

Dugotrajnost ravnih krovova

Autor:

m Kvadrat

– Objavljeno on November 19, 2018 **OBJAVLJENO U:** Dešavanja, Home, najava, Novosti, Stručni tekstovi i intervjui, Zanimljivosti

Jedan od osnovnih zadataka sa kojima se susrećemo kod rešavanja konstrukcije ravnih krovova je odvođenje pare iz slojevitog sistema termo-hidroizolacije ravnog krova.



Piše:

DTech Milan Dević D.Civ.Eng.

Akademik Međunarodne akademije tehnoloških nauka

Akademik Ruske inženjerske akademije

Doktor tehnologije građenja i inženjeringa u građevinarstvu

Autor Simprolit sistema®

Po definiciji, dugotrajnost građevinskog materijala predstavlja njegovu sposobnost da ne izgubi više od 10% svojih fizičkih karakteristika tokom određenog perioda. Shodno tome, definicija da je dugotrajnost nekog građevinskog materijala nekoliko godina, znači da u tom periodu, podvrgnut svim klimatskim uslovima za dati region za poslednjih nekoliko godina unazad (dugotrajno dejstvo maksimalnih i minimalnih temperatura, vlažnost u kombinaciji sa ekstremnim temperaturama, kiša, sneg, grad u kombinaciji sa vjetrovima, vjetrovi sa habajućim uticajem čestica prašine koje nose, UV zraci, zagađen zrak u zonama industrijskog okruženja i dr.) taj građevinski materijal faktički ne menja svoja fizičko-mehanička svojstva (čvrstoća, kompaktnost, termoizolacione i zvukoizolacione karakteristike, prirodna vlažnost, paropropusnost i dr.).

I dok je za svaki materijal ponaosob njegova dugotrajnost u određenoj meri poznata (u nekim zemljama i propisana regulativom), protokom vremena sve je izvesnije da za dugotrajnost konstrukcije nije važna samo dugotrajnost svakog njenog sastavnog sloja ponaosob, već i njihove interakcije u okviru konstrukcije u kojoj se zajedno nalaze. Mnogo je slučajeva oštećenja, pa i razrušenja konstrukcija zbog zanemarivanja interakcije različitih karakteristika slojeva, kao što su različite temperaturne dilatacije slojeva, različit stepen

paropropusnosti slojeva, različita osetljivost slojeva na sadržaj vlage u konstrukciji, različita otpornost na mraz pri različitim radiusima prelaska slojeva iz horizontalne u vertikalnu ravan i sl.

Ovo se posebno ogleda kod ravnih krovova, gde i najmanje zanemarivanje fizičko-mehaničkih karakteristika primenjenih materijala u slojevima, neizbežno vodi ka degradaciji gotovo svih slojeva, što za rezultat uvek ima gubljenje termo-fizičkih i hidroizolacionih svojstava ravnog krova u celini. Stoga se još u fazi projektovanja posebna pažnja mora posvetiti ne samo odabiru materijala na osnovu njihovih karakteristika ponaosob, već i ukupnom sadejstvu svih projektovanih slojeva.



Jedan od osnovnih zadataka sa kojima se susrećemo kod rešavanja konstrukcije ravnih krovova je odvođenje pare iz slojevitog sistema termo-hidroizolacije ravnog krova, a koji se najčešće projektuje po sledećoj shemi:

- Krovna ploča (betonska ili od rebrastog lima),
- Paroizolacija, sa ili bez sistema za odvođenje pare,
- Termoizolacija,
- Zaštita termoizolacije,
- Sloj za pad,
- Podloga za hidroizolaciju,
- Hidroizolacija,
- Sloj za zaštitu hidroizolacije (kod prohodnih krovova).

Osnovna primjedba kod ovakvog sistema je usvojeni raspored slojeva, pre svega sloja za pad. Iskusni projektanti uvek će sloj za pad staviti ispod hidroizolacije i termoizolacije, tako da se u slučaju oštećenja ili proticanja hidroizolacije voda može drenirati sa najniže tačke – u protivnom, voda koja dospe u termoizolacioni sloj, posebno posle par naizmeničnih ciklusa zamrzavanja i otopljanja, obavezno dovodi do oštećenja termoizolacije, te posledično i do degradacije čitave konstrukcije ravnog krova.



Međutim, faktor na koji se ne može uticati u etapi projektovanja radova, posebno kod izvođenja ravnih krovova većih površina, je klimatski faktor, tačnije: temperatura, vlažnost zraka i atmosferske padavine u vrijeme izvođenja radova.

