

# KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

– STRUKOVNI DIO –



PRIRUČNIK ZA RADNIKE  
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE KROVOPOKRIVAČ

## **IMPRESSUM:**

### **Urednici i autori:**

Graditeljska škola Čakovec  
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

### **Dizajn i prijelom:**

Antonija Čičak

### **ISBN:**

978-953-8168-11-6

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000962292.

### **Tisak:**

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

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

### **Nakladnik:**

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

© Sva prava pridržava konzorcij CROSKILLS II.

**Kratki dijelovi ove publikacije mogu se reproducirati nepromijenjeni, bez odobrenja autora i pod uvjetom da se navede izvor.**

Zagreb, 2017.



**PRIRUČNIK ZA RADNIKE  
GRAĐEVINSKO ZANIMANJE  
KROVOPOKRIVAČ**



## USUSRET ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI U ZGRADARSTVU

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

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

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

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



## TOWARDS ENERGY EFFICIENCY BUILDINGS

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

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

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

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



<b>1 UVOD U KROVOPOKRIVAČKU STRUKU</b> .....	9
1.1 DJELATNOST KROVOPOKRIVAČA .....	9
1.2 VRSTE KROVNOG POKROVA .....	10
1.3 NOSIVA KROVNA KONSTRUKCIJA .....	11
1.4 SPOJNA SREDSTVA .....	13
1.5 KROVOPOKRIVAČKI PRIBOR, ALATI I STROJEVI .....	14
1.6 KROVNA OPREMA .....	16
1.7 ZAŠTITA KROVNE KONSTRUKCIJE .....	18
<b>2 POKRIVANJE KROVA CRIJEPOM</b> .....	27
2.1 POSTAVLJANJE I PRIČVRŠĆIVANJE OKAPNOG LIMA NA KROVNE GREDE UZDUŽ OKAPNICE .....	27
2.2 POSTAVLJANJE PAROPROPUSNE-VODONEPROPUSNE FOLIJE .....	27
2.3 POSTAVLJANJE KONTRALETVI .....	27
2.4 POSTAVLJANJE OKAPNE LETVE .....	28
2.5 POSTAVLJANJE ELEMENTA ZRAČNIKA NA OKAPNICI .....	28
2.6 POSTAVLJANJE KROVNIH LETVI POKRIVANJE .....	29
2.7 POKRIVANJE .....	29
2.8 SLJEME .....	29
2.9 GREBEN .....	30
2.10 UVALA .....	30
<b>3 POKROV LIMOM</b> .....	31
3.1 PREDNOSTI I NEDOSTACI POKRIVANJA LIMOM .....	31
3.2 OPĆE UPUTE ZA POKRIVANJE LIMOM .....	31
3.3 MATERIJALI ZA POKRIVANJE LIMOM .....	32
3.4 NAGIB KROVA I VRSTA LIMENOG KROVNOG POKROVA .....	32
3.5 KROVNA OPREMA .....	33
3.6 POKRIVANJE KROVOVA PREDGOTOVLJENIM LIMOM .....	35
3.7 TOPLINSKO-IZOLACIJSKI SENDVIČ KROVNI PANELI .....	40
<b>4 RAVNI KROVOVI</b> .....	41
4.1 PODJELA RAVNIH KROVOVA .....	41
4.2 FUNKCIONALNI SLOJEVI RAVNOG KROVA .....	48
4.3 ZELENI RAVNI KROV .....	50
4.4 NAJČEŠĆI PROBLEMI NA RAVNIM KROVOVIMA .....	50
4.5 SANACIJA RAVNIH KROVOVA .....	51
<b>5 GRAĐEVINSKA LIMARIJA</b> .....	52
5.1 ZNAČAJKE GRAĐEVINSKE LIMARIJE .....	52
5.2 ELEMENTI GRAĐEVINSKE LIMARIJE U KROVOPOKRIVAČKOJ STRUCI .....	52
5.3 KROVNI OLUK .....	53
5.4 GRIJANJE OLUKA I ODVODA OBORINSKE VODE .....	53
5.5 KROVNE UVALE .....	53
5.6 LIMENI OPŠAVI .....	54
5.7 OPŠAV DIMNJAKA .....	54





# 1 UVOD U KROVOPOKRIVAČKU STRUKU

## 1.1 DJELATNOST KROVOPOKRIVAČA



**Slika 1** Djelatnost krovopokrivača

Djelatnost krovopokrivača (*Slika 1*) obuhvaća izvedbe različitih sustava kojim se pokrivaju krovne konstrukcije i koji imaju funkciju: zatvaranja objekta prema vanjskom okruženju, zaštite objekta od atmosferilija, zvučne izolacije potkrovnih prostorija, toplinske izolacije, zaštite od groma, funkciju mehaničke zaštite od prodora stranih tijela, sigurnost kretanja po krovu, trajnost u korištenju

Izbor vrste krovnog pokrova ovisi o: klimatskim i geografskim uvjetima, namjeni građevine, oblikovanju građevine, nagibu krovišta, ekonomskim uvjetima, ekološkim i estetskim parametrima okruženja u kojima nastaje, statičkim mogućnostima nosive konstrukcije krova, načinu održavanja i popravljanja.

Dobro izvedeni krov sa svim detaljima je uvjet dugotrajnosti svih elemenata krovne konstrukcije, a ujedno i uvjet ugodnosti boravka i kvalitete života ljudi koji borave u zgradi.

Krov može biti izložen i djelovanju kapilarne vlage, kondenzata iz stambenog tavanog prostora, snijegu na krovnoj površini, te stvaranju leda na strehi krova kod niskih temperatura, što zahtijeva posebna rješenja za sprječavanje oštećenja.

Zbog toga se preporuča izvođenje ventiliranih (provjetravanih) krovova, uz upotrebu dodatnih elemenata te pravilno izvođenje svih dijelova krova. se preporuča stalno usavršavanje.

## 1.2 VRSTE KROVNOG POKROVA

Krovni pokrov prema materijalu dijelimo na:

**1. Crijep (glineni i betonski):**

običan ravan crijep, utoreni, žljebnjaci, valoviti



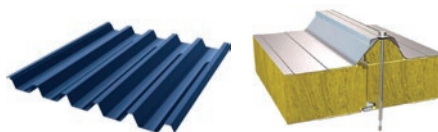
**2. Ploče od prirodnog kamena:**

škriljevac



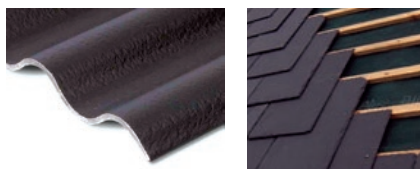
**3. Pokrov limom:**

čelični, aluminijski, olovni, bakreni, pokrov predgotovljenim samonosivim toplinsko-izolacijskim panelima



**4. Vlaknastocementne ploče:**

ravne i valovite



**5. Trake (folije) i premazi:**

na bazi bitumena ili sintetskih materijala



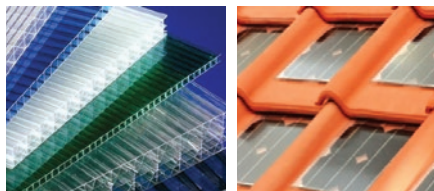
## 6. Pokrov od organskih prirodnih materijala:

drvena šindra, slama, trska



## 7. Ostalo:

staklo, polikarbonat, šindra, sintetičke mase, reciklažne PVC ploče, solarni pokrovni materijal.



Primjene određenog krovnog pokrova prema nagibu krovne plohe regulirane su propisima radi postizanja pravilne odvodnje s krova i onemogućavanje podizanja pokrova uslijed vjetrova, te prokišnjavaње. Nagib krovnih ploha ovisi o klimatskoj zoni, funkciji krova i pokrovu. Kod svih vrsta krovnih pokrova treba se pridržavati uputa proizvođača koje osim karakteristika pokrova sadrže i podatke o pokrovnoj konstrukciji, načinu slaganja i povezivanja elemenata međusobno i za podlogu, te dodatni asortiman pratećih proizvoda. Najmanji nagib krovnih ploha ne smije biti ispod  $0,5^\circ$  i ide do  $5^\circ$ . Takav se krov pokriva višeslojnim hidroizolacijama i propisanim sustavima za ravne krovove.

## 1.3 NOSIVA KROVNA KONSTRUKCIJA

Krov se sastoji od: krovne konstrukcije i krovnog pokrova.

**Krovna konstrukcija** je konstruktivni sklop koji neposredno prima i na nosive zidove prenosi opterećenje krovnog pokrova, snijega, vjetrova i slučajnog opterećenja. Izrađuje se od drva (*Slika 2*), metala (*Slika 3*) i armiranog betona (*Slika 4*).



*Slika 2* Drvena krovna konstrukcija

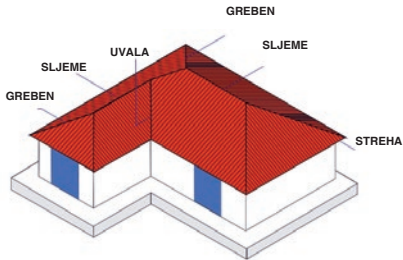


*Slika 3* Čelična krovna konstrukcija

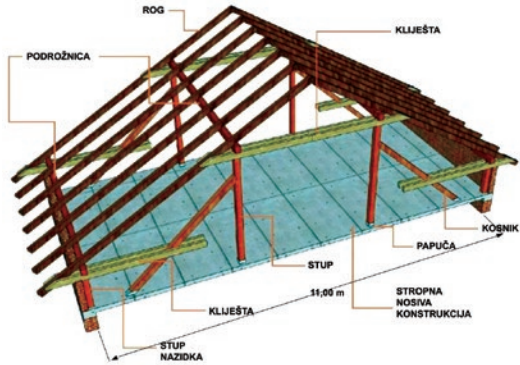


*Slika 4* Betonska krovna konstrukcija

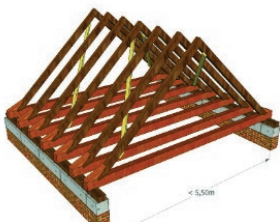
Osnovna podjela drvenih krovnih konstrukcija: jednostrešna krovišta, dvostrešna krovišta, složena krovišta, šatorasta krovišta, tornjevi, kupole...



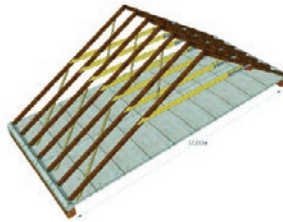
**Slika 5** Elementi kosog krova



**Slika 6** Konstruktivni elementi drvenog krovišta



**Slika 7** Prazno krovište s veznim gredama



**Slika 8** Krovište s pajantom i AB stropom umjesto veznih greda



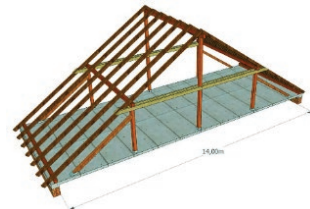
**Slika 9** Jednostruka visulja



**Slika 10** Trostruka visulja



**Slika 11** Dvostruka stolica s nadozidom



**Slika 12** Trostruka stolica bez nadozid

## 1.4 SPOJNA SREDSTVA

Drvene konstrukcije nastaju sastavljanjem pojedinih komada za tu svrhu obrađene drvene građe. Vezna sredstva imaju svrhu povezati te elemente u jedinstvenu cjelinu. Prema vrsti materijala razlikujemo: drvena vezna sredstva, čelična vezna sredstva i ljepilo.



