

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,
MARIBOR**

DIPLOMSKO DELO

**HIDROIZOLACIJA RAVNIH STREH S
FOLIAMI V PRIMERJAVI Z
BITUMENSKIMI IN PLOČEVINASTIMI
KRITINAMI**

Kandidat: Stanislav KOVAČEC

Študent študija ob delu

Številka indeksa: 11190122896

Program: Gradbeništvo

Mentor: Bojan Dapčević univ.dipl.ing.grad.

Maribor, februar 2010

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Stanislav Kovačec, z vpisno številko 11190122896, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

HIDROIZOLACIJA RAVNIH STREH S FOLIJAMI V PRIMERJAVI Z BITUMENSKIMI IN PLOČEVINASTIMI KRITINAMI

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/2007; v nadaljevanju ZAPS), prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Akademia skladno z njenimi pravili;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VSŠ Akademia;
- skladno z 32.,a členom ZAPS dovoljujem VSŠ Akademia dajanje avtorskega dela na voljo javnosti z objavo diplomsega dela na elektronskem mediju, tj. e-portalu šole.

Maribor, marec 2010

Podpis:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju g.Bojanu Dapčeviću, za pomoč in podporo pri izdelavi diplomskega dela, vsem zaposlenim na šoli za njihov trud in razumevanje, še posebej gospe Mirjani Ivanuši za moralno vzpodbudo tekom celega študija.

Hvala prof. Barbari Zajšek za lektoriranje diplomske naloge.

Zahvaljujem se firmi Talum d.d., kjer sem zaposlen, za finančno kritje študija.

Hvala sodelavcema Milanu Firbasu in Matjažu Rozmanu za pomoč in razumevanje v času celega študija.

Nenazadnje hvala mojim najdražjim, ki so mi ves čas študija trdno stali ob strani.

POVZETEK

Streha je kot eden izmed najpomembnejših elementov zgradbe skozi človeško zgodovino doživljala nenehen razvoj. Z razvojem materialov za tesnjenje se je spreminjala tudi oblika strehe (npr. oblika). Kritina, ki ob kvalitetni izvedbi zagotavlja ustrezno tesnost ravnih streh, je lahko izdelana iz različnih materialov (bitumen, kovina, guma, PVC ...). Ti materiali določajo kvaliteto, trajnost, ceno in način izvedbe kritine. Med sodobne kritine spadajo tudi kritine, izdelane na osnovi PVC-ja. Omenjene kritine so cenovno zelo ugodne, kvalitetne in se enostavno vgrajujejo. Fizikalne in kemične lastnosti PVC-ja zagotavljajo kvalitetno, dolgoletno zaščito objektov pred padavinami. Primerjava PVC kritine s kritinami iz drugih materialov pokaže, da so PVC kritine zelo primerne za izdelavo hidroizolacij ravnih streh, saj izpolnjujejo vse zahteve sodobne gradbene prakse. Zelo pomembna lastnost PVC folij je možnost reciklaže. V smislu EKO bilance je možno popolno recikliranje trakov brez obremenitev okolja.

Ključne besede: ravna streha, hidroizolacija, PVC kritina, kvaliteta, reciklaža.

ZUSAMMENFASSUNG

Bedachung, als einer von bedeutenden Bauelementen, hat durch die Menschliche Geschichte, ständiges vorschritt und Entwicklung erlebt. Mit Entwicklung von Verdichtungsmaterial, hat sich auch die Form des Dachs geändert – zum Beispiel – Flachdach. Die Bedachung des Flachdachs Versichert, bei Qualitäten Ausführung, Entsprechende Verdichtung und kann aus Verschiedenen Materialien ausgeführt werden, zum Beispiel aus Ton, Bitumen, Gummi, PVC usw. Diese Materialien Bestimmen Qualität, Lebensdauer, Preis und Ausführung der Bedachung. Die Bedachungen aus PVC Materialien, Zählen zurzeit zu den Modernen. Die sind Preislich sehr günstig, qualitätsvoll und einfach für Einbau. Physikalische und Chemische Eigenschaften des PVC-s Versichern Qualitätsvolle und Langjährige Schutz von Niederschlägen. Vergleich zwischen verschiedenen Bedachungen Zeigt, dass für die Flachdächer, die PVC Bedachungen sehr geeignet sind. Die Erfüllen alle Anforderungen das Gegenwärtiges Bauwesen. Möglichkeit des Recyclings, ist eine sehr wichtige Eigenschaft des PVC Folien. In Sinne EKO Bilanz ist es möglich die Folien vollkommen zu Recyceln, ohne damit die Umwelt zu Belasten, die sonst beim Verbrennungsmethoden Üblich sind.

Schlüsselworte: Flachbedacht, Hydroisolation, PVC Bedachung, Qualität, Recycling.

KAZALO VSEBINE

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA.....	2
ZAHVALA	3
POVZETEK	4
ZUSAMMENFASSUNG	5
1 UVOD.....	9
1.1 Opredelitev obravnavane zadeve	9
1.2 Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela	9
1.2.1 Namen diplomskega dela	9
1.2.2 Cilji diplomskega dela	9
1.2.3 Osnovne trditve diplomskega dela	9
1.3 Predpostavke in omejitve	10
1.4 Predvidene metode raziskovanja	10
2 RAVNE STREHE.....	11
2.1 Splošno o ravnih strehah	11
2.2 Pokrivanje ravnih streh.....	15
2.2.1 Tehnologije pokrivanja	17
2.2.2 Materiali za pokrivanje.....	18
3 STREŠNE FOLIJE.....	19
3.1 Splošne informacije o strešnih folijah	19
3.1.1 Standard za material.....	19
3.1.2 Barve	19
3.1.3 Odpornost	19
3.1.4 Skladiščenje	20
3.2 Osnovni principi vgrajevanja	20
3.3 Pribor za izvedbo	20
3.4 Sidranje	20
3.5 Vzdrževanje ravne strehe	21
4 SISTEMI TESNEJA STREH S STREŠNIMI FOLIJAMI.....	22
4.1 Strešni sistemi s prodcem.....	22

