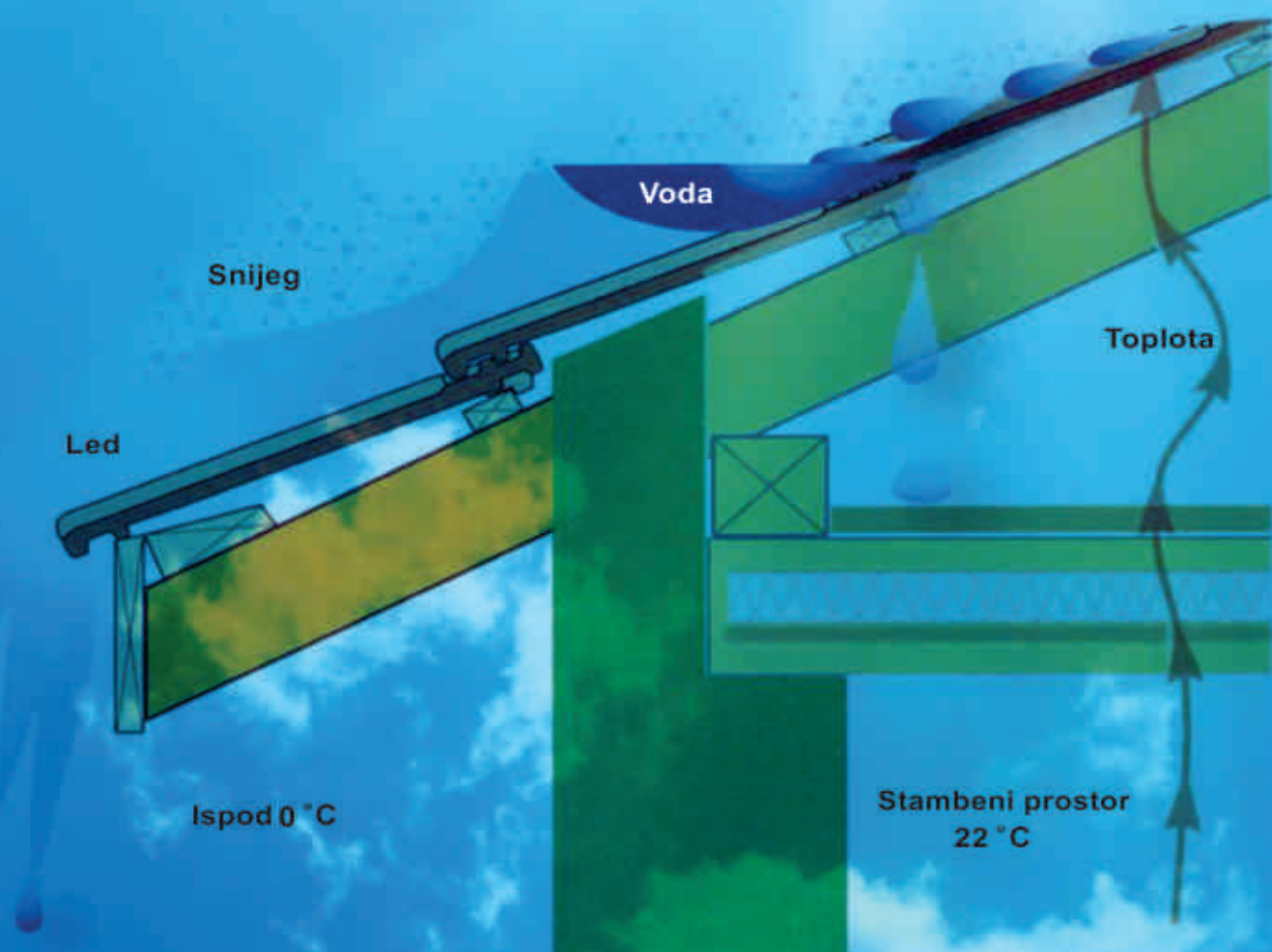


Osnove izolacije ovojnice objekta

Fasade, kosi i ravni krovovi



Priručnik za nastavnike i učenike



**Javna ustanova
Građevinsko-geodetska škola Tuzla**

Osnove izolacije ovojnice objekta

Fasade, kosi i ravni krovovi

Priručnik za nastavnike i učenike

Tuzla, januar/siječanj 2019.

Izdavač:

Centar za ekologiju i energiju Tuzla

Filipa Kljajića 22

75000 Tuzla

tel./fax. +387 35 249 311

ceetz@bih.net.ba

www.ekologija.ba

Bosansko izdanje priredili:

Amela Karahodžić dipl. ing. građevinarstva

mr.sc. Džemila Agić dipl.ing.tehnolog.

Prevod:

Adnan Harbić prof. njemačkog jezika

Tehnička obrada:

mr.sc. Sejfudin Agić dipl.ing.elektro.

Štampa:

OFF-SET Tuzla

Projekat realizira Centar za ekologiju i energiju u partnerstvu sa Građevinsko-geodetskom školom Tuzla i Polybau školom iz Švicarske



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Švicarska agencija za razvoj i saradnju SDC

Ova publikacija objavljena je u okviru projekta "Kvalitetno obrazovanje put do zaposlenja", kojeg financira Vlada Švicarske, a provodi Centar za ekologiju i energiju u BiH. Sadržaj ove publikacije, kao i nalazi prikazani u njoj, ne odražavaju nužno stavove Vlade Švicarske.

Osnove građevinarstva



1

Fasade



2

Kosi krovovi



3

Ravni krovovi



4

Sadržaj

1. Osnove građevinarstva	1.
1.1. Korištenje termoizolacije	2.
1.2. Zahtjevi za sloj termoizolacije	2.
1.2.1. Termoizolacija kod nakošenog krova	2.
1.2.2. Termoizolacija kod ravnog krova	2.
1.2.3. Termoizolacija stropova	3.
1.2.4. Termoizolacija vanjskog zida	3.
1.2.5. Termoizolacija podova	3.
1.2.6. Termoizolacija u zemlji	3.
1.3. Pravila ugradnje termoizolacionog sloja	3.
1.4. Zračna izolacija ovojnice zgrade	4.
1.4.1. Sloj nepropusnosti zraka	5.
1.4.2. Sloj izolacije od vjetra	5.
1.5. Prirodni i umjetni izolacijski materijali	6.
1.5.1. Prirodni izolacijski materijali	7.
1.5.2. Umjetni izolacijski materijali	9.
1.6. Bitumenski izolacijski materijali	12.
1.6.1. Rezanje izolacijskih staza	12.
1.6.2. Ljepljenje izolacijskih staza	13.
1.7. Postupak varenja plamenom	13.
1.7.1. Varenje na vertikalnim površinama i kod polaganja materijala na ivicama prema gore i prema dole	14.
1.7.2. Spajanje sa vrućim bitumenom	14.
1.7.3. Lijevanje vrućeg bitumena	14.
1.7.4. Zahtjevi za povezivanje sa vrućim bitumenom	15.
1.7.5. Zagrijavanje bitumena	15.
1.7.6. Varenje vrućim zrakom	16.
1.8. Polaganje bitumenskih izolacijskih staza	16.
1.8.1. Polaganje za jedan sloj, labavo položene staze	16.
1.8.2. Polaganje radi lijepljenja cjelokupne površine	17.
1.9. Oblikovanje ugla sa polimer-bitumenskim izolacijskim stazama	19.
1.9.1. Priprema podloge	20.
1.9.2. Vertikalno postavljanje podloge za površinsku izolaciju	20.
1.9.3. Pravljenje užljeba	20.
1.9.4. Crtanje po površini podloga za izolaciju	20.
1.9.5. Ojačavanje uglova	20.
1.9.6. Uvučeni ugao 1. sloj	22.
1.9.7. Izbočeni ugao 2. Sloj	23.
1.9.8. Uvučeni ugao 2. sloj	23.
1.10. Priključci na lim	23.
1.10.1. Priprema površina za lijepljenje za bitumenske staze	23.

1.10.2. Priključivanje izolacije	24.
1.10.3. Dodatna kontrola i čišćenje	24.
1.11. Korištenje izolacijskih staza od umjetnih materijala	24.
1.11.1. Izolacijske staze	24.
1.11.2. Širina preklapanja	25.
1.11.3. Pravac preklapanja	25.
1.11.4. Povezivanje preklopnih mjesta	25.
1.11.5. Varenje ručnim uređajem	25.
1.11.6. Varenje sa automatom	26.
1.11.7. Uglovi	27.
1.12. Podovi i radovi na pločnicima	27.
1.12.1. Podovi od betona bez izolacije	27.
1.12.2. Podovi od betona sa izolacijom	27.
1.12.3. Ploča-plivajući pod	28.
1.12.4. Gradnja plivajućeg ploda	30.
1.12.5. Izolacijski materijali za termo i zvučnu izolaciju	31.
1.13. Izrada nepropusnosti na građevinskom objektu	32.
1.13.1. Nepropusnostna vlažnost tla	32.
1.13.2. Okomito zaptivanje na zidnim površinama	33.
1.13.3. Zaptivanje podnih ploča	34.
1.13.4. Nepropusnost protiv nakupljajuće podzemne vode	35.
1.14. Nepropusnost na pritiskajuću vodu	35.
1.14.1. Pritiskajuća voda s vanjske strane (rezervoar u obliku bazena za podzemnu vodu)	35.
1.15. Nepropusnost na pritiskajuću vodu	36.
1.15.1. Pritiskajuća voda s vanjske strane (rezervoar u obliku bazena za podzemnu vodu)	36.
1.15.2. Pritiskajuća voda s unutarnje strane (bazeni, spremnici za vodu)	36.
1.15.3. Nepropusnost fuga	38.
1.16. Građevinska fizika – toplota	40.
1.16.1. Toplotna zaštita	40.
1.16.2. Provođenje toplote	41.
1.16.3. U-vrijednost (koeficijent prolaznosti toplote, prije k-vrijednost)	43.
1.17. Zvuk	44.
1.17.1. Zaštita od buke	45.
1.17.2. Zračna izolacija zvuka na krovu	46.
1.18. Vlaga i zaštita od vlage	47.
1.18.1. Vlaga	47.
1.18.2. Stvaranje kondenzovane vode	48.
1.18.3. Difuzija vodene pare	49.
1.18.4. Zaštita od gubitaka/šteta uslovljenih kondenzovanom vodom	49.
1.18.5. Sd-vrijednost	50.
1.18.6. Posljedice po krovnu konstrukciju	52.

1.18.7. Mjerenje razlike u pritisku (Blower-door-mjerenje)	53.
1.19. Lake građevinske konstrukcije	54.
1.19.1. Sistemska skela	54.
1.19.2. Noseća konstrukcija skela sa stalkom/nogarama – "koza"	56.
1.19.3. Skele sa pokretnom konstrukcijom	57.
1.19.4. Praktični primjer skela za fasade i limare	57.
2. Fasade	61.
2.1. Drvena podkonstrukcija	61.
2.1.1. Drvena konstrukcija jednoslojna	61.
2.1.2. Drvena podkonstrukcija dvoslojno	62.
2.1.3. Montaža noseće letve	63.
2.2. Drveno/metalne podkonstrukcije	65.
2.2.1. Montaža konzola	65.
2.3. Montaža toplotne izolacije	66.
2.3.1. Jednoslojno između drvenih letvi, metalnih profila	66.
2.3.2. Dvoslojno između drvenih letvi ili metalnih profila	66.
2.3.3. Površinski položena toplotna izolacija (bez umetaka)	67.
2.3.4. Toplotna izolacija položena između kasete	67.
2.3.5. Važna ugradbena pravila	68.
2.4. Ankerovanje	68.
2.4.1. U osnovi ankera	68.
2.4.2. Učvršćivanje letvi ili profila	69.
2.5. Priključci i završeci	69.
2.5.1. Termoizolacija kod spoljnih bočnih ivica prozora i vrata	69.
2.5.1. Termoizolacija kod spoljnih bočnih ivica prozora i vrata	69.
2.5.2. Termoizolacija kod prozorskih klupica	69.
2.5.3. Termoizolacija kod pokrivača prozora/ roletni	70.
2.5.4. Sučelja prema termoizolaciji	71.
2.5.5. Proboji	71.
2.6. Termoizolacija obruba	72.
2.6.1. Visina izolacije obruba	72.
2.6.2. Otvori	72.
2.7. Prelazi prema nakošenim krovovima	72.
2.7.1. Gornji završetak fasade	72.
2.7.2. Donji završetak fasade	74.
2.8. Prelazi prema ravnim krovovima	74.
2.8.1. Podnožje fasade sa limom kao oplatom na postolju kod metalnih fasada	74.
2.8.2. Gornji prijelaz Fasada/Ravni krov	75.
2.9. Priključci na druge zgrade	78.
2.9.1. Bočni priključci	78.
2.10. Izrada dilatacija na zgradama	80.

2.11. Pregrade na zgradi	81.
2.12. Termografija	82.
2.12.1. Šta je termografija	82.
2.12.2. Postupak termografije	82.
3. Kosi krovovi	87.
3.1. Slojevi krova	87.
3.2. Nakošeni krov (krov sa nagibom) bez toplotne izolacije	87.
3.2.1. Konstrukcija bez potkrovlja	88.
3.2.2. Konstrukcija sa potkrovljem	89.
3.3. Nakošeni krov (krov sa nagibom) sa toplotnom izolacijom	89.
3.3.1. Krovni sistemi	89.
3.4. (Po)krovi	90.
3.5. Toplotna zaštita kod izgrađenog nakošenog krova	90.
3.6. Pokrivanje kosog krova	92.
3.6.1. Predpokrivanje (predpokrov)	92.
3.6.2. Vrste staza i zahtjevi	92.
3.6.3. Polaganje podzateznih staza) paropropusna-vodonepropusna folija	93.
3.6.4. Potpokrovi	94.
3.7. Drveni spojevi kod krovnih konstrukcija	95.
3.7.1. Krovišta sa horizontalnim gredama	97.
3.8. Raspoređivanja	100.
4. Ravni krovovi	103.
4.1. Ravni krovovi	103.
4.2. Dijelovi ravnog krova	104.
4.2.1. Podkonstrukcije	104.
4.2.2. Priključci i završeci ravnog krova	105.
4.2.3. Rastezne fuge	106.
4.2.4. Slojevi ravnog krova	106.
4.3. Sistemi ravnog krova	107.
4.4. Izolacija ravnog krova	110.
4.4.1. Kosine izolacije	110.
4.4.2. Visine priključka izolacije	110.
4.4.3. Pragovi vrata pod normalnom visinom postavljanje izolacionog materijala na ivicu odozgo	112.
4.5. Izolacijski sistem bitumenski – proračun	113.

UVOD

Nedostatak energije i nesigurnost u snabdevanju uz stalni rast cijene energije i energenata, te klimatske promene i zagađenje okoliš problemi su sa kojima se suočavamo.

Porastom standarda života, raste i potrošnja kako toplotne energije za grejanje, tako i energija za hlađenje. S obzirom da upravo zgrade troše oko 40% od ukupne potrošnje energije i odgovorne su za 36% emisija ugljen dioksida, energetske efikasne stambene zgrade i kuće postaju sve zanimljivije.

Zbog velike potrošnje energije u zgradama, a istovremeno i najvećeg potencijala energetske i ekološke uštede, energetska efikasnost i održiva gradnja danas postaju prioritet savremene arhitekture. Ovo je područje prepoznato kao područje koje ima najveći potencijal za smanjenje ukupne potrošnje energije, čime se direktno utiče na ugodnost stanovanja s ugodnom klimom tokom cijele godine, duži životni vek zgrade uz vrlo niske troškove za energente.

Kada govorimo o energetski efikasnim objektima moramo ih posmatrati tokom cijelog njihovog životnog vijeka, počevši od građevinskog materijala čija proizvodnja ne opterećuje okoliš, preko njihovog efikasnog trošenja tokom gradnje, zatim racionalnog trošenja energenata tokom korištenja objekta, pa sve do zbrinjavanja građevinskog materijala nakon isteka trajanja objekata.

Ova tema je veoma aktuelna u Evropskoj uniji. Direktiva 2010/31/EU o energetskim svojstvima zgrada (EPBD II) propisuje obvezu da od 31.12.2020. godine sve nove zgrade moraju biti gotovo nula energetske, odnosno trebaju pokazati vrlo visoku energetske efikasnosti, a njihove minimalne energetske potrebe trebale bi biti većim dijelom pokrivene iz obnovljivih izvora energije. Pošto je Bosna i Hercegovina opredjeljena da želi da bude dio Evropske unije ona mora krenuti putem energetske efikasnosti.

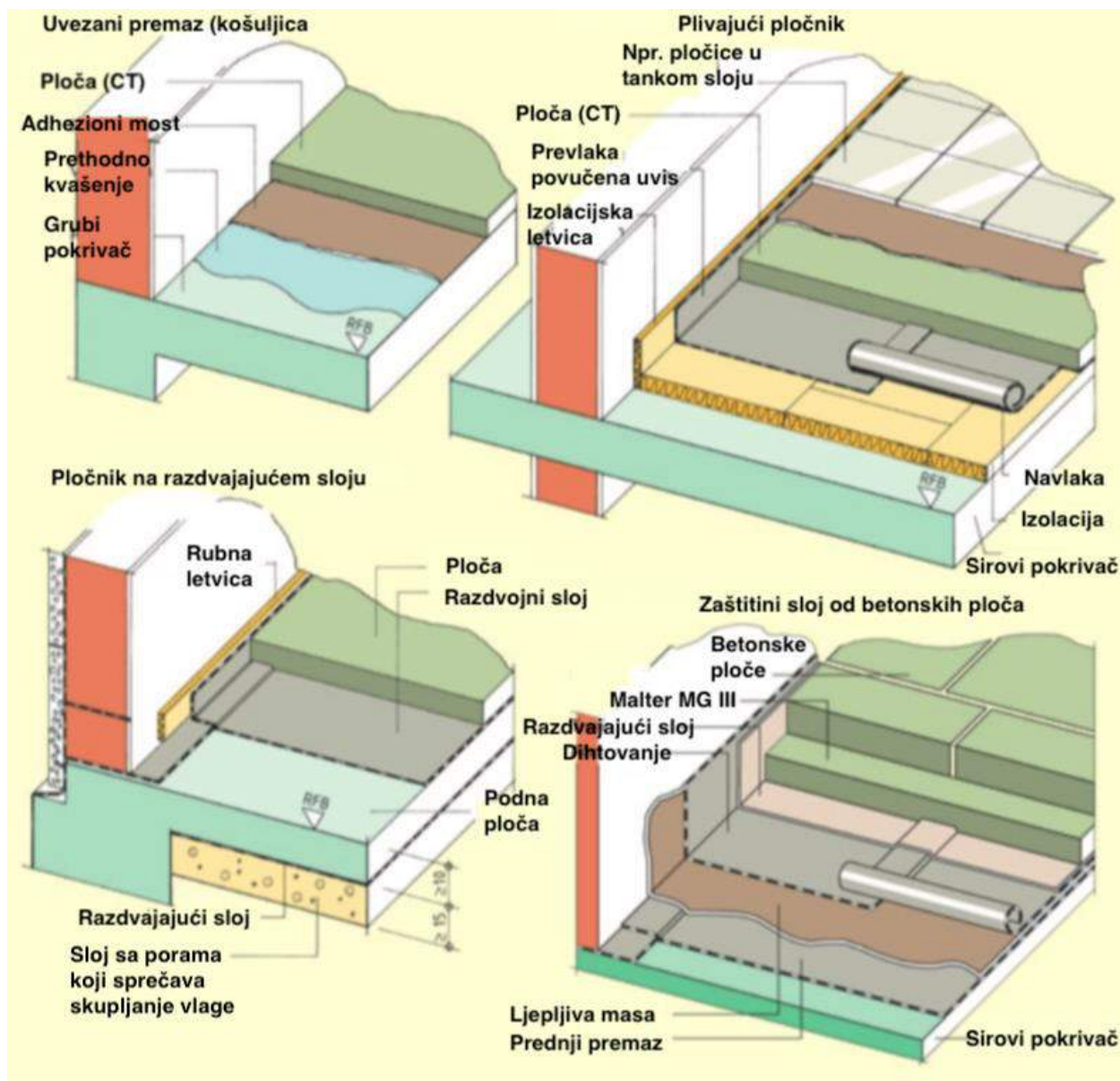
Struka treba odgovoriti na sve ove izazove koji se pred nju postavljaju i pozitivno uticati na ublažavanje energetske i ekološke krize, te doprineti održivom razvoju. Svi učesnici u gradnji moraju biti svesni svoje odgovornosti kako za ono što rade tako i za ono što su mogli napraviti, a nisu.

Zbog svega ovoga je Građevinsko-geodetska škola iz Tuzle uvela novo zanimanje "Izolateri ovojnice objekta" koje se isključivo bavi toplotnom izolacije ovojnice objekta.

Ovaj priručnik je pripremljen sa ciljem da se olakša rad profesorima i pojednostavi učenje učenicima ovog zanimanja. Pored njih će priručnik moći koristiti profesori i učenici drugih zanimanja građevinske struke.

Zahvaljujemo se Vladi Švicarske, Polybau školi iz Švicarske i Centru za ekologiju i energiju iz Tuzle što pomažu Građevinsko-geodetskoj školi da postane Centar za energetske efikasnosti u zgradarstvu.

OSNOVE GRAĐEVINARSTVA



OSNOVE GRAĐEVINARSTVA

Zgrada, kao radno i mjesto za stanovanje treba da stanovnicima nudi zaštitu i ugodnost. Zaštitu od neugodnih temperatura nudi promišljeno i tačno položena termoizolacija zajedno sa efikasnim sistemom grijanja. Cilj svake mjere toplotne izolacije bi trebao biti štednja energije i doprinos ekološkom ophođenju sa resursima zemlje!

Ovojnica zgrade koja je termoizolovana bez greške omogućava velike uštede energije za cijelo vrijeme korištenja zgrade.

Sa pažljivim obračunima se da odrediti optimalna debljina termoizolacije u odnosu na utrošak i uštedu energije.

Debljina izolacije bi bila sama po sebi ograničena samo konstrukcijskim faktorima; samo se mora razmisliti da sama proizvodnja termoizolacije troši energiju (koja se zove i „SIVA ENERGIJA“), a jedan dio ušteda energije – globalno viđeno! – ponovo smanjuje. U praksi formira najviše finansijski račun troškova i korisnosti osnovu za

odluku o debljini i materijalu termoizolacije. Termoizolacija je važan sloj u sistemu ovojnice zgrade i mora se uvijek posmatrati u vezi sa ostalim slojevima!

Sasvim važan dodirni sloj termoizolacije je *sloj izolacije na nepropusnost zraka*.

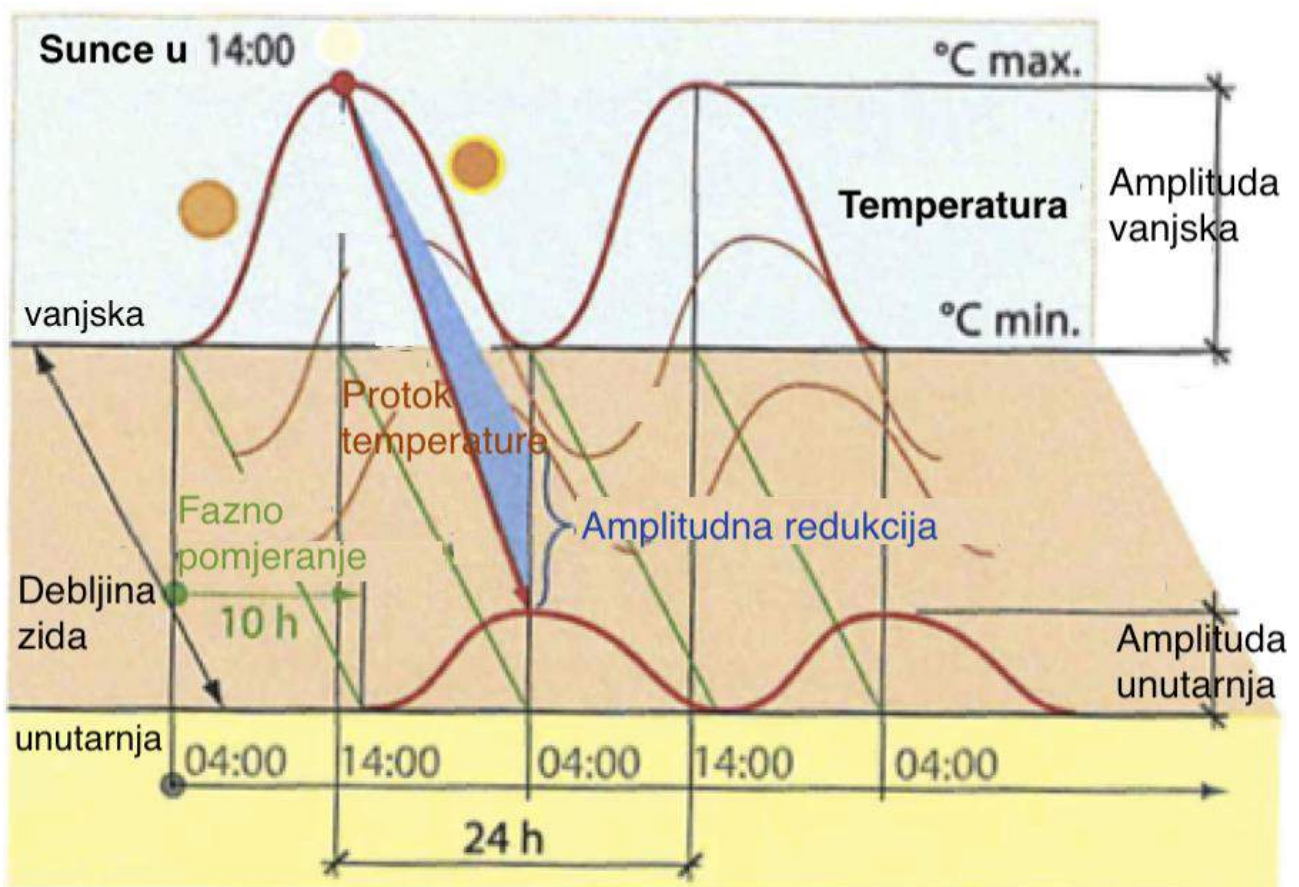
Za provedene građevinske mjere potrebno je provesti dokazivanje svojstava toplotne izolacije.

Unapred definirani izolacijski materijali se ne smiju mijenjati drugim proizvodima.

Pri tome se naročito mora voditi računa o tome, da se obračun o dokazivanju najvećeg broja proizvoda koristi sa deklariranom provodnošću toplote (proizvodnja se kontrolira putem nadzora neovisnih (spoljnih) lica).

Kod proizvoda bez deklarirane vrijednosti mora se uzeti obračun sa do 20% lošijom vrijednosti izolacije.

Sljedeći grafički prikaz daje pregled zbog čega i kako se koriste termoizolacije na ovojnici zgrade.



Fazno pomjeranje, amplitudna redukcija

1.1. Korištenje termoizolacije

Termoizolacija štiti unutrašnjost zgrade od prevelikog gubitka toplote u hladno vrijeme i od prevelikog zagrijavanja s vanjske strane ljeti.

Tok toplote od toplije do hladnije strane se nikada ne može u potpunosti smanjiti, već samo odgoditi.

Upravljački (rukovođeni) protok toplote

Prikladnim izolacijskim materijalima i debljinama ugradnje se da npr. pri visokim *vanjskim temperaturama* upravljati protok *dnevne temperature* i koristiti za *izjednačenje temperature* u hladnim *jutarnjim satima*. Na taj način ostaje i u vrućim danima ugodna temperaturna klima očuvana u unutrašnjosti zgrade:

Talas toplote izvana prolazi kroz toplotnu izolaciju i stiže oko četiri sata ujutro u unutrašnjost prostora (fazno pomjeranje). Dovodom toplote se prostor ne može ohladiti u vrijeme tih nižih vanjskih temperatura. Maksimalne temperature koje nastupaju oko podneva, se lome prilikom prolaska kroz konstrukciju (amplitudno ublažavanje-redukcija).

Unutarnja temperatura na taj način ne oscilira tako jako, što ima za posljedicu ravnomjerniju vlažnost zraka.

1.2. Zahtjevi za sloj termoizolacije

U suštini je za sloj termoizolacije prikladan svaki termoizolacioni materijal. U zavisnosti od upotrebe se zahtjevaju ipak važne osobine materijala kao *otpornost na pritisak*, *bez upijanja vode*, definirano *ponašanje u slučaju požara* itd. I oblik termoizolacije, ploče, prostirke ili nepovezani sipki materijal se treba prilagoditi dotičnoj upotrebi.

Planiranje i mjerenje termoizolacije je u pravilu stvar sastavljaka projekta. On određuje jačinu i materijal izolacije.

Načelno, termoizolacioni materijal mora odgovarati zahtjevima pri ugradnji narednih slojeva.

Ukoliko se direktno na termoizolaciju polaže sloj (hidroizolacija, folija za potkrovlje itd.) npr. plinskim plamenom ili vrućim zrakom, mora izolacioni materijal za vrijeme procesa varenja da izdrži oštećenja.

Termoizolacija mora na odgovarajuću upotrebu biti dovoljno otporna na pritisak (PROHODNA), kako bi izdržala opterećenje za vrijeme gradnje (npr. od strane lica koja obavljaju radove polaganja) i kasnije korištenje.

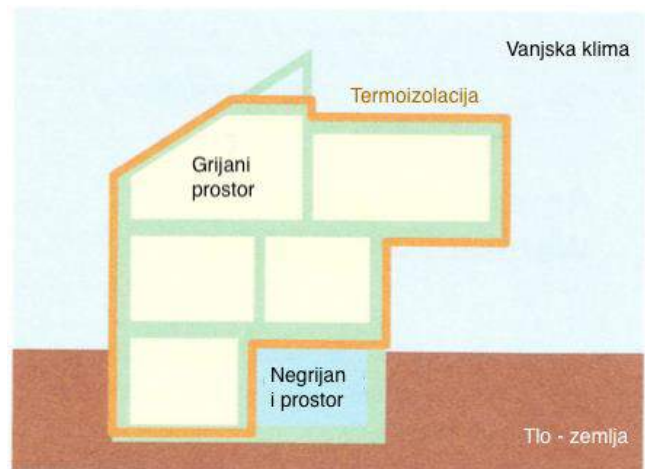
Ukoliko materijal ostavlja udubljenja, onda polaganje i izolacija direktno sljedećih položenih slojeva može uzrokovati probleme.

Otpornost na pritisak nekog materijala ovisi o *specifičnoj težini* i/ili svojstvu materijala.

1.2.1. Termoizolacija kod nakošenog krova

Termoizolacija u kosini krova može biti položena ispod, unutar i iznad noseće konstrukcije (npr. položaj roga). Kao izolacioni materijal su prikladni:

- Ploče ili prostirke od mineralnih vlakana dobijene od kamene ili staklene vune sa slabom, srednjom i visokom otpornosti na pritisak
- Izolacione ploče od drvenih vlakana
- Vlakna od celuloze
- Prostirke od pamuka
- Ploče sa pjenom od umjetnih materijala polistirola i poliuretana



Termoizolacijska ovojnica zgrade

1.2.2. Termoizolacija kod ravnog krova

Termoizolacija kod ravnog krova mora biti jako otporna na pritisak. K tome zahtjevaju neke tehnike polaganja kao što su ljepljenje i varenje takav materijal koji je otporan na otapanje i kratkotrajno na veliku toplotu.

Norma SIA 271 zahtjeva:

Termoizolacije se moraju polagati sa dosta mase i biti otporne na proklizavanje.

Često korištene termoizolacije kod ravnog krova su:

- Ploče od mineralnih niti/vlakana dobijene od staklene ili kamene vune sa visokom otpornošću na pritisak
- Ploče od pjene umjetnog materijala dobijene od polistirola i poliuretana
- Ploče od pjenušavog stakla

1.2.3. Termoizolacija stropova

Stropovi zagrijanih prostorija se najbolje toplotno izoliraju na strani koja je okrenuta prema vanjskoj klimi. Sa prekrivanjem koje je otporno na pritisak hodanjem iznad izolacijskog sloja da se iskoristiti površina kao tlo za odlaganje npr. na prostoru krova.

Kao izolacija su prikladni:

- Ploče od mineralnih vlakana dobijene od kamene ili staklene vune sa visokom ili srednjom otpornošću na pritisak
- Ploče sa pjenom od umjetnih materijala polistirola i poliuretana
- Izolacione ploče od drvenih vlakana
- Vlakna od celuloze
- Prostirke od pamuka

1.2.4. Termoizolacija vanjskog zida

Izolacija vanjskog zida može biti unutarnja, vanjska ili kao kod *dvoljuštune (polusavijene) zidne konstrukcije* napravljena u zidu.

Dokazani termoizolacioni materijali su:

- Ploče ili prostirke od mineralnih vlakana dobijene od kamene ili staklene vune sa slabom, srednjom i visokom otpornošću na pritisak
- Izolacione ploče od drvenih vlakana
- Vlakna od celuloze
- Prostirke od pamuka
- Ploče sa pjenom od umjetnih materijala polistirola i poliuretana
- Ploče od pjenušavog stakla

1.2.5. Termoizolacija podova

Podovi u zagrijanim prostorima koje dolaze u kontakt sa vanjskom klimom (npr. pod iznad hladnog podruma = *strop podruma*) ili tlo, moraju biti izolovani od gubitka toplote. Izvana postavljen sloj izolacije štiti konstrukciju poda od promjena temperatura, ali se ne može svugdje

primjenjivati. Unutarnja izolacija se da naknadno izraditi (promjena korištenja iz podruma u stambeni prostor) i prekriva se plivajućim *podnim podmetačima* (od zidova odvojeni pod).

Kao termoizolacija se upotrebljavaju:

- Ploče od mineralnih niti/vlakana dobijene od staklene ili kamene vune sa visokom otpornošću na pritisak
- Ploče od pjene umjetnog materijala dobijene od polistirola i poliuretana
- Ploče od pjenušavog stakla

Kod podova koji dolaze u kontakt sa zemljom moraju se dodatno ugraditi *materijali (rolne, premazi, ploče itd.) otporni na vlagu!*

1.2.6. Termoizolacija u zemlji

Ukoliko se termoizolacija ovojnice zgrade dalje izvodi u zemlji (SUTEREN), koristi se materijal koji ne prihvata vodu:

- Ploče od pjenušavog stakla
- Isprešane (ekstrudirane) izolacione ploče od polistirola (XPS)

Najbolje se vodi *suterenska izolacija* do oko 50 cm iznad zemlje, kako bi rastuću *vlagu zemlje* držala dalje od standardne zidne izolacije.

Izolacija suterena se treba štiti zaštitom od vlage. Dodatni *sloj drenaže* sprečava zaustavljanje vlage.

1.3. Pravila ugradnje termoizolacionog sloja

Najidealnija i najefektivnija termoizolacija nema prekida i svuda je iste debljine. Ovaj idealni slučaj se ipak rijetko može postići. Svaki prekid smanjuje kvalitet izolacije cijele izolirane površine.

Zaštita od vlage

Materijal za termoizolaciju uvijek štiti od vlažnosti i vlage!

Ovlaženi materijal se suši samo vrlo polako i gubi zbog vlažnosti dio *termoizolacijske sposobnosti*. Pjene od umjetnog materijala sastavljene od PU (poliuretana) npr. upijaju u potpunosti vodu i onda su neupotrebljive jer se izuzetno teško suše.

Vlažno ugrađeni izolacijski materijal se kod sistema koji nisu ili se samo na jednostavan način prozračavaju mogu u najboljem slučaju jako sporo osušiti difuzijom pare. Mora se voditi računa da vlažnost može ući i za vrijeme radova ugradnje putem mokrih materijala za polaganje (*parna brana* itd.) u izolacionom sloju.

Izbjegavanje nedostataka

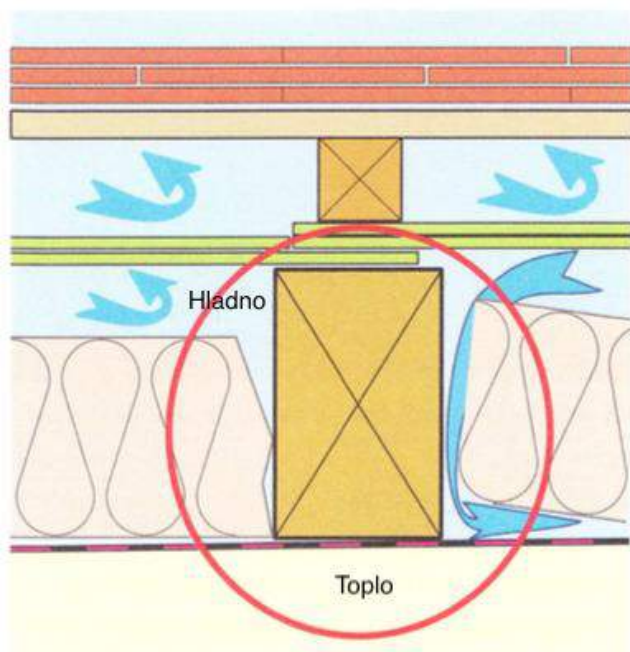
Termoizolacija se mora svuda priključiti bez praznih prostora.

Termoizolacija se ne smije čistiti hladnim zrakom. Vanjski zrak ne smije doprijeti na toplu stranu termoizolacijskog sloja (odnosi se na zimu) – kondenzovana voda bi bila posljedica!

Prazni prostori u termoizolaciji se moraju bezuslovno izbjeći.

Postojeći prazni prostori se moraju ispuniti izolacionim materijalom iste vrijednosti!

U zavisnosti od izolacionog materijala se da ovo postići sa *punjenjem (izolacija sa mineralnim vlaknima) ili punjenje pjenom (izolacione ploče od umjetnog materijala).*



Problemska mjesta kod toplotnih izolacija

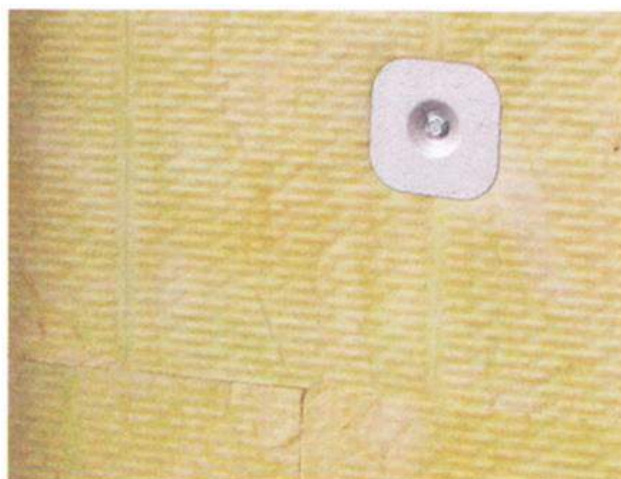
Sprečavanje pomjeranja

Sloj toplotne izolacije se trajno mora osigurati od promjene položaja.

Prikladnim mjerama je moguće spriječiti proklizavanje i pomjeranje nastalo uticajem vjetra (pritisak, uvlačenje).

Kod elastičnog izolacionog materijala je zato dovoljno višestruko tačno polaganje npr. između roga krova, potpornih letvi na vanjskom zidu ili na rubovima krova kod ravnog krova.

Izolacijski materijal se po potrebi može i zalijepiti, sa držačima fiksirati (*posebnim klinovima-zaglavicama za izolir ploče*) punkcijski u zidu ili kod ravnog krova opteretiti šljunkom.



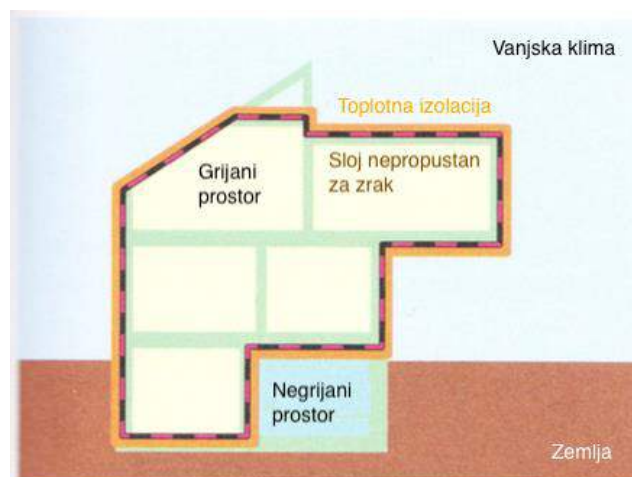
Učvršćivanje toplotne izolacije sa držačem izolacijske ploče

Otapajuće ispunjene ili termoizolacije koju su uduvane (*vlakna celuloze* itd.) zahtjevaju čiste, zatvorene šuplje prostore, koji se za vrijeme ispunjavanja kao i kasnije neće mijenjati.

1.4. Zračna izolacija ovojnice zgrade

Termoizolacijska građevinska konstrukcija je izložena složenim fizikalnim uticajima. Kako bi se spriječile štete koje uzrokuje vlaga kondenzovanom vodom u konstrukciji i nezdrav propuh, mora se spriječiti protok zraka kroz ovojnicu zgrade:

Ovojnica zgrade mora biti nepropusna za zrak kod zatvorenih zračnih otvora.



Sloj nepropusnosti zraka

Nepropusnost zraka ne znači bezuslovno da se ne dešava razmjena između unutrašnjosti i spoljašnjosti. Difuzno otvorenom gradnjom „diše“ ovojnica zgrade. Za to su potrebni materiji koji su sposobni da propuštaju molekule plina.

Građevinski materijali koji propuštaju paru ispunjavaju ovaj zahtjev.

Vanjski dovod zraka

Svaka prostorija mora pokazivati neovisno od svog korištenja određen nivo izmjenjivosti zraka. To znači, da se zrak u prostoriji u određenom vremenu mora u potpunosti obnoviti zrakom izvana. Ova izmjena zraka služi i za regulaciju vlažnosti u prostoriji i za odvođenje prekomjernih temperatura. Previsoka vlažnost u prostoriji bi mogla dovesti do kondenzovane vode na unutarnjim zidovima i omogućiti nastanak i rast gljivica plijesni.

Neophodna izmjena zraka se može postići prozračenjem sa otvorima prozora (zračenje pomoću korisnika), automatski reguliranim krilima za zračenje ili sa zračno-tehničkim uređajima (mehaničko zračenje sa ventilatorom).

Ispitivanje hermetičnosti zraka

Hermetičnost zraka neke zgrade se može jednostavno prekontrolisati: Sa puhaljkom (ventilatorom) se u gotovoj građevinskoj konstrukciji proizvodi suspresija. Količina vanjskog zraka koja ulazi kod PUKOTINA se može izmjeriti mjernim uređajima. Ulazak zraka se može učiniti vidljivim sa dimom.

Greške u gradnji se mogu ispitati sa ovom metodom u svako vrijeme. Naručilac gradnje će potom zahtjevati od poduzetnika da ukloni nedostatke. Otklanjanje nedostataka je najčešće vrlo zahtjevno, budući da su pukotine u sloju koje su nadležne za hermetičnost zraka zbog unutarnje gradnje pokrivene.

1.4.1. Sloj nepropusnosti zraka

Konstrukcije čije su noseće konstrukcije same nepropusne na zrak, kao npr. *omalterisane zidne konstrukcije*, *betonski zidovi* ne trebaju dodatne mjere. Kod nosećih konstrukcija koje nisu izolirane na zrak važi:

Sloj nepropusnosti na zrak se nanosi uvijek na toploj strani termoizolacije.

Kao materijali su prikladni folije, nepropusne (dihrovane) staze, višeslojni specijalni papiri ili uklopne ploče sa zaptivenim fugama.

Parna kočnica preuzima funkciju nepropusnosti zraka.

Jedan jedini nepropusni priključak u sloju zračne izolacije ili rupa djeluje da topli ili vlažni zrak u prostoriji kroz tu pukotinu mora da izađe. Time nastaje visoko opterećenje na vlagu i vlažnost u slojevima sistema.

Sloj nepropusnosti zraka mora se priključiti kod priključaka na trajnu nepropusnost zraka.

Planiranjem unaprijed bi se priključci trebali reducirati na minimum.

Priključci za izolaciju zraka se moraju izvesti brižljivo sa prikladnim materijalima.

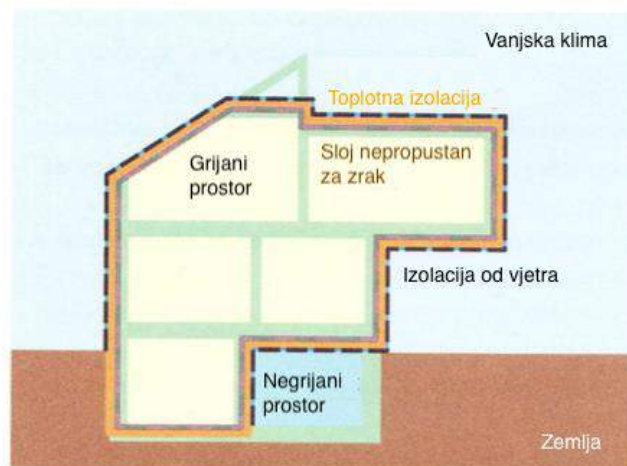
Veza mora ostati nepropusna za cijelo vrijeme trajanja korištenja!

Za izvođenje priključaka postoje specijalne trake za lijepljenje za različite podloge u zavisnosti od materijala. Kako bi se dobila trajna veza, mora se voditi računa o uputama za montažu.

1.4.2. Sloj izolacije od vjetra

Sa slojem izolacije od vjetra se takođe može postići zahtjevana nepropusnost zraka. Pri tome se međutim mora prekontrolisati mogućnost difuzije pare kroz cijeli sistem i u datom slučaju regulisati pomoću parne brane.

Sloj izolacije od vjetra se uvijek postavlja na hladnu stranu termoizolacije.



Sloj nepropusnosti zraka

izolacija od vjetra sprečava istovremeno prodiranje hladnog zraka i vanjske vlage u termoizolaciju.

Materijal izolacije od vjetra mora biti izuzetno propustan na paru, kako bi se isključilo zastajanje vlage u izolaciji.

Izolacije od vjetra moraju ostati zaptivene cijelo vrijeme korištenja zgrade!

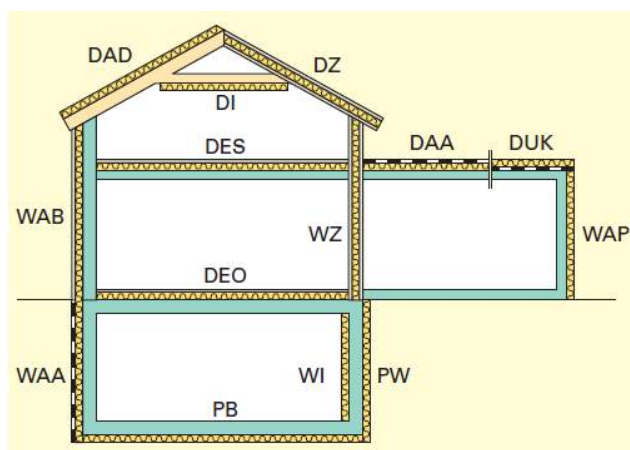
Za izvođenje priključaka postoje specijalne trake za lijepljenje za različite podloge od materijala i za materijale za izolaciju od vjetra.

1.5. Prirodni i umjetni izolacijski materijali

Područje primjene	Skraćena oznaka	Primjeri primjene
Strop, Krov	DAD	Vanjska izolacija krova ili pokrova, zaštićena od vremenskih (ne)prilika, izolacija ispod pokrova
	DAA	Vanjska izolacija krova ili stropa, zaštićena od vremenskih (ne)prilika, izolacija ispod slojeva nepropusnosti
	DUK	Vanjska izolacija krova, izložena vremenskim (ne)prilikama (zaokrenu tikrov)
	DZ	Izolacija između rogova, dvoslojni krov, neprohodni, ali pristupačni najviši stropovi (tavani)
	DI	Unutrašnja izolacija stropa (donjastrana) ili krova, (izolacija ispod rogova/noseća konstrukcija, spuštenu strop itd.
	DEO	Unutrašnja izolacija stropa ili podne ploče (s gornje strane) ispod pločnika bez zahtjeva za zvučnom zaštitom.
	DES	Unutrašnja izolacija stropa ili podne ploče (s gornje strane) ispod pločnika sa zahtjevom za zvučnom zaštitom.
Zid	WAB	Vanjska izolacija zida iza oplata
	WAA	Vanjska izolacija zida iza nepropusnog sloja
	WAP	Vanjska izolacija zida ispod maltera
	WZ	Izolacija dvoslojnih zidova, primarna izolacija
	WH	Izolacija drvenih okvira i drvenih tabli
	WI	Unutarnja izolacija zida
	WTH	Izolacija između kućnih razdvojnih zidova sa zahtjevima za zvučnu zaštitu
	WTR	Izolacija sobnih razdvojnih zidova
Perimetar	PW	Izvana položena toplotna izolacija zidova prema zemlji (izvan nepropusnog sloja).
	PB	Izvana položena toplotna izolacija zidova ispod podne ploče prema zemlji (izvan nepropusnog sloja).

Svojstvo proizvoda	Kratka oznaka	Opis	Primjeri
Otpornost na pritisak	dk	Bez otpornosti na pritisak	Izolacija praznog prostora, izolacija između rogova
	dg	Mala otpornost na pritisak	Stanovi i biro pod pločnikom
	dm	Srednja otpornost na pritisak	Nekorišteni krov sa nepropusnim slojem
	dh	Visoka otpornost na pritisak	Korištene krovne površine, terase
	ds	Vrlovisoka otpornost na pritisak	Industrijski podovi, parkirna površina na sprat
	dx	Ekstremno visoka otpornost na pritisak	Jako opterećeni industrijski podovi Parkirne površine na sprat

Prihvat vode	Wk wf wd	Bez zahtjeva za prihvat vode Prihvat tečne vode Prihvat tečne vode i/ili difuzija	Unutarnja izolacija u stanovima i uredima Vanjska izolacija vanjskih zidova i krovova Perimeterizolacija, zaokrenuti krov
Zatezna čvrstoća	zk zg zh	Bez posebnih zahtjeva za zateznom čvrstoćom Mala zatezna čvrstoća Visoka zatezna čvrstoća	Izolacija praznih (šupljih) prostora, izolacija izmeđurogova Vanjska izolacija zida iza oplata Vanjska izolacija zida ispod maltera, krov sa zaljepljenim slojem nepropusnosti
Zvučnotehnička svojstva	sk sh sm sg	Bez zahtjeva za zvučno tehničkim svojstvima Zvučna izolacija nahod, Povećana kompresibilnost Srednja kompresibilnost Zvučna izolacija nahod, mala kompresibilnost	Sve primjene bez zvučnotehničkih zahtjeva Plivajućpločnik (bez fuga), kućni razdvojni zidovi
Oblikovanje/formiranje	tk tf tl	Bez zahtjeva za oblikovanje Stabilnost dimenzija pod vlagom i temperaturom Oblikovanje pod teretom i temperaturom	Unutrašnja izolacija Vanjska izolacija zida pod malterom, krov sa nepropusnošću Krov sa nepropusnošću



Osobine proizvoda i njihove kratke oznake

1.5.1. Prirodni izolacijski materijali

Pluto

Pluto je mrtvoćelijsko tkivo drveta plutnjak a koje se može ubirat i otprilike 7-14 godina (po drvetu).

Izolacijske ploče od pluta se mogu proizvoditi na dva načina:

- *pečeni Pluto* razvija širenjem (vrućina i pritiskanje) vlastite smole pomoću kojih se on veže.
- Kod *umjetno vezanih ploča od pluta* nasuprot toga se moraju dodavati vezivna sredstva, osim toga se možedo dati bitumen rad impregniranja (prožimanja, kvašenja).

Ploče od pluta se ugrađuju u dvoslojne vanjske zidove u ozračene krovove kao i kod neprozračenih mobilnih (pokretnih) krovova direktno ispod vanjske strane krova. Oni imaju visoku opstojnost na starenje, postojanisunatruljenje, ali se moraju ugraditi suhii prije prodiranja vlage. Nedostatak je štosuploče od pluta skuplje nego izolacije od mineralne vune. Osim toga se Pluto samo uslovno može obraditi sa vrućim bitumenom, budući da je on postojansamo do 150 °C. Osim toga pri

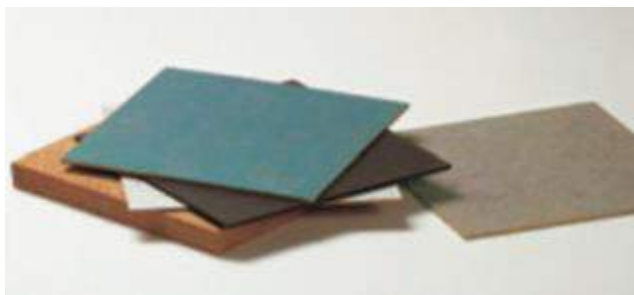
današnjim debljinama izolacionog materijala prirodne zalihe pluta ni blizu nisu dovoljne.



Berba pluta



Sitni pluto materijal



Ploče od pluta

Naziv pakovanja glasi između ostalog:
ICB-EN 13170-WH-B2-045-120

Ekspandirani pluto (ICB), normiran prema DIN EN 13170, za izolaciju drvenih okvira tabli od drveta građevinske klase B2 (= standardno zapaljiv), toplotna provodivost = 0,045W/(mK) sa debljinom od 120mm.

Meke (porozne ili bitumenske) tvrde ploče od drvenih vlakana

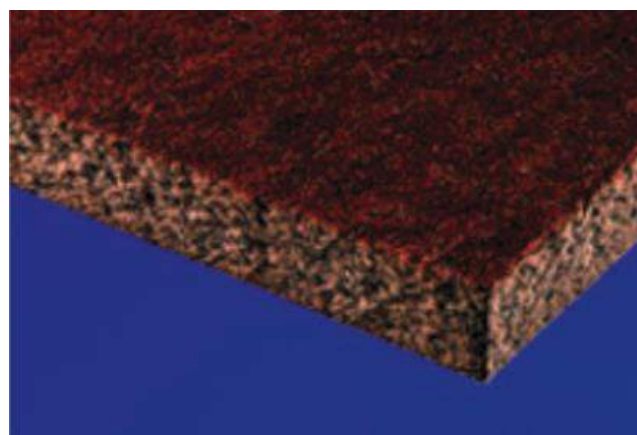
Tvrde ploče od drvenih vlakana postoje u poroznoj i u bitumenskoj formi. One se proizvode od ostataka igličastog drveta koji se siječe do vlakana, potom se omekšavaju sa vodenom parom i filcuju se (prirodno se neraskidivo povezuju) u ploče. Impregnacija može ovdje također uslijediti bitumenskim dodacima.

Porozne tvrde ploče od vlakana se mogu koristiti kao zidne i podne ploče. U formi sa bitumenskim sastojkom nalaze one upotrebu kao podkrovnja konstrukcija, pri čemu se posebno mora obratiti pažnja na to, da se mjesta udara na žlijebovima učine nepropusnim sa vrućim bitumenom. Također se ovdje mogu izolacijske ploče zapaliti pri velikoj vrućini.

Oznaka na etiketi, gdje se između ostalog nalaze sljedeći podaci:

WF-EN 13 171-040-DAA-B1-60

Izolacijska ploča od drvenih vlakana, $\lambda = 0,04$ W/(m·K), vanjska izolacija krova i stropa, izolacija ispod nepropusnog sloja, teško zapaljiva, debljina 60 mm.



Meka/tvrda ploča od drvenih vlakana

Konoplja



Izolacijske ploče od konoplje

U procesu proizvodnje se od kopljine slame izdvajaju vlakna i prerađuju u izolacijski flis (igličasta vlakna). Ista se mogu koristiti kao izolacija između rogova u nakošenom krovu i kao izolacija u gradnji drvenih okvira. Njena rezistencija na truljenje i bakterije je konoplja je već dokazana u sanitarnom području.

Generalno je upotreba konoplje kao izolacijskog materijala tek na početku novog razvoja, budući da mali sadržaj THC-a kod uzgoja konoplje (=konoplja bez opojnih dodataka) je u Njemačkoj tek ponovo dozvoljena od 1996. godine.

Oznaka: nije normirano.

Celuloza

Izolacija od celuloze postoji u formi sitnog pahuljastog materijala odn. mjehurića ili kao tvrde izolacijske ploče.

Obje forme se sastoje od više od 80% starog papira, dodatno se dodaju soli bora kao zaštita od požara i sredstava koji uništavaju štetočine. Pahulje od celuloze (u trgovini npr. pod nazivom „Isofloc“ se uduvavaju kao izolacija između rogova u suhe prazne (šuplje) prostore, pri čemu se filcuju u gusti flis. Osim toga se mogu malo navlažene u postupku prskanja direktno nanijeti na zid. Ubacivanje pahuljica bi se trebalo prepustiti stručnjacima kako bi se spriječilo stvaranje praznih prostora u izolaciji i spriječilo naknadno nanošenje.

Materijal je doduše rezistentan na truljenje, mora se međutim zaštititi od vlage kako isti ne bi izgubio svoje izolacijsko svojstvo.

Oznaka: nije normirano.



Ugradnja flisa od konoplje u drvenom okviru i kod izolacije između rogova

1.5.2. Umjetni izolacijski materijali

Polistirol-tvrda pjena

Izolacijski materijali od polistirol tvrde pjene se nude u trgovini kao *ekstrudiranipolistirol* (EPS, u

pravilu bijeli) i kao *ekstrudiranipolistirol* (XPS, u pravilu plavi, zeleni ili žuti).

Osnovni materijal za proizvodnju polistirola je nafta. Ista se destilira u benzol i etilen, kasnije dolaze zaštitna vezivna i sredstva i protiv plamena.



Pahuljasti sitni (rastresiti) materijal od celuloze, „Uduvavanje“ sitnog materijala u prazne prostore, kao sitni materijal za pod

Ekspandirani polistirolse pravi u jednu formu, iznova se zagrijava vodenom parom pri čemu se naduvava i tako lijepi u željeni oblik ploča (npr. Styropor®).

Ekstrudirana tvrda pjenase dobija presovanjem od ekstrudera (presovani svežanj niti) dodavanjem vezivnog sredstva.

Zbog različitih proizvodnih postupaka imaju ekspandirane ploče strukturu otvorenih pora dok ekstrudirane prave zatvorenu parno-kočno čelijsku strukturu.

Ploče od tvrde pjene se koriste kod izolacije krova, ovdje prije svega kod izolacije koja se postavlja na rogove.

Na osnovu visoke otpornosti na pritisak i strukture pora koja odbija vodu, mogu se ekstrudirane polistirol ploče kao jedini izolacijski materijali koristiti u izvrnutim krovnim konstrukcijama kod ravnih krovova (izvrnuti krov=izolacija je na nepropusnom sloju).

Osim toga ove ploče su prikladne za vanjsku izolaciju podruma (perimetarska izolacija).

Ekspandirane ploče mogu nasuprot toga prihvatiti vodu, dakle one se moraju štititi od vlage.

Obje vrste polistirol ploča od tvrde pjene su otporne na hrđu, ipak se mora voditi računa da se štite od UV zračenja i sredstava za otapanje.

Budući da se ploče od tvrde pjene tope na visokim temperaturama, ne mogu se variti, one se moraju učvrstiti sa specijalnim ljepljivom. Druga mogućnost nudi kaširanje sa bitumenskim krovnim stazama (npr. izolacijske staze u roli).

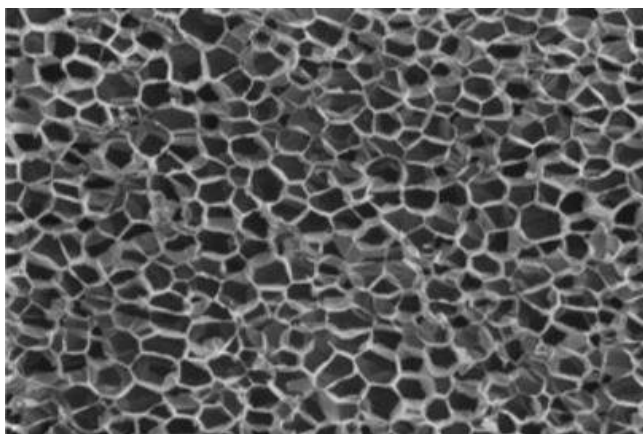
Na etiketi se mogu naći između ostalog i sljedeći podaci:

EPS-EN 13 163-035-DES-sh-B2-50

Ekspandirana polistirol tvrda pjena, $\lambda = 0,040$ W/(m·K), vanjska izolacija izložena vremenskim (ne)prilikama (obrnuti krov), visoko opterećenje na pritisak, standardno zapaljiv, debljina 60 mm).

Poliuretanska tvrda pjena

Ova tvrda pjena nastaje miješanjem različitih hemijskih sastavnih dijelova, bazu gradi ponovo sirovo ulje. I ovdje se dodaju sredstva za spajanje (pomoćna sredstva) koja su sadržavala do 1992 FCKW (hlorofluorugljenik), koje se označeno kao odgovorno za oštećenje ozonskog omotača. Prema navodima proizvođača se ova sredstva za spajanje koja sadrže FCKW (hlorofluorugljenik) zamjenjuju ekološki čistim.



Makro snimak strukture od ekstrudiranog polistirola



Polistirol proizvodi

Od poliuretanskih ploča se proizvode sendvič elementi, dakle vezane ploče sa pokrovnim slojem od drveta i jezgrom od tvrde pjene. Zbog njihove visoke otpornosti na pritisak mogu se koristiti kao izolacijske ploče za ravni krov i krov sa nagibom (kosi krov) sa ili bez kaširanja (vezivanja)

aluminija. Ovo kaširanje (vezivanje) je potrebno kako bi se spriječilo da voda difuzijom ne može prodrijeti u ploče i da ploče ostanu stabilne po formi.

Poliuretanska tvrda pjena je postojana kako na starenje i truljenje tako je rezistentna na sve uobičajna sredstva otapanja. Budući da se ona može zagrijati do 250 °C, moguća je obrada sa vrućim bitumenom.



Izolacijska staza u roli od polistirola na ravnom krovu

Mane se ispoljava u maloj postojanosti na UV zračenje.

Oznaka može između ostalog glasiti kako slijedi:

PUR-EN 13165-025-DEO-dh-B2-50

poliuretanska tvrda pjena, $\lambda = 0,025$ W/(m·K), podna ploča ispod pločnika, visoka otpornost na pritisak, standardno zapaljiva, debljina 50 mm.

Mineralna vuna

Mineralna vuna je zbirna oznaka za staklenu i kamenu vunu pri čemu naziv navodi glavni sastojak sadržanih materijala: kod staklene vune koja je žuta su staklo i staro staklo sa dodacima kao što su otapala i vezna sredstva.

Maslinasto zelena kamena vuna se sastoji velikim dijelom od bazalta (vrsta stijene/kamena) i veznih sredstava.

U procesu proizvodnje se osnovni materijali tope na ca. 1400 °C i ubrizgavaju kroz mlaznice tako

da nastaju vlakna/niti koja se na kraju mogu preraditi u prostirke, filcove ili ploče.

Zahvaljujući ovim raznolikim formama isporuke i tipovima primjene (npr. sa staklenim flisom i alukaširanjem) su one gotovo univerzalno primjenjive: kao izolacija krovnih soina i fasada, na stalnim drvenim konstrukcijama ili iza zid-zavjese (od lakih materijala). Važno je da se ona ugradi suha i štiti od vlage, budući da je ona doduše rezistentna na truljenje, ali ne odbija vodu.

Prema je laka prerada, bogata ponuda i povoljna cijena mineralnu vunu čini vođom na tržištu među izolacijskim materijalima (sa 60% udjela na tržištu), potrebno je voditi računa o negativnim zdravstvenim posljedicama.

Zbog razvoja prašine koja nastaje za vrijeme rada sa mineralnom vunom mogu nastupiti nadražaji kože i sluznice, žarenje u očima i alergije.



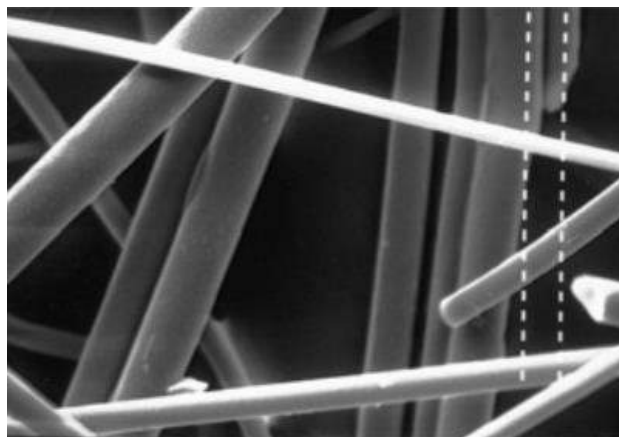
Ufilcane, različito kaširane (spojene) poliuretanske ploče od tvrde pjene

Kod radova sa mineralnom vunom bi se trebale zbog toga obuhvatiti sljedeće mjere zaštite:

- izolacijsku vunu rezati na čvrstoj podlozi sa nožem, ne sa pilom.
- kod uklanjanja stare mineralne vune izbjegavati razvoj prašine.
- nositi zatvorenu radnu odjeću kao i rukavice.
- Kod jačeg razvoja prašine dodatno koristiti maske protiv fine prašine i zaštitne naočale



Korištenje poliuretanskih ploča od tvrde pjene u pokrivanju ravnog krova



Makro snimak strukture mineralnih vlakana/niti

Natpis pakovanja glasi između ostalog ovako:

MW-EN 13162-040-WAP-zg-B1-40

Mineralna vuna, $\lambda = 0,40 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, vanjska izolacija zida ispod maltera, mala zatezna čvrstoća, teško zapaljiv, debljina 40 mm.

Pjenušavo staklo

Kod proizvodnje pjenušavog stakla se otpaci stakla melju u prah i tope pri temperaturama od preko $1400 \text{ }^\circ\text{C}$ u staklo. Pomoću ugljen dioksida koji nastaje u tom procesu pjenuša se staklo ravnomjerno, nastaje staklasta pjena sa finim porama. Nakon hlađena mogu se nastali blokovi izrezati u pojedinačne ploče.

Ove ploče od pjenušavog stakla se u zavisnosti od područja upotrebe polažu sa bitumenskim hladnim ljepilom ili vrućim bitumenom. Pjenasto staklo je vrlo otporno na pritisak i ne prihvata vlagu, ukoliko je područje upotrebe prije svega u podrumskoj izolaciji (perimetarska izolacija) kod pokrivanja ravnog krova i kod građevinskog nepropusnog sloja (npr. kod parkirališta na sprat).