**Slika 13** Čavli



**Slika 14** Različite vrste vijaka



**Slika 15** Sihga vijak



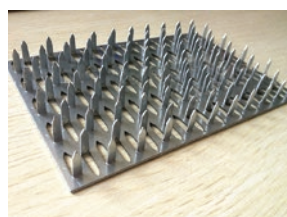
**Slika 16** Sihga moždanik



**Slika 17** Skobe (klamfe)



**Slika 18** Klamerice



**Slika 19** Zubata ploča



**Slika 20** Spojne ploče i trake



**Slika 21** Stope za grede



**Slika 22** Lamelirano drvo

## 1.5 KROVOPOKRIVAČKI PRIBOR, ALATI I STROJEVI

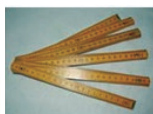
Za kvalitetno obavljanje krovopokrivačkih radova od velike je važnosti kompletan i ispravan alat, te pridržavanje pravila zaštite na radu pri rukovanju s njim.

Dio pribora, strojeva i alata koje koriste krovopokrivači su:

### Pribor za mjerenje



metar



sklopivi  
dvometar



čelična mjerna traka



mjerna letva



pomično mjerilo

### Pribor za obilježavanje



tesarska olovka



konopac u kutiji  
s bojom



šestar



pravokutnik



kosokutnik

### Sprave za viziranje



libela



cijevna libela



visak



Pila listarica



Pila za metal



Sjekire, teška, srednja i laka



Razni oblici čekića



Razne vrste maklji



Ručna i električna gladilica



Škare za rezanje lima



Kliješta za savijanje lima



Kliješta za savijanje kuka



Akumulatorski pribijač čavala



Pneumatski pribijač čavla



Motorna pila s lancem



Električna ubodna pila



Debljača za drvo



Ravnjača - debljača



Strojevi za savijanje i izradu profilacija



Strojevi za obrublivanje lima

## 1.6 KROVNA OPREMA

Krovna oprema (*Tablica 1*) dio je krovišta koji je najčešće nevidljiv, ali bez tih dijelova krov gubi svoju funkcionalnost. Sve ono što je ispod glavnog pokrova, a iznad toplinske izolacije koja se ugrađuje na konstruktivni dio krovišta, pripada u kategoriju krovne opreme: krovne folije (paropropusne i vodonepropusne), kopče protiv nevremena, ventilirano sljeme i greben, te ventilacija na krovu.



*Primjer pametne pame brane*



*Paropropusna, vodonepropusna folija*



*Parna brana od aluminizirane polietilenske folije*



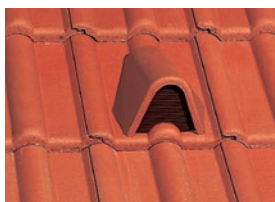
*Kopča protiv nevremena za sljemenjake*



*Primjer kopče protiv nevremena za crijev*



*Elementi ventilacije na sljemenu i grebenu*



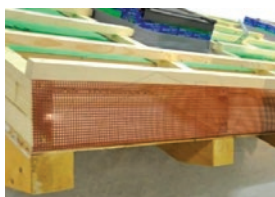
*Zračnik*



*Snjegobrani*



*Element za uvalu*

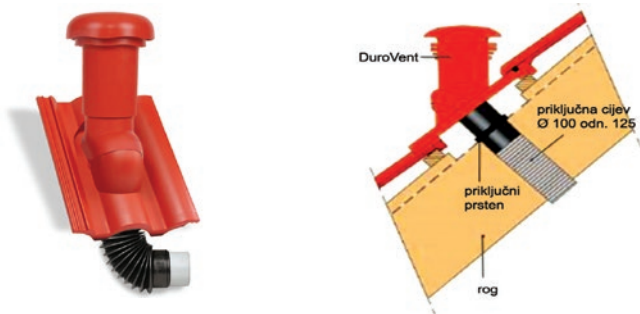


*Ventilacijski elementi na strehi – ventilacijski češalj i mreža*



*Primjeri prodora kroz krovnu konstrukciju*





Ventilacijski elementi unutarnjih prostora na krovu

### Primjeri krovnih proboja



Osnovni krovni probojni PVC crijev



Adapter antenske cijevi



Adapter za fotonaponsku ploču



Dodatni elementi pri ugradnji fotonaponskih sustava

**Tablica 1** Krovna oprema

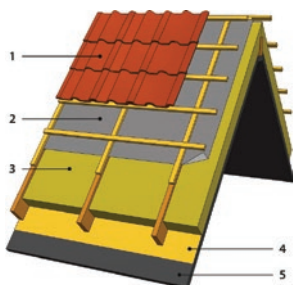
## 1.7 ZAŠTITA KROVNE KONSTRUKCIJE

Rizik od građevinskih oštećenja krovne konstrukcije zbog utjecaja vlage nastala uslijed kondenzacije vodene pare, toplinskih mostova ili konstrukcijskih grešaka koji mogu dovesti do stvaranja plijesni, toplinskih gubitaka, propadanja dijelova konstrukcije i sl. izbjegava se pravilnom izvedbom ventiliranih krovnih konstrukcija uz primjenu pravila ugradnje elemenata krovne opreme, toplinske izolacije i krovnih folija, sprječavanjem ulaska vode u slojeve krova i slojeve ETICS sustava (ili drugih toplinskih sustava zidova).

### 1.7.1 Ventilirani krov

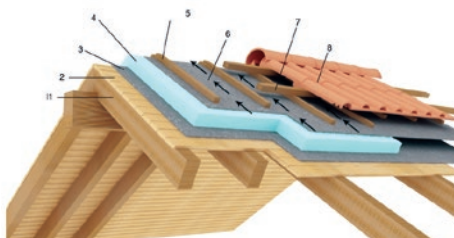
Ventilirani krov (*Slika 23 i 24*) je krov u kojemu je omogućeno prirodno strujanje zraka ispod krovnog pokrova (crijepa i sl.), tj. između tzv. sekundarnog pokrova i samog pokrova.

Sekundarni pokrov ovdje podrazumijeva paropropusni, a istovremeno vodonepropusni sloj koji se nalazi ispod pokrova. On sprječava 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 paropropustan, što omogućuje isušivanje eventualno kondenzirane vodene pare u slojevima toplinske izolacije.



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

*Slika 23* Prikaz ventiliranog krova s toplinskom izolacijom između i ispod rogova



1. **Drveni rogovi**
2. **Daske**
3. **Folija** (parna brana)
4. **Izolacija**
5. **Kontraletve**
6. **Folija** (paropropusna- vodonepropusna folija)
7. **Letve**
8. **Pokrov** (crijep ili dr.)

*Slika 24* Prikaz ventiliranog krova s toplinskom izolacijom iznad rogova

Prirodno ventiliranje moguće je koristiti kod kosih krovnih konstrukcija koje će biti bolje ventilirane ako je veća razlika visina između ulaznih i izlaznih otvora za zrak, koji se u tu svrhu ostavljaju unutar krovne konstrukcije. Visina ventiliranog sloja ovisi o nagibu krovne plohe i dužini roga – veća je što je nagib krovne plohe manji, a rogovi dulji (minimalna preporučena visina u našim krajevima iznosi 5 cm).

### 1.7.2 Paropropusna-vodonepropusna folija

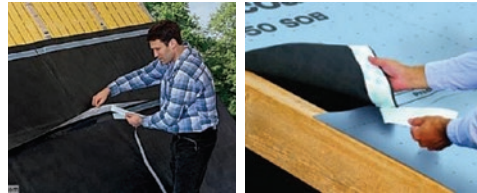
Paropropusna-vodonepropusna folija (*Slika 25*) ima funkcije:

- sprječavanja prodora vode i vlage iz okoline (oborine) u konstrukciju krova (kišna brana)
- propuštanja u okolinu ukupne količine vodene pare koja nije velika ali ipak prođe kroz parnu branu u toplinsku izolaciju krova (time se sprječava zadržavanje vlage u toplinskoj izolaciji).



*Slika 25* Paropropusna-vodonepropusna krovna folija

Paropropusna - vodonepropusna folija postavlja se paralelno s okapnicom, susjedne trake se međusobno preklapaju (veličina preklopa prema uputama proizvođača), a svi prodori (dimnjak, cijevi za instalacije ili ventilaciju i sl.) na paropropusno-vodonepropusnoj foliji moraju biti zabrtvljeni, *Slika 26 i Tablica 2*.



*Slika 26* Postavljanje paropropusne-vodonepropusne folije



Izrezati otvor u obliku slova „X“



Trokutasti višak membrane



Odrezati trokutasti višak folije



Izrezati otvor u obliku slova „X“



Trokutasti višak membrane



Odrezati trokutasti višak folije



Lijepljenje folije na donji dio



Dijagonalno izrezati ljepljivu traku na donjem dijelu dimnjaka



Zalijepiti bočni dio folije za dimnjak



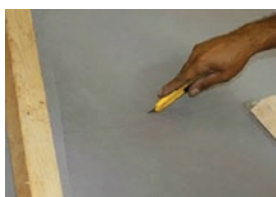
Dijagonalno izrezati ljepljivu traku



Lijepljenje gornjeg dijela dimnjaka



Ugradnja okapnice sa nagibom iznad dimnjaka



Razrezati membranu



Ugradnja okapnice



Lijepljenje folije



Okrugli prodor – označiti



Izrezati membranu



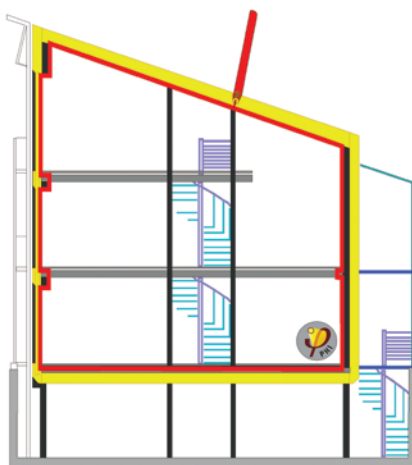
Ugradnja prodora - gornja strana



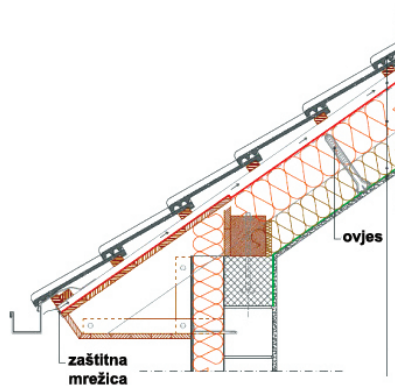
**Tablica 2** Pravilno izvođenje prodora ventilacijskog otvora kroz paropropusnu-vodonepropusnu foliju

### 1.7.3 Toplinska izolacija krova

Uloga ovog sloja je smanjiti toplinske gubitke kroz krov građevine zimi, osigurati toplinsku stabilnost krova ljeti. Toplinska izolacija može biti postavljena u, iznad ili/i ispod krovne konstrukcije i treba dodatno paziti da ne dođe do pojave toplinskih mostova što se osigurava kontinuitetom toplinske i zrakonepropusne ovojnice zgrade.