Naime, parna brana, sa ili bez sistema za odvođenje pare, postavljena neposredno iznad krovne ploče, štiti od pare koja dolazi iz objekta, odozdo. Sa druge strane, hidroizolacija, kao završni sloj, štiti od prodiranja atmosferske vode u konstrukciju krova, ali se javlja i kao parna brana iznad termo-slojeva ravnih krovova, odozgo.

Ostaje problem vlage zarobljene između parne brane i hidroizolacije, u termoizolacionom sloju. Ova vlaga se najčešće javlja kao posledica atmosferskih padavina tokom izvođenja ravnog krova i vjerovatnija je što je površina krova veća, pa samim tim i vreme izvođenja duže.



Mere zaštite koje pri tome preduzima izvođač gotovo redovno ne daju željene rezultate, s obzirom da se kod takve tehnologije izvođenja radova zahteva podjela površine ravnog krova na manje sekcije koje se mogu izvesti u jednom mahu, u toku jednog dana i u svim slojevima, počev od paroizolacije, preko sloja za pad, termoizolacije i zaključno hidroizolacije, uključujući i neophodan uslov da se tako izvedene sekcije i bočno zaštite hidroizolacijom.

Međutim, na taj način gotovo ni jedan izvođač ne radi, jer to ne samo da remeti kontinuitet radova i otežava pravilno izvođenje ukupnog sloja za pad, već i drastično poskupljuje ukupnu poziciju ravnog krova, što gotovo ni jedan investitor nije spreman da plati, s obzirom da se ove pozicije redovno ugovaraju po završenom kvadratnom metru ravnog krova.

Sa druge strane, čak i kada se slojevi ravnog krova izvode po takvoj tehnologiji, ostaje problem **nevezane vlage iz sloja za pad**, koja se opet posebnim tehnološkim postupcima može eliminirati iz slojeva, ali sve to na teret roka izvođenja i ukupne cijene koštanja pozicije ravnog krova.

Konačno, ono na šta se gotovo i ne može uticati je vlažnost zraka u vreme izvođenja radova. Iako na prvi pogled izgleda zanemarljiv, ovaj faktor vrlo često u krajnjem utiče ne samo na termoizolacione karakteristike, već i na ukupnu dugotrajnost ravnog krova.

Uzmimo na primer da se termoizolacioni sloj izvodi od tvrdo presovane mineralne vune u sklopu izvođenja konstrukcije ravnog krova objekta. Pod uslovom da ga je celog meseca pratila sreća: da nije bilo ni jednog kišovitog dana ili noći, da se u potpunosti isušila i suvišna vlaga iz sloja za pad, dovoljno je da je u tom periodu vlažnost zraka bila veća od minimalne, pa da odmah imamo problem zarobljenog viška vlage unutar konstrukcije ravnog krova.

Ako se zna da 1% vlage u mineralnoj vuni i od 10% do 30% umanjuje njena termoizolaciona svojstva, te ako je sadržaj zarobljenog zraka u mineralnoj vuni oko 80%, a srednja vlažnost zraka recimo 80% (vrlo često je i veća zbog uobičajenih kiša u vrijeme izvođenja radova u većini klimatskih područja, prisustva vodenih podzemnih i nadzemnih vodenih tokova, jezera, mora i dr.), sledi da između slojeva paroizolacije i hidroizolacije imamo zarobljen vazduh sa cca **64% vlage**. **Posle višegodišnjih naizmeničnih ciklusa visoke letnje i niske zimske temperature, rezultat je uvek isti – degradacija termoizolacionog, pa i hidroizolacionog sloja, ma koliko oni bili kvalitetno izvedeni.**



Razarajuće uticaj zarobljene vlage i njen uticaj na dugotrajnost sistema izolacije ravnog krova u funkciji vlažnosti vazduha pri izvođenju radova neizostavno se povećava i zbog nezaobilaznog prisustva građevinske vlage tokom građenja objekta. Naime, pri izvođenju građevinskih radova – betoniranje, zidanje (1m³ sveže izidanog zida od opeke sadrži i do 140 l vode), malterisanje, cementne košuljice, keramičarski radovi, neki molerski radovi itd. – zaostala vlaga dospeva delom i u slojeve ravnog krova, što u kombinaciji sa zarobljenom atmosferskom vlagom za posledicu ima drastično smanjenje **dugotrajnosti** sistema termo-hidroizolacionog pokrivača ravnog krova.