Mogući naziv pakovanja između ostalog:

CG-EN 13167-040-DAA-dx-A1-50

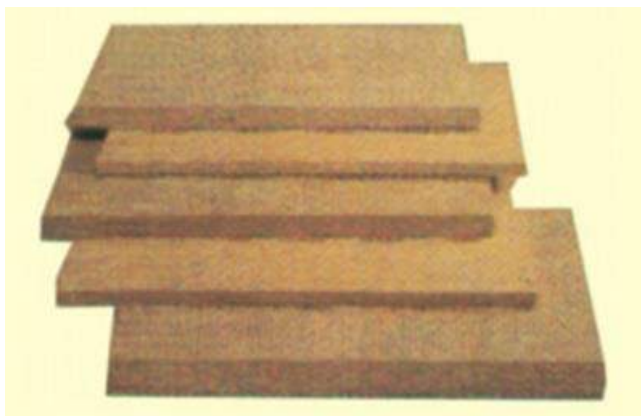
pjenušavo staklo, $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, vanjska izolacija krova i stropa, ekstremno visoko opterećenje pod pritiskom, ne gori, debljina 50 mm, otporna na paru.

Perliti (vrsta stijene/kamena)

Perliti postoje kao rastresiti materijal i kao bitumenom povezane ploče. Izlazni materijal je stijena perlit koja se usitnjava i jako zagrijava. Pri tome isparava voda u kamenu (prelazi iz tečnog u gasovito stanje), volumen se povećava za 20-struko. Nadovezujući se na to stijena se može obložiti sa prirodnom smolom ili bitumenom i impregnirati.

Svoju upotrebu perlit ploče imaju kod izolacija ravnih krovova (kao sloj koji daje nagib), rastresiti materijali se unose ispod (krovnih) podova/pločnika.

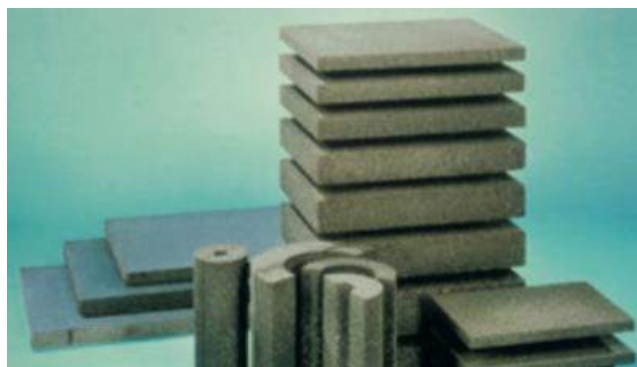
Kratki opis: nije normirano.



Čvrste, na pritisak otporne ploče od kamene vune (za jednoslojni krov)



Ugradnja ploča od mineralne vune u izolaciji između rogova



Proizvodi od pjenušavog stakla



Upotreba ploča od pjenušavog stakla ka perimetar-izolacija

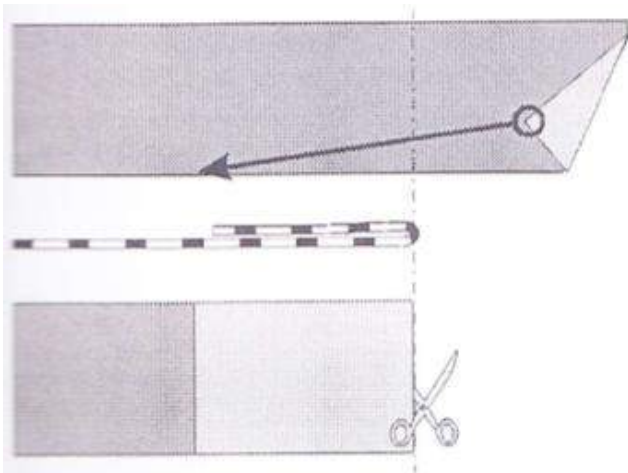
1.6. Bitumenski izolacijski materijali

Izolacijske staze koje sadrže bitumen se isporučuju u rolama od 1000-1100 mm širine i 750-1000 mm dužine, u pravilu na paletama. One se odmotavaju i tamo vare ili lijepe. U zavisnosti od debljine staza i vrste umetka nosača imaju različita područja upotrebe. Polimer-bitumenske izolacijske staze postaju pri hladnoći u izvjesnoj mjeri krute, ali se daju takođe kod niskih temperatura još dobro obraditi.

Izolacioni materijali koji sadrže bitumen moraju se uskladištiti na suhom, jer u mokrom stanju se ne mogu obrađivati.

1.6.1. Rezanje izolacijskih staza

Izolacijske staze se režu sa prikladnim nožem (nož za rezanje ljepenki, tepiha event. sa kukastim oštricama). Okomiti rezovi se prave na način da se izolacijska staza postavi malo nazad od zamišljene linije reza a ivica usmjeri na ivicu. Na mjestu savijanja se materijal presavija i odvaja nožem.



Rezanje izolacijskih staza

1.6.2. Ljepljenje izolacijskih staza

U zavisnosti od kvaliteta bitumena se vezanje izolacijskih staza različito obavlja.

Bitumenske izolacijske staze

Bitumenske izolacijske staze se daju međusobnim topljenjem bitumena trajno vezati.

Ovo se dešava pomoću otvorenog plamena gorionika na plin (postupak varenje putem plamena) ili sa vrućim bitumenom.

Polimer-bitumenske izolacijske staze

Polimer-bitumenske izolacijske staze do 4 mm debljine se mogu lijepiti kao prvi sloj izolacije na grubim podlogama ili na pritisak otpornoj, prikladnoj izolaciji (staklena pjena ili PIR) sa vrućim bitumenom.

Temperatura polimer-bitumena treba iznositi između 160 i 200 °C.

Izolacijske staze koje su deblje od 4 mm, moraju se aplicirati sa postupkom varenja plamenom.

Polimer-bitumenske izolacijske staze moraju se u načelu zavariti međusobno.

Malo ima smisla lijepiti polimer-bitumenske izolacijske staze visoke vrijednosti sa prosječnim oksidacionim bitumenom.

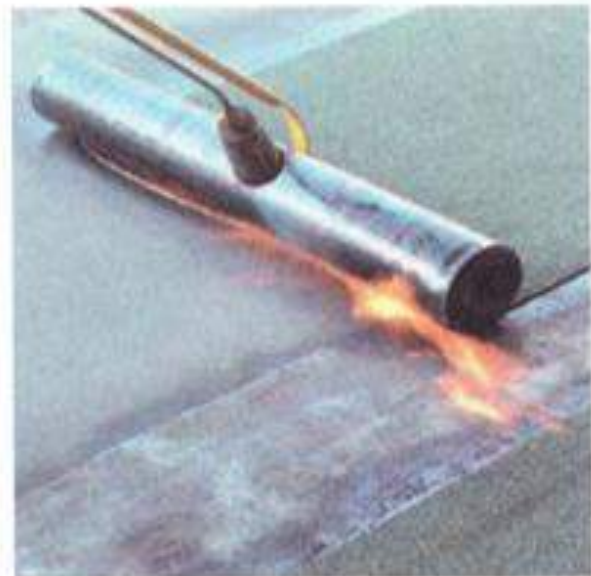
1.7. Postupak varenja plamenom

Obrada polimer-bitumenskih izolacijskih staza u postupku varenja slijedi sa doziranim plamenom.

Karakteristike dobrog vezivanja

Dobro vezivanje dvije izolacijske staze varenjem se postiže kada se vodi računa o sljedećim tačkama:

- Staze koje se spajaju moraju pokazivati dovoljno udjela bitumena (staze od 3.5 mm debljine).
- Staze koje se spajaju moraju biti suhe i čiste.
- Obje bitumenske površine se u toj mjeri spajaju otapanjem dok bitumen ne počne da teče i i čim se lako komprimira. Ni u kom slučaju se ne smije pojaviti nosač izolacijskih staza. To bi značilo da su staze zavarene previše vruće.
- Veza ne smije pokazivati faltne (nabore) ili mjehure (zračne komore).
- Dobro varenje pokazuje kod rubova staza ravnomjernu „varnu gusjenicu“ od bitumena.



Varenje plamenom

Rukovanje plinskim gorionikom

Za vrijeme varenje izolacijskih staza može se relativno mnogo izgubiti vrućine, vrućina plamena se stoga koristi kod prikladnih plinskih gorionika.

Varijanta

Prilikom varenja može polagač da stoji na izolacijskoj stazi i kontinuirano da odmotava rolnu sa nogom. Kod ove tehnike je potreban obli gorionik za varenje. Prednost ove tehnike je, da se u pravilu izolacijska staza više ne pomjera. Nedostaci: tečna zona se može slabo posmatrati i kod previše topline mogu nastati tragovi stopala (problem kod vrućeg vremena).

1.7.1. Varenje na vertikalnim površinama i kod polaganja materijala na ivicama prema gore i prema dole

Lonac brenera (gorionika) sa prečnikom od 40 mm je prikladan za varenje u području nanošenja materijala na ivice odozgo i prema dole. Odsječeni komadi staza 1. sloj min. 3.5 mm, 2. sloj min. 4.0 mm (debljina) se usmjeravaju i nakon zagrijavanja kontaktne površine pomoću stabilne kartonske role ili vlažne krpe pritišće na isto tako natopljenu podlogu. Pri tome se tako radi, da ne nastanu zračne primjese.

Na vertikalnim površinama se načelno vari odozdo prema gore.

Tako ie tečno nastali bitumen dobro vidljiv dok se ne presuje između zida i komada izolacijske staze. Na kraju staze se mora paziti na to, da se tečni bitumen sa kartonskom rolom ne zamaže.



Varenje plamenom na vertikalnim površinama

Uglovi

Dijelovi izolacije uglova se tačno odrežu i nakon toga zavare sa doziranom toplinom.

Pažnja! Vrućina ne može izbijati kod izbijenih uglova, dakle ne treba mnogo od toga.

1.7.2. Spajanje sa vrućim bitumenom

Vrući bitumen se koristi kod

- lijepljenja bitumenskih parnih brana na krute podkonstrukcije,
- lijepljenje prvog sloja sa prikladnom podlogom kod dvoslojnih izolacija
- nanošenja ploča od pjenastog stakla
- lijepljenje ploča termoizolacije na podlogu ili vertikalne površine,
- postavljanje sloja termoizolacionih ploča, kada se na iste kasnije trebaju zavariti izolacione staze (izolacione ploče najbolje najprije postaviti kao sloj u horizontali sa vrućim bitumenom, prije nego se zalijepe na vertikale).

Važni propisi

Kod temperatura ispod 5 °C (važi za okolinu, radni materijal i podlogu!) ne smije se raditi sa vrućim bitumenom.

Pod vrućim bitumenom se podrazumjeva zagrijani bitumen koji se obrađuje pri temperaturi od 200 °C.

Pregrijavanje bitumena (od 200 °C sve do 240 °C) mijenja unutarnju strukturu i ima za posljedicu smanjenje snage lijepljenja!

Polimer-bitumen smije se pripremati samo u pećima sa mješalicom na motorni pogon.

Izolacijske staze ne smiju biti deblje od 4 mm, inače će one vrući bitumen prejakno ohladiti i time prijanjanje postaje manjkavo.

Polimer-bitumenske izolacijske staze koje prave jednostrano sloj sa umjetnom folijom (plamen-staze) ne smiju se nikada lijepiti vrućim bitumenom. Folija se zbog vrućine volumena ne otapa i pravi razdvojni sloj!

1.7.3. Lijevanje vrućeg bitumena

Kod postupka lijevanja sa vrućim bitumenom se vrući tečni bitumen posipa sa kantom za lijevanje pred stazu na koju se vrši lijepljenje.

Ovo isto se treba desiti dozirano, da je prilikom motanja staze u cijeloj širini prisutan bitumen a sa strane da is cure ispupčene/zadebljane površine. Što je ravnomjerniji sloj bitumena to je bolja kvaliteta.

Tečnim bitumenom se vari izolacijska staza i lijepi na podlogu. Istovremeno se povećava debljina

sloja. Lijepljenje može uslijediti s oksidacionim bitumenom ili polimer-bitumenom.

Upotreba vrućeg bitumena iznosi 1,4 kg/m², kada se izolacijske staze lijepe na cijeloj površini.



Vrući bitumen – izlijevanje i raspoređivanje

1.7.4. Zahtjevi za povezivanje sa vrućim bitumenom

Dobra međusobna veza izolacijskih staza ili veza sa osnovnom podlogom sa vrućim bitumenom se postiže kada se vodi računa o sljedećim tačkama:

- površine za lijepljenje moraju biti suhe i čiste
- površine za lijepljenje sadrže bitumen (izolacijske staze) ili se obrađuju sa hemijskim supstancama za povezivanje (premaz)
- Bitumen je dovoljno vruć tako da nastaje homogena veza (eventualno testirati)
- Gore navedena količina bitumena se nanosi bez prekida i ravnomjerno
- Lijepljenje ne smije pokazivati faltne (nabore/napupčenost/) ili mjehuriće (zračne komore)
- Na rubovima staza izlazi ravnomjerno bitumen.

1.7.5. Zagrijavanje bitumena

Bitumen se u pravilu zagrijava u neposrednoj blizini mjesta za upotrebu, kako bi se transportni putevi vrućeg bitumena što je moguće više skratili. Sa postrojenjem „kuhalo za bitumen“ (sa pumpama) može se dobijanje vrućeg bitumena uraditi sa tla.

Bitumen dospjeva u najvećem broju slučajeva u obliku blokova na gradilište. Blokovi se usitnjavaju sa sjekirom i napune u bitumensko kuhalo gdje se tope pod uticajem toplote. Pri tome se ne smije usuti previše jer se bitumen kod zagrijavanja širi!

Polimer-bitumen se mora pripremati u kuhalu sa mješalicom.

200 °C vrući bitumen (polimer-bitumen) se nosi kroz ispusnu česmu u vagonete/kible ili kante za izlijevanje i nose do mjesta upotrebe.

Rad sa vrućim bitumenom je vrlo opasan ukoliko se o istom ne vodi računa. Bezuslovno pridržavanje propisa o zaštiti na radu je obavezno.

Čišćenje uređaja i alata

Posude (kible) i kante se prazne dok god je bitumen vruć. Hladni ostaci hlade pri ponovnom punjenju vrući bitumen. Uz to se smanjuje volumen spremnika.

Lopatica (špahtla) i noževi moraju biti čisti.

Ostaci bitumena se daju otopiti sa gorionikom na plin. Temperatura ne smije biti tako visoka da spremnici ili alati izgaraju o vrućine.



Zagrijavanje bitumena
Bitumenska peć, gorionik /brener/ (žuta boja),
Posuda za skupljanje, Bitumenski blokovi (bijela boja)



Održavati uređaje čistim

1.7.6. Varenje vrućim zrakom

Staze za varenje su koncipirane za spajanje (varenje) pomoću otvorenog plamena. Uprkos tome upotreba vrućeg zraka ima smisla pod određenim uslovima.

- Kod priključaka na vratima uvijek postoji opasnost sagorjevanja okvira vrata. Ovdje se zadnji centimetri izolacijske staze zavariti pomoću duvanja toplog zraka.
- I na mjestima koja su opasna za nastanak požara trebao bi se koristiti vrući zrak (npr. elementi od drveta u neposrednoj blizini drvene oplata sa stražnjim zračenjem itd.).

Važno je kod upotrebe vrućeg zraka da i ovdje bitumen spojnih elemenata postane tečan.

Važno je voditi računa o tome da zbog male vrućine radovi sa vrućim zrakom traju duže.

Takođe je moguće, da se zavare preklapanje labavo položenih staza pomoću aparata za varenje.



Polimer-bitumenske izolacijske staze – varenje sa vrućim zrakom, primjena u lako zapaljivoj okolini

1.8. Polaganje bitumenskih izolacijskih staza

Kako bi od pojedinačnih izolacijskih staza mogla nastati povezana površina, moraju se pojedinačne staze prije spajanja na ravnom krovu polagati po određenim pravilima.

Osnovna pravila polaganja

- Preklapanje staza iznosi 100 mm. Ono ne smije prilikom odmotavanja ni na jednom mjestu da prelazi 80 mm.
- Dublje polagajuća staza se prekriva višom.

- Preklapanja staza moraju kod višeslojnih izolacija da budu postavljena jedna preko druge (naslagana).
- Generalno rečeno križno polaganje nije dozvoljeno.

Podjela velikih površina

Velike površine krova se mogu pokrivati istovremeno od više radnih grupa kada su oni podijeljeni u poljima stranične dužine jedne dužine staze i jedne širine od maks. 10 rola. Sve staze jednog polja počinju na istoj liniji. Na kraju se nanosi uz to jedna staza poprijeko. Potom slijedi ponovo jedno polje i jedna poprečna staza itd.

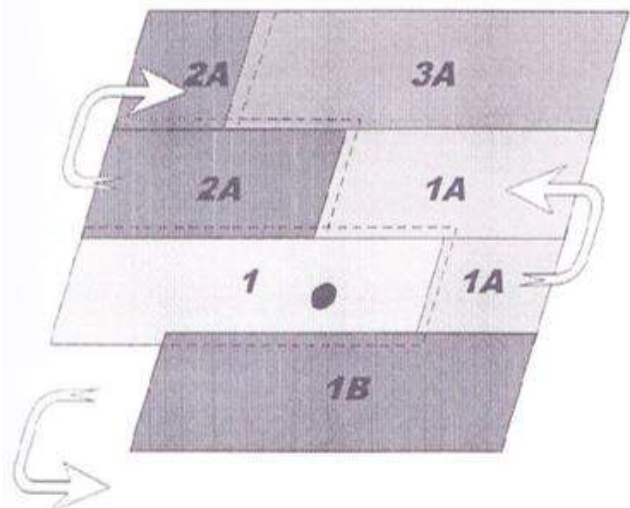
1.8.1. Polaganje za jedan sloj, labavo položene staze

Primjena kod:

- labavo položenih parnih brana
- labavo položen prvi sloj izolacije

Postupak

Prva rolna izolacijske staze se izmota na najnižoj tački površine krova (ulazak kišnice) i paralelno usmjerava prema rubu krova. Ukoliko jedna rola nije dovoljna ona se priključuje druga sa 100 mm preklapanja. Ostatak se koristi za početak sljedeće staze. Sljedeće staze dolaze sa 100 mm straničnog preklapanja ležeći svaki put na stazi ispod. Eventualni ostaci se odmah koriste u sljedećoj stazi, tako nastaje malo otpada.



Skica šeme „Polaganje za jedan sloj, labavo položene staze“

Ova vrsta polaganja ima prednost, što voda koja npr. može poticati od izljeva kiše za vrijeme radova na ravnom krovu, lakše oteče i da se površina brže ponovo osuši (ušteta vremena).

1.8.2. Polaganje radi lijepljenja cjelokupne površine

Primjena za sve slojeve, koji se lijepe na cijeloj površini na donjem sloju, kao npr.

- Parna kočnica na premazu od bitumena na sloju betona,
- Prvi sloj izolacije kod vezanog krova
- Drugi sloj izolacije



Zalijepljene staze na cijeloj površini

Uslovljen dimenzijama rola staza polaganje se izvodi u više radnih koraka

Polaganje

Prva rola izolacijske staze se odmotava na najnižoj tački krovne površine (ulazak kišnice) i paralelno usmjerava prema rubu krova. Sljedeće staze dolaze sa 100 mm bočnim preklapanjem na stazu ispod.

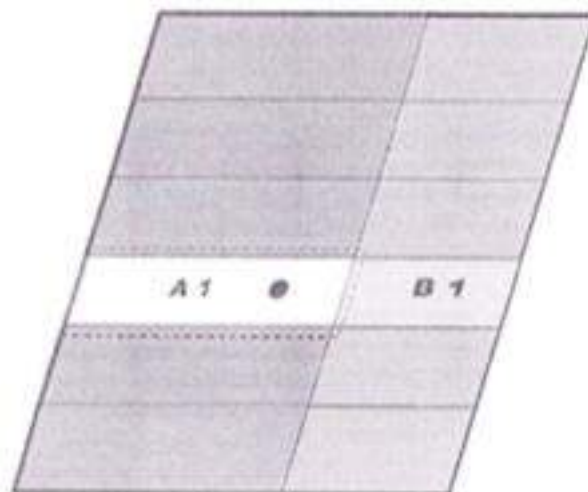
Kako bi se omogućilo kvalitetno lijepljenje sažimaju se staze u pravougaona polja.

Za razliku od pripreme labavo položenog sloja ne koriste se svi ostaci rola odmah u sljedećoj stazi, već se skupljaju u polja.

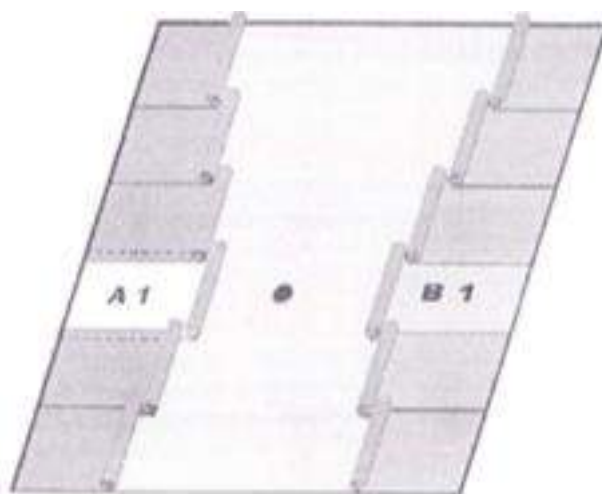
Potpuno lijepljenje površine staza se dešava nakon toga u dvije faze:

Odmotavanje unazad prva faza

Prije nego se može početi sa lijepljenjem prve (najdonje) staze, moraju se sve staze odmotati unazad. Pri tome se mora uzeti u obzir da se po jednoj stazi zbog promjera rola od 200-250 mm može manje staze odmotavati (unazad) i da se spomenute staze trebaju odmotati na maksimalno 1000 mm. Nadalje bi se mogla prva staza zalijepiti na najmanje 1000 mm dužine (fiksiranje i mjesto za drugo odmotavanje)



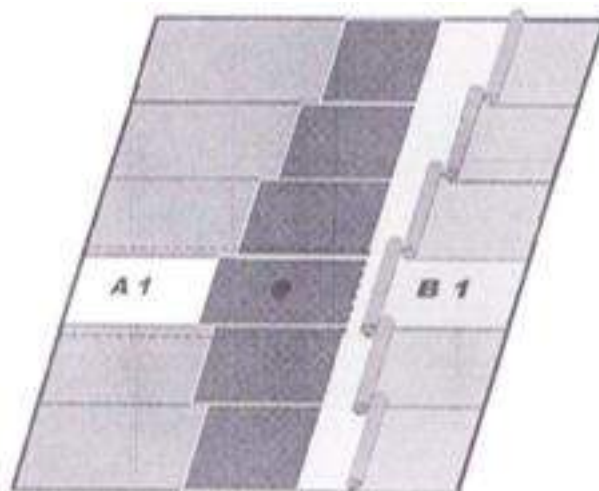
Polaganje za lijepljenje/varenje na cijeloj površini



Odmotavanje rolni za lijepljenje/ varenje na cijeloj površini

Lijepljenje prvi dio

Kada su staze odmotane može se započeti sa lijepljenjem ili varenjem.

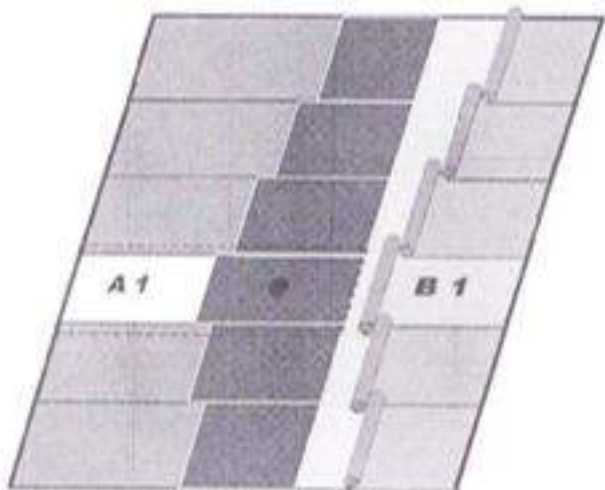


Lijepljenje/varenje prvi dio

Nastavak lijepljenja treba obaviti što je moguće više ravno i okomito!

Jedna osoba je zaposlena sa nanošenjem vrućeg bitumena ili opsluživanjem gorionika dok druga odmotava role i nadzire preklapanje.

Širina preklapanja ne smije prilikom odmotavanja nikada biti manja od 80 mm (normalna vrijednost 100 mm).

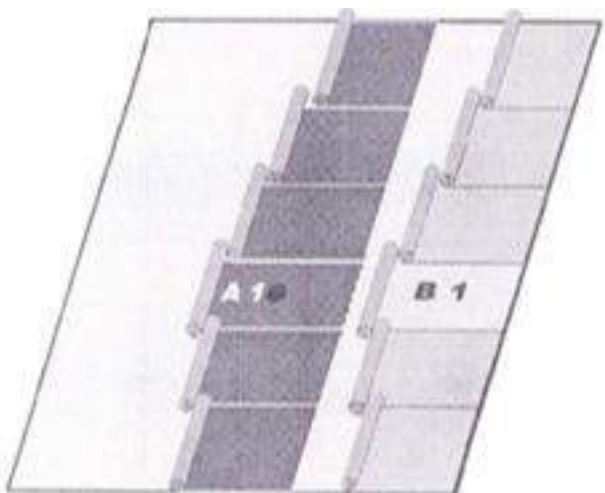


Lijepljenje/varenje prvi dio

Prva staza može se zaljepiti samo na jednoj kratkoj dionici (vidi odmotavanje).

Druga staza mora se za oko 500 mm odmotati prema naprijed, tek onda se počinje sa lijepljenjem.

Ukoliko se zaboravi na to, onda nedostaje mjesta za role kod odmotavanja unazad u drugoj fazi!



Odmotavanje za lijepljenje/varenje na cijeloj površini drugi dio

Odmotavanje unazad i lijepljenje drugog dijela

Za lijepljenje ostatka površine polja staza mogu se odmotavajući unazad ispraviti labavo spojeni krajevi staze.

Svaka staza se mora toliko motanjem vratiti nazad da prilikom nastavka lijepljenja ne nastanu prazni prostori ili vazdušni mjehurići.

Primjer:

Ako se polje staza sastoji od 12 staza od 4000 mm dužine, ostaje za odmotavanje 2000 mm ($4000 - 1000 - 1000 = 2000$). Budući da se po stazi koristi 200 mm mjesta za rolu, može se obuhvatiti maksimalno 10 staza ($2000 : 200 = 10$ staza).

Drugi sloj zavaren na cijeloj površini

Ukoliko se mora položiti drugi sloj, isti ne nanosi prema prvom na taj način da preklopi staza ne leže direktno jedna preko druge: *Kod dvoslojnih izvedbi se može početi sa pola staze.* Na taj način se preklopi automatski slažu jedan na drugi.

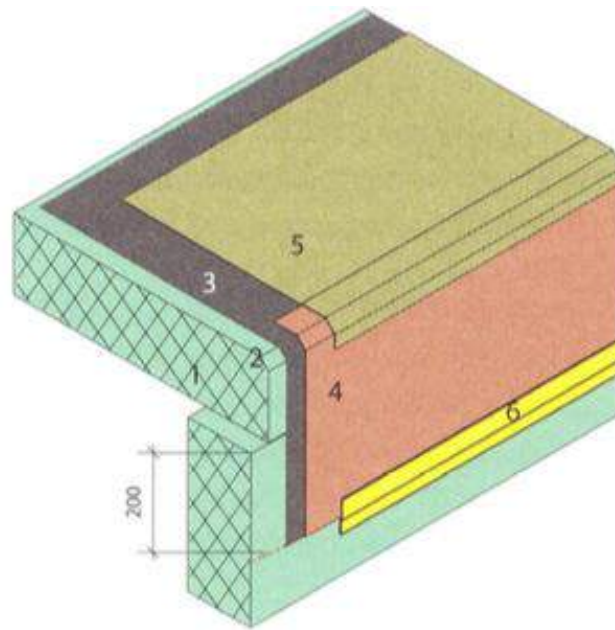


Drugi sloj izolacija, preklopi pomjereni

Dubinsko postavljanje podloge

Kod podzemnih izolacija mora se građevinska fuga pokriti između pokrova i zida za 200 mm. Rad se obavlja odozdo prema gore, kako se bitumen ne bi rasipao.

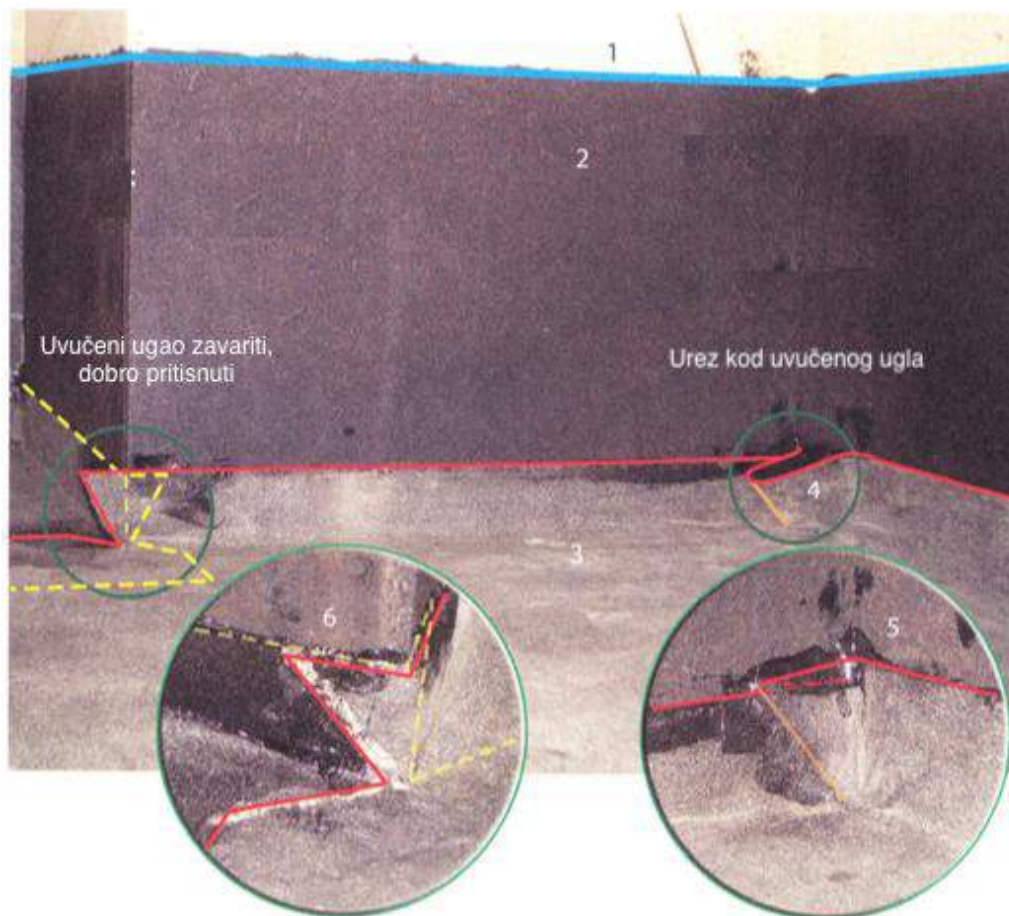
Dubinsko postavljanje podloge se zatvara sa svim izolacijama protiv podzemnih voda i sa zidnom izolacijom. Podloga na koju dolazi izolacija mora biti u potpunosti zavarena na cijeloj površini ili donja ivica mora biti izolovana od prodiranja stajanje vode i vode sa povratnim tokom.



Dubinska podloga jednoslojna

Betonski pokrivač (1), Prelomljena ivica (2), Prednji tanki premaz izolacije (3), Dubinska podloga jednoslojna (4), Izolacija jednoslojna (5), Opciono završetak sa tečnim umjetnim materijalom (6)

1.9. Oblikovanje ugla sa polimer-bitumenskim izolacijskim stazama



Postavljanje vertikalnog sloja podloge površinske izolacije

OK gotova vertikalna postavka podloge (1), Prvi tanki premaz bitumenske otopine ili emulzije (2), Izolacija površine 1. sloj (3), Nabor (4), Izbočeni ugao zavaren (5), Uvučeni ugao zavaren (6)

1.9.1. Priprema podloge

Radni koraci:

1. Nacrtati okomito najprije maksimalnu visinu vertikalne podloge za izolaciju,
2. Podlogu prvo premazati sa odgovarajućim temeljnim lakom/osnovnim tonom/emulzijom.

1.9.2. Vertikalno postavljanje podloge za površinsku izolaciju

Radni koraci:

Izolacija površine se direktno vertikalno nanosi, visina = 50 mm

Izbočeni ugao

Izbočeni ugao se formira alatom za pravljenje nabora (faltni). Nabor zavariti i dobro pritisnuti.

1.9.3. Pravljenje užljeba

Radni koraci:

Elastomerni klin zavarati u žlijeb tako da ne ostaje prazan prostor. Stražnju ivicu elastomernog klina primjereno zagrijati i dobro pritisnuti.



Formiranje užljebljenja: elastomerni klin

1.9.4. Crtanje po površini podloga za izolaciju

Radni koraci:

Crtanje visine podloge 1. sloja.

(2. sloj podloge se polaže 50 mm više od 1. sloja).

1. sloj preklapa površinsku izolaciju za 50 mm (mjereno od sredine klina).

Mjeri se razmak i traka podloge reže na odgovarajući način.

1.9.5. Ojačavanje uglova

Uvučeni i izbočeni uglovi se ojačavaju sa komadima velikim 160x160 mm koji su ojačani dobro rastezljivom izolacijskim stazom (npr. EJ 4).

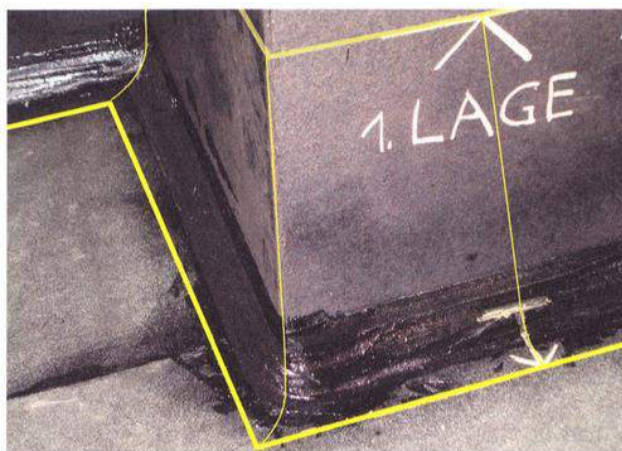
Radni koraci:

Ojačani komad zagrijati na strani plamena sa gorionikom (brenerom).

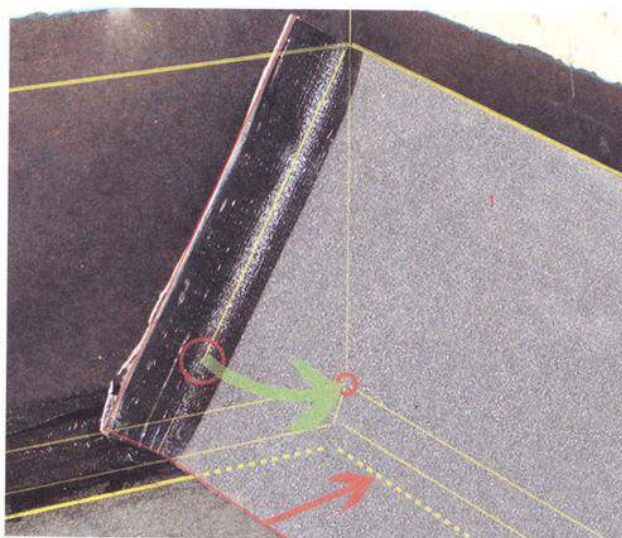
Odmah zalijepili zagrijani ojačani komad.

Uvučeni ugao:

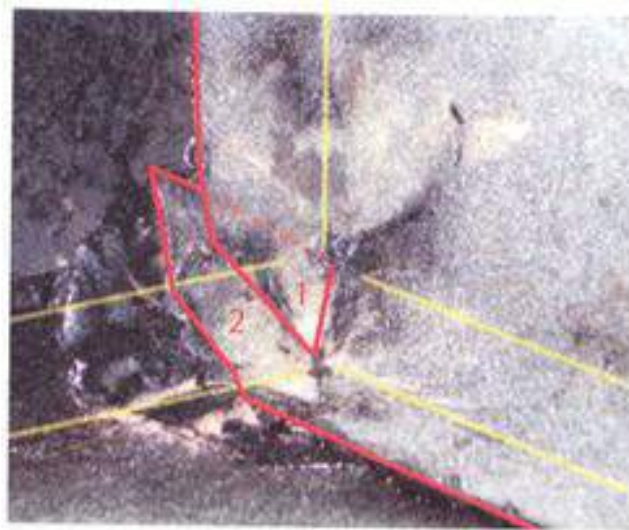
- ojačani komad lijepo istegnuti
- dobro pritisnuti
- ne dozvoliti da ostanu praznine (šupljine)



Crtanje podloge 1. sloj



Izbočeni ugao; postavljanje prvog sloja podloge i prelomne faltne (nabora) (zelena strelica), prelomna faltna prije usijecanja (vidi isječak slike)



Izbočeni ugao
Navariti gornji dio (1), Urezane prelomne faltne donjeg dijela (2)



Izbočeni uglovi, postavljanje prvog sloja podloge



Izbočeni ugao
**Obostrano zalijepiti i formirati prelomnu faltnu (1),
 Urezivanje prelomne faltne (2)**



Izbočeni ugao
Prvi sloj varenjem završen

1.9.6. Uvučeni ugao 1. sloj

Sa 1. slojem podloge ići 50 mm iznad ivice. Urezivanje ugla (urez ugla $N = 45^\circ$).

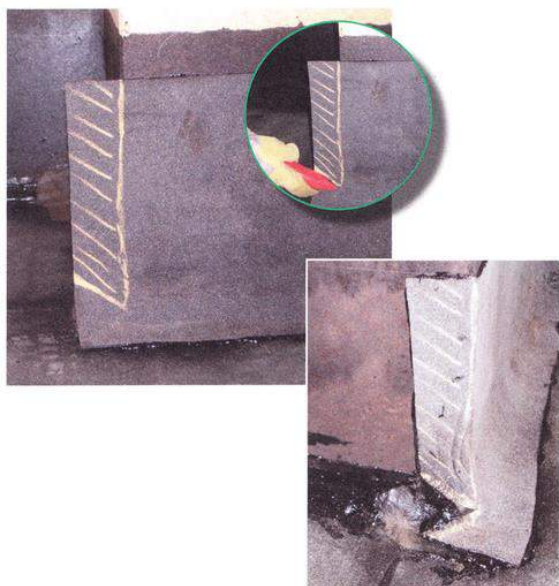
Varenje ugla:

- dobro pritisnuti
- ne dozvoliti šupljine

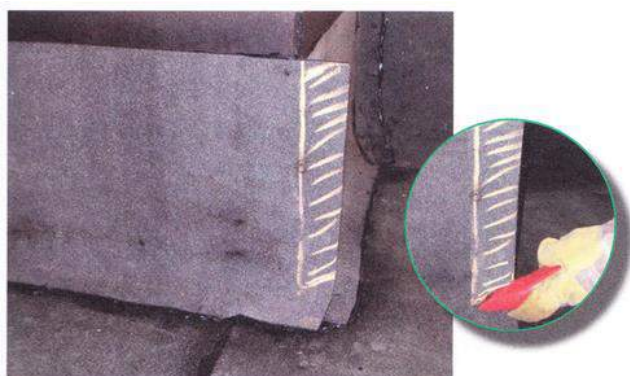
Prvi sloj podloge druge strane povući 50 mm iznad ivice. Urezivanje ugla (urez ugla $N = 45^\circ$).

Varenje ugla:

- dobro pritisnuti
- ne dozvoliti šupljine

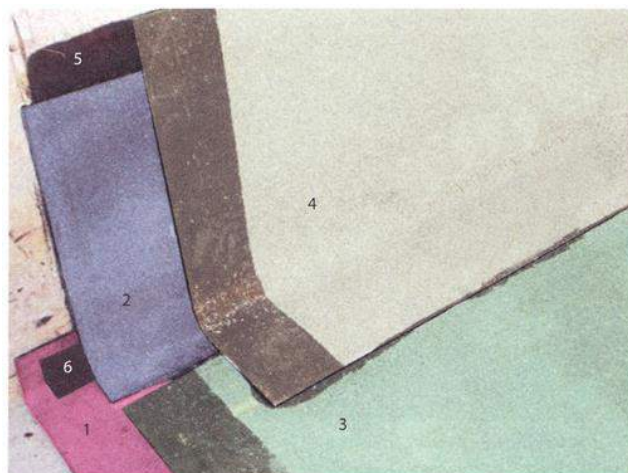


Uvučeni ugao
Prvi sloj podloge urezivanje ugla, Prvi sloj podloge navaren iza ugla



Uvučeni ugao
Spajanje varenjem kontra strane prvi sloj i urezivanje ugla

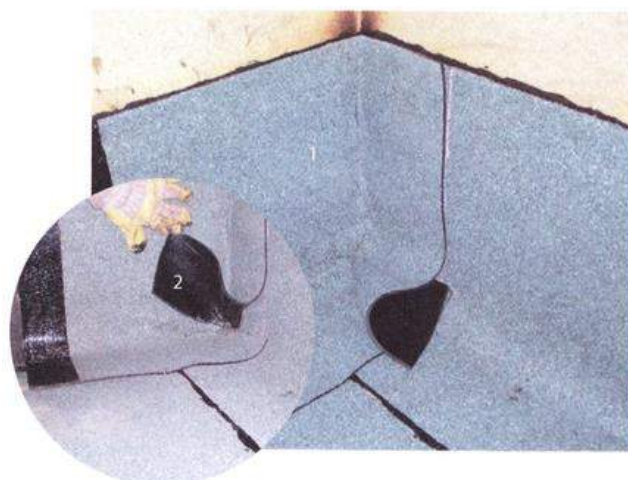
Kod spojnih mjesta pri preklapanju staza prelazi drugi sloj preko prvog sloja za min. 100 mm (širina preklopa).



Spojna mjesta kod preklapanja staza
Slaganje različitih slojeva; Izolacija 1. sloj (1), Polaganje podloge 1. sloj (2), Izolacija 2. sloj (3), Polaganje podloge 2. sloj (4), Prvi tanki bitumenski premaz (5), Klin (6).



Izbočeni ugao
Drugi sloj podloge (1), Priključna linija suprotna strana (2), Podloga 1. sloj (3), Izolacija 2. sloj (4)



Izbočeni ugao
Drugi sloj podloge suprotna strana (1), Urezivanje preloma faltne (2)



**Podloga drugi sloj gotov
Uvučeni ugao (1), izbočeni ugao (2)**

1.9.7. Izbočeni ugao 2. sloj

Drugi sloj podloge postaviti 50 mm više nego prvi sloj i zavariti. Drugi sloj podloge se priključuje izravno na prvi. Sa drugim slojem podloge sa suprotne strane 150 mm ići preko ivice (preklapanje). Preklopnu faltnu urezati sve do ugla.

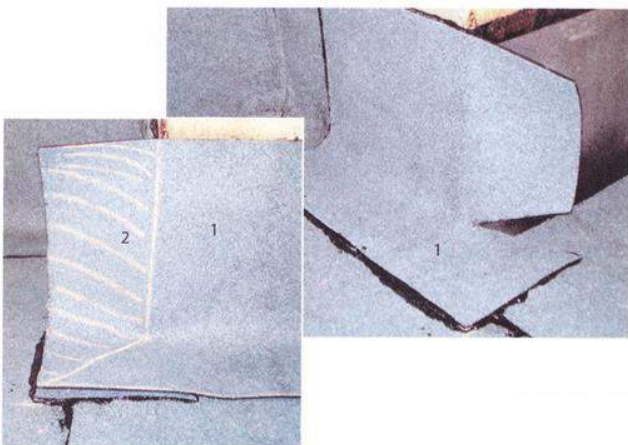
Zavariti donji dio:

- dobro pritisnuti po vertikali
- ne ostavljati šuplja mjesta (propuste).

Zavariti gornji dio:

- dobro pritisnuti po vertikali
- ne ostavljati šuplja mjesta (propuste).

1.9.8. Uvučeni ugao 2. sloj



**Uvučeni ugao
Drugi sloj podloge urezati ugao (1) i zavariti ugao
(2)**

Sa drugim slojem podloge 100 mm ići preko ivice.

Urezivanje i varenje ugla:

- dobro pritisnuti po vertikali
- ne ostavljati šuplja mjesta (propuste).

Zavarivanje ugla:

- dobro pritisnuti po vertikali
- ne ostavljati šuplja mjesta (propuste)

1.10. Priključci na lim

U sljedećem dijelu se obrađuju radni koraci koji se izvode u direktnoj vezi sa priključivanjem izolacije na postojeća rješenja za priključke i završetke na gradilištu.

Tek ispravnom pripremom površina za lijepljenje stvara se optimalna podloga za prijanjanje izolacije.

1.10.1. Priprema površina za lijepljenje za bitumenske staze

Površine za lijepljenje moraju se brižljivo pripremiti za zavarivanje ili lijepljenje polimer-bitumenskih izolacijskih staza.

Kada se gorionik (brener) na plin koristi za sušenje, mora se obavezno paziti na to, da se kod letovanja ne otopi kalaj (krunište)! Takođe prevelika vrućina dovodi do nepravilnosti u/na limu.

I. Povećanje prijanjanja

Čišćenje površina na grubo

Limovi od bakra, limovi od čelika od hrom-nikla i limovi od aluminija se čiste mašinski na grubo, što vodi do povećanja površine i boljeg prihvatanja/prijanjanja bitumenskog sloja.

Za čišćenje na grubo se koriste brusaci uglova. Diskovi za brušenje (ravnanje) trebaju biti grubi.

Kod čelika od hrom-nikla ne smiju se koristiti diskovi za brušenje sa kojima su već obrađivani drugi metali.

Prevlačenje kalajem

Umjesto čišćenja na grubo mogu se površine za lijepljenje kod limova od bakra i limova od hromiranog čelika prevući kalajem pomoću paste sa kalajem.

II. Čišćenje

Površine za lijepljenje se trebaju očistiti čistom (toplom) vodom. Na taj način se odstranjuju vodootopivi ostaci. Koriste se upijajuće krpe za čišćenje koje ne puštaju vlakna.

Krpa se uvijek iznova mora ispirati u čistoj vodi kako bi se uklonila prljavština a ne da se samo ravnomjerno rasporedi.

III. Skidanje masnoće

Sa krpom i čistačem koji ne dozvoljavaju ponovno zamašćenje i povratak masnoće istrljaju se površine za lijepljenje i na taj način odmaste. Samo kada su uklonjene sve masti i ulja, garantovano je prijanjanje bitumena.

Lim mora biti suh za tu obradu.

Sredstva za čišćenje sadrže uglavnom otapala. Pare su otrovne i zapaljive.

IV. Tanki bitumenski premaz ili emulzija

Prije nanošenja se lim treba lako zagrijati. Ne raditi sa loše gorivim plamenom (koji čadi)!

Sve površine za lijepljenje se prevlače premazom koji se četkicom nanosi na čistu i suhu površinu za lijepljenje!

Premaz se mora uskladiti sa polimer-bitumenskim izolacijskim stazama (paziti na podatke proizvođača!). Premazi imaju rok trajanja: Roba kojoj je istekao rok trajanja znatno može uticati na loš kvalitet i sposobnost spajanja!

Premaz mora biti dobro izračen (suh) prije nego se počne dalje raditi sa plamenom gorionika (brenera)!

Prilikom sporijeg sušenja može malo koristiti pomoć plamena. Izgaranje otapala ipak može pogoršati svojstva premaza.

1.10.2. Priključivanje izolacije

Slojevi izolacije se moraju ravnomjerno naslagati na površinu lijepljenjem/plamenom. Na rubu se ne smije najviši gornji sloj sudarati direktno na vertikalni dio lima. Prazan prostor od 10 mm garantuje kontrolisan čist završetak i pečaćenje sa bitumenom.

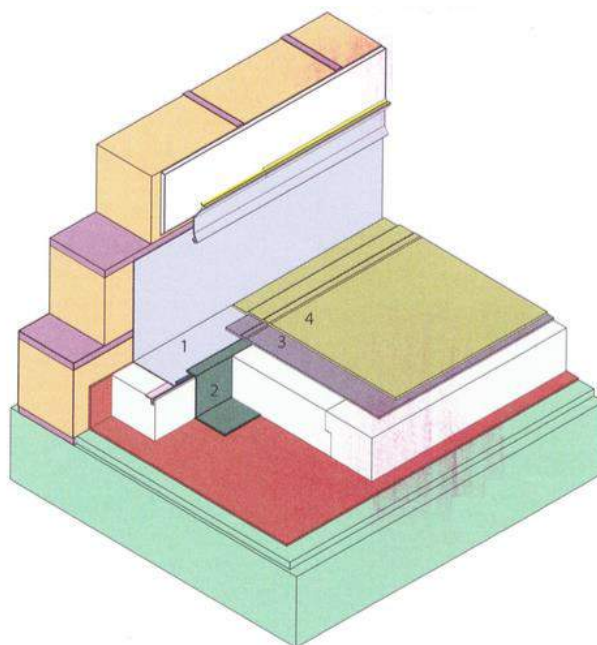
Pri ulasku kišnice i prelivima paziti na to da bitumen nikako ne uđe u odvod!

Predzagrijavanje lima

Mjesto lijepljenja treba se direktno prije lijepljenja lagano prethodno zagrijati. Na taj način se uklanja eventualno padanje vlažnosti i lim prethodno isteže.

Svi limeni dijelovi se ne smiju ni u jednom trenutku previše zagrijati.

Za vrijeme lijepljenja ili varenja se treba paziti na to da ne dođe do ulaska zraka ili nabori. Staze se lagano pritišću na površinu za lijepljenje.



Spajanje na lim sa polimer-bitumenskim izolacijskim stazama
Površina zaljepljenje lima (1), Odvajanje (2), Izolacija 1. sloj (3), Izolacija 2. sloj (4)

1.10.3. Dodatna kontrola i čišćenje

Nakon završetka radova se moraju provjeriti sva mjesta letovanja limova koji su došli u kontakt sa plamenom na eventualna oštećenja.

Svi limeni dijelovi koji kasnije ostaju vidljivi ne bi trebali pokazivati bitumenska onečišćenja. Ostaci bitumena se mogu pri niskim temperaturama pažljivo ostrugati sa lopaticom (štahtlom) sa lima (ne praviti ogrebotine). Preostali ostaci se mogu saprati pomoću krpe natopljene sredstvom za otapanje.

Čist rad štedi mučno čišćenje.

1.11. Korištenje izolacijskih staza od umjetnih materijala

1.11.1. Izolacijske staze

Većina izolacijskih staza od umjetnih materijala se proizvodi tvornički do maksimalne širine staze od 2000 mm. Izolacijske staze od umjetnih materijala se na gradilištu pretvaraju od rolna do homogeno zavarene izolacije.

Po želji isporučuju proizvođači i obrađene materijale po narudžbi, u tvornici zavarene staze sa kojima se velike krovne površine brzo i bez rizika od vezanja na gradilištima daju izolacijski uraditi.

Izolacije sa izolacijskim stazama od umjetnih materijala se izvode jednoslojno.

Izolacije se može labavo postaviti li mehanički fiksirati na podlogu.

Rezanje

Staze se mogu rezati sa makazama ili specijalnim udarnim nožem.

1.11.2. Širina preklapanja

Širina preklapanja na spojnim mjestima iznosi minimalno 40 mm izuzevši tvornička varna spojna mjesta.

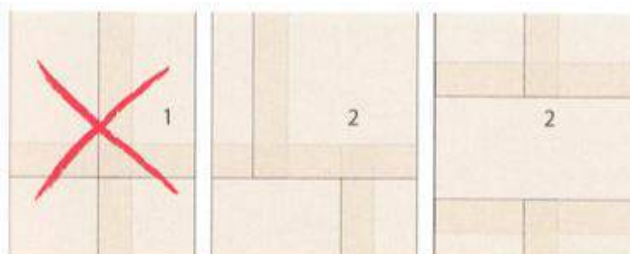
Širina preklapanja se kod otopivih i na toplotu osjetljivih izolacijskih materijala mora prikladno povećati (NORM SIA 271). Širinu preklapanja pojedinačnih staza može propisati isporučilac materijala i uzima se iz propisa o polaganju.

1.11.3. Pravac preklapanja

Staze se tako polažu da viša staza preklapa nižu stazu.

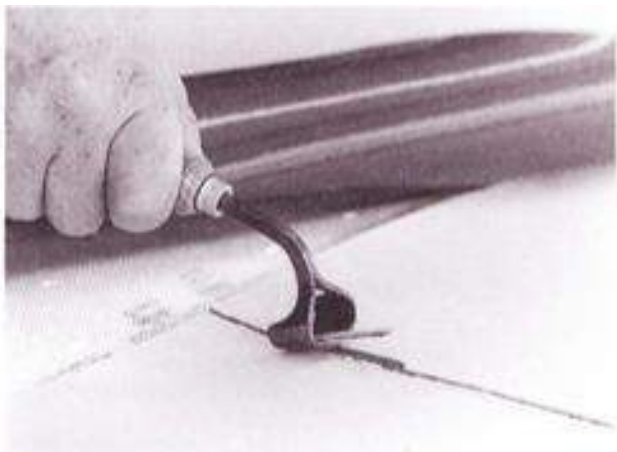
Križni spojevi se kod izolacijskih staza od umjetnih materijala izbjegavaju!

Intelligentnim redanjem staza se mogu izvesti svi varni spojevi i poprečni spojevi.



Preklapanje staza

Križni spoj (slika 1), Poprečni spoj (2)



**Preklapanje staza
Poprečni spoj obraditi sa strugačem ivica**

Poprečni spojevi

Ivice staza kod poprečnih spojeva se ukošavaju sa strugačem ili prema podacima isporučilaca kako bi nastao optimalan prelaz.

1.11.4. Povezivanje preklopnih mjesta

Izolacijske staze od umjetnih materijala se mogu povezati varenjem. Potrebna vrućina se pravi sa uređajem za vrući zrak. *Uticajem vrućine se staze od umjetnih materijala omekšavaju i pritiskom na zavareni spoj vežu.*

U zavisnosti od materijala staze se mogu direktno jedna sa drugom zavariti ili imaju sloj koji omogućava varenje.

Kod svih materijala je potrebna vještina da se putem probnih varenja sa priključnom kontrolom postigne čvrstoća varnog spoja.

1.11.5. Varenje ručnim uređajem

Dijelovi koji se moraju zavariti moraju biti čisti i bez masnoća.

U zavisnosti od proizvođača i proizvoda potrebno je hemijsko ili mehaničko pripremno obrađivanje spojnog mjesta (šava).

Temperatura varenja ovisi o radnom materijalu, temperaturi okoline i brzini varenja.

Za varenje izolacijskih staza od umjetnog materijala su potrebni najmanje sljedeći uređaji i alati:

- uređaj za varenje na vrući zrak
- Mlaznice za varenje, 20 mm za priključke i 40 mm za preklope u površini
- Potisni valjak od umjetnog materijala



Uređaji za varenje izolacijskih staza od umjetnih materijala

Ručni aparat za varenje (1), Mlaznica za varenje 20 mm (2), Mlaznica za varenje 40 mm (3), Specijalna mlaznica za kanap za varenje (4), Valjak za pritiskanje (5)

Mlaznice za varenje moraju se redovno čistiti od naslaga. Za to je od pomoći žičana četka.

Postupak varenja

Ručno varenje labavo položenih staza se provodi u tri radna koraka.

I. Spajanje

Punkcijsko varenje se obavlja otprilike svaki metar u stražnjem području preklapanja.



Spajanje

II. Pripremno varenje

Pripremno varenje na cijeloj dužini u stražnjem području preklapanja, kako se vrući zrak kod gotovog varenja ne bi mogao rasplinuti.



Priprema za varenje (pravljenje džepova)

III. Završno varenje

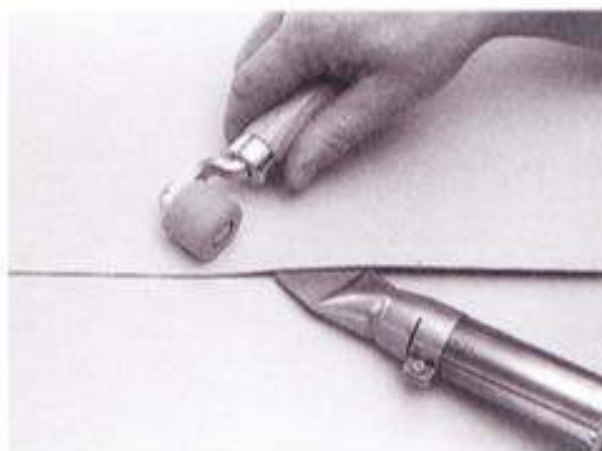
Zavarivanje prednjeg dijela preklopa. Širina zavarenog veza treba iznositi 15-30 mm, ona je ovisna o upotrebljenoj mlaznici za varenje i detaljnom izvođenju.

Kod potpuno površinski zalijepljenih staza otpada fiksiranje staza. Za to moraju površine za varenje apsolutno biti oslobođene od ostataka ljepila!

Vidljivi znaci dobrog varenja kod PVCa su izrada varne gusjenice koja je velika oko 1 mm i sjaj površine u području varenja donje strane

izolacijske staze od umjetnih materijala. Kod drugih materijala ova obilježja nisu ili su teško vidljiva.

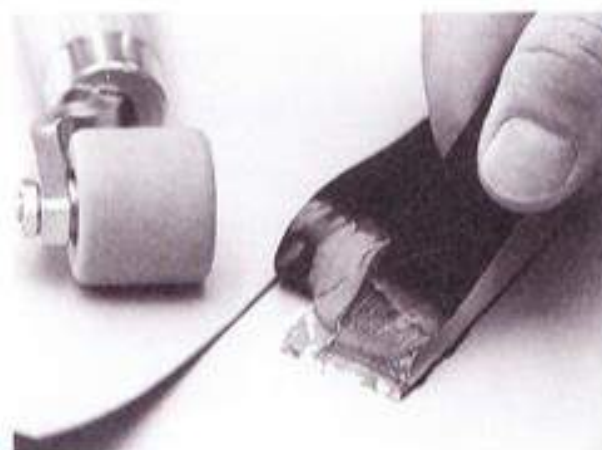
Varni spoj se mora u hladnom stanju ispitati na hermetičku zatvorenost (vidi kontrola spoja).



Završno varenje

Probno varenje

Kod svih varenja se preporučuje najprije probno varenje. Pri tome se provjerava ispravno podešavanje uređaja. Potpuno ohlađen spoj nastu u ovom pokušaju mora izdržati test guljenja (vidi sliku! Besprijekorno zavarivanje je dato, kada materijal staze izdržava na cijeloj širini varnog spoja jako povlačenje ili puca u samoj stazi (a ne na spoju).



Probno varenje, test guljenja uzduž prema spoju

1.11.6. Varenje sa automatom

Za automatsko varenje preklapanja na gradilištu su razvijeni specijalni uređaji.

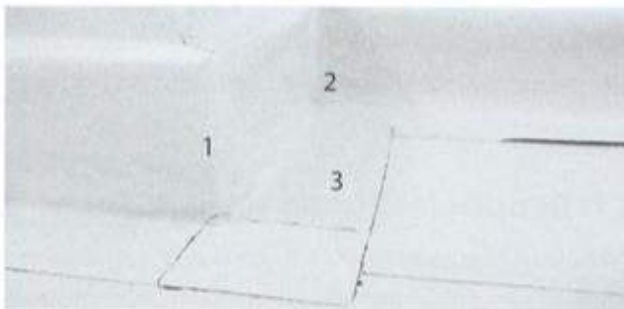
Automat za varenje vodi do zavarivanja dvije staze u jednom radnom postupku. Aparat za varenje se morao individualno podesiti na izolacijsku stazu. Temperatura varenja i brzina varenja moraju biti optimalno usklađene.

Podešavanja se kontrolišu prije početka radova sa probnim varenjem i priključnim testiranjem varnog spoja.



Automat za varenje

1.11.7. Uglovi



Uglovi

Ulazeći ugao (1), Izlazeći ugao (2) Područje preklapanja podloga/krovna površina (3)

Uglovi se izvode rezanjem materijala za površinu ili umetanjem dijelova formi. Korištenje dijelova formi uvećava učinak polaganja i pri upotrebi je uglavnom jednostavnije nego proizvodnja materijala za površinu.

Detaljna izvedba sa uputstvima o upotrebi se navodi najtačnije od strane isporučioaca sistema i mora se uzeti u obzir.

Izlazeći ugao

Serija slijedećih slika pokazuje formiranje uglova (izlazeći ugao) sa izolacijskom stazom od umjetnog materijala na bazi poliolefina (Sarnafil TG).

1.12. Podovi i radovi na pločnicima

Zahtjevi za podove

Podovi prave kod građevinskih konstrukcija donji vodoravni završetak prema fundamentu (tlo, podna ploča, oblik sirovi pokrivač). Zahtjevi za podove ovise o relevantnoj upotrebnoj svrsi prostorija.

Podovi se putem kohezivnih vrsta tla za skladišne prostorije, ostave, hodnike ili slično, koji se moraju održavati suhim, trebaju **izolovati od vlage tla**, jer u tlu postojeća vlažnost probija dodirne građevinske dijelove, na način da raste u njihovim porama. Za podove u već kuhinjama i podrumima za čuvanje namirnica potrebne su posebne izolacijske mjere. Ukoliko se radi o grejnim prostorijama za boravak, onda je za podove osim izolacije od vlage potrebna i dovoljna **termoizolacija**. Ukoliko se treba spriječiti širenje zvuka koji nastaje hodanjem po podu u horizontalnom pravcu, da se ne bi loše uticalo na obližnje prostorije, onda se pod može napraviti i sa **zvučnom izolacijom**.

1.12.1. Podovi od betona bez izolacije

Kod nekohezivnih vrsta tla i duboke razine podzemne vode može se spriječiti prodiranje vlage sa tla u pod pomoću **podpodloge (podpaketa)** od grube frakcije šljunka ili tucanika debljine 15 do 20 cm. Uslijed velikih šupljih prostora između granula ta vlaga tla ne može rasti. Usitnjeni (šljunkasti) nasip djeluje kao sloj koji prekida pore. Kako se šuplji prostori usitnjenog nasipa ne bi potpuno zatvorili betonom potreban je bezuslovno razdvajajući sloj (folija). Na nasip odnosno razdvajajući sloj se nanosi nosivi podbeton od 10 do 15 cm debljine u klasi čvrstoće betona \geq MB10. Ukoliko se nakon toga nanosi posteljica ili košuljica (obično od cementnog maltera) (vidi odjeljak 6.2.3) kako je predviđeno u našem projektu, treba površina podbetona biti neobrađena kako bi se osigurala dobra veza.

1.12.2. Podovi od betona sa izolacijom

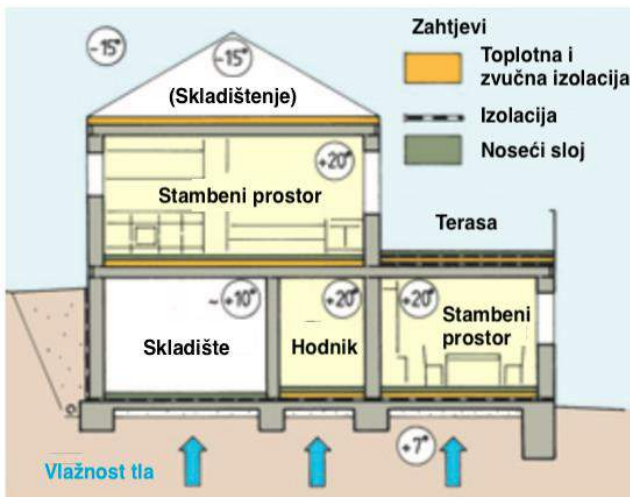
Ukoliko se naša kuća u nizu*pravi na kohezivnim tipovima tla ili na kosini, nije dovoljna gruba

frakcija podpodloge (podpaketa) kako bi se podovi održali suhim. Ovdje se mora **dodatnim izolacijskim mjerama** štititi pod od prodiranja vlage.

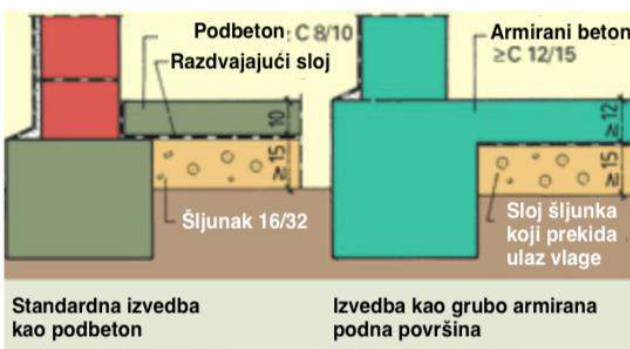
*Kuća u nizu je tip gradnje njemačke kuće u kojoj je međusobno zidnom konstrukcijom povezano više polovica kuća od kojih svaka kuća ima po jedan stambeni prostor u prizemlju i jedan na spratu).

Izolacije sa **bitumenskim stazama** se proizvode najmanje sa jednim slojem. Staze se postavljaju labavo, tačno na određenu tačku (punktacija) ili na cijeloj površini ljepljenjem na fundament (podna ploča). Staze se moraju

prekriti na šavovima (rubnim djelovima), mjestima sudaranja (udara) i priključcima najmanje 10 cm; pokrivi moraju biti na cijeloj površini zalijepljeni odnosno na varnim stazama zavareni.

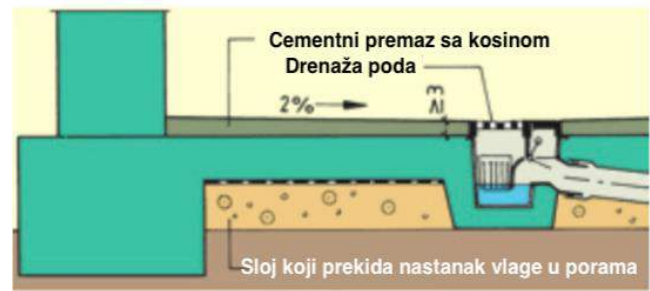


Zahtjevi za podove

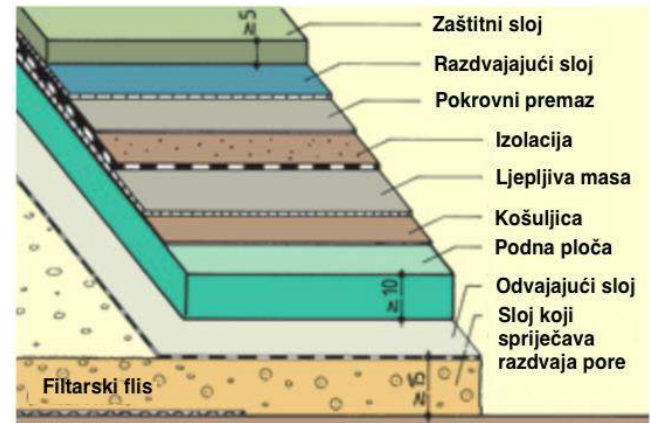


Podna površina od grubog betona na usitnjenom šljunkastom nasipu

Izolacije sa **izolacionim stazama od umjetnog materijala** se prave takođe najmanje od jednog sloja. Staze mogu biti položene labavo ili se zalijepliti na podlogu (fundament). Prilikom lijepljenja podloga mora biti zalijepljena. Preklopi na šavovima, mjestima udara i priključcima iznose najmanje 5 cm.