**Slika 27** Shematski prikaz neprekidnosti toplinske (žuto) i zrakonepropusne (crveno) ovojnice zgrade



**Slika 28** Primjer neprekidnosti toplinske izolacije i zrakonepropusne ovojnice zgrade

**Jedan od najosjetljivijih detalja koji je potrebno ispravno riješiti spoj je krova i zidova (i na zabatima i na strehi)!**

**Postupak izvedbe toplinske izolacije krova s gornje strane** (Tablica 3), pri čemu se misli na ugradnju parne brane s gornje strane rogova, ugradnju mekane toplinske izolacije od mineralne vune između rogova, kao i toplinske izolacije od kamene vune velike čvrstoće iznad rogova.



Postavljanje parne brane s gornje strane rogova



Pričvršćivanje parne brane s gornje stranerogova



Brtvljenje detalja proboja parne brane posebnim trakama za lijepljenje



Rezanje mekane mineralne vune



Postavljanje mekane mineralne vune između rogova



Postavljanje ploča tvrdoprešane mineralne vune iznad rogova



Izvedba paropropusne-vodonepropusne barijere



Postavljanje paropropusne-vodonepropusne folije s preklomom



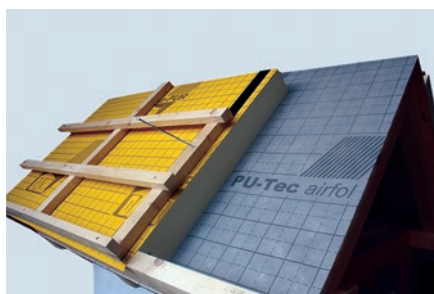
Pričvršćivanje kontraletvi na tvrde ploče mineralne vune



Toplinska izolacija postojećeg krova

**Tablica 3** Postavljanje toplinske izolacije između i iznad rogova

Sustav toplinske izolacije drvenog krovništva s gornje strane može biti izveden korištenjem toplinsko izolacijskih materijala na bazi PUR-a ili PIR-a (*Slika 29*), pri čemu je jednako kao i u slučaju mineralne vune s donje strane potrebno koristiti parnu branu, odnosno paropropusnu-vodonepropusnu foliju s gornje strane krova. Parna brana obično se izvodi 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 (samoljepiva folija).



**Slika 29** Postavljanje toplinske izolacije od tvrdih ploča toplinske izolacije od PUR-a ili PIR-a iznad rogova



Za ventilirani krov, potrebno je s gornje strane rogova, postaviti paropropusnu-vodonepropusnu foliju.



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



Ploče kamene vune, ugraditi tijesno između rogova, jednu do druge



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



Pametnu paru branu postaviti preko CD profila, s preklopom od 10-15 cm



Postavljanje paro- i zrakonepropusne folije s unutarnje strane krova

**Tablica 4** Postupak ugradnje TI od mineralne vune između i ispod rogova

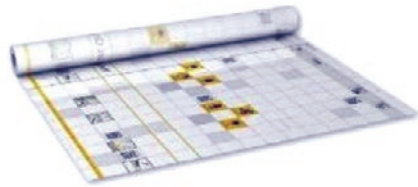


### 1.7.4 Parna brana

Parna brana ima zadatak spriječiti izlazak zraka iz prostorije u unutrašnjost krovne konstrukcije čime se sprječavaju toplinski gubici, ali i nagli prolaz vodene pare u hladniji prostor. **Izvedba kvalitetne parne brane vrlo je važna, naročito kod raznih spojeva i proboja za instalacije, pričvršćenja unutrašnje oplate i slično, jer kod nepravilne izvedbe dolazi do izravnog prodora vlage iz prostorije u unutrašnjost krovne konstrukcije.** Niti jedna parna brana ne zaustavlja u potpunosti prolaz vodene pare već propušta manje količine vodene pare, 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 dođe do stvaranja kondenzacije. Na taj se način odvija izmjena vodene pare između unutrašnjosti zgrade i okoline bez štetnih posljedica za krovnu konstrukciju, toplinsku izolaciju i kakvoću boravka.



**Slika 30** Parna brana od aluminizirane polietilenske folije



**Slika 31** Pametna parna brana

Ovisno o načinu na koji se izvodi krov, moguća su različita rješenja postavljanja parne brane. Ovdje se ponajprije misli na to je li pristup krovu omogućen s gornje strane rogova ili pak s donje strane rogova, iz potkrovlja. Neovisno o tome postavlja li se parna brana s gornje ili donje strane rogova obavezno je osigurati njezinu neprekidnost. Ovo podrazumijeva pravilna preklapanja i međusobno lijepljenje, kao i lijepljenje na druge građevne dijelove (nadozide, zabatne zidove, dimnjake, itd.) kao i brtvljenje svih prodora, *Slika 32 i 33.*



**Slika 32** Postavljanje parne brane (paro i zrakonepropusne folije) s unutarnje strane krova



**Slika 33** Pravilna izvedba paro- i zrakonepropusne krovne folije s gornje strane

Kada se zbog neznanja ili nemara dogode pogreške u izvedbi, posljedice po konstrukciju vrlo su vidljive, **Slika 34**.



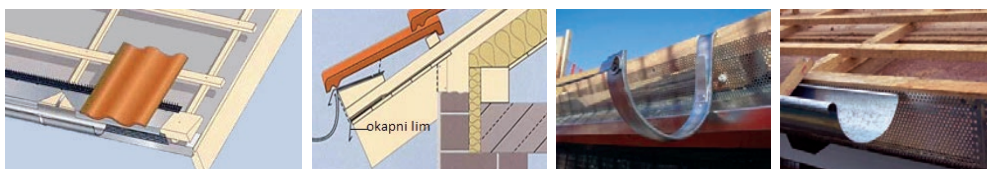
**Slika 34** Štete izazvane pogreškama u izvedbi krovišta

## 2 POKRIVANJE KROVA CRIJEPOM

Kako bi prekrivanje krovne površine crijepom bilo što efikasnije, vrlo je bitan redoslijed i način postavljanja pojedinih elemenata krova.

### 2.1 POSTAVLJANJE I PRIČVRŠĆIVANJE OKAPNOG LIMA NA KROVNE GREDE UZDUŽ OKAPNICE

Okapni lim služi za odvođenje kišnice, kondenzirane vode i rose, *Slika 35*.



*Slika 35* Okapni lim

### 2.2 POSTAVLJANJE PAROPROPUSNE-VODONEPROPUSNE FOLIJE

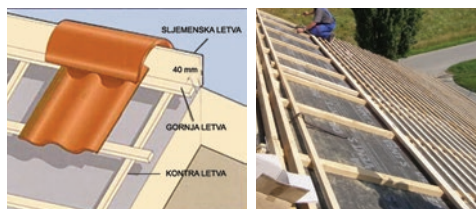
Paropropusna-vodonepropusna folija postavlja se od okapnice do sljemena, mora se na međusobnim spojevima lijepiti, *Slika 36*.



*Slika 36* Postavljanje paropropusne-vodonepropusne folije

### 2.3 POSTAVLJANJE KONTRALETVI

Kontraletve minimalnog presjeka 50/50 mm osiguravaju dodatno prozračivanje, a pričvršćuju se na rogove čavljanjem ili vijcima ukoliko je izvedena toplinska izolacija iznad rogova, *Slika 37*. Kod debljine izolacije od 10 cm koriste se sistemski vijci SFS-WFR-T-6x240 mm, pri čemu 8 cm zauzima sidrenje vijka u rog, *Slika 38*.



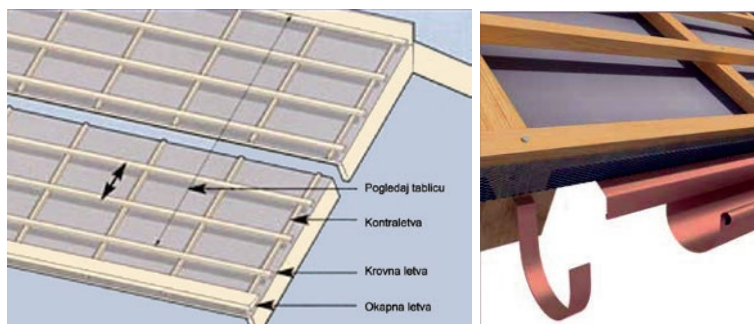
**Slika 37** Postavljanje kontraletvi



**Slika 38** Pričvršćivanje kontraletvi ubušavanjem sistemskih vijaka

## 2.4 POSTAVLJANJE OKAPNE LETVE

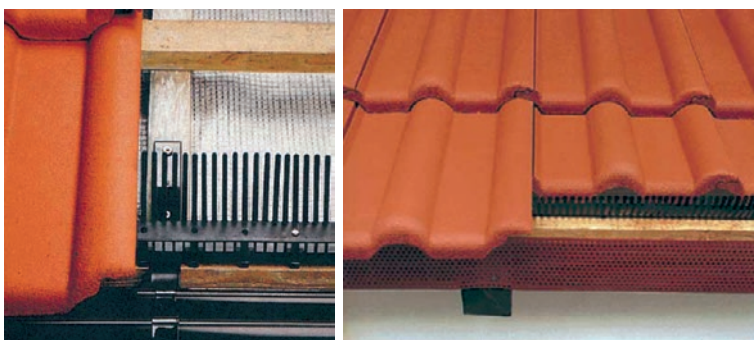
Okapna letva postavlja se i učvršćuje poprečno preko donjeg dijela kontraletvi, poravnano s rubom kontra letve, *Slika 39*.



**Slika 39** Okapna letva

## 2.5 POSTAVLJANJE ZRAČNIKA NA OKAPNICI

Element zračnika na okapnicu se pričvršćuje iznad okapne letve na kontraletvu, *Slika 40*.



**Slika 40** Zračnik na okapnici

## 2.6 POSTAVLJANJE KROVNIH LETVI

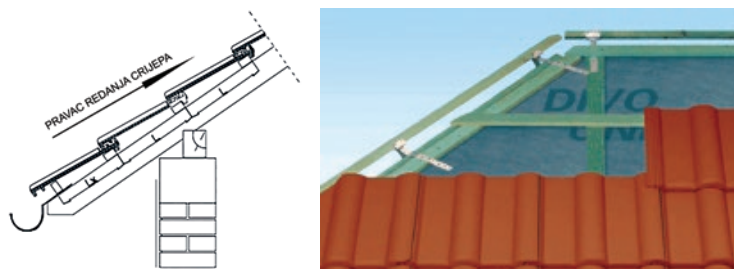
Dimenzije letvi (*Slika 41*) ovise o razmaku rogova. Najmanji presjek letvi iznosi 40/50 mm, dok razmak letvi ovisi o nagibu krova i dimenzijama crijepa.



*Slika 41* Krovne letve

## 2.7 POKRIVANJE

Površinu krova prije pokrivanja treba podijeliti u smjeru rogova i smjeru okapnice obzirom na pokrivne širine i dužine, *Slika 42*. Pokrivanje crijepova varira i ovisi o tipu crijepa i nagibu krova. Kod odgovarajućeg rasporeda moguće je pokrivanje prilagoditi različitim dužinama rogova.



