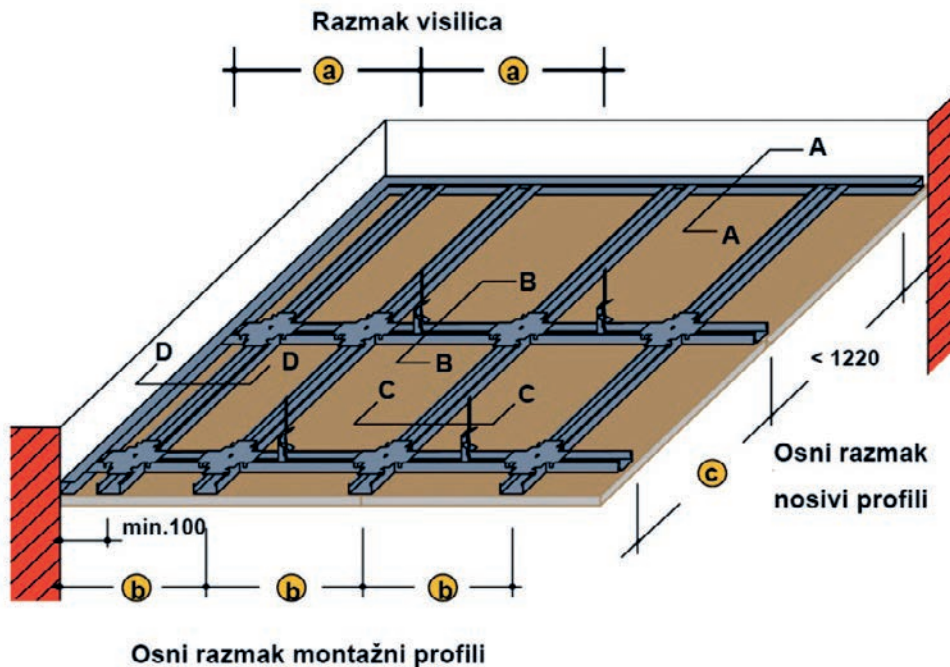
Spušteni strop s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije može imati različite mogućnosti direktnih ovjesa. Ako se izvodi spušteni strop s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije s toplinskom izolacijom između nosača, nužno je ugraditi parnu branu (slika 2-69).



1. Gipskartonska ploča
2. CD profil
3. Fleksibilni nosač CD profila
4. Vijak za gips kartonsku ploču
5. Vijak
6. Čelični zatvarač
7. Mineralna vuna
8. Parna brana, ako je potrebna

**Slika 2-69** Spušteni strop s direktnim pričvršćenjem potkonstrukcije [99]

## Spušteni stropovi s potkonstrukcijom u jednoj razini

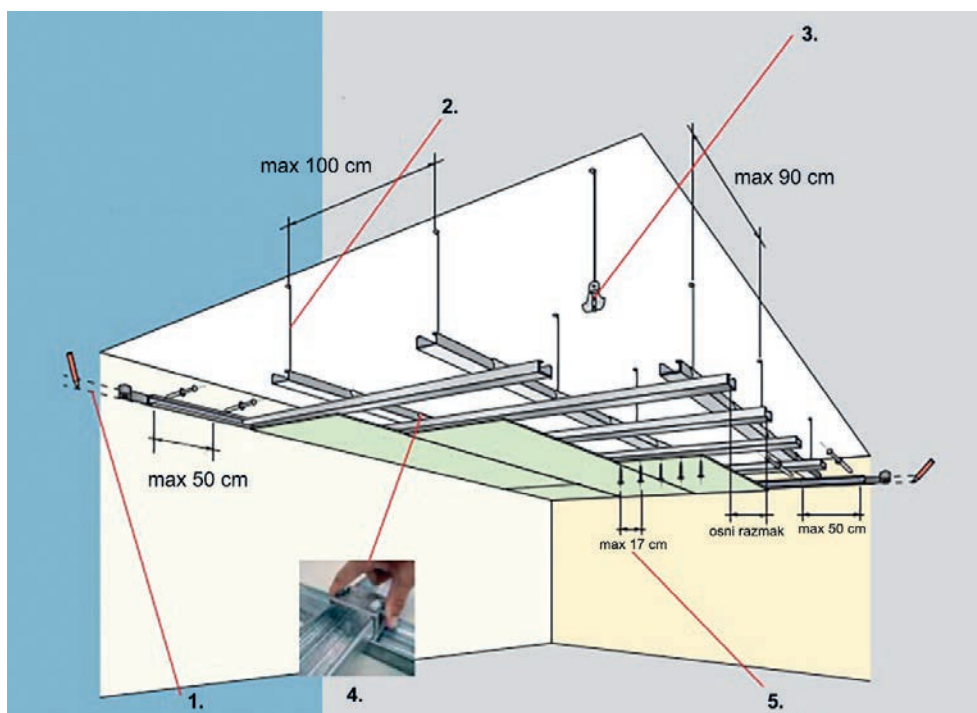


Slika 2-70 Metalna potkonstrukcija spuštenog stropa u istom nivou [91]

## Spušteni stropovi s potkonstrukcijom u dvije razine

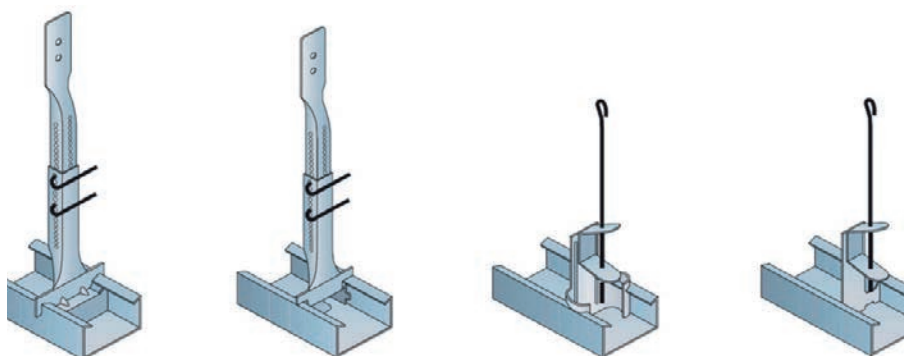
### Postupci izrade spuštenog stropa (slika 2-71)

- Po obodnim zidovima treba označiti visinu spuštanja stropa. UD profili se izrežu škarama za lim na potrebnu dužinu te se na njihovu zadnju stranu nalijepi brtvena traka. Zatim se profili učvrste na zid tiplama i vijcima na maks. međusobnoj udaljenosti od 50 cm.
- Prema vrsti međukatne konstrukcije, odabire se pribor za učvršćenje i ovjes te se adekvatnim vijcima učvrsti za nosivu međukatnu konstrukciju.
- Sidrena visilica se zatim postavlja na žicu. Noseći CD profil se ovjesi za sidrenu visilicu i vodoravno poravnava s UD profilom na bočnom zidu. Po potrebi se CD profili uzdužno povežu tipskim spojnicama (nastavcima za CD profil).
- Montažni stropni CD profili se povežu s nosivom konstrukcijom pomoću križnih spojnika koje se prethodno postave preko nosivog CD profila.
- Gipsane se ploče postave poprečno u odnosu na smjer montažnih profila i učvrste se samoureznim vijcima na međusobnom razmaku od najviše 17 cm. Poprečni spojevi između gipsanih ploča moraju biti odmaknuti najmanje 25 cm kako bi se izbjegli križni spojevi ploča. Ploče se ne smiju vijcima učvršćivati za obodne UD profile.



**Slika 2-71** Postupci izrade spušenog stropa [91]

Metalna potkonstrukcija se izrađuje iz nosivih i montažnih CD profila, koji se vješaju za masivni strop pomoću žica s ušicom i sidrenih ovjesa ili ovjesnim elementima (slika 2-72).

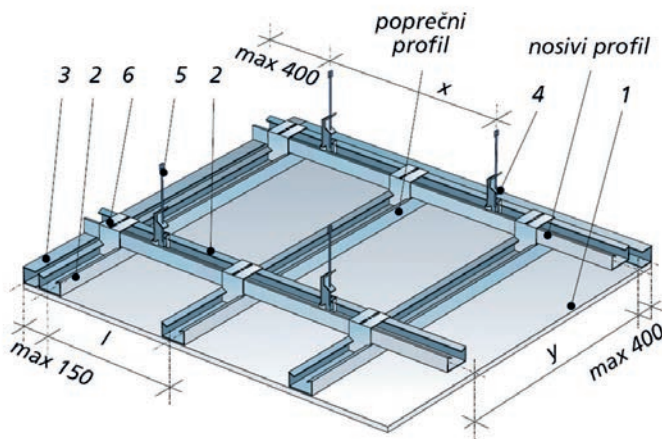


**Slika 2-72** Različite vrste ovjesa za spuštene stropove [99]

Postupak montaže je takav da se najprije UW profil s nalijepljenom brtvenom trakom pričvrsti udarnim tiplama na razmaku od min. 50 cm na obodne zidove, na željenoj visini stropa. Žica s ušicom pomoću metalnih se tipli pričvrsti na strop na razmaku od  $\leq 90$  cm. Brzi sidreni ovjes (postoji više vrsta, ovisno o potrebi) natakne se na žicu te se ovjes utakne u nosivi CD profil koji je na krajevima naslonjen iznad zidnog UD profila. Nakon toga postavljaju se poprečni profili tako da se utaknu u UD zidne profile, a

za nosive CD profile se pričvrste križnim spojnicama. Najveći dopušteni osni razmak nosivih CD profila je  $\leq 100$ , a dopušteni razmak poprečnih profila  $\leq 50$  cm. Potom slijedi pričvršćivanje gipskartonskih ploča u poprečne CD profile s namjenskim vijcima s razmakom  $\leq 17$  cm. Ploče moraju biti postavljene bez križnih spojeva.

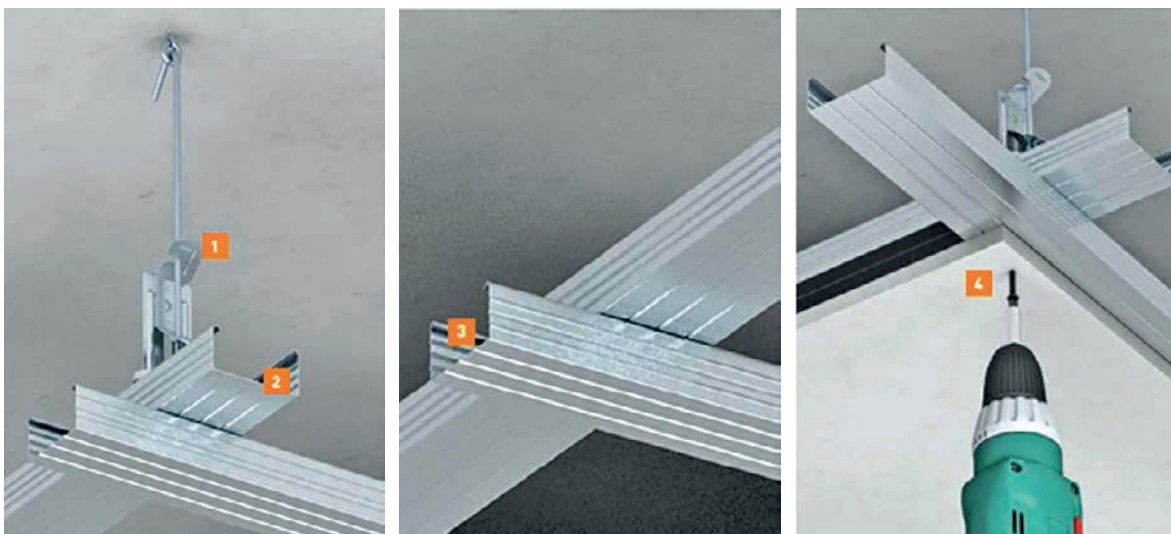
Postavljanjem izolacijskog sloja iz staklene ili kamene vune u stropni međuprostor jednostavno možemo poboljšati zvučnu i toplinsku izolaciju ukupne međukatne konstrukcije (slika 2-73).



1. Gipskartonska ploča
2. Profil CD
3. Fleksibilni nosač CD profila
4. Vijak za gipskartonsku ploču
5. Vijak
6. Čelični zatvarač

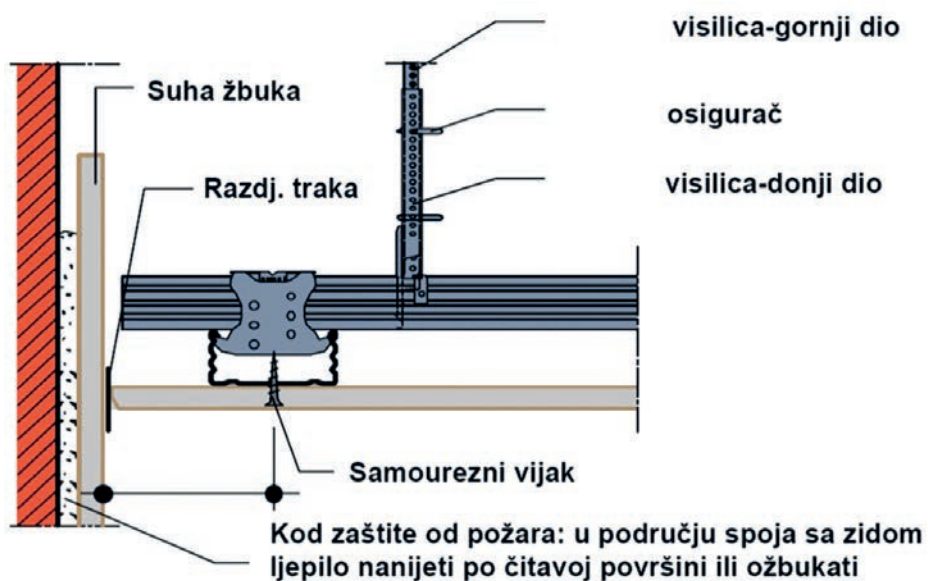
**Slika 2-73** Metalna potkonstrukcija spuštenog stropa u dva nivoa [99]

Spušteni strop može se izvoditi s dvostrukom metalnom potkonstrukcijom (nosivi profili i montažni profili u dvije razine), kao što prikazuje slika 2-74.

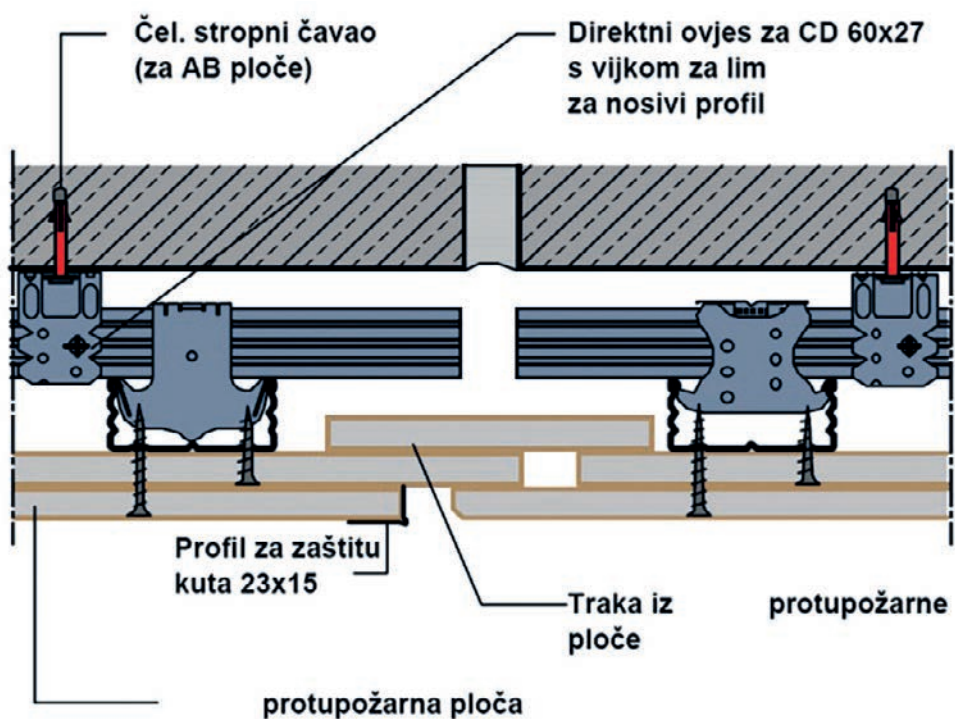


**Slika 2-74** Izvedba spušenog stropa s dvostrukom metalnom potkonstrukcijom [100]





*Slika 2-75 Metalna potkonstrukcija spušenog stropa u dvije razine - detalj*

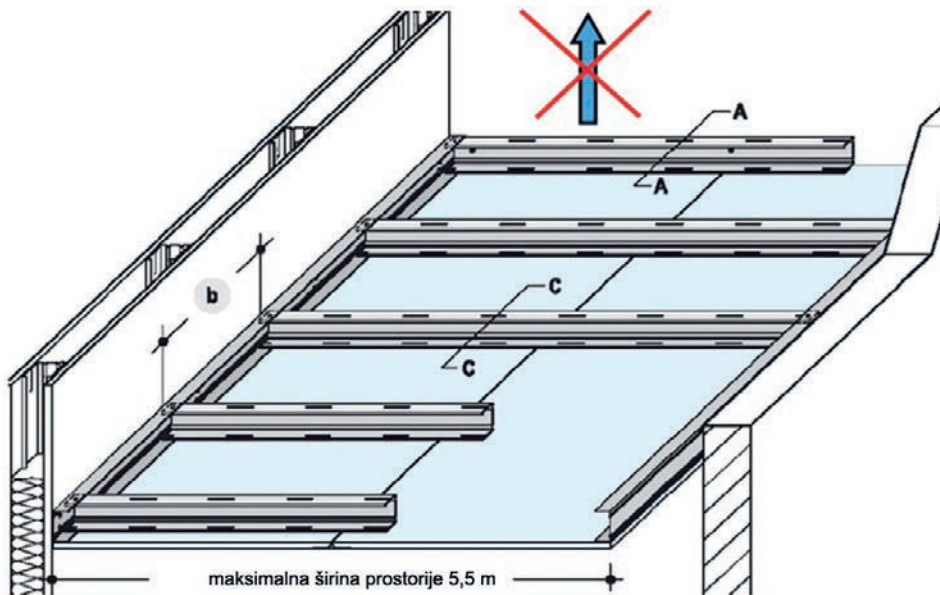


*Slika 2-76 Izvedba dilatacijskog spoja*

Dilatacijske fuge masivne građevine prenose se na konstrukciju gipsanog 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 2-76*).

### Samonosivi spušteni stropovi

Samonosivi spušteni stropovi postavljaju se kao spušteni stropovi isključivo pričvršćeni na zidove. Gipskartonske ploče se vijcima pričvršćuju na metalnu potkonstrukciju od CW/UW profila (*slika 2-77*). Dozvoljena je ugradnja ili montaža dodatnih tereta, kao npr. rasvjetnih tijela s najviše 10 kg po dvostrukom profilu, kao akustičkih stropova s maksimalnim plošnim opterećenjem od 15 kg/m<sup>2</sup>, odnosno maksimalnim točkastim opterećenjem od 10 kg pomoću odgovarajućih sredstava za pričvršćenje izravno na potkonstrukciju.