Konstrukcija poda u vlažnoj prostoriji



Konstrukcija poda sa izolacijom

Izolacije sa **Asphaltmastix-om** se nanose u najmanjoj debljini od 0,7 cm na podbeton. Asphaltmastix je mješavina bitumena, mljevenog kamena i pijeska.

Gotove izolacije se moraju štititi od mehaničkog oštećenja kao i od hemijskih i termičkih uticaja. Zaštitni sloj može se sastojati od betona \geq MB12/15, pri armaturi \geq MB 16/20. Ona treba biti debela najmanje 5 cm.

Zaštitni slojevi od **betonskih ploča** se na cijeloj površini polažu u sloj maltera grupe II ili III, sloj maltera mora iznositi najmanje 2 cm.

Zaštitni slojevi od **gusanog asfalta** se proizvode sa debljinom od 2 cm. Kod izolacija od bitumenskih materijala mora se položiti razdvajajući sloj od uljnog papira, staklenog flisa ili PE-folije između izolacije i zaštitnog sloja.

Za izolaciju podnih površina sa bitumenskim stazama, zaptivnim stazama od umjetnog materijala i sa Asphaltmastix-om su potrebne podloge od betona otporne na pritisak.

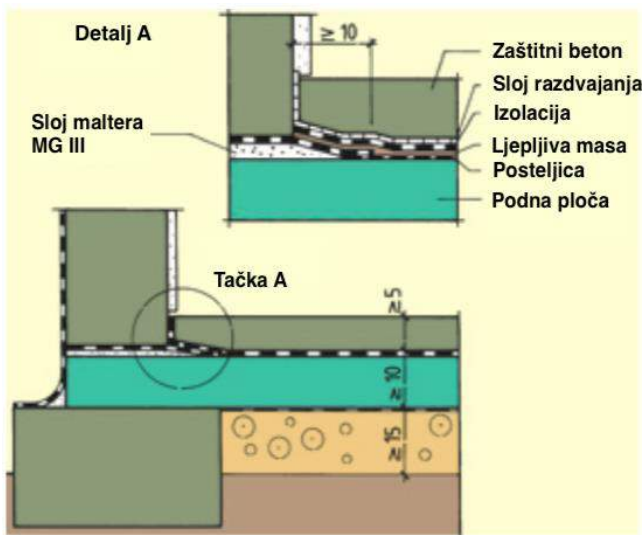
1.12.3. Ploča-plivajući pod

Ploča je jedan na nosećem fundamente ili na jednoj međuležećem razdvajajućem ili izolacijskom sloju proizvedeni građevinski dio, koji je neposredno koristan ili ima površinski sloj. Prema korištenom veznom sredstvu se razlikuje ploče od kalcijumsulfata (CA) – do sada anhidrit-

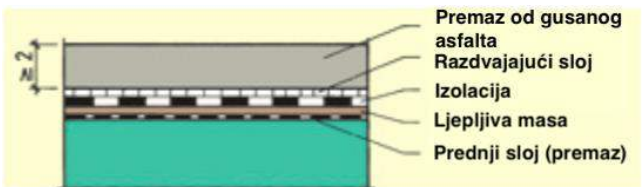
premaz -, premazi od gusanog asfalta (AS), magnezia-premazi (MA) i cementni premaz (CT). U zavisnosti od upotrebne svrhe se ploče proizvode kao košuljice (povezani premazi) (obično od cementnog maltera) (V), ploče na razdvajajuće slojeve (T) i ploče na izolacijske slojeve (plivajući pločea+ S). U tipu kuće „Kuće u nizu“ se postavljaju različite vrste na svim pokrivačima i podbetonu podloge (fundamenta).

Košuljice (povezani premazi) se proizvode u čvrstom povezivanju sa podlogom (fundamentom), npr. grubim pokrivačem. Njihova debljina iznosi u zavisnosti od ploče 20 ... 30 mm. Kod ravnih, previše jakih ili previše slabo upijajućih podloga (fundamenata) postavlja se grundacija (temeljni, ljepljivi sloj bitumena za izolaciju/dihtovana bitumenska opna i sl.) kao prijanjajući, vezni most.

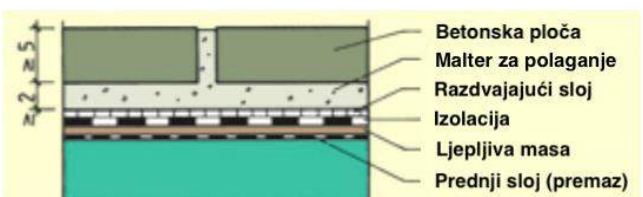
Ploče na razdvajajućim slojevima se odvajaju ljepenkom/kartonom ili folijama od graničnih građevinskih dijelova. Njihova debljina iznosi u zavisnosti od težine i vrste ploče 20...40 mm.



Priključak izolacije na vertikalni zid

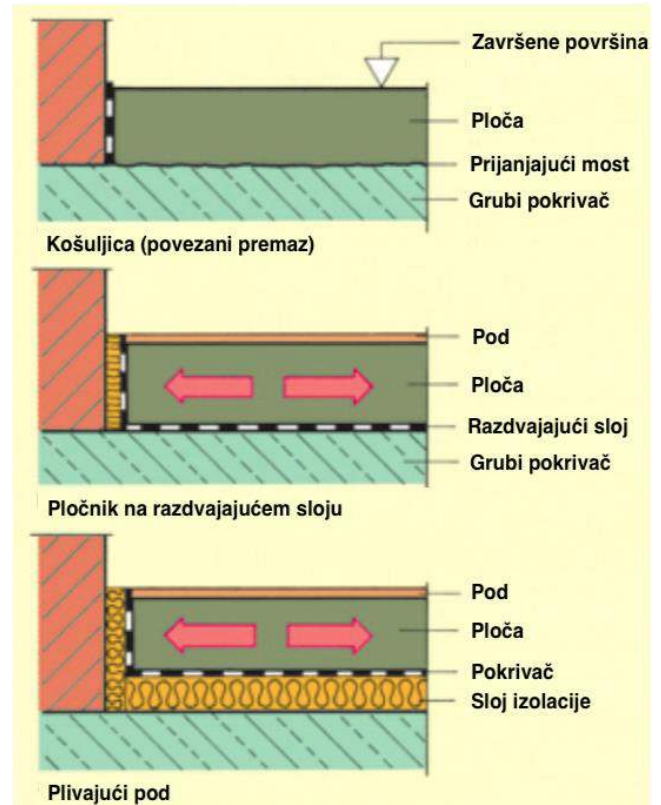


Zaštitni sloj od gusanog asfalta



Zaštitni sloj od betonskih ploča

Plivajući ploče-podovi se postavljaju na izolacijske slojeve koji prigušuju zvuk nastao koraćanjem. Ploče moraju biti samonoseće i pokretne na svojoj podlozi. One ne smiju pokazivati nikakvu neposrednu vezu sa pograničnim građevinskim dijelovima, npr. zidovima i cijevima.



Vrste podova

Debljina ploča ovisi o vrsti ploče i od upotrebne svrhe. Mehaničko ponašanje ploče se uglavnom navodi čvrstoćom. Prema tome ploče se dijele po **klasama čvrstoće** (vidi tabelu).

Cementni premaz CT

Cementni premazi se proizvode od cementa, prikladnih granulacija kamenja i vode kao i ukoliko je potrebno uz dodatak dodatnih sredstava (plastiikator – omekšivač za beton, sredstvo za dihtovanje, ubrzivač vezivanja betona, usporivač vezivanja betona, sredstvo za zaštitu od smrzavanja) i dodatni materijali (sredstva za disperziju od umjetnih materijala, bitumenske emulzije).

Sadržaj cementa ne treba kod premaza za vezivanje i ploča-podova na razdvajajućim slojevima da prelazi 450 kg a kod plivajućih plodova 400 kg po m³ zadihtovanog ploda.

U sloju zemlje ispod tipa zgrade „kuće u nizu“ postavlja se košuljica (vezani premaz) na već stvrdnuti podbeton. Kako bi se dobila čvrsta veza sa podbetonom (betonom koji je postavljen sa

zemljom, temeljem od betona) mora se isti prethodno očistiti (vodeni mlazom) i prethodno nakvasiti. Radi poboljšanja vezivanja (adhezije) se može nanijeti kašasti cementni malter na ne previše nakvašenu površinu betonskog temelja.

Ploča se ravnomjerno raspoređuje na betonski temelj, dihtuje i ravna (gletuje). Stezanjem (skupljanjem) i uticajem temperatura su ploče podložne i promjenama dužine koji mogu voditi nastanku pukotina. Zbog toga se moraju pločaste površine podijeliti na istezne i prividne (kontrakcijske) fuge na približno kvadratna polja od 20 do 30 m² veličine. Istezne fuge prolaze kroz cijelu debljinu ploča; prividne (kontrakcijske) fuge su usječne fuge koje presjecaju ploču na otprilike trećini dubine.

Premaz od gusanog asfalta AS

Premazi od gusanog asfalta se sastoje od mješavine od **bitumena** i **mineralnih sastojaka** pretežno od prirodnog pijeska. Ploče imaju sadržaj bitumena od 8 do masa -%; granulacije kamenja imaju granulaciju zrna do

5 mm. Masa ploče se nanosi **vruća** i sa **gustom tečnošću**. Površina se izbrusi pijeskom. Premazi od gusanog asfalta se mogu nakon hlađenja (učvršćivanja) koristiti i opteretiti.

Premaz od kalcijum sulfata CA (premaz anhidrita)

Premazi od kalcijum sulfata se proizvode od veznog materijala kalcijum sulfata, vode, kamenih granulacija i ukoliko je potrebno dodavanjem dodataka.

Otpornost na pritisak N/mm ²	Cementna ploča (CT)	Kalcijum sulfatna ploča (CA)	Ploča od magnezijuma (MA)
5			MA 5
7			MA 7
10			MA 10
12	CT 12	CA 12	
20	CT 20	CA 20	MA 20
30	CT 30	CA 30 ¹⁾	MA 30
40	CT 40 ¹⁾	CA 40 ¹⁾	MA 40 ¹⁾
50	CT 50 ¹⁾		
55	CT 55 M ¹⁾		
60			MA 60 ¹⁾
65	CT 65 A		

¹⁾ Potrebno testiranje na upotrebljivost (upotrebna dozvola)

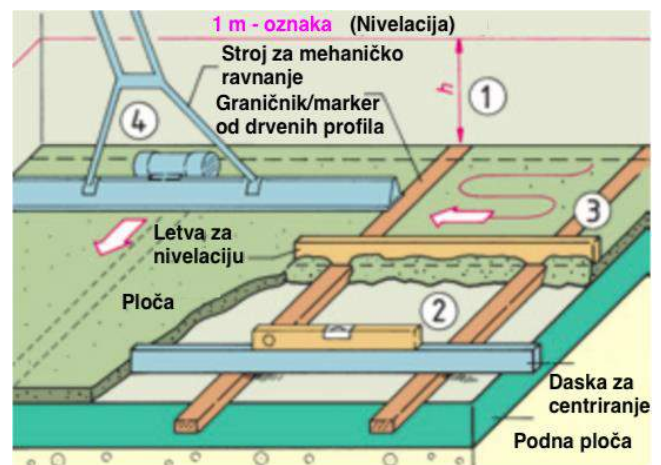
Klasa otpornosti na pritisak za ploče

Vezni materijal kalcijum sulfat koji se često dobija iz tvornica za desulfurizaciju, dobija se od fino mljevenog anhidrita (gips) i do 5% od tvari koji aktiviraju kristalizaciju.

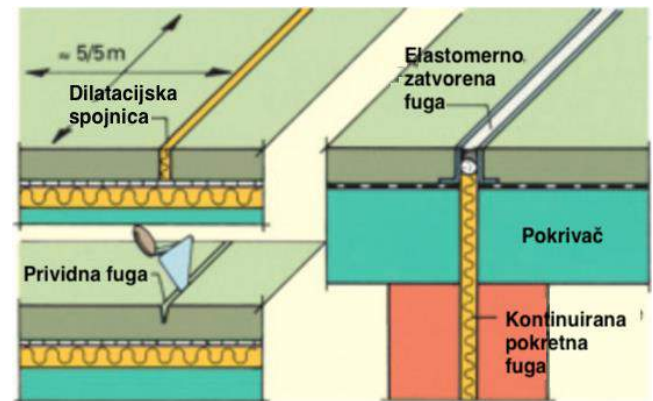
Ploča nudi bolju „podnu toplotu“ nego cementni premaz, ne smije se ipak izlagati trajnom opterećenju vlažnosti.

Tekući (sljedeći) premaz

Dalji razvoj predstavlja tekući premaz (košuljica) na bazi kalcijum sulfata. Suhi gotovi malter se na građevini priprema samo još sa vodom i u odgovarajućoj konzistenciji pumpa na mjesto polaganja.



Tok rada pri nanošenju cementnog premaza



Formiranje fuga - izbjegavanje pukotina

1.12.4. Gradnja plivajućeg ploda

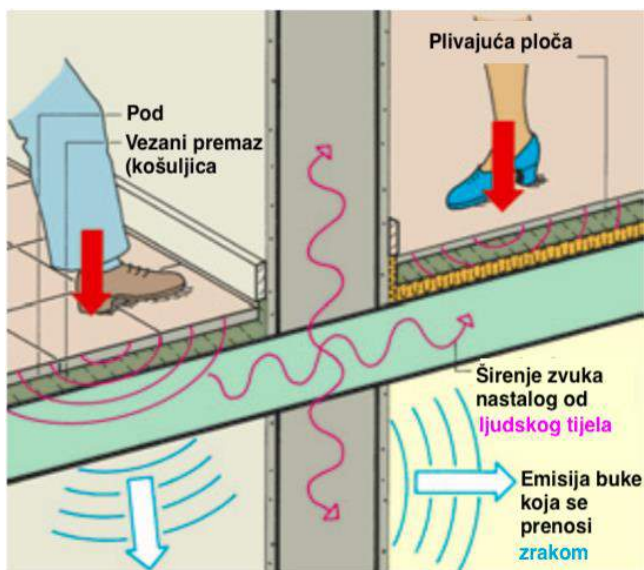
Masivni prekrivači (pokrivi) provode zbog svoje visoke grube gustoće zvuk koji nastaje kretanjem tijela, dakle oni ne posjeduju dovoljnu izolaciju koja nastaje nagaznim korištenjem. Oni se stoga moraju pokriti dodatnim pokrivnim materijalom. Njihova zvučna izolacija se postiže u suštini pomoću pokrivnog materijala koji apsorbira udarac koji proizvodi zvuk. Plivajući znači, da

materijal kojim se vrši pokrivanje nema direktnu vezu između prekrivača i zida.

Plivajući plodovi se sastoje od jedne ploče za ploče koja raspoređuje opterećenje, koja leži na mekano elastičnim slojevima izolacije od izolacijskih materijala od napravljenih od niti, od pjenastih umjetnih materijala ili sitnog (mljevenog) pluta. Da bi se izbjegli **zvučni mostovi** moraju se na zidove postaviti izolacijske letvice debljine 10 mm.

Sloj izolacije se mora položiti bez fuga u uvezu. Sloj izolacije sadrži prekirivač od uljnog papira, kartona ili folije koji se takođe na zidu povlači prema gore. Na taj način se izbjegavaju zvučni mostovi i prolazak vlage kod izolacijske materijale.

Osim zvučne izolacije koja nastaje pritiskanjem na podnu površinu pomoću plivajućih pločnika se vidno poboljšava i toplotna izolacija. U našoj zgradi tipa „Kuća u nizu“ je to od značaja npr. na pokrivaču koji je položen preko suterena koji se ne zagrijava.



Zvuk nastao koračanjem na neizolovanom i izolovanom prekrivaču

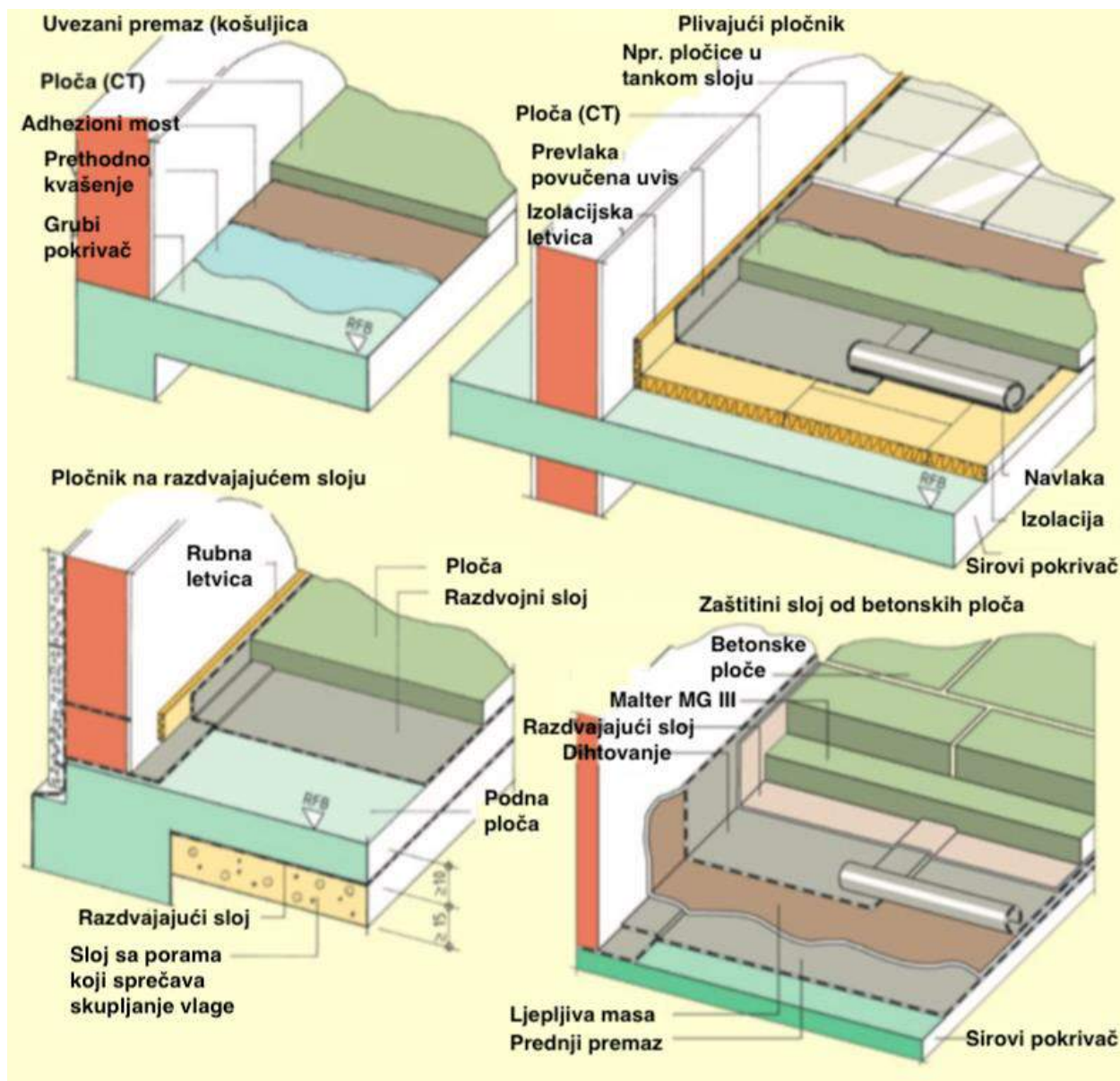
1.12.5. Izolacijski materijali za termo i zvučnu izolaciju

Zahtjevi postavljeni izolacijskim materijalima u pravilu nisu veliki. Oni se zbog toga koriste samo u vezi sa nosećim konstrukcijama. Sljedeće zahtjeve oni trebaju ispuniti:

- slaba provodnost toplote (visoki udio šupljina ispunjenih zrakom, mala debljina),
- slabo upijanje vlage,
- postojanost na vremenske prilike i truljenje
- elasticitet kod zvučnih mjera zaštite.

Različite zahtjeve ispunjava raznolika ponuda izolacionih materijala. Pravi odabir može često donijeti samo stručno lice.

Izolacijski materijal	Upotreba
Ploče i prostirke	
Ploče od drvene vune	Izolacija od betonskih građevinskih dijelova, nosači maltera
Ploče od pjenastih umjetnih materijala Polistirol pjena („stiropor“) Ekstrudirana pjena („stirodur“)	Izolacija od betonskih građevinskih dijelova, zidna dvoljušturasta konstrukcija, ravni krov, fasadna izolacija
Pluto ploče	Plivajući plodovi
Pjenasto staklo	Opterećeni sloj izolacije
Izolacijski materijali od mineralne vune Staklena vlakna Kamena vlakna	Plivajući plodovi, izgradnja krova, laki razdvajajući zidovi
Biljni vlaknasti izolacijski materijali Vlakna od drveta Vlakna od kokosa	„Ekološka gradnja“ Plivajući plodovi
Labavi izolacijski materijali, rastrešeni materijali	
Plovučac (vrsta kamena), ekspandirana glina, perlit, Polistirolska pjena Vlakna od celuloze (recikl. papir)	Laki betoni, Perforirana cigla Izolacija u drvogradnji



Izgradnja različitih podova

Zaključak

Podovi moraju u prostorijama za boravak našeg projekta između ostalog ponuditi dovoljnu zaštitu od vlage, toplote i zvuka.

Podovi koji se održavaju suhim u prizemlju/suterenu se štite protiv širenja vlage koja dolazi od tla pomoću dodatnih mjera dihtovanja.

Za termoizolaciju i zvučnu izolaciju podova se umeće ispod ploče mekano elastični sloj izolacije. Zvučni mostovi se izbjegavaju nanošenjem prekrivača preko sloja izolacije i rubnim letvicama.

Mjere za zaštitu toplote izolacije moraju se tačno planirati i brižljivo izvesti.

1.13. Izrada nepropusnosti na građevinskom objektu

1.13.1. Nepropusnostna vlažnost tla

Djelovanjem vezane podzemne vode može se u zidnim građevinskim materijalima povećati voda. Ovo se sprječava **vodoravnim nepropusnim slojevima** na vanjskim zidovima.

Nepropusni sloj se sastoji u pravilu od bitumenskih krovnih staza, krovno nepropusnih staza ili nepropusnih staza od umjetnog materijala. Staze se polažu, na mjestima udara se preklapaju za najmanje 20 cm.

Nepropusni sloj leži oko 30 cm iznad gornje ivice građevinskog zemljišta. Kod zgrada koje imaju podrum se postavlja sljedeći nepropusni sloj oko 10 cm iznad gornje ivice podrumskog poda. Donja ivica podrumskog plafona treba ležati najmanje

5cm iznad gornjeg nepropusnog sloja. Ukoliko podrumski plafon leži dublje, nanosi se trećine propusni sloj (oko 5cm ispod podrumskog plafona).

Podrumski podovi se štite grubim rastresitim šljunkom ili granulacijom kamena (najmanja debljina 15 cm) od vezane podzemne vode.

Kod visokih zahtjeva postavljenih podrumskim prostorijama ili kod nepovoljnih konfiguracija tla štiti se podrumski pod postavljanjem nepropusnog sloja na široj površini.

Ovaj nepropusni sloj doseže na vanjskim zidovima oko 10 cm preko gornje ivice podrumskog poda. Ovaj sloj se priključuje na prvi nepropusni sloj vanjskog zida.

Sprečavanje vode da se uzdiže postiže se vodoravnim nepropusnim slojevima na vanjskim zidovima i nanošenjem granulacija grubog rastresitog materijala ispod podrumskih podova. Podovi se dodatno mogu zaštititi širim nepropusnim slojevima.

1.13.2. Okomito zaptivanje na zidnim površinama

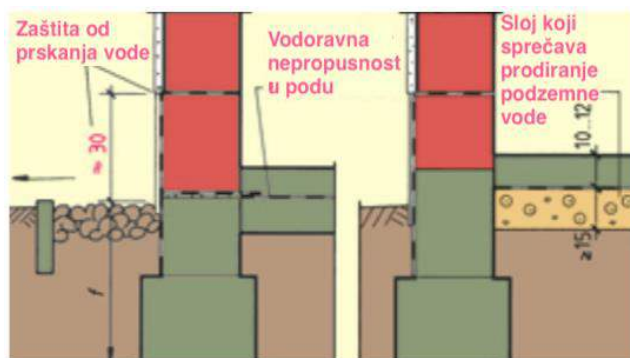
Sve **zidne površine** koje dolaze u kontakt sa tlom moraju se sa strana zaštititi od vlage. Nepropusni sloj se mora preko cijele dužine dovesti do vodoravnog nepropusnog sloja, na taj način se sprečavaju vodeni mostovi koji dovode do vlage.

Nepropusni sloj se može izvesti sa bitumenskim ili polimer-bitumenskim stazama (najmanje jednoslojno zalijepiti ili zavariti, minimalno prekrivanje na šavovima 8 cm, na mjestima udara 10 cm), hladnim samoljepljivim bitumenskim nepropusnim stazama (širina do 1,10 m, se nakon skidanja odvajajuće folije pritišće i zalijepi) ili nepropusnim stazama od umjetnog materijala ili elastomera (zalijepi se sa samoljepljivim slojem ili mehanički učvrsti, najmanje prekrivanje na šavovima 5 cm).

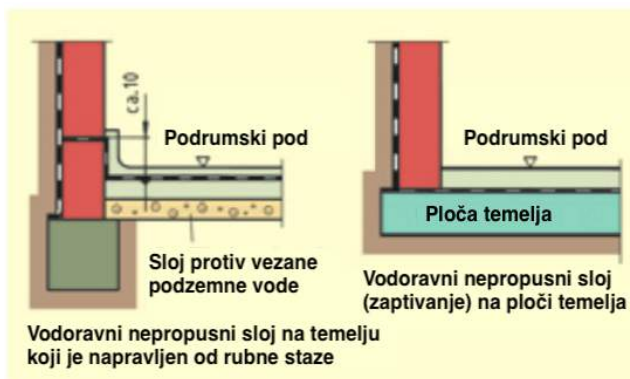
Temelj sadrži **hladni tečni prednji premaz** od bitumenskog rastvora ili bitumensku emulziju.

Nepropusnost sa **debelim slojem bitumena od modificiranih umjetnih materijala** („debelo oblaganje“) **KMB** se postiže u dva radna postupka.

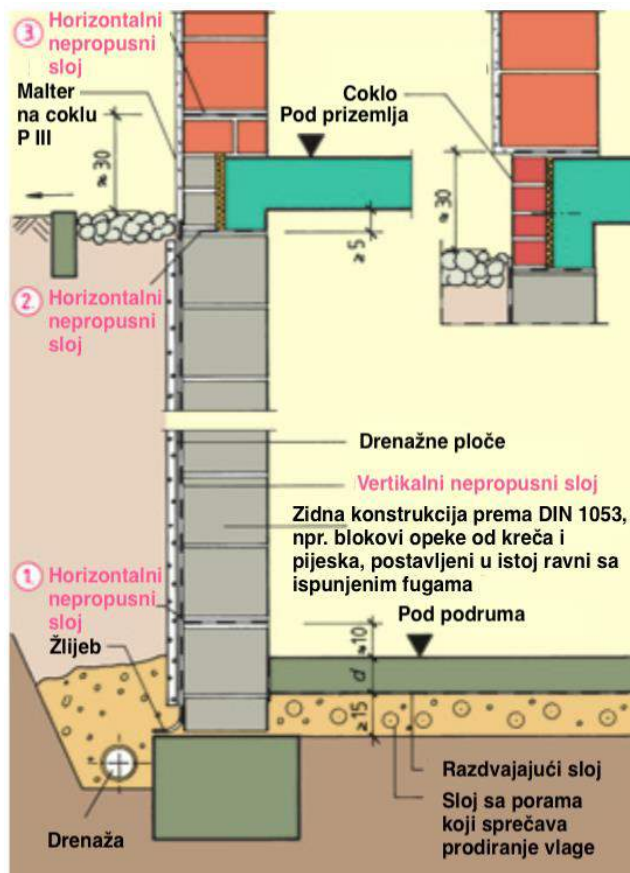
Debelo oblaganje mora rezultirati čvrsto vezivnim, međusobno spojivim slojem od najmanje 3 mm suhe debljine. Za vrijeme prekida rada se KMB ravnomjerno raspoređuje, kasnije se preklapajući iznova postavlja.



Zaptivni sloj zgrade bez podruma (protiv vlage koja je iz tla)



Zaptivanje podnih ploča



Zaptivanje kod zgrada sa podrumom (protiv vlage koja je iz tla)

Debeli naslagani slojevi su tek nakon izvjesnog vremena sušenja otporni na kišu i tek nakon potpunog temeljnog sušenja otporni na vodu. Hladne temperature usporavaju sušenje, djelovanje mraza se mora izbjeći sve do potpunog sušenja svih slojeva.

Okomita nepropusnost se štiti zaštitnim slojem (drenažne ploče, perimetarska izolacija, čvornaste staze (staze sa ispupčenjima)) od oštećenja prilikom ispunjavanj ašupljeg prostora iza i ispod.

Vanjski zidovi u tlu se štite od vlažnosti tla. Zato se koriste zaptivne staze od bitumena ili umjetnih materijala ili bitumenskih zadebljalih slojeva. Nepropusni slojevi se štite od mehaničkih oštećenja.

1.13.3. Zaptivanje podnih ploča

Ukoliko se podrumске prostorije koriste za boravak lica ili su postavljeni viši zahtjevi za suhoćom, podna ploča dobija dodatno radi zaštite od vezanih podzemnih voda sloj na široj površini zaptivanja.

Nepropusni sloj se lijepi sa vodoravnim zidnim slojem na nepropusnost, kako bi se spriječili mostovi koji stvaraju vlagu (naročito u području obloge na zidovima i plafonima-žbuke).

Toplotna zaštita ovih površina slijedi pomoću plivajućih ploča ili pomoću ležećih izolacijskih slojeva ispod podne ploče sa specijalnim vodoodbijajućim izolacijskim pločama (npr. polistirol-ekstrudiranapjena ili pjenušavo staklo). Takođe na vanjskim površinama obuhvaćenih zidova mogu se postaviti ove izolacijske ploče.

Podne ploče se mogu zaptivati sa nepropusnim materijalima za zidne površine ili sa asfaltmastiksom (mješavina od bitumena, mljevenog kamena i pijeska).

Nepropusni sloj se u pravilu nanosi na betonskom sloju. Ivice i žlijebovi se zaoble. Preko nepropusnog sloja se postavlja zaštitni sloj.

Korišteni zaštitni slojevi zavise o korištenju prostorije. On može biti od betona, pločnika, ploča od keramike i tvornički napravljenih kamenih ploča ili od gusanog asfalta.

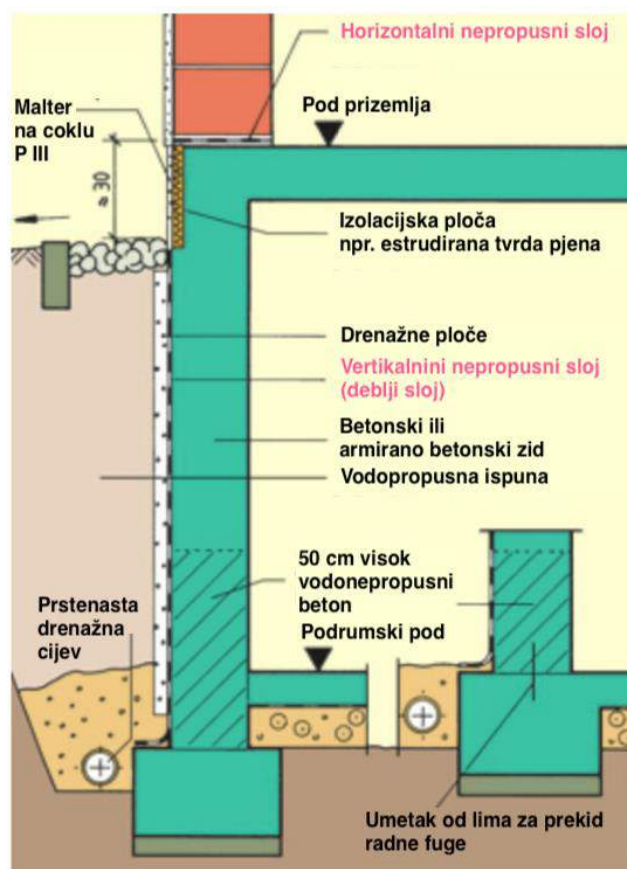
Nepropusni slojevi od bitumenskih staza ili staza napravljenih od umjetnih materijala se polažu najmanje jednoslojno odnosno na određenoj tački ili na cijeloj površini.

Prekrivanje iznosi kod bitumenskih staza najmanje 10 cm, kod staza napravljenih od

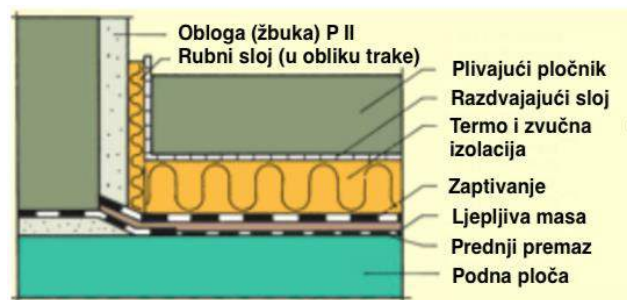
umjetnog materijala najmanje 5 cm odn. 3 cm kod šavova koji se povezuju varenjem. Prekrivanja se povezuju nacijeloj površini.

Zaptivanja od asfaltmastiksa bi trebala u sredstvu biti debela 1 cm, ipak ni na jednom mjestu ispod 0,7 cm. Između temelja (fundamenta) u zemlji i nepropusnog sloja postavlja se razdvajajući sloj (npr. flis od sirovog stakla).

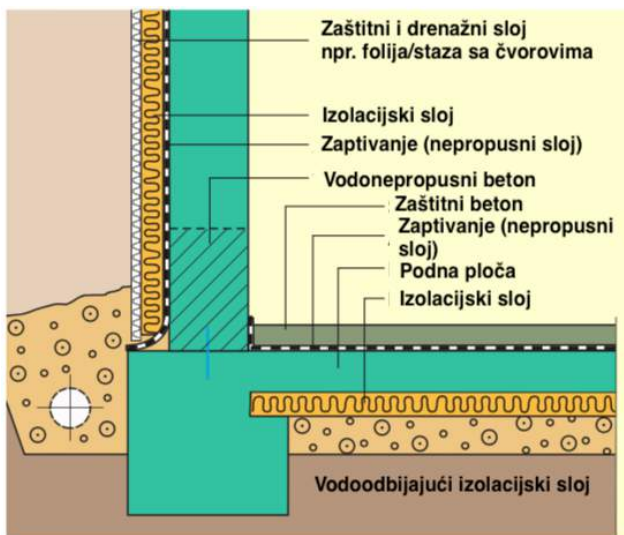
Podne ploče i podovi se mogu učiniti nepropusnim sa zaptivnim stazama od bitumena i umjetnih materijala, sa bitumenskim zadebljalim slojem ili asfaltmastiksom.



Obuhvaćeni zid od armiranog betona (protiv vlage iz tla)



Zaptivanje (nepropusnost) sa toplotnom i zvučnom izolacijom (iznutra ležeći)

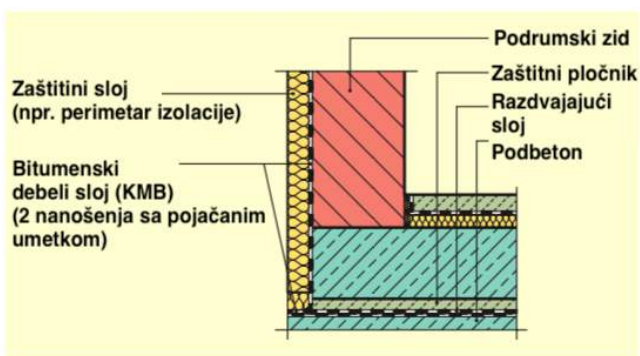


Toplotna izolacija smještena sa vanjske strane

1.13.4. Nepropusnost protiv nakupljajuće podzemne vode

Kod podruma u sa slabim vodopropusnim tлом može se skupljati podzemna voda. U tom slučaju se moraju zidovi i podna ploča (koja se postavlja na tlo) učiniti nepropusnom pločom npr. sa bitumenskim debelim slojem (KMB). Nanošenje slijedi u dva radna postupka. Nakon prvog nanošenja se postavlja ojačani umetak. Drugo nanošenje smije uslijediti tek nakon dovoljne osušenosti prvog sloja.

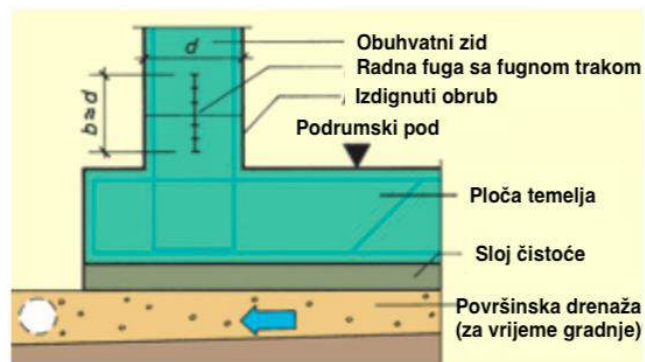
Najmanja debljina suhog sloja iznosi 4 mm. Nepropusnost zida sadrži izolacijske i drenažne ploče kao zaštitni sloj, nepropusnost tla u pravilu zaštitni premaz na odvajajućoj foliji. Nepropusnost na skupljajuću vodu se može napraviti i u dva sloja od bitumenskih staza sa umetkom od vlakana tkanine ili umetkom od poliester vlakana ili jednoslojno od polimer-bitumenski zavarene staze. Druga mogućnost postoji u upotrebi jednog sloja na cijeloj površini zalijepljene sa nepropusnom stazom od umjetnog materijala ili elastomera. Nepropusnosti se isto tako štite perimetarskim izolacijskim pločama ili drenažnim pločama od oštećenja.



Nepropusni sloj protiv zadržavajuće propuštajuće vode

Kod **bijelih kada*** se nepropusna kada pravi od vodonepropusnog betona. Pri tome se radne fuge moraju naročiti brižljivo zadihtovati.

* Bijela kada je vrsta temelja, fundamenta u zemlji koja ima oblik kade.



Zaptivanje pomoću bijele kade: također protiv pritiskajuće vode s vanjske strane

1.14. Nepropusnost na pritiskajuću vodu

1.14.1 Pritiskajuća voda s vanjske strane (rezervoar u obliku bazena za podzemnu vodu)

Nepropusnost koja zadržava pritisak vode je neophodna kada se podzemni nivo nalazi ispod nivoa podzemne vode (površine vode). Nepropusnost mora da izdrži pritisak podzemne i nagomilane vode. Nepropusnost se pravi kao **zatvoreni rezervoar u obliku bazena-kade**, koji građevinu obuhvata sa svih strana. Nepropusnost se izvodi najmanje 30 cm iznad najvećeg mogućeg vodostaja i štiti zaštitnim slojem (beton, zid) od mehaničkih i hemijskih uticaja.

Podzemno tlo nepropusnog sloja mora biti ravno, čvrsto i oslobođeno šljunkastih gnijezda, pukotina sa prazninama i grebena.

Žlijebovi i ivice se zaoble. Nepropusni slojevi se mogu praviti od bitumenskih staza koje se vežu sa bitumenskom ljepljivom masom. Uz to su prikladni: bitumenske krovne dihtovane staze i polimer bitumenske krovne dihtovane staze i dihtovane staze Cu 0,1 D. Broj slojeva staza ovisi o dubini uranjanja i postupku ugradnje.

Sve do dubine uranjanja od 4 m su potrebna najmanje 3 sloja. Zalijepljene bitumenske staze dobijaju pokrivni premaz. Ukoliko se za nepropusne slojeve koriste bitumenske zavarene staze ili bitumenske dihtovane staze sa umetkom od traka tkanine ili bakra, smanjuje se minimalni broj slojeva prema tabeli.

Građevinski dio	Podkonstrukcija	Opterećenje	Izrada nepropusnosti	Prerada
Vanjski zid podruma u jako propusnom tlu ili sa drenažom DIN 4095	Beton ili zidna konstrukcija	Vlažnost tla i nezadržavajuća propusna voda	Prednji premaz; hladna samoljepljiva bitumenska zaptivna staza (KSK)	na cijeloj površini
			Prednji premaz; elastomerno-bitumenska varena staza PYE PV 200 S5, ALTERNATIVNO: PYE G 200 S4	zavariti na cijeloj površini
	Vodoravno zaptivanje na zidovima	Vlažnost tla i nezadržavajuća propusna voda	Bitumenska krovno-zaptivajuća staza G 200 DD	labavo položeno, prekrivanje najmanje 200 mm, smije se zalijepiti
			Bitumenska krovno-zaptivajuća staza PV 200 DD	
Podrumski temelj u jako propusnom tlu ili sa drenažom DIN 4095	Beton	Vlažnost tla i nezadržavajuća propusna voda	Prednji premaz; hladna samoljepljiva bitumenska zaptivna staza (KSK).	zalijepiti djelimično ili na punoj površini
			Prednji premaz; elastomerno-bitumenska varna staza PYE PV 200 S5, alternativno: PYE G 200 S4.	zavariti djelimično ili na cijeloj površini
			Bitumenska krovno-zaptivna staza PV 200 DD	
Vanjski zid podruma u slabo propusnom tlu i bez drenaže.	Beton ili zidna konstrukcija	Zadržavajuća propusna voda	Prednji premaz; elastomerno-bitumenska varna staza PYE PV 200 S5.	zavariti na cijeloj površini
Podrumski temelj u slabo propusnom tlu i bez drenaže.	Beton	Zadržavajuća propusna voda	Prednji premaz; elastomerno-bitumenska varena staza PYE PV 200 S5.	zavariti na cijeloj površini ¹⁾ Uputa: Zaptivni sloj na temelju se priključuje na zidni zaptivni sloj, tako da zaptivni sloj obuhvata zgradu u obliku kade

Odabir mogućih zaptivanih slojeva protiv propuštajuće vode

1.15. Nepropusnost na pritiskajuću vodu

1.15.1 Pritiskajuća voda s vanjske strane (rezervoar u obliku bazena za podzemnu vodu)

Nepropusnost koja zadržava pritisak vode je neophodna kada se podzemni nivo nalazi ispod nivoa podzemne vode (površine vode). Nepropusnost mora da izdrži pritisak podzemne i nagomilane vode. Nepropusnost se pravi kao **zatvoreni rezervoar u obliku bazena-kade**, koji građevinu obuhvata sa svih strana. Nepropusnost se izvodi najmanje 30 cm iznad najvećeg mogućeg vodostaja i štiti zaštitnim slojem (beton, zidna konstrukcija) od mehaničkih i hemijskih uticaja.

Podzemno tlo nepropusnog sloja mora biti ravno, čvrsto i oslobođeno šljunkastih gnijezda, pukotina sa prazninama i grebena.

Žlijebovi i ivice se zaoble. Nepropusni slojevi se mogu praviti od bitumenskih staza koje se vežu sa bitumenskom ljepljivom masom. Uz to su prikladni: bitumenske krovne dihtovane staze i polimer bitumenske krovne dihtovane staze i dihtovane staze Cu 0,1 D. Broj slojeva staza ovisi o dubini uranjanja i postupku ugradnje.

Sve do dubine uranjanja od 4 m su potrebna najmanje 3 sloja. Zalijepljene bitumenske staze dobijaju pokrivni premaz.

Ukoliko se za nepropusne slojeve koriste bitumenske zavarene staze ili bitumenske dihtovane staze sa umetkom od traka tkanine ili bakra, smanjuje se minimalni broj slojeva prema tabeli.

Između bitumenskih staza se mogu kao drugi ili treći sloj zalijepiti i **metalne trake** od bakra (0,1 mm) odn. plemenitog čelika (0,05 mm). Dihtovanje se u tom slučaju mora izvesti u četiri sloja. Metalne trake moraju se na šavovima prekrivati za 10 cm, na mjestima udara i priključcima za 20 cm.

Zaptivni sloj se onda smije više opteretiti.

Troslojna nepropusnost je moguća sa **stazama od umjetnog materijala**, koje se uljepljuju između bitumenskih staza sa ljepljivom masom.

Minimalna debljina staza iznosi kod EVA-, PIB-, PVC-P staza: 1,5 mm, preko 4 m dubine 2 mm,

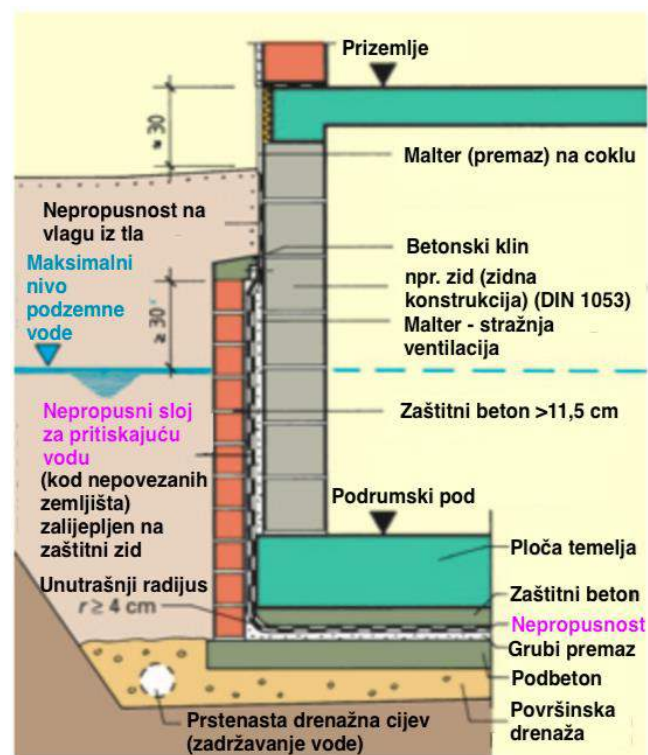
ECB- EPDM-staze: 2 mm, iznad 4 m dubine 2,5 mm.

Labavo položena jednoslojna nepropusna staza od PVC-P-zaptivnih staza (2 mm debljina) je kod uranjajućih dubina moguća do 4 m.

1.15.2 Pritiskajuća voda s unutarnje strane (bazeni, spremnici za vodu)

Unutarnja nepropusnost protiv pritiskajuće vode je potrebna kod bazena, spremnika za vodu, spremnika za zaostatke kišnice itd.).

Nepropusni sloj mora praviti **zatvoreni bazenu obliku kade** i na ivicama dosezati 30 cm iznad najvećeg vodostaja. Ovo može izostati kod bazena kada se na drugi način spriječi da voda može teći iza nepropusnog sloja.



Nepropusnost na pritiskajuću vodu (crni bazen)

Izrada nepropusnosti se može izvesti kao zalijepljena nepropusnost (kao kod bazena za podvodnu vodu) ili kao labavo postavljena nepropusnost.

Za labavo postavljene slojeve nepropusnosti se koriste ECB ili PVC staze. One moraju do 9 m dubine vode biti najmanje jake 1,5 mm, kod većih dubina 2 mm.

Na žlijebovima, ivicama i uglovima se zavari staza sa oblikovanim profilima.

Učvršćivanje staza na podlozi slijedi na gornjoj ivici, na žlijebovima, ivicama i uglovima. Kod vertikalnih površina i jako nakošenih površina se nanosi preko 4 m se nanose učvršćivači između slojeva. Uz to se koriste umjetnim materijalom prevučeni limeni, metalni profili ili profili od

umjetnog materijala. Učvršćivači se pokrivaju sa materijalom u obliku staze.

Nepropusnost mora na gornjoj ivici biti tako izvedena da zatvoreni znak može izaći kod prvog punjenja. Na nepropusni sloj se može nanijeti zaštitni sloj.

		Minimalan broj slojeva kod nepropusnih slojeva	
		Sa bitumeskim stazama + trakom zalijepljenje metala	sa bitumenski zavarenim stazama
Dubina uranjanja	Postupak premazivanjem bitumena četkom ili postupak ljevanja od tečnog metala	Postupak ljevanja i valjanja (formiranja oblika (uglavnom od metala) valjanjem)	Broj i umetak (uložak)
do 4m	3/3	3/3	2 sa 2 sa umetkom od vlakana tkanine ili poliestera.
4m do 9m	4/3	3/3	3 sa sa umetkom od vlakana tkanine ili poliestera i 1 sa umetkom od bakrene trake.
preko 9m	5/4	4/3	2 sa umetkom od vlakana tkanine ili poliestera i 1 sa umetkom od bakrene trake.

Nepropusni slojevi na pritiskajuću vodu

Pritiskajuća voda kod zgrada može nastupiti kod zgrada unutar nivoa podzemne vode i kod spremnika za vodu. Izgradnja ovih nepropusnih slojeva zavisi od dubine vode. Ona se može sastojati od višeslojnih bitumenskih staza (eventualno pojačana sa trakom za materijale od metala) ili od nepropusnih staza od umjetnog materijala.

1.15.3. Nepropusnost fuga

Fuge trebaju omogućiti slobodna kretanja na građevinama. Prema vrsti i učestalosti kretanja građevinskih dijelova fuge se dijele u tip I i tip II:

Fuge tipa I su fuge za spora i rijetka kretanja (npr. slijeganja i temperaturom uslovljene promjene dužine između ljeta i zime);

Fuge tipa II su fuge za brza i česta kretanja (npr. kod tereta u saobraćaju ili temperaturno uslovljenim promjenama dužine između dana i noći).

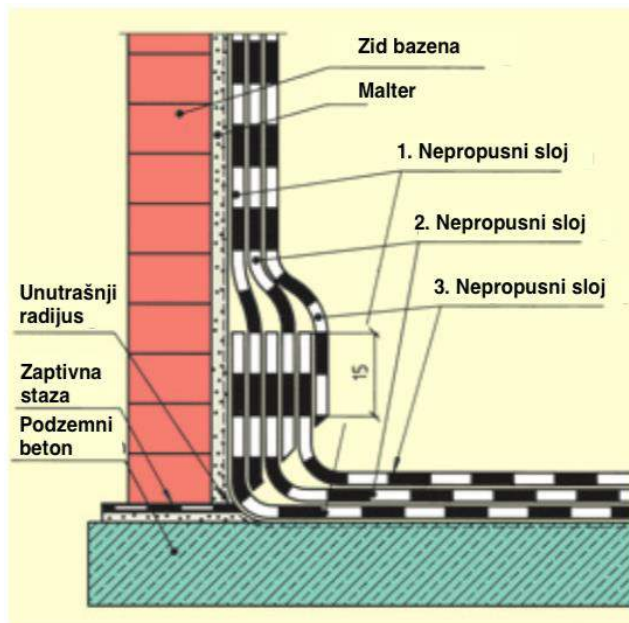
Fugu u području **nepropusnosti građevine** se pojačavaju. Kao pojačanje se nanose najmanje dva duga komada materijala (širina 300 mm) dodatno u nepropusne slojeve. Kao dugi komadi za pojačavanje mogu se koristiti slijedeći materijali:

- bakrena traka > 0,2 mm debljina,
- traka od plemenitog čelika > 0,05 mm debljina,
- nepropusne staze od umjetnog materijala > 1,5 mm debljina.

Kod nepropusnih slojeva protiv nepritiskajuće vode mogu se dodatno koristiti:

- elastomerne staze > 1,0 mm debljina i
- bitumenske staze sa umetkom od poliestera vlakana > 3,0 mm debljina.

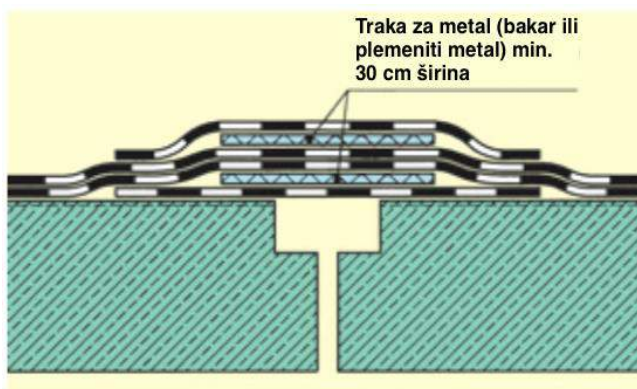
Ukoliko se nepropusnost sastoji od labavo položenih nepropusnih staza od umjetnih materijala, ojačavaju se fuge limovima koji imaju sloj/eve od umjetnih materijala.



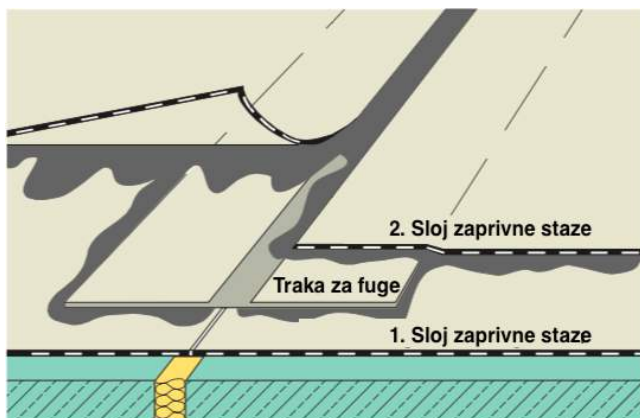
Pravljenje uglova nepropusnog bazena

Fuge u **području** nepropusnih slojeva na **vlagu iz zemljišta** mogu se ojačati samo sa jednim slojem bitumsenske zavarene staze (širina > 500 mm), kada se očekuju samo male kretnje (do 5 mm). Nepropusni materijali od umjetnih materijala ne zahtijevaju u tom slučaju nikakvo pojačanje.

Fuge koje poravnavaju velike kretnje ili često nastupajuće kretnje (npr. teret u saobraćaju), moraju se učiniti nepropusnim kroz obje konstrukcije.



Ojačavanje fuge kod dvoslojnog nepropusnog sloja



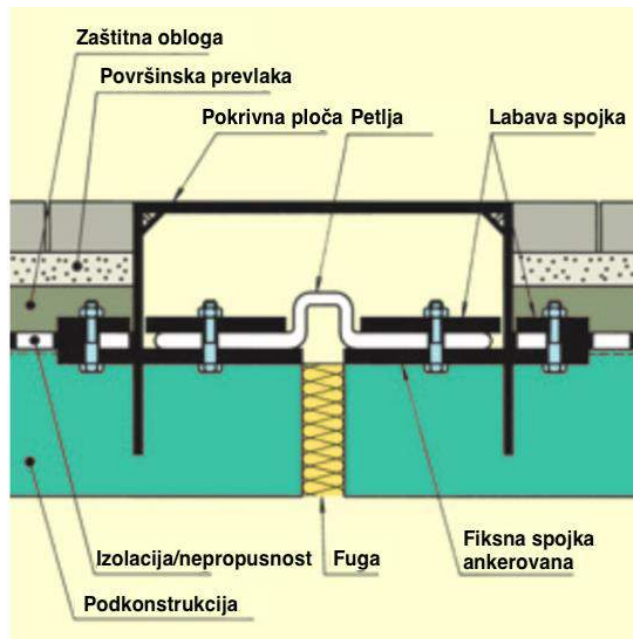
Traka za fuge sa integriranim rasteznim dijelom



Polaganje fugnih traka

Pri tome se moraju uzeti u obzir pored veličine i učestalosti kretnje fuge i opterećenje uzrokovano vodom i korištenjem građevinske konstrukcije.

Ove posebne konstrukcije se mogu izraditi npr. kao labave i fiksne spojne konstrukcije ili polaganjem fugnih traka sa integrisanim isteznim dijelom od umjetnih i elastomernih profila.



Vezana konstrukcija sa dihtovanje fuge

Sažetak

Nepropusnosti na građevinskom objektu štite zgradu od vlage iz tla, površinske vode, propusne vode i zadržavajuće vode. Uz to se koriste bitumenski materijali, umjetni materijali, metalne trake, blokirni beton odnosno malterske i zaptivne smjese.

Razlikuju se nepropusnosti na nepritiskajuću vodu (vlaga iz tla) i nepropusnosti na pritiskajuću vodu (npr. podzemna voda).

Nepropusnost na vodu iz tla:

Rastuća voda se sprečava vodoravnim nepropusnostima u vanjskim zidovima i grubim zrnastim rastresitim materijalima ispod podrumskih podova. Podovi se mogu učiniti nepropusnim površinskim nepropusnim slojevima od bitumenskih staza, zaptivnim stazama od umjetnih materijala ili asfalt-mastiksom.

Vanjski zidovi u tlu se štite od vlage iz tla. Za to se koriste zaptivne staze ili bitumenski debeli sloj.

Pritiskajuća voda može se pojaviti kod zgrada unutar nivoa podzemne vode i kod spremnika za vodu. Izgradnja ovih nepropusnih slojeva ovisi o dubini vode. Ona se može sastojati od višeslojnih bitumenskih staza (eventualno

pojačana sa metalnim trakama) ili od zaptivnih staza od umjetnog materijala.

Fuge na/u građevinskom objektu u području nepropusnosti se pojačavaju podloženim ili ulijepljenim manjim komadima materijala. Fuge, koje moraju prihvatiti velike kretnje se zaptivaju posebnim konstrukcijama.

1.16. Građevinska fizika - toplota

Istezanje je kod različitih materijala različite veličine i može se obračunati na sljedeći način:

Promjena dužine (u mm) =
dužina građevinskog dijela · broj dužine istezanja
 α (iz knjige sa tabelama) · temperaturna razlika ΔT

Izraženo sa formulom:

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Svi na krovu i oplatama (omotačima) korišteni materijali podliježu ovom istezanju uslijed toplote pošto su izloženi direktnoj toploti odnosno hladnoći. Za preklapajuće limove i okomite cijevi to znači da one trebaju dovoljno minimalno preklapanje, kod isturenih visećih fasada moraju se horizontalne fuge formirati na odgovarajući način u širini.

Kod većih betonskih dijelova i dužih zidnih spojeva ima ovo širenje za posljedicu da se one putem **istezajućih(rastezних) fuga** moraju prekinuti, budući da bi preveliko istezanje po dužini dovelo do zatezanja i na taj način do pukotina.

Istezanjem se materijali različito šire. Ovo istezanje se može obračunati formulom: $\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T$

Preklapajući limovi i okomite cijevi trebaju zbog toga dovoljno preklapanje, veći betonski građevinski dijelovi i zidni spojevi (spojevi na zidnoj konstrukciji), koji su izloženi jakim temperaturnim oscilacijama moraju se odvojiti rasteznim (istezajućim) fugama.

Toplota se označava kao energija kretanja molekula. Ona nastaje prirodnim toplotnim izvorima kao i mehaničkim, hemijskim i električnim procesima.

Navodi se temperatura (= toplotno stanje) jednog tijela ili u °C (stepenima Celzijusa) ili u K (Kelvin), pri čemu 1 °C odgovara 273 °K.

Toplota se može prenijeti sa jednog tijela na drugo. Ova prenesena količina se označava kao toplotna količina, ona se navodi u Džulima (J). Kada se jednog građevinskom dijelu dovede toplota onda se ono isteže. Ovo se mora uzeti u obzir prilikom planiranja.

Primjer:

Kolika velika je promjena dužina žljebastog lima od bakra sa dužinom od 5,50 m, koji je izložen temperaturnoj razlici od 65 °C ljeti i – 10 °C zimi?

Rješenje:

$$l=5,50, \alpha_{bakar}=0,016 \text{ mm}/(\text{mK}), \Delta T=75 \text{ K}$$

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T = 5,5 \text{ m} \cdot 0,016 \text{ mm}/(\text{mK}) \cdot 75 \text{ K} = 6,6 \text{ mm}$$

Promjena u dužini iznosi u ovom slučaju 6,6 mm.

Građevinski materijal	Broj u dužini istezanja α u mm/(mK)
Drvo	0,003
Zigla	0,005
Beton	0,010
Željezo	0,012
Bakar	0,016
Aluminijum	0,024
PVC, PE	0,08

Porođenje promjena brojeva u dužini istezanja

1.16.1. Toplotna zaštita

Građevinska toplotna zaštita obuhvata sve mjere za smanjenje prenosa toplote.

Ovaj prenos se može desiti na različite vrste: **strujanjem** (konvekcijom), **zračenjem** ili kao **provodivost**.

Za toplotnu zaštitu ima pri tome toplotna provodivost posebnu ulogu, budući da putem nje omogućava provođenje značajne toplote iz zgrade zimi ili uvođenje toplote u unutrašnjost kuće ljeti.

Budući da se nadalje koriste mnogi simboli, najprije jedna uputa: U kontekstu evropskog ujedinjenja mijenjaju se nacionalni pravilnici u internacionalne. Ovo važi takođe za toplotnu zaštitu kako se može prepoznati u sljedećoj tabeli.



Toplotna zaštita na krovu

Toplotno strujanje (konvekcija)

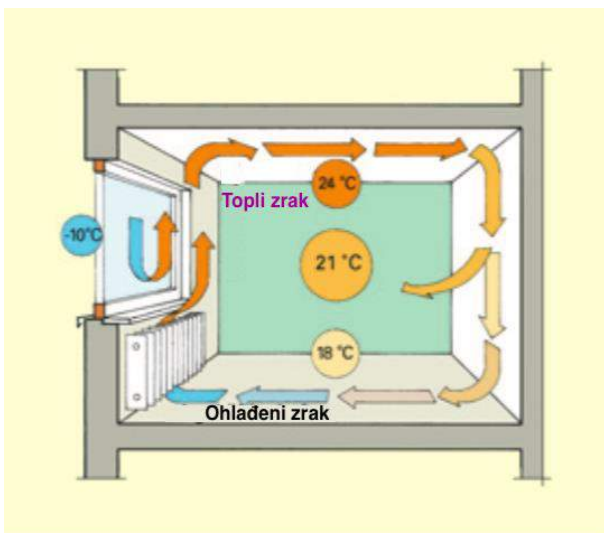
Ukoliko postoje u jednoj prostoriji temperaturne razlike, onda dolazi do toplotnog strujanja pri čemu su kao nosioci toplote potrebni pokretne tečnosti ili gasovi (npr. zrak). Pri tome se penju prema gore toplije čestice, na koje se vezuje toplota, budući da su one manje guste i na taj način lakše. Na njihovo mjesto dolaze potom hladnije čestice, nastaje kretanje.

Ovo strujanje se u kućnoj tehnici iskorištava na višestruk način: tako cirkuliše na osnovu tog kretanja toplote zrak od i prema grejnom tijelu, takođe kamini i šahtovi za odvod zraka funkcionišu po tom principu.

Kod vanjskih zidova teče toplotna struja kroz zid od toplije ka hladnijoj strani: zimi od unutrašnjosti prema vani, ljeti s vanjske strane prema unutrašnjosti.

Veličina	Simbol	Jedinica
Debljina sloja	d	m
Temperatura u Celzijusima	θ (veliko teta)	°C
Količina toplote	ΔT (delta T)	K
Provodivost toplote	Q	kWh
Otpor toplote propusnosti	λ (malo lambda)	W/(m·K)
	R (engleski: otpor=Resistance)	m ² ·K/W
Otpor toplotnog prelaza	R _{si} ; R _{se}	m ² ·K/W
Otpor prolaznosti toplote	R _T	m ² ·K/W
Koeficijent prolaznosti toplote	U (=U-vrijednost)	W/(m ² ·K)
Relativna vlažnost zraka	ϕ (veliko Phi)	1

Novi simboli u toplotnoj zaštiti



Strujanje zraka u prostoriji kod grejnog tijela

Toplotno zračenje

Zagrijano tijelo (npr. grejna tijela, zagrijavanje suncem) predaje toplotu svojoj okolini, ono može preći na druge predmete.

Da li ta susjedna tijela međutim primaju (apsorbiraju) toplotu ili je ponovo predaju okolini (reflektiraju), ovisi u suštini od njihove površine. Tako apsorbiraju tamni, grubi materijali (npr. tamni malter) više toplotnog zračenja nego svijetli i ravni (npr. aluminijum).

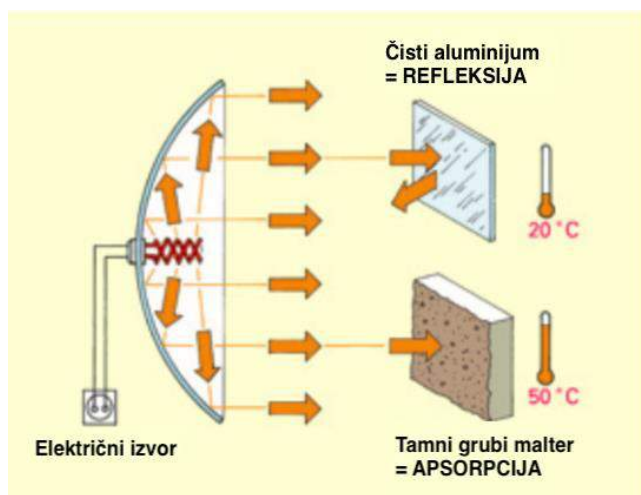
1.16.2. Provođenje toplote

Ono nastaje kada se toplota dalje prenosi od molekula do molekula kao energija titranja. Pri

tome je dalji prenos toplote ovisan o vrsti i svojstvu materijala:

- građevinski materijali sa velikom debljinom (npr. čelik, standardni beton, bakar) provode toplotu bolje nego laki, porozni materijali (npr. drvo, mineralna vuna, betonski blokovi sa porama).
- voda u porama materijala povećava takođe provodnu sposobnost toplote. Zbog toga provode oni materijali kroz koje prolazi vlaga bolje toplotu nego suhi.

Kada je građevinski materijal sada dobar provodnik toplote, onda to znači u odnosu na građevini objekat, da on toplinu u unutrašnjosti (pri niskoj vanjskoj temperaturi) brzo transportuje prema vani, toplina se gubi.