Teorijski, jedno od rešenja ovakvog problema predstavlja postavljanje paropropusne hidroizolacije direktno na termoizolacioni sloj, koja sa donje strane propušta paru koja dolazi ispod nje, a sa gornje strane ne propušta atmosfersku vodu iznad. Iako je paropropusna kvalitetna hidroizolacija relativno retka, obično skupa i zahteva izuzetnu pažnju tokom eksploatacije (s obzirom na njenu neotpornost na mehanička dejstva i direktno sunčevo zračenje), ovakvo rešenje je sigurnije sa aspekta funkcionalnosti i dugotrajnosti.

Međutim, i tu treba biti veoma oprezan i uveren pre svega u dva faktora:

- Da je paropropusnost takve izolacije dovoljna da propusti svu paru iz slojeva pre nego što je ta ista para pod pritiskom odljepi od donjeg sloja – podloge (što je redovna pojava u slučajevima kada je tokom izvođenja atmosferska voda prodrla u niže slojeve) i,
- Da zaštitni sloj koji se izvodi preko paropropusne izolacije isto tako dobro provodi paru kao i paropropusna hidroizolacija koju štiti, s jedne strane, ali i da nije podložan razrušenju u slučaju kada se voda, koja prodre kroz njega i zadrži se iznad paropropusne izolacije, preko noći zaledi.

Drugo i češće primenjivano rešenje je **postavljanje otparivača termoizolacionog sloja** po celoj površini krova. Međutim, u praksi je problematičan eksplicitni proračun rastojanja na kojem se ovi otparivači termoizolacionog sloja postavljaju, s obzirom da je osnovni uslov kod njihovog projektovanja da otpor horizontalnom kretanju pare kroz sloj termoizolacije na dužini koja se meri u metrima bude manji od otpora vertikalnom kretanju pare kroz sloj termoizolacije na dužini koja se meri u santimetrima, uvećanim za veličinu adhezije hidroizolacionog sloja za podlogu, pa sve to u funkciji temperature vazduha, osunčanosti krovne površine, atmosferskog pritiska, vlažnosti vazduha i dr. Pri tome, najčešća oštećenja koja se javljaju kod ovakvog sistema zaštite paronepropusne hidroizolacije od dejstva pare iz termoizolacionog sloja nastaju zbog dva osnovna nedostatka, sa svim posledicama koje iz njih proističu i to:

- Ili su otparivači suviše retko postavljeni, pa para mnogo pre u svojoj ekspanziji odljepi hidroizolacioni sloj od podloge nego što biva evakuirana kroz otparivače,
- Ili su otparivači suviše često postavljeni, čime se praktično od krova načini «rešet»o, što dovodi do logične posledice da upravo na tim mestima, gde se hidroizolacija postavlja i oko otparivača i iz otparivače, dolazi do njenog oštećenja i prodora vode u niže slojeve, bilo zbog dejstva naizmeničnih ciklusa niskih i visokih temperatura na hidroizolaciju podignutu uz otparivače, bilo zbog bočnog pritiska na otparivače usled klizanja snega po krovnoj ravni, dejstva vetra, mehaničkih oštećenja i sl.



Dakle, generalno gledano, na dugotrajnost ravnih krovova utiče veoma mnogo faktora. Ono na šta može da se utiče je pravilan izbor sistema za termo-hidroizolaciju ravnih krovova, a posebno izbegavanje grešaka u projektovanju, izvođenju i eksploataciji ravnih krovova koje direktno utiču na dugotrajnost ravnih krovova.

Po statistici napravljenoj 80-tih godina, struktura grešaka je sledeća:

- 13% grešaka u projektovanju,
- 69% grešaka u izvođenju i
- 18% grešaka u eksploataciji