*Slika 42* Pokrivanje krova crijepom

## 2.8 SLJEME

Sljemeni crijep (*Slika 43*) postavlja se jedan pod drugi tako da se međusobno prekrivaju najmanje 4,0 cm. Početak i kraj sljemena pokriva se sljemenom pločicom. Sljemeni crijevovi pričvršćuju se na donju konstrukciju sljemeno-grebenskom spojnicom. Sljemena letva postavlja se tako da sljemeni crijevovi sa svih strana dostatno prekrivaju pokrov. Suho pokrivanje sljemnim crijepovima obavlja se pripadajućim suho-sljemenskim ili grebenskim elementima.



*Slika 43 Sljeme*

## 2.9 GREBEN

Greben pokrivamo sljemenskim crijepovima. Postavljanje i pričvršćivanje na donju konstrukciju obavlja se kao i kod sljemena.

## 2.10 UVALA

Prilikom pokrivanja krovnih uvala treba paziti na pravilno razvijenu širinu uvale kako ne bi propuštala vlagu. Uvala se mora osigurati dovoljnim brojem metalnih snjegobrana kako ne bi došlo do oštećenja crijepa. Najčešća izvedba uvale je od lima, a kod pokrova biber crijepom moguća je izvedba uvale osnovnim pokrovom, *Slika 44*.



*Aluminijska krovna uvala*

*Izvedba krovne uvale limom*

*Izvedba biber crijepom*

*Slika 44 Primjeri izvedbe krovne uvale*

## 3 POKROV LIMOM

### 3.1 PREDNOSTI I NEDOSTACI POKRIVANJA LIMOM

Prednosti limenog pokrova	Nedostaci limenog pokrova
zadovoljava gotovo sve nagibe plohe	lim se izraženo širi i skuplja prema temperaturnim promjenama
lagan je i trajan	posjeduje dobru vodljivost topline
vatrootporan	opasnost od znojenja na donjoj strani
vodonepropustan	velika buka pri oborinama
paronepropustan	

Kakvoća limenog pokrova ovisi o njegovim elektrolitskim i kemijskim značajkama. Lim se postavlja na drvenu, metalnu, betonsku ili neku drugu vrstu montažne podloge.

### 3.2 OPĆE UPUTE ZA POKRIVANJE LIMOM

Kod primjene različitih vrsta limova mora se isključiti njihovo međusobno štetno djelovanje. Metalne limove treba zaštititi od štetnog utjecaja susjednih materijala (žbuka, kamen, sredstva za zaštitu drva).

Zaštita je moguća različitim slojevima kao što su stakleni voal ili bitumenske krovne trake. Sve veze i pričvršćivanja treba se izvoditi tako da se kod temperaturnih promjena dijelovi krova mogu neometano širiti, skupljati ili smicati.

Temperaturne promjene na krovu mogu se kretati u rasponu od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$ , što iznosi  $100^{\circ}\text{C}$  temperaturne razlike.

Obvezna je izvedba dilatacija Zabati, sljeme, grebeni, uvale, priključci te prodori kroz konstrukciju trebaju se izvoditi od istog materijala kao i krovno pokrov.

Prema načinu izvedbe razlikujemo tri tipa limenih krovnih pokrova:

#### 1. Pokrov ravnim limenim trakama / pločama koje se spajaju na gradilištu:

- stojećim ili ležećim;
- prijevojem;
- među letvama;

## 2. Pokrov predgotovljenim limom:

- ploče malog formata;
- ploče velikog formata;

## 3. Pokrov predgotovljenim samonosivim

- toplinsko-izolacijskim panelima

Toplinska izolacija koja se postavlja ispod limenog krovnog pokrova na nosivu konstrukciju krova mora biti od pločastih elemenata, jer mora premostiti raspon između glavnih nosača.

## 3.3 MATERIJALI ZA POKRIVANJE LIMOM

Materijali za pokrivanje limom su slijedeći:

<b>bakar</b>	Ove vrste limova daju najkvalitetnije pokrove te su po tehnologiji postavljanja veoma slične.
<b>cink</b>	
<b>aluminij</b>	

## 3.4 NAGIB KROVA I VRSTA LIMENOG KROVNOG POKROVA

Nagib krova prema vrsti limenog krovnog pokrovaje:

- pocinčani čelični lim: 6-30°
- cinčani lim: 6-30°
- bakreni lim: 6-30°
- olovni lim: 6-30°

Obavezno je izvesti provjetravanje potkrovlja, osobito kod ravnih limova, radi mogućnosti stvaranja kondenzata.

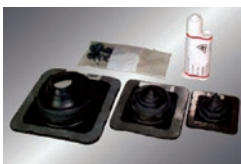


## 3.5 KROVNA OPREMA

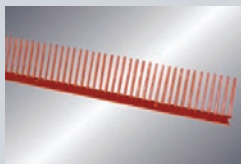
Dodatna oprema za metalne krovove proizvode se od iste vrste materijala od koje se proizvodi i sama krovna ploča (*Tablica 5*).

KROVNA OPREMA		
		
<i>Obli vrh, efektivna širina 312 mm</i>	<i>Vršni otvor za ventilaciju</i>	<i>Poklopac vrha - obli</i>
		
<i>Vijci za krov sa samostalnim bušenjem</i>	<i>Snjegobrani 2 m (komplet)</i>	<i>Držač snijega</i>
		
<i>Poklopac vrha - potpuni</i>	<i>Difuzijska folija 110 g, 130 g, 140 g</i>	<i>Vratašca krova 50x60 i 60x60</i>
		
<i>Brтва oluka - donja</i>	<i>Brтва vrha - gornja</i>	<i>Univerzalna traka za brtvljenje, 60 mm</i>

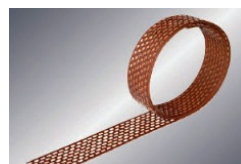
**KROVNA OPREMA**



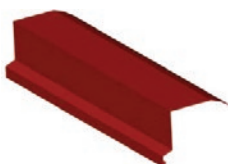
*MF zaštitna izolacija*



*Rubna zaštitna traka 100x5000 mm*



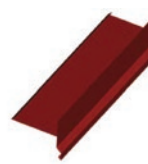
*Rubna zaštitna traka 100x5000 mm*



*Rubni lim - gornji*



*Široki lim*



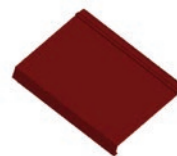
*Vjetrobranski lim*



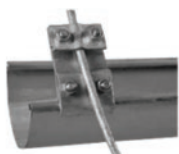
*Rubni lim - donji*



*Rubni lim – ravni krov*



*Žlijebni rubni lim*



*Sustav gromobrana:  
kopča od nehrđajućeg čelika*



*Sustav gromobrana: potporanj od  
žice od nehrđajućeg čelika*



*Sustav gromobrana: žica od  
nehrđajućeg čelika*

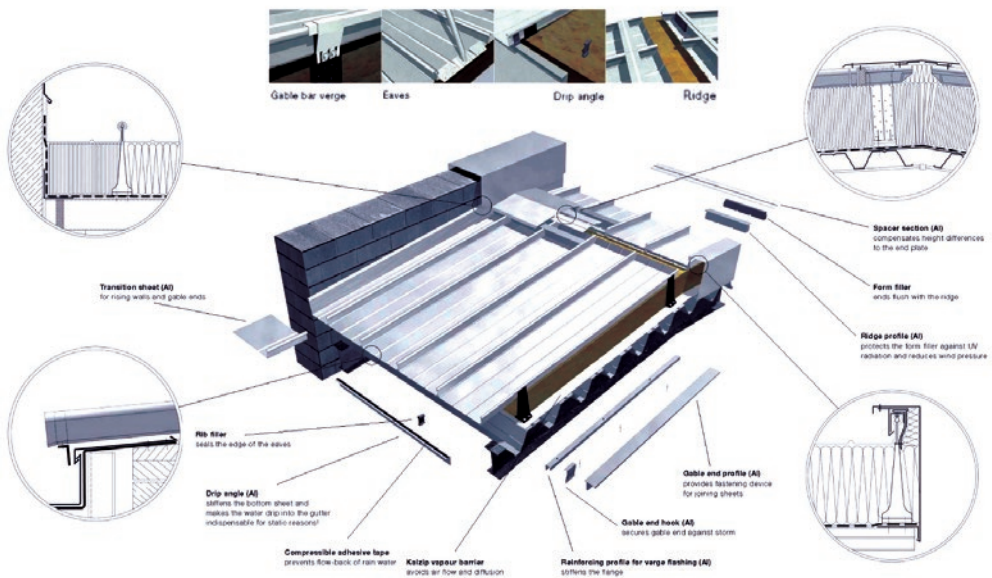
**Tablica 5** Krovna oprema

## 3.6 POKRIVANJE KROVOVA PREDGOTOVLJENIM LIMOM

### 3.6.1 Kalzip sustav

Kalzip sustav (Slika 45) omogućuje izvedbu geometrijski složenih ploha te izvedbu zelenih vrtova i ugradnju fotonaponskih ćelija. Pogodan je za veoma male nagibe krovova. Ploče se postavljaju preko profiliranih limova na distancere te na toplinsku izolaciju.

Značajke Kalzip sustava uključuju: moguće je pokrivanje krovova nepravilnih oblika, poseban spoj između limova (Zip), težina: 1,0 - 1,5 kg/m<sup>2</sup>, nagib krovne ravnine: 1 - 3°, širina role: 1,5 m, dužina role: 50 m (dužina je ograničena mogućnostima prijevoza).



Slika 45 Detalj oblaganja atike i sjemena Kalzip sustavom

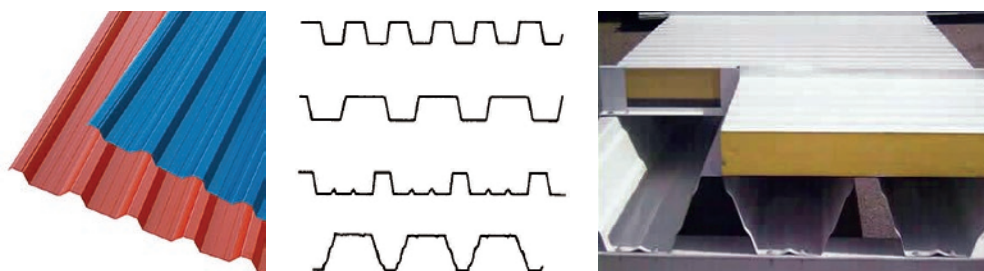
### 3.6.2 Krovni trapezno profilirani limovi

Krovni trapezno profilirani limovi dobar su izbor za pokrivanje objekata svih namjena, a naročito su pogodni za pokrivanje industrijskih/proizvodnih hala.

Mogu biti:

- čelični - težina lima 4,5 - 10 kg/m<sup>2</sup>; razmak potkonstrukcije 3,0-7,0 m;
- aluminijski - težina lima: 2,5 - 4,5 kg/m<sup>2</sup>; razmak potkonstrukcije 1,0-3,5 m.