**Slika 2-77** Samonosivi spušteni stropovi [91]

U konstrukciju samonosivih stropova moraju biti preuzete dilatacijske fuge građevine. Kod dužina od 15 m ili znatno suženih površina stropova (npr. kod sužavanja zbog izbočenja zidova) treba postaviti dilatacijske sljubnice (fuge).

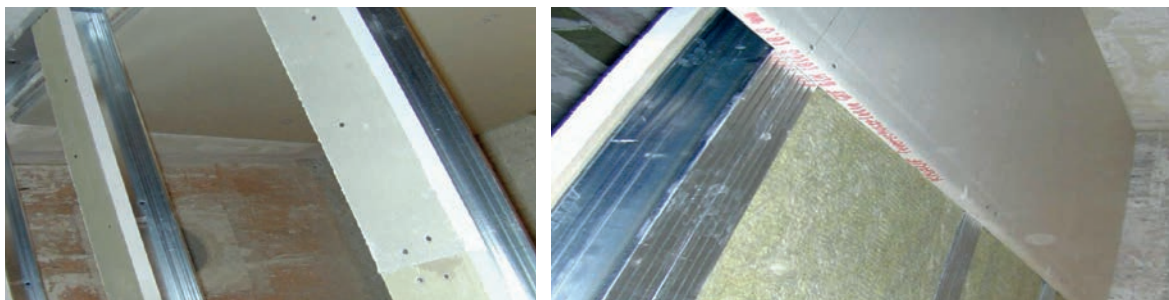
Spojeve ploča s građevnim elementima od drugih materijala, posebice sa stupovima, ili ugradbene dijelove izložene velikim termičkim naprezanjima (ugradbene svjetiljke) potrebno je razdvojiti, primjerice pomično izvesti sa skrivenim fugama.

Tvornička zaštita od korozije nanosena na profile za unutarnje prostore, uključujući kupaonice i kuhinje, u domaćinstvima je dostatna. U drugim područjima, npr. pod utjecajem vanjskog zraka, potrebne su dodatne mjere zaštite od korozije (*slika 2-78*).



**Slika 2-78** Samonosivi spuštteni strop [38]

Samonosivi protupožarni spuštteni strop protupožarne izvedbe F30 za obostranu zaštitu od požara podrazumijeva montažu dvostrukih CW profila međusobno učvršćenih vijcima s razmakom potkonstrukcije od 62,5 cm i pokrivne trake iz ploče od 25 mm (slika 2-79).



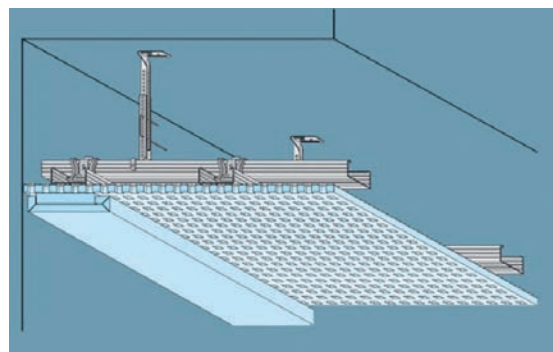
**Slika 2-79** Samonosivi protupožarni spuštteni strop [38]

## Akustični stropovi

Gipskartonski stropni sistemi kao stropna obloga ili spuštteni strop s perforiranim pločama izvode se kao akustični stropovi (slike 2-80 do 2-82).

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 2-80** Gipskartonski stropni sistemi [91]



**Slika 2-81** Perforirane i užljebljene akustične ploče [125]



**Slika 2-82** Akustični stropovi [121]

### **Protupožarni spuštene stropovi**

Protupožarni spuštene 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 spuštene stropova s potkonstrukcijom od trapeznog lima ( $t > 0,7\text{mm}$ ) vatrootporne se ploče pričvršćuju direktno ili na montažne profile.

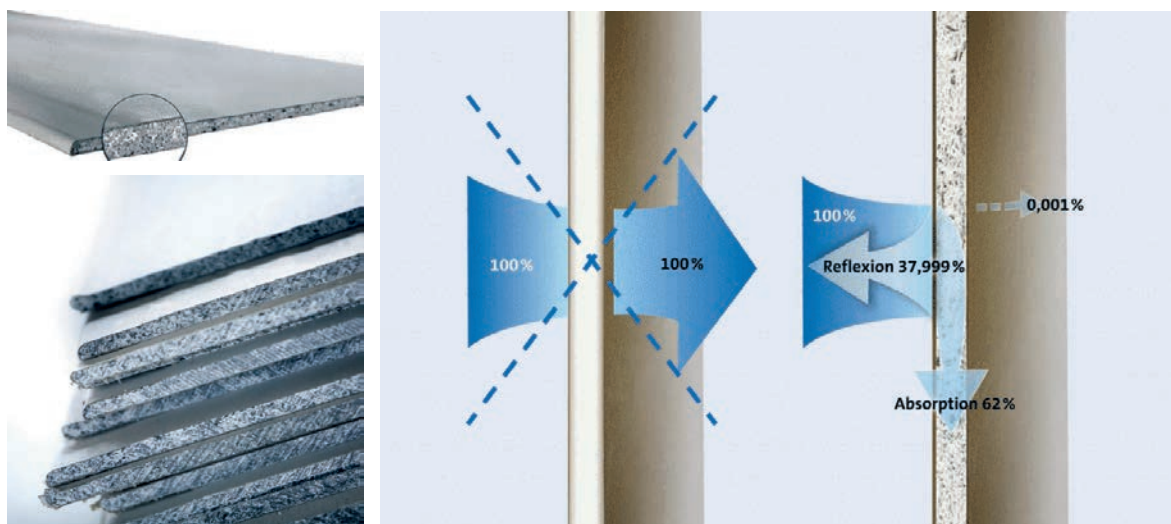
### **Spuštene stropovi s klima-sustavom**

U novije vrijeme na tržištu su se uz spuštene stropove pojavili ugradivi sustavi stropnog grijanja i/ili hlađenja. Ti moderni sustavi 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  $1^{\circ}\text{C}$ ).

Ploče za klima-sustav su kompatibilne sa sustavima proizvođača te se njihovom upotrebom zbog odlične toplinske provodljivosti (manje od 0,5 W/mK) smanjuju gubici sustava, a ujedno se smanjuje i potreban broj grijaćih tijela, i to za 30-ak posto. Usporedbe radi, toplinska provodljivost obične gipskartonske ploče je samo 0,2 W/mK.

Gipskartonska ploča za klima-sustave u svojoj jezgri sadrži **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...), kao, primjerice, na *slici 2-83*.

Grafitne granule se u procesu proizvodnje ploča dodaju u gipsanu jezgru te je kao rezultat nastala homogena ploča. Smanjenje težine grafita ne utječe na njegova fizikalna svojstva. Prirodni grafit je neškodljiv za ljudsko zdravlje, dobar je vodič topline električne energije i negoriv je.



**Slika 2-83** Gipskartonska ploča za klima-sustave te za izradu sustava zaštite od elektromagnetskog zračenja [99], [126], [127]

Prednosti spuštenih stropova s klima-sustavom (*slika 2-84*):

- 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 2-84** Klima-strop [99], [128]

### Spušteni strop u više razina

*Slika 2-85* prikazuje spuštene strop u više razina.

### Ovjes tereta na spuštene strop

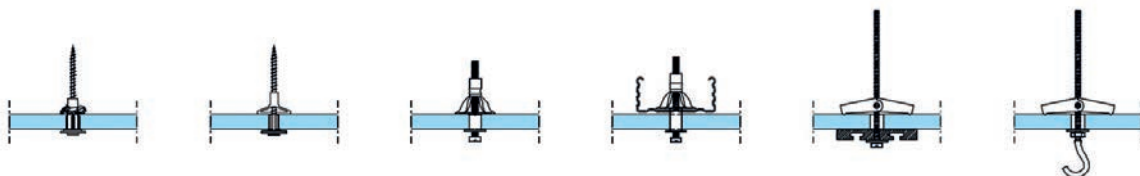
Rasvjetna tijela, zavjese i sl. pričvršćuju se s univerzalnim pričvršnicama (tiplama) ili metalnim opružnim tiplama za spuštene stropove. Pojedini tereti koji se pričvršćuju neposredno na gipsanu ploču ne smiju biti teži od 0,06 kN / po rasponu ploče i dužnom metru.

Teži predmeti smatraju se dodatnim teretima i potrebno ih je uključiti u proračun jediničnih težina spuštenih stropova ako ih nosi potkonstrukcija spuštenog stropa.



**Slika 2-85** Spušteni strop u više razina [129]

Kod vrlo teških tereta prijeko je potrebno pričvršćivanje na međukatnoj konstrukciji. Kod protupožarnih zahtjeva nije dopušten ovjes dodatnih tereta za spuštene strop. Svi tereti u tom se slučaju obavezno trebaju pričvrstiti za međukatnu konstrukciju, odnosno za osnovni nosivi strop (*slika 2-86*).



**Slika 2-86** Ovjes tereta na spuštene strop [91]

## 2.3 OBLAGANJE POKROVLJA SUHOM GRADNjom

Gradnja i uređenje potkrovlja radi kompleksnih zahtjeva koji podrazumijevaju i racionalno iskorištenje prostora predstavlja spoj raznih građevinskih sustava. Prije uređenja potkrovlja potrebno je provjeriti stanje svih nosivih dijelova krovne konstrukcije i stanje sustava. Preduvjet za formiranje potkrovlja je zdrava konstrukcija krovništa, kvalitetan krovni pokrov i ventilirani sustav krovnih slojeva, a sve kako je opisano u “Priručniku za trenere krovopokrivača”.

Prednosti izvedbe potkrovlja suhom gradnjom (slika 2-87):

- 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



Slika 2-87 Oblaganje potkrovlja suhom gradnjom [130]

### 2.3.1 Izolacija krova

Dobro izveden krov sa svim detaljima uvjet je dugotrajnosti svih elemenata krovne konstrukcije, a ujedno i uvjet ugodnosti boravka i kvalitete života ljudi koji borave u prostoru zgrade. Da bi krov dobro funkcionirao, potrebno je izvesti kvalitetni spoj sa zidom, a to je gornji završetak ETICS sustava (spoj krova i zida). Ventilirani krov je krov u kojem je omogućeno prirodno strujanje zraka ispod krovnog pokrova (crijepa i sl.), tj. između tzv. sekundarnog pokrova i samog pokrova.

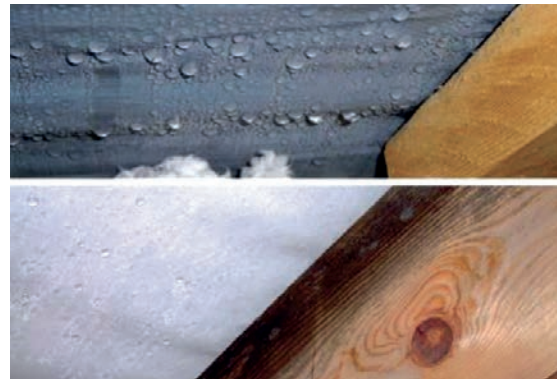
Sekundarni pokrov ovdje podrazumijeva paropropusni, a istodobno vodonepropusni sloj koji se nalazi ispod pokrova. On sprečava da eventualni prodor oborinskih voda kroz pokrov prođe u dublje slojeve krova, pa se ta voda spušta po njemu do najniže točke krova – okapnice, gdje istječe (okapava). Sekundarni je pokrov istodobno paropropusan, što omogućuje isušivanje eventualno kondenzirane vodene pare u slojevima toplinske izolacije.

Sekundarni pokrovi obično su **samonosive krovne folije (paropropusno-vodonepropusne folije) s daščanom podlogom ili bez nje**, koje imaju dovoljnu vlačnu čvrstoću, otpornost na paranje i niski otpor difuziji vodene pare ( $S_d$  – vrijednost  $S_d < 0,5$  m), kao i vodonepropusnost. Usto moraju biti i UV stabilne te razreda reakcije na požar B ili boljeg.

Iako se tradicionalno kao sekundarni pokrov u prošlosti postavljala i bitumenska ljepenka ili u nekim slučajevima razne vrste PE folija, DANAS SE NJIHOVA PRIMJENA NE PREPORUČUJE zbog toga jer se one ponašaju kao parne brane (imaju visok otpor prema difuziji vodene pare,  $S_d$  vrijednost). Zbog tog visokog otpora prema difuziji vodene pare može se dogoditi da zapravo one uzrokuju građevinsku štetu uslijed kondenzacije vodene pare.

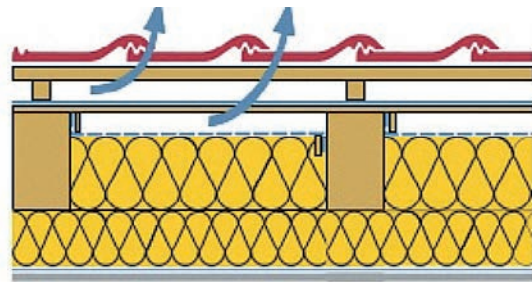


**Slika 2-88** Primjer bitumenske ljepenke na krovu - izbjegavati [72]



**Slika 2-89** Primjer kondenzacije vodene pare na neprikladno odabranoj krovnoj foliji drvenog krovišta [73]

Ako se ipak izvodi krov s bitumenskom ljepenkom kao sekundarnim pokrovom ili pak obnavlja postojeći koji ima bitumensku ljepenku kao sekundarni pokrov, potrebno je izvesti ventilirajući sloj zraka između daščane oplata i toplinske izolacije (slika 2-90). Ovaj zračni sloj formira se tako da se između rogova napne paropropusno-vodonepropusna folija s najmanje 4-5 cm odmaka od drvene oplata. Sloj toplinske izolacije između pritom je manje debljine (kako bi se osigurao zračni sloj) i potrebno je izvesti dodatni sloj toplinske izolacije s donje strane krova (slika 2-90).



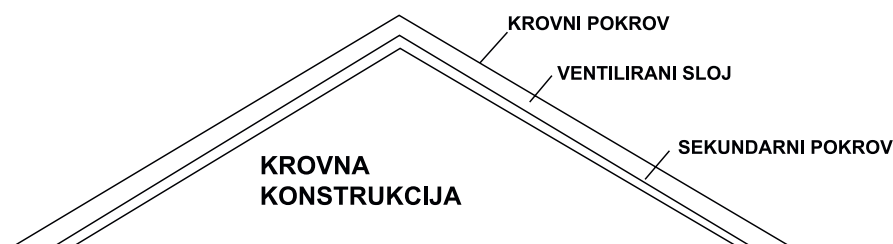
**Slika 2-90** Primjer ventilacije u slučaju izvođenja krova s bitumenskom ljepenkom kao sekundarnim pokrovom

Ako se kao sekundarni pokrov koriste proizvodi od polietilena (PE), koji je zbog male čvrstoće dodatno armiran, onda se preporučuju mehaničkim putem kako bi se dobila određena paropropusnost, ali zbog vodonepropusnosti promjer otvora pritom ne smije biti prevelik.

Zbog perforacija, ove folije se ne smiju stavljati na daščane oplata jer bi na mjestima dodira s oplatom moglo doći do prolaza vode. Jednako tako, paronepropusnost ( $S_d > 0,5$ ) zahtijeva zračni sloj za ventiliranje toplinske izolacije, što ograničava ugradnju PE folija direktno na toplinsku izolaciju. Preporuka je da se PE folije koriste kao sekundarni krov za zaštitu neuređenih (nestambenih) potkrovlja bez toplinske izolacije, pri čemu se postavljaju direktno na rogove. Postavljanje je jednostavno i ne zahtjeva mnogo vremena. **Niska cijena PE folija razlog je i njihove najčešće primjene, ali, na žalost, u neprimjerene svrhe, što može rezultirati velikim štetama.**

**Strujanje** se ostvaruje odmicanjem pokrova (zajedno s letvama na kojima leži) od sekundarnog pokrova s istodobnim omogućavanjem ulaza zraka na okapnici (na donjem rubu krovne plohe kod žlijeba) te izlaza zraka pri vrhu krovnih ploha, tj. na sljemenu krova.





**Slika 2-91** Položaj osnovnih dijelova ventilirajućeg krova [131]

**Visina ventiliranog sloja** ovisi o nagibu krovne plohe i dužini roga, veća je što je nagib krovne plohe manji, a rogovi duži, te varira od 3 do 30 cm i više. Minimalna preporučena visina u našim krajevima iznosi 5 cm.

### 2.3.1.1 Funkcioniranje ventiliranog krova

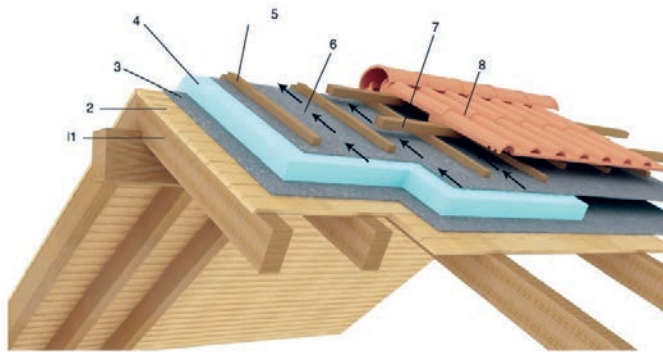
Ljeti temperature zraka mjerene neposredno ispod pokrova dosežu do 100°C. Pokrov akumulira (sakuplja) toplinu i predaje ju u okolinu - potkrovlje. Prirodno strujanje zraka (propuh) u ventilirajućem sloju krova izbacuje stalno taj višak topline izvan potkrovlja. Kod sanacije postojećih krovova, nakon izvedbe ventiliranog krova, u usporedbi s prethodnim stanjem, običnim tavanskim prostorom koji ima samo letve i pokrov, a bez dodatne ugradnje bilo kakvih toplinskih izolacija, temperatura zraka u potkrovlju ljeti će se ljeta sniziti za 5 do 10°C.

Toplinske izolacije stambenih potkrovlja funkcioniraju samo onda kada su potpuno suhe. Tijekom zimskog (vlažnog) razdoblja povećano je upijanje vlage iz zraka u toplinsku izolaciju, pokrov i drvene elemente krova. Prirodno strujanje zraka u ventiliranim krovovima stalno isušuje toplinsku izolaciju izbacivanjem vlage iz prostora ispod crijeva te tako sprečava hvatanje vlage, kondenzaciju i stvaranje leda s donje strane pokrova, na slojevima HI, kao i na svim površinama drvene konstrukcije krova [132].



**Slika 2-92** Primjer vlažnog i trulog drvenog krova [133]

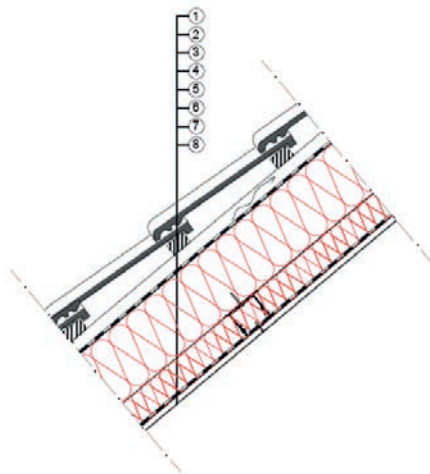
Izvedbom ventiliranog krova uz pravilnu primjenu svih njegovih elemenata (*slika 2-93* – nosiva konstrukcija, pokrov, građevna limarija, toplinska izolacija, parna brana, paropropusno-vodonepropusna folija i sl.) te uz stručno rješenje svih detalja, trajanje konstrukcije i svih materijala se znatno produljuje, potkrovlje ostaje suho i toplo, a život u njemu ugodan i zdrav.