Toplotno zračenje i njeno dejstvo

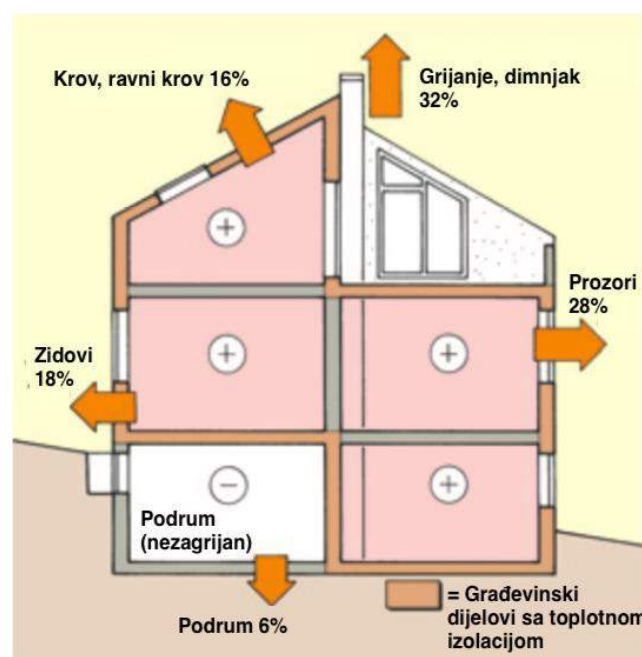
Fizikalno se ta sposobnost provođenja toplote navodi s brojem provodnosti toplote λ (malo Lambda). Svaki građevinski materijal je tako označen jednim brojem po kojem se može prepoznati, da je on dobar ili loš provodnik toplote. Ova vrijednost λ je dobijena normiranim pokušajima (eksperimentima) u laboratoriji i može se pronaći za gotovo sve građevinske materijale u tabelarnoj formi u knjigama.

Sposobnost za provodnost toplote λ ima jedinicu **W/(m·K)**. Ona takođe navodi količinu toplote u Watt sekundi (Ws) koja u 1 sekundi prolazi po 1m² kroz 1 metar debeli sloj nekog materijala kada temperaturna razlika obje površine građevinskog dijela iznosi 1 Kelvin.

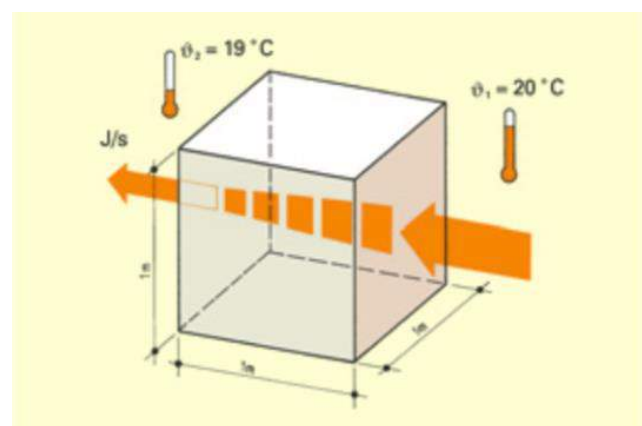
Sposobnost za provodnost toplote se navodi sa λ (malo Lambda) i ima jedinicu W/(m·K). Svaki građevinski materijal ima svoju vlastitu vrijednost koja se saznaje istraživanjem i može se pronaći u tabelarnim knjigama. Što je veća λ utoliko je veća provodnost toplote.

Materijali sa malom grubom gustoćom i mnogim zračnim porama su loši provodnici toplote, pošto zrak ima samo malu sposobnost provodnosti toplote.

Kako bi se uštedjela skupa grejna energija, trebalo bi se izbjeći da toplota brzo prolazi iz unutrašnjosti kuće kroz dobre toplotne provodnike (kao npr. normalni beton). Trebali bi se što više odabrati građevinski materijali i konstrukcije koje zadržavaju toplotu u kući. Pri tome za ocjenu građevinskog dijela nije mjerodavno koliko toplote on propušta već koji otpor ima kako bi zadržao tu toplotu. Ovaj otpor se označava kao **otpor propusnosti toplote R** (engleski Resistance) i ima jedinicu m²·K/W.



Gubitak toplote nastao provođenjem toplote



Prikaz jedinice toplotne provodnost kroz materijal

Ovaj otpor se da izračunati pri čemu se debljine slojeva pojedinačnih slojeva građevinskih dijelova (vidi primjer) podijeli sa relevantnom vrijednosti

provodne sposobnosti toplote, matematički izraženo:

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Iz ove formule proizilazi potom zaključak da je otpor jednog građevinskog dijela prema gubitku toplote utoliko veći ukoliko su debljine sloja veće i ukoliko je manja sposobnost za provodnost toplote građevinskih materijala.

Što je veći otpor na propusnost toplote R, utoliko je bolja toplotna izolacija.

Otpor se obračunava iz:

$$R = \text{Debljina sloja } d / \text{Sposobnost toplotne provodnosti } \lambda$$

1.16.3. U-vrijednost (koeficijent prolaznosti toplote, prije k-vrijednost)

Kako bi se građevinski dijelovi mogli procijeniti s obzirom na njihovu energetska uštedu, mora se ukupan toplotni transport posmatrati od jednog zračnog prostora kroz građevinski dio prema ponovo sljedećem graničnom zračnom prostoru.

Zbog toga su u U-vrijednosti pored gore opisanog otpora na propusnost toplote R sadržani otpori prelaza toplote R_{si} i R_{se}). Isti uzimaju u obzir prelaz toplote od zraka iz prostorije prema građevinskom dijelu (R_{si}) i prelaz od površine građevinskog dijela prema vanjskom zraku (R_{se}).

Prema njemačkoj industrijskoj normi DIN 4108 može se pojednostavljeno računati sa vrijednostima $R_{si}=0,13\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ i $R_{se}=0,04\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (izuzetak: na zemljište/tlo granični zidovi ($R_{se}=0$)).

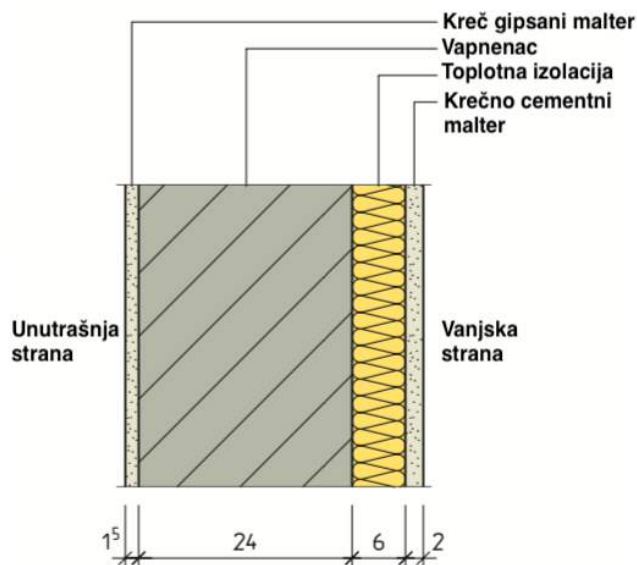
U-vrijednost se da obračunati sada na sljedeći način:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{0,13\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W} + R + 0,04\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}} = \frac{1}{0,17\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W} + R}$$

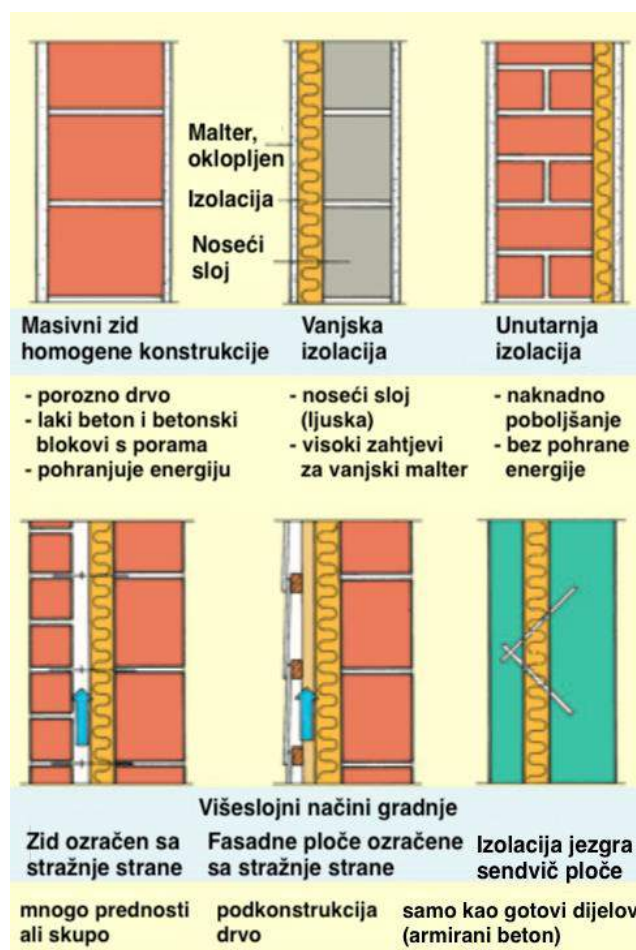
Jedinica U-vrijednosti je navedena sa $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. U riječima se dakle pod koeficijentima prolaznosti toplote U smatra količina toplotne energije (u Wh) koja se u jednom satu prenese kroz 1m^2 jednog građevinskog dijela, kada između obostrano graničnih temperatura zraka postoji razlika od 1K.

Primjer:

Obračun otpora propusnosti toplote R kod jednoslojnog zida:



$$R = 0,015\text{m}/0,7\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) + 0,24\text{m}/0,7\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) + 0,06\text{m}/0,035\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) + 0,02\text{m}/0,87\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) = 2,10\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$



Toplotna izolacija zidova

U -vrijednost (koeficijent prolaznosti toplote U) pojedinih građevinskih dijelova određuje toplotnu zaštitu ovojnice zgrade.

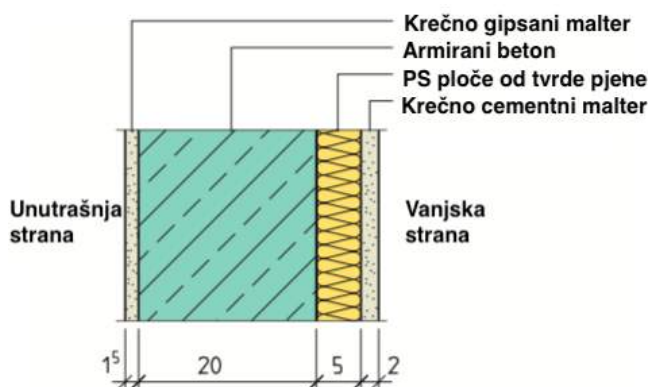
Što je manja U -vrijednost, utoliko veće su vrijednosti uštede energije.

Ona se da obračunati po sljedećoj formuli:

$$U = \frac{1}{0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} + R} \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$$

Primjer:

Obračunajte koeficijente prolaznosti toplote za prikazani vanjski zid:



Otpor propusta toplote R :

$$R = \frac{0,015 \text{ m}}{0,87 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}} + \frac{0,20 \text{ m}}{2,1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}} + \frac{0,06 \text{ m}}{0,030 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,87 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}} = 2,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Koeficijent propusnosti toplote:

$$U = \frac{1}{0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} + 2,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}} = 0,43 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

U -vrijednost ovog vanjskog zida iznosi 0,43 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Sažetak

Građevinska toplotna zaštita pokušava da spriječi da se toplota može izgubiti zbog dobre provodnosti građevinskih materijala. Dodatno se mora povećati otpor jednog građevinskog dijela prema propusnosti toplote kako se toplota na taj način ne bi jednostavno mogla izgubiti. Ovo se može postići korištenjem toplotnih izolacijskih materijala (loša sposobnost na provodnost toplote) i odgovarajućom debljinom sloja građevinskih dijelova.

Sljedeće veze su krajnje važne:

- Što je manja **sposobnost provodnosti toplote** λ , utoliko manja je toplotna provodivost.

- Što je manja sposobnost provodnosti toplote λ i što je veća debljina sloja d , utoliko je veći **otpor propusnosti toplote** R .

- Što je veći otpor propusnosti toplote R (=debljina sloja d /sposobnost propusnosti toplote λ), utoliko bolja je toplotna izolacija.

Koliko dobra je zaista toplotna zaštita jedne zgrade, da se potom odrediti sa U -vrijednosti, pri čemu važi:

- Što je manja U -vrijednost utoliko veće su vrijednosti uštede energije.

$$- U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} + R}$$

1.17. Zvuk

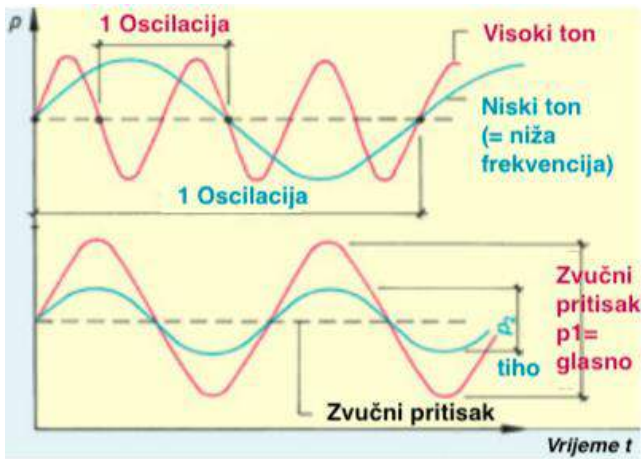
Povećano opterećenje uzrokovano bukom vodi do ozbiljnih oboljenja (npr. oštećenja sluha, ali i nervnog sistema sa posljedicom srčanih, cirkulacijskih i tegoba sa stomakom (želucem). Zbog toga je važno da se smanji nivo buke u zgradama i da se stanovništvo štiti prikladnim konstrukcijama.

Zvuk nastaje mehaničkim oscilacijama i talasima koji se mogu širiti u čvrstim, tečnim ili gasovitim materijalima. U pravilu dopjeva zvuk preko zraka u naše uho i tamo se transformira u signale koji u mozgu pokreću određene reakcije i osjetljivosti. O *buci* se govori onda kada se zvuk osjeća kao smetnja.

Jačina tona koja se proizvodi zvukom označava se kao *nivo buke* (Oznaka dB = decibel), on je takođe mjera za jačinu šuma.

Nivo buke (trajni uticaj)	Dejstvo na ljude
35-40 dB	Poremećaji sna
preko 50 dB	Otežan duhovni rad
75-80 dB	Povećanje krvnog pritiska, probavne smetnje itd.
preko 90 dB	Agresivnost, naglušost

Uticaj buke na ljude



Prenos zračnog i tjelesnog zvuka

Šum	A-nivo buke u dB (A)
Mirna prostorija, noću	10...20
Mirna prostorija, danju	25...30
Tihi govor	50
Normalan govor	60
Glasnoća sobe	60...70
Saobraćajna buka	70...80
Ulica sa frekventnim saobraćajem	80...90
Mješalica za beton, vibrirajuća ploča	90...110
Disko	90...110
Zračni čekić za presovanje	100...120
Granica bola	120

Nivo buke različitih izvora zvuka

U zgradama se zvuk može prenositi na različite načine:

- **zračnim zvukom**, na način da se zvuk širi kroz zrak (npr. saobraćajna buka koja prodire u kuću),
- **zvukom tijela**, na način da se zvuk širi u čvrstim materijalima (npr. kucanjem i čekićanjem na pokrivicama ili zidovima) i – **zvukom koji nastaje koraćanjem** kao formom zvuka koji nastaje tijelom. On nastaje npr. hodanjem po stropovima i pokrivicama i on se može nastaviti ne samo kroz te stropove i pokrive već i kroz pogranične građevinske dijelove.

1.17.1. Zaštita od buke

Zaštita od buke može uslijediti: *gutanjem zvuka* ili *izolacijom zvuka*.

Gutanje zvuka ublažava energiju buke na način da porozni građevinski materijali na zidovima, stropovima i tlu nekog prostora ne reflektiraju zvuk (odbacivanje), već apsorbiraju (gutanje).

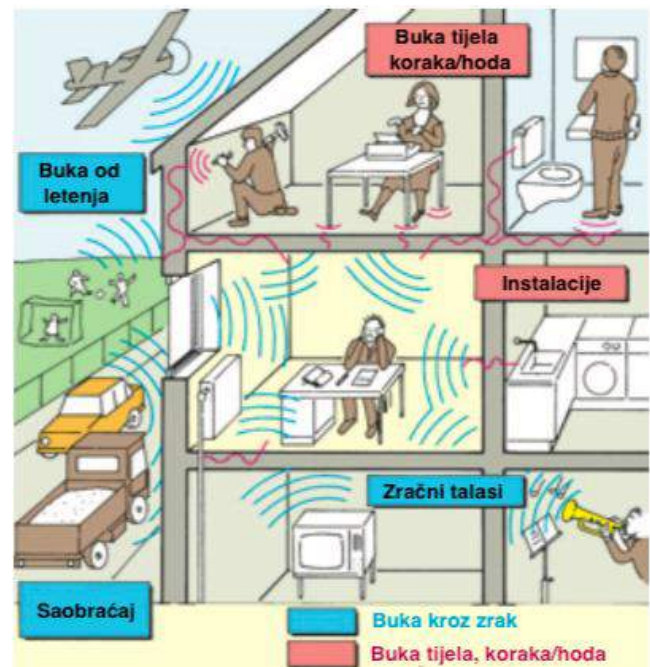
Ova zaštitna mjera od buke se postiže npr. upotrebom ploča od drvenih vlakana ili specijalnih akustičnih ploča na zidu ili stropu. Njihova porozna površina posjeduje mnoge male otvore koji gutaju nadolazeće zvučne talase i na taj način smanjuju zvučnu energiju u sobi.

Zvučna izolacija znači, da se zvučna energija kod prolaska kroz tijelo (npr. zid, krov) smanjuje.

U vezi sa građevinskim planiranjem to znači da se moraju koristiti određene konstrukcije i radni materijali kako bi se postigao što veći mogući obim zvučne izolacije. Pri tome se u njemačkoj industrijskoj normi DIN 4109 utvrđuju vrijednosti zračne i izolacije zvuka nastale korakom (= mjera zvučne izolacije) koje se mora pridržavati prilikom gradnje kuće.

Razlikuju se sljedeće konstrukcije pri obračunu:

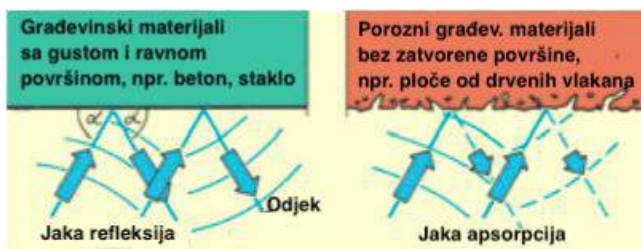
Zvučna izolacija (koja se prenosi) zrakom kod jednoslojnih građevinskih dijelova



Različite vrste buke

Budući da lagani građevinski elementi suosciliranjem samo malo ublažavaju zvučne prenose iz jedne u drugu prostoriju, važi sljedeće: što je teži građevinski materijal utoliko bolja je zvučna izolacija zrakom. Mjeru zvučne izolacije

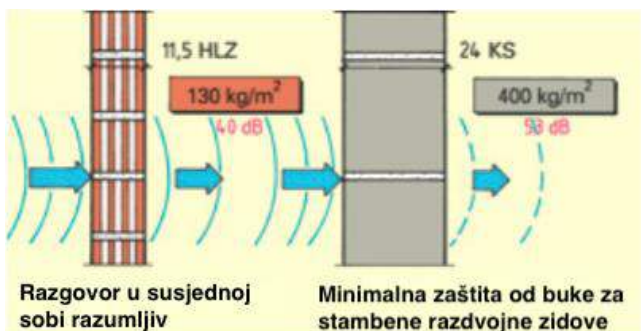
dakle bitno određuje masa površine (masa površine = sirova gustoća u $\text{kg/m}^3 \cdot$ debljina sloja u m).



Apsorpcija i refleksija buke ovisi o površini



Zvučna zaštita različitih vrsta zidne gradnje



Značenje površine mase jednoslojnih građevinskih dijelova

Isolacija od buke kod dvoslojnih građevinskih dijelova

Kod dvoslojnih građevinskih dijelova se ne može jednostavno posmatrati samo masa, moraju se posmatrati ostali konstrukcijski detalji (npr. odvajanje (=razdvajanje) pojedinih građevinskih dijelova, ispunjavanje šupljih prostora sa izolacijskim pločama od vlakana).

Razlikuju se tri konstrukcije:

- Dva blago savitljiva sloja (npr. od gipsanih ploča sa slojem izolacijskog materijala)
- Blago savitljivi prednji sloj prije teško savitljivog zida (npr. ploče od drvene vune, sa četverostranim drvenim gredama na zidnoj građevini od kamene cigle (od krečnjaka i pijeska)
- Dva teška kruto savitljiva sloja sa prolazećom razdvojnog fugom (npr. puna cigla sa minimalno 3 cm razmaka, prazan prostor sa fugama mora na cijeloj površini biti ispunjen izolacijskim pločama od vlakana).

Kod svih izvedbi se mora brižljivo voditi računa o tome da ne nastanu *mostovi buke*. Tako se ne smiju npr. kod jednoslojnih građevinskih dijelova štemati (podešavati) rascjepi u zidu ili udubljeni otvori kod dvoslojnih dijelova se moraju izbjegavati neželjene veze (npr. pomoću maltera).

1.17.2. Zračna izolacija zvuka na krovu

Kod jednoslojne krovne gradnje važe ista pravila kod kod jednoslojnog zida. Kod ravnih krovova se smije uzeti u obzir masa šljunkastog sitnog materijala kod zvučne izolacije. Kod nakošene, višeslojne krovne gradnje su izolacijske vrijednosti ovisne o gustoći pokrova krova (npr. ploče od cementnih vlakana = visoka gustoća), o visini rogova ili unutarnjoj oplati na međuletovima (= zračni sloj kroz krovne ploče između izolacijskih ploča i unutrašnje oplata od gipsanih ploča).

Zvučna izolacija nastala koračanjem na masivnim pokrivačima/stropovima

Za zvučnu izolaciju koja nastaje koracima na masivnim pokrivačima prikladan je naročito *plivajući (krovni) pod/pločnik*, budući da on najviše sprečava prodiranje buke nastale pokretima tijela u krovno-podnu konstrukciju, konstrukciju stropa. I ovdje važi da se brižljivom izvedbom moraju spriječiti zračni mostovi koji prenose buku, npr. polaganjem izolacijskog sloja sa rubnom trakom između zida i pločnika/krovnog poda.

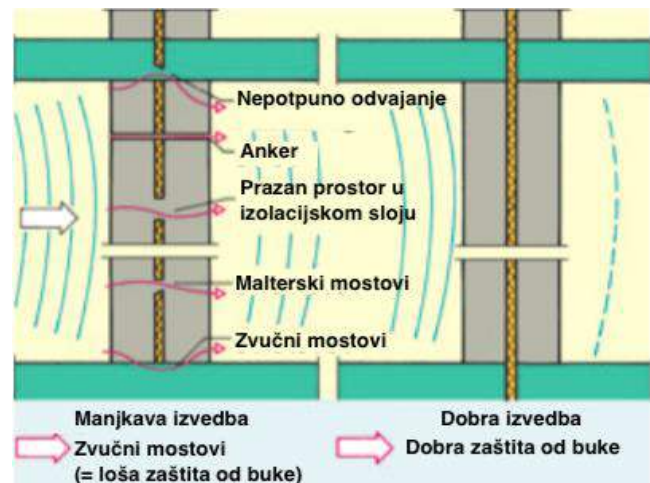
Zvuk nastaje putem oscilacija, razlikuju se zvuk koji nastaje prenosom zraka (zračni zvuk), zvuk od koraka i zvuk od tijela.

Zaštitne mjere za zaštitu od buke se mogu sastojati od gutanja buke (= korištenje poroznih

građevinskih materijala) ili izolacijom od buke (kod jednoslojnih građevinskih dijelova = velike površinske mase; kod dvoslojne izvedbe = razdvajanje pojedinačnih slojeva).



Vrste dvoslojnih zidova



Dvoslojni razdvojni zid



Ovisnost mjere zvučne izolacije i mase

1.18. Vлага i zaštita od vlage

Vlaga može na različite načine dospjeti u zgradu: **kišom**, **vlagom iz tla** ili **vodenom parom**. Pri tome vlaga može napasti i uništiti kako građevinske materijale (npr. korozija kod čelika, rascvjetavanja kod maltera, truljenje i gljivice kod drveta) kao i prouzrokovati napad gljivica koji ponovo može izazvati ozbiljne zdravstvene štete. Zbog toga je već u trenutku planiranja krajnje važno odabrati prikladne građevinske materijale i konstrukcije koji štite zgradu od vlage. Kod izvođenja radova se od građevinaru zahtjeva da sa najvećom brižljivošću realizira planove, jer i ovdje mogu već male neopreznosti izazvati ozbiljne građevinske štete.

1.18.1. Vлага

Vlaga je hemijski i fizikalno gledano uvijek jedan oblik vode koji ima različite pojavne forme. Ova forma je ovisna o temperaturi:

čvrsto ($< 0^{\circ}\text{C}$, led), tečno ($> 0^{\circ}\text{C}$, voda) ili gasovito ($> 100^{\circ}\text{C}$, para).

Dok zaštita od kiše, leda i grada može biti prilično jednostavno napravljena određenom

konstrukcijom (npr. istureni dio krova ili predslaj vanjske fasade), moraju se kod zaštite od vlage iz tla i vodene pare najprije uzeti u obzir fizikalne okolnosti.

Protiv okomite kiše i grada štite konstruktivne mjere kao što su krovne izbočine i predslajevi na zidovima.

1.18.2. Stvaranje kondenzovane vode

Zrak koji nas okružuje sadrži uvijek određeni dio vodene pare koji se označava kao vlaga zraka i može se mjeriti u g/m³. Budući da se najprije radi o činjenično postojećoj količini vodene pare, govori se o *apsolutnoj vlažnosti zraka*. Ovaj udio vlage je utoliko veći što je veća temperatura. Prijem vlage putem zraka je ipak ograničen, ona ima maksimalnu moguću vrijednost, *maksimalnu vlažnost zraka*. Ova vrijednost se određuje ovdje prikazanom krivuljom zasićenja.

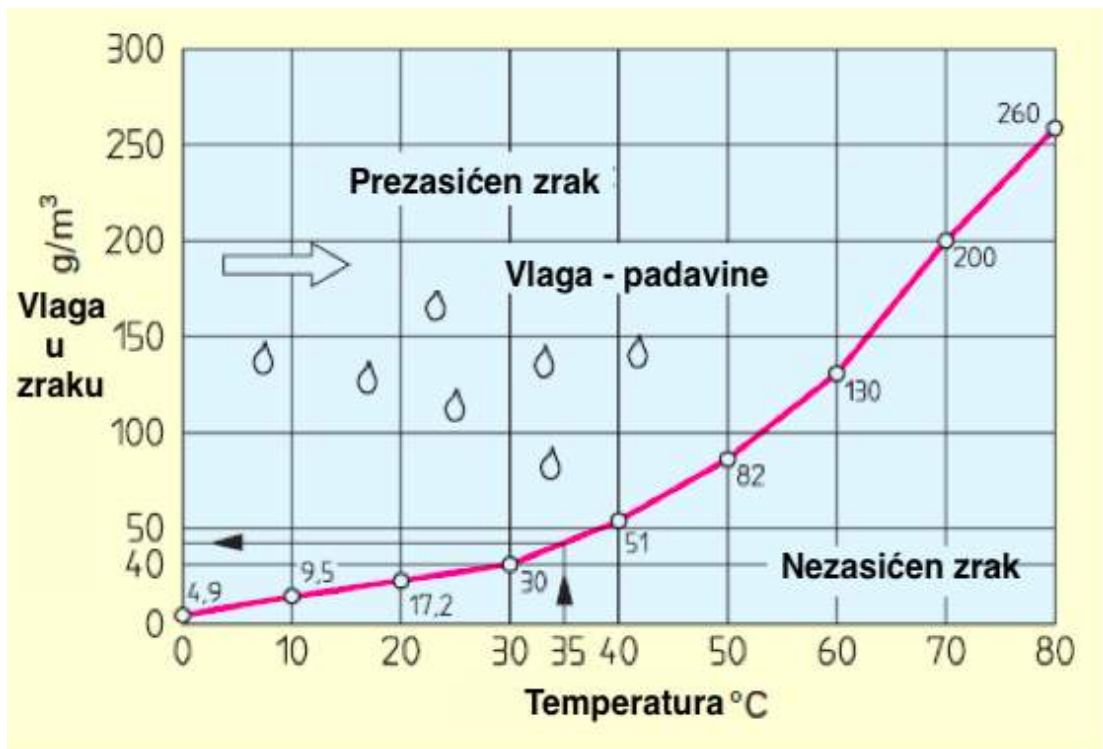
Stavi li se sada apsolutna vlaga zraka u odnos prema maksimalnoj, na taj način se dobija iz toga *relativna vlažnost zraka*, ϕ (veliko Phi), matematički izraženo:

$$\text{Relativna vlažnost } \theta[\%] = \frac{\text{Apsolutna vlažnost zraka } \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^3} \right] \cdot 100\%}{\text{Maksimalna vlažnost zraka } \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^3} \right] \cdot 100\%}$$

Relativna vlaga zraka se može pri istoj zadržavajućoj apsolutnoj količini vodene pare promijeniti uslijed oscilacija temperatura.

Prilikom smanjenja temperature približava se maksimalna vlažnost zraka vrijednosti apsolutne. Kada su obje postigle istu vrijednost, iznosi relativna vlaga odgovarajućih 100%. Kod daljeg hlađenja zrak ne može više primiti vodu, on se

dalje razdvaja u kondenzovanu vodu. Temperatura kod koje se to dešava se označava kao temperatura kondenzovane vode. Kondenzovana voda dovodi kod građevinske konstrukcije bez odgovarajuće zaštite do stvaranja vlage pri čemu se ograničava toplotna izolacija i mogu prouzročiti teška građevinska oštećenja



Sadržaj vlage u zraku, linija zasićenja

1.18.3. Difuzija vodene pare

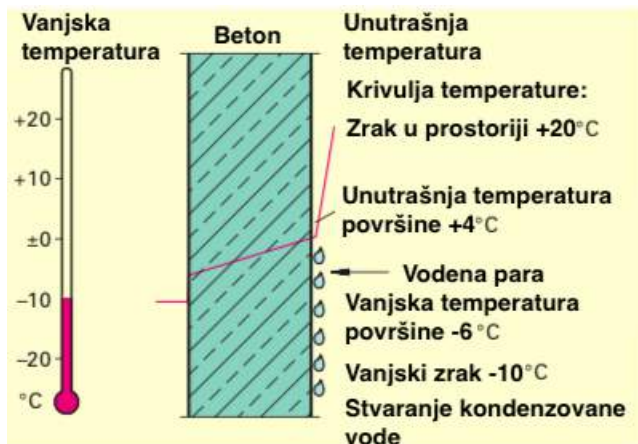
Zrak posjeduje određenu masu, litar zraka teži oko 1,3 g. Putem ove mase se na površinu zemlje obavlja izvjestan pritisak. Slično se dešava sa vodenom parom, i ona obavlja u zraku pritisak, **parni pritisak**. Isti je ovisan kako od temperature tako i od vlage zraka. Sa povećavajućom temperaturom raste parni pritisak, tako da npr. zimi zagrijana zgrada posjeduje veći parni pritisak nego vanjski zrak.

Ovaj visoki unutarnji pritisak nastoji da se prilagodi niskom vanjskom pritisku. Pri tom izravnavanju pritiska kreću se djelići vodene pare kroz građevinske dijelove, ta radnja se označava kao **difuzija vodene pare**.

Posljedica difuzije vodene pare

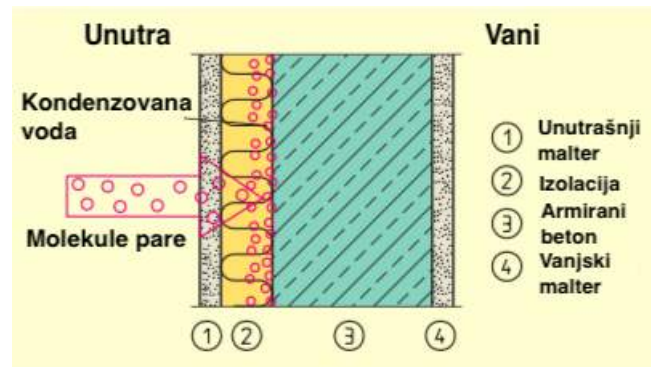
Zimi opada temperatura u građevinskom dijelu (npr. zid) iz unutrašnjosti prema vani. Istovremeno može zbog toga relativna vlažnost zraka u građevinskom dijelu tako porasti da se postigne tačka nastanka kondenza i da dođe do ispada uzrokovanog kondenzovanom vodom. Kada ta kondenzovana voda sada tačno uđe u sloj toplotne izolacije, kroz nju će proći vlaga i ista će izgubiti svoje izolacijsko svojstvo.

Količina i mjesto kondenzovane vode se daju računarski i grafički odrediti pomoću „Glaser dijagrama“.



Nastanak kondenzovane vode na jednoslojnom građevinskom dijelu

Brzina i količina sa kojom stoji vodena para ovisi bitno o **difuzionom otporu** pojedinih građevinskih dijelova. Pri tome posjeduju porozni materijali vrlo mali otpor dok debeli materijali (prije svega nastali iz procesa topljenja) kao staklo i limovi su otporni na paru.



Stvaranje kondenzovane vode kod unutrašnje izolacije

1.18.4. Zaštita od gubitaka/šteta uslovljenih kondenzovanom vodom

Kako bi se zaštitila konstrukcija od kondenzovane vode, vrše se zahtjevni obračuni od strane inženjera koji obavljaju planiranja. Za građevinskog radnika pak zbog prethodno navedenih fizikalnih procesa proizilaze temeljna pravila, kako se građevinske štete mogu izbjeći:

- Vodena para se sprečava parnom branom da prodre naprijed u hladnije poprečne nivoe (u kojima dolazi do gubitaka uslovljenih kondenzovanom vodom). Uz to se postavlja **parna brana na unutrašnjoj strani**, dakle toploj strani. Ista se može sastojati npr. od aluminijske folije ili PE folije.
- Pokretni sloj zraka prije gustog vanjskog sloja odvodi vodenu paru brzo prema vani.
- Difuzioni otpor pojedinačnih građevinskih materijala koji se koriste u jednoj konstrukciji, bi se trebao smanjivati iz unutrašnjosti prema vani, tako da vodena para može brzo izlaziti napolje (broj otpora μ malo m^2) se može pronaći za svaki građevinski materijal u tabelama).

On navodi, koliko je veći difuzioni otpor jednog građevinskog materijala spram sloju zraka iste debljine.

Što je niža vrijednost utoliko manja je vodena para na putu od toplije prema hladnijoj strani. Vrijednosti $\mu = 10$ pokazuju dobru difuzionu sposobnost za vodenu paru. Od $\mu=50...500$ se ograničava parna difuzija, od $\mu=1500$ djeluje materijal vodootporna na paru, od $\mu=100.000$ je zadihtovan (nepropustan) na paru.

Primjer:

1. Zrak sadrži pri temperaturi od 15 °C prema probnim mjerenjima 9,4 g/m³ vodene pare. Prema formuli na strani 535 da se izračunati relativna vlažnost na sljedeći način (LF = vlažnost zraka):

Apsolutna LF = 9,4 g/m³

Maksimalna LF (iz dijagrama sadržaj vlage u zraku) = 13,3 g/m³

Relativna LF = $\frac{9,4 \text{ g/m}^3}{13,3 \text{ g/m}^3} \cdot 100\% = 70\%$

Relativna LF iznosi dakle 70%, zrak može primiti još 30% vodene pare.

2. Kada se zrak sada ohladi na 10 °C, može on primiti manje vlažnosti, kod 10 °C su prema dijagramu 9,4 g/m³, apsolutna LF ostaje ipak sa 9,4 g/m³ konstantna.

Apsolutna LF = 9,4 g/m³

Maksimalna LF = 9,4 g/m³

Relativna LF = $\frac{9,4 \text{ g/m}^3}{9,4 \text{ g/m}^3} \cdot 100\% = 100\%$

Zrak je sada sa 100% relativnom LF u potpunosti zasićen.

3. Kada se zrak sada dalje ohladi na 5 °C onda on ne može više akumulirati/čuvati vlažnost, pošto je zasićen sa 100% relativnom vlažnošću. On odvaja višak vode kao kondenzovanu vodu. Količina nadolazeće vode se može izračunati:

Apsolutna LF iznosi i dalje 9,4 g/m³, maksimalna LF pri 5 °C prema dijagramu 7,2 g/m³ iz čega slijedi 9,4 g/m³ – 7,2 g/m³ = 2,2 g/m³.

Pri temperaturi od 5 °C se pri postojećoj apsolutnoj LF od 9,4 g/m³ ukupno odvaja 2,2 g kondenzovane vode po 1 m³ zraka.

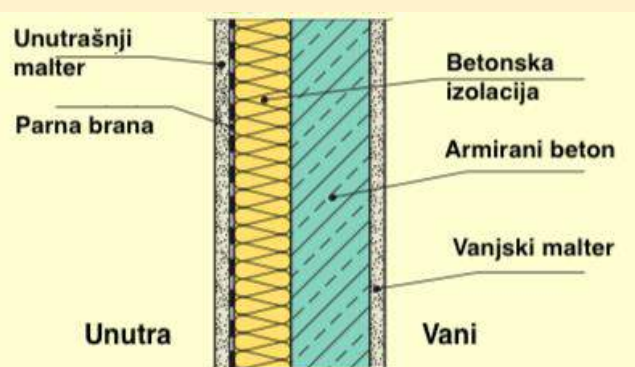
1.18.5 Sd-vrijednost

Propusnost vodene pare kod građevinskih materijala se opisuje brojem otpornosti na vodenu paru - μ .

Za građevinske dijelove važi da sposobnost difuzije ovisi od korištenih materijala i debljini sloja.

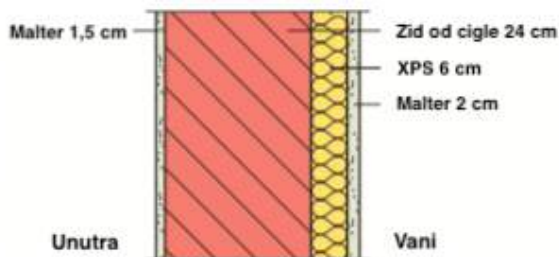
Ovo stanje stvari se dodaje sa difuzijski ekvivalentnom debljinom sloja zraka S_d, takozvanom S_d-vrijednosti, opisano i obračunato kako slijedi: $S_d = \mu \cdot d$ (m). Kod višeslojnih građevinskih dijelova se dodaju S_d-vrijednosti.

S_d vrijednost navodi koliko vodene pare difundira kroz građevinski dio



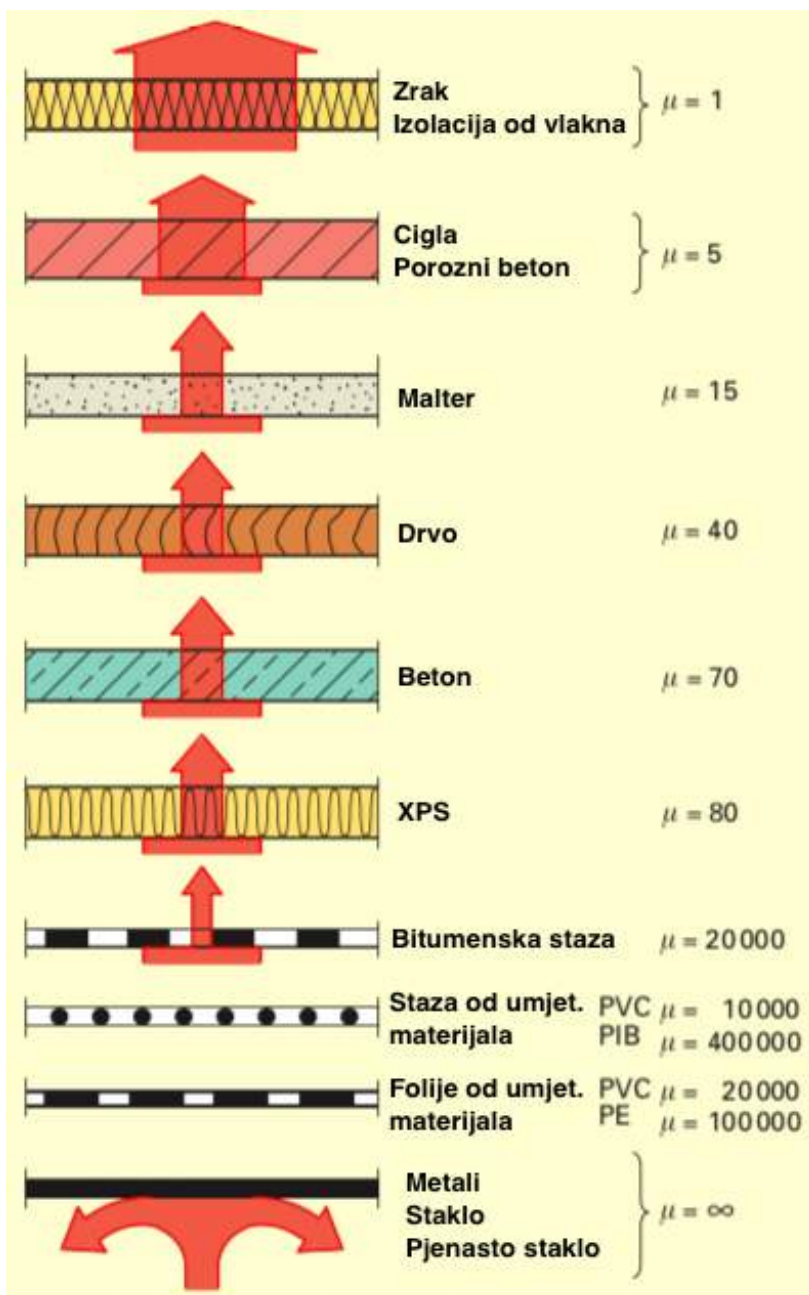
Parna brana sprečava stvaranje kondenzovane vode

Primjer: Vanjski zid



Difuziono ekvivalentna debljina sloja zraka S_d iznosi 6,53 m (Za zidove važe S_d vrijednosti između 4 m i 7 m kao posebno povoljni).

Obračun s_d vrijednosti: $s_d = 15 \times 0,015 \text{ m} + 5 \times 0,24 \text{ m} + 80 \times 0,06 \text{ m} + 15 \times 0,02 \text{ m} = 6,53 \text{ m}$



Broj otpora difuzije vodene pare μ , bezdimenzionalni broj

1.18.6. Posljedice po krovnu konstrukciju

Nakošeni krovovi

1. Prozračeni krov

Vlaga se odvodi putem ozračivanja. Difuzioni otpor s unutrašnje strane mora iznositi $s_{d,i} \geq 2 \text{ m}$.

Ukoliko se ova vrijednost ne postigne potreban je računski dokaz. Zbog toga bi građevinski zanatlija trebao pokušati da se pridržava te vrijednosti

2. Neprozračeni difuziono otvoreni krov

Zaštita od kondenzovane vode važi kao ispunjena, kada za izgradnju važi: unutrašnji difuzioni otpor $s_{d,i} \geq 2 \text{ m}$ i vanjski difuzioni otpor $s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m}$, odn. $s_{d,i} \geq 1 \text{ m}$ i $s_{d,e} \leq 0,1 \text{ m}$.

3. Neprozračeni krov koji sprečava difuziju

Zaštita od kondenzovane vode važi kao ispunjena kada unutrašnji sloj pokazuje najmanje 6-struki difuzioni otpor vanjskog sloja.

4. Neprozračeni difuziono nepropusni krov

Krov važi kao difuziono nepropustan kada unutrašnji difuzioni otpor iznosi najmanje **$S_{d,i} \geq 100 \text{ m}$**

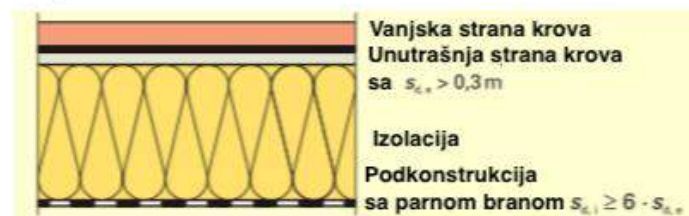
Nakošenost krova	Dužina roga	Minimalni poprečni rez zračenja	$S_{d,i}$ unutrašnje strane
$< 5^\circ$	$\leq 10 \text{ m}$	$\geq 5 \text{ cm}$	$\geq 100 \text{ m}$
$\geq 5^\circ$	$\leq 10 \text{ m}$	200 cm^2/m i 2 cm slobodna visina	$\geq 2 \text{ m}$



Prozračeni krov DN $> 5^\circ$



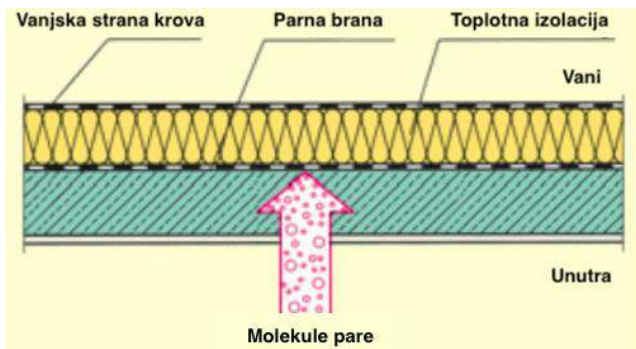
Neprozračeni difuziono otvoreni krov



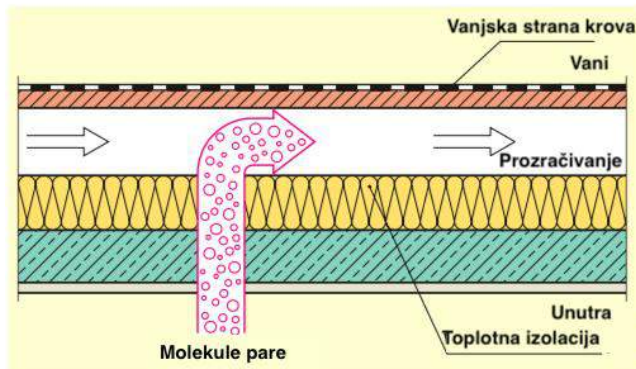
Neprozračeni difuziono nepropusni (dihtovani) krov



Neprozračeni krov koji sprečava difuziju



Jednoslojni, neprozračeni ravni krov (princip) ($s_d \geq 100$ m)



Dvoslojni, prozračeni ravni krov (princip)

Ravni krovovi

Za ravne krovove se nude dvije konstrukcijske mogućnosti koje sprečavaju prodiranje vlage:

- Kod jednog *jednoslojnog, neozračenog krova* se sloj koji je parna brana umeže toliko daleko u unutrašnjost da se na tom mjestu ne može pojaviti kondenzacija, dakle ispod sloja toplotne izolacije.

s_d -vrijednost mora biti 100 m veća, uporedivo sa nakošenim krovom.

- Kod jednog *dvoslojnog, ozračenog krova* se parno nepropusni vanjski dio krova ozračava sa stražnje strane tako da dijelici vodene pare mogu proći kroz taj sloj zraka u vanjski zrak. Dodatno se može ugraditi parna kočnica. Kao parne kočnice se koriste npr. bitumenske staze ili folije od umjetnog materijala.

Mora se postići s_d -vrijednost ≥ 100 m

Nepropusnost zraka

Kod prozračenih krovova je nepropusnost na vjetar unutrašnjeg sloja neophodna. Zato se postavlja sloj koji ne propušta zrak (u pravilu folije od umjetnih materijala ili postavljeni materijal od ploča koji ne propuštaju zrak) na unutrašnjoj strani toplotne izolacije. Nepropusnost zraka zahtjev brižljivo polaganje naročito u području udara, završetaka i propusnih otvora.

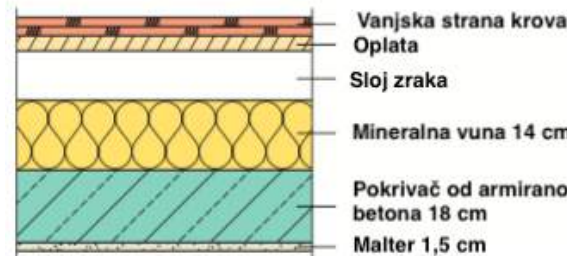
Šavna mjesta i mjesta učvršćivanja se moraju zalijepiti, pokriti ili zatvoriti.

Ovaj sloj je u pravilu identičan sa parnom branom.

Primjer 1:

Prozračeni krov ($DN > 5^\circ$), zahtjev: $s_d \geq 2$ m

Konstrukcija



Obračun:

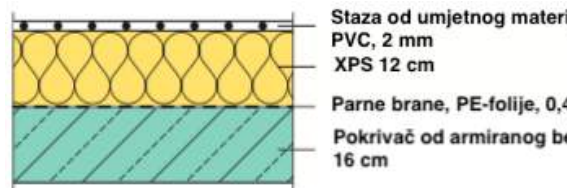
$$s_d = 1 \times 0,14 \text{ m} + 70 \times 0,18 \text{ m} + 15 \times 0,0015 \text{ m} = 12,6$$

Zahtjev je ispunjen. Računarski dokaz se može

Primjer 2:

Neprozračeni ravni krov, zahtjev: $S_d \geq 100$ m

Konstrukcija



Obračun:

$$s_d = 10000 \times 0,02 \text{ m} + 80 \times 0,12 \text{ m} + 100000 \times 0,4 + 70 \times 0,16 = 80,8 \text{ m}$$

Ova konstrukcija **ne** odgovara zahtjevima. Mora se uraditi odvojeni računarski dokaz ili npr. Koristiti

1.18.7. Mjerenje razlike u pritisku (Blower-door-mjerenje)

Postupkom mjerenja razlike u pritisku se može ispitati nepropusnost zraka ovojnice zgrade. Uz to se zatvaraju svi vanjski otvori, unutrašnja vrata Ipak ostaju otvorena.

Na ulaznim vratima postavljen i veliki ventilator usisava stalno zrak iz zgrade (ispitivanje podpritiska). Pri tome se mjeri koliko zrak struji iznutra prema vani.

Mjerna vrijednost ("n50-vrijednost") navodi koliko se često izmjenjuje volume zraka zgrade pri razlici pritiska od 50 Pa na sat.

Vrijednost n_{50} se ne smije prekoračiti I kod zgrada sa zračenjem prozora $3/h$ (3-struka zamjena zraka na sat) odnosno 1,5 h kod zgrada sa klima uređajima.

1.19. Lake građevinske konstrukcije

Konstrukcije na građevini igraju važnu ulogu. One su važne bez obzira radi li se o radnoj konstrukciji ili o **ZAŠTITNOJ KONSTRUKCIJI** kako za sigurnost lica koja rade na krovovima, tako i za zaštitu ljudi ispod konstrukcije od stvari koje padaju.

Propis o konstrukcijama u građevinarstvu

Ukoliko se pri radovima na visokogradnji prekorači visina pada od 3 m, onda se mora napraviti fasadna konstrukcija. Najviša prečnica (vodoravna greda) konstrukcije mora za vrijeme građevinskih radova konstantno prelaziti najvišu nezaštićenu ivicu od pada za najmanje 80 cm.

Osnovna znanja o radnim konstrukcijama i njihovim dijelovima su od prednosti radi sigurnosti svih zaposlenih lica na građevini.

U sljedećem dijelu su predstavljene prikladne radne skele za rad na ovojnici zgrade:

- Sistemski skela (Konstrukcija od elemenata)
- Konzolna skela (Konstrukcija od drveta)
- Skela sa stalkom (nogarama)

Gore imenovani tipovi skela se primjenjuju kao takozvane *lake radne skele* sa maksimalnom korisnom nosivostí od 2.00 kN/m^2 (200 kg/m^2).

Načelno se *sistemski skele* izrađuju od metalnih elemenata kao lake radne skele. Skele od drveta ili skele od čelične cijevi se rjeđe sreću.

Propisi o gradnji skela

Izrada skela postavlja visoke zahtjeve iz stručnog znanja licima koja sa njima obavljaju poslove. Važno je pridržavati se Propisa o građevinskim radovima (BauAV). Nadalje nadležne građevinske institucije mogu izdati i strože zakonske odredbe.

Sastavljač skele je odgovoran za pridržavanje propisa o građevinskim radovima (BauAV); on mora za vrijeme cjelokupnog trajanja postavljanja periodično nadzirati stanje skele i istu u svakom slučaju trajno održavati.

Propisi za korisnike skele

- Svaki korisnik treba svakodnevno se podvrgne vizuelnoj kontroli skele. Ukoliko ona pokazuje nedostatke, onda se ne smije koristiti.
- Na kovnim mjestima od metala koji spajaju skelu, kao i na pristupnim mjestima za penjanje i silaženje mora se ukloniti neprikladan ili opasan materijal, naročito otpad, snijeg i led.
- Korisna nosivost jedne radne skele mora se navesti na tabli koja je dobro vidljiva. Korisnik ne smije prekoračiti ovu korisnu nosivost.
- Korisniku jedne skele je zabranjeno da istu mijenja.
- *Putevi hoda lake radne skele se mogu opteretiti maksimalno sa 2.00 kN/m^2 (200 kg/m^2 korisne nosivosti).*

1.19.1. Sistemski skela

Sistemski skele su radne skele od metalnih elemenata. Sa elementima se da skela u najkraćem vremenu izgraditi i razmontirati. Svaka sistemski skela se sastoji iz nadalje opisanih osnovnih dijelova, koji se dopunjavaju u zavisnosti od proizvođača skela sa specijalnim dijelovima.

Dijelovi skele i njihova funkcija

1 - OKVIR SKELE

Zajedno zavarene čelične ili aluminijske cijevi prave okvire (ramove)skele koji se uklapaju jedan na drugi. Okviri (ramovi) skele prave oslonac za hodne dijelove skele. Okviri skele se moraju međusobno povezati sigurnosnim klinovima koji su s jednog kraja s glavom a s drugog kraja sa zavrtnjem (zakovicama, bolcnama) kada su vezni zatvarači (čepovi) kraći od 15 cm. Okviri (ramovi) skele se uvijek postavljaju vertikalno!

2 - KONZOLE

Konzole se montiraju po potrebi na okvire skele i proširuju hodni dio skele.

3 - GREDE OGRADE (RUKOHVATA)

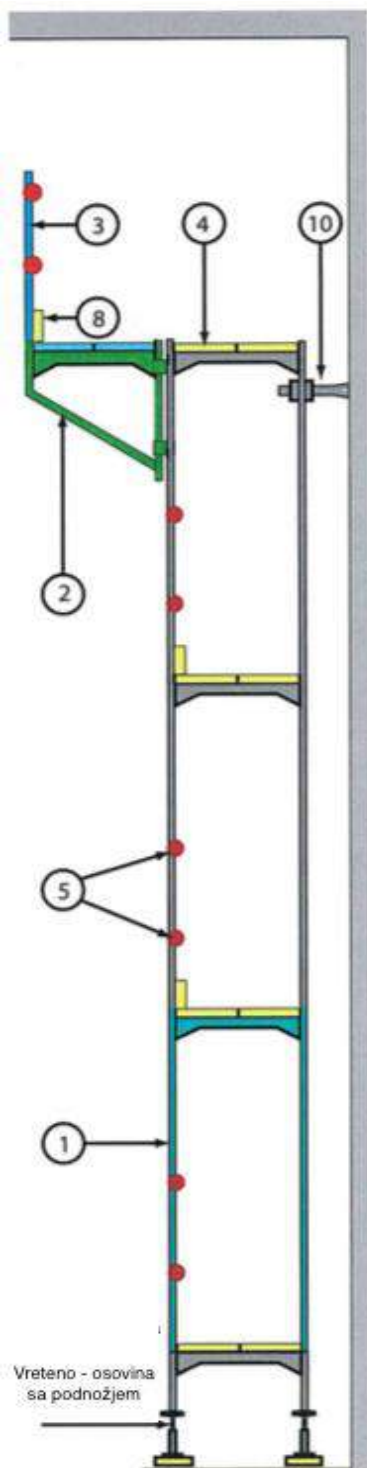
Iste se postavljaju uglavljanjem kod najvišeg hodnog dijela na okvire i prihvataju zaštitne oslonce i viseće (podne) daske. Sigurnosni zatvarači (čepovi) se moraju umetati kao kod okvira skele.

4 - HODNI DIO SKELE

Sastoji se uglavnom od drveta sa metalnim okovanim mjestima i montira se vodoravno

između okvira. Najmanja širina mora iznositi 60 cm. Praznine na hodnom mjestu smiju biti široke maks. 5 cm.

Razmak između fasade i oplata skele ne smije preći ni u jednoj fazi gradnje 30 cm!



Dijelovi sistemske skele (1)

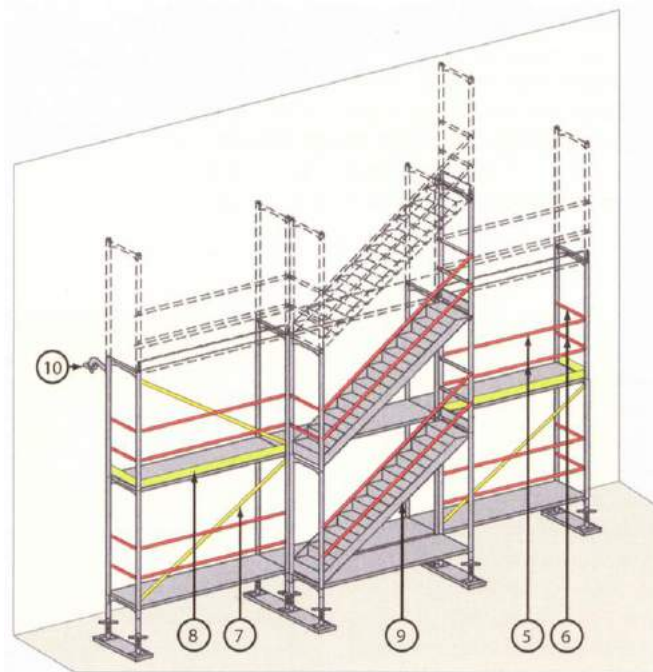
5 - ZAŠTITA ZA LEĐA (STRANIČNA ZAŠTITA)

Zaštita stranica se nanosi svugdje tamo gdje postoji opasnost od pada. Od dva metra visine hodne površine skele su propisane dvostruke ograde i viseće (podne) daske. Najviša prečnica

(greda) ograde, rukohvat (grudobran), mora biti montirana 1 m iznad hodne površine. Središnja prečnica nazvana i lajsna za zaštitu koljena se postavlja u sredinu.

6 - BOČNE ZAŠTITE

zatvaraju hodnu površinu sa prednje i stražnje strane. One se izrađuju kao stranična zaštita sa dvostrukom ogradom i podnom daskom.



Dijelovi sistema skele (2)

7 - DIJAGONALNI POTPORANJ

Kod skele bez ograde se postiže čvrstoća konstrukcije sa dijagonalnim potporanjem.

8 - PODNA DASKA

Ona se sastoji od daske visoke 15 cm koja se specijalnim spojka (klamericama) učvršćuje za hodnu površinu skele. Padanje predmeta koji leže na skeli se sprečava podnom konstrukcijom.

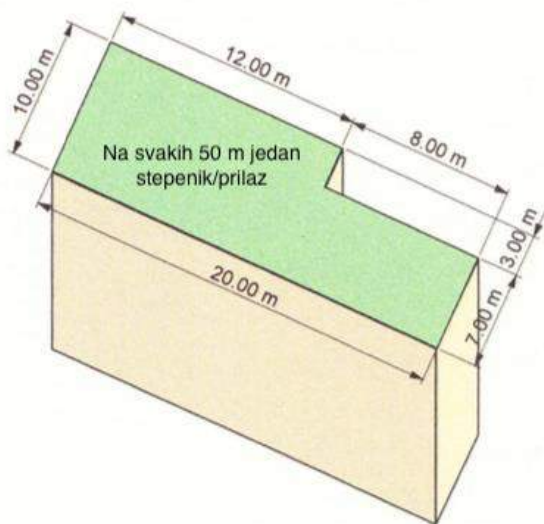
9 - STEPENICE

Svaka hodna površina se treba izraditi sa stepeništem. Za to služe stepenice ili ljestve. Okomite ljestve su dozvoljene samo do visine od 5 m, ako se montiraju ukoso moraju imati rukohvat. Broj stepenica jedne skele se da obračunati po sljedećoj formuli:

Dužina obima skele u metrima : $50 = \text{Broj pristupa}$ (zaokružen na sljedeći viši cijeli broj, npr. 1.3 postaje 2).

Npr. dužina obima skele = $10 + 12 + 3 + 8 + 7 + 20 = 60$ m

$60:50 = 1.2 \gg$ Potrebna su 2 stepenika/prilaza

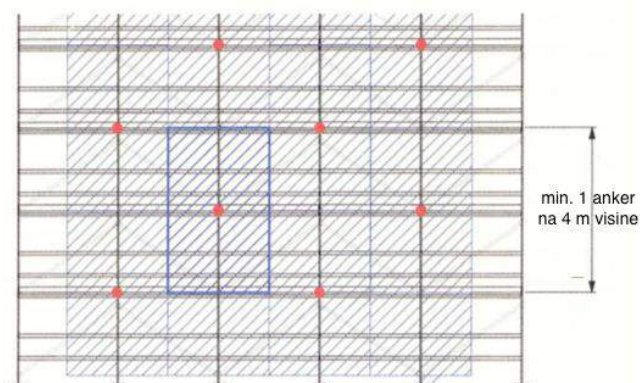


Stepenici/prilazi skele

10 - ANKEROVANJE (UČVRŠĆIVANJE ZATEGAMA, KOTVENJE)

Ankerovanja sprječavaju da konstrukcija skele padne. Oni moraju praviti vezu otpornu na povlačenja i pritisak između okvira konstrukcije skele i tačke učvršćivanja/zatezanja i biti raspodijeljeni preko cijele površine konstrukcije skel. Mjesta zatezanja (ankerovanja) se moraju poredati izmjenično jedna naspram druge po visini. Broj se može kod neobložene (neopremljene) konstrukcije skel odrediti na sljedeći način:

Kod svakog tornja okvira skele se postavlja minimum 1 anker na 8 m visine. Obložene (opremljene) skele moraju pokazati dvostruki broj ankera (učvršćivača).



Ankeri kod opremljene konstrukcije skele
Minimalno 1 anker na 4 m visine.

Oplate konstrukcije skele

Oplate koje propuštaju zrak od finih umjetnih mreža se koriste kao laka zaštita od vremenskih prilika i generalno za zaštitu lica.

Oplate KOJE NE PROPUSHTAJU ZRAK kao plastične folije ili cerade nude optimalnu zaštitu od vremenskih prilika; ali se istovremeno jako povećava opterećenje konstrukcije skele zbog uticaja vjetra (usisavanje/pritisak).

Broj ankera (učvršćivača) se mora najmanje udvostručiti!

Spojke

Spojke se sastoje od očinčanog čelika i služe za učvršćivanje ili vezivanje cijevi konstrukcije kada su one npr. potrebne kod ankerovanja ili u uglovima. One se mogu fiksno montirati na cijev sa klemama (spojkama) ili vijcima. Postoje spojke za pravougaone, uspravne ili obrtne spojeve.

1.19.2. Noseća konstrukcija skela sa stalkom/nogarama – "koza"

Za manje radove na relativno nižoj visini kao na primjer za pogled odozdo koristi se rado noseća konstrukcija skele sa stalkom (nogarama).

Budući da se skele uglavnom koriste za kratko vrijeme se prilikom postavljanja nažalost često premalo brižno radi. Naročito fundamenti i podupiranje greda se izvodi vrlo manjkavo, što potom vodi do opasno nestabilne, klimave skele.

Noseće konstrukcije skele sa stalkom i nogarama postoje u najrazličitijim izvedbama:

- Zidarske kozice od drveta visine oko 1 m
- Skele sa stalkom i nogarama na izvlačenje do oko 2 m
- Skele sa stalkom i nogarama na izvlačenje i odvrtnanje do oko 4 m, sa okvirom na pripadanjem (postavljenjem odozgo) do 6 m.

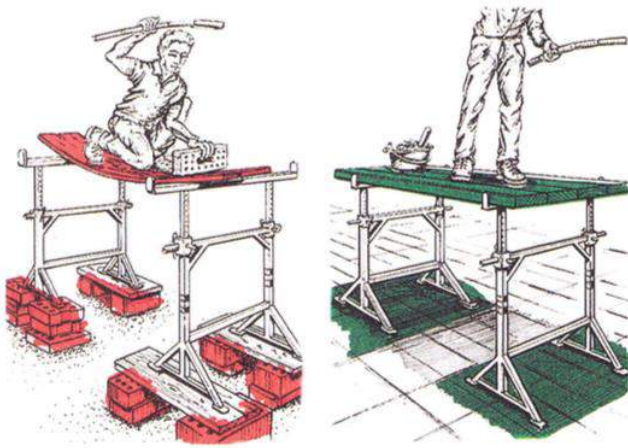
U širini mjere skele sa stalkom i nogarama između 80 i 120 cm.

Propisi

Stabilnost stalaka i nogara mora biti osigurana u svim pravcima i moraju se osigurati protiv pomjeranja.

U odnosu na razmake pojedinačnih konstrukcija skela sa stalcima i nosačima jednih prema drugima i jačini, širini i svojstvima (podnih) oplata (prevlaka) važe isti propisi kao i kod konzolne konstrukcije skele.

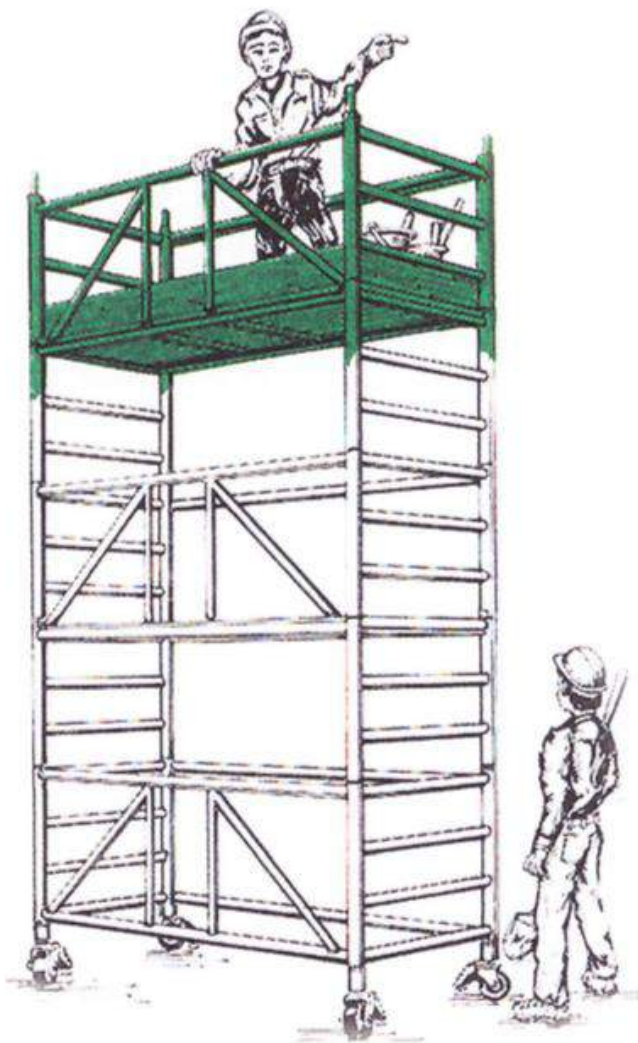
Od 2 m visine hodne površine konstrukcije se postavlja stranična zaštita.