4.2	<i>Mehansko pritrjeni strešni sistemi</i>	23
4.2.1	<i>Osnovna načela</i>	23
4.2.2	<i>Točkovno pritrjevanje v preklopu</i>	23
4.2.3	<i>Vmesno točkovno pritrjevanje</i>	24
4.2.4	<i>Točkovno pritrjevanje v prelomni liniji strešin</i>	25
4.2.5	<i>Obodno pritrjevanje</i>	25
4.2.6	<i>Zvari in spoji</i>	26
4.2.7	<i>Detajli</i>	27
4.3	<i>Hidroizolacijski sistemi ozelenjenih streh</i>	31
4.4	<i>Sistemi tesnjenja streh z uporabno površino</i>	32
4.5	<i>Po vsej površini lepljeni strešni sistemi</i>	34
4.6	<i>Povzetek</i>	36
5	<i>NAPAKE PRI IZVEDBI DEL</i>	37
5.1	<i>Napake pri spajanju trakov folije</i>	37
5.2	<i>Napake pri izvedbi sidranja v podlago</i>	37
5.3	<i>Napake pri obteženih strehah</i>	38
5.4	<i>Napake pri sestavi strehe</i>	39
6	<i>PRIMER SANACIJE HIDROIZOLACIJE RAVNE STREHE S FOLIJO ...</i>	43
6.1	<i>Skica strehe</i>	43
6.2	<i>Popis del</i>	44
6.3	<i>Predračun</i>	45
6.4	<i>Terminski plan</i>	46
7	<i>PRIMERJAVA RAZLIČNIH SISTEMOV TESNENJA</i>	47
7.1	<i>Sanacija s PVC folijo</i>	47
7.2	<i>Sanacija z bitumenskimi trakovi</i>	47
7.2.1	<i>Predračun za izvedbo hidroizo. vzorčne ravne strehe z bit. trakovi:</i>	49
7.2.2	<i>Terminski plan</i>	50
7.3	<i>Pločevinasta kritina</i>	50
7.3.1	<i>Predračun za izvedbo hidroizo. vzorčne strehe z ravno Cu pločevino:</i>	51
7.3.2	<i>Terminski plan</i>	52
7.4	<i>Primerjalna tabela</i>	52
8	<i>IZSLEDKI</i>	53

9	ZAKLJUČEK.....	54
10	UPORABLJANA LITERATURA IN VIRI	56

KAZALO SLIK

Slika 1:	Joseph Rykwert : »Adamova hiša«, risba lesenega ogrodja prvobitne zgradbe človeka v deželah z obiljem lesenega gradiva	11
Slika 2:	Poskus rekonstrukcije prazgodovinskega naselja na Ljubljanskem barju	12
Slika 3:	Prikaz sestave streh	15
Slika 4:	Detajl - strešni sistemi s prodcem	22
Slika 5:	Prikaz točkovnega pritrdjevanja v preklopu	24
Slika 6:	Prikaz vmesnega točkovnega pritrdjevanja	24
Slika 7:	Prikaz pritrdjevanja v prelomni liniji strešin	25
Slika 8:	Prikaz izvedbe T – spojev	26
Slika 9:	Detajl zaključka na atiki s plastificirano pločevino	27
Slika 10:	Detajl zaključka na kapu s plastificirano pločevino	28
Slika 11:	Detajl zaključka na zidu	29
Slika 12:	Prikaz izvedbe dilatacijskega stika s podložno pločevino	30
Slika 13:	Detajl sistema hidroizolacije ozelenjenih streh	31
Slika 14:	Detajl sistema tesnjenja streh z uporabno površino	33
Slika 15:	Prikaz izvedbe – po vsej površini lepljenega sistema	35
Slika 16:	Sidranje je neustrezno. Folija je na kapnih mestih odstopila. Prihaja do nagubanosti folije	37
Slika 17:	Neustrezna izvedba žlote. Najprimernejša je uporaba plastificirane pločevine, na katero se vari folija	38
Slika 18:	Detajl zidne obrobe. Pritrdjevanje folije ob zidu je nezadostno. Sidra so izpuljena ali potrgana	38
Slika 19:	Detajl »topla streha«	40
Slika 20:	Detajl » obrnjena streha«	40
Slika 21:	Detajl »dvojna streha«	41
Slika 22:	Detajl »prezračevana (hladna) streha«	41
Slika 23:	Detajl »ravna streha nad elementom iz lahkega betona	42
Slika 24:	Skica vzorčne strehe	43

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Predračun - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe s PVC folijo	45
Tabela 2:	Terminski plan - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe s PVC folijo	46
Tabela 3:	Predračun - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe z bitumenskimi trakovi ...	49
Tabela 4:	Terminski plan - sanacija hidroizo. vzorčne strehe z bitumenskimi trakovi .	50
Tabela 5:	Predračun - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe z Cu pločevino	51
Tabela 6:	Terminski plan – sanacija hidroizolacije vzorčne strehe z Cu pločevino	52
Tabela 7:	Primerjalna tabela	52

1 UVOD

Naslov diplomskega dela je HIDROIZOLACIJA RAVNIH STREH S FOLIJAMI V PRIMERJAVI Z BITUMENSKIMI IN PLOČEVINASTIMI KRITINAMI

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

Streha na objektu je eden izmed najpomembnejših elementov zgradbe, ki mora izpolnjevati celo vrsto funkcij. Naj pomembnejša med njimi je zaščita zgradbe in s tem človeka, pred vremenskimi vplivi, to je padavinami, sončno pripeko, mrazom, hrupom, vetrom...