Osnovna značajka trapezno profiliranog lima (*Slika 46*) jest izuzetna izdržljivost pri velikim opterećenjima. Trapezno profilirani lim proizvodi se s dodatnim ojačanjima u donjoj zoni lima, koja osim povećane čvrstoće stvaraju i bolji estetski dojam. Trapezno profilirani lim proizvod je čija je osnovna primjena ekonomičnost pri pokrivanju krova, oblaganju fasada i kao stropni lim.

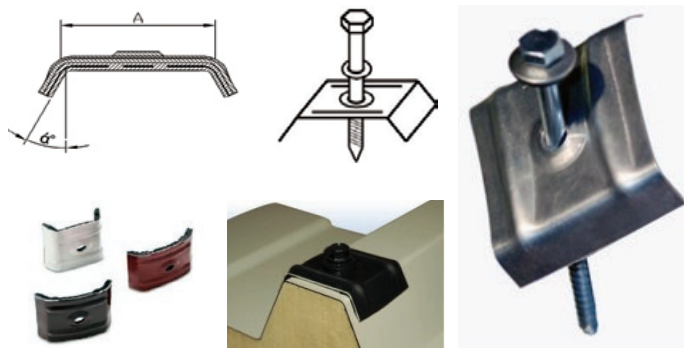


**Slika 46** Profilirane limene ploče i čelični profilirani lim kao krovna konstrukcija

Uz čelične hladno valjane tanke profile, proizvode se vezano uz njih i dopunski limarski dijelovi. Kod sastavljanja svih komponenti potrebno je pridržavati se preporuke proizvođača koje su donesene na temelju važećih propisa i normi, a zadaća im je pomoći izvesti tehnološki pravilni postupak ugradnje.

## SPAJANJE

Čelični tanki profili se uz donju konstrukciju pričvršćuju u pravilu na donjem valu koji prijanja uz konstrukciju, *Slika 48*. Iznimku čine vanjski krovni profili namijenjeni odvodnji vode, a prije svega kada postoji mali nagib, prikladno spajanje profila s konstrukcijom treba izvesti iznad mjesta otjecanja vode-u gornjem valu, pomoću sedlaste podložne pločice-kalote (*Slika 47*).



**Slika 47** Kalote - podložne pločice s vijkom

Najčešće se koriste vijci za samobušenje te samonarezni.



Slika 48 Pravilno učvršćivanje vijcima

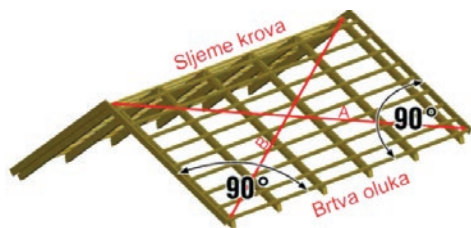
Vijci dimenzija 4,8x35 mm koriste se za sidrenje ploča na strukturu letvi, oko 1 cm ispod uzdužnog *offseta* u donjem dijelu ploče. **Vijci ne smiju prekinuti ili se postavljati u odvod za drenažu!**



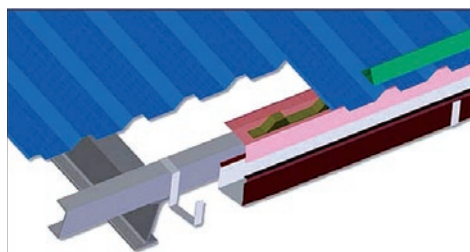
Slika 48 Pravilno učvršćivanje vijcima

## UGRADNJA NA KONSTRUKCIJU

Važno je pažljivo ugraditi prvi lim, provjeriti njegovu okomitost te se držati mjesta ugrađivanja propisanog montažnim planom (ako postoji). Kod polaganja sljedećih limova nužno je osigurati da se isti namjeste u ispravan položaj – oblik profila se kod ugradnje može deformirati zbog njihova navlačenja ili stezanja, čime je moguće unijeti grešku u samu montažu. Kod sidrenja limova preporučuje se kontinuirano provjeravati cjelokupnu širinu s obje strane profila kako bi se izbjeglo koso postavljanje (Slika 50).



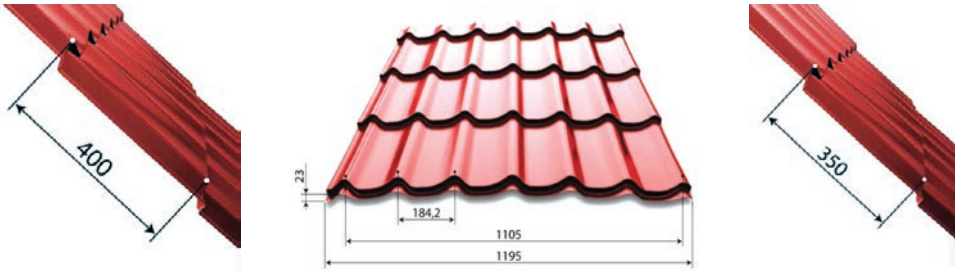
Slika 50 Provjeravanje točnosti izvedbe krovne konstrukcije



Slika 51 Pokrivanje krova profiliranim limom

### 3.6.3 Pokrivanje profiliranim limom u obliku crijeva

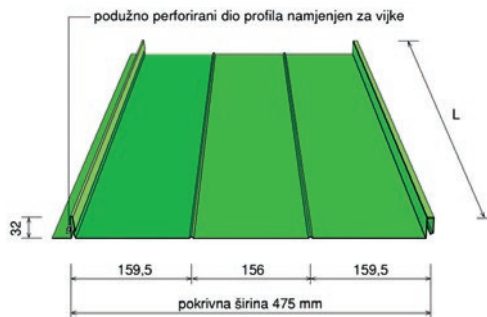
Metalni krovni pokrov u obliku crijeva oblikovan je kao lagani krovni materijal za krovove s minimalnim nagibom od  $14^\circ$  i s uzdužnim spojevima, ili za krovove s minimalnim nagibom od  $12^\circ$  bez uzdužnih spojeva i s razmakom letvi od 350 mm ili 400 mm, ovisno o vrsti korištenih modula, *Slika 52*.



*Slika 52* Krovni pokrov limenim pločama u obliku crijeva TIP 2

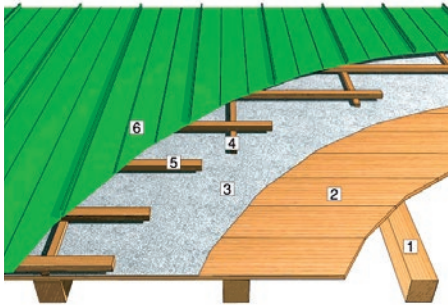
### 3.6.4 Samouklapajući, unaprijed savijeni lim – „klik profil“

Unaprijed savijeni lim za krov – „klik profil“ (*Slika 53 i 54*) noviji je proizvod od tradicionalnog ravnog lima. Klik profil izrađen je od toplo valjanog galvaniziranog bojenog čvrstog čelika koji je pripremljen i savijen u proizvodnji. Proizvod je čvrst i izdržljiv, a zbog profiliranja u „klik“ sustav čini ugradnju na gradilištu vrlo jednostavnom. To je vrlo jednostavan krovni profil, ali samo u slučaju jednostavnih tipova krova s malo prodora kroz krovnu konstrukciju. Prednost samouklapajućeg krovno lim jest mogućnost primjene kod velikog broja raznih krovnih potkonstrukcija.



*L* – dužina prema želji kupca

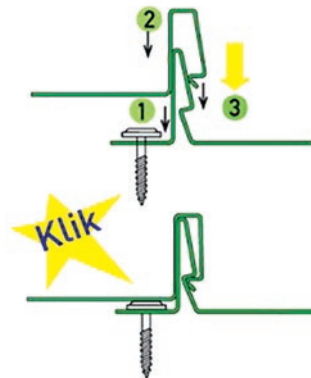
*Slika 53* Samouklapajući lim, tzv. „klik profil“



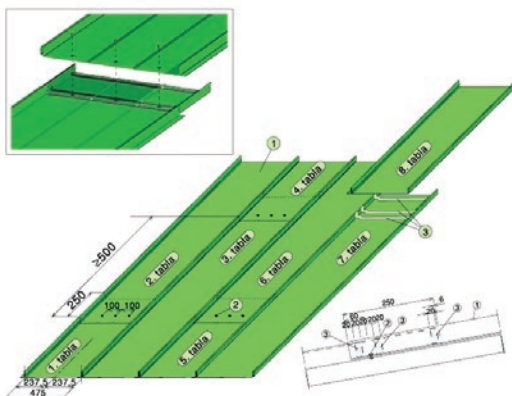
1. Rog
2. Daščana podloga
3. Paropropusna-vodonepropusna folija
4. Letve 20x30 cm
5. Poprečne letve 30x50 cm
6. Samouklapajući krovni lim

**Slika 54** Slojevi limenog krovnog pokrivača „klik profila“ - samouklapajući lim

Krovni profil može se primijeniti na krovovima s minimalnim padom od 3 %. Postavlja se na ravnu-podaščanu ili poljetvanu potkonstrukciju. Prije ugradnje krovnog lima postavlja se paropropusna-vodonepropusna folija, a pričvršćivanje krovnog profila izvodi se na svakih 30 do 50 cm (Slika 55). Prije ugradnje provjerava se ugao krova, tj. je li krovna konstrukcija postavljena pod 90 stupnjeva.



**Slika 55** Ugradnja "klik profila"

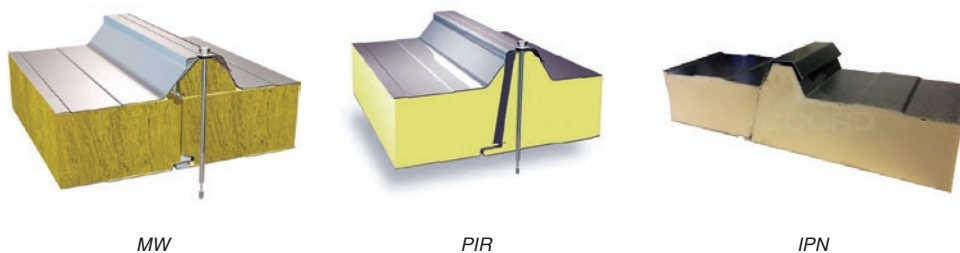


1. Samouklapajući profil
2. Slijepa nitna  $\varnothing 4,8 \times 8,3$  mm
3. Trajno elastična brtvena traka – jednostrana

**Slika 56** Način uzdužnog sastavljanja ploča

### 3.7 TOPLINSKO-IZOLACIJSKI SENDVIČ KROVNI PANELI

Sastoje se od srednjeg toplinsko-izolacijskog sloja (mineralna vuna MW, poliizocijanurat IPN ili poliuretani PUR) i metalnih obloga od profiliranih ili ravnih aluminijskih ili čeličnih limova, *Slika 57*.