Noseća konstrukcija skele sa stalkom i nogarama

1.19.3. Skele sa pokretnom konstrukcijom

Pokretna noseća skela se može pomjerati na točkicama. Sastavlja se višestruko od elemenata u željenoj visini.



Pokretna noseća konstrukcija (skela)

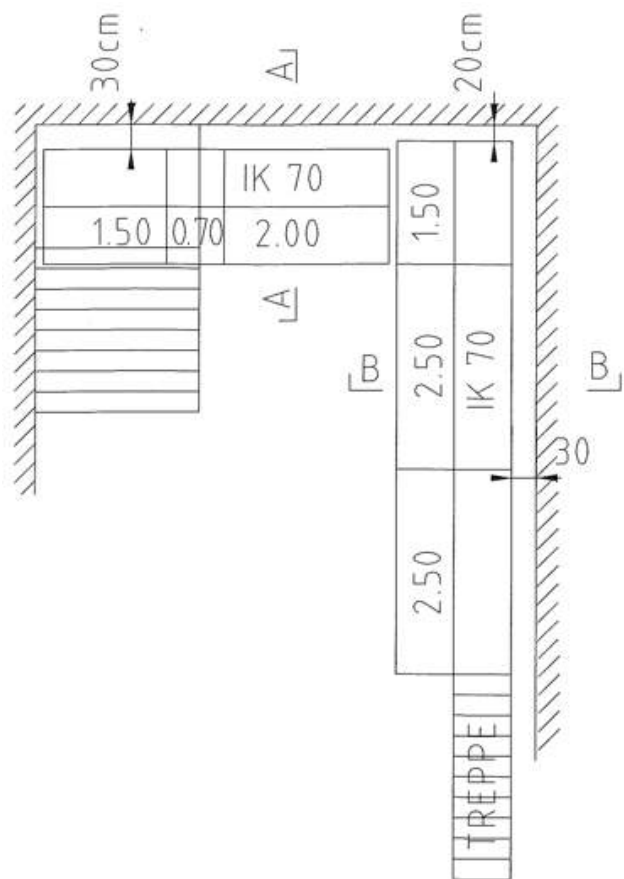
Pokretne skele su naročito prikladne za kratke upotrebe na mjestima sa dobrom pristupačnošću i ravnim tlom.

Pokretne skele moraju se ispitati prije korištenja na svoju sigurnosnu stabilnost!

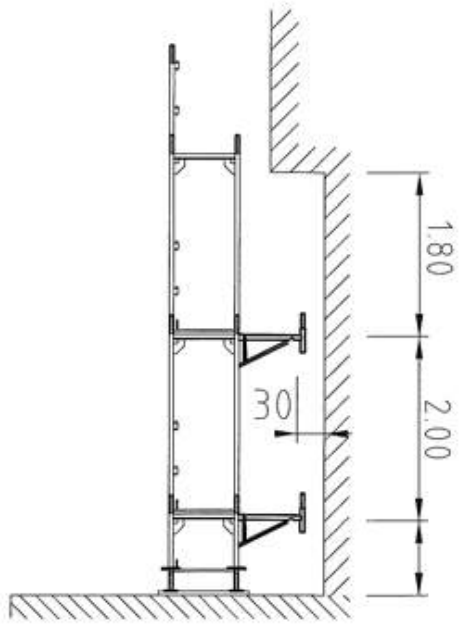
Naročito svojstvo tla mora odgovarati opterećenju koje se očekuje. Ne koristiti pomoćne staze kretanja kao npr. sa uskim daskama, koje leže na klimavim podlogama. Svi točkovi se prije korištenja skele moraju blokirati!

Prilikom pomjeranja pokretne skele se niko ne smije nalaziti na konstrukciji.

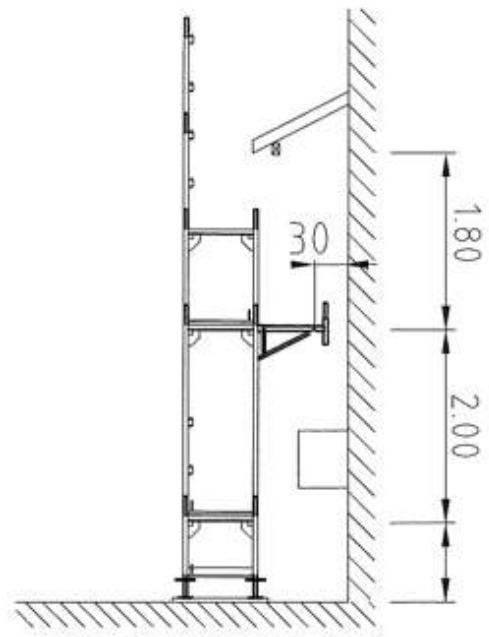
1.19.4. Praktični primjer skela za fasade i limare



Osnovni presjek

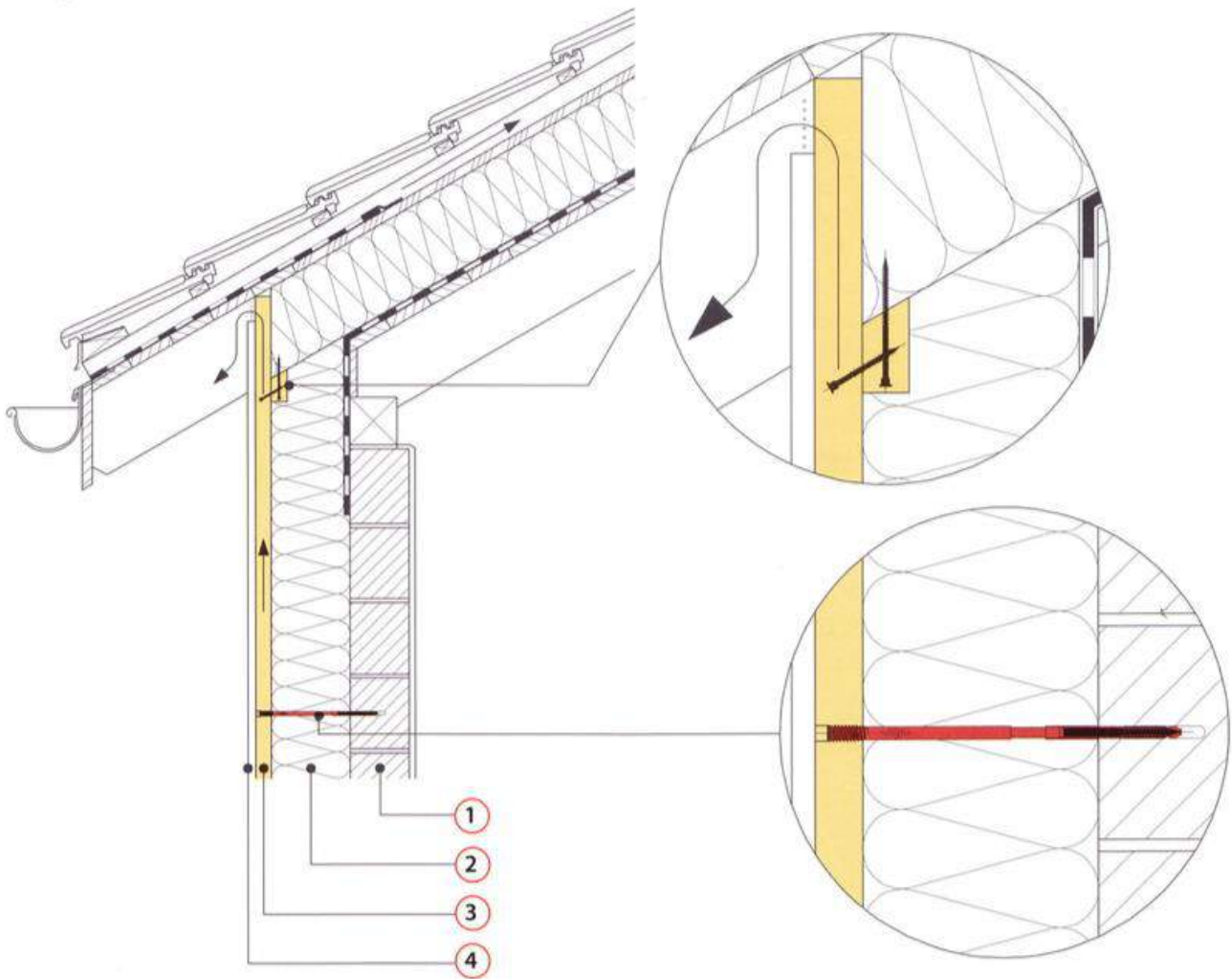


Presjek A-A



Presjek B-B

FASADE



2. FASADE

2.1. Drvena podkonstrukcija

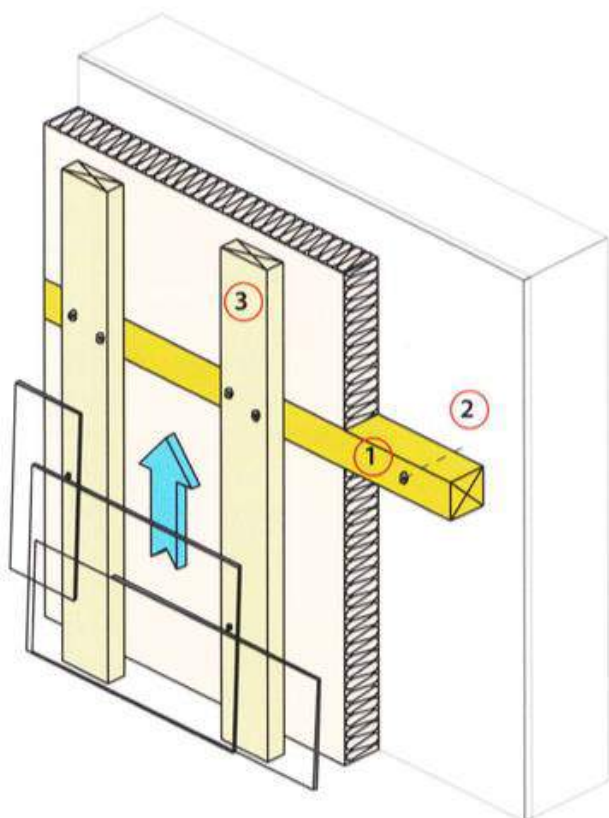
Drvene podkonstrukcije su najstarija vrsta podkonstrukcija koje se koriste u višeslojnoj ventiliranoj fasadi. Ona se danas koristi prije svega za ljušturaste fasade kod kojih voda ne može prodrijeti kroz otvorene fuge.

Moguće su različite izvedbe.

Jedan sloj-jednoslojne

Ovaj sistem se koristi kod manje debljine izolacije. Debljina izolacije ne bi trebala iznositi više od 80 mm, budući da se kod obične izvedbe ovaj sistem prekoračuje. Zbog tereta fasade postoji mogućnost da se letve odvoje i da se zbog toga preoptereće ankeri.

Sljedeći razlog za to je da se sa povećavajućom debljinom izolacije eksponencijalno povećava prelazno djelovanje toplote letvi i na taj način se registruju povećani toplotni gubici.



*Drvena konstrukcija jednoslojna (1); Zid (2),
Noseća letva (3)*

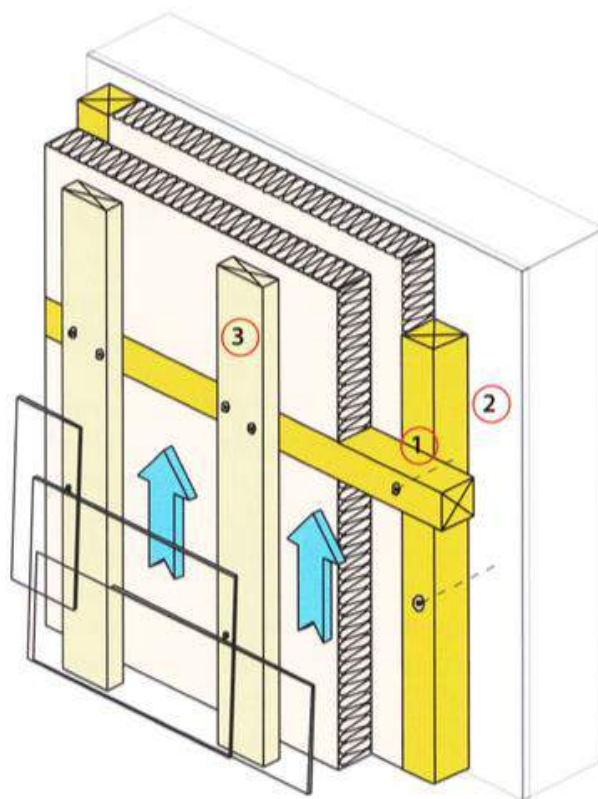
Jednoslojna drvena podkonstrukcija je na taj način prikladna samo za saniranja kod kojih zgrada već pokazuje toplotnu izolaciju i/ili

zahtjeva samo smanjenu dodatnu izolaciju ili je ista moguća.

Dvoslojni križani način

Ova vrsta izvedbe je prikladno do debljine termoizolacije od 140 mm (letve 80x60 i 60x60 mm). Redanjem letvi na križani način se propuštajuće površine letvi i time toplotni mostovi vidno smanjuju. Dvostruki način gradnje konstrukcije i dvostruko postavljeni sloj termoizolacije bitno uvećava utrošak rada.

Ovaj sistem je prikladan kako za sanacije tako i za novogradnje, ali sve manje se koristi zbog uvećane jačine izolacijskog materijala.



*Drvena konstrukcija dvoslojna (1); Zid (2), Noseća
letva (3)*

Troslojni križani način

Ova varijanta se krajnje rijetko izvodi. Ona je nasuprot drugim sistema radom vrlo intenzivna i stoga neekonomična.

2.1.1. Drvena konstrukcija jednoslojna

Letve podkonstrukcija se u pravilu montiraju horizontalno. Otpočetak se mora planirati toliko

mного letvi da se prateći drveni okvir sa letvicama od umjetnog materijala (prije sa oprugama) može dovoljno učvrstiti.

Dimenzija letvi

Dimenzija letvi bi trebala kod horizontalnih letvi pokazivati odnos visine ka debljini ne manji od 3 do 4 (60x80 mm) kako bi se spriječio pad.

Razmaci

Termoizolacija se jednoslojno postavlja između letvi. Razmak između letvi je 3-5 mm manji od formata izolacionih ploča (u zavisnosti od proizvoda). Pri tome razmak ne bi trebao iznositi veći od 1 metra. Inače se mora pribaviti dokaz o statici uz vođenje računa o dimenziji nosećih letvi.

Ankerisanje

Za ankerisanje se mora pribaviti dokaz o statici. Broj anera proizilazi iz ovog dokaza. Kod učvršćivanja na drvo se moraju koristiti prikladni drveni vijci. Za učvršćivanje na zidnu konstrukciju su prikladni u pravilu za dotičnu podlogu usklađeni šarafi sa tiplovima.

Kod ankerovanja letvi se mora obratiti pažnja na to, da se bušenjem izbjegne cjepanje istih. To je posebno važno vijaka sa tiplovima koji uglavnom pokazuju presjek od 10 mm.

Ankerovanje u procjepljenoj letvi može pripremiti samo još djelić za nju određenog tereta u temelj ankera. Rupa od bušenja u letvi smije biti samo maksimalno 1 mm veća od presjeka tipla sa dugim vratom. Samo tako može prenijeti glava vijka prenijeti snage na drvenu letvu.

Izravnavanje neravnina

Nepreciznosti podloge ne bi trebale uzrokovati izravnavanje preko 20 mm, kod većih nepreciznosti se mogu koristiti drugi UK-sistemi.

Za izravnavanje mogu služiti pločice različite debljine od umjetnog materijala (plastike) ili drveta. Pločice za ravnanje moraju se tako plasirati da se one ankerovanjem mogu mehanički fiksirati. Tako se one prilikom pomjeranja drvenih letvi neće pomjerati ili čak ispasti.

Kada letve uslijed velikih neravnina ne leže direktno na podlozi, onda se ovi prazni prostori ispunjavaju poslije izolacijskim materijalom. Ne smiju nastati kanali iza termoizolacije.

Zakačke sa kvačicama sa obje strane (uglavnom plastične) se mogu ankerovanjem mehanički učvrstiti.

2.1.2. Drvena podkonstrukcija dvoslojno

Letve podkonstrukcije se montiraju na križni način. Za prihvat u pravilu vertikalnih nosećih letvi mora se drugi položaj letvi podkonstrukcije montirati horizontalno. Na to se prvi rešetkasti okvir/mreža letvi vertikalno učvršćuje. Inače važe za prvi rešetkasti okvir/mrežu letvi ista pravila za montažu kao i kod jednoslojnog rešetkastog okvira letvi.

Razmaci oba položaja letvi se takođe usklađuju prema formatu predviđene termoizolacije (vidi 5 montaža termoizolacija).

Spajanje

Spajanje obje rešetkaste konstrukcije letvi slijedi sa prikladnim drvenim vijcima. U svakom slučaju se mora osigurati da se nastupajuća opterećenja mogu vodovima izvesti preko prve rešetkaste konstrukcije letvi na noseću konstrukciju. Pri tome se mora voditi računa o minimalnim dubinama prodiranja vijaka (jačina spajanja).

Izravnanje neravnina

Za izravnanje neravnina može se kod prve rešetkaste konstrukcije letvi vršiti podešavanje isto odmah kao kod jednoslojne drvene podkonstrukcije.

Od prednosti je drugu rešetkastu konstrukciju letvi podešavati, prva rešetkasta konstrukcija se na taj način može snažno ankerovati u noseću konstrukciju. Podloge za podešavanje se ne smiju također pomjerati i moraju se mehanički učvrstiti. Prazni prostori iza letvi se ispunjavaju sa izolacijskim materijalom.

Montaža nosećih letvi

Noseće letve se učvršćuju sa vijcima i prstenastim ekserima (anker-ekseri) na drvenu podkonstrukciju. Sredstva učvršćivanja moraju biti dovoljna prema zahtjevima statike.

Ako je potrebno mora se prethodnim bušenjem spriječiti cijepanje letve.

Minimalna dimenzija letvi iznosi u pravilu 27x60 mm, kod maksimalnih razmaka podkonstrukcije od 1000 mm.

Noseće letve koje pokazuju širinu ≥ 70 mm, moraju se montirati sa dva učvršćivača po križnom mjestu spajanja.

Dvostruko učvršćivanje sprečava odbacivanje nosećih letvi. Izmjeničnim poretom se u različitim drvenim vlaknima (godovi) obavlja učvršćivanje.

2.1.3. Montaža noseće letve

Direktna montaža nosećih letvi sa vijcima sa obostranim navojima

Kod direktne montaže vertikalnih nosećih letvi sa sigurnosnim vijcima sa obostranim navojima može horizontalno postavljena pomoćna konstrukcija pokazati dobre rezultate. Ova pomoćna konstrukcija se sastoji npr. od izmjerene bazne letve ili/i drveta koja je pričvršćena za strehu.

Ukoliko pomoćna konstrukcija označi pri tome uglove zgrade, olakšava se osim toga podjela nosećih letvi. Kao dodatna pomoć pri konstrukciji i poprečnom vezu mogu se polagati horizontalni metalni profili u izolaciju i sa nosećim letvama se učvrstiti vijcima.

Ovi profili sprečavaju i eventualno izvrtnje nosećih letvi i služe za rješavanja detalja kod vanjskih uglova ili bočnih stranica prozora.

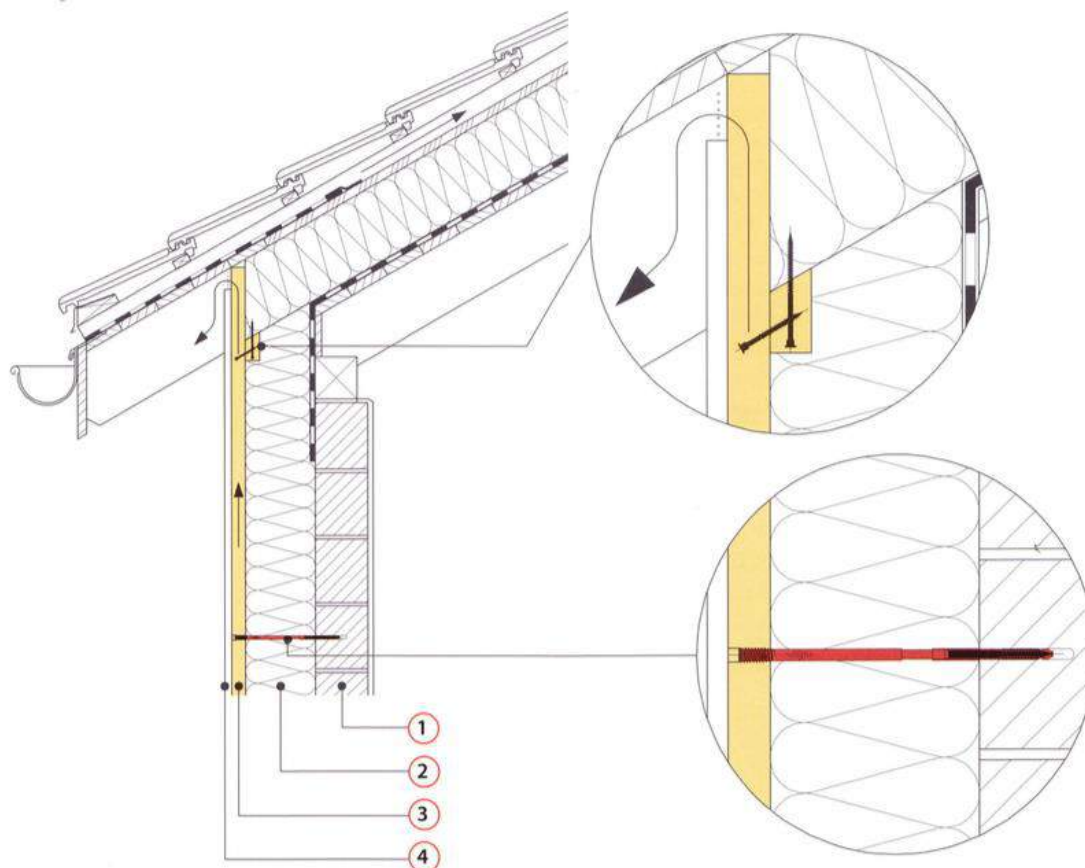
Od širine letve ≥ 70 mm se noseće letve moraju kod svake tačke križanja dvostruko učvrstiti vijcima. Za udare na letve mogu se koristiti širi

horizontalni profili, koji omogućuju učvršćivanje obje letve na istom profilu.



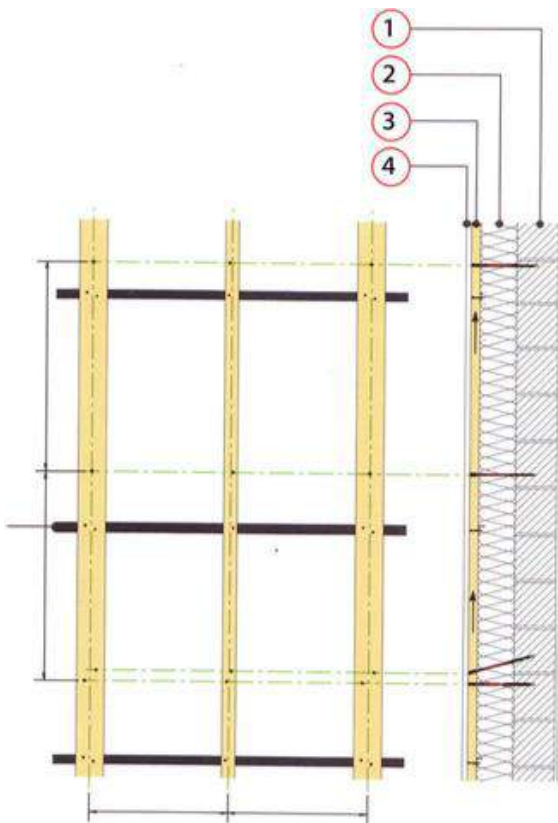
Definitivno fiksiranje sa sigurnosnim vijkom koji ima navoje s obe strane

Tek kada cijela rešetkasta konstrukcija od umjetnih materijala sa drvenim okvirom privremeno visi na zidu, baždira se i definitivno učvršćuje sa sigurnosnim vijcima koji imaju navoje s obje strane.

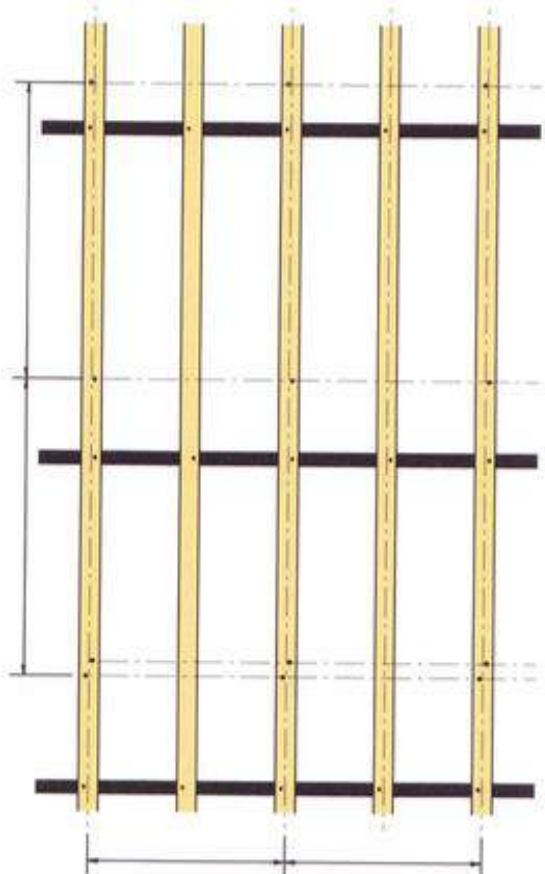


Primjer pomoćne konstrukcije učvršćene na strehi

Zidna konstrukcija (2), Toplotna izolacija (2), Noseća letva (3), Fasada (4).



Podkonstrukcija za fasade velikih formata
Zidna konstrukcija (1), Termoizolacija (2), Noseća
letva (3), Omotač-fasada (4)



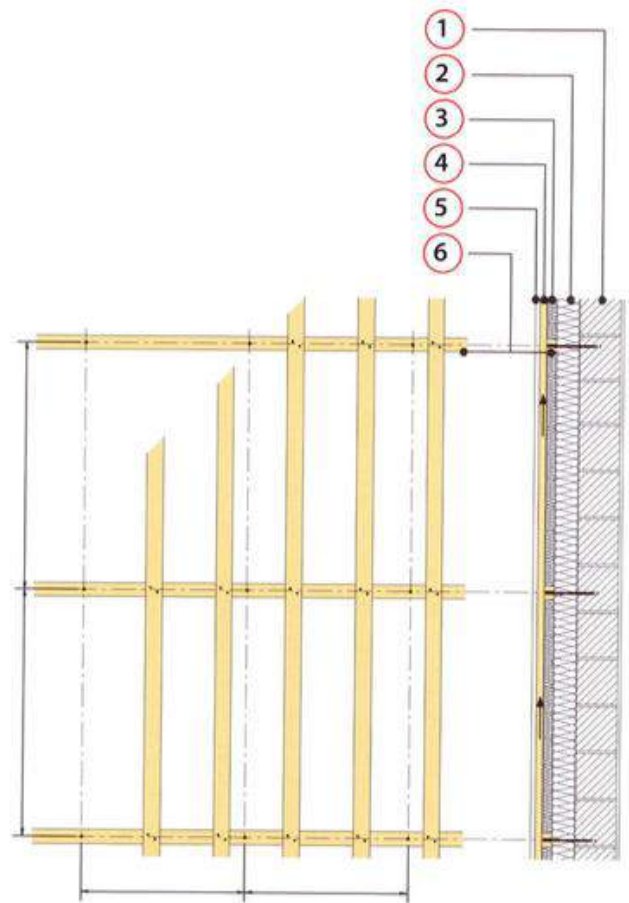
Podkonstrukcija za fasade malog formata

Ovdje opisana građevinska konstrukcija se pretežno koristi za fasade u obliku ploča/panela kao cement od vlakana, alu-vez, nosač maltera itd. Za druge materijale kao npr. prirodni škriljac, obloge od drveta ili metalni paneli mogu se u pravilu prestati koristiti metalni profili.

Montaža nosećih letvi kod podkonstrukcije sa potpornom nosećom letvom

Kod ove varijante se horizontale potporne noseće letve prethodno montiraju i ravčaju sa sigurnosnim vijcima koji imaju navoje s obje strane.

Noseće letve se učvršćuju sa vijcima i prstenastim ekserima na potporna noseću letve. Sredstva za učvršćivanje moraju odgovarati statičkim zahtjevima. U slučajevima kada je to neophodno mora se prethodnim bušenjem spriječiti cijepanje letve. Minimalna dimenzija letvi iznosi u pravilu 27x60 mm, kod maksimalnih odstojanja podkonstrukcije od 1000 mm.

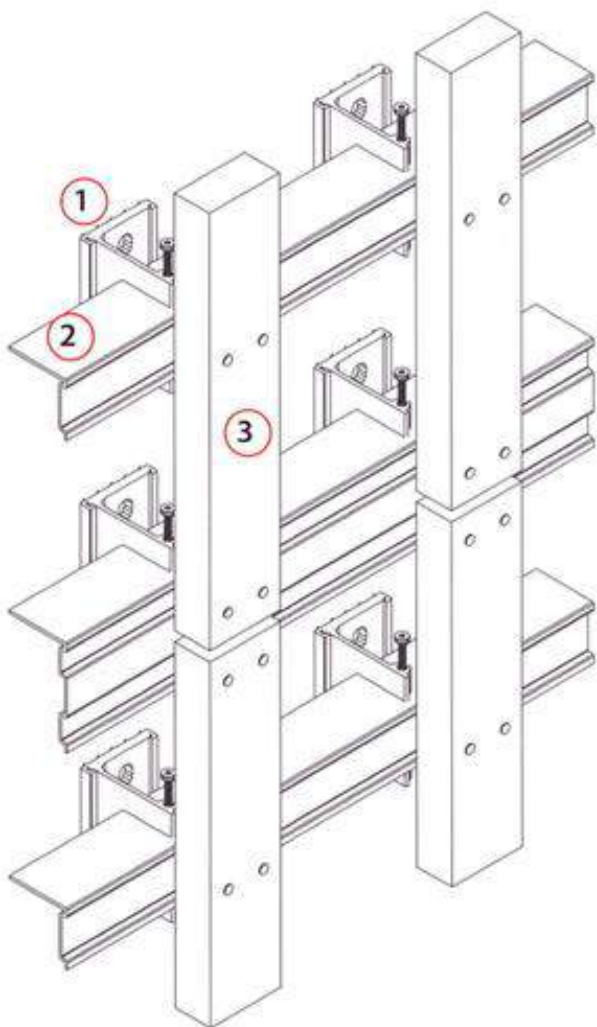


Noseće letve na potpornim nosećim letvama
montirane

Konstrukcija zida (1), Termoizolacija drugi položaj
(3), Noseća letva (4), Fasada (5), Potporno noseća
letva (6)

2.2. Drveno/metalne podkonstrukcije

Drveno/metalna podkonstrukcija je nastale iz potrebe da se jednoslojno ugrađuju termoizolacije veće debljine kako bi se postigla bolja mogućnost podešavanja. U zavisnosti od sistema su moguće standardno izolacije debljine do 300 mm. Većina sistema se sastoji iz konzola i kutnih profila različitih dimenzija. Razmak prema zidu se postiže odgovarajućim dugim konzolama. Na te konzole se učvršćuje ugaoni profil (potporni noseći profil), koji služi kao nosač za noseće letve. Obično su dijelovi pocinčani ili obloženi slojevima sa aluminijskim cinkom ili čelikom od prokroma. Kod standardnog načina pričvršćivanja se ugaoni profili horizontalno polažu.



Varijanta 1 drveno-metalna podkonstrukcija;
Konzola (1), Noseći potporni profil (2), Noseća letva (3)

2.2.1. Montaža konzola

U prvom koraku se ucrtavaju horizontalni i vertikalni razmaci osovina konzola na fasadi. Razmaci se određuju statikom i minimalnim

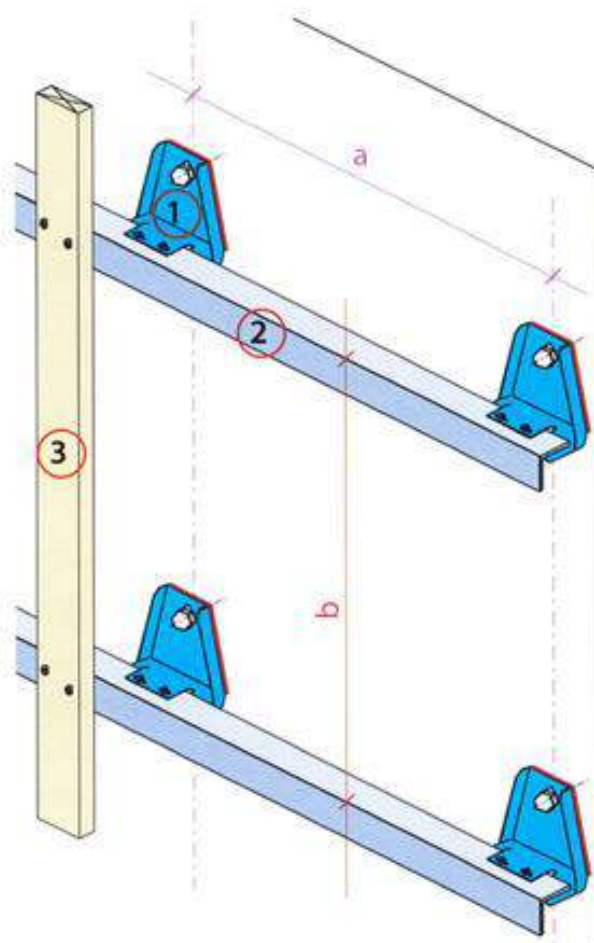
odstojanjem rubova. Višestruko je moguće uskladiti format termoizolacije sa horizontalnim razmacima podkonstrukcije. U ovim slučajevima je horizontalni razmak konzola 5 mm manji od formata ploča. U svakom slučaju se mora pridržavati broja konzola koji proizilazi iz statičkih proračuna specifičnih za dijelove građevine.

Npr:

$b = \text{format izolacijske ploče} - 5 \text{ mm}$

$a = \text{broj konzola po } m^2 : b$

Pri tome se obavezno mora voditi računa, da sistemi koji se mogu dobiti na tržištu pokazuju u statici velike razlike. Zbog toga nije dozvoljeno, preuzeti obračunati razmak između konzola na drugi sistem.



Varijanta 2 Drveno-metalna podkonstrukcija
Konzola (1), Noseći potporni profil (2), Noseća letva (3), Razmak konzola (a), Razmak noseći potporni profil (b)

Izravnavanje nepravilnosti

Područje podešavanja je principijelno ograničeno ponudom različitih konzolnih dužina. Bilo bi dakle u potpunosti moguće korištenjem odgovarajućih konzola poravnati razmake od minimalno oko 40 mm i 300 mm.

Konzole imaju područje koje omogućava različitim dubokim namještanjem nosećeg potpornog profila da se prihvate neravnine u podlozi. Konzole imaju međutim ograničenu mogućnost podešavanja od oko 25 mm. Od proizvođača navedena maksimalna distanca vješanja se ne smije nikad prekoračiti. Ukoliko se moraju izjednačiti veće diference koriste se konzole različitih dužina. Definitivno tj. zadnje poravnanje fasada se najbolje određuje laserom. Pomoću lasera se mogu markirati neravnine na zidu za različito duge konzole, sortirane po njihovoj dužini. Na taj način se može raditi racionalno i mukotrпно naknadno izmjenjivanje konzola postaje suvišno.

2.3. Montaža toplotne izolacije

2.3.1. Jednoslojno između drvenih letvi, metalnih profila

Horizontalne letve ili uglasti metalni profili se montiraju obično sa rastojanjem od 995 mm.

Polukruta ploča za termoizolaciju sa dužinom od 1000 mm se sada umeće i pričvršćuje između drvenih letvi ili kutnih profila. Predimenzioniranjem termoizolacije od 5 mm je osiguran dostatan priključak na drvenu letvu ili profil.



Uređaj za rezanje za termoizolaciju

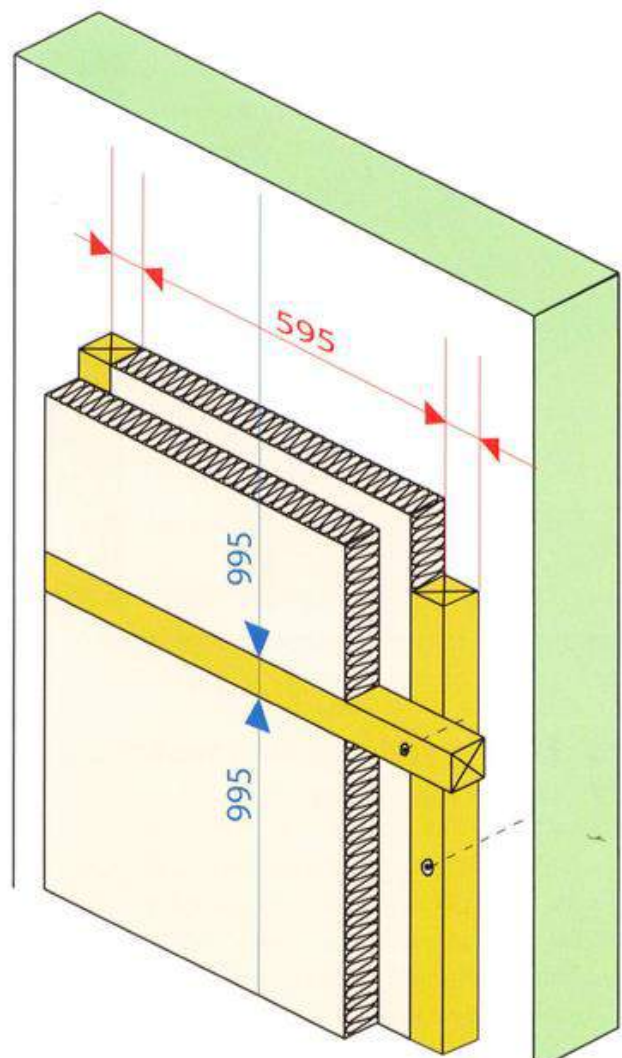
Ukoliko se odstojanje od 995 cm ne može napraviti, (npr. pregrade, ograde, prsobrani, rub krova) moraju se izrezani komadi termoizolacija izrezati sa većom dimenzijom, tako da izrezane površine u potpunosti imaju kontakt sa limom ruba krova ili prozorske klupice i sa pograničnim izolacijskim materijalom.

Što je termoizolacija deblja, utoliko zahtjevnija je montaža. Uz to postoje uređaji za rezanje koji se mogu podesiti na potreban ugao rezanja i debljinu izolacije.

2.3.2. Dvoslojno između drvenih letvi ili metalnih profila

Drvene letve

Kod drvenih se preporučuje dvoslojna ugradnja od debljine izolacije od 80 mm.



Obrubi drvenih letvi prilagođeni veličini ploča izolacijskog materijala

1. sloj termoizolacije se učvršćuje/steže sa većom dimenzijom između letvi (npr. širina ploče 600 mm, razmak letvi 595 mm).

2. sloj toplotne izolacije se tako postavlja u određenom redu da ne nastane prohodna fuga (širina ploče 1000 mm, razmak letvi 995 mm).

Pažnja: Kod zadihtovanih toplotnih izolacija sa mineralnim vlaknima je 5 mm previše, ovdje je dovoljno smanjenje od 3 mm!

Stranično se ploče tako spajaju da se ne mogu pomjerati/proklizati.

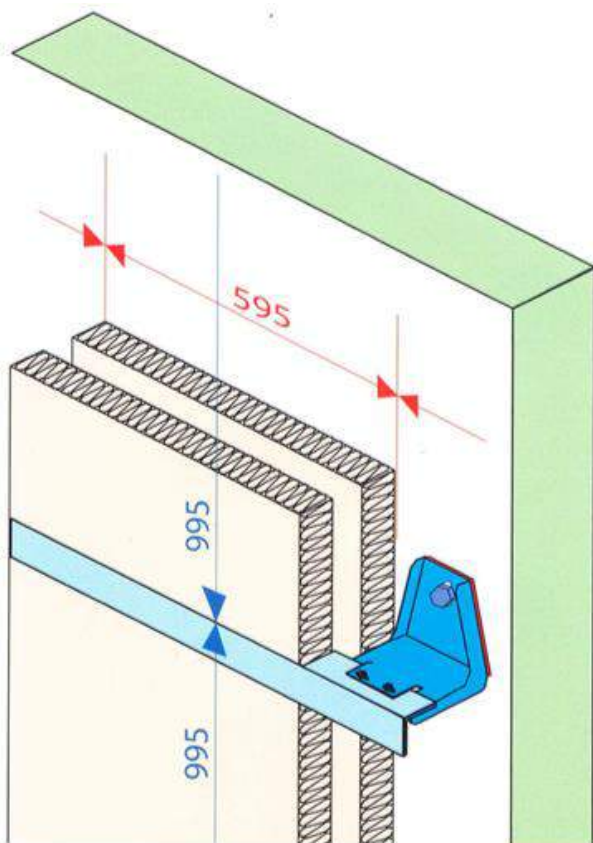
Metalni profili

Kod metalnih profila se preporučuje dvoslojna ugradnja sa debljinom izolacije od 160 mm. Na taj način se smanjuje opasnost od otvorenih prohodnih fuga.

Metalni profili se montiraju kao kod jednoslojne toplotne izolacije sa rastojanjem od 995 mm, odn. 997 mm.

1. sloj toplotne izolacije se steže između ugaonih profila. Montaža 2. sloja treba uslijediti u istom radnom postupku. Tako se sprečava ispadanje 1. sloja.

2. sloj treba ponovo poredati tako da ne nastanu prohodne fuge.



Izolacija 2-slojna kod metalnih podkonstrukcija

2.3.3 Površinski položena toplotna izolacija (bez umetaka)

Načelno postoji razlika između toplotne izolacije sa polusavitljivim pločama (ploče od mineralne vune) spram metalnih podkonstrukcija sa konzolama i vertikalnim profilima kao i toplotne izolacije sa krutim (ekspandiranim polistirolom ili staklenom pjenom) ili polukrutim pločama (ploče od mineralne vune) kod montaže sa razmaknim tiplovima gdje je najveći broj vertikalnih nosećih letvi bez pritiska na toplotnu izolaciju ankerovano sa specijalnim razmaknim tiplovima direktno u noseću konstrukciju.

Toplotna izolacija prema metalnoj PK (podkonstrukciji) sa konzolom i vertikalnim nosećim profilom

Konzole podkonstrukcija se tako dimenzioniraju da visina vertikalnog čeličnog spoja na nosećim profilima ne probiju toplotnu izolaciju.

Postupak montaže:

1. Postavljanje konzole (fiksna i klizna tačka) prema planu montaže.
2. Polaganje ploča toplotne izolacije

Kako bi saznali tačan položaj konzole, izolaciona ploča se sa stražnje strane pritišće na konzolu. Pri tome nastaje trag od pritiska na poleđini ploče. S nožem se sada nastali trag zareže. Na taj način se sada ploča mjerno tačno uvesti kod prednjih (isturenih) konzola.

Budući da termoizolacijske ploče nisu vezane kao kod drugih podkonstrukcija, iste se odmah moraju osigurati sa držačima za izolacioni materijal.

Toplotna izolacija kod montaže sa razmaknim tiplovima

Postupak montaže:

Termoizolacijske ploče se zalijepu s izolacionim ljepilom na prvu podlogu kao prvi osigurač. Pri tome se prvi sloj ploča tačno tako postavlja da se kod narednih ploča garantiraju zatvorene fuge.

Ploče se odmah dodatno osiguravaju sa nosačima za izolaciju.

Kod krutih termoizolacionih ploča kao kod ekspandiranih polistirola i ploča sa staklenom pjenom se mora paziti na uputstvo o polaganju od strane isporučioaca.

2.3.4. Toplotna izolacija položena između kaseti

Kod ove zidne konstrukcije služi unutarnja zidna kaseti od čeličnog lima koja se prvenstveno

učvršćava na konstrukciju sa čeličnim nosačima kao ležište toplotne izolacije.

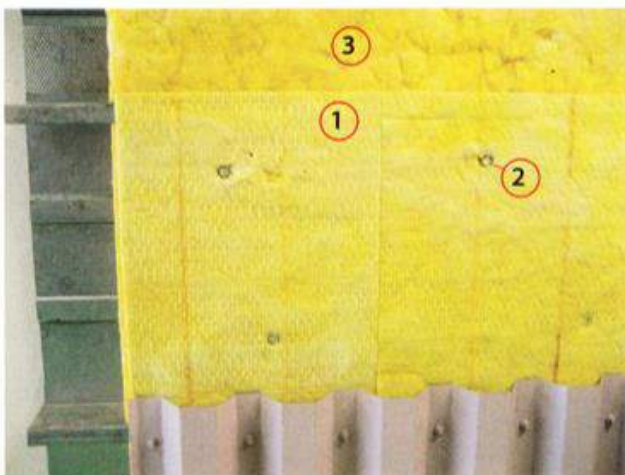
Unutarnje zidne kasete imaju konstrukciju visinu od 600 mm, 500 mm ili 333 mm.

Specijalno za ovu konstrukciju proizvedena polukruta termoizolacijska ploča se steže u unutarnju zidnu kasetu i drži se oblikom kasete.

Uglavnom se polaže dodatna toplotna izolacija, takozvana predizolacija kao drugi sloj na cijeloj površini preko prvog sloja i veže sa žičanim spiralama (čvrsto) sa kasetnom toplotnom izolacijom.

Drugi sloj smanjuje toplotni most u obliku linija unutarnje zidne kasete.

U trgovini se mogu dobiti termoizolacijski proizvodi, gdje je predizolacija već integrirana i time otpada drugi radni postupak. Ove ploče posjeduju urez na uzdužnoj strani koji služi za prijem trake/remena kasete.



Dodatna toplotna izolacija (1) sa žičanim spiralama (2) učvršćena u prvi sloj

2.3.5. Važna ugradbena pravila

- Izolacijski proizvodi se zaštićuju prije, za vrijeme i nakon ugradnje prije padavina i prodiranja vlage.
- Sadržaj vlage toplotne izolacije smije pri ugradnji ploča od tvrde pjene i mineralnih vlakana maksimalno iznositi 0,5% (procenata volumena). To znači maksimalno 500 g/m² se odnosi na konstrukcijsku površinu.
- Sadržaj vlage drugih termoizolacionih materijala ne može se naknadno odraziti na svojstvo izolacije niti na pogranične slojeve.
- Termoizolacione ploče se moraju položiti bez fuga.

- Kod dvoslojnih termoizolacija se mjesta udara oba sloja redaju u novi položaj.
- Pogrešna mjesta se u pravilu zatvaraju sa istim materijalom kao izolacijski proizvod. Izuzetak: Materijali od tvrde pjene.
- Udarci i priključci moraju tako uslijediti da vanjski zrak ne može strujati u toplu stranu termoizolacije.
- Termoizolacija se osigurava od proklizavanja, pomjeranja položaja.
- Debljina termoizolacije mora pokazivati neprekidno istu jačinu i treba se kad god je moguće reducirati konstrukcijskim dijelovima.
- Debljina termoizolacije se učvršćivačima ne smije reducirati.
- Dijelovi koji prodiru u termoizolaciju se moraju kad god je moguće toplotno-mehanički odvajati kako ne bi nastali gravirajući toplotni mostovi.
- Kod UV propusnih fasada se mora paziti na to, da je toplotna izolacija zaštićena sa UV postojanom i parno-difuzionom folijom preko cijele površine.

2.4. Ankerovanje

Toplotna izolacija se osigurava od proklizavanja, pomjeranja položaja.

Termoizolacione ploče se mogu učvrstiti ljepljenjem, mehaničkim fiksiranjem, stezanjem.

Kada se ni sa jednim od ovih načina učvršćivanja ne može garantirati podizanje ili pomjeranje izolacijskih ploča, kombinuju se dvije vrste učvršćivanja (npr. ljepljenje i mehaničko fiksiranje ili stezanje i mehaničko fiksiranje).

Ovo može npr. biti potrebno kod pregrada (prsobrana), unutarnjih površina (krivulja svoda ili luka), potporanja, pokrivača zgrada, priključaka i završetaka.

2.4.1. U osnovi ankera

Zahtjevi za nosače izolacijskog materijala

Pored zahtjeva iz upotrebne stanja moraju se uzeti u obzir i ekološki uticaji u stanju montaže.

Nosači izolacijskog materijala koji su izloženi vremenskim neprilikama se mogu oštetiti ili čak uništiti. Naročito ugroženi su nosači izolacionog materijala od umjetnih tvari (PVC) koji nisu postojani na UV. Ovoj okolnosti se dodaje i odgovornost za fasade kod otvorenih fuga. Ako

je fuga na odgovarajući način velika, može da PVC materijal popusti pod nepovoljnim uslovima zbog sunčevog zračenja.

Ukoliko se koristi fasadni materijal mora se voditi računa, da temperatura u

Montaža nosača izolacijskog materijala

Za montažu nosača izolacijskog materijala se moraju paziti uputstva o upotrebi proizvođača.

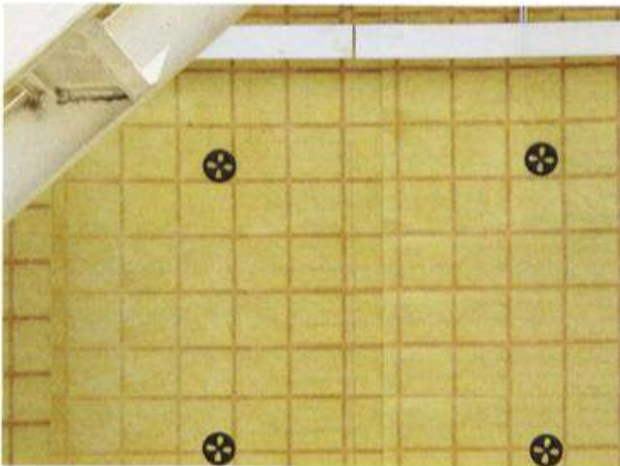
Hladna umjetna materija je podložna udarima. Ovo može voditi kod niskih temperatura do lomova tanjira.

Nosači izolacionog materijala od umjetnog materijala bi se trebali ukucavati sa čekićem koji nema oštre oblike (prednost je koristiti gumeni čekić).

Rupe za bušenje u zidnoj konstrukciji od cigle se buše uvrćući bez udaranja. U porozni beton i gips se rupa pravi bušilicom za željezo.

Broj nosača izolacijskog materijala po ploči

Kod polukrutih i krutih ploča od mineralne vune se minimalno postavljaju 2 nosača izolacijskog materijala. Kod veličine ploča od 100x600 mm to daje 3.34 kom./m². U rubnom području fasade se moraju postaviti dodatni nosači izolacije.



Nosači termoizolacije od umjetnog materijala (crni)

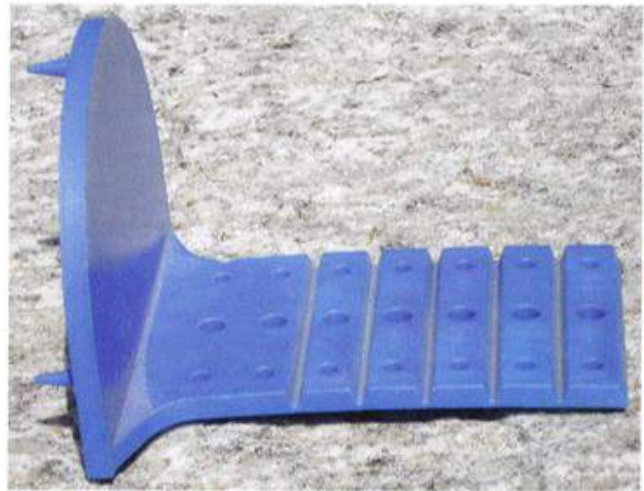
Jer vertikalni noseći profil leži izvan termoizolacije, mora se izolaciona ploča osigurati kako protiv pomjeranja položaja tako i protiv usisavanja vjetra.

To se postiže punktiranjem ili ljepljenjem mase na cijeloj površini poledine izolacijske ploče i dodatnih nosača termoizolacije.

Nosači termoizolacije se tako podjele, da slijedi ravnomjerna podjela tereta.

2.4.2. Učvršćivanje letvi ili profila

Ova vrsta nosača od umjetnog materijala koja se učvršćuje na bočnoj strani drvenih letvi ili nosećih profila i pritišće na termoizolaciju može biti dovoljna kod drvenih i drveno/metalnih podkonstrukcija. Dakle svuda tamo gdje se izolacijske ploče osiguravaju od otklizavanja.



Nosači izolacije od umjetnog materijala za učvršćivanje bočno u drvene letve ili noseće profile

Budući da se nosači izolacije mogu samo montirati u mreži/rasteru noseće letve ili u nosećem profilu, treba raster da maksimalno iznosi 450 mm.

Izolacijske ploče se moraju učvršćivati kod sljedećih situacija dodatno u temelj ankera:

- Kada je mreža/raster nosećih letvi ili nosećih profila nepovoljno pozicioniran a izolacijske ploče se ne mogu dovoljno osigurati od ulaska vjetra.
- Kod metalnih podkonstrukcija.

Broj učvršćivača

Broj učvršćivača ovisi o veličini izolacijskih ploča i razmaka nosećih letvi ili nosećih profila.

2.5. Priključci i završeci

2.5.1. Termoizolacija kod spoljnih bočnih ivica prozora i vrata

Novogradnje

Kod novogradnji se spoljne bočne ivice prozora i vrata u svakom slučaju izoliraju. Pri tome je od prednosti upotrebljavati polukruti izolacioni materijal koji se dobro prilagođava podlozi. U

zavisnosti od širine i tipa okvira prozora može se izolirati više ili manje.

Kada je okvir prozora tijesno s vanjskih ivica zidne konstrukcije pribijen, onda izolacija spoljnih ivica sa zidom postaje suvišna. Pri tome mora imati izolacija na fasadi da prekriva okvir prozora.

Sanacije

Kod sanacija se uvijek kada je to mogu obavljati izolacija kontaktnih mjesta između vrata/prozora i zida. Nažalost realnost često izgleda drugačije. Kada se prozori u toku sanacije fasade izmjenjuju, trebala bi se kontaktna površina između prozora i zida izolirati u svakom slučaju minimalno sa 20-30 mm.

Ukoliko se stranice/luk ne izoliraju nastaje termički most koji u najgorem slučaju vodi do kondenzata i stvaranja plijesni.

Bezuvjetno se mora voditi računa da su novi prozori izolirani od ulaska zraka. Obično se to garantuje od strane proizvođača prozora.

Izolacija prozora i vrata prema zidu konstrukcije (svoda) se mora osigurati od klizanja i ulaska vjetra (ljepljenje i/ili mehanički učvrstiti).



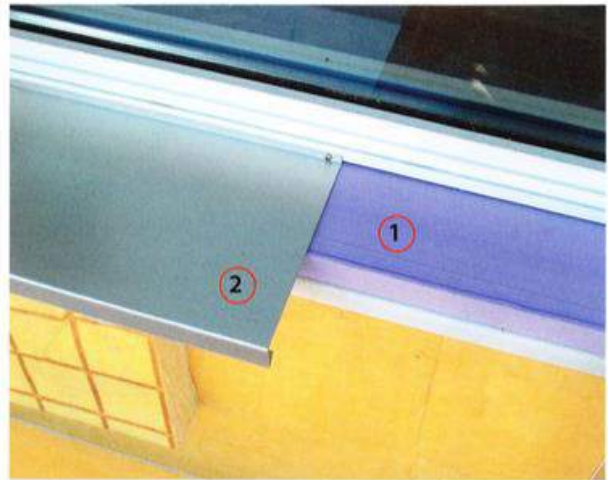
Termoizolacija kod straničnog kontakta prozora i konstrukcije zida sa nosačem termoizolacije mehanički učvršćeno

2.5.2. Termoizolacija kod prozorskih klupica

Kao kod doprozornika i prozorska klupica se treba kad god je to moguće izolirati.

- Kod novogradnji se to treba konstruktivno uzeti u razmatranje
- Kod sanacija, tamo gdje se mijenjaju prozori.

Kod prozorskih klupica se koriste otporne tvrde pjene. Prozorska klupa se lijepi na čistu površinu izolacijskog sloja sa montažnim kitom.



Termoizolacija iz ekstrudiranog polistirola (1) ispod prozorske klupe (2)

2.5.3. Termoizolacija kod pokrivača prozora/ roletni

Kod novogradnji bi se kritički detalji toplote planski rješavati.

Kod sanacija se mogu ponuditi energetski dobra rješenja, ipak se često zbog cjenovnih razloga ne mogu realizirati. U mnogim slučajevima se stara kutija roletni ponovo koristi kao izvedba hladnog natprozornika i stoga nije moguće popraviti izolacijsko djelovanje detalja natprozornika.



Izolacija natprozornika sa ekstrudiranim polistriolom (1), profil natprozornika (2)

Izolacija natprozornika se često izvodi sa ekstrudiranim polistriol pločama.

One imaju prednost zbog stabilnosti forme i boljih mogućnosti učvršćivanja. Uz to na otvorenom natprozorniku ne nastaje odvajanje vlakana na

površini kao kod oštećenih ili nestručno izvedenih detalja iz ploča sa mineralnom vunom.

Izolaciona ploča se mora osigurati od proklizavanja i usisavanja vjetra.

2.5.4. Sučelja prema termoizolaciji

Ravni krov

Kod prelaza prema ravnom krovu mora se termoizolacija bez ijednog prekida priključiti na izolaciju ravnog krova kako ne bi nastao termomost.

Nakošeni krov

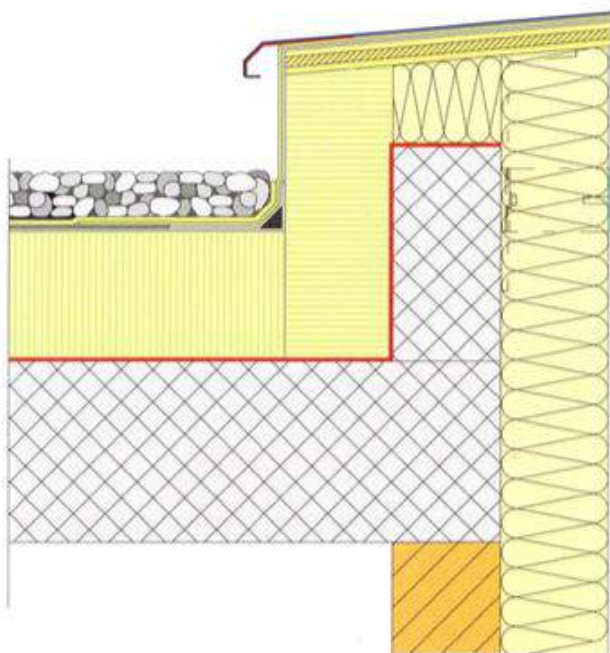
Kod vidljivih rogova se isti moraju dostatno okružiti sa izolacionom pločom.

Izolacija se priključuje dostatno na nagib krova.

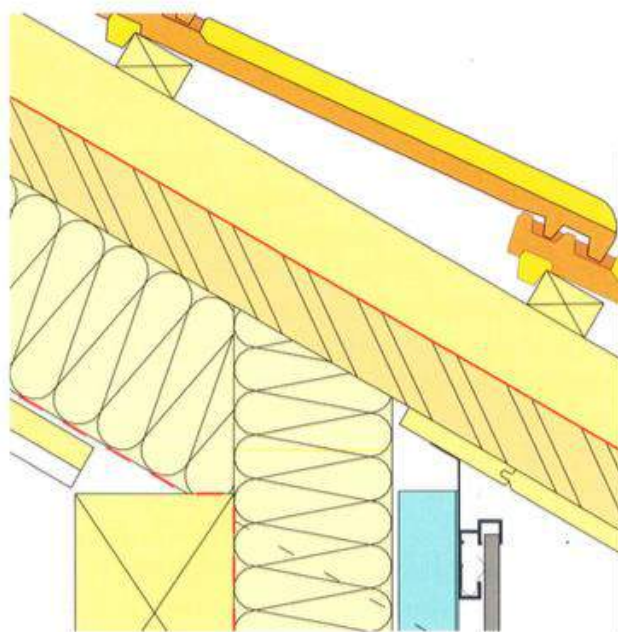
Balkoni/Terasa/Fasadne pregrade (kaskade)

Na balkonima i terasama se vodoupijajuće izolacione ploče ne smiju priključivati na tlo. Privlačeca vlaga bi jako smanjila djelovanje izolacije. Kao moguće rješenje dolazi u obzir traka ekstrudiranog polistirola sa umetkom od lima.

Kod priključaka pod/zid na atici, terasama i fasadnim završecima u potpunosti ima smisla kada se priključak na fasadu izvodi od strane limara sa izolacijom, trakama za termoizolaciju i pokrivačem, tako da se fasadna izolaciona ploča može odložiti na postavljenu traku.



Prolazna termoizolacija (žuto) kod prelaza fasada/ravni krov



Prolazna termoizolacija (žuto) kod prelaza fasada/nakošeni krov)



Fasadna pregrada

2.5.5. Proboji

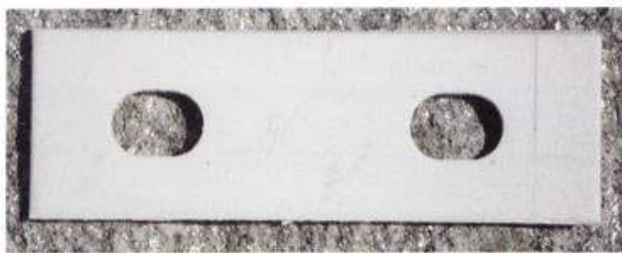
Konzole, kutne konzole i trakasti prodori se termički odvajaju od temelja/podloge, kako bi se na taj način smanjio termički most.

Proboji se moraju ograničiti na minimum.

Prodiranja u zidnoj i betonskoj konstrukciji se izoliraju na zrak i snažno povezuju na toplotnu izolaciju.

Uvijek kada je moguće ne bi smjele cijevi od kablova, cijevi za otpadne vode koje dolaze sa krova itd. prolaziti u nivou termoizolacije. Postaje

teško termoizolaciju priključiti čisto. Vrijednost izolacije je umanjena.



Termička odvajajuća ploča za konzole

2.6. Termoizolacija obruba

Područje između terena i postolja fasade se zove obrub.

2.6.1. Visina izolacije obruba

Samoventilirana (straga provjetravana ventilacija) fasada mora pokazivati s gornje strane izvjesnu udaljenost prema terenu. Samoventilacija (straga provjetravana ventilacija) treba također funkcionirati i zimi kada je snijeg. Visina fasadnog podnožja ti se trebala tako odabrati da pri normalnom intenzitetu kiše na prskana voda ne dospjeva na fasadu (omotač). Trajna vlaga površine može dovesti do nastanka mahovine ili alga na fasadi.

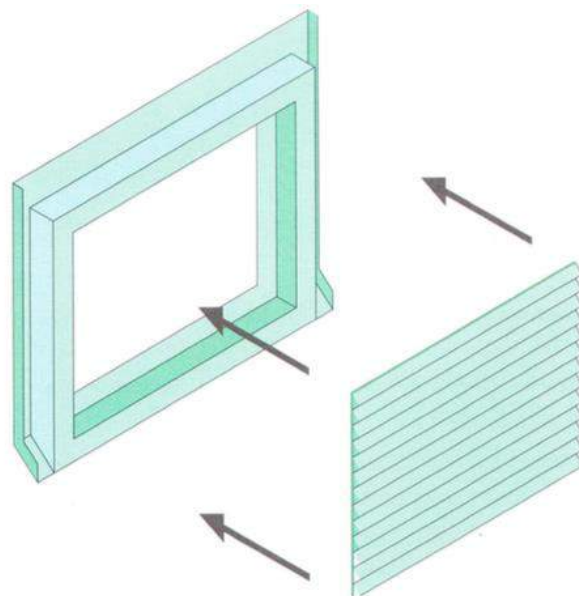
Izvedeno iz ovih zahtjeva odabiru se razmaci od najmanje 300 mm u ravnici i do 1000 mm u područjima sa mnogo snijega.

2.6.2. Otvori

Kako bi se otvori u omotu fasade dobro zadihtovali, mogu se proizvesti odgovarajući metalno-građevinski dijelovi slični okvirima vrata (dovratnici). Za odvođe zraka iz okna liftova, odvodni zrak iz kuhinje, otvore za odvodni zrak iz prostorija ili zvona (kućno zvono) i sl. odlično odgovaraju takvi ugradbeni okviri. Zaštitne rešetke za odvod zraka ili zaštitu od vremena se potom mogu ugraditi u ove okvire.

Ovi dovratnici se pripajaju sa fasadom kao dovratnici (okviri) za prozore. Na taj način se daju fasadi integrirati npr. i dodaci za zvona i poštu. Ovo rješenje ima još i prednost što se rešetke za zaštitu od vremena ili elektroopremu u svako vrijeme mogu razmontirati a da se omotač fasade ne mora dirati.

Višestruko se učvršćuje i rešetka za zaštitu od vremena manjeg obima direktno kroz omotač fasade, kao npr. odvod zraka iz kuhinje ili prostorije, što uslovljava, da se podkonstrukcija prethodno pripremla na odgovarajući način.



Zaštitne rešetke sa ugradbenim okvirom

2.7. Prelazi prema nakošenim krovovima

2.7.1. Gornji završetak fasade

Gornji završetak fasade na kosom krovu bez pravljena krovnog veza sa pločicama od škrljca (vrsta obješene fasade) malog formata.

Kao gornji završetak se može formirati i vidljivi rupičasti (ventilacioni) lim. Pretpostavka je da se mora raditi vrlo čisto, budući da je izrezana ivica vidljiva. Zadnji komad između rogova se zakiva zakovicama ili zavija vijcima. Kako ne bila upadljiva, sredstva za učvršćivanje su obojena u tonu fasadne boje.

Isti završetak se također može primjenjivati kod omotača srednjeg i velikog formata. Prednost ovog rješenja je ekonomičnost i direktni izlazak zraka iz fasade. Aluminijski ventilacijski lim (sa otvorima) se uglavnom na grubo ugrađuje, ali se može po želji i lakirati prženjem. Gornji rub lima sa rupicama za prozračivanje mora se obrubiti prema stražnjoj strani.