V diplomskem delu se želim osredotočiti na relativno nove sisteme hidroizolacij ravnih streh s folijami.

S primerjavo med različnimi sistemi prekrivanja streh, želim dokazati, da so folije funkcionalno, stroškovno, rokavno in estetsko primerljive z ostalimi že uveljavljenimi materiali za pokrivanje streh.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela

1.2.1 Namen diplomskega dela

Namen diplomskega dela je prikaz izvedbe tesnenja streh s folijami, prikaz detajlov izvedbe, stroškovna primerjava izvedbe prekritja streh z različnimi materiali, primerjava trajanja izvedb, prikaz trajnosti folij.

1.2.2 Cilji diplomskega dela

Cilj diplomskega dela je primerjava izvedbe pokritja streh s folijami napram klasičnim sistemom (materialom) za pokrivanje ravnih streh (pločevina, bitumenski trakovi, premazi...)

1.2.3 Osnovne trditve diplomskega dela

Osnovna trditev diplomskega dela je, da so folije po vseh parametrih primerljive (ali boljše) z ostalimi materiali za tesnenje ravnih streh.

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri izdelavi diplomskega dela bom uporabljal domačo in tujo strokovno literaturo, računam pa, da mi bodo v veliko pomoč lastne delovne izkušnje v firmi Talum, kjer skrbim za gradbeno vzdrževanje objektov. Med drugimi deli spada v moje področje tudi skrb za tesnenje streh. V mojih dvajsetih letih delovne dobe smo v Talumu izvedli veliko sanacij ravnih streh prav z uporabo folij. Na osnovi teh izkušenj, bom prikazal zgoraj navedene trditve.

Pri analizi se bom omejil na ravne industrijske strehe, za katere so folije po moji presoji najprimernejše.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

Za izdelavo teoretičnega dela diplomskega dela, bom uporabil zbrano slovensko in tujo strokovno literaturo, prospektni material, internetne strani s tega področja, gradbene revije...

Pri raziskovalnem delu diplomskega dela bom uporabil metodo diskripcije oz. opisovanja.

Podatke za raziskovalni del diplomskega dela bom po večini pridobil iz lastne dolgoletne evidence izvedbe del s tega področja, ter od izvajalcev del.

Primerjavo različnih sistemov bom prikazal tabelarično in ponazoril s fotografijami.

Načrte detajlov izvedb bom izdelal s programom Autocad.

Upam, da bo moje diplomsko delo komu v pomoč pri odločitvi, kako izvesti prekritje nove ali sanirati staro ravno streho.

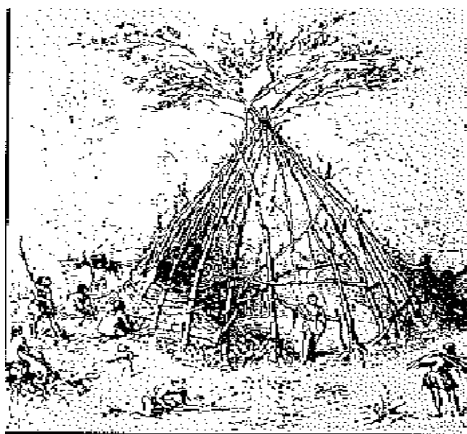
2 RAVNE STREHE

2.1 Splošno o ravnih strehah

V človeški civilizaciji izraz »streha nad glavo« že od nekdaj pomeni dom, varnost, toplino, zatočišče. V suhih in vročih podnebnih streha zagotovo nima tako pomembnega mesta kot na področjih, kjer je vreme usodnejše vpliva na človekovo življenje. Streha varuje pred žgočim soncem, mrazom in padavinami. Lokalna intenzivnost teh vplivov in lokalno razpoložljivi materiali strehi narekujejo njeno obliko, sestavo, dimenzije. To je strehi dalo tudi kulturno dimenzijo. Tako so strehe na področjih z vročim soncem in močnimi vetrovi težke, blagega naklona in brez napuščev. Na področjih z veliko padavinami so nakloni večji, napušči so široki, kritina je lahka. Streha torej določa izgled kulturne krajine.

Če je bila prva streha morda bananin list ali drevo in si je človek prvo streho izdelal iz šibja, tako da so listi vodili vodo na obod strehe, je ta od takrat doživela ogromen tehnološki razvoj. A funkcijsko je ostala pri istem motivu – varovanje človeka in njegove lastnine.

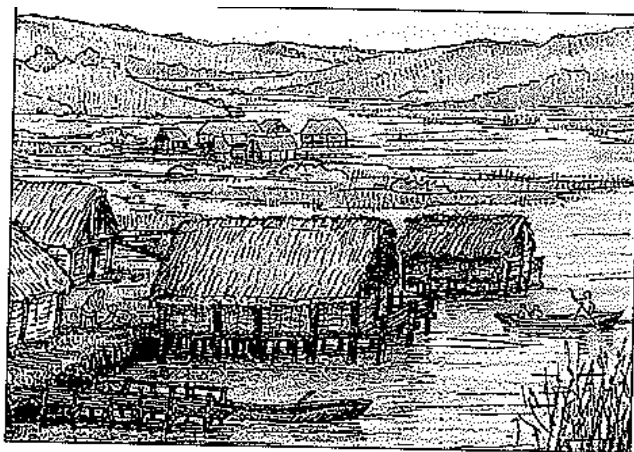
Zemljanka je ena prvih gradbenih oblik, ki jo zasledimo v našem kulturnem prostoru. Koli so bili poševno zabiti v tla, sten ni bilo, obliko notranjih prostorov je določala oblika strešine. Kritina je bila trava, ki se je sčasoma posušila in dajala dovolj zaščite čez celo leto. Take »adamove hiše« so sestavljale naselja v stari (paleolitik) in srednji kameni dobi (mezolitik). (Kalamar, Strehe&kritine, 2005)