*Slika 57* Prikaz presjeka krovnih toplinsko-izolacijskih panela

Minimalni nagib krovnih ravni je 10,5 % ( $\alpha = 6^\circ$ ). Prema metalnoj oblozi razlikujemo:

- Aluminijske sendvič panele, težine 15-20 kg/m<sup>2</sup>, maksimalnog razmaka oslonaca potkonstrukcije 3,5 m.
- Čelične profilirane sendvič panele, težine: 25-35 kg/m<sup>2</sup>, maksimalnog razmaka oslonaca potkonstrukcije 7,0 m.

Prikladni su za poslovne, trgovačke, reprezentativne, kao i za industrijske građevine. Toplinsko-izolacijski paneli pričvršćuju se na krovne grede, koje su postavljene na određene razmake i ujedno čine nosivu krovnu konstrukciju, *Slika 58*.

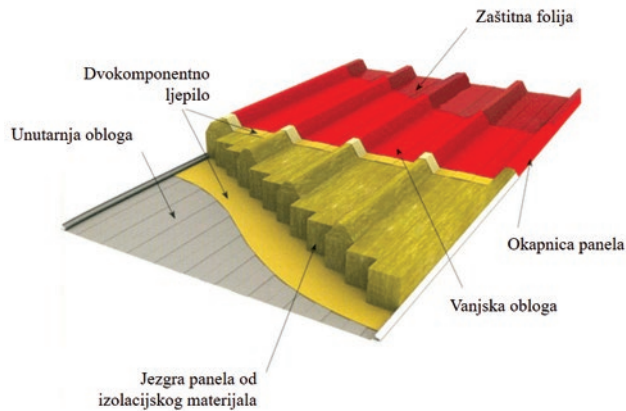


*Slika 58* Prikaz pričvršćenja krovnih toplinsko-izolacijskih panela



### 3.7.1 Oblik i sastav toplinsko-izolacijskog krovnog panela

Gornji lim jedinstvenog je trapeznog oblika, a za donji lim postoje tri opcije: standardni, glatki i v-profil. Paneli mogu biti otporni na požar, pri čemu oznake RE (E-integritet panela) i REI (E-integritet panela, I-toplinska izolacija) označavaju požarnu otpornost nosivih elemenata, dok broj uz njih označava vrijeme u minutama u kojem paneli zadovoljavaju zahtijevana svojstva. Paneli se sastoje od jednog plitkog i jednog duboko profiliranog, obostrano pocinčanog i obojenog čeličnog lima debljine 0,5 mm ili 0,6 mm. Lim je prilipljen na jezgro panela od MW, PIR-a PUR-a ili IPN-a (Slika 59). Sva tri sloja čine kompaktni panel debljine od 60 do 200 mm, koji osigurava potrebnu nosivost, toplinsku i zvučnu izolaciju te otpornost na požar. Dužina panela je do 14 m.

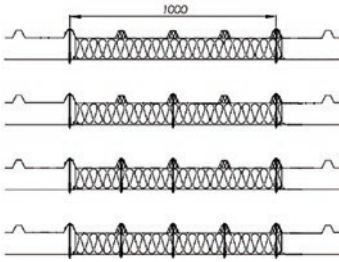


Slika 59 Prikaz tipičnih slojeva krovnih toplinsko-izolacijskih panela

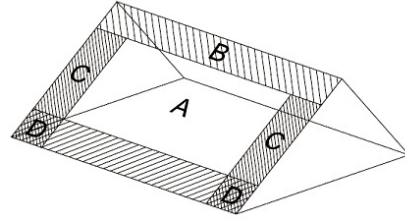
### 3.7.2 Načini pričvršćivanja

S obzirom na navedene utjecaje, na krovu se javljaju i različita opterećenja, a tome mora biti prilagođen i način pričvršćivanja (Slika 60 i Slika 61). Glavni čimbenici koji utječu na izvođenje pričvršćivanja jesu:

1. OPTEREĆENJE VJETROM:
  - osnovno opterećenje vjetrom
  - visina zgrada iznad terena;
  - položaj na krovu (rubna i ugaona područja izloženija su naletu vjetra);
2. TIP GRAĐEVINE:
  - otvorene
  - djelomično otvorene
  - zatvorene građevine

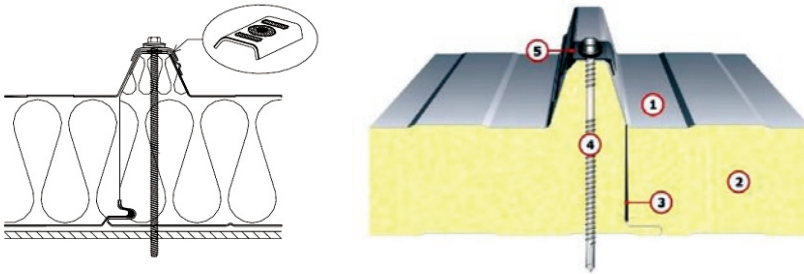


**Slika 60** Raspored vijaka na panelima; 1x, 2x, 3x, 4x



**Slika 61** Važna mjesta pričvršćivanja

Za pričvršćivanje panela u spoju smiju se koristiti isključivo vijci od nehrđajućeg čelika s podloškom Ø19 mm od nehrđajućeg čelika. Minimalna debljina vijka je 6,3 mm. Paneli se pričvršćuju na mjestima trapeza obaveznom uporabom kopče s vijkom (Slika 62).

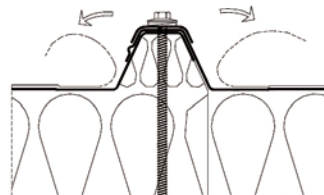


**Slika 62** Način pričvršćivanja panela



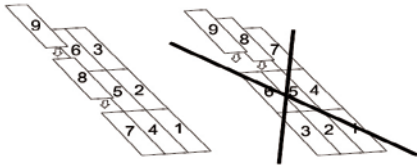
**Slika 63** Pravilno zatezanje vijaka

Dužina vijka ovisi o debljini panela i vrsti potkonstrukcije. Posebnu pažnju treba posvetiti samom zatezanju, kako vijci ne bi bili premalo ili previše zategnuti. Prije postavljanja vijka na tom mjestu treba odstraniti zaštitnu foliju (Slika 64).

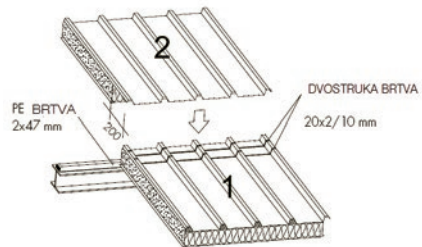


**Slika 64** Odstranjivanje folije na mjestu vijaka

Slika 65 i Slika 66 prikazuju pravilni redoslijed polaganja krovnih toplinsko-izolacijskih panela.



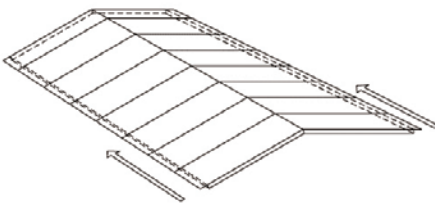
Slika 65 Pravilno i nepravilno polaganje



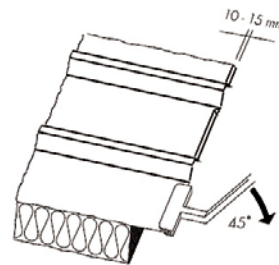
Slika 66 Polaganje panela u preklopu

### 3.7.3 Ugradnja toplinsko-izolacijskih krovnih panela

Krovni paneli učvršćuju se u krovne nosive grede od čelika, drveta ili betona s ugrađenim čeličnim profilom minimalnih dimenzija 60/40/3 cm. U slučaju učvršćivanja u drvo najčešće se rabe lamelirani lijepljeni nosači, a ako je potkonstrukcija od masivnog drveta, potrebno je dodati lim. Prije postavljanja prvoga panela treba provjeriti pravilnost geometrije potkonstrukcije. Prvi panel postavlja se u krajnju poprečnu os objekta odgovarajućim poravnavanjem pod pravim kutom u odnosu na uzdužnu os objekta. Paneli moraju imati na kraju izvedenu okapnicu.

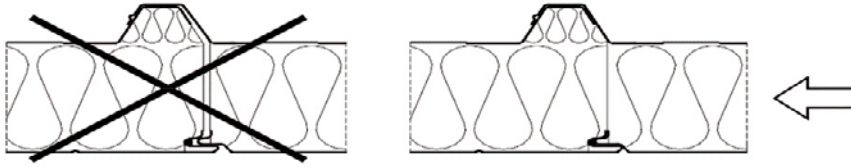


Slika 67 Ugradnja na dvije strane krova



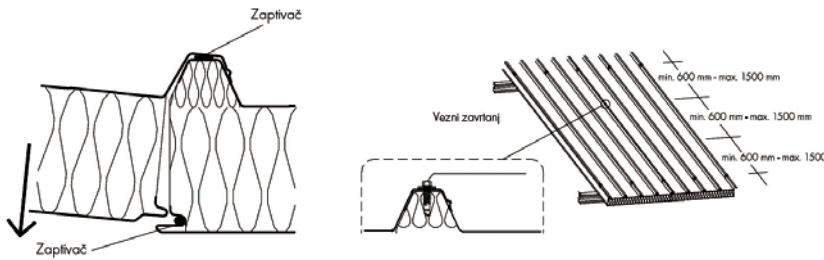
Slika 68 Savijanje lima na strehi

Bez obzira na nagib krova, lim na panelu u okapnici između profilacija treba se dodatno savijati prema dolje pod kutom  $45^\circ - 60^\circ$  (Slika 68) pomoću odgovarajućeg limarskog alata. Spajanje panela - prilikom ugradnje potrebno je posvetiti posebnu pažnju spajanju panela. **Između susjednih panela u predjelu izolacije uzdužnog spoja ne smije biti prolaska zraka, ovojnica mora biti zrakonepropusna!** (Slika 69).

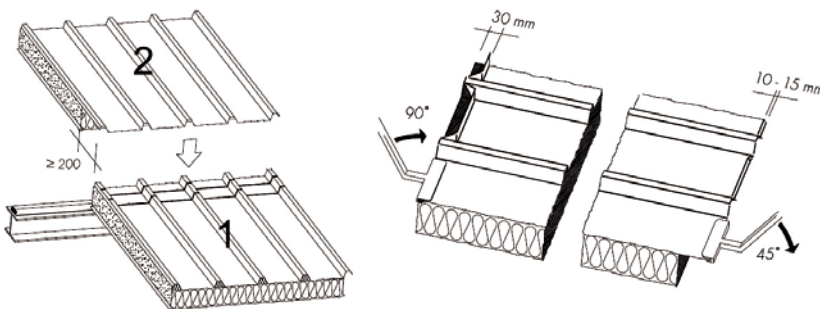


**Slika 69** Spajanje panela

Prilikom postavljanja krovni panel treba prisloniti na koso tako da se gornji žlijeb propisno preklopi te time bude osigurano brtvljenje uzdužne reške. Panele pričvrstite kroz kontra žlijeb. Uvijek rabite originalne pričvrstne kalote, koje ćete nabaviti od proizvođača panela ili u specijaliziranoj trgovini jer one priteznu silu vijka raspodjeljuju na veću površinu, kao eventualnu brtvenu podlošku. Uz pomoć posebnih vijaka moguće je i pričvršćenje kroz žlijeb.