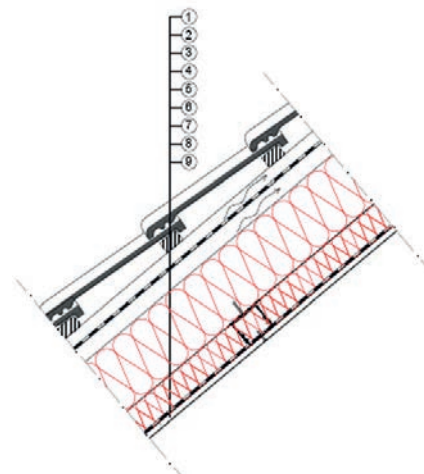
1. Drveni rogovi
2. Daske
3. Folija
4. Izolacija
5. Kontraletve
6. Folija
7. Letve
8. Crijep

**Slika 2-93** Ventilirani krov s vidljivom konstrukcijom [134]

Postoje dvije vrste ventiliranih krovišta: jednostruko i dvostruko ventilirano krovište (*slika 2-94*), o čemu ovise izvedba detalja te presjeci navedenih krovišta.



1. Primarni pokrov
2. Kontraletva
3. Ventilirani sloj zraka između letvi
4. Paropropusna i vodonepropusna folija
5. Toplinska izolacija (npr. između rogova)
6. Dodatna toplinska izolacija ispod rogova
7. Parna brana
8. Stropna obloga



1. Primarni pokrov
2. Kontraletva
3. Ventilirani sloj zraka između letvi
4. Paropropusna i vodonepropusna folija
5. Ventilirani sloj zraka između greda
6. Toplinska izolacija (npr. između rogova)
7. Dodatna toplinska izolacija ispod rogova
8. Parna brana
9. Stropna obloga

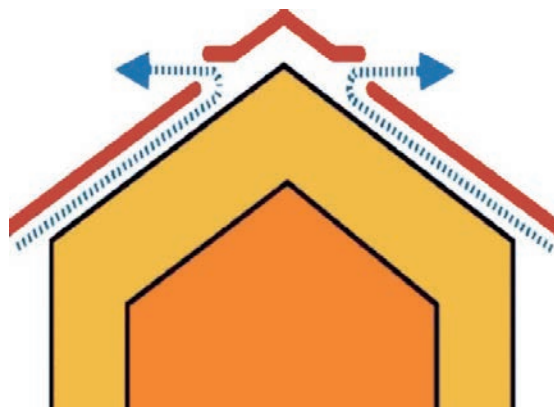
**Slika 2-94** Usporedba JEDNOstruko i DVOstruko ventiliranog krova u presjeku [135]

Ventilirajući se sloj u jednostrukom ventiliranom krovu nalazi iznad paropropusne folije od sljemena do okapnice kao provjetravanje (slika 2-94). Takav prostor dobiva se uzdužnim (kontra) letvama koje čavlima pričvršćujemo za rogove. Visina kontraletvi može iznositi od 25 do 50 mm.

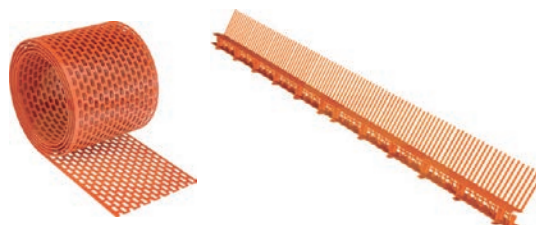
Deblje kontraletve povećavaju zračni prostor i time omogućavaju efikasnije odvođenje vlage [136]. Za dobro ventiliranje treba osigurati odgovarajući ulaz za zrak kod okapnice i izlaz na sljemenu (slika 2-95).

Ulaz za zrak kod okapnice zatvara se pomoću mrežice ili češlja, čiji je zadatak zaštita od ulaska ptica i ostalih životinja (slika 2-96).

Slika 2-97 prikazuje oštećenje toplinske izolacije i sekundarnog pokrova zbog ulaska životinja u slojeve krova. Ova mrežica, koja zbog svoje uloge najčešće nosi naziv traka-zračnik, ima velik ulazni presjek koji je jednak presjeku ventilirajućeg sloja, tako da gotovo uvijek zadovoljava postavljene uvjete.



**Slika 2-95** Strujanje zraka od okapnice do izlaza na sljemenu [132]



**Slika 2-96** Traka za provjetravanje i ventilacijski češalj [137]



**Slika 2-97** Oštećenje toplinske izolacije zbog glodavaca [138]

Dvostruko ventilirani krovovi imaju dva ventilirana sloja. Drugi sloj se nalazi između rogova, a iznad sloja toplinske izolacije, koja je u tom slučaju niža od rogova. Služi za ventilaciju pare iz unutrašnjosti potkrovlja koja kontrolirano prolazi kroz sloj parne zapreke koja se u tom slučaju koristi umjesto parne brane.

Debljina izolacije zavisi od propisanog koeficijenta prolaska topline, što je utvrđeno tehničkim propisom. Kao toplinskoizolacijski materijal koriste se mineralna vuna, ploče ekspaniranog polistirena (stiropora), ploče tvrde poliuretanske pjene i kombi-ploče, koje na toplinskom izolatoru imaju drvocementni sloj pogodan za nanošenje žbuke.

Bez obzira na vrstu konstrukcije, toplinska izolacija mora biti dovoljne debljine, koeficijent prolaska topline (U-vrijednost) za cijeli krov mora biti manji od maksimalno dopuštene vrijednosti definirane u tehničkom propisu. Što je sloj kamene vune deblji, izrazitije je i akumuliranje topline. Pritom u kamenu vunu ne smije prodrijeti para iz stana ni kiša s krova.

Obloga potkrovlja učvršćuje na drvenu (*slika 2-98*) i metalnu potkonstrukciju (*slika 2-99*), 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.



1. Mineralna vuna
2. Drvena letva u krovnoj kosini
3. Drugi sloj mineralne vune
4. Drvena letva
5. Gipskartonske ploče
6. Gipsvlaknaste ploče
7. Slojevi suhog estriha

**Slika 2-98** Obloga potkrovlja na drvenoj potkonstrukciji [91]



1. Mineralna vuna
2. Metalni direktni nosač
3. CD profil
4. Drugi sloj mineralne vune
5. Para brana
6. Gipskartonske ploče
7. Gipsvlaknaste ploče
8. Slojevi suhog estriha

**Slika 2-99** Obloga potkrovlja na metalnoj potkonstrukciji [91]

### 2.3.2 Postupak oblaganja potkrovlja

Mineralna vuna potrebne debljine postavi se između krovnih rogova. S donje strane rogova preporučuje se postaviti dodatni sloj toplinske izolacije (preko rogova i preko izolacije postavljene između rogova) kako bi se umanjio toplinski most koji bi se inače javio na mjestima rogova.

Tim dodatnim slojem izolacije nastoji se izjednačiti toplinska zaštita na mjestima gdje su rogovi s onim mjestima gdje se nalazi mineralna vuna između rogova (mineralna vuna je oko tri puta bolji toplinski izolator od drveta).

*Slika 2-100* prikazuje postupak ugradnje toplinske izolacije od mineralne vune između i ispod rogova. Pri tome je potrebno pridržavati se svih principa toplinske izolacije koji su navedeni u tekstu o zrakonepropusnosti vanjske ovojnice i toplinskim mostovima te probojima krova.



1) Prije ugradnje toplinske izolacije, za krov koji se ventilira, potrebno je s gornje strane rogova, postaviti paropropusnu-vodonepropusnu foliju (izravno preko rogova ili preko razmaknutog podašćanja, kao na slici) i u rogove upustiti na rogove sidrene ankere za postavljanje CD profila.



2) Ploče kamene vune treba izrezati za 0,5-1 cm šire od razmaka rogova.



3) Ploče kamene vune, ugraditi tijesno između rogova, jednu do druge.



4) Staklenom vunom prekriti rogove i kamenu vunu utiskivanjem preko sidrenih ankera, zatim fiksirati CD profile na ankere, preko staklene vune.



5) Pametnu parnu branu postaviti preko CD profila, s preklopom od 10-15 cm.



6) Spojeve aktivne parne brane u potpunosti zabrtviti posebnom ljepljivom trakom.



7) Krovnu kosinu obložiti gipskartonskim pločama. Završna obrada u skladu je s namjenom prostora i u svemu prema uputama proizvođača **gipskartonskih ploča**.

**Slika 2-100** Postupak postavljanja toplinske između i ispod rogova [139]

Nakon postavljanja mineralne vune preko profila se postavlja parna brana, koju je potrebno izuzetno pažljivo i precizno zabrtviti, to jest ljepljivom trakom polijepiti spojeve brane, zabrtviti sve prodore struje, instalacija, rasvjete i posebno pripaziti na spoj brane s obodnim zidovima, koji treba zalijepiti za okolne zidove posebnim ljepljivom. Preklop treba biti oko 15 cm, *slika 2-101*.



**Slika 2-101** Lijepljenje parne brane i brtvljenje prodora [81]

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 kompliciranijom ugradnjom. Ako se EPS ipak koristi kao izolacija između rogova, onda se obavezno koriste specijalni proizvodi od EPS-a s perforacijama (omogućuje difuziju), *slika 2-102*. Pri ugradnji ovakvih proizvoda u drvena krovništa **IZNIMNU** pozornost treba posvetiti problematici moguće kondenzacije vodene pare i sastav građevnih dijelova mora se potvrditi s projektantom građevinske fizike.



**Slika 2-102** Specijalni proizvodi od EPS-a za izolaciju između rogova [140]

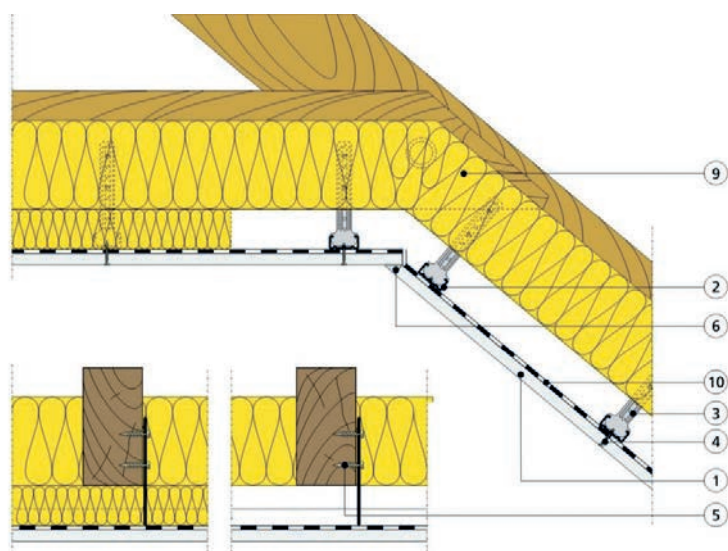
Ako se u slojevima krova koriste reflektirajuće folije (*slika 2-103*), posebno treba voditi računa o minimiziranju kontakta između takve folije i ostatka krovne konstrukcije. Ovo je naročito bitno s obzirom na to da takvi proizvodi smanjuju prolazak topline iz grijanog prostora u vanjski prostor na 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.



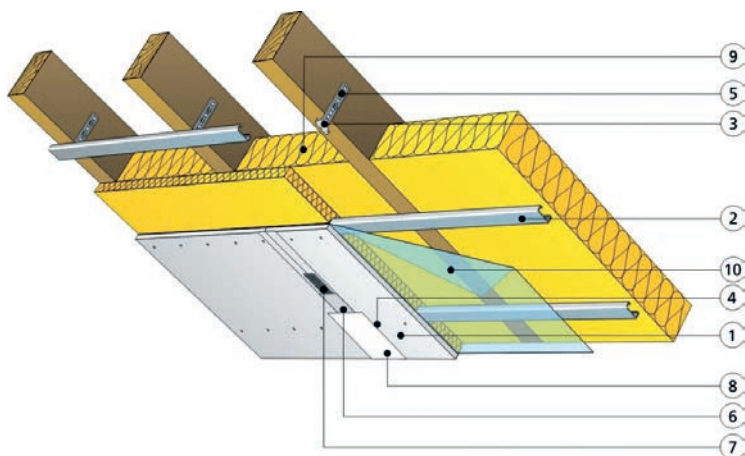
**Slika 2-103** Primjer krovišta obloženog reflektirajućom folijom [140]



Gipsane ploče debljine 12,5 mm ili deblje učvrste se kroz ploče u CD profile samoureznim vijcima na razmaku od najviše 17 cm. 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 2-104).



1. Gipsana ploča
2. CD profil
3. Sidreni nosač
4. Samourezni vijak
5. Vijak za drvo
6. Ispunjivač spojeva
7. Brtvena traka
8. Traka za ojačanje spojeva
9. Mineralna vuna
10. Parna brana



**Slika 2-104** Specijalni proizvodi od EPS-a za izolaciju između rogova [140]

### 2.3.2.1 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 (*slike 2-105 i 2-106*).



**Slika 2 -105** Postavljanje parne brane i završne obloge s unutarnje strane krova [142]

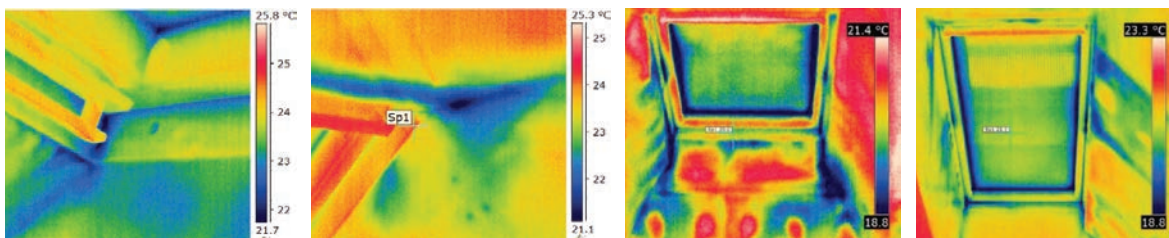


**Slika 2 106** Postavljanje potkonstrukcije, toplinske izolacije i parne brane oko krovnog prozora [142]



**Slika 2-106** Postavljanje potkonstrukcije, toplinske izolacije i pame brane oko krovnog prozora [142]

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 2-107).



**Slika 2-107** Primjer termograma koji ukazuju na loše izvedenu parnu branu (zrakonepropusnu ovojnicu), što predstavlja opasnost od kondenzacije vodene pare [50]

### 2.3.2.2 Svjetlosni tuneli

Svjetlosni tunel dovodi prirodno svjetlo u mračne dijelove kuće, kao što su hodnici, kupaonice ili garderobe, u koje nije moguće dovesti dnevnu svjetlost prozorima. Dnevna svjetlost poboljšava unutarnju klimu prostora i kreira bolje životne uvjete. 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 2-108).



**Slika 2-108** Primjer funkcioniranja svjetlosnog tunela [143]

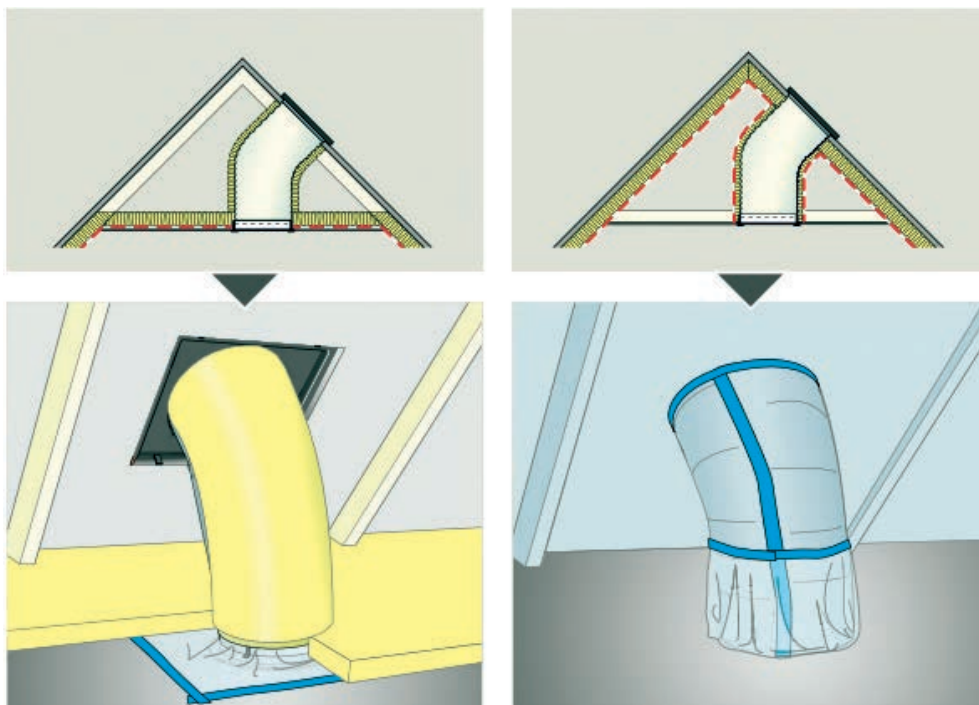
Na tržištu se može naći izvedba svjetlosnog tunela za (slika 2-109):

- Kosi krov - Ugrađuje se na krovne konstrukcije nagiba od 15° - 60°
- Ravni krov - Ugrađuje se na krovne konstrukcije nagiba od 0° - 15° i opšiva pokrovnim hidroizolacijskim materijalom krovišta.



**Slika 2-109** Primjer ugrađenog svjetlosnog tunela za kosi i ravni krov [143]

Svjetlosni tunel sastoji se od krovne jedinice, cijevi tunela (savitljive ili nesavitljive) i stropne jedinice.



**Slika 2-110** Primjer moguće ugradnje parne brane i toplinske izolacije oko svjetlosnog tunela [143]

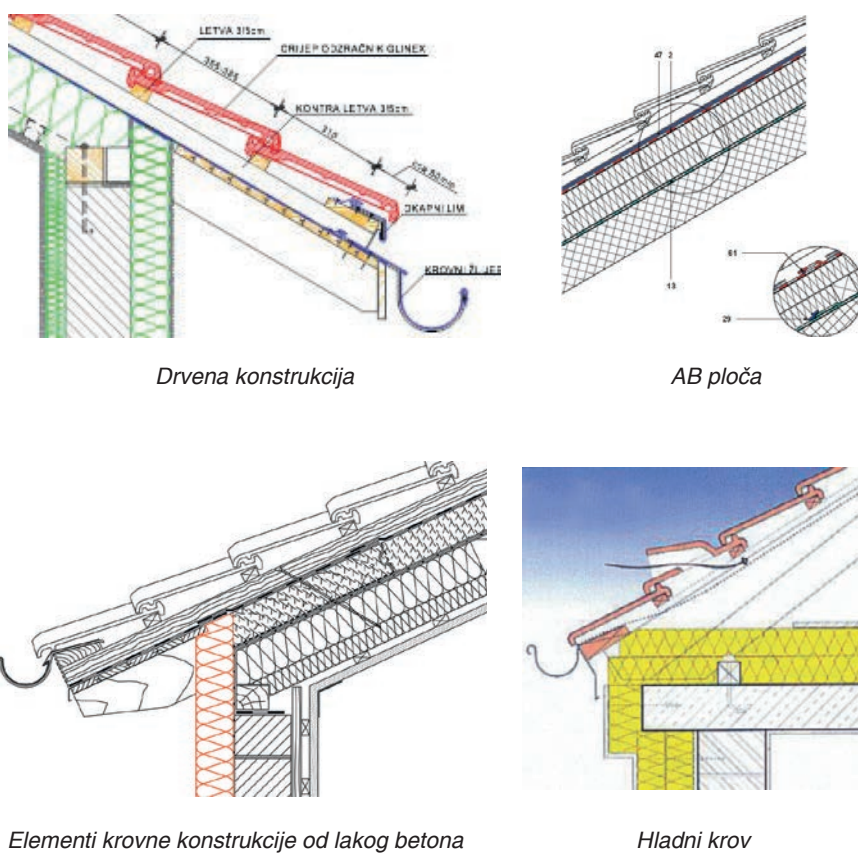
Krovnna jedinica uključuje integrirani poliuretanski opšav za profilirane krovne pokrove ili ravne krovne pokrove. Savitljiva, aluminijska cijev ima visokoreflektirajući premaz. Stropna jedinica obično ima posebni difuzor svjetlosti i ugrađuje se u završnu oblogu stropa.