Slika 1: Joseph Rykwert : »Adamova hiša«, risba lesenega ogrodja prvobitne zgradbe človeka v deželah z obiljem lesenega gradiva
Vir: Egenter, 1992

Na osnovi arheoloških najdb in raziskav so »adamovo hišo« na evropskih tleh nasledila bivališča v obliki pravokotnika z dvokapno streho. Konstrukcija obodnih sten, tj. štirih fasadnih ploskev, s katerimi so zamejili pravokoten prostor, dimenzij približno 10x3 m, je bila skeletna. Skelet so sestavljali v vzdolžni smeri dvoredno razpostavljeni stebri (bruna). Stebri so bili v kapni višini v vzdolžni in prečni smeri povezani s povezniki. Prostor med stebri je bil zapolnjen z opletom iz vej in ometan z ilovico. Kot kažejo ostaline, je bila streha dvokapna. Naklon je določala strešna konstrukcija, ki so jo razvili tako, da so dosegli čim boljše odtekanje padavin. Sestavljena je bila iz škarnikov (špirovcev), prekrizanih v slemenu in pritrjenih na prečne poveznike stebrov. Leseno ostrešje je bilo pokrito s slamnato kritino. Taka bivališča oblikujejo prazgodovinska naselja do našega štetja. (Deu, Strehe & kritine, 2007)

Opisana rekonstrukcija pravokotnega bivališča z dvokapno streho je bila izdelana na osnovi arheoloških najdb in raziskav. Na naših tleh je raziskanih več prazgodovinskih selišč – od Pristave pri Bledu, Ormoža, Vač, Mosta na Soči, do najbolj znanega Ljubljanskega barja, kjer najdemo posebnost te dobe – stavbe na kolih ali koliščah, katerih začetki segajo v mlajšo neolitsko dobo. Lesene hiše z dvokapnimi strehami so bile postavljene na kole neposredno na obalo ali pa v obrežne plitvine jezera, ki je takrat valovalo preko Ljubljanskega barja« (Kos, 1955, str.11).



Slika 2: Poskus rekonstrukcije prazgodovinskega naselja na Ljubljanskem barju
Vir: Fister, 1986

Dvokapno streho kot najstarejšo obliko samostojnega stavbnega dela v večini naselij evropskega prostora upravičeno imenujemo »prastreha«. Povezana s pravokotno tlorisno obliko stavb je tehnično izpeljana tako, da odlično izpolnjuje svojo osnovno

funkcijo, to je zaščito ostenja pod njo pred zunanjimi vplivi, predvsem pred padavinami in sončnim sevanjem.

Čeprav je od prazgodovinskih kolib do sodobnih arhitekturnih zgradb večtisočletna razvojna doba stavbarstva, se je oblika dvokapne strehe ohranila predvsem v stanovanjski arhitekturi, seveda tehnično izpopolnjena in dodelana v podrobnostih. Prilagodila se je lokalnim vremenskim razmeram in dostopnemu gradivu za kritino. Tako oblikovana značilno zaznamuje kulturne krajine evropskega prostora.

Z razvojem materialov za tesnjenje se je spreminjala tudi oblika strehe, npr. v ravne oblike. Bitumenski materiali so tako v arhitekturo vnesli principe gradbenih tehnologij od drugod, npr. iz severne Afrike, kjer je bila ravna streha v sled odsotnosti večjih količin padavin in zmrzali prisotna že stoletja.

Sodobna arhitektura, ki ni omejena s tehnologijo izvedbe, izbira raznoliko paleto arhitekturnih rešitev. Upoštevajoč historične elemente, izkušnje stoletij in osebni izraz arhitekta je tako arhitekturna podoba zgradb vrsta umetnosti, ki ima v zavesti naroda prav posebno mesto.

Ravna streha je eden pomembnejših konstrukcijskih elementov zgradbe, ki je najbolj izpostavljen klimatskim in gradbeno fizikalnim vplivom. Naklon ravne strehe do 5° se s sodobnimi gradivi in današnjo tehnologijo uspešno tesni, vendar je potrebno biti pri izvedbi zelo natančen. Posebno pozornost je potrebno dati izvedbi vseh detajlov.

V konstrukciji delujejo različne napetosti, ki so posledica sprememb v temperaturi in vlagi. Na streho delujejo krčenje in raztezanje konstrukcije, posedanje stavbe, vibracije in vlaga. Posebno neugodne so velike temperaturne spremembe. Površinske temperature na zgornjih slojih ravnih streh v poletnem času dosežajo tudi 80 °C in več. Ta temperatura lahko hitro pade ob nalivih, tako da so temperaturne spremembe kar znatne. Tem spremembam so izpostavljeni vsi sloji ravne strehe in tudi prostori neposredno pod njo. Nosilna konstrukcija ravne strehe je največkrat betonska plošča, ki je lahko vpeta, delno vpeta ali prosto ležeča. Po izvedbi je lahko monolitna ali pa izdelana iz vnaprej pripravljenih elementov.

Poleg betonske plošče poznamo še nekaj drugih rešitev za konstrukcijo ravne strehe, npr. betonsko ploščo z opečnimi vložki (monta), lahko jekleno konstrukcijo, ploščo iz plinobetona (siporex, perlit beton ...) idr. Ne glede na izvedbo pa konstrukcija ne bi smela biti toga vpeta, hidroizolacijskega sloja pa ne bi smeli lepiti neposredno na konstrukcijo. Izdelati je treba drsni kontakt in sloj za izenačevanje parnih pritiskov. Prvi poskrbi, da se zaradi delovanja konstrukcije ne poškoduje hidroizolacija, drugi pa preprečuje vdor vodne izparine v toplotno izolacijo.