**Slika 70** Postavljanje panela i učvršćivanje na spoju

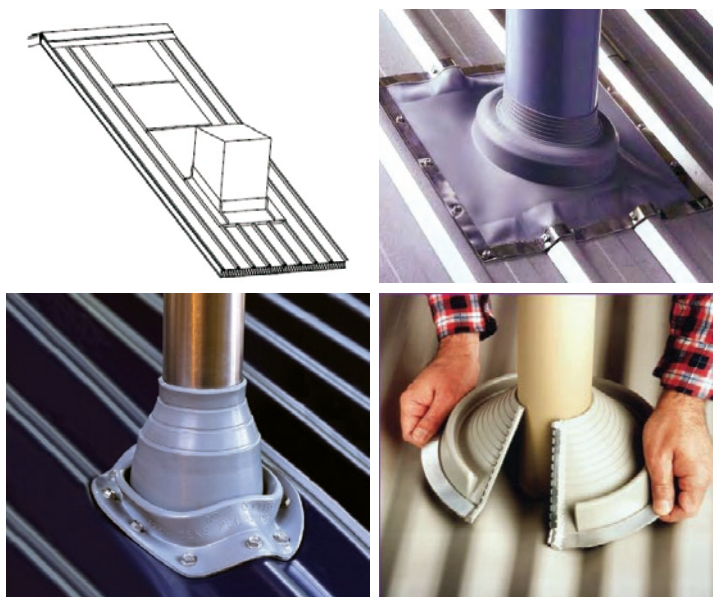


**Slika 71** Produljenje panela i savijanje lima na panelu (sljeme, streha)

Spajanje i stvaranje nepropusnosti kod produžavanja panela izvodi se pomoću brtvene trake dimenzija 20x2/10 mm, u dva reda, *Slika 71*.

### 3.7.4 Prodori u krovu

Prodori u krovu (*Slika 72*) bi se u cilju nepropusnosti trebali ugraditi u neposrednoj blizini sljemena. U svakome slučaju oni se moraju **stručno ugraditi** i zabrtviti prema najsvremenijim dostignućima limarske tehnike. Veće prodore u krovu treba, ovisno o veličini, pojedinačno zamjenjivati pomoću potkonstrukcije. Kako bi se izbjeglo bilo kakvo propuštanje, voda bi se nakon uvođenja trebala odvesti uz pomoć dodatnih profiliranih limova preko visokih trapezних rebara koja prolaze sa strane.

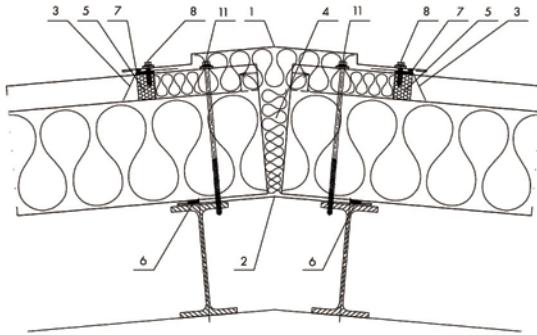


*Slika 72* Prodor kroz krov pokriven toplinsko-izolacijskim panelima

Najbolje je koristiti predgotovljene manšete za cijevi. U takvim slučajevima potrebno je obratiti pozornost na to kako metalne cijevi koje prolaze čine toplinski most i kako je prolaznu cijev možda potrebno dodatno izolirati. Osobito treba obratiti pozornost kod panela s mineralnom vunom, kako bi se unaprijed isključila mogućnost pojave kondenzata.

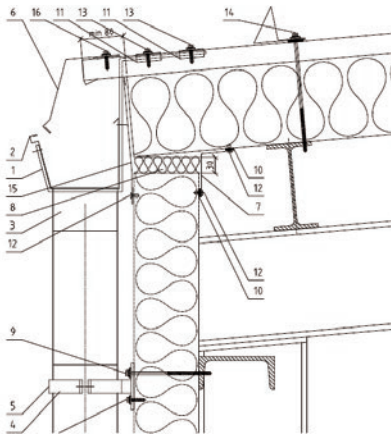
### 3.7.5 Detalji

*Slike 73 do 75* prikazuju pravilno izvedene detalje sljemena, visećeg oluka, srednjeg oluka snjegobrana i gromobrana.



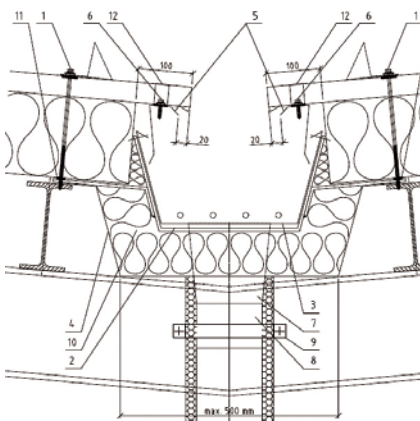
1. Sljemenjak
2. Maska sljemena
3. Maska panela
4. Toplinska izolacijska
5. Brtva SNV-negativ
6. Brtvena traka 3x15mm
7. Bitumenska traka 2x6mm
8. Vijak 6,5x25 mm
9. Nitna 4x10 mm
10. Spona/kopča
11. Vijak

**Slika 73** Detalj sljemena



1. Nosač visećeg oluka
2. Vanjski oluk
3. Izljevni priključak
4. Izljevna cijev
5. Nosač cijevi
6. Maska visećeg oluka
7. Unutarnja maska nadstrešnice
8. Toplinska izolacija,
9. Vijak
10. Brtvena traka
11. Spona/kopča
12. Zakovica
13. Vijak 6,3x25 mm
14. Vijak
15. Vanjska maska nadstrešnice
16. Vijak

**Slika 74** Viseći oluk/žlijeb



1. Vijak
2. Nosač srednjeg oluka
3. Unutarnji oluk
4. Maska oluka
5. Lim okapnice,
6. Vijak 6,5x25 mm
7. Izljevni priključak
8. Izljevna cijev
9. Toplinska izolacija
10. Brtvena traka
11. Spona/kopča
12. Brtva SNV-pozitiv

**Slika 75** Srednji oluk

## 4 RAVNI KROVOVI

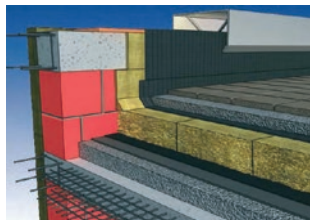
- Konstrukcije sastavljene od niza slojeva različitih materijala i funkcija koje uz ulogu stropne ploče posljednjeg kata moraju **zaštiti** građevinu **od vanjskih utjecaja**: padalina, topline, hladnoće, vjetra...;
- **Nagib** krovnih ploha je **1,5 – 5 %** - ovisno o rješenju i sustavu koji je potrebno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

### 4.1 PODJELA RAVNIH KROVOVA

- NEPROHODNI (šljunak ili hidroizolacija kao završni pokrov), *Slika 76 i Slika 79*;
- PROHODNI (terase, zeleni krov, balkoni), *Slika 77 i Slika 80*.



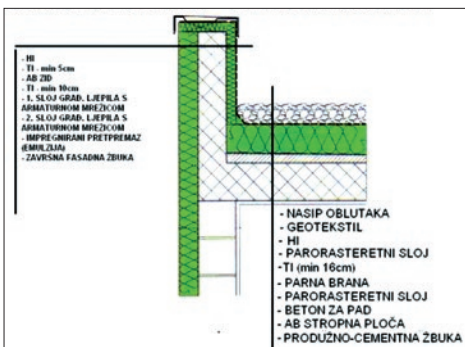
*Slika 76* Neprohodni ravni krov



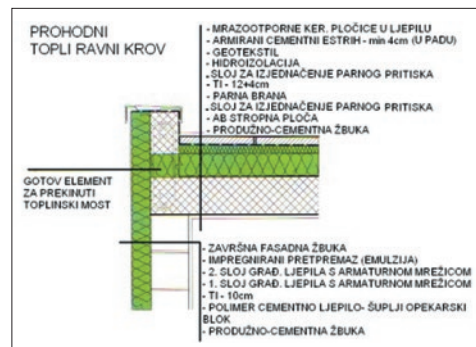
*Slika 77* Prohodni ravni krov



*Slika 78* Zeleni ravni krov



*Slika 79* Detalj neprohodnog ravnog krova



*Slika 80* Detalj prohodnog ravnog krova

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

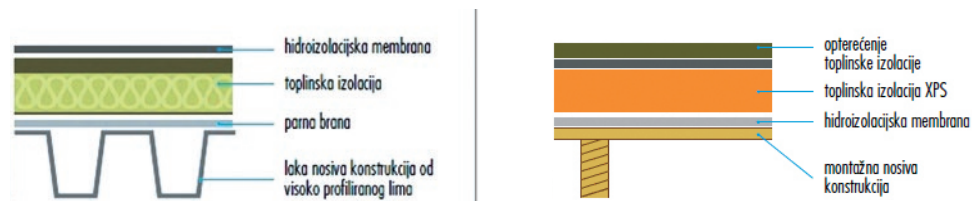
**OBRNUTI RAVNI KROV** - onaj je pri kojem se sloj TI (ekstrudirani polistiren) nalazi iznad

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

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

## 4.2 FUNKCIONALNI SLOJEVI RAVNOG KROVA

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



**Slika 81** Raspored slojeva kod klasičnog i obrnutog ravnog krova

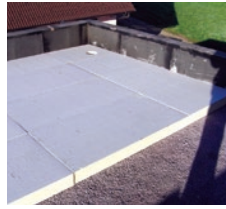


**Slika 82** Parna brana od bitumenske trake s uloškom od Al folije i od PE folije (desno)





**Slika 83** Izvedba betona za nagib



**Slika 84** Postavljanje toplinske na ravan krov



**Slika 85** Izvedba hidroizolacije na ravan krov: samoljepljiva bitumenska traka, sintetičke krovne membrane

4. **TOPLINSKA IZOLACIJA** - tvrdim sintetskim pjenama (polistirenom, poliuretanom), pločama od kamene vune, itd. (Slika 84). Preporučuje se izvedba u **dva sloja** s međusobnim preklapanjem sudara ploča da bi se izbjegla pojava toplinskih mostova.
5. **HIDROIZOLACIJA** - vodonepropusna membrana. Izložena je: mehaničkim oštećenjima, deformaciji krovne ploče, visokim i niskim temperaturama, utjecaju vjetra, UV zraka, svih vrsta oborina, Slika 85.
  - a. **Sintetičke krovne membrane** – PVC, FPO, PUR, PE, PP, PVA, TP, EPDM...  
Slobodno se polažu, mehanički fiksiraju, lijepe ili opterećuju balastom (šljunak, kulir);
  - b. **Hidroizolacijske krovne trake na bazi bitumena** – 3,4 ili 5 – s raznim količinama bitumenske mase po m<sup>2</sup>. Zbog svoje krтости i nepostojanosti na niskim temperaturama i pri starenju na ravnim krovovima nemaju veću primjenu, a posebno kao završne trake.
6. **ZAŠTITNI SLOJ** - od **mehaničkog djelovanja** i utjecaja **insolacije** i **toplinskih oscilacija**.
  - a. **Neprohodni krov** - nasipom **oblutaka** (16 - 32 mm) debljine sloja najmanje 5 cm
  - b. **Prohodni krov** - **kamenim pločama** (na sloju pijeska ili na podlošcima od gume ili plastike) ili **keramičkim pločicama** u cementnom mortu na betonskoj podlozi.