Prilikom ugradnje svjetlosnog tunela primjenjuju se slični principi ugradnje kao i kod ugradnje krovnih prozora, uz dodatne zahtjeve koji se odnose na savijanje same cijevi, što se može vidjeti u uputama za ugradnju samih proizvođača svjetlosnih tunela.

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.

### 2.3.2.3 Toplinska izolacija drvenog krovišta s gornje strane

Izuzetno važan element je i izolacija krova koju čini sustav toplinske i hidroizolacije, kao i parne brane, što je već detaljno opisano u ovom priručniku. Toplinska izolacija može biti postavljena u krovnoj konstrukciji, iznad ili ispod nje te i dodatno treba paziti da ne dođe do pojave toplinskih mostova (slike 2-111 i 2-112).



**Slika 2-111** Postavljanje toplinske izolacije na različite vrste krovni konstrukcija [144], [145], [146], [147]

Slika 2-112 prikazuje postupak toplinske izolacije krova s gornje strane, pri čemu se misli na ugradnju parne brane s gornje strane rogova, ugradnjom mekane toplinske izolacije od mineralne vune između rogova, kao i toplinske izolacije od kamene vune velike čvrstoće iznad rogova.



1) Postavljanje parne brane s gornje strane rogova



2) Pričvršćivanje parne brane s gornje strane rogova



3) Brtvljenje detalja proboja parne brane posebnim trakama za lijepljenje



4) Rezanje mekane mineralne vune



5) Postavljanje mekane mineralne vune između rogova



6) Prekrivanje rogova s gornje strane pločama mineralne vune velike čvrstoće



7) Izvedba paropropusne-vodonepropusne barijere



8) Postavljanje paropropusne-vodonepropusne folije s preklopom



9) Pričvršćivanje kontraletvi na tvrde ploče mineralne vune



10) Toplinska izolacija postojećeg krova

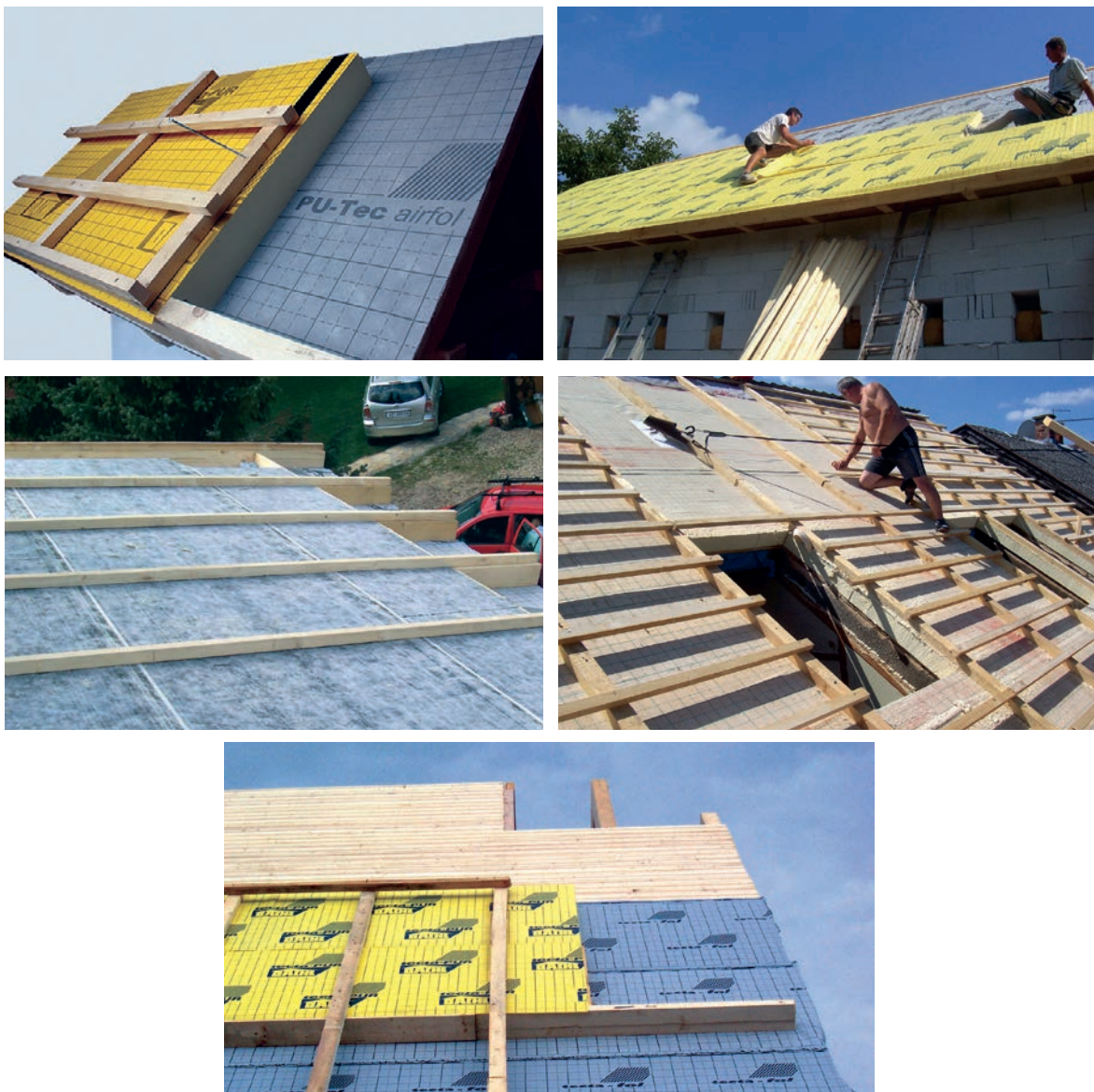


11) Pokrivanje krova

**Slika 2-112** Postavljanje toplinske izolacije između i iznad rogova [135]

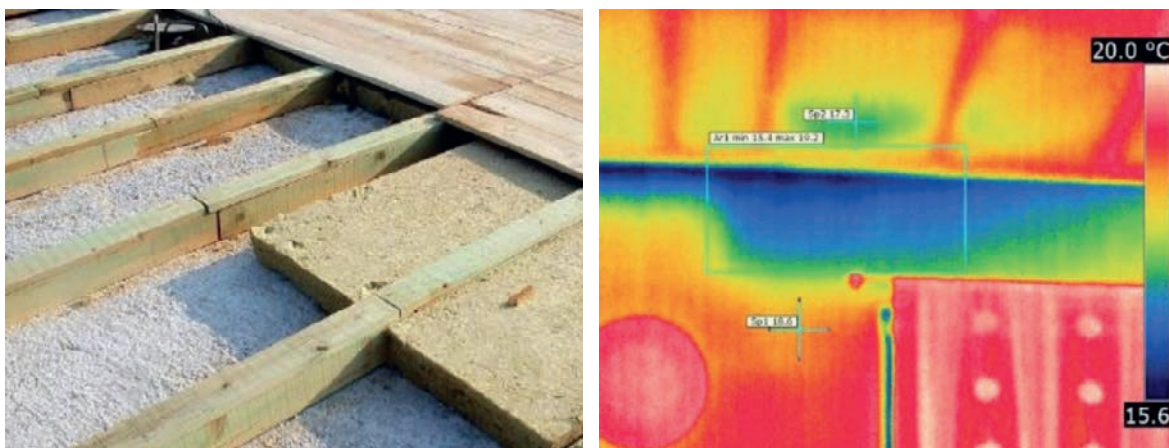
*Slika 2-113* prikazuje također sustav toplinske izolacije drvenog krovništva s gornje strane upotrebom toplinsko izolacijskih materijala na bazi PUR-a ili PIR-a, pri čemu je, jednako kao i u slučaju mineralne vune, potrebno koristiti parnu branu s donje strane, odnosno paropropusno-vodonepropusnu foliju s gornje strane krova. Parna brana je uobičajno izvedena tako da je izolacijska ploča obostrano kaširana aluminijskom folijom koja s dvije susjedne strane prelazi rubove ploče kako bi se mogla zalijepiti na susjedne ploče (samoljepljiva folija). S obzirom na specifični sustav koji se koristi, postoje i izvedbe ploča od PUR-a ili PIR-a sa slojem mineralne vune, odnosno slojem OSB ploče s donje ili gornje strane.

U slučaju korištenja PUR-a ili PIR-a posebnu pozornost treba posvetiti ponašanju sustava u slučaju požara s obzirom na to da su PIR i PUR razreda gorivosti B2 u usporedbi s mineralnom vunom, koja je razreda gorivosti A1.



**Slika 2-113** Postavljanje toplinske izolacije od tvrdih ploča toplinske izolacije od PUR-a ili PIR-a iznad rogova [148]





**Slika 2-114** Primjer loše izvedbe postavljanja toplinske izolacije iznad betonske ploče – na mjestu rogovca će se pojaviti toplinski mostovi (termogram desno) [149], [150]



**Slika 2-115** Primjer loše izvedbe izolacije jer je međuprostor između rogovca ostao neizoliran; pojava strujanja u međuprostoru može povećati gubitke topline [151]

Ugradnja toplinske izolacije na betonsku krovnu ploču, polumontažnu ploču ili bijeli strop vrlo je slična izvedbi toplinske izolacije krova s gornje strane te se ovdje još jednom napominje potreba prekrivanja rogova dodatnim slojem tvrde toplinske izolacije.

## 2.4 PODNI SUSTAVI SUHE GRADNJE

Konstrukciju poda čine svi elementi iznad nosive konstrukcije, a sastoji se od dva osnovna sloja:

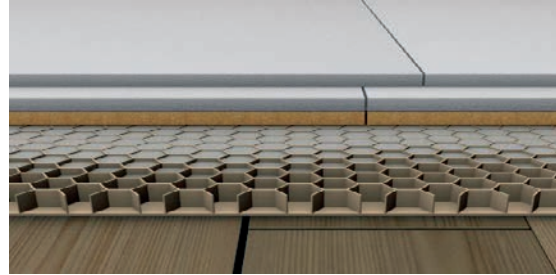
- podne podloge
- podne obloge

Podna podloga može biti izvedena postupkom suhe montaže od različitih materijala koji moraju odgovarati namjeni prostora i različitim dodatnim zahtjevima (opterećenje, prisutnost vlage, toplinska izolacija, podno grijanje...), što prikazuje *slika 2-116*.

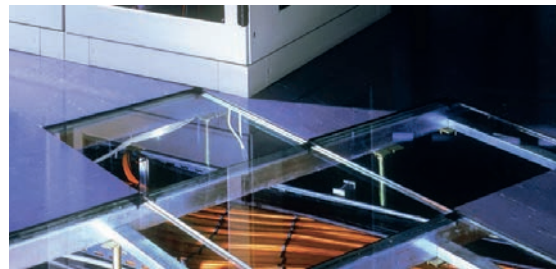
Podne obloge izrađuju se od različitih materijala (keramičke pločice, tekstilne obloge, parket...) i važno je znati da mora postojati sukladnost izvedbe suhog estriha s određenom vrstom obloge.

Osim takve konstrukcije poda, postupkom suhe montaže izvode se i uzdignuti podovi (često ih nazivaju i duplim, odnosno kompjuterskim podovima), kao na *slici 2-117*, 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 2-116** Moguća izvedba suhog estriha i obloge [100]



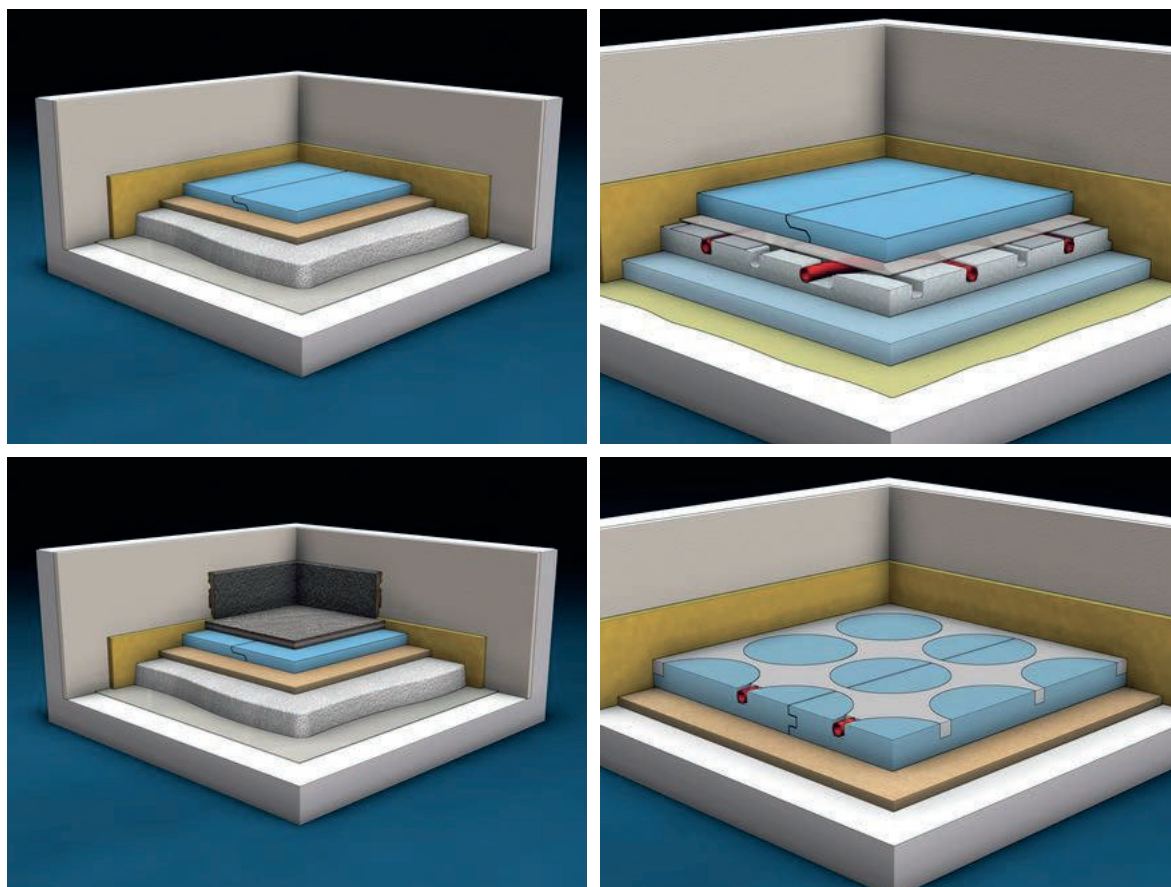
**Slika 2-117** Uzdignuti pod [152]

### 2.4.1 Suhi estrih

Suhi estrih (nazivi koji se još često pojavljuju su suhi podovi, suhe glazure) suhomontažni je sustav čiji se elementi postavljaju brzo i jednostavno, uz vrlo kratko vrijeme ugradnje.

Odlikuje ga mala težina u odnosu na najčešće izvođeni cementni estrih, trajanje procesa sušenja vrlo je kratko, tj. dok se osuši ljepilo, a pravilnom ugradnjom pojedinih materijala postiže se dobra toplinska i zvučna izolacija (izvedbom tzv. plivajućeg estriha).

Konstrukcija suhog estriha može se sastojati od više različitih slojeva (parna brana, toplinska i zvučna izolacija, ploče sustava za podno grijanje, gipsane ploče...) i različitih materijala, što ovisi o zahtjevima svakog pojedinog prostora (*slika 2-118*).



**Slika 2-118** Prikaz nekoliko primjera moguće izvedbe slojeva suhog estriha [91]

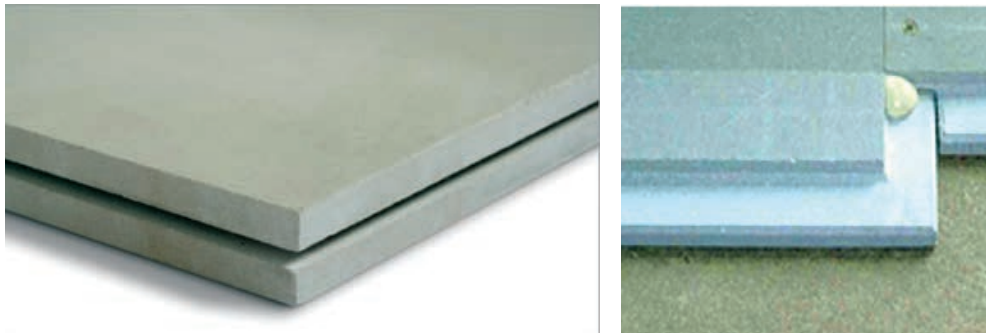
Gornja površina suhog estriha može biti od gipskartonskih ploča, gipsvlaknastih ploča (*slika 2-119*) ili ploča drvene osnove kao što su višeslojne ukrućene ploče (*slika 2-120*), drvenovlaknaste ploče ili drvenocementne ploče, zatim od cementnovlaknastih ploča (*slika 2-121*), ali i od opekarskih elemenata, tj. elemenata od pečene gline (*slika 2-122*).