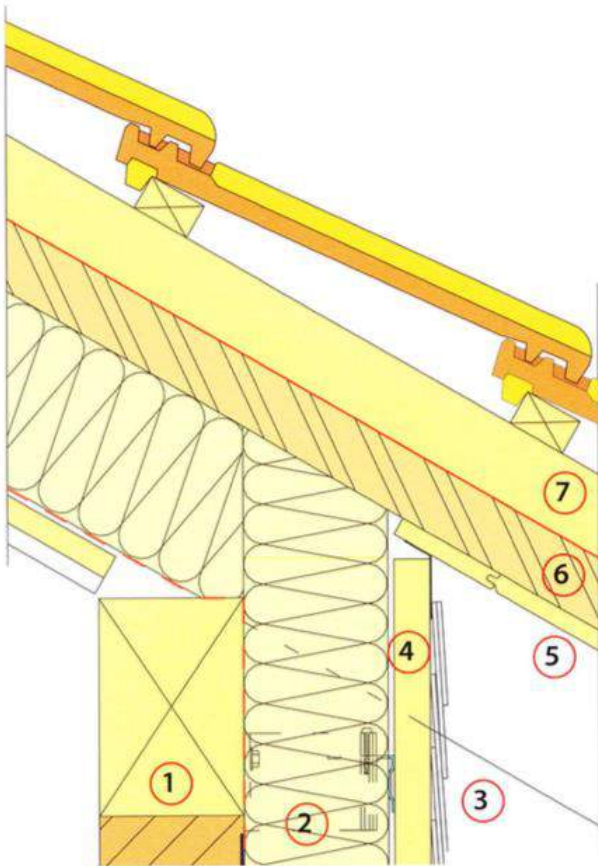
Također se mora voditi računa, da zadnje gornje ploče ne ispadnu isuviše uske, budući da prije svega kod velikog nagiba krova učvršćivanjem ovog komada može postati problem, jer ima premalo mjesta za montažni alat.

Gornji završetak fasade na kosom krovu pomoću veznog lima kod naslaganih ploča u obliku ljuštore malog formata

Vežni limovi imaju prednost što se mogu proizvoditi u dužini do 3 m, i u zavisnosti od izbočine roga se mogu individualno rezati po

mjeri. Može se odabrati takva izvedba, da se donja ivica veznih limova slaže sa donjom stranom roga i na taj način pravi prolaznu liniju. Kod drvene podkonstrukcije služe kao sredstva za pričvršćivanje obojeni inoks drveni vijci.

fasadu se spoje sa fugom od cca. 5-mm na otvore, kako bi omogućili neophodna pomjeranja u konstrukciji.

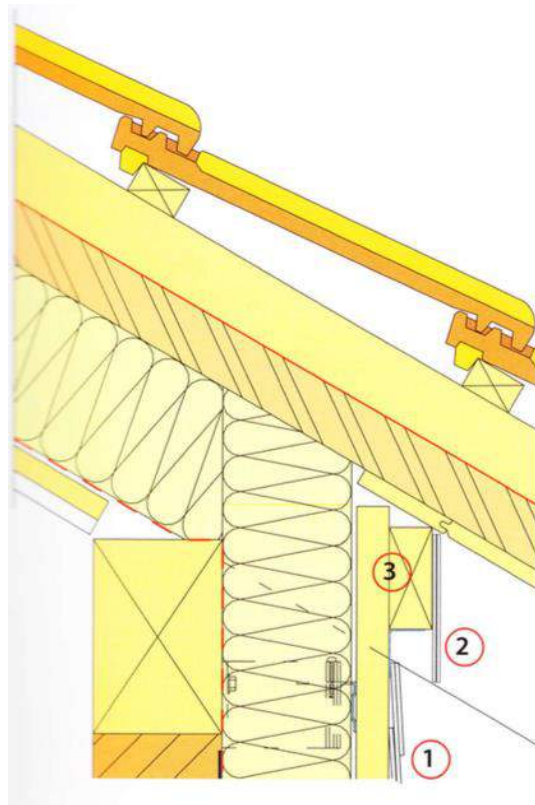


Gornji fasadni završetak bez krovnog veza
Bočna donja dijagonalna greda na potkrovlju/greda praga (1), Toplotna izolacija (2), Oplata fasade (3), Noseća letva (4), Potkov nadstrešice (5), Rog –nosiva greda krovne konstrukcije(6), Kontra letva(e) (7)

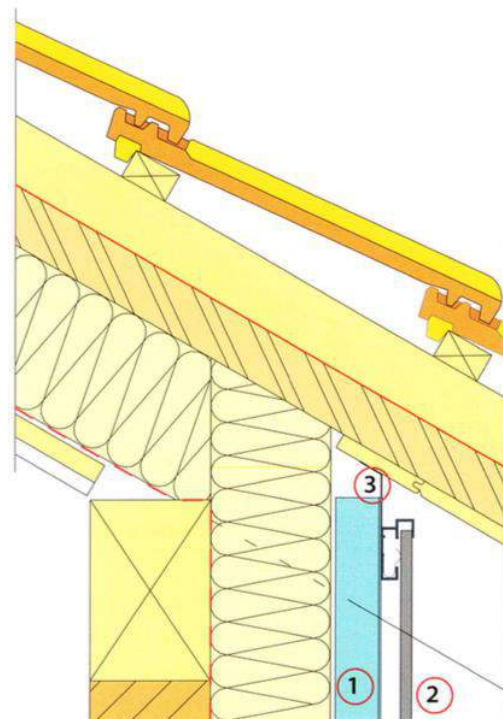
Vezna daska se tako mjeri da između omotača i veznog lima slobodni poprečni presjek ne prelazi 200 cm² po metru. Ventilacijski limovi mogu, u zavisnosti od proizvođača reducirati poprečni presjek ozračenja do 30%. To ima za posljedicu, da se otvor za ventilaciju mora izmjeriti veći za smanjenje ventilacije. Kako bi se postigao slobodni poprečni presjek korištenjem ventilacionog lima od 200 cm² po m, mora procjep otvora iznositi širinu od 30 mm.

Gornji završetak fasade na kosom krovu pomoću rupičastog lima kod keramičkog omotača-keramička fasada

Kod keramičkih omotača-fasada se koriste posebno za to urađeni završni profili koji su obojeni u tonu fasadne boje. Isti se prilagođavaju sa fugom veličine cca. 5 mm, na rogove ili ostale otvore i montiraju na noseće profile. I ploče za



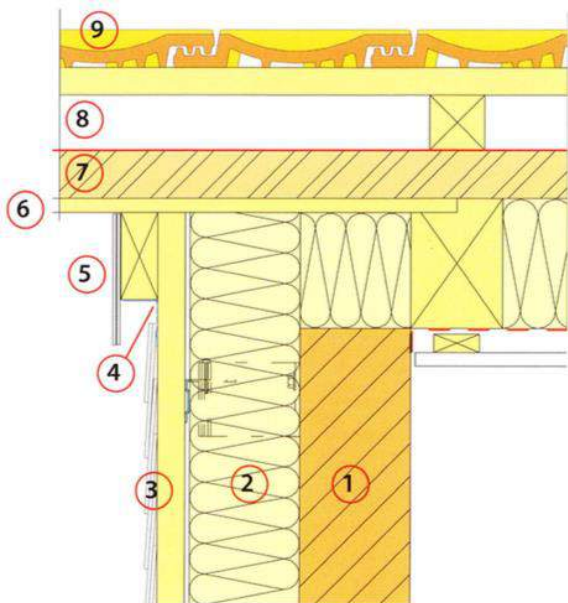
Gornji završetak fasada pomoću veznog lima
Omotač fasade (1), Vezane pločice od škriljevca (2), Vezna daska (3)



Gornji završetak fasade pomoću rupičastog lima
Noseći profil (1), Omotač fasade (2), Aluminijski rupičasti lim 1.00 mm (3)

Gornji završetak fasade na kosom krovu na mjestu sa rupičastim limom i veznim limom

Ovo mjesto vezivanja se da montirati kod gotovo svih fasadnih omotača kao završetak. Takođe se mora paziti na sve kriterije kako je već navedeno koje se odnose na dimenzioniranje poprečnih presjeka ventilacije.



Gornji fasadni završetak pomoću rupičastog i veznog lima

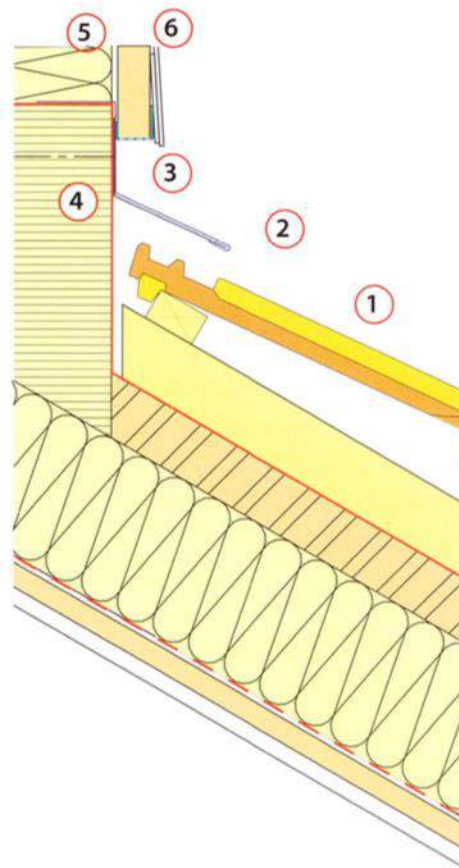
Zidna konstrukcija (1), Toplotna izolacija (2), Fasadni omotač (3), Aluminijski rupičasti lim 1.00 mm (4), Vezane pločice od škrljca (5), Oplata nadstrešice (6), Ploča od vlakana mekog drveta (7), Ventilacija (8), Pokrivanje (9)

2.7.2. Donji završetak fasade

Priključak fasade na kosi krov kod npr. tavanjskih (izbočenih) prozora pomoću rupičastog i grudnog lima

Kod dužih horizontalnih priključaka na uzlazne zidove se kosi krov mora kod grudnog lima dodatno izračiti. Za dalje detalje o radovima na tlu fasade pogledaj detalje o podnožju fasade. Tehnička izrada termoizolacije izgleda u svim detaljima pri gradnji isto.

Kako bi se konstruirao prelaz zid/kosi krov otporan na padavine, mora se staza potkrovlja (drugi odvodni nivo) ili druge izolacije, bezuslovno dovesti sve do nosača fasadne konstrukcije i tu se još spojiti. Tako se već za vrijeme građevinske faze brzo postiže dobra nepropusnost.



Fasadni priključak pomoću rupičastog i grudnog lima

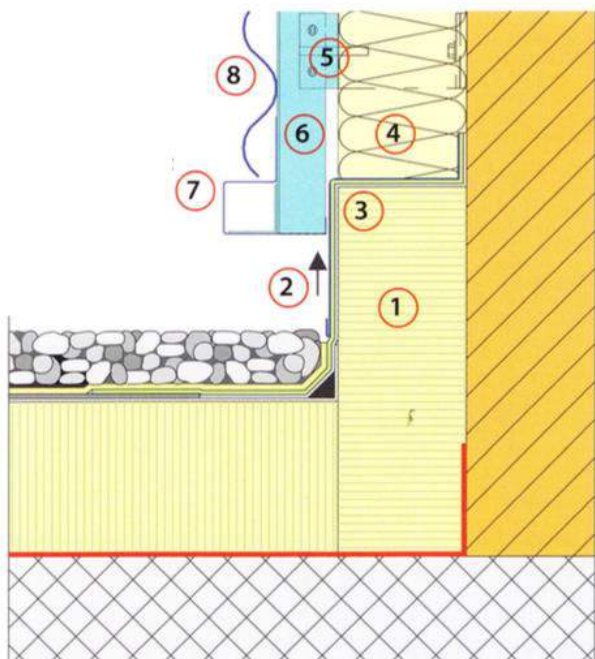
Pokrivanje (1), Grudni lim (2), Alu-rupičasti lim 1.0 mm fasadni omotač (3), Toplotna izolacija PU (4), Toplotna izolacija (5), Nosaća letva (6)

2.8. Prelazi prema ravnim krovovima

2.8.1. Podnožje fasade sa limom kao oplatom na postolju kod metalnih fasada

Prelaz fasada/ravni krov bi se trebao po mogućnosti uvijek izvoditi kako je prikazano. Na taj način je praktični nemoguće da prodiruća voda u fasadi može dospjeti iza izolacije ravnog krova. Spoj izolacije ravnog krova se štiti zaštitnim limom kako bi se spriječila oštećenja nastala struganjem nosećih profila.

Kod metalnih fasada se višestruko u podnožju oplata fasade ugrađuje lim na postolju kako bi se fasada čisto zatvorila. Ovo je čisto optički aspekt. Iz ekonomskih razloga se preporučuje da se otvori za ulaz zraka direktno utisnu u nesavijeni lim na postolju fasade.



Otvor direktno utisnut u nesavijeni lim na postolju fasade

Podnožje fasade sa limom na postolju; toplotna izolacija PU (1), Zaštitni sloj šljunak (2), Spajanje izolacije ravnog krova sa zaštitnim limom (3), toplotna izolacija (4), Konzola (5), Noseći profil (6), Lim na postolju sa perforacijom (bušenjem) (7)

Time se postiže ušteda na limovima za ventilaciju zajedno sa pripadajućom podkonstrukcijom. Metalni dijelovi fasade sa profilnim limom se prave od ravnog materijala koji je analogan omotaču fasade.

Pažnja, kod aluminijskih omotača- fasada se mora paziti na to, da se ravni materijal naručuje u kvaliteti ivica, budući da fasadni limovi uglavnom pokazuju veći stepen tvrdoće i na taj način nisu savitljivi.

Kod većine nemetalnih omotača-fasada dovoljna je standardna izrada podnožja fasade sa ventilacijskim limovima.

2.8.2. Gornji prijelaz Fasada/Ravni krov

Ravno prekrivanje zaštitnog grudobrana/pregrade /ograde

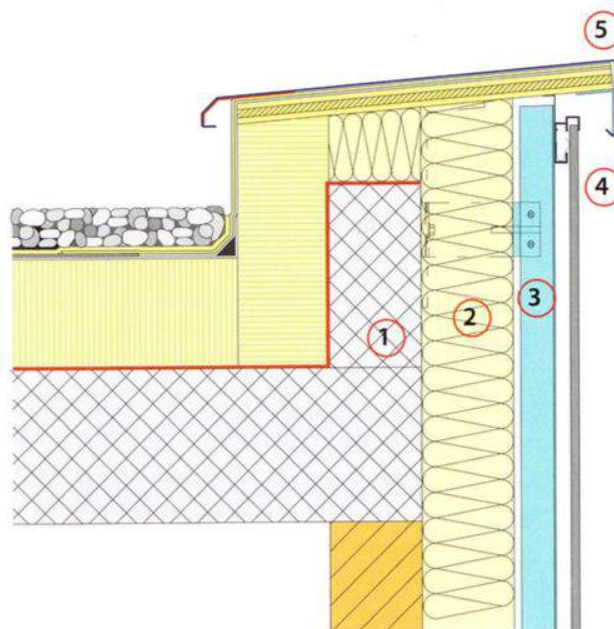
Kod fasadnih omotača a stražnjom ventilacijom bi se trebalo paziti na to, da se pokrivanje grudobrana isporučuje i montira od strane graditelja fasade. Obična limarska pokrivna ploča djeluje na više načina jeftino, razdražujuće i nije prilagođena boji. Sa aluminijskom pokrivnom pločom jačine 2 mm dobijamo stabilan i čist fasadni završetak. Sa odgovarajućim lakiranjem

prekrivanje ograde zaokružuje sliku fasade. Nužno je također da se podgradnja pokrivnih ploča za pregrade tačno dogovori sa preduzećem koje obavlja radove na ravnom krovu, kako bi ista morala da se obavi. Iz koordinacijskih i garancijskih razloga bi se trebala podkonstrukcija pregrade (grudobrana) izgraditi od strane graditelja fasade.

Podkonstrukcija bi se trebala uvijek montirati u kosini prema ravnom krovu, kako se nanosi prijavštine ne bi ispirali preko omotača-fasade zgrade.

Ugao nagiba ne bi trebao biti $>5^\circ$ (stanje tehnike). Isto tako se mora osigurati sigurnost hodanja po pokrovnim pločama ograde. Kosi rezovi se trebaju, kad god je to moguće, zavariti od strane proizvođača a zavarena mjesta očistiti. Tako zavareni dijelovi se moraju držati tako što je moguće kraće kako bi se s obje strane što je moguće bliže na kosom rezu napravila dilatacijska fuga i kako bi djelujuće snage držala što je moguće slabijim.

Fuge na kosim rezovima se moraju izbjegavati, jer se iste, budući da se trebaju širiti, ne mogu učvrstiti. I milimetarska preciznost takvih rješenja ostavlja mnogo prostora da se posao uradi bolje. Rubovi na otvorima se isto tako moraju zavariti, i lijevo i desno od istih opremiti dilatacionom fugom (fugom koja se može širiti).



Pokrivanje grudobrana/pregrada ravno

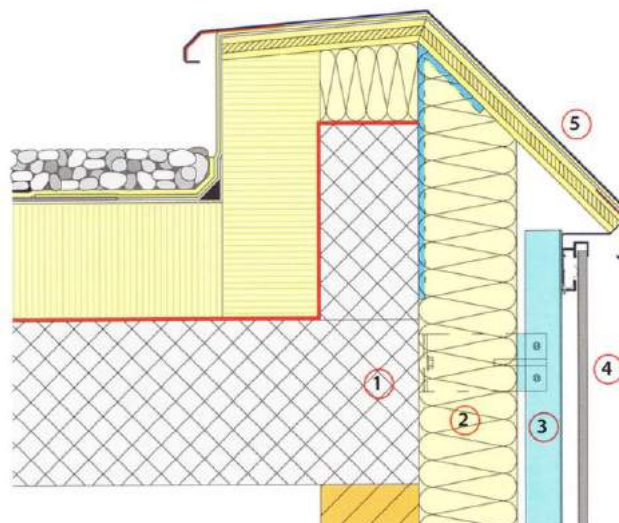
Beton (1), Termoizolacija (2), Noseći profil (3), Omotač fasade (4), Pokrivna ploča grudobrana/pregrade (5)

Za dilatacione fuge se koriste strukturirani, uzdužno linirani limovi kao podloge i proizvode se od istog materijala kao i materijali za prekrivanje pregrade.

Uzdužnim liniranjem se sprečava da se voda kapilarski širi na bočne strane. Trajno elastična ljepljiva se koriste samo s jedne strane kako bi što je moguće više smanjila opterećenje na unutarnje dijelove uzrokovano pomjeranjima. Na zahtjev se dilatacioni limovi montiraju i varenjem sastavljaju.

Obješeni limovi se izostavljaju u području dilatacijskih fuga, kako se ne bi s jedne strane dodatno nanosili i s druge strane kako ne bi nastala probijanja nanosa kroz sredstva za učvršćivanje.

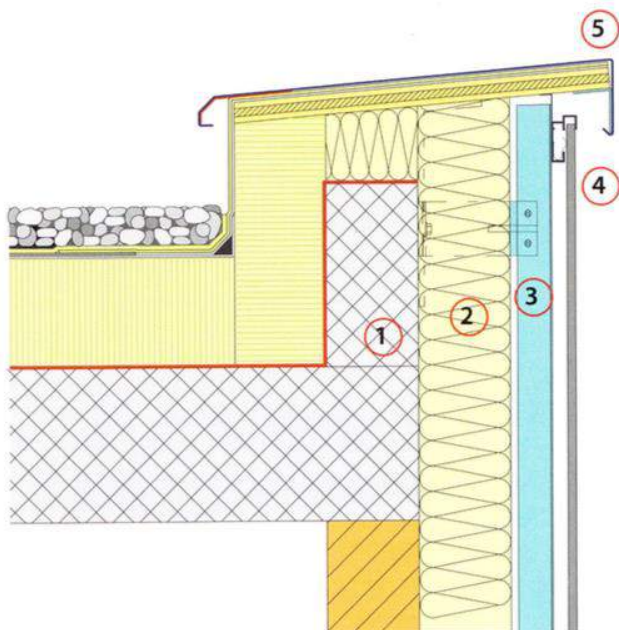
Na taj način ostaje konstrukcija zadihtovana, čak i kada bi za vrijeme ekstremnih uslova voda dospjela do izolacije.



Prekrivanje Pregrada/Grudobrana 45 ° ukošen
 Beton (1), Termoizolacija (2), Noseći profil (3),
 Omotač fasade (4), Prekrivač pregrade 45 °
 ukošen (5)

Gornji prelaz fasada/ravni krov sa vezanim pločama koje u svom sastavu imaju metal, direktno izveden

Vežane ploče koje u svom sastavu imaju metal su izvanredno prikladne za direktno izvođenje fasadnih detalja.

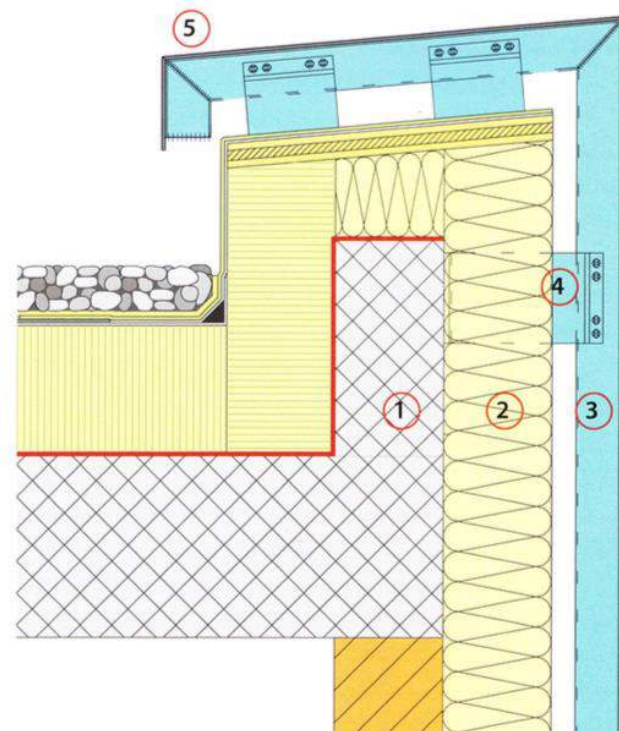


Pokrivanje grudobrana/pregrada ravno
 Beton (1), Termoizolacija (2), Noseći profil (3),
 Omotač fasade (4), Pokrivna ploča
 grudobrana/pregrade (5)

Gornji prelaz fasade/ravnog krova Pregrada savijena za 45 °

Čisto dizajnersko prekrivanje koje arhitekta i planeri fasada vrlo često zahtijevaju. Podkonstrukcija i rukovanje ostaju prema detaljima kako je već gore spomenuto.

Može se desiti u potpunosti, da kod dugih rubova krova ovaj oblik ruba krova kod omotača srednjeg i velikog formata pozitivno djeluje na rez najvišeg reda ploča.



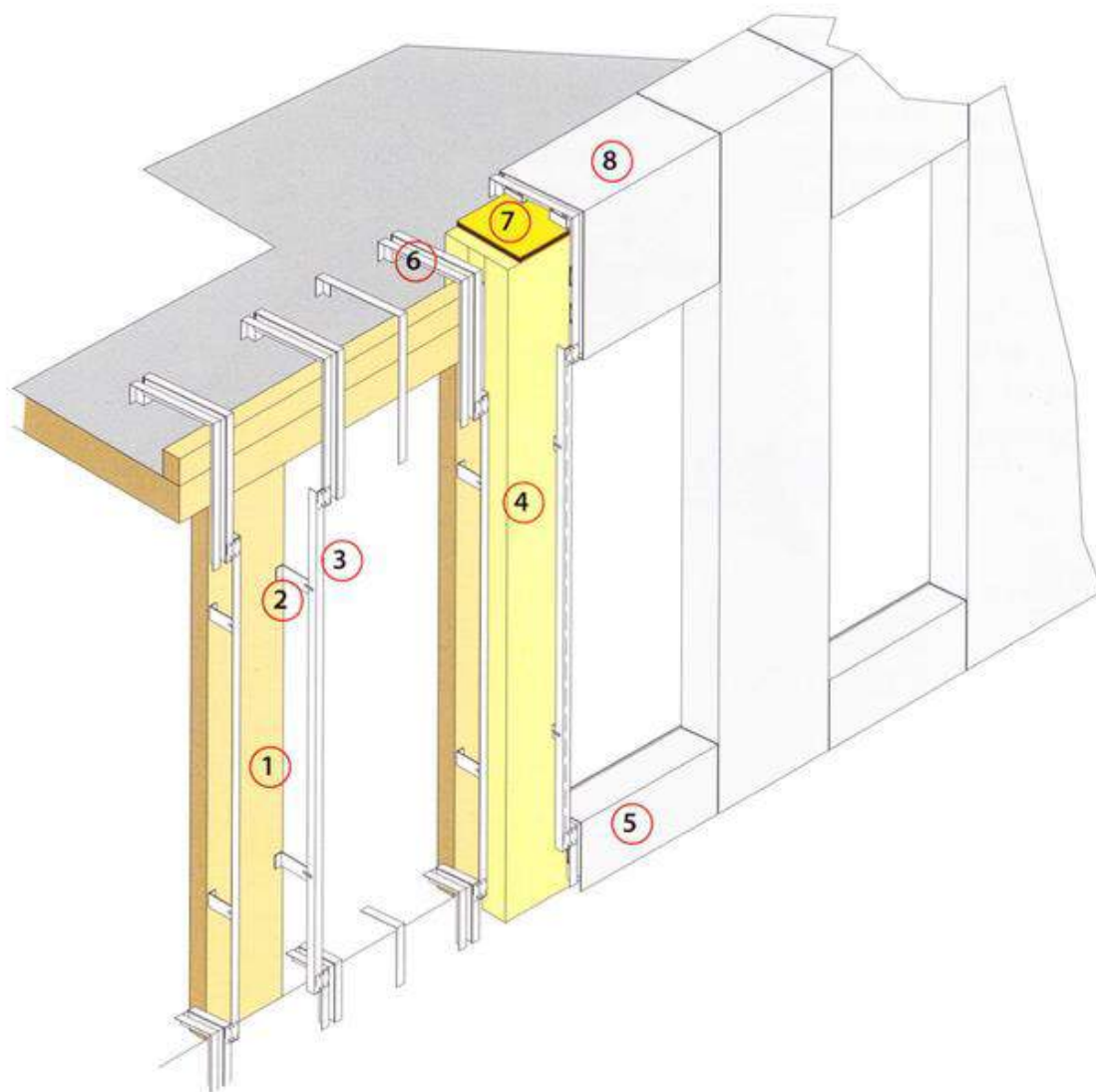
Gornji prelaz fasade/ravnog krova sa pločama koje u svom sastavu imaju metal
 Beton (1), Termoizolacija (2), noseći profil (3), U-Konzola (4), Pokrivač pregrade/grudobrana sa omotačem fasade (5)

Sve ivice se mogu direktno izvesti sa istom vrstom omotača-fasade. Pa i kada se radi o rubovima krova, kako je gore prikazano ili o nadvoju (gornji vezni slojevi), doprozornicima (bočni vezni slojevi), klupicama (donji vezni slojevi), vanjskim ili unutrašnjim uglovima. Na poleđini ploča se glodalicom napravi vertikalni žlijeba sa otvorom ugla od 90°, ali pri tome ostaje 1 mm debljina ploče.

Tako užlijebljena ploča se može na gradilištu ručno saviti. Kod manjih stranica koje se savijaju mogu se koristiti noseći profili kao pomoć u savijanju.

Podkonstrukcija gore oslikanog rješenja mora biti vodootporna. Šešir-profilu se koriste kao noseći profili. Isti se režu na željenu kosinu i zaptivaju varanjem. Kao konzole se koriste U-konzole. Podnožje daske se učvršćuje sa držačima i vijcima sa navojima s obje strane (dupli vijci). Tako konstruirana podkonstrukcija mora biti milimetarski precizna kako u fasadi ne bi nastale deformacije. Bez čistog finog planiranja jedva da se mogu formirati takve detaljne izvedbe.

Pored prikazana izometrija pokazuje, koja optika se može postići sa direktno spojenim detaljima. Naravno nisu svi objekti za to prikladni.



Gornji prelaz fasade/ravnog krova sa pločama koje u svom sastavu imaju metal (izometrija)

Noseća konstrukcija (1), Konzola (2), Noseći profil (3), Termoizolacija (4), Fasadni omotač, povezane ploča sa sastojcima od metala (5), Šeširni profil aluminijski, kosine čvrsto zavarene (6), Troslojna daska 27 mm (7), Pregrada/Grudobran sa fasadnim omotačem direktno izveden (8)

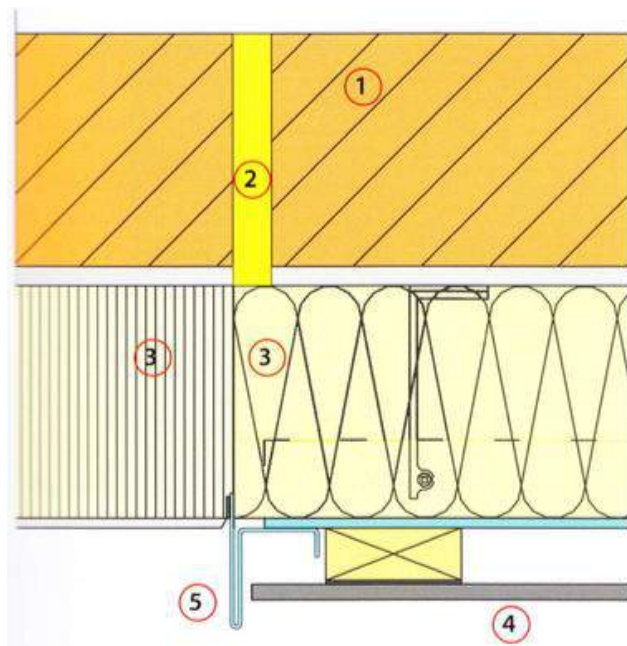
2.9. Priklučci na druge zgrade

2.9.1. Bočni priklučci

Bočni priključak kod ploča velikog formata na drvenu/metalnu podkonstrukciju na kompaktnu fasadu

Forma završnog profila se može slobodno kreirati ukoliko to nema lošeg uticaja na funkcionalnost. Za podkonstrukciju važe isti uslovi kako je gore opisano. Završni profil se ne bi više trebao voditi sve do noseće konstrukcije kako bi se što je moguće više izbjegli termo mostovi. Stabilnost se u potpunosti daje sa dvomilimetarskim (2 mm) aluminijskim limom. On bi međutim trebao da se pruži barem toliko daleko u termoizolaciju da malter dobija kontaktno područje za svoje trake za zatvaranje pukotina. Ove trake za zatvaranje moraju biti čelijski zatvorene, postojane na UV zračenje i dekompozitni (ne podliježu truljenju).

Trebalo bi se distancirati od pravljenja fuga sa zaptivnim-dihtujućim masama, budući da se iste, kako bi opravdale svoju funkciju moraju periodično obnavljati.



Bočni priključak kod ploča velikog formata

Zidna konstrukcija (1), Dilatacija/razdvojna fuga (2), Toplotna izolacija (3), Omotač/fasada (4), Bočni priključak od aluminijskog lima 2.0 mm, lakiran varenjem sa vanjskim potpornjima okvira (5)

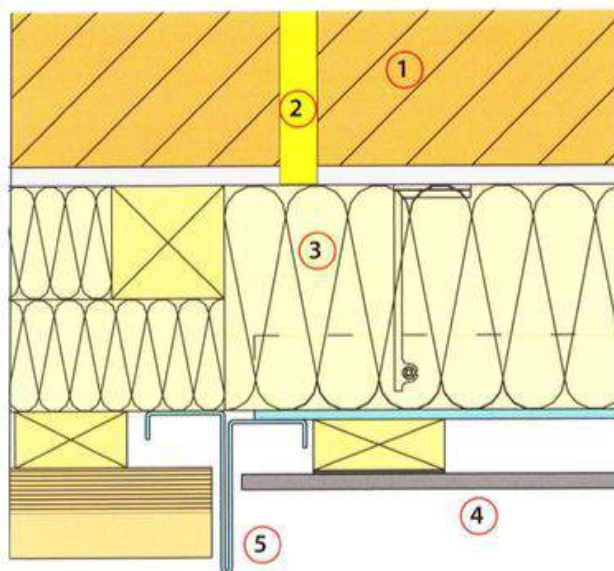
Dodatno pojašnjenje iz prakse: vanjske strane okvira prozora ili vrata kod pozicije 5 su

napravljene tako da je ivica usjeka između vanjske strane okvira-potporna (prozora ili vrata) vidljiva sa vanjske strane fasade.

Obično se radi o prozorima i vratima koji su više uvučeni u unutrašnjost fasade.

Bočni priključak kod ploča velikog formata na drvenu/metalnu podkonstrukciju na drvenu fasadu sa (obično horizontalnim) preklapom

Ovdje je prikazano kako se jedan završetak između fasade od ploča velikog formata može uklopiti sa kompletno stranim sistemom, ovdje sa drvenom podkonstrukcijom i drvenim omotačem.



Bočni priključak kod ploča velikog formata

Zidna konstrukcija (1), Dilatacija ili razdvojna fuga (2), Toplotna izolacija (3), Omotač/fasada (4), Bočni fasadni priključak od aluminijskog lima 2.0 mm, lakiran varenjem sa vanjskim potpornjima okvira (5)

Bočni priključak kod ploča srednjeg formata od keramike na primarnu metalnu pod-konstrukciju vertikalno na metalnu fasadu sa sinusnu limenu oplatu horizontalno položenu.

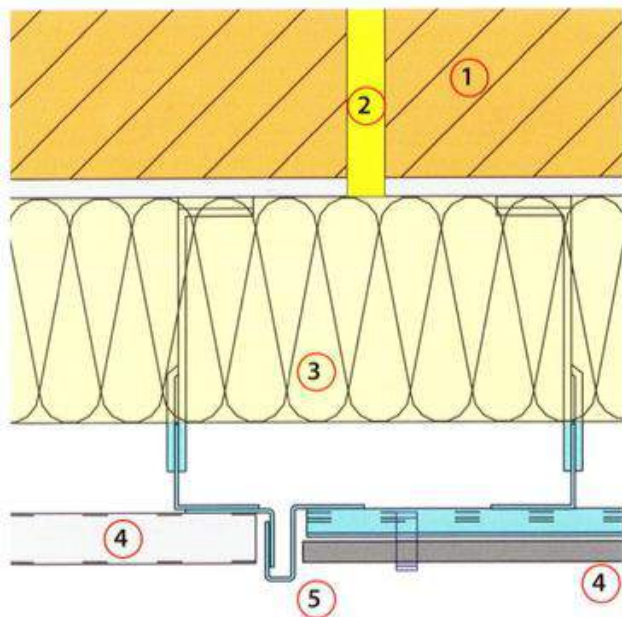
Sekundarna metalna podkonstrukcija keramičke oplata se isteže horizontalno. Ove noseće šine se moraju nakon drugog vertikalno vođenog profila primarne metalne podkonstrukcije odvojiti i

dilatirati kako bi se napravilo što je moguće manje protezanje na bočni završetak.

Podkonstrukcija sinusne fasade od lima se proteže nasuprot tome vertikalno i radi takođe u odgovarajućem pravcu.

Stoga je od prednosti, da ove dvije konstrukcije, kako je prikazano na crtežu, nisu jedna sa drugom vezane pomoću jednog jedinog profila.

Sa ovim rješenjem se obje fasade mogu pomjerati neovisno jedna o drugoj, a da pri tome ne nastanu odstupanja u fiksiranju zatezanjem.



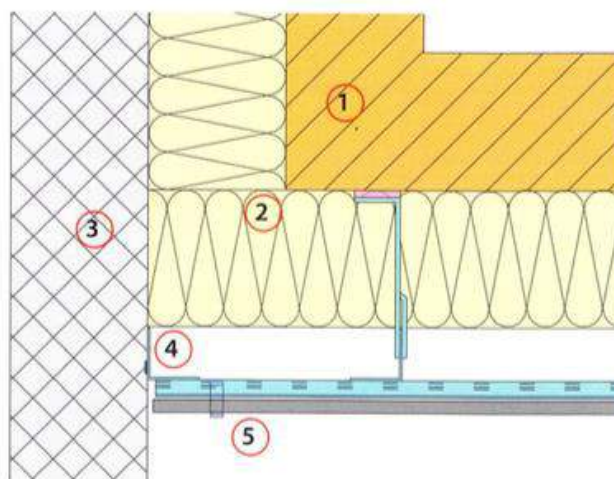
Bočni priključak kod ploča srednjeg formata

Zidna konstrukcija (1), Dilatacijska ili razdvojna fuga (2), Termo izolacija (3), Omotač – fasada (4), Limovi za razdvajanje od aluminija 2.0 mm, lakirani varenjem, bez mehaničkog spoja (5)

Bočni završetak na neizoliranom isturenom dijelu zgrade kod keramičke fasade

U ovoj situaciji se može bušenjem postaviti aluminijski kutni držač na betonskom zidu. Ispod ovog aluminijskog kutnog držača se postavlja dodatno komprimirana traka kako bi se velikim dijelom spriječila prodirajuća voda u takvu nastalu fugu.

Aluminijski kutni držač ne smije ni pod kojim okolnostima biti povezan sa nosećim profilima fasade!

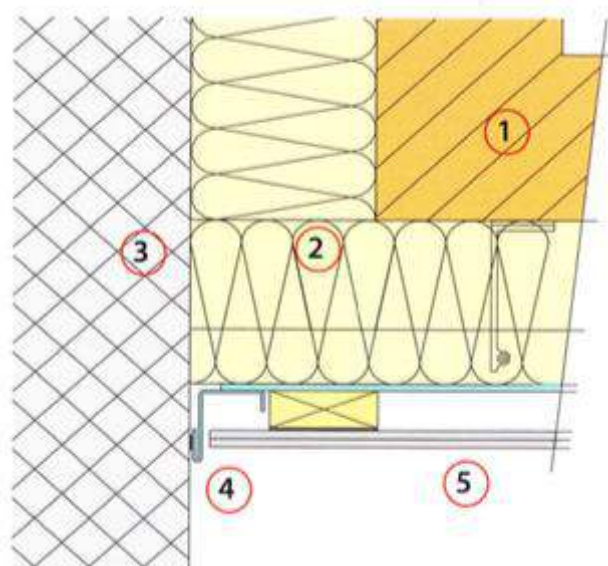


Bočni završetak na neizolovanom isturenom dijelu zgrade

Zidna konstrukcija (1), Toplotna izolacija (2), Beton (3), Alu-kutni profil sa komprimiranom trakom kao dihtung (4), Fasada (5)

Bočni završetak kod neizoliranog izbočenog dijela zgrade kod ljušturastog omotača-fasade malog formata

Ovo rješenje jednog bočnog završetka se može izvesti takođe kod priličaka na kompaktnim fasadama.



Bočni priključak na neizoliranom isturenom dijelu zgrade

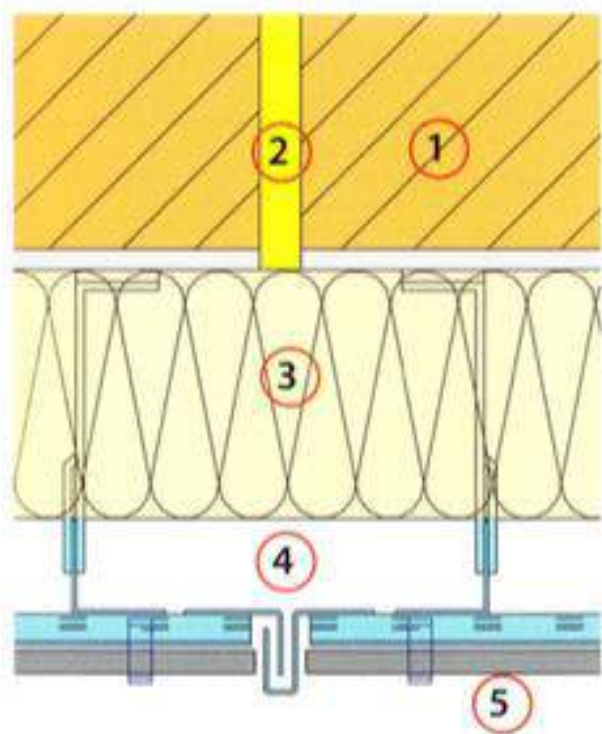
Zidna konstrukcija (1), Termoizolacija (2), Beton (3), Alu-priključni profil sa bočnom vanjskom stranom (prozora ili vrata) i komprimiranom trakom kao dihtung (4), Fasada (5)

Ne smiju se ugrađivati rješenja koja prelaze građevinski dio, budući da se građevinska tijela mogu različito pokretati i na taj način nastati

opterećenja uslovljena pritiscima. Kao izolacija ovog priključka služi ponovo komprimirana traka koja ne može istrunuti sa već opisanim neophodnim svojstvima.

2.10. Izrada dilatacija na zgradama

Kod izrade dilatacija na zgradama je obavezan najveći oprez. Građevinski inženjer, statičkim proračunom, daju u brojkama očekivana kretanja i potom izradi rješenje koje može prihvatiti proračunata kretanja.



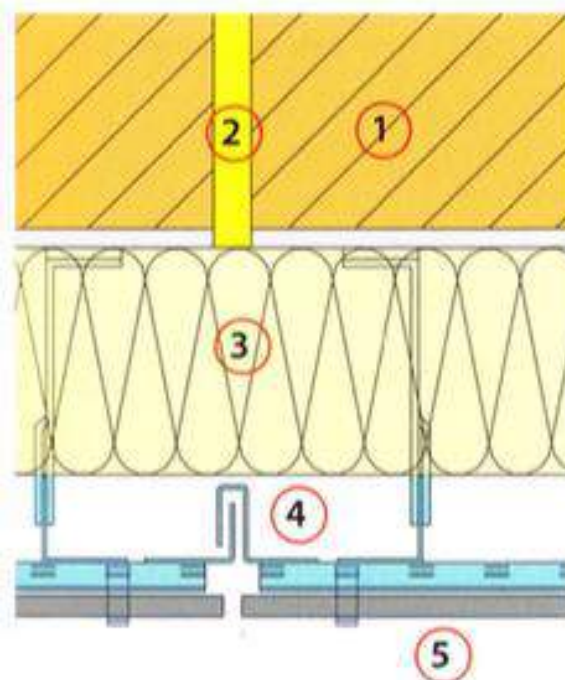
Dilatacije u keramičkoj fasadi
Zidna konstrukcija (1), Dilatacija ili razdvojna fuga (2), Toplotna izolacija (3), Limovi za razdvajanje od aluminijske 2.0 mm, lakirani varenje, bez mehaničkog spoja! (4), Omotač-Fasada (5)

Ono što se prije svega treba uraditi je da se putem dilatacijske fuge svi slojevi moraju odvojiti. Nijedan sloj ne smije konstruirati i učvršćivati da prelazi preko fuge, bilo da se radi o termoizolaciji, podkonstrukciji ili omotaču- fasadi. Za vrijeme kretanja u milimetarskom području mogu se fasade (omotači) ljušturasto položenih malih formata naizmjenično učvršćivati. Kod većih kretanja koji dosežu područje jednog centimetra mora se preduzeti konstruktivna mjera, kao npr. rješenja sa metalnim profilima.

Izvedba u/na keramičkoj fasadi

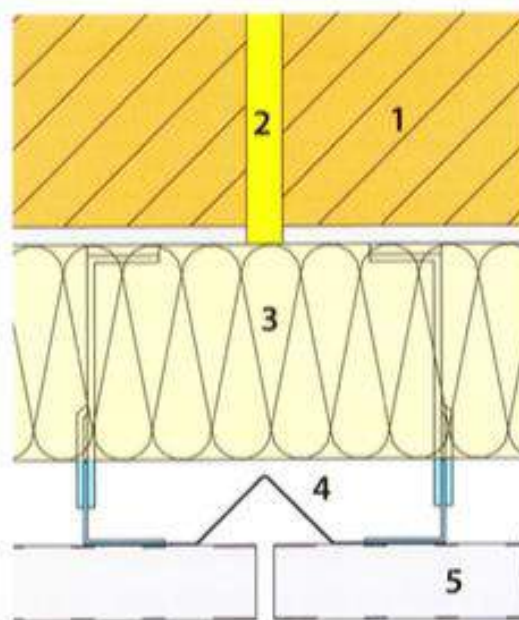
Potpuno odvajanje obje fasade omogućava ovdje kretanja u svim pravcima. Naravno da postoji i

manje upadljivih rješenja kao što to pokazuje sljedeći primjer u istoj konstrukciji:



Dilatacije u keramičkoj fasadi varijanta
Zidna konstrukcija (1), Dilatacijska ili razdvojna fuga (2), Toplotna izolacija (3), Razdvojni limovi od aluminijske 2.0 mm, bez mehaničkog spoja (4), Fasada (5)

Izvedba u metalnoj fasadi, npr. sinusni talas horizontalno

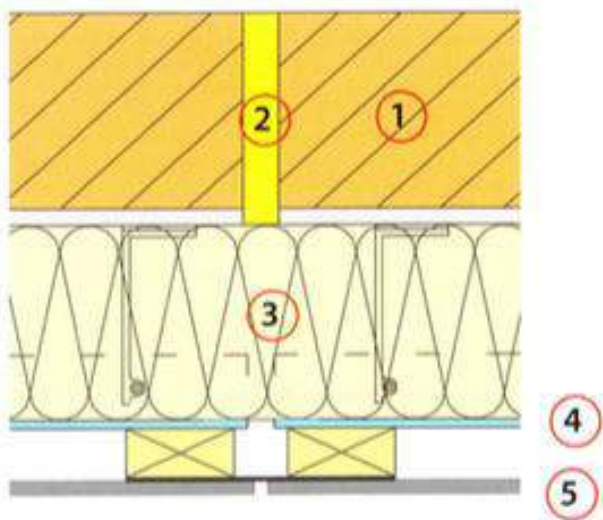


Dilatacije u metalnoj fasadi
Zidna konstrukcija (1), Dilatacijska ili razdvojna fuga (2), Toplotna izolacija (3), Fugni lim V-oblik oivičen (4), Fasada metalni profilni lim (5)

Izvedba sa pločama velikog formata na noseće letve od drveta i metalnu pod-konstrukciju

U ovoj situaciji su metalni profili nepotrebni. U svrhu premoštavanja dilatacijske fuge potrebna je samo EPDM gumeno-fugna traka širine 150 mm. Uslov je da se na ovom mjestu fasada nužno mora odvojiti.

Kod vertikalnih metalnih fasada sa stazama od profilnog lima se može bez prekida omotača-fasade zbog dilatacije zgrade kretati preko toga, jer kretnje preuzimaju profili omotača.



*Dilatacije u fasadi sa pločama velikog formata
Zidna konstrukcija (1), Dilatacijska ili razdvojna fuga (2), Termoizolacija (3), Horizontalni noseći profil (4), Omotač-Fasada (5)*

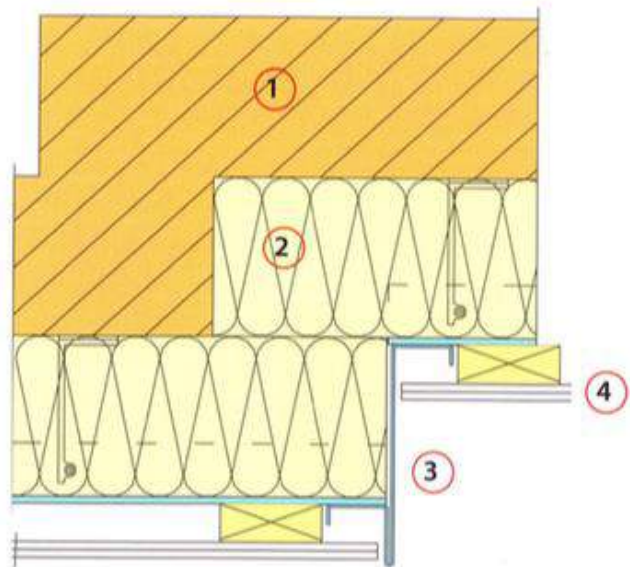
2.11. Pregrade na zgradi

Pregrade na zgradi često uslovljeno formatom i materijalom ne dopuštaju rješenje sa fasadnim materijalom. Također iz čisto ekonomskih razloga se traže za pregrade na fasadama druga rješenja.

Najpovoljnija varijanta je sigurno rješenje sa metalnim profilima. Bilo da se radi o strogo presovanim profilima ili ivičasto oblikovanim profilima koji se potom na odgovarajući način mogu obojiti prema tonu boje fasadne oplata.

Fasadna pregrada sa pločama od malih formata ljušturasto položena

Za ovo rješenje je aluminijski profil od 2 mm ivičasto oblikovan i lakiran varenjem. Kod odgovarajućeg prethodnog planiranja se mogu ovi građevinski dijelovi biti kod početka gradnje fasade već na licu, mjesta kako bi se izbjeglo odugovlačenje za vrijeme radnog procesa.



Fasadna pregrada sa pločama malog formata

Zidna konstrukcija (1), Toplotna izolacija (2), Aluminijski profil sa vanjskim straničnim potpornjem (3), Fasada (4)

U zavisnosti od proizvođača se mora računati sa vremenom isporuke do tri sedmice.

Ovo rješenje sa da sa manjim promjenama izvesti praktično na svim podkonstrukcijama i vrstama fasada, čak i onda kada se materijal fasade nakon pregrade mijenja.

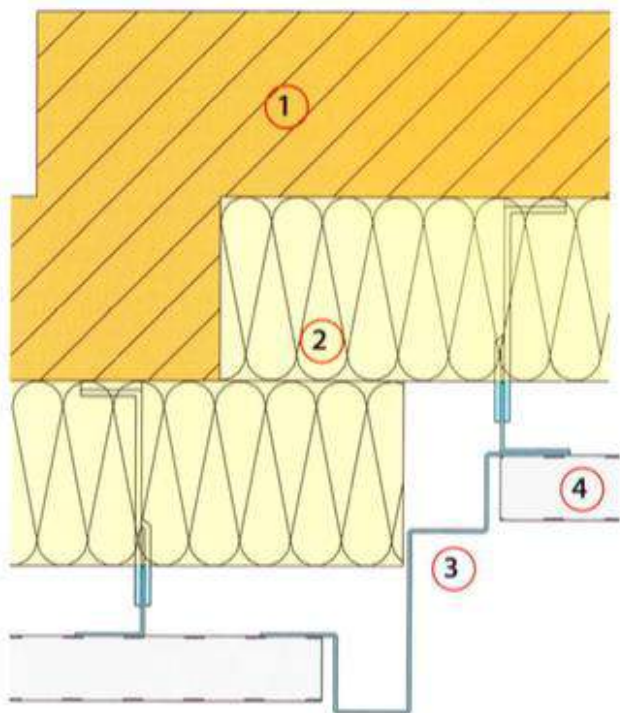
Fasadna pregrada sa profiliranim metalnim pločama horizontalno položena

Ovdje postaje jasno, da bi bilo besmisleno omotač vući oko fasadne pregrade, budući da za to praktično ne postoji više mjesta.

Aluminijski lim može u potpunosti biti i kreativni fasadni element. Širine ogledala variraju sasvim po željama planera analogno blendama okvira ili pregrade/grudobrana.

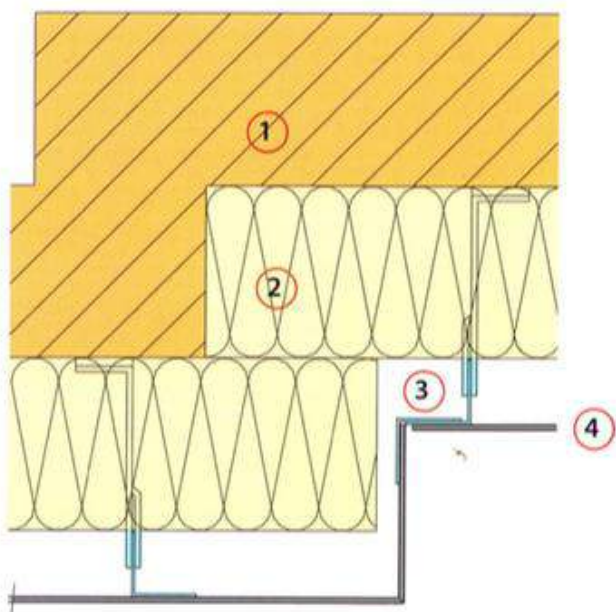
Fasadna pregrada sa vezanim pločama napravljene od metalnih komponenti

Vežane ploče napravljene od metalnih komponenti mogu također i bez dodatno formiranih dijelova od lima da se izvuku pravljenjem žlijeba pomoću glodalice na poledini, direktno oko ivice.



Fasadna pregrada sa profiliranim metalnim pločama

Konstrukcija zida (1), Toplotna izolacija (2), Aluminijski profil sa ogledalom i unutrašnjim uglom zavaren i lakiran (3), Fasadne metalne ploče (4)



Fasadna pregrada sa veznim pločama napravljenih od metalnih komponenti

Konstrukcija zida (1), Termoizolacija (2), Aluminijski kutni profil kao unutrašnji ugao, spoljni ugao ovičen (3), Fasada od veznih ploča napravljenih od metalnih komponenti (4)

2.12. Termografija

Od prve naftne krize 70-tih godina sve više postajemo svjesni, da su naše energetske zalihe ograničene i veoma dragocjene. I globalno zagrijavanje je posljedica emisije CO₂ čiji je uzrok energija korištena za zagrijavanje.

Podržava se efikasno planiranje mjera za izgradnju i sanaciju objekata, kao i nadzor i dokumentovanje pridržavanja propisa i održavanja kvaliteta tokom izgradnje toplotne izolacije. U svim ovim slučajevima infracrvena kamera daje važne informacije i bilježi stanje objekta.

Upotrebom kvalitetne infracrvene kamere i drugih modernih mjernih instrumenata ima se mogućnost provjere različitih objekata i lociranje nedostataka izolacije.

2.12.1. Šta je termografija

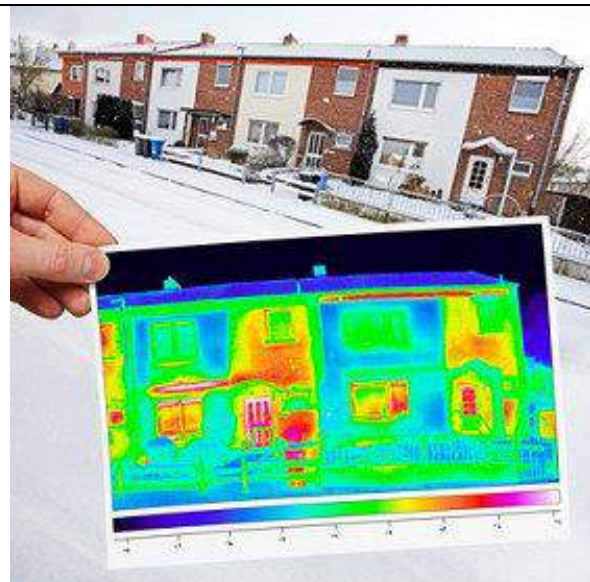
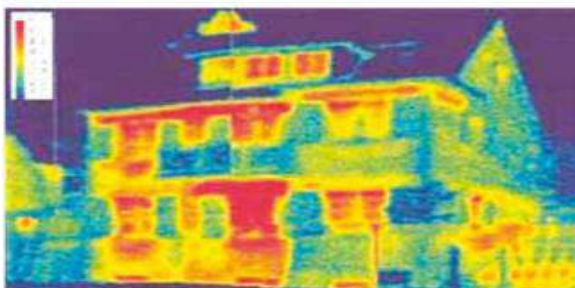
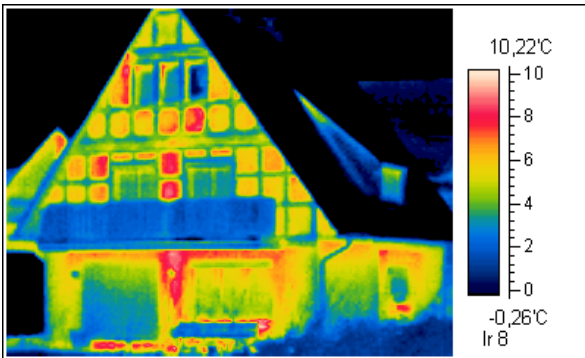
Termografija je mjerna metoda koja snimak toplotnog zračenja koje je nevidljivo za ljudsko oko običnim posmatranjem. Ovom metodom se na veoma brz način dobije potpuna slika termičke situacije i moguće je u veoma kratkom roku odrediti nedostatke, prije nego što oni postanu ozbiljan problem. Ovakvi snimci se nazivaju termogrami. Kvalitetno tumačenje toplotnih snimaka pruža važne informacije. Sa infracrvenom kamerom je moguće prikazati problematična područja i na taj način, pravovremenim djelovanjem ostvare se veće uštede kako novca, tako i vremena.

IC – termografija je postupak kojim se raspodjela temperature u određenoj površini objekta sa veoma visokom preciznošću može prikazati grafički. Na ovako nastalim snimcima moguće je ustanoviti nedostatke u toplotnoj izolaciji ili građevinsko fizikalna problematična područja, koji onda podliježu dodatnoj provjeri.

2.12.2. Postupak termografije

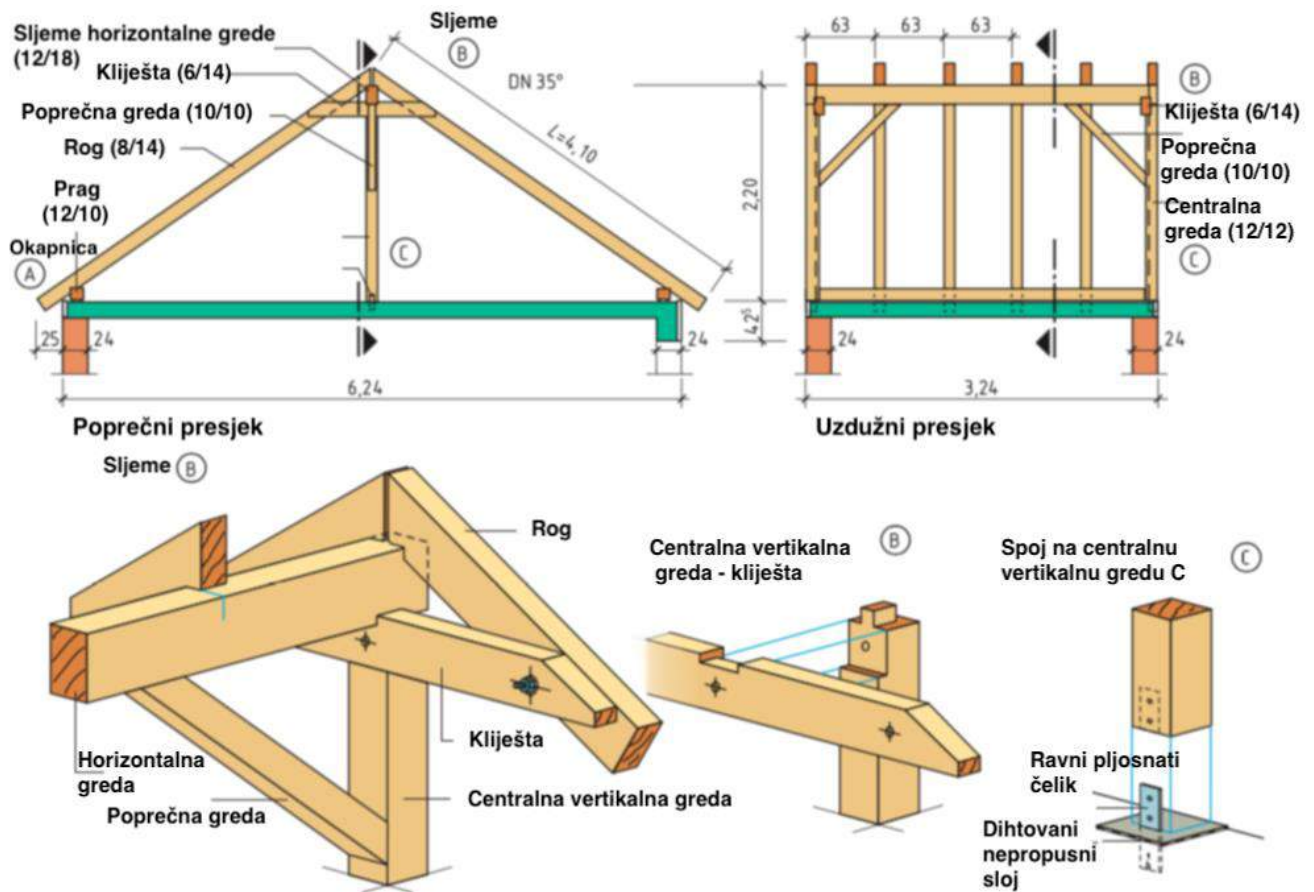
Potrebno je prvo napraviti snimak kuće tokom dana. U tom terminu se takođe ustanovi da li je moguća izvodljivost termografije. Stvarni termin termografije se provodi u noći, kada su povoljni vremenski uslovi, što znači da ne bi trebalo biti vjetrova, kiše ili snijega.

Najviša dozvoljena temperatura zraka bi trebala biti 5°C, jer je potrebno da razlika temperature unutar i izvan objekta bude najmanje 10°C.



Termografski snimci otkrivaju mjesta gubitaka toplote

KOSI KROVOVI



3. KOSI KROVOVI

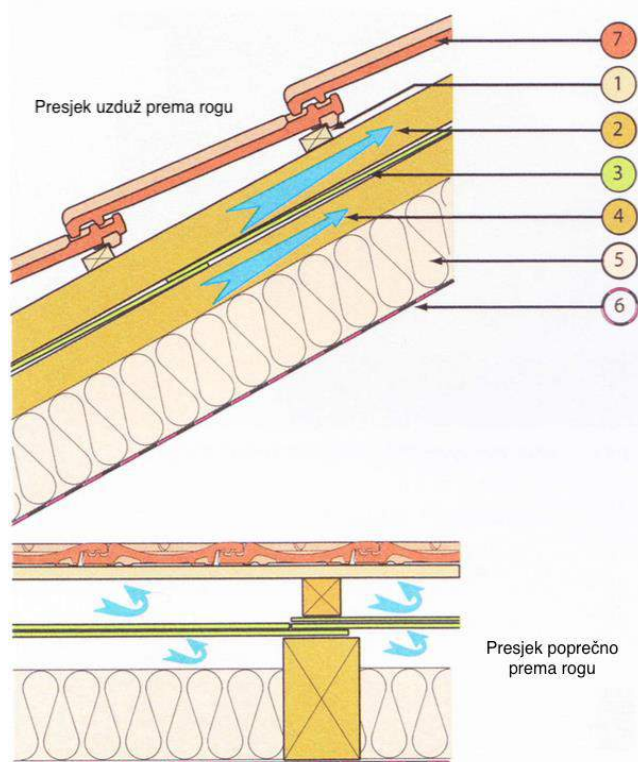
3.1 Slojevi krova

Svaki krov se sastoji od slojeva koje su sažete u dvije grupe:

- Podkonstrukcija
- Pokrivač

Podkonstrukcijom nazivamo sve slojeve i građevinske dijelove krovne konstrukcije ispod pokrivača koji se ne odnose na nosač krova odnosno zgrade.

U zavisnosti od vrste konstrukcije zgrade leži nosač ispod krovnih slojeva ili je u isti integrisan (npr. toplotna izolacija između rogova).



Dvostruko ozračeni krovni sistem

1 - PODLOGA ZA POLAGANJE

Podloga za polaganje narednog sloja (npr. krovnih letvi).

2 - PROZRAČIVANJE

Sa vanjskim zrakom koji struji kroz prazan prostor između dva sloja. Minimalna visina 45 mm. Pravi se putem kontra letvi (kroz kontra letve).

3 - POTKROVLJE

Prije pokrivanja odvojeni sloj za odvod vode (npr. tvrde ploče od drvenih vlakana, potkrovnne pločama sa cementom od vlakana).

4 - PROZRAČIVANJE

Sa vanjskim zrakom koji struji kroz prazan prostor između dva sloja. Minimalna visina 40 mm. Mora se prilagoditi razmjerama.

5 - TOPLOTNA IZOLACIJA

Sloj za poboljšavanje sposobnosti toplotne izolacije pomoću sposobnosti za provodljivost toplote manji ili jednak 0.1 W/mK (npr. prekrivači od staklenih vlakana).

6 - ZAPTIVANJE PROTOKA ZRAKA

Sloj toplotne izolacije prolazi i blokira zrak sa strane od koje dolazi toplota. Pravi se putem parne brane.

7. POKRIVANJE

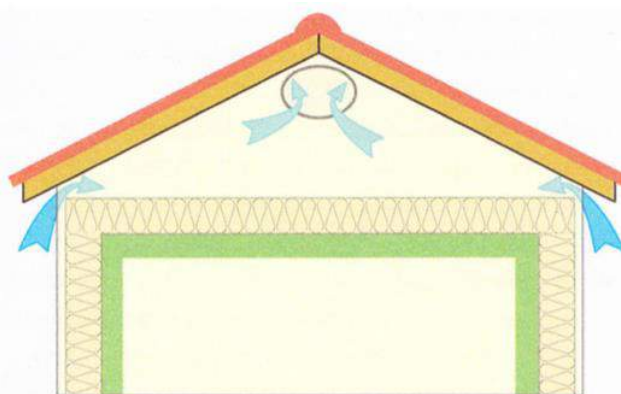
Pokrivanje se sastoji od pokrivačkog sistema, to znači od pokrivnog materijala koji na odgovarajući način preklopljen stvara debeli sloj protiv slobodnog protoka vode.

Direktnom vanjskom uticaju vremena izloženi sloj (npr. cigla od gline).

Pokrivanje se vrši na podlogu preko koje se vrši polaganje, npr. letvu.

3.2. Nakošeni krov (krov sa nagibom) bez toplotne izolacije

U nakošeni krov se ne računa krov koji nema toplotnu izolaciju, odnosno kada toplotna izolacija ne postoji ili se ista ne nalazi u kosini krova.



Krov nije toplotno izoliran

Prostor ispod vanjske strane krova predstavlja za građevinsko-fizikalno poravnavanje između vanjske i unutarnje klime važnu međuzonu (pufer zonu). Taj prostor treba da bude u vezi sa vanjskim zrakom. Otvori za prozračivanje se moraju tako izmjeriti da se može desiti dovoljna cirkulacija zraka. U idealnom slučaju su

temperature i vlažnost vanjskog i unutarnjeg zraka isti.

Pri lošoj cirkulaciji zraka se mora računati sa stvaranjem kondenzovane vode ispod pokrivnog materijala i na vodu povratnog toka.

Voda povratnog toka

Kod nedovoljno dobro urađenih konstrukcija može da se voda zimi probije kroz fuge pokrovnog materijala na prelazu između strane na kojoj se nalaze okapnice nadstrešnica/zgrada.