Čeprav govorimo o ravnih strehah, mora biti nosilna stropna plošča zabetonirana v ustreznem nagibu, ki omogoča odvajanje vode (0,5 %–5 %). Če nagiba ni, je treba dodati poseben betonski sloj, ki omogoča ustrezen naklon. Ta sloj naj ne bi bil iz toplotno-izolacijskega materiala. Če so v osnovni konstrukciji dilatacijske reže, naj bodo te tudi v naklonskem betonu.

Preden začnemo s polaganjem izolacijskih slojev, mora biti vrhnja plast strešne konstrukcije ravna in suha.

Ravna streha potrebuje tri vrste izolacije:

- toplotno,
- zvočno,
- hidroizolacijo.

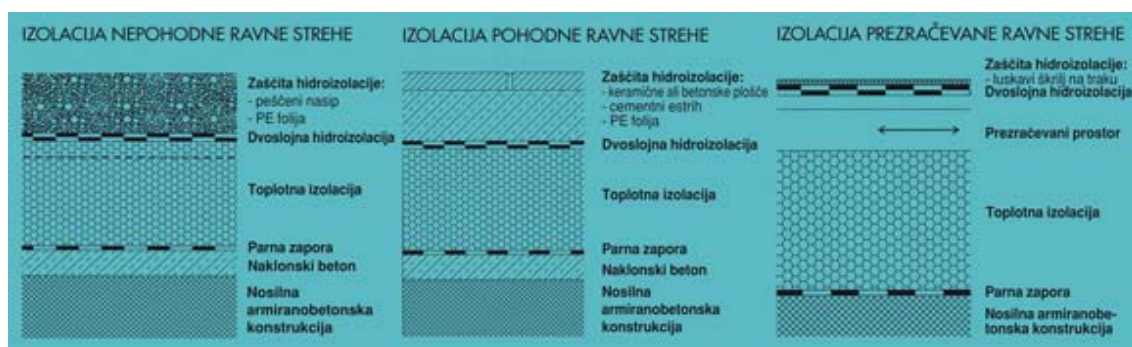
Toplotno in zvočno izolacijo rešujemo hkrati. Toplotna izolacija ni potrebna samo zaradi ugodnega bivanja neposredno pod streho, pač pa preprečuje nastanek kondenza v konstrukciji in večja raztezanja ter krčenja zaradi toplotnih sprememb. Toplotno izolacijo vgrajujemo na zunanji strani. Če bi jo vgradili na spodnji strani, bi sicer pripomogla k boljšim toplotnim razmeram v prostorih pod streho, toda konstrukcija bi bila obremenjena s prevelikimi toplotnimi spremembami.

Toplotna izolacija mora biti izdelana iz kakovostnih materialov, ki prenesejo obremenitve na ravnih strehah. Obremenitve nastanejo že pri izdelavi izolacijskih slojev, npr. toplotne obremenitve pri polaganju in lepljenju z vročimi bitumenskimi premazi. Pri pohodnih strehah nastanejo tudi obremenitve zaradi teže. Toplotna izolacija mora predstavljati zaprt sloj brez toplotnih mostov.

Po sestavi ločimo:

- neprezračevane ali tople strehe,
- prezračevane ali hladne strehe,
- kombinirane strehe,
- obrnjene, neprezračevane strehe.

Pri neprezračevanih strehah so vsi sloji položeni drug na drugega in med seboj spojeni, pri prezračevanih strehah pa je med toplotno izolacijo in nosilno konstrukcijo hidroizolacije prezračevan prostor. Kombinirana streha ni prezračevana, sloji so med seboj spojeni in položeni drug vrh drugega, nosilna konstrukcija pa je hkrati toplotna izolacija. Pri obrnjeni neprezračevani strehi je hidroizolacija položena pod toplotno izolacijo, kar je obratno od običajne izvedbe.



Slika 3: Prikaz sestave streh
Vir: Prospekt Sarnafil

2.2 Pokrivanje ravnih streh

Hidroizolacijska plast ravne strehe je za vodo nepropustna neprekinjena membrana, katere osnovna funkcija je zaščita vseh plasti strehe. Izpostavljena je negativnim vplivom, kot so: mehanske poškodbe, deformacija strešne plošče, visoke in nizke temperature, dež, sneg, veter, UV žarki ... Pri hidroizolaciji strehe sta pomembna izbor materialov in strokovna vgradnja.

Po kemični sestavi jih razvrščamo v dve skupini:

- hidroizolacijski strešni trakovi na osnovi oksidirane bitumna in trakovi iz bitumna, modificiranega s polimeri

Trakove lepimo na podlago delno ali popolnoma, med seboj pa po celem preklopu. Ti trakovi so obstojni na visokih in nizkih temperaturah, imajo večjo tlačno in natezno trdnost. Uvrščajo se med fleksibilne bitumenske hidroizolacijske trakove. Uporabljajo se tudi za zaključne sloje pri ravnih strehah, vendar morajo imeti mineralni posip ali dodatno zaščito proti UV žarkom in mehanskim poškodbam (debelejši prod, betonske plošče na peščeni podlagi ipd.).

- hidroizolacijski polimerni – sintetični trakovi

Hidroizolacijski polimerni trakovi se med seboj lepijo s segrevanjem z vročim zrakom (termoplasti) ali z lepljenjem (elastomeri). Ti trakovi so zelo obstojni, polagajo se v eni plasti, zaščita ni nujna, kar predstavlja prednost pri lahkih strehah in strehah z večjim naklonom. S trakovi so dobavljivi tudi fazonski kosi za reševanje različnih detajlov. Potrebna je strokovna izdelava in predpisana kontrola vseh stikov.