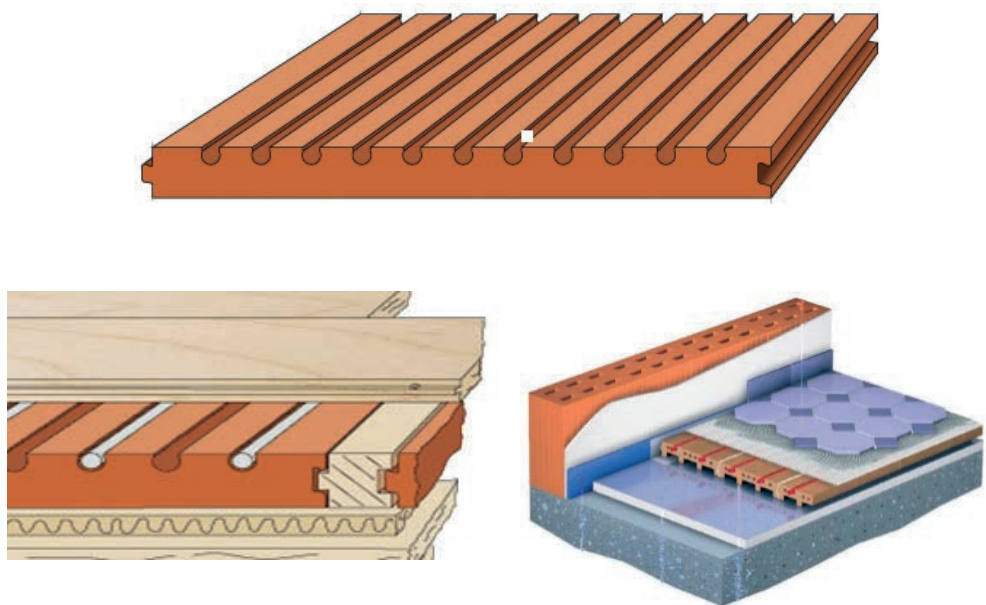
**Slika 2-119** Gipsvlaknaste ploče [100], [153]



**Slika 2-120** OSB ploče [154], [155]



**Slika 2-121** Cementnovlaknaste ploče [156], [157]



**Slika 2-122** Elementi od pečene gline [158], [159], [160]

Postoji više proizvođača elemenata za izvedbu suhog estriha. Izbor elemenata za suhi estrih provodi se na temelju zahtjeva zgrade u eksploataciji i prema kvalitativnim osobinama elemenata.

Svi proizvođači imaju više vrsta podnih ploča, odnosno sustava za izvedbu suhog estriha, proizvode elemente za suhi estrih raznih tipova i debljina, kao i posebne estrih elemente za mokre prostorije.

Suhi estrih se može izraditi i s OSB pločama raznih debljina i dimenzija.

Svima je zajedničko da se mogu postaviti direktno na nosivu konstrukciju ili na postojeći pod, da se mogu postaviti na suhi nasip (suhi kvarcni pijesak, nasip od ekspanzirane gline...) izveden u različitim debljinama, ploče se proizvode i kaširane s raznim debljinama mineralne vune ili EPS-a te se na taj način povećava zvučna i toplinska zaštita, ispod njih se može postaviti podno grijanje, a na njih mogu gotovo sve vrste završnih podnih obloga (*slika 2-123*).



**Slika 2-123** Primjeri različitih podloga na koje se može postaviti suhi estrih [161], [162], [1], [163]

Suhi estrih može biti otporan na vlagu i vodu te na požar do 120 minuta, čime se može rješavati i međukatna zaštita od požara.

Sustav polaganja osigurava visoku čvrstoću estriha, izvedena površina je ravna i nema potrebe za dodatnim niveliranjem ili brušenjem, a ugradnja instalacija moguća je unutar izolacijskog sloja estriha.

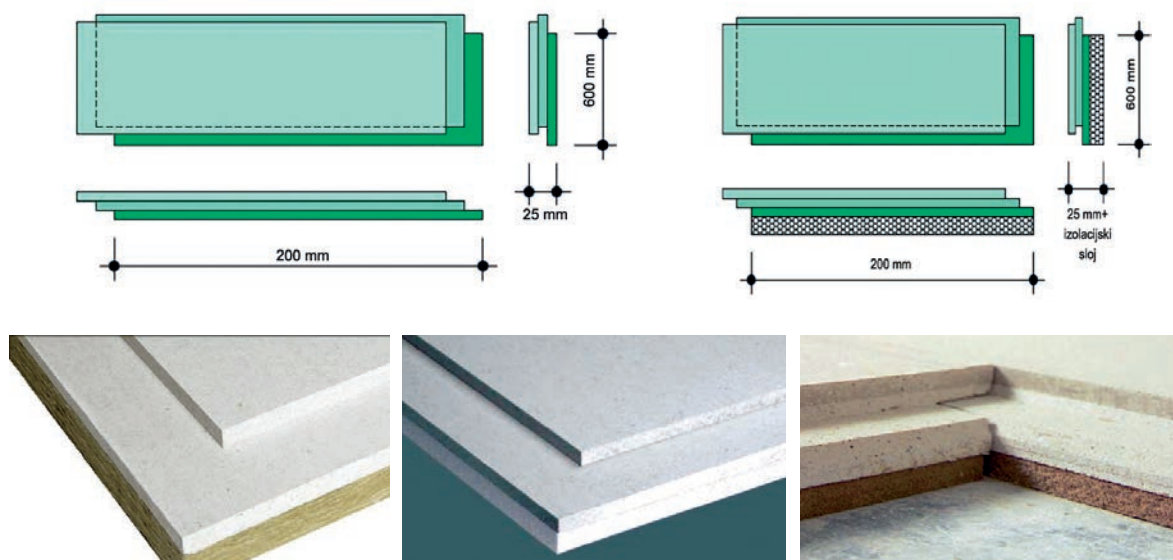
## 2.4.2 Izvedba suhog estriha

Suhi estrih uvijek se izvodi kao plivajući estrih (odvojen od svih dijelova konstrukcije slojem zvučno toplinske izolacije) tako da se, ovisno o podlozi, mogućoj visini, toplinskim zahtjevima, prisutnosti vode u prostoru i sl. odabire vrsta ploča suhog estriha i slojevi na koje se one postavljaju.

Suhi se estrih, neovisno o materijalu od kojega se izvodi, postavlja na nosivu, ravnu i suhu podlogu.

Ako se ploče postavljaju direktno na nosivu konstrukciju, onda su to višeslojne (dva sloja) gipskartonske ili gipsvlaknaste ploče sa slojem toplinske izolacije tvornički povezanim s donjom pločom. To može biti u različitim debljinama izveden sloj mineralne vune velike gustoće, sloj elastificiranog polistirena, pa i drvenovlaknaste izolacijske ploče.

Ploče su zalijepljene s pomakom tako da se preklapom osigurava dobra izvedba spoja ploča (*slika 2-124*).



**Slika 2-124** Primjeri izvedbe višeslojnih ploča i njihova spoja [38], [100], [91]

Prije polaganja ploča uz zidove se postavi traka mineralne vune (može biti tipska traka proizvođača) i na podlogu se prema potrebi položi paronepropusna folija ili PE folija koja se podigne uz izolaciju na zidu. Manje neravnine podloge izravnavaju se samoizravnavajućom (samonivelirajućom) masom.

Ploče se počinju polagati iz kuta s pomakom u redovima od minimalno 25 cm. Međusobno se povezuju ljepljivom namijenjenom lijepljenju gipsanih ploča. Ploče se pritisnu zajedno ručno ili posebno oblikovanim nabijačem, a višak ljepljiva se ukloni (*slika 2-125*), pri čemu se mogu dodatno povezati klamicama ili vijcima. Ploče se mogu polagati na sloj izolacije, no ako se polažu u dva sloja, spojevi ploča u slojevima i redovima se ne smiju poklapati, a to se izvodi s pomakom od polovine ploče. Ploče gornjeg sloja suhog estriha dodatno se povezuju klamicama s pločama donjeg sloja (*slika 2-126*).



**Slika 2-125** Postavljanje višeslojnih gipsvlaknastih ploča direktno na nosivu konstrukciju [91], [99]



**Slika 2-126** Postavljanje gipsanih ploča suhog estriha na izolacijski sloj [1], [164]

Ako je podloga neravna (neravnine veće od 20 mm) ili je potrebno postići određenu visinu poda, to se pri suhoj montaži postiže materijalom za suhi nasip (prema uputi proizvođača ovisno o visini nasipavanja, suhi nasip se mora sabijati ili treba koristiti potrebno vezno sredstvo). Sloj suhog nasipa koristi se i za popravak hladnih podova, daščanih obloga i zvučno loše izoliranih međukatnih konstrukcija. Materijal za nasipavanje i elementi estriha polažu se na suhu konstrukciju (npr. ako su zidovi žbukani, i žbuka mora biti suha), a osim svojstva izravnavanja neravnina, suhi nasipi imaju i svojstvo toplinske i zvučne izolacije. Suhi nasipi mogu biti od različitih materijala (perlit, ekspandirana glina, kvarcni pijesak) i različite granulacije (najčešće su veličine granula od 0 do 7 mm).



**Slika 2-127** Primjeri moguće izvedbe estriha sa suhim nasipom [165], [100], [166], [167]

Suhi nasip za izravnavanje površina se razastire i poravnava letvom na točnu mjeru, s time da nasip do debljine od 5 do 6 cm uglavnom nije potrebno sabijati, a iznad toga se sabija bez dodavanja ili s dodavanjem veznog sredstva, a sve prema uputama proizvođača.

Nasipati se može direktno na nosivu konstrukciju ili na prethodno postavljenu paropropusnu foliju ili PE foliju, ovisno o vrsti konstrukcije i mogućoj količini vlage u konstrukciji, a neki proizvođači imaju i dodatne elemente kao što je, primjerice, sačasta podloga od kartona u koju se usipava nasip (*slika 2-126*).

Na nasip se mogu direktno postavljati gipsvlaknaste ploče tvornički slijepljene i povezane s toplinskom (toplinsko-zvučnom) izolacijom, a ako se na nasip polažu izolacijske ploče od mineralne vune, EPS ili XPS ploča, radi ravnomjernog opterećenja poželjno je na suhi nasip postaviti pokrovne ploče (ploče od drvenih vlakana ili pluta) na koje se polažu gipskartonske ili gipsvlaknaste ploče u dva sloja (*slika 2-127*).

Pri postavljanju ploča u dva sloja, spojevi ploča u slojevima i redovima ne smiju se poklapati (pomak od polovine ploče), a ploče gornjeg sloja dodatno se povezuju klamicama s pločama donjeg sloja.

Na gipskartonske i gipsvlaknaste ploče mogu se izvesti sve vrste obloga uz određene predradnje. Nanošenjem odgovarajućih premaza i pravilnim odabirom ljepila osigurava se veza s oblogom, ali i zaštita od mogućih prodora vode.



Završni sloj suhog estriha mogu biti drvenovlaknaste ploče (npr. OSB ploče) postavljene iznad nasipa ili toplinske izolacije u jednom ili u dva sloja, a na njima se može izvesti oblaganje parketom (*slika 2-128*).



**Slika 2-128** Primjeri izvedbe suhog estriha s drvenovlaknastim pločama [1], [168], [169], [170]

Za primjenu u mokrim prostorima razvijeni su identični sustavi, ali s pločama cementne osnove (cementnovlaknaste ploče) kako ne bi došlo do bubrenja gipsa. Ploče imaju strukturu sendviča s obostranom armaturom iz staklenih vlakana otpornih na alkaliije te su izmahnuto spojene, tako da nastaje upušteni stepenasti preklop za spajanje lijepljenjem ili vijcima. Ako je površina takvog estriha izložena velikom utjecaju vlage, potrebno je izvesti odgovarajući sustav brtvljenja prema uputama proizvođača.

Najčešće se zaštita provodi pomoću tekućih folija koje se nanosi kistom na kutne dijelove spojnih fuga na zidu/podu i valjkom na donje dijelove susjednih zidova te na cijelu površinu estriha (*slika 2-129*). Na takve ploče mogu se polagati odgovarajuće podne obloge, primjerice keramičke pločice, kamen, PVC ili linoleum. Moguća je i izvedba pri podnom grijanju.

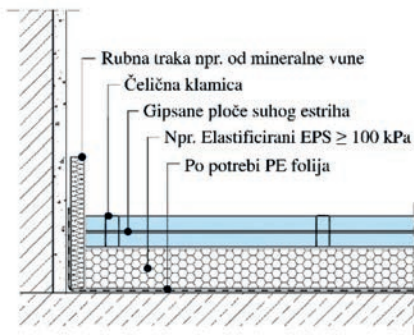


**Slika 2-129** Primjeri izvedbe estriha cementnovlaknastim pločama [171], [172], [173]

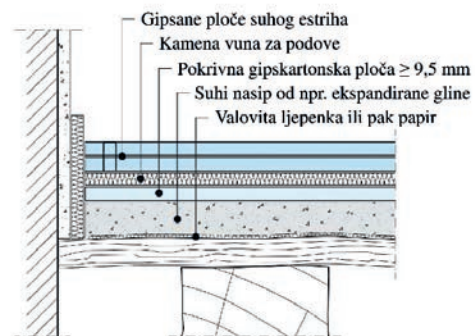
Kako ne bi došlo do prijenosa zvuka udara s poda na zidove i na taj način prijenosa u druge prostorije, ploče suhog estriha treba odvojiti od zidova rubnom trakom od mineralne vune, elastificiranim EPS-om ili drugim specijaliziranim proizvodima za tu namjenu (slike 2-130 i 2-132).



**Slika 2-130** Primjer spoja suhog estriha na nasipu od perlita sa zidom zbog zaštite od udarnog zvuka [174]



**Slika 2-131** Primjer spoja sa zidom na podlozi od betona [1]



**Slika 2-132** Primjer spoja sa zidom na podlozi od drva [1]

### 2.4.3 Podno grijanje u suhom estrihu

Suhi estrih u različitim izvedbama pogodan je i za prostore s podnim grijanjem, ali tada se upotrebljavaju posebni sustavi koje odobrava njihov proizvođač kao podobne za upotrebu kod suhих estriha. 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 ili elemenata od drvenog materijala (slika 2 133). Gipskartonske, gipsvlaknaste ili cementnovlaknaste ploče polažu se preko tako postavljene sloja, a kod pojedinih se sustava odmah postavlja odmah završna obloga.



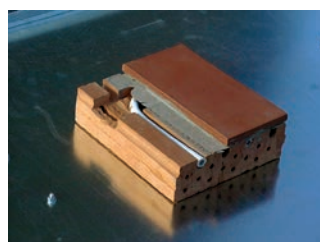
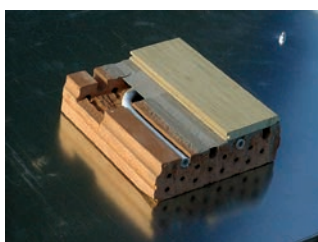
*Ploče od polistirena*



*Vlaknaste drvene ploče*



*Elementi od reciklirane opeke*

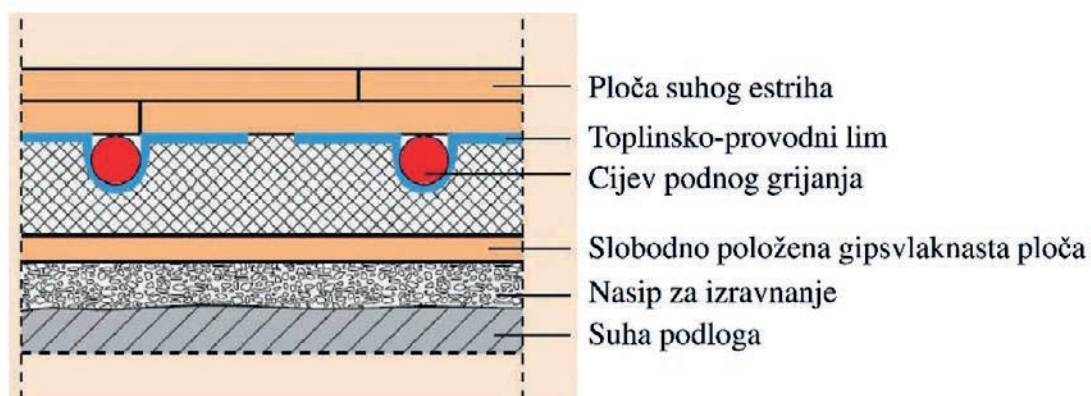


*Elementi od pečene gline*

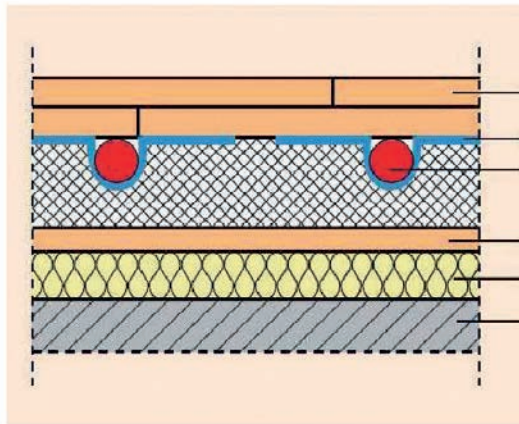
**Slika 2-133** Posebno oblikovane ploče za polaganje cijevi za podno grijanje [175], [176], [177], [178], [179]

Na izravnanu podlogu polažu se rubna traka i PVC folija, a na nju posebne ploče koje su ujedno i toplinska izolacija, u koje su urezani kanali za cijevi podnog grijanja.

U izrezane kanale na pločama položeni su traka aluminijske folije i cijevi za podno grijanje određenog promjera. Metalnom folijom ili lamelama (aluminij) za provodljivost topline ostvaruje se jednakomjerna raspodjela topline, a mogu poslužiti i kao podloga za čitavu površinu estriha (*slike 2-134 do 2-136*).

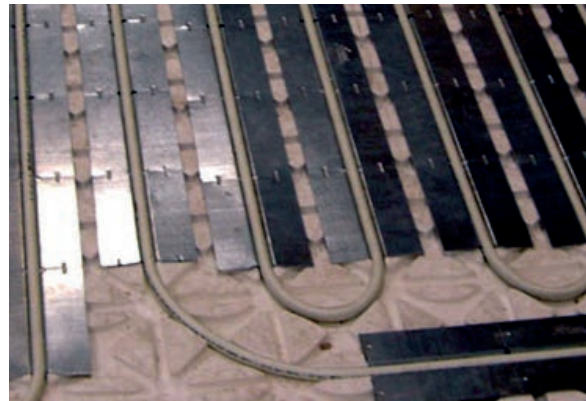


**Slika 2-134** Primjer sustava podnog grijanja na nasip za izravnavanje sa slobodno postavljenom gipsvlaknastom pločom [180]



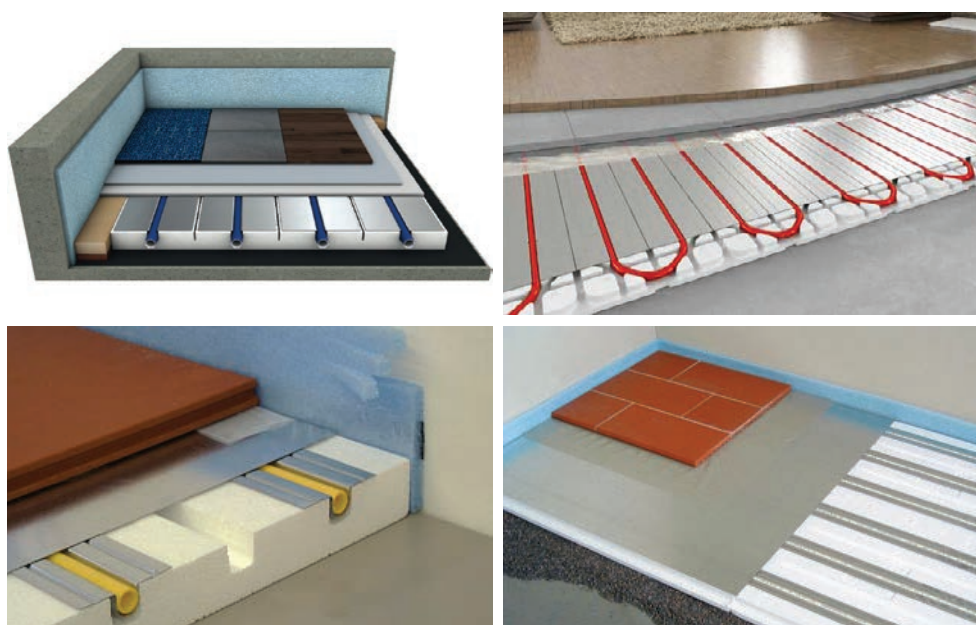
Ploča suhog estriha  
Toplinsko-provodni lim  
Cijev podnog grijanja  
Slobodno položena gipsvlaknasta ploča  
Podne ploče od mineralne vune  
Ravna i suha podloga

**Slika 2-135** Primjer sustava podnog grijanja na dodatnu izolacijsku ploču od mineralne vune sa slobodno postavljenom gipsvlaknastom pločom [180]



**Slika 2-136** Primjeri postavljanja elemenata za podno grijanje [91], [181], [182], [38]

Pri podnom grijanju jako je važno koja će se vrsta podne obloge postaviti jer ona mora biti dobre toplinske vodljivosti. Kamen i keramika tradicionalno su primjenjivani za podno grijanje, ali danas se postavljaju i sustavi s tekstilnim, PVC i plutenim oblogama (iako je dobar izolator, koristi se sustav s tankim pločama) te parketom i laminatom. Podna električna grijanja ne smatraju se pogodnima jer se, primjerice, može dogoditi da u grijaćim vodovima položenim u ležaj od ljepila nastane zastoj topline. Zastoj topline može biti prouzročen i pokrivanjem vodova grijanja komadima namještaja ili tepihom koji na pozadini ima pjenasti materijal (*slika 2-137*).