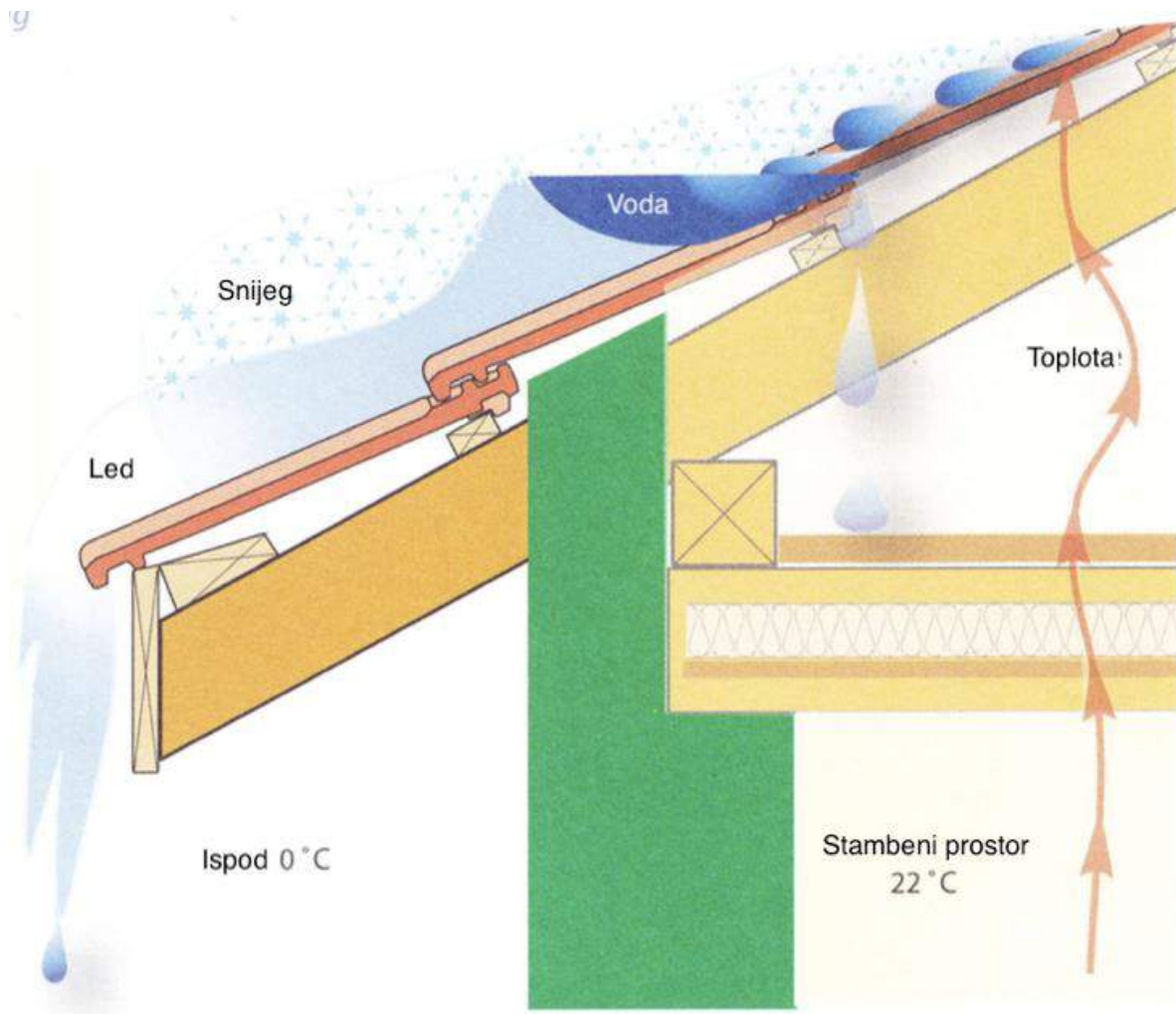
Loše prozračivanje sa donje strane krova, manjkava toplotna izolacija i nedovoljno

zaptivanje od protoka zraka utiču povoljno na stvaranje vode povratnog toka.

Voda povratnog toka nastaje na sljedeći način:

Snježni pokrivač koji leži na krovu djeluje kao izolator toplote. Krov je stoga zaštićen od vanjske temperature i zagrijava ga unutarnja toplota, tako da se snijeg otapa odozdo.

U hladnom području nadstrešnice smrzava se otopljena voda iznova i formira se jedna sve viša ledena barijera iza koje se voda nakuplja. Ukoliko je ta barijera dovoljno visoka, voda se probija unutra između fuge pokrivnog materijala.



Voda povratnog toka

3.2.1. Konstrukcija bez potkrovlja

Jednostavna krovna konstrukcija koja se samo preporučuje kod otvorenih garaža za motorna vozila, ambara i garaža za skladištenje u kojima ne postoje izvori toplote.

Krov je pri lošoj cirkulaciji donjih dijelova krova izložen s unutrašnje strane povećanom

opterećenju koje pravi kondenzovana voda, lednim mjestima i zaprljanjem (naročito u štalama).

Unutarnji prostor nije zaštićen od otkapajuće kondenzovane vode, prodirućih nanosa snijega i povratnog zastoja vode zbog stvaranja leda na krovu (voda povratnog toka).

3.2.2. Konstrukcija sa potkrovljem

Poboljšana konstrukcija kod krova bez toplotne izolacije koja se dokazuje kod poljoprivrednih građevina.

Pokrovni materijal se štiti putem potkrovlja i prozračivanjem djelotvorno od uticaja sa unutarnje strane.

Pokrivanjem eventualno prodiruće vode (naleti snijega, voda povratnog toka, štete od oluja) unutarnji prostor je zaštićen.

3.3. Nakošeni krov (krov sa nagibom) sa toplotnom izolacijom

U nakošeni krov se računa krov koji ima toplotnu izolaciju, odnosno kada je postavljena toplotna izolacija u kosini krova. Izolacija može biti postavljena ispod, između ili na rogu.

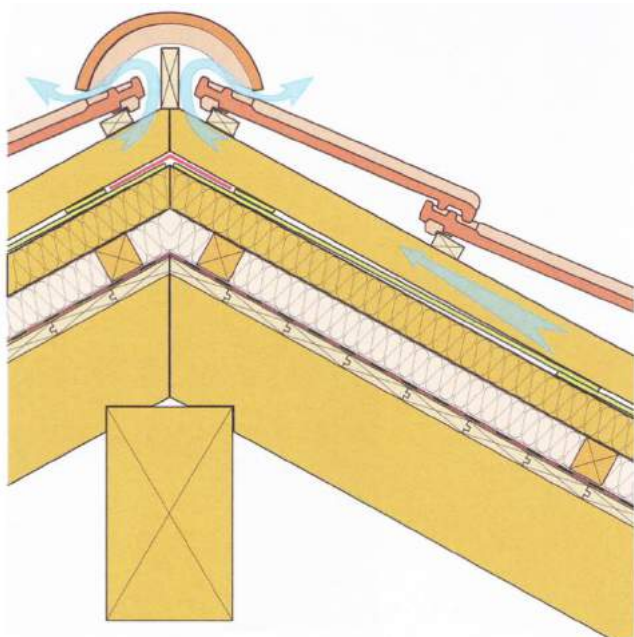
Toplotno-izolacijski krovni sistema mora biti nepropustan na zrak.

Ugradnjom **parne brane** se postiže nepropusnost zraka i istovremeno kontroliše difuzija pare.

Dovoljna toplotna izolacija sprečava prevelik gubitak toplote zimi i preveliko zagrijavanje unutrašnjeg prostora ljeti.

Ugradnja potkrovlja i ventilacija su potrebni za ispravno funkcioniranje krovnog sistema (izuzetak: krovni sistem bez ventilacije).

Ventilacija sprečava vlagu zbog svoje veze sa vanjskim zrakom. U periodu vrućih dana se uz to sprečava zadržavanje vrućine.



Krovni sistem jednostavno prozračen (ventiliran)

3.3.1. Krovni sistemi

U jednom krovnom sistemu su slojevi toplotnog-izolacijskog krova sastavljeni jedan uz drugi i jedan od drugom ovisni, ali se isti ne odnose na noseću konstrukciju krova odnosno zgrade.

Kod toplotno-izolacijski nakošenog krova se razlikuju:

- JEDNOSTAVNO PROZRAČEN KROV (ranije toplotni krov)
 - o Nakošen krov sa prozračivanjem između krova i potkrovlja.
- DVOSTRUKO PROZRAČEN KROV (ranije hladni krov)
 - o Nakošen krov sa prozračivanjem između krova i potkrovlja kao i sljedećeg sloja kao npr. toplotna izolacija
- NEPROZRAČEN KROV
 - o Krov kao granica između unutarnje i vanjske klime zgrade treba da odoli mnogim uticajima: kiši, snijegu, ledu, vjetru, toploti, hladnoći, vodenoj pari. Dodatno se pod određenim okolnostima moraju uzeti u obzir MJERE ZAŠTITE OD BUKE I POŽARA.

Fizikalni i mehanički faktori koji djeluju sa vanjske i unutrašnje strane moraju se uzeti brižljivo u obzir prilikom planiranja krovnog sistema. Odgovarajuće znanje o fizikalnom ponašanju toplote i vlažnosti je pretpostavka za funkcionirajuću kombinaciju slojeva.

Greške u konstrukciji krovnog sistema mogu imati daleko lošiji uticaj nego vremenski oštećen krov.

I. Krovni sistem sa jednostavnim prozračivanjem

Krovni sistem za jednostavnim prozračivanjem je toplotno-izolacijski nakošen krov sa prozračivanjem između krova i potkrovlja.

Toplotna izolacija udara jako na potkrovlje. Zbog nedostajućeg prozračivanja donjih dijelova potkrovlja mora isti što je moguće više biti propustan na paru. Parna kočnica koja mora biti svuda nepropusna na zrak, sprečavanja prodiranje vlage iz unutarnjeg prostora u toplotnu izolaciju.

Prilikom odabira materijala mora se bezuslovno paziti na to da slojevi s vanjske (hladne) strane više propuštaju vodenu paru nego s unutrašnje (tope) strane.

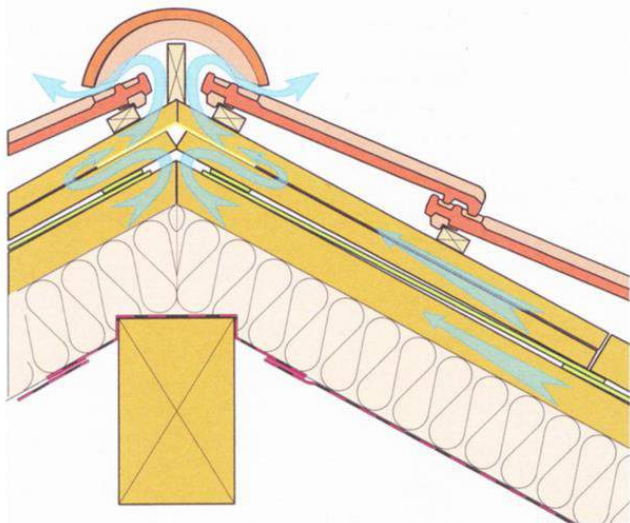
Visina prostora za prozračivanje (ventilaciju) se formira pomoću kontra letvi. Prozračivanjem se sprečava stvaranje kondenzovane vode na pokrивnom materijalu. Veličina prostora za prozračivanje se mora prilagoditi klimatskim uslovima!

II. Dvostruko ozračeni krovni sistem

Dvostruko ozračeni krovni sistem je toplotno-izolacijski nakošeni krov sa prozračivanjem između krova (pokrivača) i donjeg dijela krova kao i potkrovlje i sloj toplotne izolacije.

Prvo prozračivanje se nalazi između toplotne izolacije i potkrovlja. Toplota i vlažnost koja prodire kroz parnu branu i toplotnu izolaciju se odvođe; tako da se može izbjeći stvaranje kondenzovane vode na donjoj strani potkrovlja. Nažalost u vanjskom području vlakana izolacijskog materijala smanjuju zbog prozračivanja vrijednost izolacije.

Drugo prozračivanje se postavlja između potkrovlja i (po)krova. Ono osigurava prozračivanje donjeg dijela (po)krova. Sa kontra letvama se formira visina ovog prostora za prozračivanje.



Krovni sistem dvostruko ozračen

III. Krovni sistem bez ozračivanja

Kada se podkonstrukcija i (po)krov usko spajaju bez prostora za prozračivanje, mora niz slojeva biti prilagođen difuziji pare. Svaki naredni sloj prema vanjskoj strani mora moći propustiti više pare nego njeni prethodnici.

Ukoliko je (po)krov gotovo nepropustan na paru kao što je to slučaj kod METALNIH (PO)KROVA, ne smije nikakva vodena para dospjeti u konstrukciju. Ona bi napravila kondenzovanu paru ispod lima i dovela do KOROZIJE kao i do proboja izolacije tekućinom!

Najunutarniji sloj se mora sastojati od vrlo zaptivne parne brane koja manje ili maksimalno isto propušta toliko mnogo pare kao (po)krov.

Priključci se izvode naročito brižljivo! Rupe u parnoj brani dovode sigurno do kvarova!

Ukoliko se (po)krov ošteti, dospjeva voda direktno u donje slojeve, budući da nedostaje potkrovlje.

3.4. (Po)krovi

Sa pokrovom se označava najviši, direktnim vremenskim prilikama izloženi sloj krova.

Kada su naši rani preci počeli da prave naselja i kuće pokrivali su svoje krovove sa za to prikladnim i postojećim materijalom iz svog bližeg okruženja kao što su trstika, sitovka i slama. Pronalazak i dalji razvoj alata je učinio mogućim da se do tada teško obradivi prirodni građevinski materijali tako obrade, da se odabir materijala za pokrivanje malo po malo povećavao (šindra).

Šire naseljavanje je imao dalji uticaj na vrstu tadašnjih materijala za pokrivanje i od toga ovisnih oblika krovova od nižih (krovovi od trstike) u više pozicije (krovovi od kamenih ploča).

3.5. Toplotna zaštita kod izgrađenog nakošenog krova

Propis o uštedi energije u pojednostavljenoj formi se primjenjuje takođe kod dokazivanja o rekonstrukciji.



Izolacija između rogova

Ipak postoje konstrukcijski uslovljene posebnosti, koje ovo poglavlje želi istaći. Odgovorni za toplotnu zaštitu krovova su različiti toplotni izolacijski slojevi. Pri tome se isti mogu postaviti na sljedeće načine:

- izolacija **između** rogova (međurogovna izolacija): ovo je najuobičajnija varijanta, ona

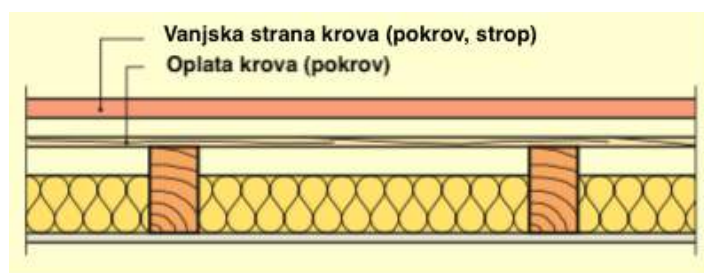
je takođe kod naknadne izgradnje krova moguća. Ali: kod nestručne obrade postoji opasnost od toplotnih mostova.

- izolacija **ispod** rogova (podrogovna izolacija) ima prednost, što se sloj izolacije ne prekida rogovima. Zbog toga ne mogu ni nastati toplotni mostovi, ipak gubi se vrijedan stambeni i prostor u potkrovlju.
- izolacija **na** rogovima (na rogovima izolacija): i ovdje formira izolacijski sloj zatvorenu površinu. Uz to dolazi da rogovi u kreatorske svrhe ostaju vidljivi.

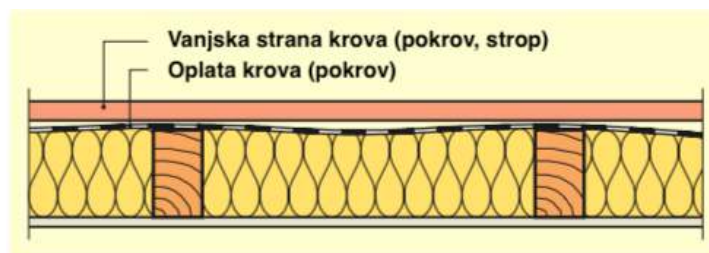
Kako bi se postigle veće debljine izolacijskog materijala može se izolacija između rogova kombinirati sa izolacijskim slojem koji leži preko odnosno ispod rogova.

Pored položaja izolacija igra ozračavanje krova pri toplotnoj zaštiti važnu ulogu. U zavisnosti od konstruktivne izgradnje pravi se razlika između:

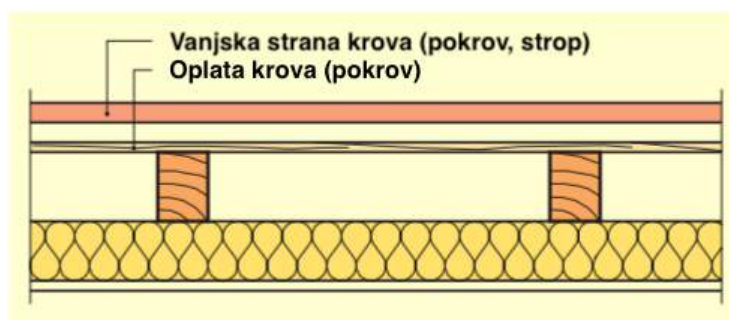
- dvoslojno ozračenog krova i
- neozračenog krov.



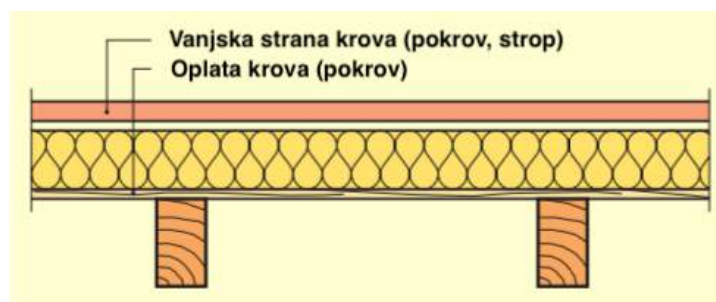
Izolacija između rogova kod dvoslojnog krova



Izolacija između rogova kod jednoslojnog krova



Izolacija između rogova



Izolacija na rogovima

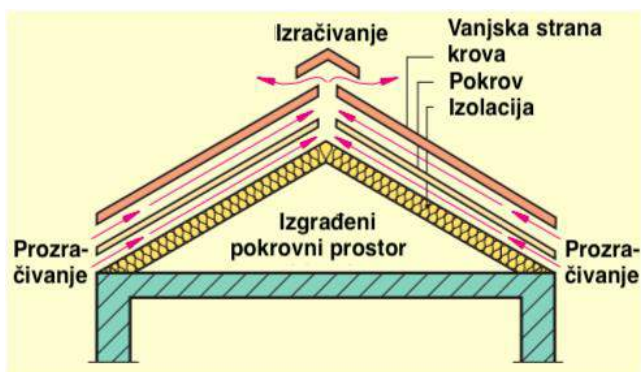
Dvoslojno prozračeni krov se ističe time, što se između unutra smještene toplotne izolacije i krovnog sloja (npr. potkrovlja) nalazi šupalj prostor kao i između krovnog sloja i vanjske strane krova (kroz kontra letve).

Važno je, da se ovaj prozračeni prostor prostire prolazeći između sljemena i strehe (okapnice) i da se opskrbljuje sa dovoljno otvora za dovod i odvod zraka. Na taj način može u konstrukciju dospjela vlaga izaći kroz sistem (iznutra stvaranjem otopljene vode, izvana putem nanosa snijega). Dodatno nudi dvoslojno prozračeni krov ljeti prednost, da nastajuća toplina može brzo ponovi biti transportovana iz sistema.

Manjkavost se pokazuje u tome što samo mala debljina izolacijskog materijala može biti ugrađena.

Kod **krova bez prozračivanja** nasuprot tome se ravan između toplotne izolacije i krovne oplata odnosno podpokrivne staze ne prozračava. Zbog toga je krajnje važno da se na toploj strani izolacije (zimi unutra) ugradi parna brana koja sprečava da vlaga dospije u izolaciju, jer vlaga povećava provodivost toplotne nekog materijala i sprečava na taj način pametnu toplotnu izolaciju.

U nivou preko toplotne izolacije mora se postaviti potpokrovna staza nasuprot difuziono otvorenog sloja. Ona omogućava da eventualno postojeća vodena para iznutra može strujati prema vani, dok se sprečava prodiranje vlage s vanjske strane u obliku kiše ili nanosa snijega.



Prozračivanje krovova sa podkrovom i izolacijom ispod rogova

3.6. Pokrivanje kosog krova

3.6.1. Predpokrivanje (predpokrov)

Svaka krovna konstrukcija se nakon njene izrade zaštitno prekriva sa predpokrovom od bitumenskih staza (u pravilu V13). Staze se u pravilu polažu paralelno prema ivici nakošenog krova. Prekrivanje mora iznositi minimalno 8 cm.

Staze se učvršćuju sa spojnicama (štiftovima) za ljepenke.

Predpokrov služi za vrijeme pokrivnih radova kao **zaštita krovne konstrukcije** od padavina i nakon završetka radova pokrivanja kao zaštita od nanosa lebdeće prašine, pepela, nanosa snijega i sl.

Svaka krovna konstrukcija sadrži predpokrivač od bitumenskih staza za dihtovanje.

Dodatne mjere sigurnosti i mjere dihtovanja

Kada su zbog mjesnih ili klimatskih prilika, gradnjom/širenjem krova i korištenjem krova ili zbog strme ili veoma ravne nakošenosti krova postavljeni povećani zahtjevi na krov, moraju se preduzeti dodatne mjere pri pokrivanju.

Dodatne mjere mogu biti podzatezne staze (zatezanja folija ili bitumena ispod krova), pokrivanja ispod krova i potkrovne instalacije. One se koriste u zavisnosti od broja povećanih zahtjeva.

Podzatezne staze* i pokrivne staze ispod krova*

Ove staze imaju zadatak da štite unutrašnjost krova i toplotnu izolaciju od nanosa snijega i prašine. Podzatezne staze i pokrivanja ispod krova mogu uz pridržavanje dodatnih mjera (npr. materijali za čvrsto dihtovanje ispod kontra letvi) kratkoročno poslužiti i kao pomoćni pokrov.

3.6.2. Vrste staza i zahtjevi

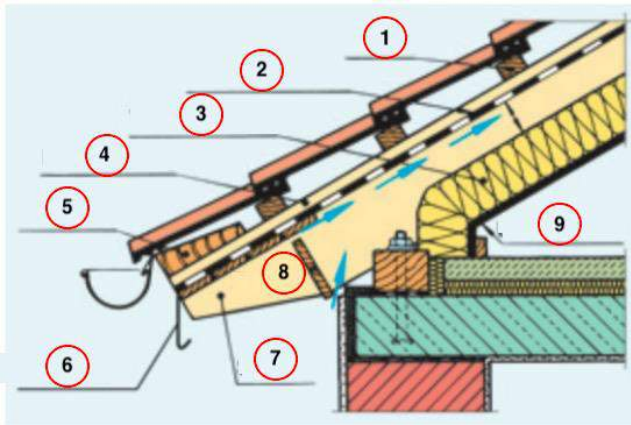
Kao podzatezne staze i staze za pokrivanje ispod krova dolaze u obzir sa specijalnim bitumenom impregnirani flis ili folije i flis od umjetnih materijala. Oni moraju biti postojani na vrućinu ispod vanjske strane zbog ljetnih vrućina.

Podzatezne staze (paropropusna-vodonepropusna folija) sprečavaju zbog svog materijala (npr. fino perforirane folije) difuziju vodene pare koja izlazi pod pritiskom iz kuće prema vani. Zbog toga moraju kod ovih staza između ispod položene toplotne izolacije i podzateznih staza ostati dovoljno otvorenog poprečnog ozračenja, kako bi mogao bez opasnosti odvesti postojeću vodenu paru. Zbog toga moraju ove staze završavati 5 cm ispod vrha luka sljemene tačke.

Podzatezne staze (paropropusna vodonepropusna folija) su difuziono otvorene staze, koje ne sprečavaju difuziju vodene pare iz kuće. U tom slučaju nije potreban poprečni

presjek između toplotne izolacije i podzateznih staza. One se zbog toga u pravilu direktno

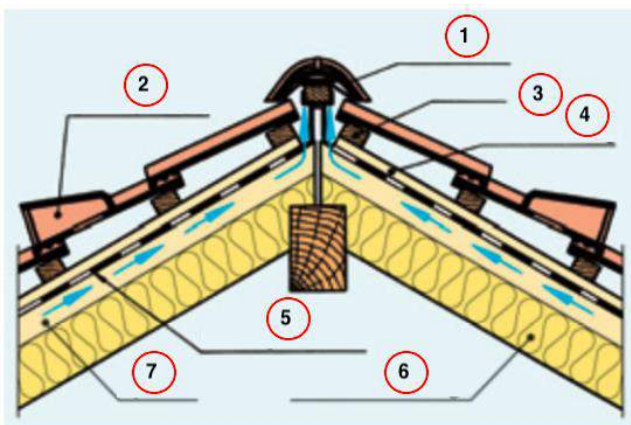
poliježu na oplatu (pokrivnu podlogu, šalung) ili na dovoljno stabilnu toplotnu izolaciju i vode se u području sljemena, grbata (vanjskih i unutrašnjih trouglastih (piramidalnih) ivica na nakošenom krovu koje presjecaju dvije krovne površine) preko vrha luka sljemene tačke.



Priključak u području oluka

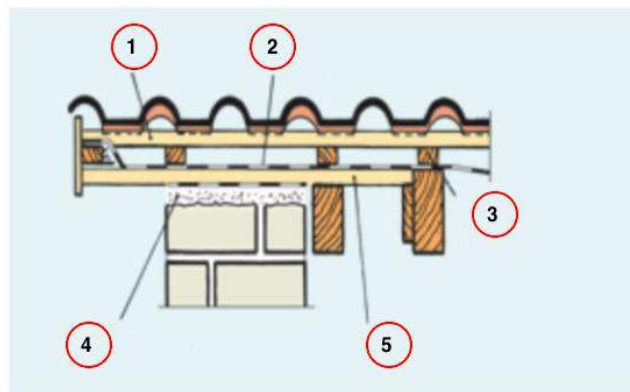
Letve (1), Podzatezna staza (paropropusna vodonepropusna folija) (2), Toplotna izolacija (3), Kontra letve (4), Daska okapnice (5), Lim okapnice (6), Rog (7), Dotok zraka (8), Parna brana (9)

* Podzatezne staze (paropropusna vodonepropusna folija) štite potkrovlje od prašine i vlage. Ove staze se proizvode u pravilu od umjetnih materijala kao što su PU, PVC ili polietilen. Ukoliko se svi rogovi koriste za termoizolaciju, ugrađuju se tzv. difuzijski otvorene podzatezne staze. One su visoko propusne na paru i polažu se direktno na termoizolaciju.



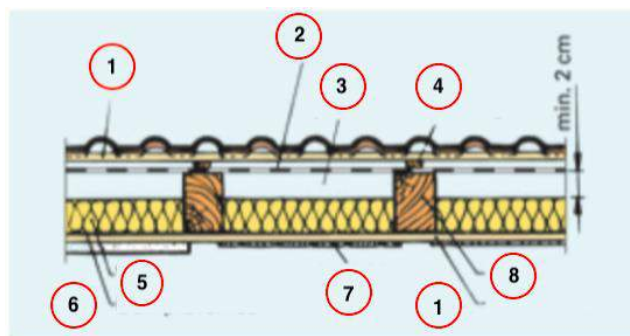
Priključak na sljeme

Suho sljeme (1), Ventilacijski crijev (2), Letve(3), Kontra letve (4), Podzatezna staza (paropropusna vodonepropusna folija) (5), Toplotna izolacija (6), Rog (7)



Priključak na zabat (kalkan)

Letve(1), Podzatezna staza (paropropusna vodonepropusna folija) (2), Kontra letve (3), Izolacijski sloj (4), Oplata (5)



Poprečni presjek kroz krov sa kontra letvama

Letve (1), Podzatezna staza (paropropusna vodonepropusna folija) (2), Poprečni presjek ventilacije (3), Kontra letve (4), Termoizolacija (5), Parna brana (6), Oplata (7), Rog (8)

* Pokrivne staze (paropropusna vodonepropusna folija) ispod krova se sastoje od difuzijski otvorenog materijala i koriste se u potkrovlju kao dodatna mjera radi zaštite od kiše. Pokrivna staza(paropropusna vodonepropusna folija) ispod krova se polaže na drvenoj oplati ili na termoizolaciji koja je po formi stabilna ispod pokrova kako ne bi mogao nastupiti tzv. efekat šatora koji bi ugrozio vodootpornost. Razlika od pozatezne staze(paropropusna vodonepropusna folija) leži upravo u tom načinu polaganja, jer podzatezna staza(paropropusna vodonepropusna folija) se polaže sa laganim provjesom.

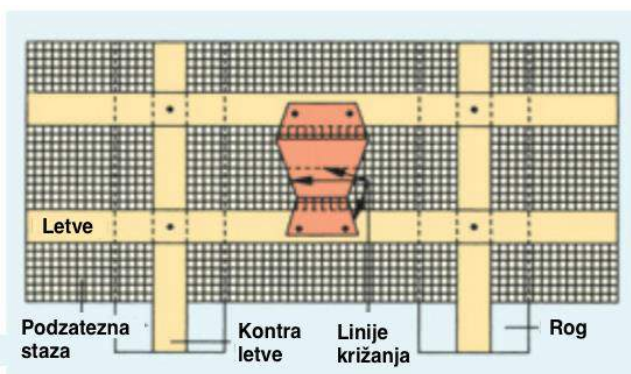
Kod ventilacijske konstrukcije završava zadnja staza 3 cm ispod vrha luka/ugla sljemene tačke.

3.6.3. Polaganje podzateznih staza) paropropusna-vodonepropusna folija

Kod betonskog crijeva se npr. preporučuje, nakošenost krova u zavisnosti od potrebe polagati

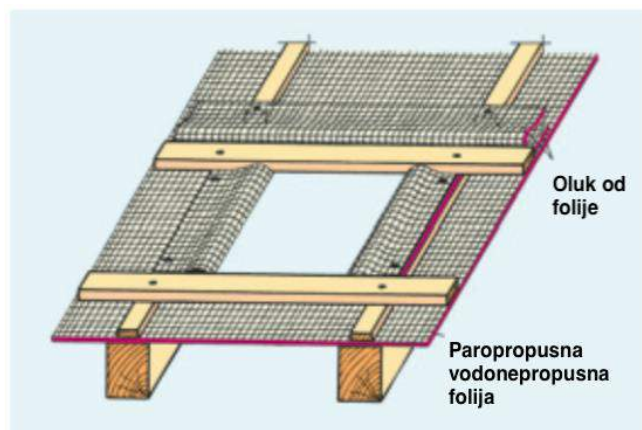
između 22 ° i 45 ° a preko 45 ° eventualne podzatezne staze. Kako bi se ispoštovali građevinsko fizikalni uslovi potrebno prilikom polaganja predzateznih staza (paropropusna vodonepropusna folija) voditi računa o bitnim tačkama.

Podzatezne staze (paropropusna vodonepropusna folija) se polažu paralelno prema okapnici. Osim toga se preko toga postavljaju kontra letve najmanje debljine 24 mm kako bi se postigao dovoljno velik prozračni (ventilacijski) poprečni presjek između pokrova i podzatezne staze (paropropusna vodonepropusna folija). Prva podzatezna staza (paropropusna vodonepropusna folija) se vodi sve do oluka krova, na stazu okapnice (krovnog žlijeba) ili ispod grede okapnice (krovnog žlijeba) i to tako da ne nastanu vodene vreće (vodom ispunjene šupljine na visećim krajevima). Sve ostale staze se polažu sa 10 cm pokrova od okapnice do sljemena. Zadnja staza mora završiti kod staza koje sprečavaju difuziju 5 cm ispod **tačke vrha luka/ugla sljemene tačke**. Difuzijski otvorene staze se moraju voditi u području sljemena, unutrašnje i vanjske strane grbata preko vrha luka/ugla sljemene tačke. Bočno se moraju podzatezne staze voditi sve do **zida zabata**. One ne smiju završiti prije toga. Tačke, kojima se prilikom polaganja mora posvetiti posebna pažnja su svi krovni prodori vanjske strane krova kao što su prozori u stambenom dijelu potkrovlja, ventilacijske cijevi, odžaci, uspravni krovni prozori i drugi otvarajući dijelovi, vanjski i unutarnji grbati i žlijebovi. Ovdje se podzatezne staze (paropropusna vodonepropusna folija) ne jednostavno isjeku i odsjeku već se one priključuju.

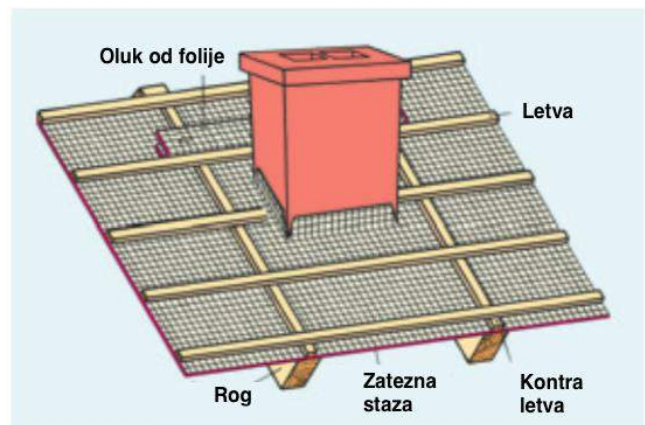


Prodiranja kroz ventilacione otvore*

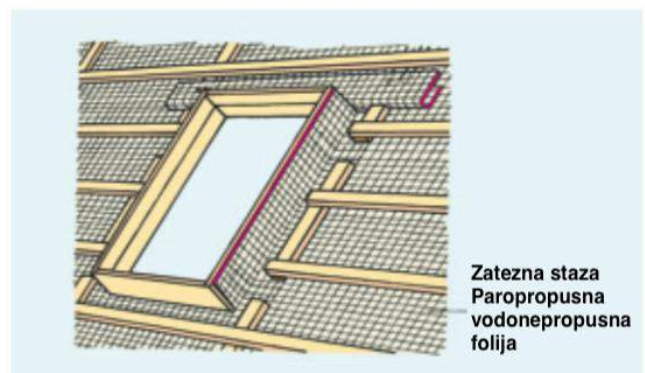
U prodiranja kroz ventilacione otvore se broje dimnjaci, nastavci za vijence za svjetlosne kupole i RWA-sisteme, ventilacije kao i potporni i ostali vertikalni stubovi, mjesta ankerovanja, ostali priključci.



Podzatezna staza kod ugradnje kod krovnih otvora sa providnim (pleksiglas) crijepom



Priključak na kamin



Priključak na prozor krovne površine

Podzatezne staze (paropropusna vodonepropusna folija) štite krovnište od nanešenog snijega i prašine. One se stoga moraju čisto priključiti u području okapnice, sljemena i zabata, te na krovne priključke.

3.6.4. Potpokrovi

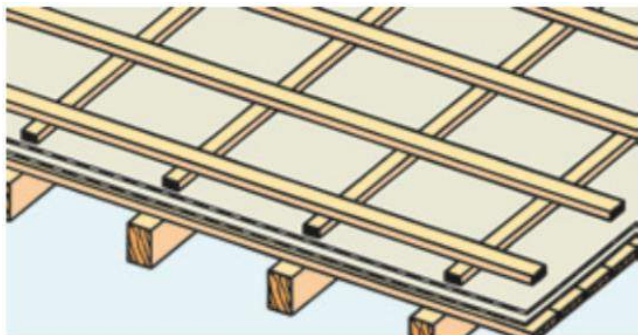
Potpokrovi se proizvode od gore spomenutih potpokrovnih staza ili potpokrovnih ploča kao drvene ploče od mekih vlakana, drvenih ploča od tvrdih vlakana i potpokrovni h ploča od vlakna

stogcementa. Kontra letve sa trakama za dihtovanja se ne koriste.

Razlikuju se različiti potkrovi:

- **Zavareni ili zalijepljeni** potkrov od potpokrovnih staza ili potpokrovnih ploča sa vodootpornim prekrivačima, šavnim i sudarnim (prekinutim pa povezanim) spojevima koji se na sa ekserima spojivoj podlozi mogu učvrstiti u pokrovu i na žlijeb sa ekserima i kontra letvom.
- **Prekriveni potpokrov** od zakovanih vodootpornih bitumen staza na oplati (šalungu) u preklopima.
- **Preklopljeno** potpokrivanje od potpokrovnih staza sa visinskim istraničnim preklopom koji mora ležati na rogovima. Učvršćivanje slijedi u pravilu pomoću kontra letvi.
- **Preklopljeni ili spojen žlijebom (falcovani)** potkrov (potpokrivanje) od potpokrovnih ploča od maksimalno 8 mm debljine čije prekrivanje (preklop) se ne izolira. Fiksiranje slijedi na rogovima i kontra letvama.

Kod posebno visokih zahtjeva postavljenih kosim krovovima mogu potkrovi biti neophodni. Oni se postavljaju na drvene oplata (šalunge), materijale od drveta ili po formi stabilne termoizolacije. Razlikuju se vodootporni i od kiše zaštićeni potkrovi. **Kod vodootpornih potkrova** moraju korištene staze biti vodootporne, a spojni šavovi i mjesta udara biti vodootporno zavareni ili zalijepljeni. Propusna mjesta, ugradbeni dijelovi i okvirina otvorima krova (prozori, vrata) se moraju izvesti vodootporno a kontra letve vodootporno povezane. Kod upotrebe bitumenskih varnih staza, polimerbitumenskih varnih staza ili staze od umjetnih materijala mogu vodootporni potkrovi biti izvedeni jednoslojno.



Potkrov zaštićen od kiše

Samolijepeće bitumenske staze mogu se koristiti kada se kao donja staza jednostavno položi prekrivena, dovoljno učvršćena bitumenska staza. **Kod potkrova zaštićenih od kiše** se koriste staze kao kod vodootpornog potkrova. Oni moraju biti vodootporni a šavna i mjesta udara moraju biti vodootporno zavarena ili zalijepljena. Propusna mjesta-priključci, ugradbeni dijelovi i okviri na otvorima krova (prozori, vrata) se moraju izvesti na suprot toga tako da su zaštićeni od kiše, a kontra letve se ne povezuju, već postavljaju na izolaciju.

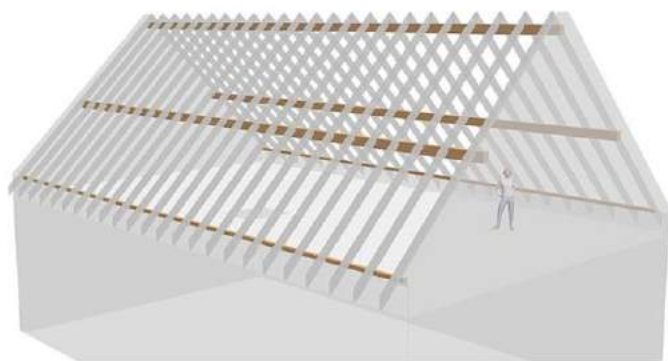
Potpokrivanje (potpokrovi) od potpokrovnih staza ili ploča kao i od kiše zaštićeni i vodootporni potkrovi stvaraju dodatne mjere kod naročito zahtjevnih nakošenih krovova.

Postoje termoizolacijski sistemi koji istovremeno mogu ispuniti i zadatak podzateznih staza, pretpokrova ili potkrova. Ove dodatne mjere oni ispunjavaju prema pravilima struke samo onda, kada se iste polažu prema pravilima proizvođača o upotrebi/obradi materijala. Za priključke važi na odgovarajući način isto kao kod podzateznih staza (paropropusna vodonepropusna folija)

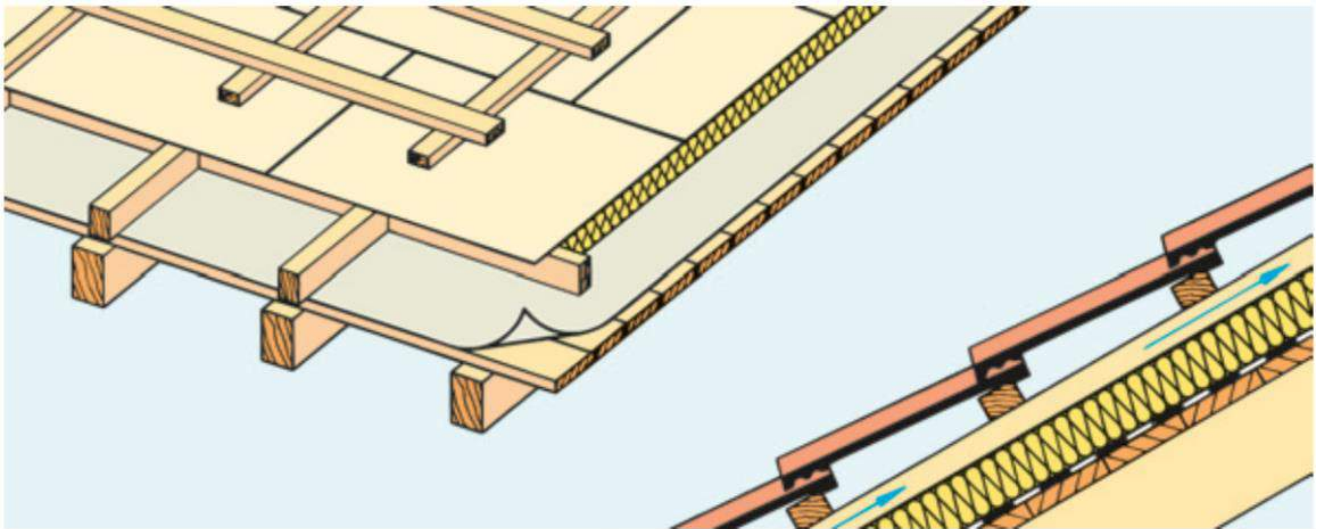
3.7. Drveni spojevi kod krovnih konstrukcija

Krovište od greda kod „Kuće u nizu“ je tesarska drvena konstrukcija. Drveni spojevi su načelno kosi spojevi rogova sa horizontalnim gredama (duž cijelog krovišta) i poprečne grede sa potpornim gredama (nosačima) i horizontalnim gredama.

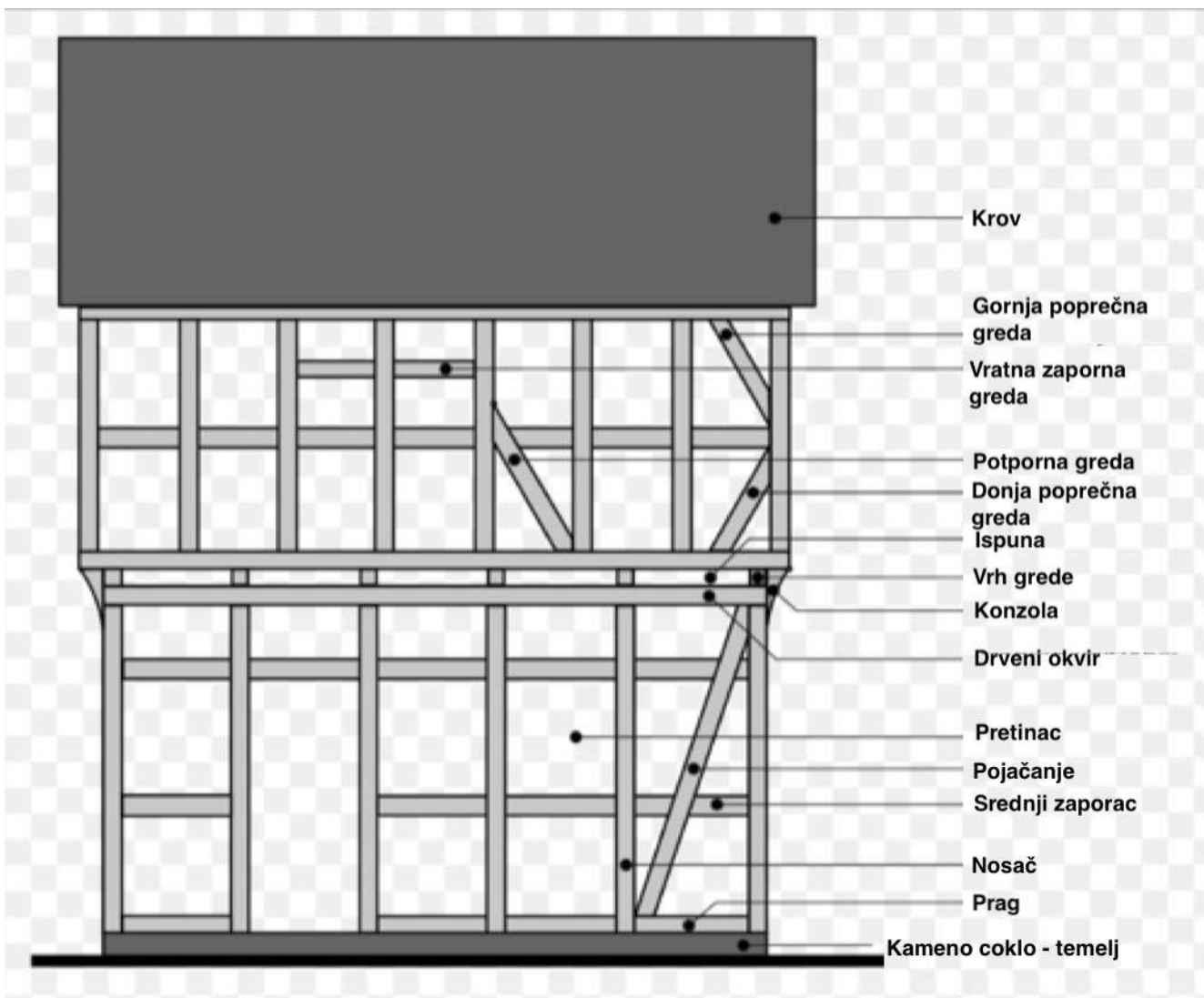
Primjeri ovih spojeva se prikazuju na krovištu od horizontalnih greda



Krovište sa sljemenom horizontalnom gredom, dviije srednje i dviije podne dijagonalne grede



Termoizolacijski sistem



Vrste drvenih spojeva i konstrukcija

3.7.1. Krovišta sa horizontalnim gredama

Kod krovišta sa horizontalnim gredama leže rogovi kao nakoso nalijegajuće grede na horizontalnim gredama. Iste prihvataju okomito opterećenje krova i prenose ih na centralne noseće grede i poprečnu gredu. Horizontalne grede i priključene centralne grede i poprečna greda prave zid krovišta koji se takođe zove **rožanica**. U zavisnosti od broja rožanica se krovište sa horizontalnim gredama označava kao jednostruko, dvostruko ili trostruko krovište sa horizontalnim gredama. Naša „Kuća u nizu“ ima dvostruko stojeće krovište sa horizontalnim gredama. Preko garaže se nalazi krov sa horizontalnim gredama sa jednostrukim (jednostavnim) stojećim okvirom.

Ojačanje protiv sila vjetrova

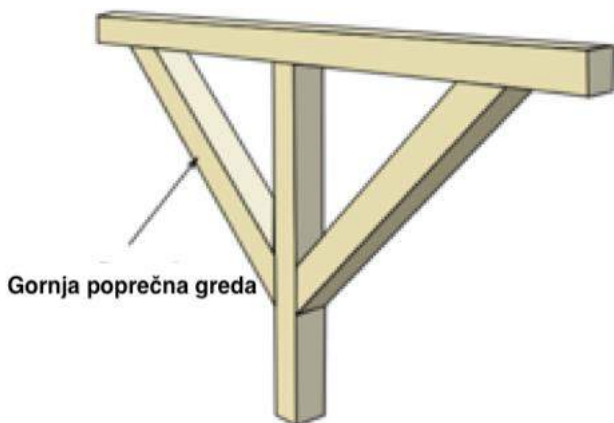
Kod krovnih konstrukcija se naročito mora paziti na dovoljno poprečno i uzdužno ojačanje.

Ojačanja protiv sila koja uzrokuju pomjeranja se postižu pomoću stabilnih trouglastih konstrukcija.

Takođe kod krovnih konstrukcija se utiče na poprečno i uzdužno ojačanje pomoću trokutastih nepomjerljivih konstrukcija.

Poprečno ojačanje

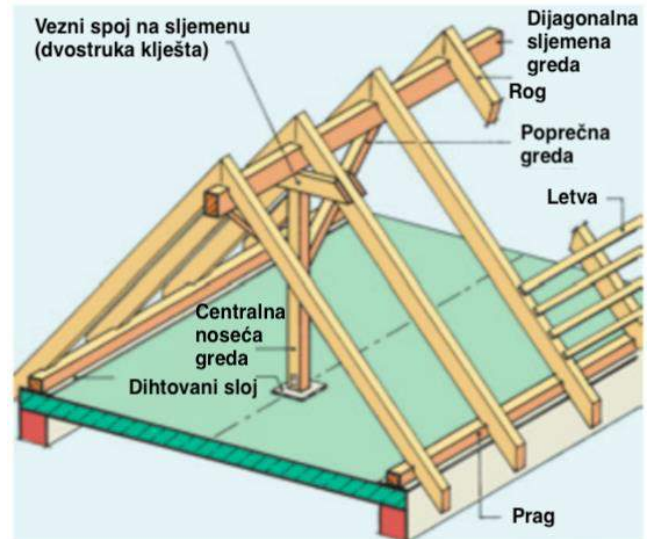
Krov sa horizontalnim gredama dobija svoje poprečno ojačanje putem trokuta koji se sastoji od pokrova, noseće grede (a) i roga(ova). Rogovi pri tome moraju biti čvrsto povezani (fiksirani) sa dijagonalnim gredama (podnom, centralnom odn. sljemenom dijagonalnom gredom). Na sljemenu ne moraju biti povezani rogovi koji leže na suprotnoj strani. Oba sloja rogova ostaju neovisna jedna o drugom.



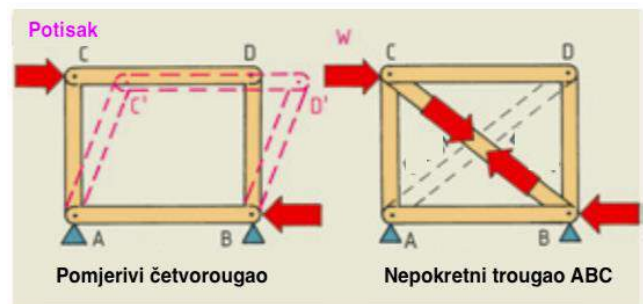
Prikaz obostrane poprečne grede

Uzdužno ojačanje

Uzdužno ojačanje krova sa dijagonalnim gredama preuzimaju rožanice. Rožanice prave sa centralnim nosećim gredama i poprečnim gredama nepomjerljive trouglove koji su potrebni za uzdužno ojačanje. Kod naše „kuće u nizu“ uzdužno ojačanje preuzimaju jedna rožanica i zid kanatne (rešetkasto-drvene) konstrukcije ispod srednje dijagonalne grede.



Krov sa dijagonalnim gredama i prostim stojećim krovištem



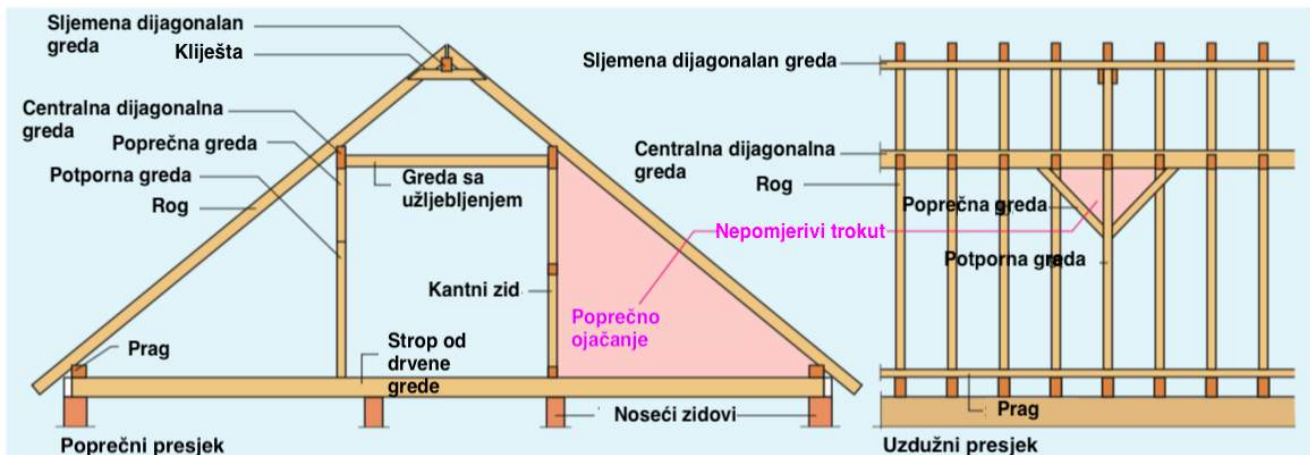
Ojačavanje potpornim gredama

Kod krovišta sa dijagonalnim gredama spajaju se rogovi na dijagonalne grede. Za priključke rogova na podne, centralne i sljemene dijagonalne grede su u pravilu dovoljni zasjeci (kandže) u rogovima i klinovi za rogove. Rogovi se zasjecaju (uzubljuju, osedlaju) i osiguravaju jednim klinom za rogove. Zasjek se pri tome tako pravi da ostane dovoljno drveta na rogu (oko $\frac{3}{4}$ visine roga). Trouglasti dio krova napravljen od poprečno ležećih rogova i horizontalnih (dijagonalnih) greda prihvataju pritisak nastao od siline vjetrova i prenose ga preko rogova u podne dijagonalne grede. Na taj način postaje krovna konstrukcija stabilna. Podne dijagonalne grede moraju ipak biti ankerovane sa podom/stropom (razmak anкера maksimalno 2,00m).

Na sljemenu se rogovi sudaraju na ravnim završecima (bez ivica) i isječen na toj dužini da ostane otvorena fuga od oko 1 cm. Rogovi se na žlijebu mogu dodatno vezati spojnicama ili kliještima. Kod krova sa dijagonalnim gredama rogovi ipak ne trebaju da su u parovima položeni jedni nasuprot drugih.

Kod dužina do 4,50 m položeni su rogovi samo na podnoj i sljemenoj dijagonalnoj gredi (krovište sa dijagonalnim gredama sa jednostavno stojećim

okvirom), duži rogovi moraju imati oslonac na srednjoj /centralnoj dijagonalnoj gredi. Na taj način nastaje krovište sa dijagonalnim gredama sa dvostruko stojećim okvirom. Za rog koji se slobodan završava na sljemenu se zahtjeva veza kao obavezna, ipak je raspored sljemene grede ili sljemene dijagonalne grede svrsishodan kako bi se stršeći rogovi mogli na tome učvrstiti. Za našu „Kuću u nizu“ je u tu svrhu predviđena jedna sljemena dijagonalna greda. Ona ima svoj oslonac na zidovima zabata.

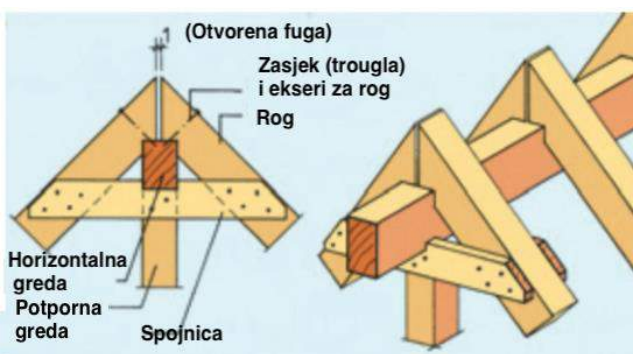


Dvostruko stojeće krovište od dijagonalnih greda „kuće u nizu“

Priključivanje poprečne grede i ankerovanje centralne grede

Kod standardnog načina gradnje se poprečne grede priključuju na centralne grede i dijagonalne grede pomoću napravljenog zakošenog čepa na potpornoj gredi. Vrh zakošene potporne grede prolazi okomito (pravougaono) prema priključnoj ivici. Budući da se poprečni presjeci centralnih greda i dijagonalnih greda zbog napravljenih zasječenih rupa slabe, ne koriste se ove vrste spojeva sa čepovima i koriste se veze sa spojnicama i limovima koji se fiksiraju ekserima.

Centralne grede se priključuju na stropove (pokriva) od čeličnog betona sa ravnim betonskim čeličnim ankerima. Sa nepropusnim slojem se sprečava povećanje (rast) vlage.



Sljemeni čvor na sljemenu kod stojeće konstrukcije



Postolje roga (tačka presjeka između vanjske strane krova i vertikalnog vanjskog zida) kod krovišta sa horizontalnim (dijagonalnim) gredama

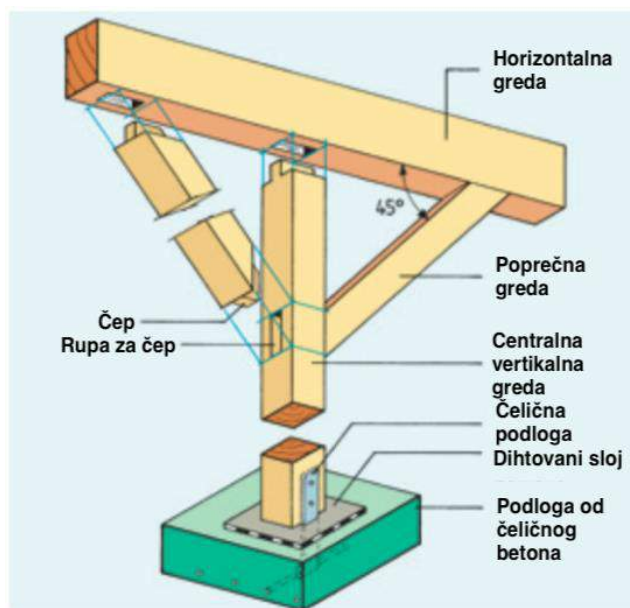
Sažetak

Krovovi sa dijagonalnim gredama dobijaju svoju poprečnu čvrstoću pomoću nepomjerljivih trouglova napravljenih od rogova, centralnih greda i pokrova.

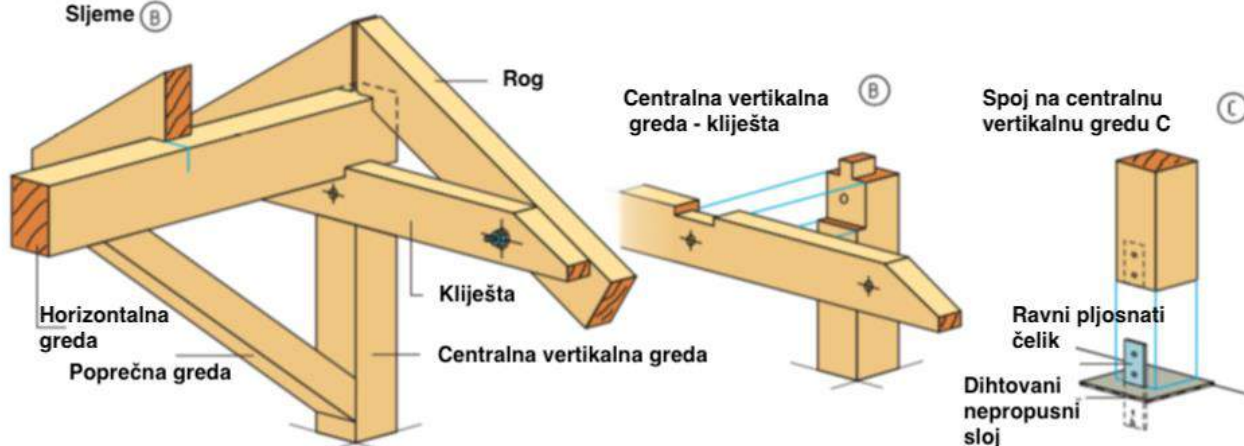
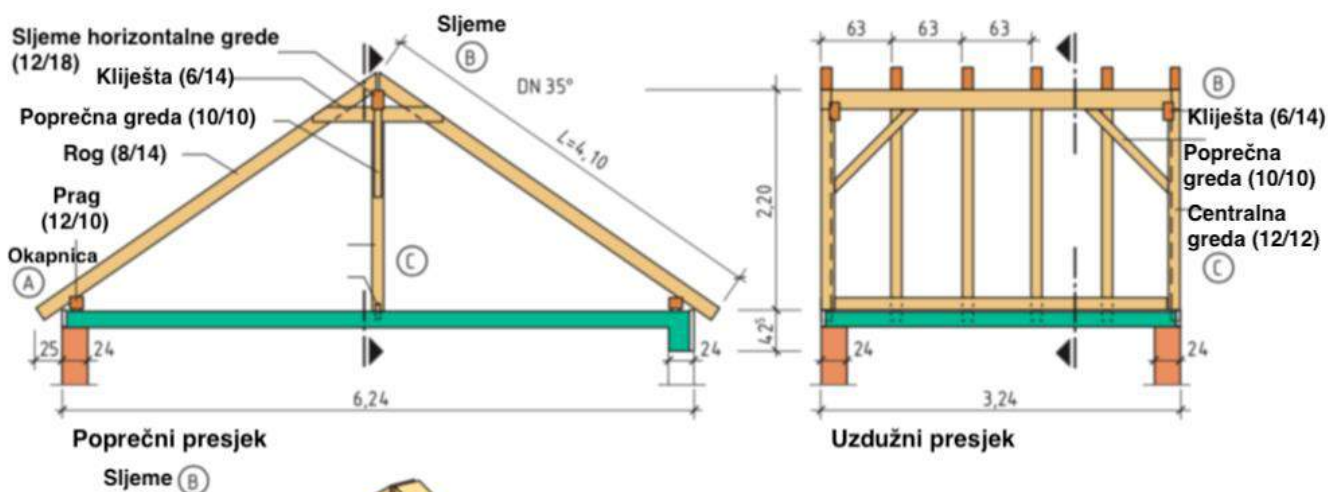
Uzdužna čvrstoća se osigurava poprečnim gredama i rožanicama.

Spojevi rogova su kosi spojevi rogova sa dijagonalnom gredom.

Rogovi se sa zasjekom (usijecanjem) spajaju sa horizontalnim gredama praveći trougao i učvršćuju sa ekserima za rogove.



Priključenje poprečne grede i ankerovanje centralne vertikalne grede



Jednostavno (jednostruko) stojeće krovište preko garaže sa zabatnim površinama u drvenoj konstrukciji (kao varijanta)

3.8. Raspoređivanja

Raspoređivanjem se postiže da se materijal koji se treba polaganjem rasporediti, ravnomjerno i bez problema uklopi u podlogu. Stručno raspoređivanje je osnova za ekonomičan rad i veliki rezultat.

Ukoliko materijal odgovara jednoj dionici, onda se načelno obavljaju sljedeći radni koraci

1. Određivanje dionice koja se prekriva i raspoređuje

Na primjer AK/AK pokrivni materijal (TD) ili dužina roga TP/FP (s).

2. Uzimanje u obzir specijalne mase kod započinjanja i završetka dionice

Na primjer početna cigla desno (DR) i završna cigla lijevo (DL) ili najniže postolje (DT) i udaljenost do vrha (DF).

3. Izračunavanje dužine raspoređivanja (EL) ili širine raspoređivanja (EB)

Prije dionice koja se pokriva ili raspoređuje moraju se oduzeti početna i završna masa.

4. Obračunavanje efektivnih razmaka materijala (Lweff ili Db eff)

Dionica (EL ili EB) se može rasporediti sada ravnomjerno sa odgovarajućim masama materijala (dužina letvi Lw, širina pokrivanja Db) u području tolerancije pokrivnog materijala.

5. Rezultate fiksirati u skici raspoređivanja

Nesporazumi se izbjegavaju na taj način, prenošenje mase pojednostavljuje i na taj način ubrzava proces rada.

Primjer 1:

Krov od 20 stepeni nagiba treba da se prekrije sa žlijebnjacima. Na gradilištu mjeri krovopokrivač dužinu roga od 8.30 m i počinje sa raspoređivanjem. Potrebne podatke kao npr. dužina letve Lw, on je prethodno sakupio:

DT = 38.0 cm, DF = 5.5 CM; Lw min. = 35.30 cm, Lwmaks. = 36.70 cm, Lwsred. vrijednost = 36.00 cm.

DT=najniže postolje, DF=udaljenost do vrha, Lw efektivni razmak min.-maks.