Trakovi se lahko na podlago:

- prosto polagajo in mehansko pritrjujejo (na lahke pločevinaste ali lesene strehe – obtežitev ni nujna);
- lepijo;
- prosto polagajo in dodatno obtežijo (strehe na masivni strešni plošči z naklonom do 5 %) s prodnatim materialom, betonskimi ali kamnitimi ploščami v plast peska, z ozelenitvijo (zaščita proti koreninam) ...

Hidroizolacija je lahko na podlago popolnoma prilepljena, delno prilepljena ali prosto položena z mehanskim pritrjevanjem ali brez njega. Nezalepljeno hidroizolacijo brez mehanskega pritrjevanja je zaradi vetra in s tem možnimi poškodbami potrebno obtežiti. Bitumensko hidroizolacijo je potrebno dilatirati na vsakih 15 m. Na konstruktivnih dilatacijah stavbe je potrebno dilatacijo izvesti v vseh plasteh strehe. Dilatacijo izvedemo s pomočjo fleksibilnih profilov, ki se premostijo s hidroizolacijskimi trakovi (delamo po navodilih proizvajalca). Največ gradbenih škod se pojavlja na priključkih, koncih in prehodih skozi streho.

Pravila za izvedbo zaključka hidroizolacije:

- izolacijski trakovi, ki se uporabljajo za izdelavo zaključkov, morajo imeti enake značilnosti kot trakovi na ostali površini strehe;

- stiki s pločevinami (aluminij, baker, pocinkana pločevina) morajo biti izvedeni s trakovi, izdelanimi iz bitumna, modificiranega s polimeri. S tem preprečimo razlike v koeficientu linijskih raztezov;
- pri stiku bitumenskega izolacijskega traku z obrobami iz pločevine je potrebno trak izvesti vertikalno do primerne višine;
- vse zaključke hidroizolacije je potrebno dvigniti za najmanj 25 cm nad zadnjo plast strešne obloge;
- posebno pozornost je potrebno posvetiti prehodu hidroizolacije iz horizontale v vertikalno, kjer je potrebno vgraditi trikotne vogalne profile iz stiropora, na katere hidroizolacijskih trakov ne lepimo. Leseni (gnitje) ali betonski (ostanejo mokri) vogalni profili niso priporočeni;
- pragovi pri vhodnih vratih naj bodo nad zadnjo plast terase dvignjeni za 10–15 cm, toliko naj bo dvignjena tudi mehansko pritrjena in zatesnjena hidroizolacija;
- hidroizolacija v vertikalnem delu mora biti zaključena s primernimi profili in zatesnjena s trajno elastičnimi kiti (ne silikonskimi);
- ko je na hidroizolacijo položen prodnat material, je potrebno zaključke ob robovih izvesti z betonskimi ploščami na enak način kot vzdrževalne poti.

Hidroizolacije na osnovi bitumna je potrebno zaščititi pred atmosferskimi vplivi in mehanskimi poškodbami. Pri polimernih hidroizolacijah, ki so prilepljene ali mehansko pritrjene na nepohodnih strehah, zaščita ni potrebna. Vsako streho je potrebno vzdrževati. Uporaba cenejših, nekvalitetnih materialov pri izdelavi strehe nam bo povzročila zelo draga popravila.

2.2.1 Tehnologije pokrivanja

Ravne enodelne nepohodne strehe lahko v odvisnosti od vrste hidroizolacije in namena izvedemo kot:

- nepohodne s polimernimi hidroizolacijskimi trakovi, brez zaščite zgornje površine;
- nepohodne s strešnimi trakovi na osnovi bitumna. Zaščita hidroizolacije: zaključni strešni trakovi z mineralnim posipom ali prodnat nasip debeline najmanj 5 cm. Na robovih strehe postavimo betonske plošče, da preprečimo premikanje prodnatega materiala. Med hidroizolacijo in prodnati material je potrebno položiti PE folijo ali politlak folijo (filc);

- pohodne strehe z majhno obremenitvijo. Zaščito in obtežitev hidroizolacije izvedemo z betonskimi ploščami v plasti peska debeline 2–3 mm. Med hidroizolacijo in pesek je potrebno položiti PE folijo ali politlak folijo (filc).

Ravna pohodna streha (terasa) je namenjena stalni rabi stanovalcev in ni predvidena za večje obremenitve. Nujna je strokovna izvedba. Zaradi velike možnosti zadrževanja vode po deževju in zmrzali v zimskem času mora biti finalna obdelava terase v padcu najmanj 3 % od stavbe.

Zaključni sloj se lahko izvede na naslednje načine:

- plošče iz umetnega ali naravnega kamna v plasti peska (fugiranje stikov) ali prod, debeline 3 cm, z razdelilno plastjo PE folije (filc) ali plošče na podstavkih z reguliranjem višine ali brez možnosti regulacije;
- keramika (zunanja) na lepilo ali na cementno malto. Dilatacija estriha in keramične obloge je potrebna na 5–6 m²;
- lesene talne obloge raznih oblik in debelin z razdelilno PE folijo (filc).

2.2.2 *Materiali za pokrivanje*

Hidroizolacijo ravnih streh izvajamo z materiali, kot so:

- elastomerni, plastomerni in klasični bitumenski trakovi debeline 4 ali 5 mm;
- bitumenski trakovi z mineralnim posipom, ki zagotavlja UV odpornost;
- EPDM in PVC folije (sikaplan, protan, sarnafil ...);
- samolepilne membrane ter tekoče membrane in premazi (npr. bituthene);
- vodotesne malte in cementi premazi (npr. mapelastic, hidrostop);
- pločevina razne kvalitete;
- epoksidni premazi.