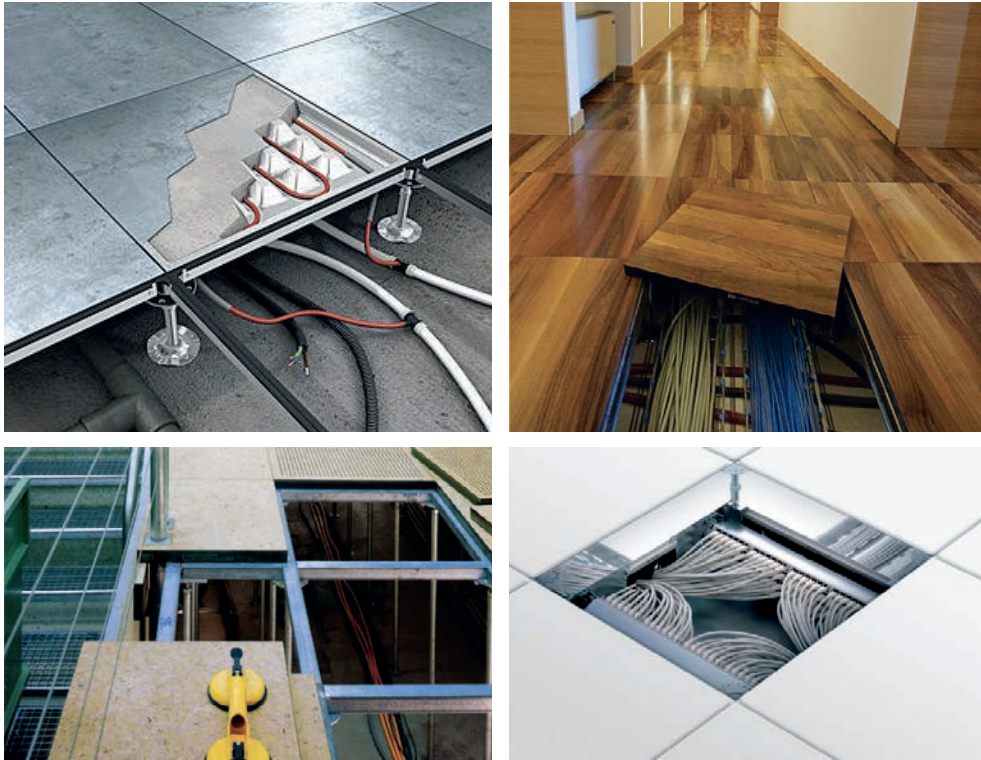
*Slika 2-137* Primjeri moguće izvedbe završne obloge [183], [184], [185]

#### 2.4.4 Uzdignuti podovi

Uzdignuti podovi (dupli podovi i "kompjuterski" podovi) namijenjeni su prije svega javnim zgradama i prostorima koji zahtijevaju veliku količinu instalacija. Prostor ispod podnih ploča, osim što je predviđen za smještaj i montažu velike količine različitih instalacija (električnih kabela, vodovodnih i kanalizacijskih cijevi, ventilacijskih sustava i sl.), omogućava brz i jednostavan pristup u slučaju potrebe za bilo kakvim intervencijama na tim sustavima (popravci, održavanje, dogradnje...), kao što je vidljivo na *slici 2-138*.

Sustavi uzdignutih podova prilagođeni su namjenama pojedinih prostora, pa se tako na tržištu mogu naći uzdignuti podovi s različitim tehničkim i funkcionalnim značajkama. Takvi podovi mogu biti različitih visina, nosivosti i završne obrade.

Najčešće su to modularni podovi koji se sastavljaju polaganjem ploča na metalne nožice ili drugačije oblikovane nosače (*slika 2-139*), a druga varijanta su modularni podovi od kalcij-sulfatnih ploča (gipsvlaknaste ploče) ili drvenovlaknastih ploča koje se međusobno lijepe i tako tvore čvrstu, međusobno povezanu cjelinu ravne i glatke površine spremne za polaganje bilo kakve završne obloge.



**Slika 2-138** Prostor ispod podnih ploča predviđen je za smještaj različitih instalacija [91], [186], [187], [188]



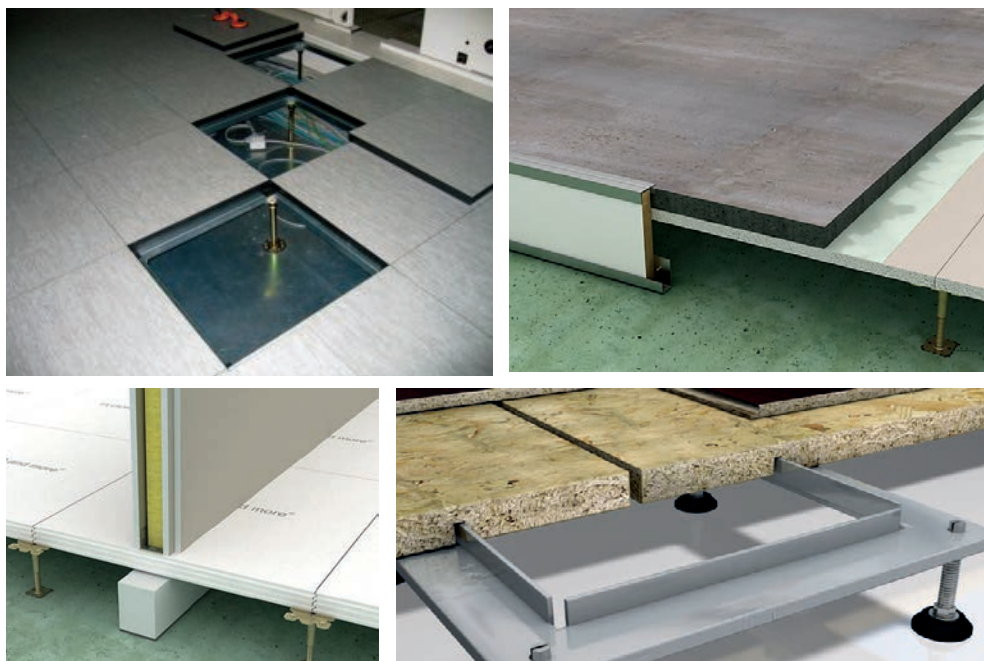
**Slika 2-139** Primjeri mogućih nosača uzdignutog poda [189], [190], [191], [192]

Najčešći nosači uzdignutog poda su metalne nožice koje se montiraju prema točno određenom rasteru, mogu biti različitih visina i prema potrebi, ovisno o opterećenju, s dodatnim profilima za ukrućenje (slika 2-140).



**Slika 2-140** Nosiva konstrukcija uzdignutog poda [193], [194]

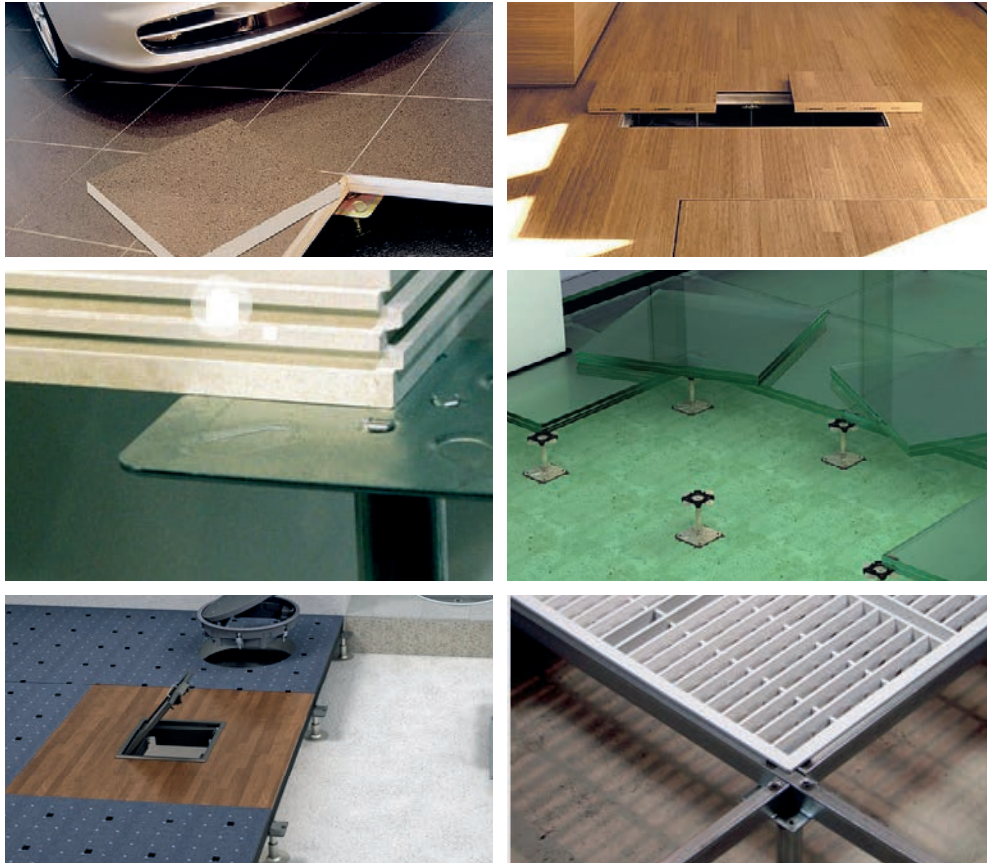
Ploče uzdignutog poda (gipsvlaknaste ploče) ili drvenovlaknaste ploče koje se međusobno povezuju i tako tvore čvrstu međusobno povezanu cjelinu također se montiraju na specijalne metalne nožice, tvoreći tako povišenu podnu konstrukciju koja omogućava vođenje različitih instalacija ispod površine samoga poda, a pristup instalacijama osigurava se revizijskim otvorima (pogodni za postavljanje u kuhinjama, WC-ima...), slika 2-141.



**Slika 2-141** Ploče uzdignutih podova [195], [196], [197], [191]

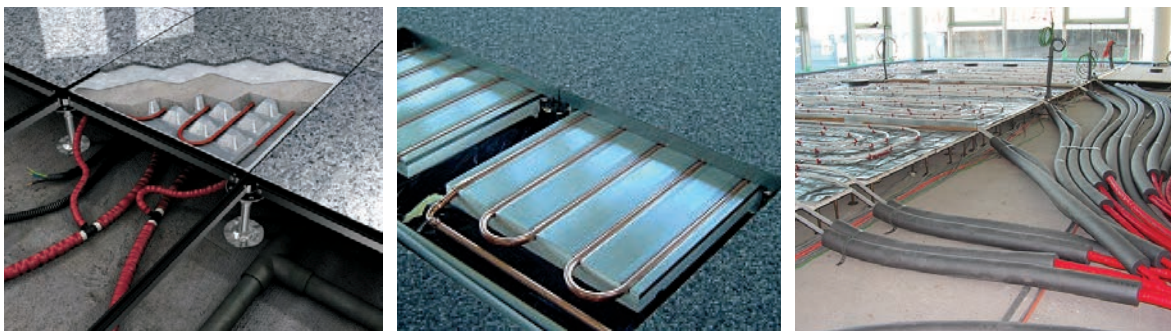
Modularne ploče uzdignutih podova mogu biti na bazi drveta (mediapan, iverica, panel) na bazi cementa, ploče na bazi gipsa, metalne (čelik, inoks, aluminij) i staklene ploče.

U odnosu na završnu oblogu, ploče (paneli) mogu biti s tvornički apliciranom završnom podnom oblogom ili poluzavršeni paneli na koje se naknadno postavlja neka od podnih obloga (slika 2-142).



**Slika 2-142** Modularne ploče: materijali i završna obrada [186], [198], [199], [200] [201], [202]

Uzdignuti pod može se kombinirati i s podnim grijanjem, a i tu postoji više varijanti izvedbe i moguće dostupnosti instalacije (slika 2-143).



**Slika 2-143** Izvedba podnog grijanja kod uzdignutog poda [203], [204], [205]



Ploče poda često moraju zadovoljiti i neke posebne zahtjeve, kao što su svojstva elektroprovodljivosti, zvučna izolacija i ventilacija, a to se postiže različitim materijalima i njihovom obradom i perforacijama (slika 2-144).



**Slika 2-144** Ventilacijske ploče [206], [207]

## 2.5 ZAVRŠNA OBRADA SPOJEVA PLOČA

Kvaliteta završne obrade površine gipsanih ploča izvodi se prema definiranim stupnjevima kvalitete K1 do K4, s odgovarajućim materijalima za obradu spojeva i zaglađivanje površina.

Materijali za obradu spojeva odabiru se prema zahtjevima kvalitete i tipu ploče. Obrada i priprema materijala za obradu površina treba biti u skladu s tehničkim uputama na proizvodu uz primjereno korištenje alata (slika 2-145).



**Slika 2-145** Alat za završnu obradu spojeva ploča [82]

Obrada spojeva i zaglađivanje površine odlučujući su radovi za kvalitetu suhomontažne izvedbe. Prema zahtjevima koje treba ispunjavati površina gipskartonskih ploča, četiri su osnovne kategorije njezine kvalitete.

### **K 1 - Tehnički neophodna kvaliteta**

Taj stupanj je zadovoljavajući za površine gipsanih ploča bez posebnih optičkih zahtjeva, kada su, primjerice, ispod keramičkih pločica, žbuke ili druge vrste završnih obloga. Važno je napomenuti da je kod višeslojnih obloga za ostvarenje vatrozaštite i zvučne izolacije bitno zapuniti spojeve ploča svih slojeva.

### **K 2 - Standardna kvaliteta površine**

Ovaj stupanj kvalitete predstavlja uobičajenu vrstu obrade površine koja je pogodna za završne premaze i tapete. Ostvaruje se osnovnom obradom spojeva ploča i naknadnim dodatnim zaglađivanjem područja spoja kako bi se izradio ravan prijelaz prema površini ploče. Kvaliteta K2 u pravilu je uračunata u cijenu ukupnih suhomontažnih radova.

### **K 3 - Perfektna površina**

To je vrlo kvalitetno obrađena površina koja premašuje standardne zahtjeve i čiju izvedbu treba posebno ugovoriti. Stupanj kvalitete K3 obuhvaća obradu spojeva i okolne površine prema stupnju K2 i dodatno tankoslojno zaglađivanje cijele površine u debljini od 2 mm.

### **K 4 - Vrhunska površina**

Stupnjem K4 izrađuje se izuzetno glatka i ravna površina koja zadovoljava najstrože zahtjeve. Primjerena je prostorima u kojima prevladavaju kritični uvjeti rasvjete ili za površine na koju se nanose metalizirani ili slični posebni premazi.

Stupanj kvalitete K4 obuhvaća obradu spojeva i okolne površine prema stupnju K2 i dodatno višestruko tankoslojno zaglađivanje cijele površine u debljini od oko 3 mm s odgovarajućim materijalom za zaglađivanje. Takvu kvalitetu izvedbe treba posebno ugovoriti.

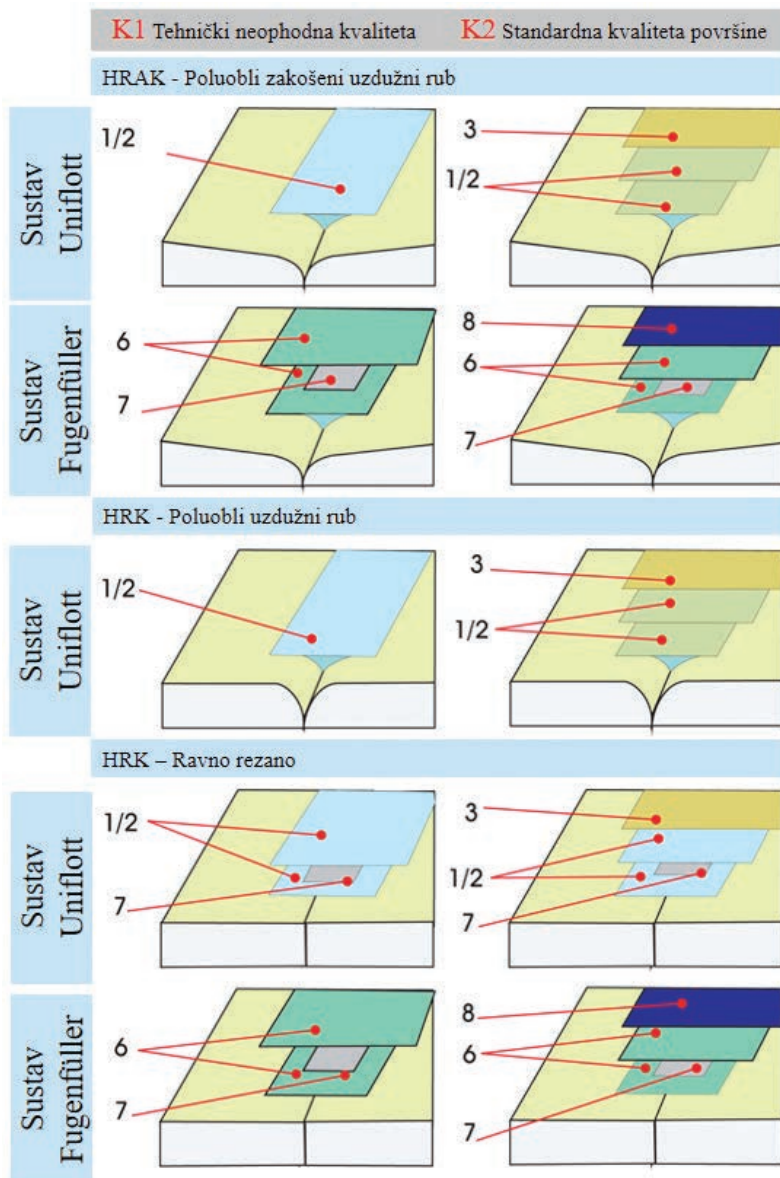
Za postizanje vrhunske kvalitete površine koriste se tvornički pripremljene glet mase za obradu površina nove generacije. Lako se nanose, bilo valjkom ili strojno. Idealne su prije ličilačkih radova, a zahvaljujući elastičnosti nema pukotina.