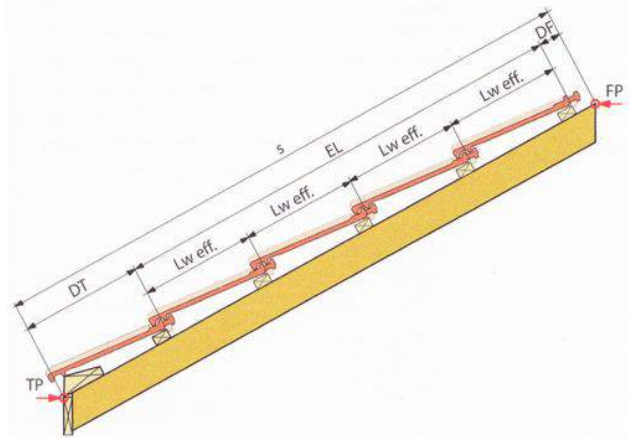
Obračun:

s 830.0 cm
 - DT 38.0 cm
 - DF 5,5 cm
 = EL 786.5 cm

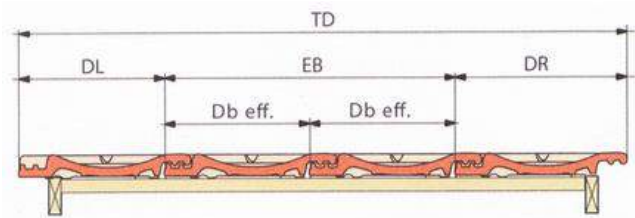
100

EL 786.5 cm : 36.00 cm = 21.8 komada
 približno = 22 komada

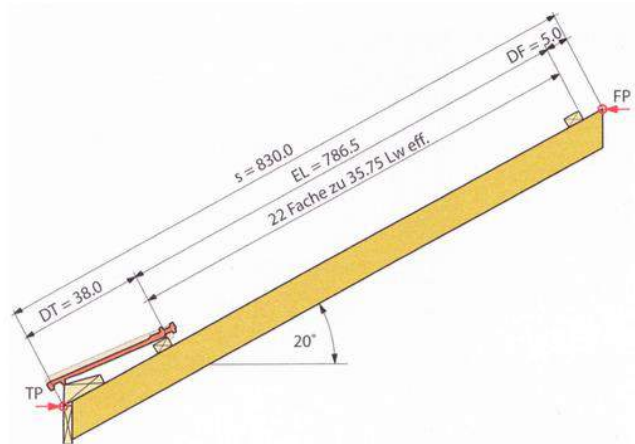
EL 786.5 cm : 22 komada = 35.75 cm Lweff.
 (dužina letve efektivno)



Šema raspodjele vertikalno



Šema raspodjele horizontalno

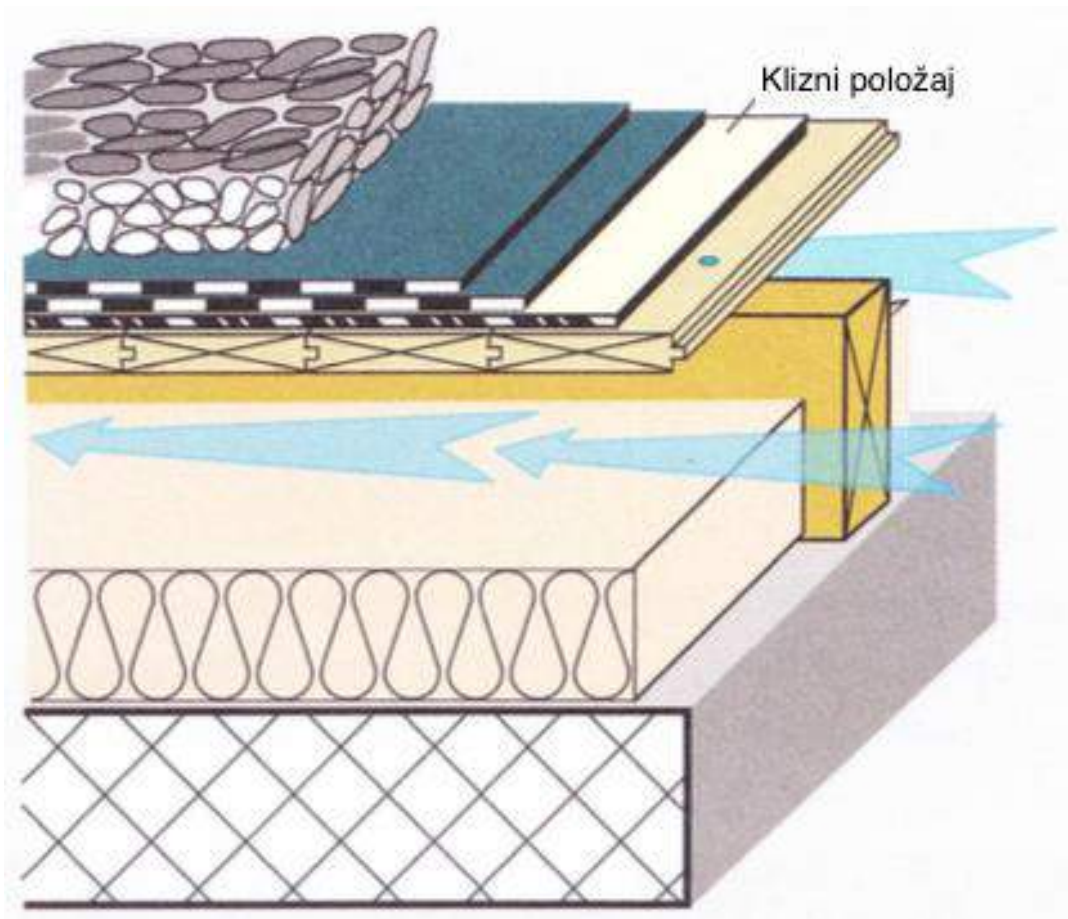


Šema podjele uz primjer 1

Kontrola pokazuje da je Lw ef. sa 35.75 cm u području pokrivanja cigle (Lw min.- Lwmaks.).

Masa se može sada prenijeti na rog. Ukupno se 23 komada moraju pokriti (22 + 1 letva)

RAVNI KROVOVI



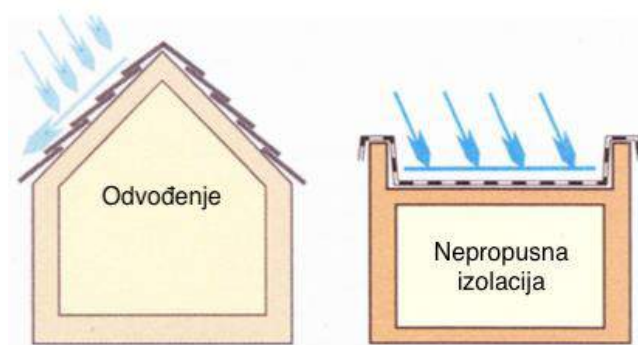
4. RAVNI KROVOVI

4.1. Ravni krovovi

Ravni krovovi se ne pokrivaju već zaptivaju. Treba se računati sa zadržavajućom vodom.

Ravni krovovi su malo nakošeni krovovi sa izolacijom bez fuga.

Ako je nagib mali, preklopljeni ili savijeni (užljebljeni) (po)krov ne može biti nepropustan.



Nepropusna izolacija ravnog krova

4.1.1. Istorija ravnog krova

Svuda u području sa malo kiše, gdje postoji glina kao građevinski materijal se mogu naći ravni krovovi. Ravni krov je istovremeno strop najvišeg sprata i poda terase krova.

Danas još primjenjeni tradicionalni način gradnje koristi materijale koji se mogu naći u najbližoj okolini. Između vanjskih zidova ugrađena okrugla

drvena trupla prave zajedno nosač sa postavljenim granama u međuprostore. Na to se raspoređuje glina pomješana sa slamom i komprimira. Kao sloj za pokrivanje služi veći broj brižljivo ravno premazanih naslaga od masne gline, koja radi smanjenja pukotina se miješa sa mnogo grubog pijeska ili i sa životinjskim dlakama.

Glina kao građevinski materijal za vodo nepropusne ravne krovove je prikladna samo u području sa malo padavina.

U Evropi su se najprije morali pronaći prikladni materijali, koji su zadovoljavali klimatske zahtjeve.

U Evropi se ravnom krovu pridaje prava važnost tek od otkrića ljepenke za krov. Prvi „moderni“ ravni krovovi su napravljeni sa katranskom ljepenkom i ljepljivim masama katrana i označeni su kao krovovi od drvenog cementa. Kasnije je već zbog sunčeve toplote rastopivi katran zamijenjen bitumenom koji je opstojniji na toplotu. Krovna ljepenka sa bitumenom koja je u poređenju sa drugim materijalima daleko boja je korištena za izradu šljunkastih krovova sa višeslojnim ljepenka (sa šljunkom pokrivena izolacija od tri ili više zaljepljenih slojeva ljepenki za krov od bitumena). Pored izolacija od izljevenog (gus) asfalta i umjetnog materijala koriste se šljunkasti krovovi sa višeslojnim ljepenka u poboljšanoj formi još i danas.



Korišteni ravni krovovi

Novi materijali

Razvoj mješavina od bitumena/umjetnih materijala je uticao na dalje povećanje kvaliteta materijala. Sa ovim polimer-bitumenskim-izolacionim stazama je prvi put bilo moguće, jednoslojne ili dvoslojne izolacije izrađivati sa masivno produženim životnim trajanjem. Staze za izolaciju od umjetnog materijala ili gume dopunjavaju veliku ponudu kvalitativno visoko pozicioniranih izolacionih materijala.

Industrijalizacijom je rasla potreba za fabričkim prostorima koji su iz prostornih i finansijskih razloga višestruko prepoznatljivi po ravnom krovu. I arhitekta koji su iz kreativnih razloga davali prednost ravnom krovu kad god je to moguće su pridonijeli širenju ove forme krova.

Prednosti ravnog krova

Građevine sa ravnim krovovima se, na primjer u Švicarskoj, mogu često susresti.

Prednosti ovog načina gradnje i njihovo arhitektonsko dejstvo su vodili ka tome, da se ravni krov pored nakošenog krova mogao održati. Kao prednosti ravnog krova se mogu navesti:

- Nije potrebno krovšte
- Iskorištenost prostora do direktno ispod krova bez nagiba/kosine.
- Korištenje površine krova kao terase, parkinga itd.
- Može se bez problema koristiti kao zelena površina. Prirodi se vraća komad životnog prostora.

4.2. Dijelovi ravnog krova

Ravni krov se dijeli iz razloga razumjevanja na tri područja:

- Podkonstrukcija
- Rub krova
- Ravno pokrivanje krova

Ta tri područja se sastoje od različitih dijelova ili slojeva sa različitim osobinama.

Poznavanje naziva ovih dijelova i slojeva je pretpostavka za nedvosmisleno razumjevanje između osoba koji učestvuju u gradnji.

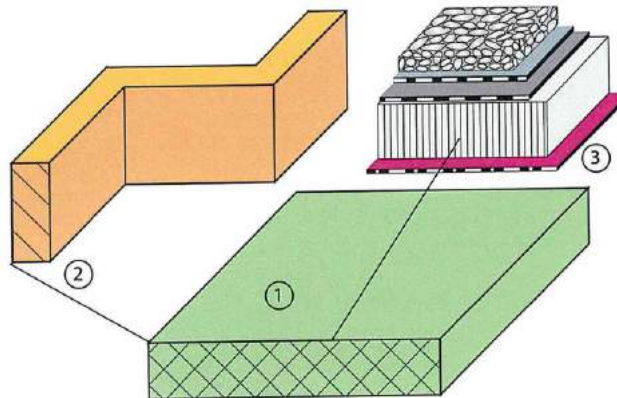
4.2.1. Podkonstrukcije

Podkonstrukcija služi kao podloga za pokrivanje krova i njegove priključke i završetke.

Pod pojmom podkonstrukcije se obuhvaćaju noseća konstrukcija i svi pripadajući kosi slojevi i slojevi za izravnjavanje.

Podkonstrukcije mogu npr. biti napravljene od betona, metala ili drveta i drvenih materijala.

Površina donje konstrukcije mora prije početka izolacijskih radova biti čista, suha (bez stajaće vode!) i čvrsta (stabilna) da se po njoj može hodati.



Podkonstrukcija (1), rub krova (nadstrešnica)(2), pokrivanje krova (parapet) (3)

Kosina

Gotova izolacija mora u završnom stanju pokazati prolaznu kosinu od 1,5% prema odvodnjavanjima!

U pravilu se već podkonstrukcija oblikuje sa kosinom. Kosina se međutim može postići sa kosim izolacijskim pločama. Ove izolacijske ploče se izrezuju u fabrici prema planu debljine i u obliku klina. Kada su na kraju položene rezultat je na površini propisana kosina. Numerirane ploče se moraju polagati u tačnom redoslijedu.

Sloj kosine na betonu

Sa postavljenim slojem kosine na betonski (po)krov postižu se prohodnost kosine i ravna podloga za polaganje. Sloj kosine se sastoji u ovom slučaju od prevlake od cementnog maltera.

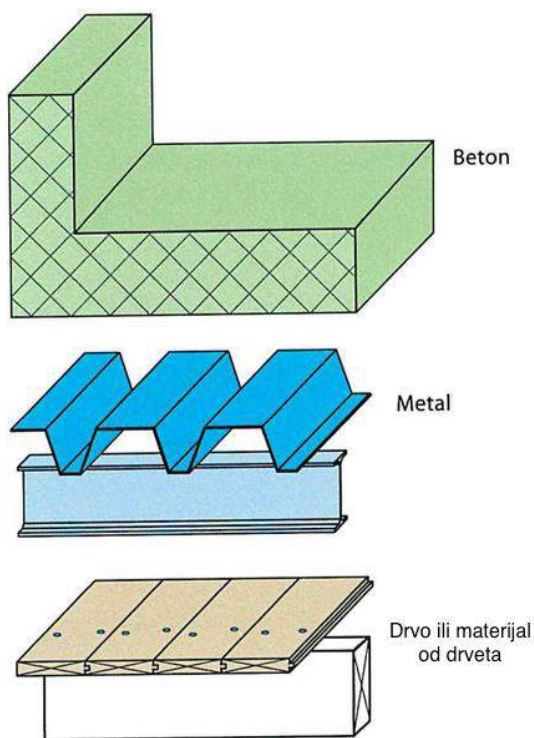
Kosine i svojstva površine se moraju ispitati prije prihvatanja izolacijskih radova. Previše mala ili neprohodna kosina (pad) i neprikladne površine se moraju javiti nadređenoj osobi.

Sloj za izravnjavanje

Sa slojem za izravnjavanje se ravnaju gruba ili neravna mjesta i nadzubljeni dijelovi podkonstrukcije.

On se sastoji od dubine grube neravnine od 1-3 mm u pravilu od plastičnih igličastih vlakana.

Grube betonske površine mogu se izravnati i sa vrućim bitumenom ili sa finom prevlakom od cementnog maltera.

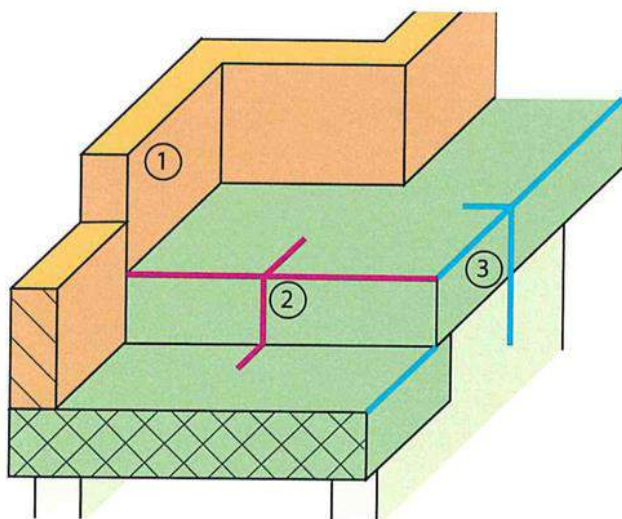


Podkonstrukcije Beton, drvo, metal

4.2.2. Priklučci i završeci ravnog krova

Rub krova

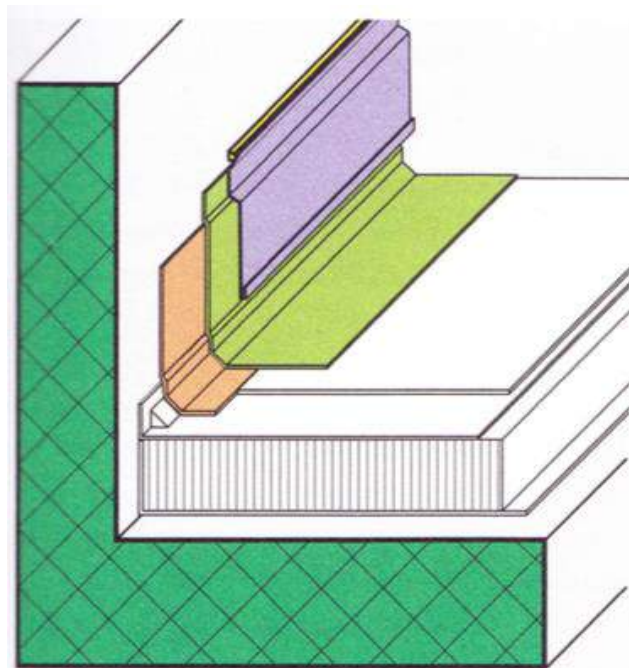
Rub krova je vanjska granica ravnog krova. Isti se može u zavisnosti od korištenja krovne površine napraviti kao ograda (grudobran) ili okapnica (streha). I razine (stepenasti oblici) mogu raspodjeliti ravni krov. U ovom slučaju se radi o stepeniku.



Ograda (grudobran)(1), Stepenik, prekid neke kontinuirano vodoravne površine, npr. stepenice, zida (2), Streha, okapnica (3)

Priključak

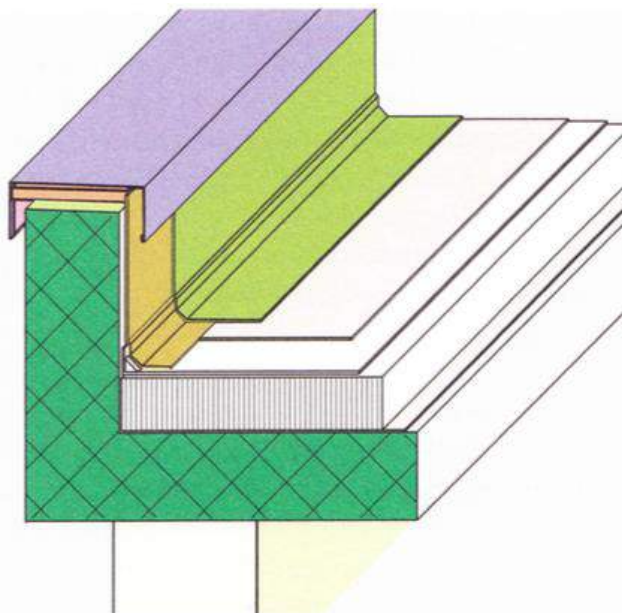
Kao priklučci se smatraju sve veze izolacije na građevinske dijelove druge vrste, koji graniče sa površinom krova ili probijaju iste.



Priključak natkrivanja ravnog krova

Završetak

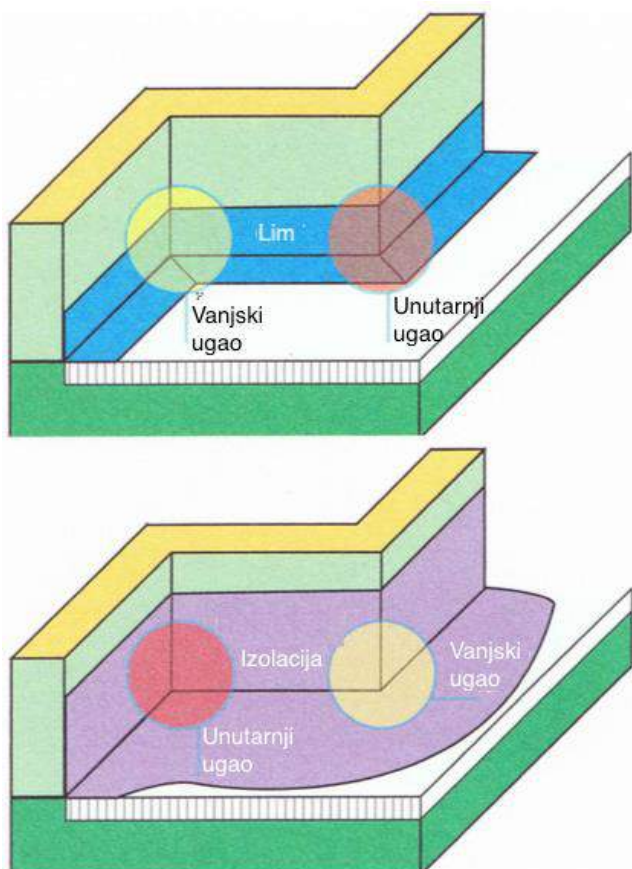
Kao završeci se smatraju spojevi natkrivanja ravnog krova, dakle cjelokupnost svih slojeva iznad donje konstrukcije sa rubom krova.



Završetak natkrivanja ravnog krova

Uglovi

Označavanje uglova se se obavlja u zavisnosti od materijala za obradu. Razlikuju se vanjski i unutarnji uglovi.



Različito označavanje uglova kod limenih profila i izolacija

4.2.3. Rastezne fuge

Rastezne fuge su namjerni prekidi većih građevinskih dijelova sa velikom dilatacijom. One se zovu takođe **dilatacione fuge** ili jednostavno **dilatacije** (dilatacija: istežanje, širenje, promjena volumena tijela pri promjeni temperature, pritiska)

Građevinski dijelovi mijenjaju prilikom promjena temperature ili pritiska svoju veličinu i time se pomjeraju. To može voditi do stvaranja pukotina ili oštećenja nastalih pritiskom. ugradnjom rasteznih fuga mogu se ova pomicanja skupiti bez oštećenja.

Rastezne fuge u podkonstrukciji se moraju takođe pri natkrivanju ravnog krova predvidjeti na odgovarajući način kretanjima koja se mogu očekivati.

Ukoliko se rastezne fuge manjkavo izvedu (urade) izolacija i parna kočnica mogu pući. Ovo vodi u najvećem broju slučajeva do totalne štete pri ravnog krova!

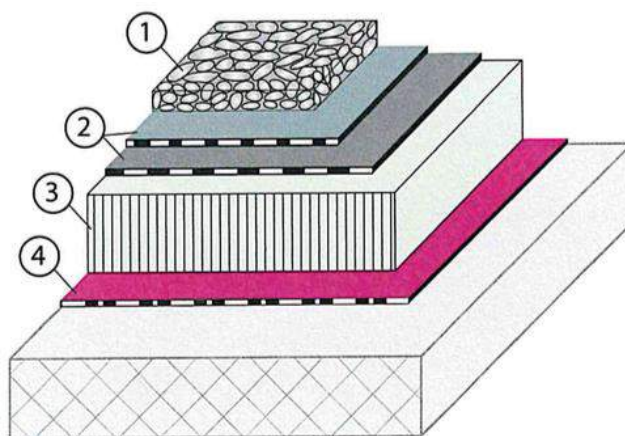
4.2.4. Slojevi ravnog krova

Ravni krov se sastoji od slojeva različitih materijala. Primjereno odabranoj krovnoj konstrukciji slojevi se međusobno kombiniraju. Osobine pojedinih slojeva se moraju nadopuniti

kako bi postali funkcionalna cjelina. Jedna takva cjelina se zove krovni sistem.

Nadalje su nabrojani najvažniji slojevi ravnog krova. U tačnom nizu koji je prilagođen građevinsko fizikalnim prilikama kombinirani prave oni takozvane sisteme ravnog krova.

Ostali slojevi kao **RAZDVOJNI SLOJ**, **KLIZNI SLOJ** I **ZAŠTITNI SLOJ** dolaze između dva sloja, kako bi isti štitili od sljepljivanja ili od povrede nastale pritiskom i od različitih kretanja.



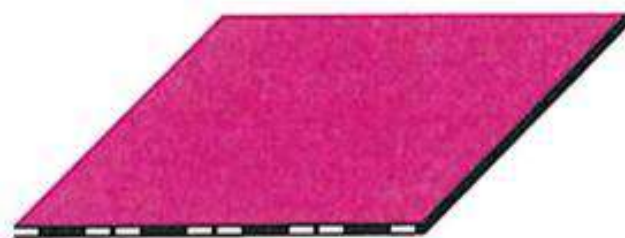
Slojevi ravnog krova

Zaštitni sloj (1), Izolacija (2), Toplotna izolacija (3), Parna kočnica - brana (4)

Parna kočnica (brana)

Sa parnom branom se sprečava da se vodena para nagomilava u toplotnoj izolaciji i da stvara time kondenzovanu vodu.

Parna brana je sloj sa definiranom propusnošću vodene pare.



Za parne kočnice se koriste plastične folije ili bitumenske zaptivne staze sa visokim otporima na propuštanje pare

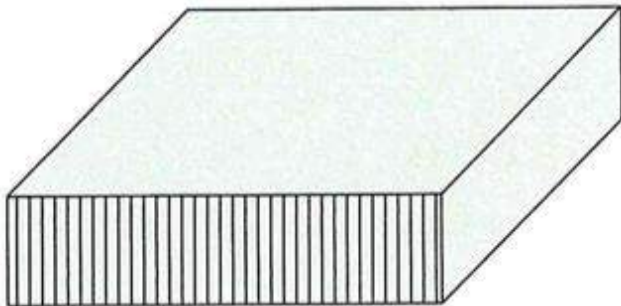
Posljedice **grešaka prilikom ugradnje** parne brane

Toplotne izolacije ovlažene kondenzovanom vodi brže propuštaju toplotu što vodi do gubitka energija i nepovoljne promjene temperature u podkonstrukciji. Podkonstrukcija koja je ujedno i strop postaje hladnija. Na hladnijem stropu kondenzira vlaga u prostoriji. Na vlažnim mjestima ostaje prašina zalijepljena kao crni sloj.

K tome mogu da nastaju gljivice plijesni koje su štetne za zdravlje i uništavaju materijal.

Toplotna izolacija

Toplotna izolacija štiti unutrašnjost zgrade od prevelikog gubitka toplote kada je hladno i od prevelike toplote s vanjske strane kada je toplo.



Toplotna izolacija je sloj od toplotno-izolacijskih građevinskih materijala sa definisanom toplinskom vodljivošću

Izolacijski materijal od pjenastim umjetnih materijala (pur pjena) ili stakla, staklenih vlakana, kamena vuna ili pluto su prikladni kada se pokazuje odgovarajuća čvrstoća.

Izolacija od vode i zraka

Izolacija od vode i zraka sprečava prodiranje vode u građevinu.



Izolacija je jednoslojna ili višeslojna radi izolacije građevine od kiše, snijega i otapajuće vode

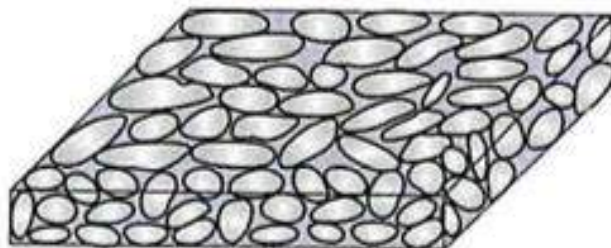
Izolacije se mogu graditi sa *zaptivnim stazama* na bazi bitumena ili zaptivnih staza od plastičnih materijala. Takođe gotove (izmjerene i napravljene u fabrici) gumene i plastične membrane (membrana=tanka koža) su prikladne kao izolacija.

Izolacije se povećano izvode i sa tečnim umjetnim materijalom. Tečno nanešen ili ubrizgan umjetni materijal stvrdnjava u fleksibilnu foliju.

Izliveni (gusani) asfalt je sljedeći materijal s kojim se izrađuju izolacije. Njegova prednost je u tome da je izolacija istovremeno hodan korisni sloj. Izvođenje radova od izlivenog asfalta se razlikuje bitno od ostalih radova na ravnom krovu.

Zaštitni sloj

Zaštitni sloj štiti sloj koji leži ispod njega od ultraljubičastih zraka (UV-zrake), koji postoje u sunčevoj svjetlosti. Važno je takođe opterećenje kako se krov ne bi digao pod uticajem vjetra.



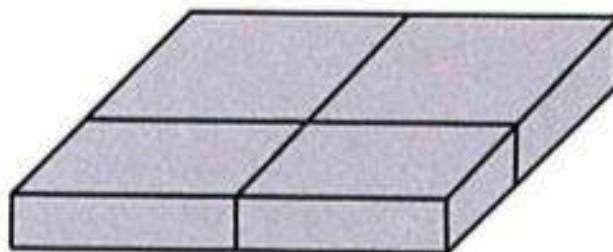
Zaštitni sloj je sloj koji štiti izolaciju odnosno kod invertnog krova toplotnu izolaciju od vanjskih uticaja i čini je težom

Zaštitni slojevi se sastoje uglavnom od OKRUGLOG ŠLJUNKA i smiju po njima hodati samo stručna lica.

Korisni sloj

Korisni sloj dozvoljava da se površina krova može koristiti; bilo da se radi od terasi krova, parkingu ili krovnom vrtu.

Korisni sloj je prevlaka za hodanje, voženje ili sloj vegetacije napravljeni najviši sloj ravnog krova.



Korisni sloj

Korisni slojevi se sastoje npr. od cementnih ploča za hodanje, vezanih kamenih kocki, betonskih ploča ili zemlje (substrat) radi prihvata biljaka.

4.3. Sistemi ravnog krova

U zavisnosti od poretka slojeva ravnog krova mogu se razlikovati različiti sistemi ravnog krova.

Svaki od slojeva je izvodiv sa različitim materijalima. Kod odabira materijala se mora voditi računa da komponente međusobno odgovaraju jedna drugoj i da su fizikalne vrijednosti tačne.

Sistemi ravnog krova se daju podijeliti u dvije glavne grupe:

- Sistemi bez prozračivanja

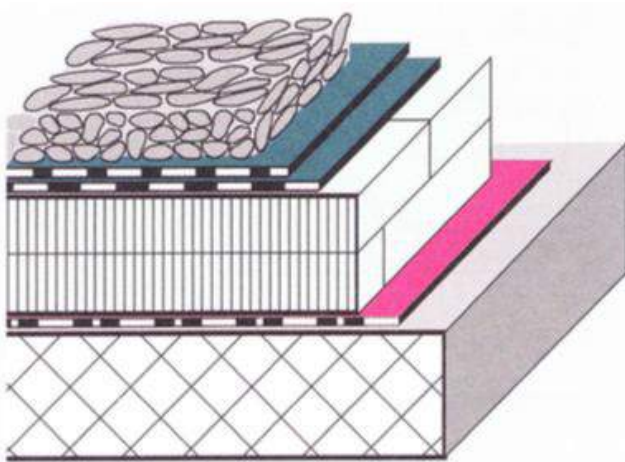
Neprozačeni sistemi ravnog krova nemaju prostor za prozračivanje. Pojedinačni slojevi materijala su položeni direktno jedan na drugi.

- Sistemi sa prozračivanjem

Kod prozračenih sistema ravnog krova je toplotna izolacija odvojena od druge izolacije prostorom za ozračivanje. Druga (zračna i vodena) izolacija stvara zaštitu od vremenskih prilika.

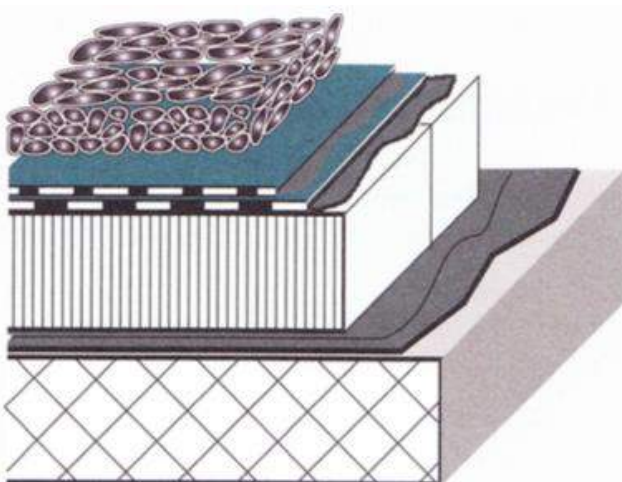
Topli krov

Toplim krovom se naziva jednoljušturan, toplotno izoliran i neprozačen ravan krov, kod kojeg je izolacija od vode i zraka položena preko sloja toplotne izolacije.



Topli krov

Vezani krov



Vezani krov

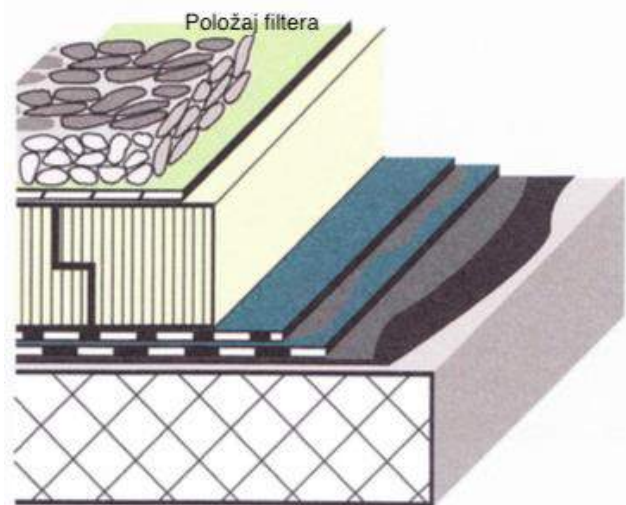
Vezani krov je neprozačeni sistem ravnog krova kod kojeg su svi slojevi površinski potpuno međusobno i sa podlogom povezani (osim zaštitnog i korisnog (upotrebno)g sloja).

U slučaju štete nastale probijom vode kroz izolaciju ne može se pod parnom branom dalje razdjeljivati. Takozvano donje prelijevanje (prelijevanje prema dole) ne postoji, što ovu izvedbu čini sigurnom. Vezani krov je prikladan na taj način naročito kao baza za zeleni krov (ozelenavanje krova).

Invertni krov

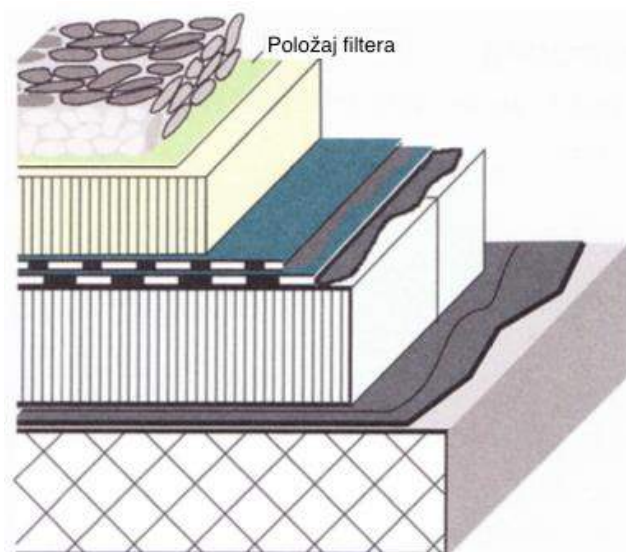
Sa invertnim krovom se označava neprozačeni sistem ravnog krova kod kojeg je toplotno-izolacijski sloj postavljen preko hidroizolacijskog.

Ovaj poseban poredak zahtjeva toplotnu izolaciju koja ne može prihvatati vodu. Zaštitni sloj koji se mora nešto deblje dimenzionirati, sprečava plavljenje i pomjeranje izolacionih ploča.



Invertni krov

Duo krov



Duo krov

Duo krov je krovni sistem sa slojevima toplotne izolacije ispod i iznad hidro izolacije.

Uglavnom se kod duo krova izrađuje donji dio toplotne izolacije kao u sistemu vezanog krova.

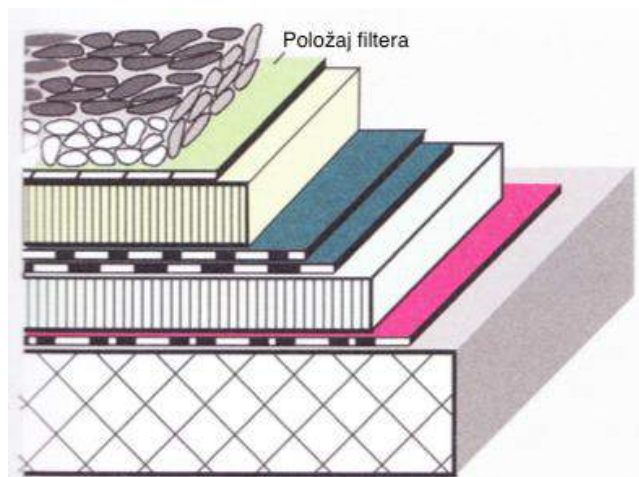
Donji sloj toplotne izolacije služi kao pomoć kod polaganja npr. kod podkonstrukcija od profilnog lima i pridonosi potrebnom otporu gubitku toplote.

Gornji sloj izolacije ne smije upijati vodu i mora odbijati naplavlivanje (zadržavanje vode).

Plus krov

Plus krov nastaje kada se na postojeći ravni krov (u dobrom stanju) radi toplotno-tehničkog poboljšanja polaže dodatni sloj toplotne izolacije.

Ovaj krovni sistem je identičan sa duo krovom, koristi se ipak samo kod renoviranja. Gornji sloj toplotne izolacije ne smije upijati vodu. On se polaže labavo i pritišće (fiksira) ga zaštitni sloj.

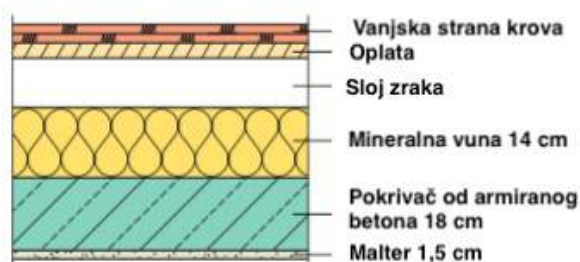


Plus krov

Primjer 1:

Prozračeni krov (DN >5 °), zahtjev: $s_d \geq 2$ m

Konstrukcija



Obračun:

$$s_d = 1 \times 0,14 \text{ m} + 70 \times 0,18 \text{ m} + 15 \times 0,0015 \text{ m} = 12,76$$

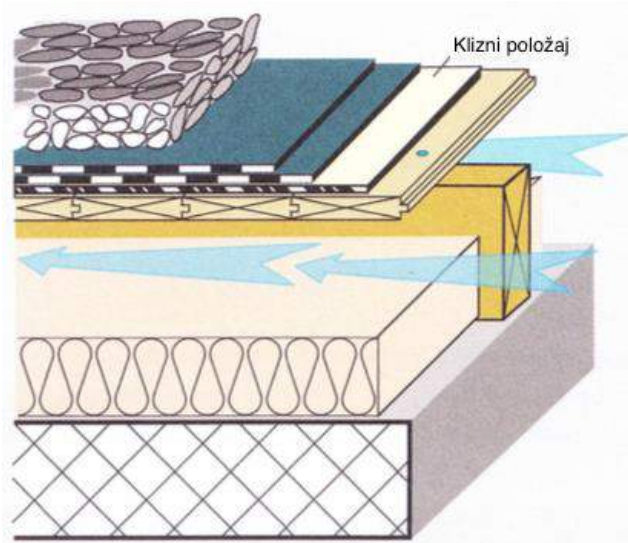
Zahtjev je ispunjen. Računarski dokaz se može izostaviti.

Hladni krov

Hladni krov je prozračeni sistem ravnog krova koji se sastoji od prostorno zatvorene unutarnje ljuške, vanjske ljuške sa hidro izolacijom i međuprostorom za prozračivanje.

Prozračivanjem se harmonizuje pritisak pare između unutarnje i vanjske klime.

Hidro izolacija ne mora zbog toga biti propusna za paru. Veći utrošak nastaje kod realizacije prostora za prozračivanje.

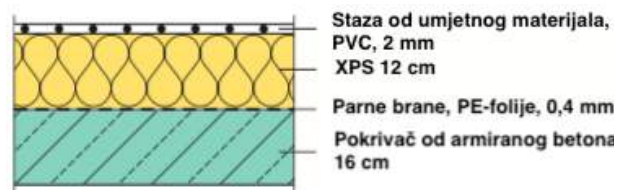


Hladni krov

Primjer 2:

Neproizračeni ravni krov, zahtjev: $S_d \geq 100$ m

Konstrukcija



Obračun:

$$s_d = 10000 \times 0,02 \text{ m} + 80 \times 0,12 \text{ m} + 100000 \times 0,0004 + 70 \times 0,16 = 80,8 \text{ m}$$

Ova konstrukcija **ne** odgovara zahtjevima. Mora se uraditi odvojeni računarski dokaz ili npr. Koristiti druga staza od umjetnih materijala.

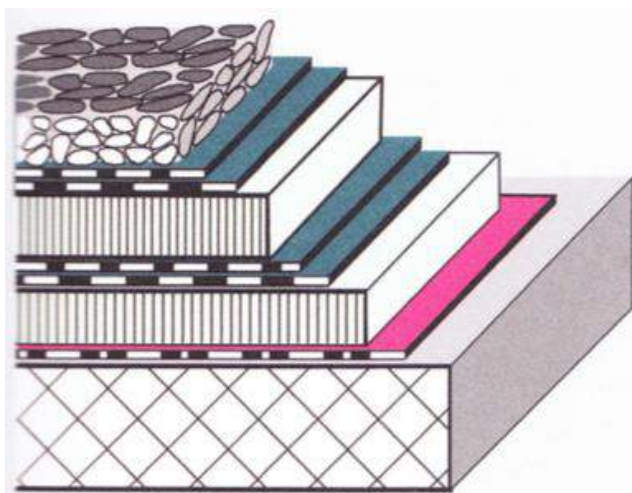
Sažetak

Kod ohlađenog zraka dolazi do štete nastale kondenzovanom vodom, kada zrak ne može da primiviše vlage.

Budući da vodena para zbog izjednačenja pritiska difundira (prolazi) kroz građevinski dio i pritome se zimi jako hladi, može doći do štete uzrokovane kondenzom u tom građevinskom dijelu. Posljedica je prolazak vlage, toplotna izolacija se smanjuje, mogu nastati teška građevinska oštećenja. Kako bi se to spriječilo ugrađuje se **parnabrana na toploj unutrašnjoj strani** i/ili **zračni sloj** između vanjskog sloja i toplotno izolacijskog sloja u unutrašnjosti.

Dupli (dvostruki) krov

Krovni sistem ravnog krova „dupli krov“ se koristi za obnavljanje hidroizolacije. Na postojeći ravni krov dolazi dodati sloj toplotne izolacije i nova hidroizolacija. Stara izolacija mora biti suha!



Dupli krov

4.4. Izolacija ravnog krova

Definicija prema normi SIA 270

Izolacija: Sveukupnost svih građevinskih mjera kako bi se spriječio ulazak i izlazak tečnosti i/ili vlage.

Zadatak izolacije kod ravnog krova

Izolacija sprečava ulazak vode i vlage u građevinsku konstrukciju.

Zahtjevi za materijalom i izvedbom

Odabir materijala je u nadležnosti sastavljača projekta. U zavisnosti od izolacijskog sistema i broja slojeva, zahtjevi za materijalom su različiti.

Dodatno moraju izolacije, koje su za vrijeme perioda gradnje izložene vremenskim (ne)prilikama, razmjerno trajanju opterećenja, biti otporne i postojane na vremenske (ne)prilike i UV zračenje.

Za izvođenje je odgovoran poduzetnik. Izvođenje se obavlja prema odabranoj vrsti materijala.

U svakom slučaju se treba pridržavati smjernica vezanih za obradu materijala koje je naveo proizvođač!

Izolacija je najosjetljiviji sloj u izolacionom sistemu i mora se izvoditi sa velikom pažnjom i odgovornošću.

4.4.1. Kosine izolacije

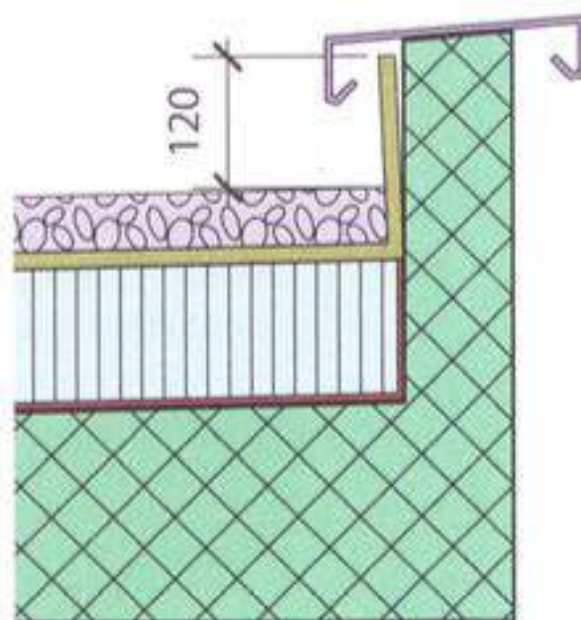
U liniji pada površine mora izolaciji pokazati prohodnu kosinu od najmanje 1,5% u pravcu odvodnje.

Pri manjim vrijednostima (od 1,5 %) su potrebne dodatne mjere.

4.4.2. Visine priključka izolacije

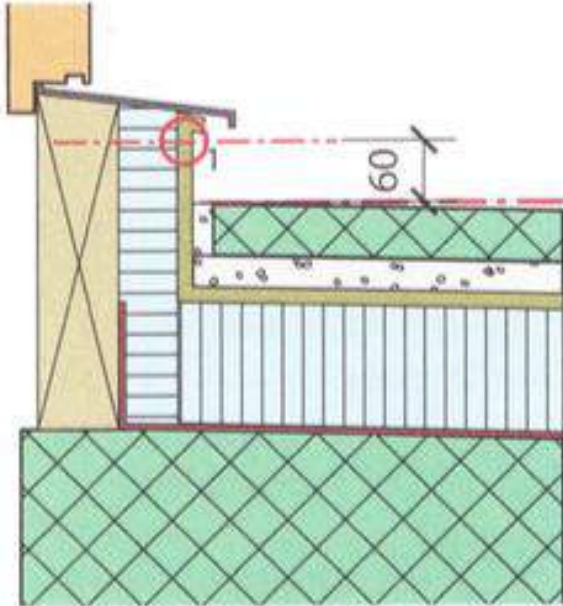
Norma SIA 271 propisuje za priključke i završetke izolacije kod ravnog krova između ostalog sljedeće visine priključka:

Rub gore otvoren

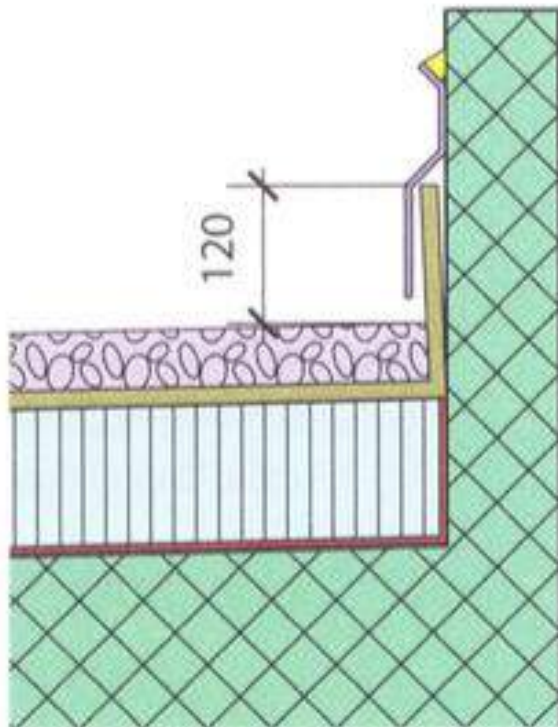


Visina priključka
Rub gore otvoren sa limom u obliku krune

- Gore otvoreni rub izolacija mora preko moguće visine uspora biti ipak 120 mm odnosno kod pragova vrata najmanje 60 mm iznad gornje ivice zaštite odnosno korisnog sloja.
- On se mora tako planirati, da ne može doprijeti voda od kiše, udara kiše ili otapajućeg snijega iza priključaka i završetaka.



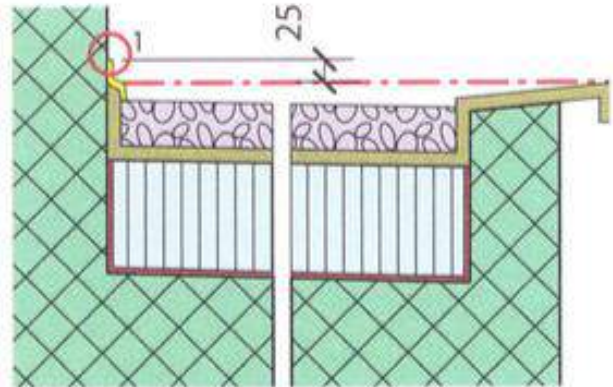
Visina priključka
Rub gore otvoren kod praga vrata, učvršćenje (1)



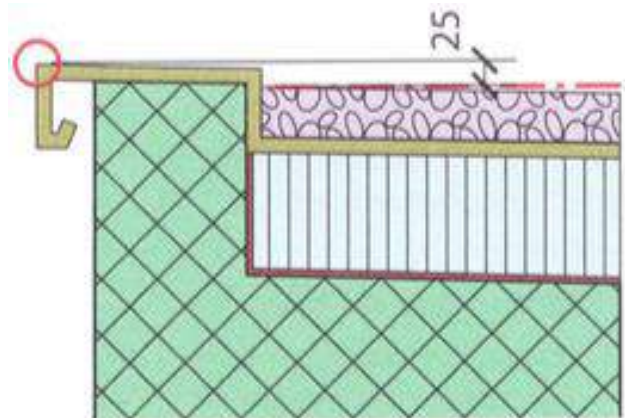
Visina priključka
Rub gore otvoren sa pokrivnom trakom

Rub gore hermetički zatvoren

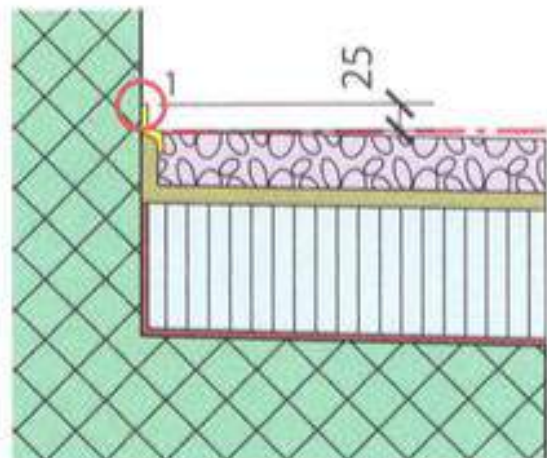
- Prema gore hermetički priključci moraju se voditi najmanje 25 mm iznad najviše ivice ruba krova odnosno preko gornje ivice sigurnosnog preliva i najmanje 25 mm preko zaštitnog/korisnog sloja.



Visina priključka
Rub gore hermetički zatvoren, prevlaka OK rub krova, Dichtung (1)



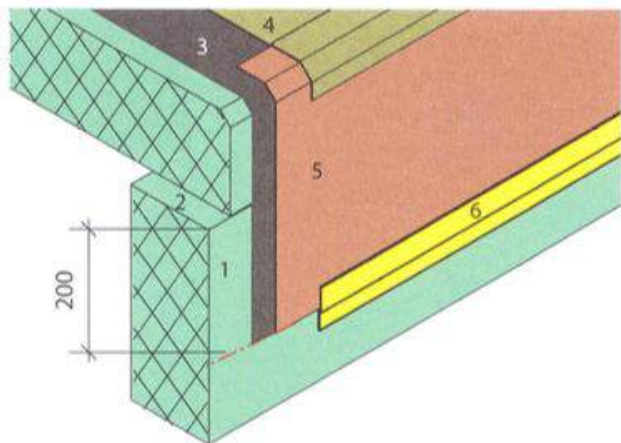
Visina priključka
Osigurano neometano oticanje izvan zgrade (bez oštećenja)



Rub gore hermetički zatvoren, prevlaka zaštitni/korisni sloj

Rub dole (Spuštanje izolacijskog materijala na ivicama prema dole)

Spuštanje izolacijskog materijala na ivicama prema dole se mora izvesti najmanje 200 mm ispod radne fuge između pokrivača i zida. Sa sveukupnom izolacijom od osnovne vode ili zida se kosni izolacioni materijali prema dole vodootporno zatvaraju.



Visine priključka; rub dole hermetički zatvoren
Beton (1), Radna fuga (2), Prednji premaz* (3),
Izolacija (4), Izolacijski materijalna ivicama prema
dole (5), Vodootporni završetak (6)

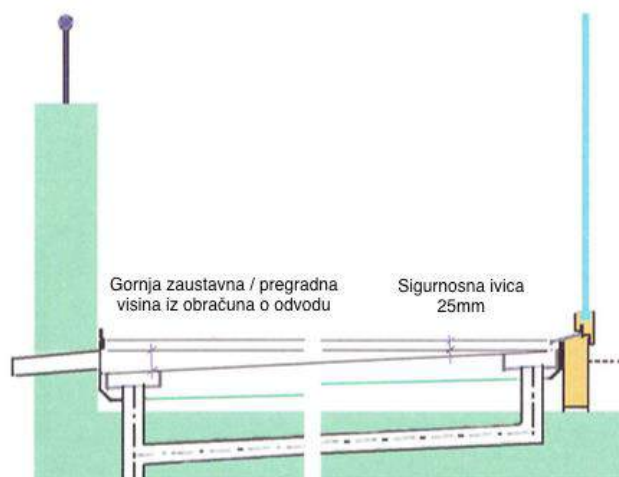
* Prednji premaz je tanka tečna bitumenska otopina ili bitumenska emulzija kod izolacija koja se nanosi na podkonstrukcijama ili u području priključaka sa zadatkom da poveže prašinu, djeluje vodootporno i da poboljša prijanjanje ljepka za sljedeće ljepljenje.

4.4.3. Pragovi vrata pod normalnom visinom postavljanje izolacionog materijala na ivicu odozgo

Ukoliko se nije moguće pridržavati regularne visine priključka kod pragova vrata onda su hitno potrebne dodatne mjere.

- Parna brana se mora izvesti u području praga kao izolacija u vrijeme gradnje i ne priključuje se naknadno na profile ramova.
- Kosina se mora odvesti od priključka.
- Direktno prije pragova se ugrađuje kao dodatna sigurnost prohodni odvodni lijevak sa poprečnim presjekom za odvod od najmanje 2000 mm² (izuzetak: slobodne velike rešetke za odvod sa udjelom fuge preko 5% i minimalnom širinom fuge od 8 mm, npr. drvene rešetke na terasama).
- Oluk za odvod vode se direktno odvodi u sanitarni kanalizacijski sistem ili izvan zgrade.

- Rešetke preko oluka za odvode moraju biti uklonjive u svrhu čišćenja.
- U području praga vrata i oluka za odvod ugrađuje se na pritisak otporna toplotna izolacija (>350 kPa pri 10% pritiska).
- Termo izolacija se mora učvrstiti sa parnom branom i izolacijom radi sprečavanja trajnog proklizavanja.
- Izolacija ne smije biti propusna sa stražnje strane i mora pokazivati najmanje 50 mm visinu priključka u vertikali.
- Otvori za odvod profila ramova prozora i vrata moraju biti položeni na višem nivou od priključka izolacije i ne smiju se zatvarati.
- Kod lučnih stropova, greda itd. vodi se izolacija na visinu normalnih visina za priključivanje.
- Gornja ivica vodootpornog priključka mora ležati najmanje 25 mm (nadvišenje/sigurnosna ivica) iznad visine pritiska sigurnosnih preliva (visina pritiska i visine uspora / zaustavna visina prema smjernici odvodnjavanja krova od strane Saveza građevinskih tehničara .



Pragovi vrata pod normalnom visinom nanošenja izolacijskog materijala odozgo

Kod projektovanja se mora u zavisnosti od uslova ruba dodatno paziti na sljedeće tačke:

- Položaj nižih priključaka na pragove u odnosu na ekspoziciju osnovnih vremenskih uslova (jaka kiša i prskanje vode).
- Konstrukcija okvira vrata, prozora i ostakljenja za zimske vrtove i njihovih odvoda.
- Uticaji promjene dužine metalnih profila na izolaciju, posebno na udare na profile.
- Nepropustivost konstrukcija okvira u unutarnjem području pregiba (falc), specijalno kod priključka na vertikalne profilne okvire.

4.5. Izolacijski sistem bitumenski - proračun

Primjer 1.

Podaci o objektu

Ravni krov sa pravouganom osnovom

Dimenzija: vidi skicu

Specijalno:

- 1 komad kamin 1.20/1.60 m

- 20 kom. svjetlosna kupola 0.75/0.75 sa izolacijskom 5.60 x 0.30 = 1.68
ljepljivom spojkom 3.60 x 0.15 x 20 = 10.80

- Završetak ruba krova: vidi skicu

Izvod iz materijala

Premaz

Dimenzija

$$30.00 \times 25 = 750.00$$

$$0.50 \times 110.00 = 55.00$$

$$0.30 \times 111.20 = 33.60$$

Odbici:

$$1.20 \times 1.60 = -1.92$$

$$0.75 \times 0.75 \times 20 = -11.24$$

$$\text{Total} = 837.68 \text{ m}^2$$

$$\text{Premaz} = 837.68 \text{ m}^2 \times 0.3 = 251.30 \text{ kg}$$

Izvod iz materijala parna brana (kočnica)

Dimenzija

$$30.00 \times 25.00 = 750.00$$

$$0.12 \times 110.00 = 13.20$$

Odbici

$$1.20 \times 1.60 = -1.92$$

$$0.75 \times 0.75 \times 20 = -11.24$$

$$\text{Total} = 750.04$$

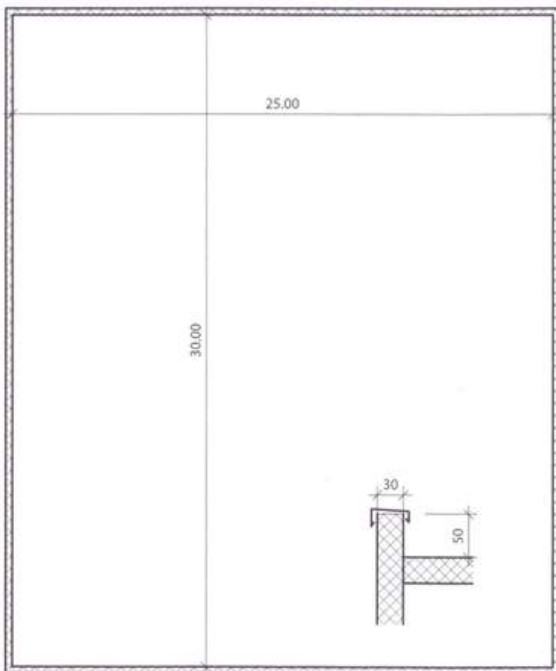
EVA 35

$$750.04 \text{ m}^2 \times 1.12 = 840.00 \text{ m}^2$$

Zavarivanje parne brane

Propan plin

$$750.04 \text{ m}^2 \times 0.2 = 150.00 \text{ kg}$$



Skica uz primjer obračuna 4.5.

Izgradnja sistema

1. Parna brana EVA 35

Dodatno izolacija za vrijeme gradnje

2. Sloj termoizolacije 120 mm

Izvod iz materijala termoizolacija

Dimenzija

$$30.00 \times 25.00 = 750.00$$

Odbici

$$1.20 \times 1.60 = -1.92$$

$$1.05 \times 1.05 \times 20 = -22.04$$

$$\text{Total} = 726.04 \text{ m}^2$$

Pjenasto staklo T 4
3. Izolacija 2-slojna
EGV 3 + EP 4 WF

4. Korisni sloj
Ekstenzivna ozelenjavanje do gradilišta

Izvod iz materijala izolacija okvirom i kupolom

Dimenzija

30.00 x 25.00 = 750.00
0.38 x 110.00 = 41.80
0.30 x 111.20 = 33.36
5.60 x 0.25 = 1.40

Odbici

1.20 x 1.60 = -1.92
0.75 x 0.75 x 20 = -11.24

Total = 813.40 m²

1. sloj EGV 3

813.40 m² x 1.12 = **911.00 m²**

2. sloj EP 4 WF

251.30 kg

813.40 m² x 1.12 = **911.00 m²**
840.00 m²

1. sloj lijepljenje

Dimenzija

5240.44 kg

30.00 x 25.00 = 750.00

Odbici

1.20 x 1.60 = -1.92
0.75 x 0.75 x 20 = -11.24

Total = 736.84 m²

Bitumen

okvira

736.84 m² x 1.20 kg = **884.20 kg**

1. sloj zavarivanje (Podloge)

Dimenzija

0.38 x 110.00 = 41.80
0.30 x 111.20 = 33.36
5.60 x 0.25 = 1.40

Total = 76.56 m²

Pjenasto staklo T4 120 mm

726.04 x 1.02 = **740.50 m²**

Lijepljenje bitumena za pjenasto staklo 120 mm

726.04 m² x 6.0 kg = 4356.24 kg

Izvod iz materijala svjetlosna kupola sa

LD 0.75/0.75 sa izolacijom i spojnicom na lijepljenje

20 kom.

Materijal za učvršćivanje

Vijci i tiplovi

14 x 20 = 280 kom.

Bitumenski kit

3.00 x 20 = 60 mm (po ukrasnom okviru (310 ml) 8 m fuga)

60 : 8 = 8 ukrasnih okvira

Narudžba materijala

Premaz

VA 4

Propangas 327.99 kg

Pjenasto staklo T4 120 mm 740.56 m²

Bitumen 85/25

EGV 3 911.00 m²

EP 4 WF 911.00 m²

Elestomer-bitumen-klinovi 30x30 mm 117.91 m

Svjetlosne kupole 20.00 kom.

Vijci i tiplovi 280.00 kom.

Bitumenski kit 8 ukrasnih

Ispusti D100 uklj. korpe za šljunak 2.00 kom.

(zaštitne mreže)

Propan gas

$$76.56 \text{ m}^2 \times 0.2 \text{ kg} = 15.31 \text{ kg}$$

Dimenzija dito izolacija

Propan gas

$$813.40 \text{ m}^2 \times 0.20 \text{ kg} = 162.68 \text{ kg}$$

Klinovi u podlozi

Dimenzija

$$110 + 5,6 = 115.60 \text{ m}$$

Elastomer-bitumen-klinovi 30/30 mm

$$115.60 \text{ m} \times 1.02 = 117.91 \text{ m}$$

Primjer 2:

Izolacijski sistem umjetni materijal

Podaci o objektu

Ravni krov sa pravougaonom osnovom

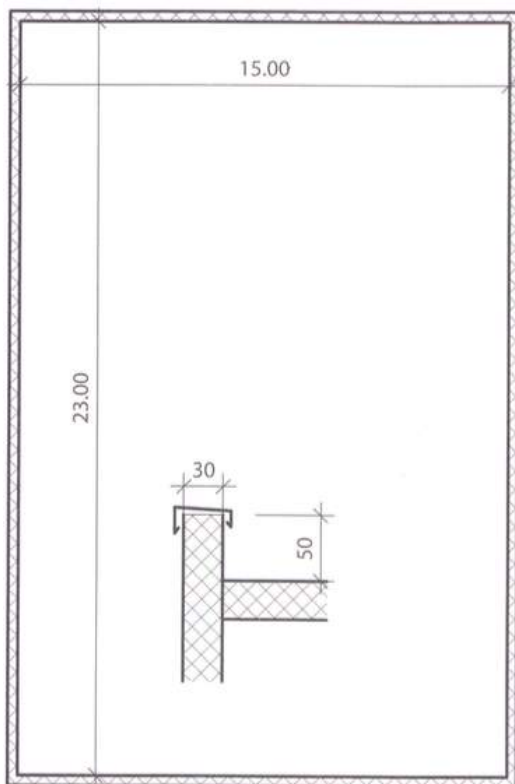
Dimenzija: vidi skicu

Specijalno:

- 1 komad kamin 1.00/1.60

- 10 kom. svjetlosna kupola 1.00/1.20 m

Visina okvira na OK izolaciju 300 mm



Skica za obračunski primjer 2

Izvod iz materijala parna brana

Dimenzija

$$15.00 \times 23.00 = 345.00$$

$$0.80 \times 76.00 = 6.08$$

Odbici

$$1.00 \times 1.60 = -1.60$$

$$1.00 \times 1.20 \times 10 = -12.00$$

- završetak ruba krova: vidi skicu

$$\text{Total} = 337.90 \text{ m}^2$$

EV 3

$$337.90 \text{ m}^2 \times 1.12 = 378.45 \text{ m}^2$$

Parna brana-varenje mjesta preklapanja

Propan gas

$$337.90 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ kg} = 6.76 \text{ kg}$$

Izvod iz materijala, temeljni lak kod podloge, kamina, svjetlosnih kupola

Dimenzija

$$7.60 \times 0.52 = 11.64 \text{ m}^2$$

Bitumenski lak

$$11.64 \times 0.3 = 3.49 \text{ kg}$$

Izvod iz materijala termo izolacija

Dimenzija

$$15.00 \times 23.00 = 345,00$$

Odbici			
1.00 x 1.60	=		-1.60
1.30 x 1.50 x 10	=		-19.50
Total	=		323.90 m²

Izolacijske ploče PUR 100 mm

323.90 m ² x 1.02	=		330.38 m ²
------------------------------	---	--	-----------------------

Bitumen za lijepljenje izolacije

323.90 m ² x 0.5 kg	=		161.95 kg
--------------------------------	---	--	------------------

Sistemska konstrukcija

1. Parna brana EV 3 labavo položena
2. Sloj termoizolacije PUR 100 mm
3. Izolacija 1. sloj TPO 1.8 mm
4. Odvojni sloj 1. sloj filc od umjetnih vlakana 300 g/m²
5. Zaštini sloj šljunak 50 mm

Izvod iz materijala izolacija

Dimenzija			
15.00 x 23.00	=		345.00
0.70 x 77.20	=		54.04
0.25 x 5.20	=		1.30
0.30 x 4.40 x 10	=		13.20

Odbici

1.00 x 1.60	=		-1.60
1.00 x 1.20 x 10	=		<u>-12.00</u>
Total	=		399.94 m²

Role TPO 1.8 MM

399.94 m ² x 1.06	=		423.94 m ²
------------------------------	---	--	-----------------------

182 Dio 7 Prilog

Fiksirni profil

76.00 + 5.20 + 44.00	=		125.20 m
----------------------	---	--	----------

Varionički kanap

76.00 + 5.20 + 44.00	=		125.20 m
----------------------	---	--	----------

Vijci i tiplovi

125.20 x 5	=		626.00 KOM.
------------	---	--	-------------

Ljepilo

Dimenzije

0.70 x 77.20	=		54.04
--------------	---	--	-------

0.25 x 5.20	=		1.30
-------------	---	--	------

0.30 x 4.40 x 10	=		<u>13.20</u>
------------------	---	--	--------------

Total	=		68.54 m ²
-------	---	--	----------------------

Narudžba materijala

EV 3		378.45 m ²
Propan gas		6.76 kg
Bitumenski lak		3.49 kg
Termoizolacija PUR 100 mm		330.38 m ²
Bitumen 85/25		161.95 m ²
TPO 1.8 mm		423.94 m ²
Fiksirni profili		125.20 m
Varionička kanapa		125.20
Vijci i tiplovi za profile		626.00 kom.
Ljepilo XY		27.40 kg
Filc od umjetnih vlakana		351.10 m ²
Oprani šljunak		16.57 m ²
Svjetlosne kupole uklj. okvire, učvršćivači		10.00 kom.
Vijci i tiplovi		320.00 kom.
Komprimirana traka		77.20 m
Odvodi D100 uklj. zaštitne korpice za šljunak		2.00 kom.

Ljepilo proizvod XY

$$68.54 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ kg} = 27.40 \text{ kg}$$

Izvod iz materijala Zaštitni sloj

Dimenzija

$$15.00 \times 23.00 = 345.00$$

$$0.05 \times 76.00 = 3.80$$

$$0.05 \times 5.20 = 0.26$$

$$0.05 \times 4.40 \times 10 = 2.20$$

Odbici

$$1.00 \times 1.60 = -1.60$$

$$1.00 \times 1.20 \times 10 = \underline{-12.00}$$

$$\text{Total} = 337.10 \text{ m}^2$$

Filc od umjetnih vlakana role (širina 1000 mm)

$$337.60 \text{ m}^2 \times 1.04 = 351.10 \text{ m}^2$$

Dimenzija

$$15.00 \times 23.00 = 345.00$$

Odbici

$$1.00 \times 1.60 = -1.60$$

$$1.00 \times 1.20 \times 10 = \underline{-12.00}$$

$$\text{Total} = 331.40 \text{ m}^2$$

Okrugli šljunak (škrljac) 50 mm

$$331.40 \text{ m}^2 \times 0.05 = 16.57 \text{ m}^2$$

Izvod iz materijala svjetlosne kupole sa okvirom i kupolom

Svjetlosne kupole 1.00/1.20 m 10 kom.

Fiksirni materijal

Vijci i tiplovi

$$16 \times 20 = 320 \text{ kom.}$$

Komprimirana traka

$$77.20 \times 10 = 77.20 \text{ m}$$