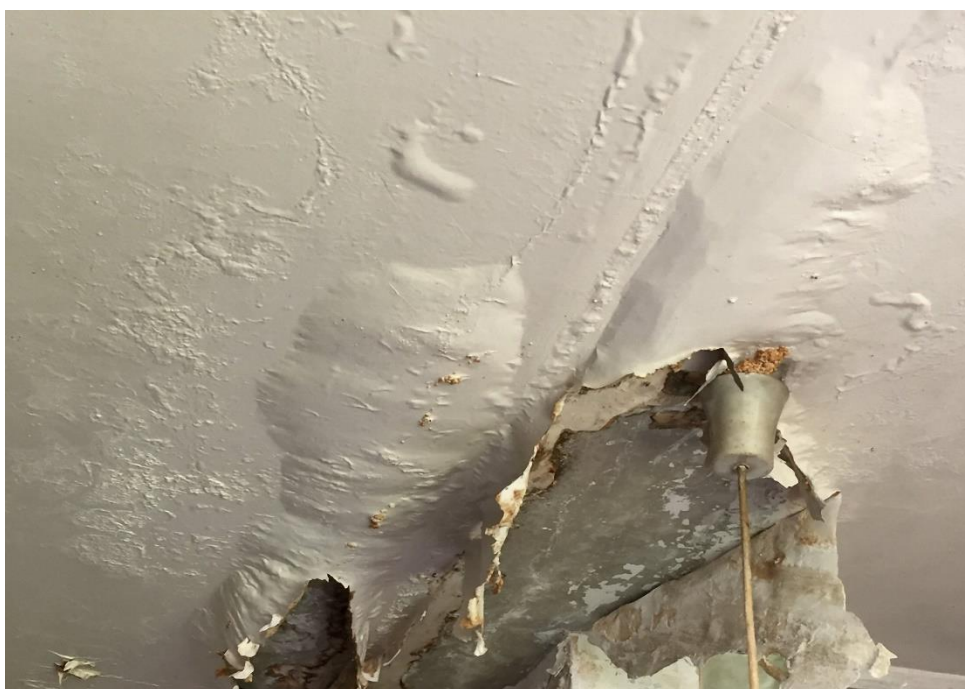


U praksi, najčešći uzroci koji direktno utiču na dugotrajnost ravnih krovova, dovodeći često i do njihovog preranog razrušenja, su:

- Biološka degradacija,
- Deformacije krovne ploče, posebno usled dugotrajnih dejstava puzanja i tečenja betona,
- Mikroprslina na površini hidroizolacije od sunčevog UV zračenja,
- Prodor vode bočno, kroz parapete, a ispod hidroizolacije
- nekvalitetno zapunjene fuge parapetnog zida
- Odsustvo holкера ili nepravilno izvedeni holker na prelazu horizontalne površine ka parapetima
- Nepravilno projektovana ili izvedena poklopna ploča naatici (parapetu) ravnog krova, koja treba ne samo da zaštiti direktan prodor atmosferskih padavina u slojeve termo-hidroizolacije ravnog krova, već i da obezbedi nesmetano otparivanje tih slojeva
- Odsustvo temperaturnih dilatacionih razdelnica u slojevima iznad termoizolacije i posledična pojava nekontrolisanih pukotina
- Zanemarivanje različitih modula elastičnosti susednih slojeva krovnog pokrivača, što je posebno značajno kod izvođenja zaštitnog sloja hidroizolacije,
- Vlaženje termoizolacionog sloja, njegovo naizmenično zamrzavanje i otopljanje
- Pojava kritičnog pritiska vodene pare iz termoizolacionog na hidroizolacioni sloj pri visokim letnjim temperaturama, ili pak njene kondenzacije u kontaktu sa hladnijom krovnom pločom
- **Neuzimanje u obzir činjenice da se deklarirana nosivost termoizolacionog sloja (stiropor, styrodur, mineralna vuna) dostiže tek po njegovoj 10%-noj deformaciji i posledičnog uticaja na rastezanje i trajno oštećenje hidroizolacionog sloja usled sleganja nižeg sloja termoizolacije i do 10% njene debljine (ne primer kod uobičajene debljine krovne**

termoizolacije od 20 cm, ista slegne cca 2,0 cm, a što retko koja hidroizolacija iznad može da izdrži)

- Nedopustivo rastojanje između ploča termoizolacije i posledični lokalni ugibi hidroizolacionog sloja
- Nepostojanje sloja za izjednačavanje parcijalnih pritisaka vodene pare, što je posebno važno iznad prostorija sa uvećanom temperaturom unutrašnjeg zraka (preko 22°C) i natprosečnom relativnom vlažnošću (preko 65%)
- Lepljenje slojeva paroizolacije ili hidroizolacije na mokru, neočišćenu od prašine ili kavernožnu površinu
- Lokalna udubljenja površine krovnog pokrivača u kojima se sakuplja voda, prašina i lišće, što usled truljenja izaziva ubranu degradaciju krovnog pokrivača
- Ne uzimanje u obzir direktne veze između boje krovnog pokrivača i temperature na njemu i u vezi s tim godišnje amplitude temperature pokrivača ravnog krova i preko 120°C, a dnevne i do 90°C,
- Nesagledavanje pojave da se na visokim letnjim temperaturama šljunak (balast) iznad hidroizolacije zagreje i utapa u nju, a zatim zimi, voda koja pređe u led preko tako utisnutog šljunka u hidroizolacioni sloj jednostavno cepa hidroizolaciju
- Nesagledavanje lokalnih klimatskih uvjeta koji mogu da budu daleko ekstremniji od onih pri kojem je izvršeno ispitivanje projektovanog materijala i za njih izdan certifikat, kao što su: pojačani vetar – bure i oluje kombinovane sa atmosferskim padavinama, horizontalno dejstvo kiše kombinovane sa jakim vetrom na parapete ravnog krova, različite međusobne linijske i površinske deformacije slojeva pri visokim i niskim temperaturama i njihovom naizmeničnom dugotrajnom dejstvu
- Primena gorivih termoizolacionih i hidroizolacionih materijala i dr.
- Nepravilno postavljeni slojevi, termički mostovi, nepostojanje ili oštećenje parne brane i sl.