## 4.3 ZELENI RAVNI KROV

Tehnički postoje dva osnovna tipa zelenog krova u odnosu na zahtjevnost slojeva i održavanja: **INTENZIVNI** (zahtjevni) zeleni krov i **EKSTENZIVNI** (nisko zahtjevni). *Slika 86* prikazuje slojeve zelenog ravnog krova pri čemu se radi samo o slojevima koji se nalaze iznad toplinske izolacije i parne brane (kao kod klasičnih ili obrnutih ravnih krovova).



*Slika 86* Detalj zelenog krova izvedenog na betonskoj konstrukciji ravnog krova, slojevi iznad razine toplinske izolacije (ostali slojevi kao kod klasičnog ravnog krova; ekstenzivni (lijevo), intenzivni (desno))

## 4.4 NAJČEŠĆI PROBLEMI NA RAVNIM KROVOVIMA



Lišćem začepljeni slivnik

Zbog neodržavanja uralasle biljke

Oštećenje HI zbog nedostatka UV stabilizatora

Oštećenje krovne HI

Oštećenja TI, voda ispod sloja TI

*Slika 87* Najčešći problemi i oštećenja na ravnim krovovima

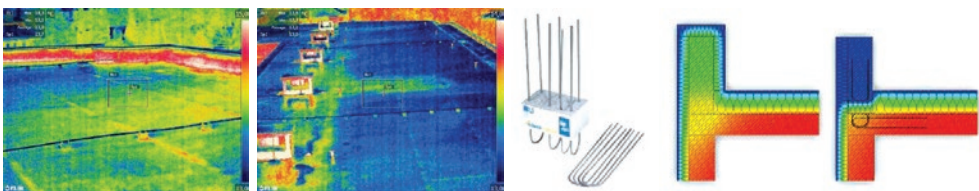
Uzroci pojave procurivanja ravnih krovova mogu se sažeti kako slijedi (*Slika 87*):

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

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

## 4.5 SANACIJA RAVNIH KROVOVA

- Posljedice loše izvedbe **teško se mogu ispraviti bez većih zahvata**. Slojevi za izolaciju ravnog krova zbijeni su i nepristupačni, osim završnoga zaštitnoga sloja, pa je kontrola pojedinog sloja i utvrđivanje oštećenja vrlo teško, gotovo nemoguće. Kada se otkriju nedostaci treba obaviti detaljan pregled i ustanoviti uzrok te nakon toga izraditi projekt sanacije;
- Pojave gljivica i plijesni na unutarnjim površinama građevnih dijelova koji graniče s rubnim dijelovima krova rezultat su nedovoljne toplinske izoliranosti krova na tim mjestima (**toplinski mostovi**). Problem se može riješiti dodatnom toplinskom izolacijom tih rubnih područja (*Slika 88*);
- Najčešća je pojava **propuštanje vode**. Mjesto prodora vode kroz HI sloj gotovo je nemoguće ustanoviti. Voda na svom putu ovlaži i TI sloj kojemu se u tom slučaju umanjuje predviđena uloga (osim ekstrudiranog polistirena), a veliki su problemi i s isušivanjem ovog sloja nakon izvedene sanacije HI sloja;
- Problem se može riješiti **izvedbom odzračnika** koji će omogućavati isušivanje konstrukcije i nakon sanacije, a još bolje izmjenom svih oštećenih slojeva krova pa tako i navlažene toplinske izolacije u kojoj se zadržava najveći dio vode.



**Slika 88** Termogrami toplinskih mostova i ugažene toplinske izolacije na neprohodnom ravnom krovu, način prekida toplinskog mosta na atici ravnog krova

## 5 GRAĐEVINSKA LIMARIJA

### 5.1 ZNAČAJKE GRAĐEVINSKE LIMARIJE

Građevinska limarija jedna je od djelatnosti limarskog obrta koja se odnosi na izradu i postavu završnih elemenata od crnih i obojenih limova na objektima visokogradnje npr. oluka, opšava, pokrova i drugih limova, koji se razlikuju po:

- materijalu (bakreni, cinčani, čelični); debljini (fini, srednji grubi, konstruktivni); obliku (ravni, valoviti, trapezasti).

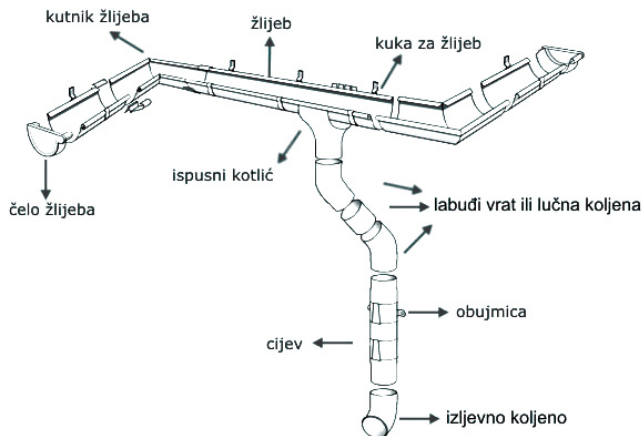
Osnove značajke limova su:

- vodonepropusnost, paronepropusnost, savitljivost, čvrstoća, trajnost.

Crni limovi su željezni i čelični limovi. Obojeni limovi su bakar, cink, olovo, aluminij.

### 5.2 ELEMENTI GRAĐEVINSKE LIMARIJE U KROVOPOKRIVAČKOJ STRUCI

Elementi građevinske limarije, prikazani na (Slika 89), izvode se za sakupljanje i odvod vode s kosih i ravnih krovova, vertikalne oluke, krovne uvale, limene opšave, opšivanje prodora kroz krovni pokrov, krovne ventilacije, te snjegobrane.



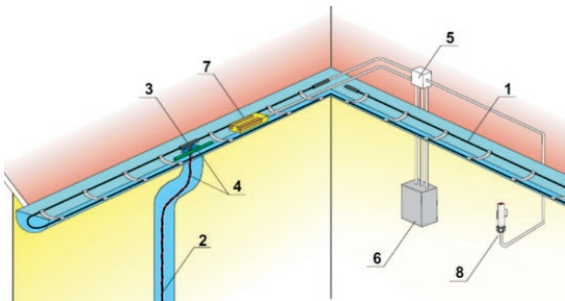
Slika 89 Elementi građevinske limarije u krovopokrivačkoj struci

## 5.3 KROVNI OLUK

Krovne je oluke moguće zaštititi posebnim mrežicama s gornje strane. Moguće je postaviti i rešetkaste mreže na kojima se lišće i sitne grane skupljaju, ali koje svaki sljedeći vjetar odgurne s krova.

## 5.4 GRIJANJE OLUKA I ODVODA OBORINSKE VODE

Pod grijanje oluka i odvoda oborinske vode podrazumijeva se električno grijanje svih elemenata za odvod oborinske vode te grijanje ispuštenih dijelova krova - električnim grijaćim kabelima. Svrha grijanja oluka i odvoda oborinske vode jest zaštita od njihovog začepljenja ledom, dok je svrha grijanja ispuštenih dijelova krova zaštita od gomilanja snijega i leda. Grijanje oluka i odvoda oborinske vode izvodi se ugradnjom grijaćih kabela u same elemente za odvod oborinske vode, *Slika 90*.

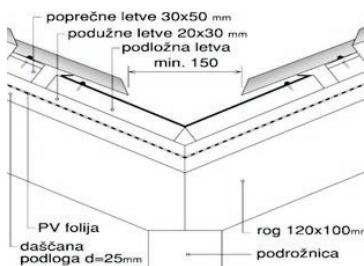


1. Grijači
2. Grijaći kabel u okomitom odvodu
3. T-spoj grijaćeg kabela
4. Vješanje i čelično uže
5. Spojna kutija
6. Ormarić za napajanje
7. Mjerna sonda za vlagu
8. Mjerna sonda za temperaturu zrak

*Slika 90* Sustav za grijanje oluka

## 5.5 KROVNE UVALE

Krovna uvala postavlja se na spojeve dva krova ili krova i atike, *Slika 91* i *Slika 92*.



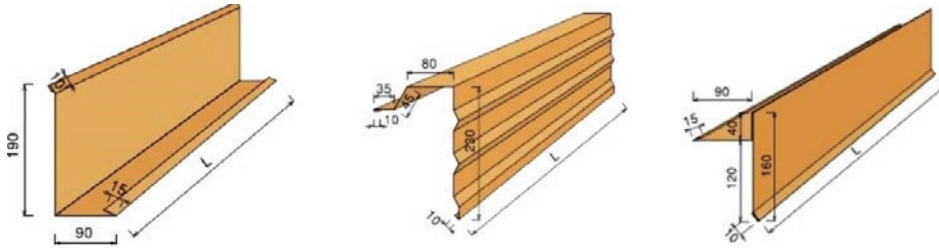
*Slika 91* Opšav krovne uvale - detalj



*Slika 92* Izvedba krovne uvale

## 5.6 LIMENI OPŠAVI

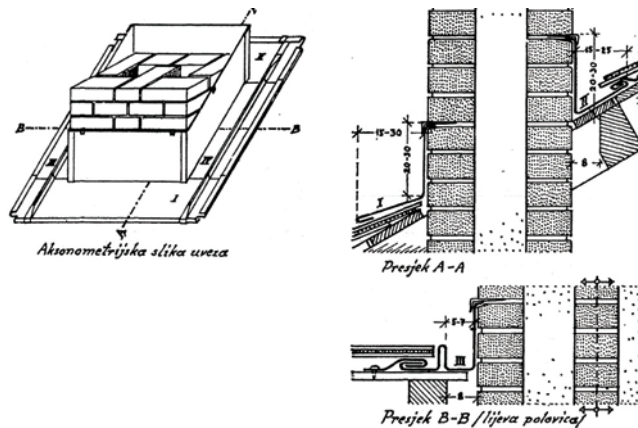
Limeni opšavi koriste se kao završetak pokrova. Glavni im je zadatak spriječiti ulazak vjetra ispod strehe i oštećenje krova. Izrađuju se kao: lajsna ispod lima i lajsna preko lima, *Slika 93*.



*Slika 93* Oblici zidne lajsne

## 5.7 OPŠAV DIMNJAKA

Opšav oko dimnjaka sprječava prolazak kroz krov vode koja s krova dolazi do dimnjaka i usmjerava je u željenom pravcu, *Slika 94*.



*Slika 94* Opšav dimnjaka na proboju krova



# PRIRUČNIK ZA RADNIKE GRAĐEVINSKO ZANIMANJE KROVOPOKRIVAČ



Sufinancirano iz EU programa  
Inteligentna energija Europe



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet



Hrvatska komora  
inženjera građevinarstva



REGIONALNI CENTAR ZAŠTITE OKOLIŠA  
Hrvatska



Hrvatski zavod za zapošljavanje



GRADITELJSKA ŠKOLA  
ČAKOVEC