3 STREŠNE FOLIJE

3.1 Splošne informacije o strešnih folijah

Tesnilni trakovi so lahko izdelani na osnovi PVC (polivinilklorida) ali poliolefinov. PVC je v primerjavi z drugimi materiali precej »enostavno« sestavljen iz nekaj stranskih produktov pri proizvodnji nafte. Iz etilena, enega od produktov crackinga nafte, ter klora (nastaja pri postopek elektrolize soli) nastane vinilklorid, izhodiščni material za PVC. Iz velikega števila vinilkloridnih molekul (monomerov) nastane z reakcijo polimerizacije – polivinilklorid – skrajšano PVC.

Poliolefini:

Proizvodni proces poteka z estrudiranjem obojestranskega nanosa na nosilni sloj oziroma armaturo. Armaturni sloj (steklena polst) preprečuje, da bi v notranjosti materiala (folije) nastajale notranje napetosti.

3.1.1 Standard za material

Hidroizolacijske folije na osnovi PVC-ja se proizvajajo in uporabljajo v skladu z EN 13956 »plastične in gumijaste obloge za hidroizolacijo streh«.

3.1.2 Barve

Standardne barve zgornje površine so svetlo in temno siva, zelena in rdeča. Spodnja plast je vedno temno siva. Pri izvedbi je potrebno paziti, da je UV stabiliziran sloj (stran) vedno obrnjen navzgor.

3.1.3 Odpornost

Strešne folije na osnovi PVC-ja niso odporne oz. združljive z:

- olji in materiali, ki vsebujejo topila;
- materiali, ki vsebujejo katran;
- bitumnom in materiali, ki vsebujejo bitumen;
- izolacijskimi materiali na osnovi trdega polistirena ali trdega poliuretana (poliizocianat pene brez obloge);
- umetnimi materiali drugih skupin.

Strešne folije na osnovi poliolefinov so združljive z materiali, ki vsebujejo katran, bitumen, s ploščami iz polisterena. So vsestransko kemično odporne, odporne so tudi na korenine, vremenske vplive in staranje.

3.1.4 Skladiščenje

Zvitke strešne folije je treba skladiščiti v ležečem položaju v suhem prostoru. Pri skladiščenju na gradbišču je potrebno folijo zaščititi pred dežjem, vlago in umazanijo. Priporočljivo je skladiščenje na paletah ali na lesenih legah in pokrivanje s ponjavami za zaščito pred vremenskimi vplivi.

3.2 Osnovni principi vgrajevanja

Trakovi strešne folije se vedno polagajo pravokotno na smer profilacije (če nosilna konstrukcija ni monolitna). Podlaga mora biti čista, ravna, gladka in brez ostrih robov. Folija se vedno polaga na način običajnega razvijanja role; paziti je treba, da je UV odporna stran vedno obrnjena navzgor.

Podložna plast (najpogosteje polipropilenska tkanina ali plošče iz kamene volne) pod strešno folijo je obvezna, če je strešna folija položena direktno na neustrezno podlago ali če je položena čez ostre robove.

Homogeno spajanje folij se izvaja z vročim zrakom temperature okoli 500 °C. Sistemi pritrdjevanja folije so predstavljeni v nadaljevanju.

3.3 Pribor za izvedbo

Za rezanje se uporabljajo noži ali škarje. Za spajanje folij se uporablja avtomatski stroj za varjenje z vročim zrakom in ročni varilni aparat z silikonskim valjčkom. Mehanski pregled varov se izvede z jeklenimi iglami ali zaobljenimi izvijači.

3.4 Sidranje

Vetrne obremenitve, ki delujejo na mehansko pritrjene strešne membrane, se preko sider točkovno prenašajo v podlago (vertikalne obtežbe). Zaradi prenašanja horizontalnih sil pa je potrebno tudi obodno pritrdjevanje.

Sidra morajo vzdržati vse vertikalne in horizontalne sile, ne smejo poškodovati podlage, ostati morajo trajno zasidrane v podlago. Dimenzioniranje sider (dimenzija in število

sider) se izvede v skladu s standardom in je odvisno od lege, izpostavljenosti in geometrije objekta.

Splošni pogoji za izračun vetrne obremenitve objekta zajemajo:

- hitrost vetra (odvisna od geografskih pogojev, topografije, vremenskih pogojev in lokalnih okoljskih faktorjev);
- geometrijo stavbe in razdelitev strešnih površin v vogalne, robne in centralne cone;
- korekcijske faktorje za posamezne cone strehe;
- lokalne varnostne zahteve.

Število sider se določi glede na izračun vetrne obremenitve za različne cone strehe glede na dopustno obremenitev posameznega sidra.

3.5 Vzdrževanje ravne strehe

Redno vzdrževanje strehe dolgoročno prihrani stroške in pomaga ohranjati stavbo v najboljšem stanju. Vzdrževalne naloge so določene za različne dele strešnega sistema.

Strešne folije niso namenjene uporabi kot površina za splošni promet. Omogočajo razumen in obziren dostop, npr. za občasno vzdrževanje. Uporabljati je potrebno obutev z mehкими podplati z oprijemalnim vzorcem.

Občasne preglede strehe lahko vodi kvalificirana oseba, popravila pa naj opravlja samo pooblaščen izvajalec strehe.