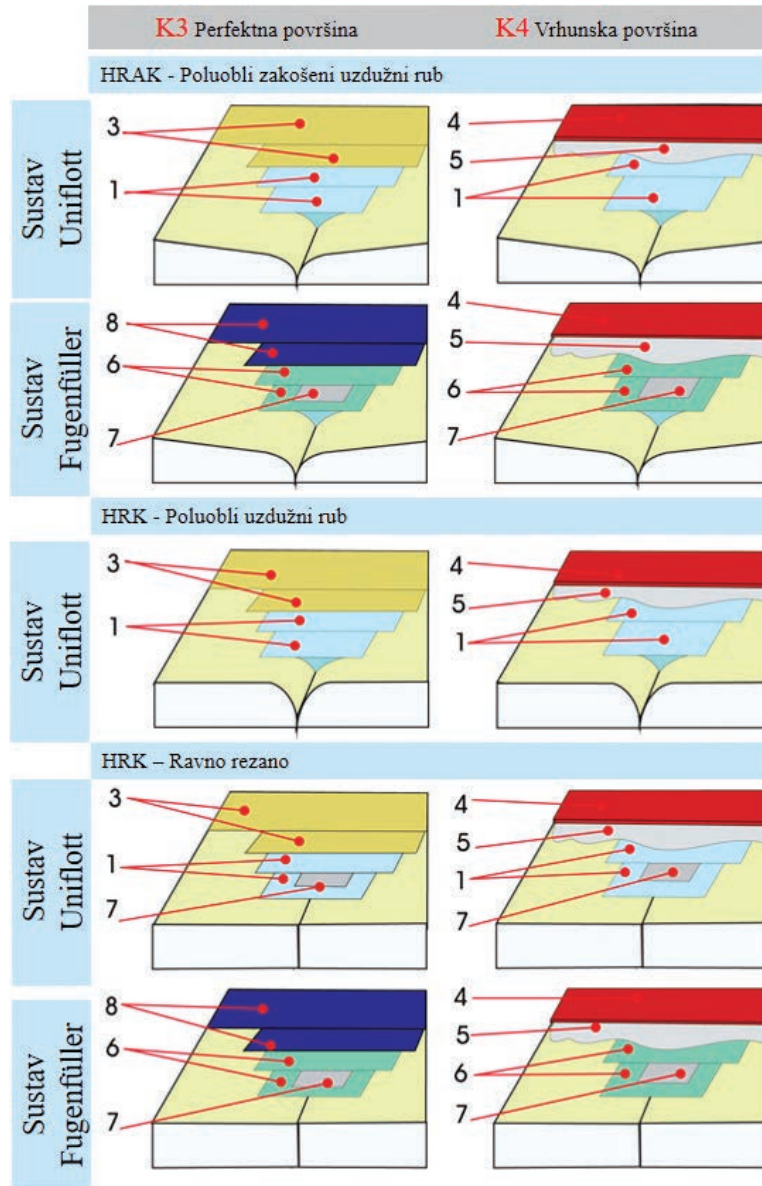
**Slika 2-146** Završna obrada površine gipsanih ploča [82]

## Spojevi gipsanih ploča

Izrada spojeva i završna obrada ima presudan utjecaj na kvalitetu suhe gradnje (slika 2-146). 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.



Slika 2-147 Primjeri sustava za završnu obradu gipskartonskih ploča [1]



Slika 2-147 Primjeri sustava za završnu obradu gipskartonskih ploča [1]

#### Priprema i nanošenje materijala

- Sipati 5 kg praha u 3,6 l vode, miješati ručno ili strojno dok se smjesa ne ujednači.
- Površina na koju se nanosi mora biti suha, čista i čvrsta.
- Spoj se ispunjava i gleta u dva sloja.
- Spoj gipskartonskih ploča se ispuni u širini od 25 cm, a zatim se utisne bandažna traka.
- Drugi sloj se nanosi na suhi prethodni sloj.

- Prema potrebi, treći sloj za fino gletanje može se nanijeti na očvrnuti drugi sloj.

Sve vidljive glave vijaka treba zapuniti i zagladiti. Kod višeslojne obloge, spojeve prvoga sloja ploča treba samo popuniti, a spojeve drugog sloja završno obraditi. Obrada se provodi prema navodima u tehničkim uputama navedenih materijala za obradu spojeva i površina. Završnu površinu nakon sušenja po potrebi lagano izbrusiti.



**Slika 2-148** Primjena bandažne trake i ispunjivača spojeva [208], [1]

### Rubni spojevi

Spojeve s bočnim konstrukcijama suhomontažne izvedbe (strop, zid) ovisno o okolnostima i zahtjevima treba izvoditi s ispunjivačem spojeva i bandažnom trakom (*slika 2-148*). Spojeve s masivnim građevinskim elementima izvoditi s fleksibilnim profilom. Zrakonepropusna obrada uvijek se izvodi s bandažnom trakom.

### Temperatura obrade

Zaglađivanje, odnosno obrada spojeva gipsanih ploča slijedi nakon isključenja mogućnosti većih promjena dužine i širine ploča zbog promjena temperature ili vlage u prostorijama. Za vrijeme obrade spojeva ili obrade površine, temperatura u prostoru ne smije biti niža od otprilike 10°C. Tek nakon nanošenja asfaltnog, cementnog ili tekućeg anhidritnog estriha mogu se završno obrađivati gipsane ploče (*slika 2-149*).

Svakako treba voditi računa o pravilima struke i pravilnicima o tehničkim uvjetima na gradilištu.

Prije svakog nanosa boja ili neke druge završne obrade gipskartonske je ploče potrebno premazati impregnacijskim temeljnim premazom. Pritom treba obratiti pozornost na usklađenost temeljnog i završnog premaza, odnosno završne obloge.



**Slika 2-149** Nakon izvedbe tekućeg anhidritnog estriha mogu se završno obrađivati gipsane ploče [209]

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

**PRIRUČNIK ZA TRENERE  
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE  
MONTER SUHE GRADNJE**



REFERENCE

### 3 REFERENCE

[1]	Hrvatska udruga proizvođača fasadno tolinskih sustava, <a href="http://www.hupfas.hr">www.hupfas.hr</a> ; 2016.
[2]	Knauf Vinova panels increase design potential, <a href="http://archetech.org.uk/?p=10551">http://archetech.org.uk/?p=10551</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[3]	Steel 25 ft. SAE Tape Measure, <a href="http://www.grainger.com">www.grainger.com</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[4]	Mjerne vrpce BMI, <a href="http://geoteha.hr">geoteha.hr</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[5]	<a href="http://seta-ha.ru">seta-ha.ru</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[6]	Libela classic, <a href="http://dewalt.com.hr/tag/libela">dewalt.com.hr/tag/libela</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[7]	Furtun de nivel 15m cod 0750-601500 Hardex, <a href="http://www.sdg-shop.ro">www.sdg-shop.ro</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[8]	<a href="http://www.lorencic.hr">www.lorencic.hr</a> ; pristupljeno 9. 12. 2016.
[9]	<a href="http://www.sdg-shop.ro">www.sdg-shop.ro</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[10]	240 RDS, <a href="http://toolshop.rs">toolshop.rs</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[11]	Križni laserski nivelir, Bosch GLL 2-15 Professional, <a href="http://www.bosch-professional.com">www.bosch-professional.com</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[12]	Zidarska olovka, <a href="http://www.poslovni-darovi.com">www.poslovni-darovi.com</a> ; pristupljeno 4.7.2016.
[13]	Flomaster za tekstil E-8040 Edding 4-8040001 širina poteza 1 mm šiljasti oblik š; <a href="http://conrad.ba">conrad.ba</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[14]	Pica marker, <a href="http://www.misaron.si">http://www.misaron.si</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[15]	KRAFTMANN Universalmesser, 18 mm Klinge; <a href="http://www.ach-shop.com">www.ach-shop.com</a> ; pristupljeno 19. 7. 2016.
[16]	<a href="http://www.minifarma.hr/proizvodaci/stanley">http://www.minifarma.hr/proizvodaci/stanley</a> ; pristupljeno 19.7.2016.
[17]	Bosch GWS 7-115 E profesionalna plava kutna brusilica, <a href="http://www.cybershop.hr/bosch-gws-7-115-e-profesionalna-plava-kutna-brusilica">http://www.cybershop.hr/bosch-gws-7-115-e-profesionalna-plava-kutna-brusilica</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[18]	Škare za rezanje lima, <a href="http://www.manal.hr/alat/product.php?id_product=381">http://www.manal.hr/alat/product.php?id_product=381</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[19]	<a href="http://www.nguyenkim.com/may-khoan-bua-bosch-gbh-2-26-dre.html">http://www.nguyenkim.com/may-khoan-bua-bosch-gbh-2-26-dre.html</a> ; pristupljeno 19. 7. 2016.
[20]	<a href="http://vitebsk.e-mogilev.com/sub877-all.html">http://vitebsk.e-mogilev.com/sub877-all.html</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[21]	Kliješta za spajanje profila, <a href="http://www.manal.hr">http://www.manal.hr</a> ; pristupljeno 19. 7. 2016.
[22]	Cloueur pneumatique, <a href="http://www.debonix.fr/">http://www.debonix.fr/</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[23]	<a href="http://alatmilic.hr">alatmilic.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[24]	<a href="http://opkea.rs">opkea.rs</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.

[25]	<a href="http://www.szerszamtar.hu">www.szerszamtar.hu</a> ; pristupljeno 4.7.2016.
[26]	<a href="http://www.lorencic.hr">www.lorencic.hr</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[27]	Gleter ravni gumena drška Blue line, <a href="http://www.maxalati.com">www.maxalati.com</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[28]	Malterski alat, <a href="http://www.pevec.hr">www.pevec.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[29]	Građevinska kanta EI12 12L, <a href="http://www.ekupi.ba">www.ekupi.ba</a> ; pristupljeno 4. 7. 2016.
[30]	Flex Brusilica za knauf/suhe zidove ( žirafa ) GE 5 R 405892 + crijevo + FLEX torba, <a href="http://werkteh.hr">werkteh.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[31]	<a href="http://www.toolexperts.nl/accessoires/schuren/">http://www.toolexperts.nl/accessoires/schuren/</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[32]	Špahla, <a href="http://dewalt.hr/tag/spahtla">http://dewalt.hr/tag/spahtla</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[33]	<a href="http://www.webgradnja.hr">www.webgradnja.hr</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[34]	<a href="http://www.selbst.de/bauen-renovieren-artikel/reparieren/waende/gipskartonwand-reparieren-154298.html">http://www.selbst.de/bauen-renovieren-artikel/reparieren/waende/gipskartonwand-reparieren-154298.html</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[35]	Как клеить обои на гипсокартон: руководство от а до я, <a href="http://kitchenguide.su/remont/obshhee/kak-kleit-obo-i-na-gipsokarton.html">http://kitchenguide.su/remont/obshhee/kak-kleit-obo-i-na-gipsokarton.html</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[36]	<a href="http://www.dast.hr">www.dast.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[37]	<a href="http://newsderwoche.de/welt/asien/872-knauf-plant-erweiterung-der-produktion-in-usbekistan.html">http://newsderwoche.de/welt/asien/872-knauf-plant-erweiterung-der-produktion-in-usbekistan.html</a> ; pristupljeno 9. 11. 2016.
[38]	Graditeljska škola Čakovec, <a href="http://www.gsc.hr">www.gsc.hr</a> ; 2016.
[39]	<a href="http://www.siniat.hr/hr-hr/products">http://www.siniat.hr/hr-hr/products</a> ; pristupljeno 9. 11. 2016.
[40]	<a href="http://buildguide.info/hr/pages/790929">http://buildguide.info/hr/pages/790929</a> ; pristupljeno 9. 11. 2016.
[41]	<a href="http://www.emajstor.hr/clanak/83/Gips-vlaknaste_ili_gipsano-kartonske_ploce">http://www.emajstor.hr/clanak/83/Gips-vlaknaste_ili_gipsano-kartonske_ploce</a> ; pristupljeno 9. 11. 2016.
[42]	<a href="http://www.fermacell-aestuver.com">http://www.fermacell-aestuver.com</a> ; pristupljeno 9. 11. 2016.
[43]	<a href="http://213.147.116.237/total/wp-content/uploads/2015/10/wood-panels-waterproof-chipboard-80036-2067485.jpg">http://213.147.116.237/total/wp-content/uploads/2015/10/wood-panels-waterproof-chipboard-80036-2067485.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[44]	<a href="http://www.drvo-trgovina.hr/kategorije.asp?c=212">http://www.drvo-trgovina.hr/kategorije.asp?c=212</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[45]	<a href="http://www.nevilllong.co.uk/sites/default/files/products/images/fs50.jpg">http://www.nevilllong.co.uk/sites/default/files/products/images/fs50.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[46]	<a href="http://www.nevilllong.co.uk/sites/default/files/products/images/knauf_u_channel.jpg">http://www.nevilllong.co.uk/sites/default/files/products/images/knauf_u_channel.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[47]	<a href="http://www.pap-promet.hr/2013/suha2.php?L=HRV">http://www.pap-promet.hr/2013/suha2.php?L=HRV</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[48]	<a href="http://www.knauf.com.lb/en/products/interior-drywall/#showtab-tab2991108_5__lex-2991108_5_7">http://www.knauf.com.lb/en/products/interior-drywall/#showtab-tab2991108_5__lex-2991108_5_7</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[49]	<a href="http://www.knauf.de/cutout/cutout_212191_popup_landscape_4x3_1.jpg">http://www.knauf.de/cutout/cutout_212191_popup_landscape_4x3_1.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[50]	Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, <a href="http://www.grad.hr">www.grad.hr</a> .
[51]	Toplinska izolacija vanjskog zida, <a href="http://energetskicertifikatzagreb.wordpress.com/2014/04/14/toplinska-izolacija-vanjskog-zida/">energetskicertifikatzagreb.wordpress.com/2014/04/14/toplinska-izolacija-vanjskog-zida/</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.



[52]	Različiti načini izvedbe toplinske izolacije objekta, <a href="http://www.webgradnja.com">www.webgradnja.com</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[53]	<a href="http://img.edilportale.com/products/prodotti-94068-reid16b5910871b4a29a6ab56494df05ba1.jpg">http://img.edilportale.com/products/prodotti-94068-reid16b5910871b4a29a6ab56494df05ba1.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[54]	<a href="http://www.maksima-trgovina.hr/gradjevinski-materijal-asortiman/izolacijski-sistemi/termoizolacija/">http://www.maksima-trgovina.hr/gradjevinski-materijal-asortiman/izolacijski-sistemi/termoizolacija/</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[55]	Rolne ploče i granulati od pluta, <a href="http://www.infomarket.co.rs/pluta/rolneiploce/rolneiploce.htm">www.infomarket.co.rs/pluta/rolneiploce/rolneiploce.htm</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[56]	Zelena gradnja: energetska ušteda i smanjenje emisija CO <sub>2</sub> , <a href="http://www.lokal.hr">www.lokal.hr</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[57]	Expanded Perlite Powder, <a href="http://dir.indiamart.com/impcat/expanded-perlite-powder.html">http://dir.indiamart.com/impcat/expanded-perlite-powder.html</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[58]	Wool The Natural Fibre - IWTO, <a href="http://www.iwto.org">www.iwto.org</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[59]	<a href="https://stavbaweb.dumabyt.cz/files/files/2013_11/heraklith/Heraklith-C.jpg">https://stavbaweb.dumabyt.cz/files/files/2013_11/heraklith/Heraklith-C.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[60]	<a href="http://hayforsaleads.com/browse-ads/">http://hayforsaleads.com/browse-ads/</a> ; pristupljeno 20. 7. 2016.
[61]	<a href="http://www.fischer-hrvatska.hr">http://www.fischer-hrvatska.hr</a> ; pristupljeno 19.7.2016.
[62]	<a href="http://www.bacelic.hr">www.bacelic.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[63]	Vijci za lim, <a href="http://www.metal-flex.com">www.metal-flex.com</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[64]	Pribor za suhu gradnju, <a href="http://magnetic.hr/kategorija/suha-gradnja/proizvodi-suha-gradnja/pribor-za-suhu-gradnju/">http://magnetic.hr/kategorija/suha-gradnja/proizvodi-suha-gradnja/pribor-za-suhu-gradnju/</a> ; pristupljeno 21. 9. 2016.
[65]	RIGIPS PROFIL C-D STROPNI 6.0/400, <a href="http://www.izolirka.hr">http://www.izolirka.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[66]	<a href="http://www.smit-commerce.hr">www.smit-commerce.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[67]	Revizioni otvori, <a href="http://www.profilgips-trgovina.hr">www.profilgips-trgovina.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[68]	Profili za suhu gradnju, <a href="http://www.merkur.si">www.merkur.si</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[69]	<a href="http://www.bitpromet.hr">www.bitpromet.hr</a> ; pristupljeno 21. 7. 2017..
[70]	White Label brtvene trake, <a href="http://widraflex.eu">widraflex.eu</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[71]	Krovne folije, <a href="http://www.famy.hr/krovne_folije.php">www.famy.hr/krovne_folije.php</a> ; pristupljeno 6. 7. 2016.
[72]	<a href="http://rijeka.incroatia.eu/zavrzni-gradjevinski-radovi/gradjevinski-obrt-bajric/">http://rijeka.incroatia.eu/zavrzni-gradjevinski-radovi/gradjevinski-obrt-bajric/</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[73]	<a href="http://www.knaufinsulation.rs">www.knaufinsulation.rs</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[74]	Eurovent, <a href="http://ipeda.hr">ipeda.hr</a> ; pristupljeno 6. 7. 2016.
[75]	<a href="http://www.sika.com">www.sika.com</a> ; pristupljeno 22. 7. 2016.
[76]	Repair ceiling 4x11ft, replace coving and artex ceiling - Plastering job in Dunstable, Bedfordshire , <a href="http://www.mybuilder.com/job/view/309782">www.mybuilder.com/job/view/309782</a> ; pristupljeno 7. 7. 2016.
[77]	How to Locate and Fix a Leaky Roof, <a href="http://www.oldcontemptible.com/tag/roofing/">www.oldcontemptible.com/tag/roofing/</a> ; pristupljeno 7. 7. 2016.
[78]	Milovanović, B.: "Toplinska ovojnica zgrade – problemi i rješenja u praksi", Zbornik radova III. kongresa sudskih vještaka, Zagreb, 2013.