Umesto zaključka

Projektovanje, izvođenje i eksploatacija ravnog krova zahteva kompleksan stručni pristup, kako bi se obezbedila njegova dugovečnost i propisane normativne karakteristike.

Izrada posebnog projekta ravnog krova koji bi uzeo u razmatranje i proračunao sve napred navedeno i pri tome:

- Sadržao sve elemente interakcije horizontalnih i vertikalnih slojeva sa njihovim termo-dinamičkim proračunom,
- Sadržao sve detalje spojeva sa konstrukcijama na krovu (parapeti, ventilacioni kanali, lift-kućice, svetlarnici, dinamički opterećeni temelji mašinskih instalacija na krovu, solani paneli, gromobrani, antene i sl.),
- Kao obavezan deo sadržao i tehnološku kartu izvođenja sa dinamikom po fazama, uključujući i međufaznu zaštitu prethodno izvedenih radova
- il, konačno, propisao jednoznačne zahteve za održavanje ravnih krovova pri eksploataciji u znatnoj meri bi rešio dugotrajnost ravnih krovova, koji se sasvim neopravdano smatraju problematičnim i iznuđenim rešenjima pete fasade objekta.

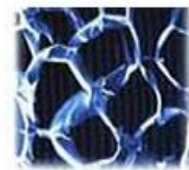
m-Kvadrat

U odnosu na materijale koji se standardno primjenjuju za rješavanje termoizolacije ravnih krovova, Simprolit® ploče se izdvaja:

- najboljim odnosom čvrstoće i termofizičkih karakteristika
- najboljim odnosom otpornosti na vlagu, mraz i termofizičkih karakteristika
- najboljim odnosom dugotrajnosti i termo-mehaničkih karakteristika
- sposobnošću da obavlja više funkcija istovremeno: kao mehanička zaštita hidroizolacije, kao termički sloj i kao sloj za pad (sloj Simprolit® monolita debljine preko 35cm lakši je od sloja cementne košuljice debljine od samo 5cm!)

Simprolit monolitom formiraju idealni padovi, kao i njegove čvrstoće i dugotrajnosti ;

- ne preopterećuje se nosiva konstrukcija objekta;
- hidroizolacioni «tepih» radi u najboljim uvjetima, što značajno uvećava dugotrajnost krova u cjelini;





3. PRIMJENA MONOLITA BETONA TERMOIZOLACIJE PODOVA ,ESTRIHA

Pri izgradnji objekta, preko međukatnih ploča u cilju njenog izravnjanja i podloge za završni pod (parket, linoleum, keramičke pločice i dr.) obično se izvodi cementna košuljica debljine 30 mm -50 mm.

Pri tome, cementna košuljica se obično izvodi preko odgovarajućih slojeva termoizolacijskih i zvukoizolacijskih materijala, što proističe iz propisanih uvjeta termičke i zvučne zaštite objekta u njihovoj eksploataciji.

U cilju sprečavanja pojava prslina, u posljednje vrijeme se u cementnu košuljicu dodaju kemijski dodaci aditivi ili fizički sastojci tipa vlakana od metala ili stakloplastike, što sa druge strane značajno usložnjava izvođenje radova i povećava koštanje objekta u celini.

Poznat je i problem izvođenja objekta u kratkim rokovima, gdje građevinske firme u dobroj organizaciji proizvodnih taktova uspevaju da za mjesec dana izbetoniraju noseću konstrukciju za tri ili četiri kata, ali su svejedno prinuđeni da čekaju 28 dana da bi se potom ugrađena cementna košuljica osušila i bila spremna za polaganje parketa.

Primenom Simprolit monolita ili njegovom kombinacijom sa Simprolit montažnim podnim pločama mogu se uspješno riješiti svi ti problemi, s obzirom da Simprolit monolit istovremeno postiže tri funkcije, kao:

- sloj za izravnanje;
- zvuko izolacijski sloj i
- termo izolacijski sloj.