[79]	<a href="http://www.bramac.hr">www.bramac.hr</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[80]	<a href="http://www.isover.hr">www.isover.hr</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[81]	Kosi krov s metalnom potkonstrukcijom, <a href="http://isover.hr/ugradnja">isover.hr/ugradnja</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[82]	Rigips sistemi, <a href="http://ba.rigips.at">http://ba.rigips.at</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[83]	<a href="http://www.peknebydleni.cz/bydlime-v-podkrovi">http://www.peknebydleni.cz/bydlime-v-podkrovi</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[84]	Ausbau mit Holz-Unterkonstruktion, <a href="http://www.ausbau-schlau.de">www.ausbau-schlau.de</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[85]	<a href="http://www.samsvojmajstor.com/portal/forums/gradjevinarstvo/izolacije/unutrasnja-izolacija-zidova">www.samsvojmajstor.com/portal/forums/gradjevinarstvo/izolacije/unutrasnja-izolacija-zidova</a> ; pristupljeno 20. 10. 2016.
[86]	<a href="http://gradnjakuce.com/plijesan-kako-rijesiti-taj-problem/">gradnjakuce.com/plijesan-kako-rijesiti-taj-problem/</a> ; pristupljeno 20. 10. 2016.
[87]	<a href="http://www1.zagreb.hr/galerijakd.nsf/c31dd4a135787898c1256f9600325af4/8dba910bce93035fc1257f3e00492113?OpenDocument">http://www1.zagreb.hr/galerijakd.nsf/c31dd4a135787898c1256f9600325af4/8dba910bce93035fc1257f3e00492113?OpenDocument</a> ; pristupljeno 20. 10. 2016.
[88]	<a href="https://www.google.hr/search?q=za%C5%A1ti%C4%87eni+spomenik+kulture+donji+grad&amp;client=firefox-b&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewi48-679enPAhVFQBQKHejUDVQQ_AUICCGB&amp;biw=1400&amp;bih=738#imgrc=Zp4OqqN2SQeDRM%3A">https://www.google.hr/search?q=za%C5%A1ti%C4%87eni+spomenik+kulture+donji+grad&amp;client=firefox-b&amp;source=lnms&amp;tbm=isch&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKewi48-679enPAhVFQBQKHejUDVQQ_AUICCGB&amp;biw=1400&amp;bih=738#imgrc=Zp4OqqN2SQeDRM%3A</a> ; pristupljeno 20. 10. 2016.
[89]	Hrvatska druga proizvođača fasadnih sustava, HUPFAS, <a href="http://www.hupfas.hr">www.hupfas.hr</a> .
[90]	<a href="http://www.gradimo.hr/clanak/postavljanje-unutarnje-izolacije">http://www.gradimo.hr/clanak/postavljanje-unutarnje-izolacije</a> ; pristupljeno 20. 10. 2016.
[91]	<a href="http://www.knauf.com">www.knauf.com</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[92]	<a href="http://www.intense-energy.eu">www.intense-energy.eu</a> , Pristupljeno 31. 10. 2016.
[93]	<a href="http://www.thegreenage.co.uk/tech/internal-solid-wall-insulation/">http://www.thegreenage.co.uk/tech/internal-solid-wall-insulation/</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[94]	<a href="http://www.barbourproductsearch.info/NG%20Homes_Knauf%20Insul_8B3958-file038335.jpg">http://www.barbourproductsearch.info/NG%20Homes_Knauf%20Insul_8B3958-file038335.jpg</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[95]	<a href="http://www.kevothermal.eu">www.kevothermal.eu</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[96]	Johansson P., Adl-Zarrabi B., Kalagasidis A.S.: "Evaluation of 5 years' performance of VIPs in a retrofitted building façade", <i>Energy and Building</i> 130 (2016), pp. 488-494.
[97]	<a href="http://www.coreprosystems.co.uk/insulation-systems/aerogel-wall-insulation-iwi">www.coreprosystems.co.uk/insulation-systems/aerogel-wall-insulation-iwi</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[98]	Vereecken E.: "Hygrothermal analysis of interior insulation for renovation projects", <i>Building Physics Section</i> , 2013.
[99]	Rigips Austria GmbH, <a href="http://www.rigips.com">www.rigips.com</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[100]	Fermacell GmbH, <a href="http://www.fermacell.hr">www.fermacell.hr</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[101]	Straube, J.F., Ueno, K., and Schumacher, C. J.: "Measure Guideline: Internal Insulation of Masonry Walls", <i>Building Science Corporation</i> , July 2012.
[102]	<a href="http://www.insulationweb.co.uk">www.insulationweb.co.uk</a> ; pristupljeno 20. 10. 2016.
[103]	W. Walther, Sachverständiger für Bauphysik, Springe Eldagsen, <a href="http://www.flib.biz/plzsuche/index.php/zertifiziert/detail/86-buero-fuer-bauphysik-und-energieberatung">www.flib.biz/plzsuche/index.php/zertifiziert/detail/86-buero-fuer-bauphysik-und-energieberatung</a> ; pristupljeno 20. 10. 2016.
[104]	<a href="http://www.bauen.de/a/probleme-bei-der-innenwandaemmung.html">www.bauen.de/a/probleme-bei-der-innenwandaemmung.html</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[105]	<a href="http://www.nia-uk.org/consumer/understanding-insulation/solid-wall-insulation/internal-wall-insulation/">www.nia-uk.org/consumer/understanding-insulation/solid-wall-insulation/internal-wall-insulation/</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.

[106]	<a href="http://www.thegreenage.co.uk/wp-content/uploads/2014/02/internal-insulation1.jpg">http://www.thegreenage.co.uk/wp-content/uploads/2014/02/internal-insulation1.jpg</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[107]	<a href="https://www.just-insulation.com/images/eco-therm-apps/eco-therm-eco-liner-insulated-wallboards.jpg">https://www.just-insulation.com/images/eco-therm-apps/eco-therm-eco-liner-insulated-wallboards.jpg</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[108]	Lochner Ploss: "Wärme- und Schalldämmung im Innenausbau Fachwissen für Heimwerker – Buch gebraucht kaufen", 1980.
[109]	<a href="http://www.energieagentur.nrw/">www.energieagentur.nrw/</a> ; pristupljeno 31. 10. 2016.
[110]	Pregradni zidovi, <a href="http://www.dikem.rs/">http://www.dikem.rs/</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[111]	Jednoduchý spôsob, ako zaizolovať sadrokartónovú priečku, <a href="http://urobsisam.zoznam.sk/">http://urobsisam.zoznam.sk/</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[112]	Drywall Metal Stud Framing Metal Stud Framing Design, <a href="http://www.mytechref.com/">www.mytechref.com</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[113]	Bildergalerie Trockenbau, <a href="http://www.ts-home-design.de/">www.ts-home-design.de</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[114]	<a href="http://noithatdtp.com/">noithatdtp.com</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[115]	Vrata i dovratnici, <a href="http://www.intermont2.hr/">http://www.intermont2.hr/</a> ; pristupljeno 21. 7. 2016.
[116]	<a href="http://mojepotkrovlje.rs/">mojepotkrovlje.rs</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[117]	Veršić, Z: "Suhomontažni sustavi (pregradni zidovi, spuštjeni stropovi, plivajući podovi)", Arhitektonske konstrukcije III, 2011./2012..
[118]	<a href="http://nicrodin.hr/">nicrodin.hr</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[119]	Das Bad im Erdgeschoß (22. 8.), <a href="http://www.colwe.at/">www.colwe.at/</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[120]	<a href="http://www.jaeger-bad.de/">www.jaeger-bad.de</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[121]	Spušteni stropovi, <a href="http://www.intermont2.hr/">http://www.intermont2.hr/</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[122]	Građevinski radovi, <a href="http://www.tehnoupravljjanje.hr/">www.tehnoupravljjanje.hr/</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[123]	Opet po djeci – urušen strop u vrtiću u Palaceu, <a href="http://www.kastela.org/">www.kastela.org</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[124]	<a href="http://www.armstrong.com/">www.armstrong.com</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[125]	<a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/23/fc/b1/23fcb180854608c67902d779d0eed02a.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/23/fc/b1/23fcb180854608c67902d779d0eed02a.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[126]	RF Shielding and Mitigation, <a href="http://www.emfrf.com/">www.emfrf.com</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[127]	RIGITON CLIMAFIT, <a href="http://www.magips.sk/">www.magips.sk</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[128]	Architekten 24 Bauregister, <a href="http://www.bauregister.de/">www.bauregister.de</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[129]	<a href="http://www.elektrobaric.hr/wp-content/uploads/2016/01/gipsane-ploce.jpg">http://www.elektrobaric.hr/wp-content/uploads/2016/01/gipsane-ploce.jpg</a> ; pristupljeno 28. 11. 2016.
[130]	Dämmen mit den OBI Komplett-Paketen, <a href="http://www.obide.de/">www.obide.de</a> ; pristupljeno 16. 8. 2016.
[131]	Graditeljska škola Čakovec, <a href="http://www.gsc.hr/">www.gsc.hr</a> .
[132]	Ventilirani krov, <a href="http://krov.makoter.hr/ventilirani-krov.php">krov.makoter.hr/ventilirani-krov.php</a> ; pristupljeno 5. 7. 2016.

[133]	<i>Schule hat Dachschaden, www.westfalen-blatt.de; pristupljeno 1. 9. 2016.</i>
[134]	<i>Ventilirani krov, krov.makoter.hr; pristupljeno 17. 8. 2016.</i>
[135]	<i>Hrvatska udruga proizvođača fasadnih sustava, HUPFAS, www.hupfas.hr, 2016.</i>
[136]	<i>GERARD Roofing system, www.termag.hr/_Upload/Documents/Gerard-upute-za-ugradnju.pdf; pristupljeno 6. 7. 2016.</i>
[137]	<i>Traka za zaštitu i provjetravanje strehe, TERRAN crijep d.o.o, www.webgradnja.hr; pristupljeno 6. 7. 2016.</i>
[138]	<i>Beseitigung und Vorsorge   Schaden im Dach durch Marder in Würzburg, peter-jungklaus.de; pristupljeno 30. 8. 2016.</i>
[139]	<i>http://mojepotkrovlje.rs/sve-sto-ste-hteli-da-znate-o-izolaciji-potkrovlja/; pristupljeno 30. 8. 2016.</i>
[140]	<i>www.austrotherm.rs; pristupljeno 1.9.2016.</i>
[141]	<i>skyTech - negoriva tankoslojna reflektivna izolacija, promoizlog.net; pristupljeno 1. 9. 2016.</i>
[142]	<i>www.velux.ba/proizvodi/krovni-prozori/velux-proizvodi-za-ugradnju; pristupljeno 28. 11. 2016.</i>
[143]	<i>www.velux.hr; pristupljeno 28. 11. 2016.</i>
[144]	<i>www.webgradnja.hr; pristupljeno 19. 8. 2016.</i>
[145]	<i>Tetto, tetto in calcestruzzo - Ampack swiss, www.ampack.ch; pristupljeno 19.8.2016.</i>
[146]	<i>Das sichere und wirtschaftliche Traufdetail im Steildach, www.bauder.de; pristupljeno 22. 8. 2016.</i>
[147]	<i>Dachdämmung, www.energieverbraucher.de; pristupljeno 22. 8. 2016.</i>
[148]	<i>http://www.karl-bachl.hr; pristupljeno 30. 8. 2016.</i>
[149]	<i>Krov - Gradnja obiteljske kuće, blog.dnevnik.hr; pristupljeno 22. 8. 2016.</i>
[150]	<i>Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, www.grad.hr, 2016.</i>
[151]	<i>Gutex.de; pristupljeno 30. 8. 2016.</i>
[152]	<i>Dom, blog.dnevnik.hr; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[153]	<i>Система Кнауф-суперпол, www.nashpol.com; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[154]	<i>OSB 3 ploče 125x250 - utor pero, www.drvo-trgovina.hr; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[155]	<i>Suhi estrih, www.emajstor. hrljeno: 16. 8. 2016.</i>
[156]	<i>Proiectarea și execuția corectă a pardoselilor (III) - Pardoseli Magazin, www.pardoselimagazin.ro; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[157]	<i>Blanke und Knauf Perlite: sicherer Bodenaufbau für große Fliesen, www.baulinks.de; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[158]	<i>Lithotherm®, www.parkett-naturbaustoffe.de/content/Fussbodenheizung.html; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[159]	<i>3-n.info/media/4_Downloads/pdf_WssnSvc_Srvc_StfflHlntzg_07_Dielenboeden.pdf; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>

[160]	<i>KlimaBoden AirconFloor, <a href="http://www.joco.de">www.joco.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[161]	<i>Suhi estrih, <a href="http://www.mojmojster.net">www.mojmojster.net</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[162]	<i>Rigidur. The gypsum fibreboard., <a href="http://www.rigidur.com">www.rigidur.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[163]	<i>Neuer, fast revolutionärer Trockenestrich für Fliesen, <a href="http://www.kerana.de">www.kerana.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[164]	<i>Trockenestrich, <a href="http://www.modemisierer.de">www.modemisierer.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[165]	<i>Rychlá rekonstrukce podlahy pomocí podsypu z Liaporu, <a href="http://www.bydleni.cz">www.bydleni.cz</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[166]	<i>CEMWOOD, <a href="http://www.cemwood.de">www.cemwood.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[167]	<i><a href="http://www.raumausstattung.de">www.raumausstattung.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[168]	<i>Ravnanje podloge Liapor kuglicama i 2xosb - kljuc u ruke, <a href="http://www.njuskalo.hr">www.njuskalo.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[169]	<i>Parkett und Trockenbau, <a href="http://parkettnachreiner.de">parkettnachreiner.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[170]	<i>Podloge za postavljanje parketa, <a href="http://www.parketar-hofer.hr">www.parketar-hofer.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[171]	<i>receveur douche à l'italienne fermacell - A2ME, <a href="http://www.a2me-materiauxecologiques.com">www.a2me-materiauxecologiques.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[172]	<i>Benefits: Aquapanel - Knauf Aquapanel, <a href="http://www.aquapanel.com">www.aquapanel.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[173]	<i>Cantina recuperata e ristrutturata - Rifare Casa, <a href="http://www.rifarecasa.com">www.rifarecasa.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[174]	<i><a href="http://www.24sata.hr/media/img/66/fa/26035e443bcff5ce0be8.jpeg">www.24sata.hr/media/img/66/fa/26035e443bcff5ce0be8.jpeg</a>; pristupljeno 28. 11. 2016.</i>
[175]	<i>Podno grijanje, <a href="http://mirakul.com.hr">mirakul.com.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[176]	<i>HofaFlex-Gefachdämmung, <a href="http://hofalex.de">hofalex.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[177]	<i><a href="http://lithowood.jimdo.com">lithowood.jimdo.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[178]	<i>Lithotherm Bodenheizungsverlegesystem mit Steinboden, <a href="http://wohnen.pege.org">wohnen.pege.org</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[179]	<i>Keramik-Ziegel-Ton-Fussboden-Heizung, <a href="http://www.oeko-architektenhaus.de">www.oeko-architektenhaus.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[180]	<i><a href="http://www.fermacell.hr/hr/.../FERMACELL_estrih_elementi_podno_grijanje_03-2013.pdf">www.fermacell.hr/hr/.../FERMACELL_estrih_elementi_podno_grijanje_03-2013.pdf</a>; pristupljeno 29.11.2016.</i>
[181]	<i>Sustav podnog grijanja, <a href="http://www.zelenaenergija.org">http://www.zelenaenergija.org</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[182]	<i><a href="http://espertocasaclima.com/tag/riscaldamento/">espertocasaclima.com/tag/riscaldamento/</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[183]	<i>Neues Trocken-Estrichelement: CompactFloor optimiert Wirtschaftlichkeit &amp; Regelbarkeit, <a href="http://www.mfh-systems.com/de">www.mfh-systems.com/de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[184]	<i>Suchá instalace podlahového topení Roth, <a href="http://www.topeni-chlazení.cz">www.topeni-chlazení.cz</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[185]	<i>THERMOLUTZ Fußbodenheizung System NE/TE, <a href="http://www.thermolutz.de">www.thermolutz.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>

[186]	<i>Uzdignuti (kompjuterski) podovi, megakop.ba; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[187]	<i>Kompjuterski podovi, <a href="http://www.maxmar-sport.hr">http://www.maxmar-sport.hr</a>; Pristupljeno: 16. 8. 2016.</i>
[188]	<i>Raised Floor and Insulation, <a href="http://www.eqcoms.com">www.eqcoms.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[189]	<i>Modular interior Technologies Low Profile Access Floor, <a href="http://www.mit4solutions.com/kivaflex.html">www.mit4solutions.com/kivaflex.html</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[190]	<i>Haworth TecCrete Raised Access Floor, <a href="http://www.pinterest.com">www.pinterest.com</a>; Pristupljeno: 16. 8. 2016.</i>
[191]	<i>Koncepta GmbH Doppelboden, <a href="http://www.koncepta.de">www.koncepta.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[192]	<i>Zdvojené podlahy, <a href="http://www.triton.cz">www.triton.cz</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[193]	<i>Suhi i podignuti podovi, <a href="http://radmangrupa.hr">radmangrupa.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[194]	<i>Kompjuterski podovi UNIFLAIR, <a href="http://www.webgradnja.hr">www.webgradnja.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[195]	<i>Wartung und Sanierung, <a href="http://www.doppelboden-haupt.de">www.doppelboden-haupt.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[196]	<i>Lité dutinové podlahy, <a href="http://systemy-lindner.sk">systemy-lindner.sk</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[197]	<i>Hohlboden FLOOR and more®, <a href="http://www.lindner-group.com/de_AT">www.lindner-group.com/de_AT</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[198]	<i>Iglani podovi • ALFA POD d.o.o. , <a href="http://www.webgradnja.hr">www.webgradnja.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[199]	<i><a href="http://www.copybook.com/airport/companies/lindner/articles/on-solid-ground-hollow-and-raised-access-floors">http://www.copybook.com/airport/companies/lindner/articles/on-solid-ground-hollow-and-raised-access-floors</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[200]	<i>Raised Floor LUMEN, <a href="http://www.lindner-group.com">www.lindner-group.com</a>, Pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[201]	<i>Scatole per prese di corrente a pavimento, <a href="http://www.archiexpo.it">www.archiexpo.it</a>, Pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[202]	<i>Uzdignuti kompjuterski podovi, <a href="http://www.barunointerijeri.hr">www.barunointerijeri.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[203]	<i>Nuevo sistema de suelo radiante para suelos técnicos de Tradesa, <a href="http://fegeca.com">fegeca.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[204]	<i><a href="http://www.kaelberer-heizsysteme.de/fussbodenheizung_montage.htm">www.kaelberer-heizsysteme.de/fussbodenheizung_montage.htm</a>, Pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[205]	<i>Produkte   Hohlboden mit Fußbodenheizung, <a href="http://www.hg-fussbodensysteme.de">www.hg-fussbodensysteme.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[206]	<i>Raised Floor VENTEC, <a href="http://www.lindner-group.com">www.lindner-group.com</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[207]	<i>Klimatisierung des Senatssaals über "belüfteten" Doppelboden, <a href="http://www.raumausstattung.de">www.raumausstattung.de</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[208]	<i>LUX Gipsz Karton fugaszalag 25 m x 50 mm vásárolni; <a href="http://www.obi.hu">www.obi.hu</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>
[209]	<i>Partition walls, <a href="http://admangrupa.hr">admangrupa.hr</a>; pristupljeno 16. 8. 2016.</i>

# PRIRUČNIK ZA TRENERE GRAĐEVINSKO ZANIMANJE MONTER SUHE GRADNJE



Sufinancirano iz EU programa  
Inteligentna energija Europe



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet



Hrvatska komora  
inženjera građevinarstva



REGIONALNI CENTAR ZAŠTITE OKOLIŠA  
Hrvatska



GRADITELJSKA ŠKOLA  
ČAKOVEC



Hrvatski zavod za zapošljavanje