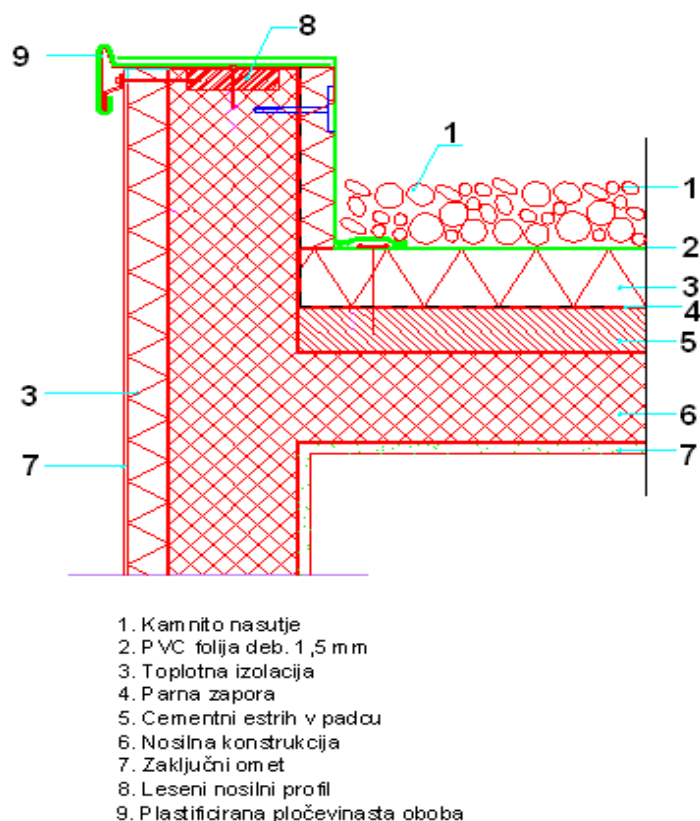
Občasni pregledi obsegajo:

- pregled strehe od znotraj,
- pregled površine strehe,
- kontrolo vertikalnih zaključkov,
- kontrolo odtočnih kanalov,
- kontrolo funkcionalnosti strelovodnega sistema.

4 SISTEMI TESNEJA STREH S STREŠNIMI FOLIJAMI

4.1 Strešni sistemi s prodcem

Pri hidroizolaciji streh z nasutjem prodca se strešna folija polaga prosto, sidra se torej z obtežitvijo. Poleg prodca, ki je ustrezne granulacije (4–8mm), se lahko uporabijo tudi humosno nasutje oziroma ekstenzivno ozelenjene strehe, betonske pohodne plošče, pohodne plošče z vključeno toplotno izolacijo itd. Pomembno pri tem je, da je lastna teža končnega sloja dimenzionirana tako, da lahko prevzame obremenitve vetra. Iz tega izhaja zahteva po dodatni nosilnosti strešne konstrukcije, ki znaša od 130kg/m², v primeru ozelenjene strehe pa tudi preko 400 kg/ m²¹.



Slika 4: Detajl - strešni sistemi s prodcem

Vir: lasten vir

¹ Sestavo strehe (vrsto in dimenzije posameznih slojev) določi arhitekt na željo investitorja oz. je ta odvisna tudi od zunanjih vplivov okolja. Posamezne teže slojev (npr. prodca) lahko povzamemo po EC 1 (Evrokod obtežb), kjer so navedene teže materialov za 1m³.

4.2 Mehansko pritrjeni strešni sistemi

4.2.1 Osnovna načela

Najpogostejši sistem pritrjevanja (skoraj 90%) so mehansko pritrjene strehe. Gre za optimalno kombinacijo posameznih slojev, funkcionalnih lastnosti ter cenovne sprejemljivosti. Osnovo takšnega sistema predstavlja podlaga, ki je lahko:

- pločevina,
- monolitni beton,
- betonski strešni nosilci,
- les,
- sloji obstoječe strehe (v primeru sanacije).

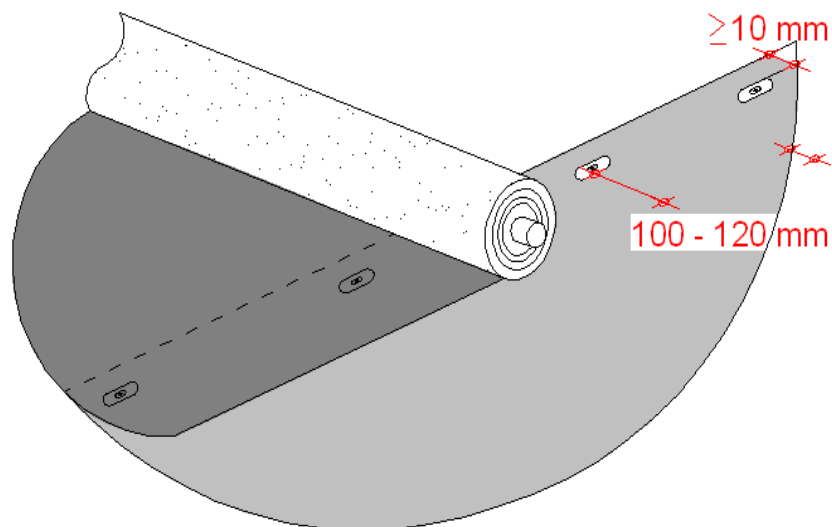
Podlaga mora v zadostni meri prevzeti točkovno obremenitev sidra, s katerim je tesnilna folije pripeta na nosilno podlago. Na sistem pritrjevanja najbolj vplivajo:

- obremenitev vetra (predstavljeno v točki 3.4),
- lega objekta, geometrija objekta,
- sistem in karakteristike slojev,
- nosilnost podlage.

Glede na te podatke, ki so specifični za vsak objekt posebej, se s pomočjo računalniške simulacije izvede analiza vetrne obremenitve. Rezultat analize predstavlja v grobem število sidrskih elementov po posameznih obremenitvenih conah (vokalna, robna, centralna), s katerimi se tesnilna folija pritrdi na objekt.

4.2.2 Točkovno pritrjevanje v preklopu

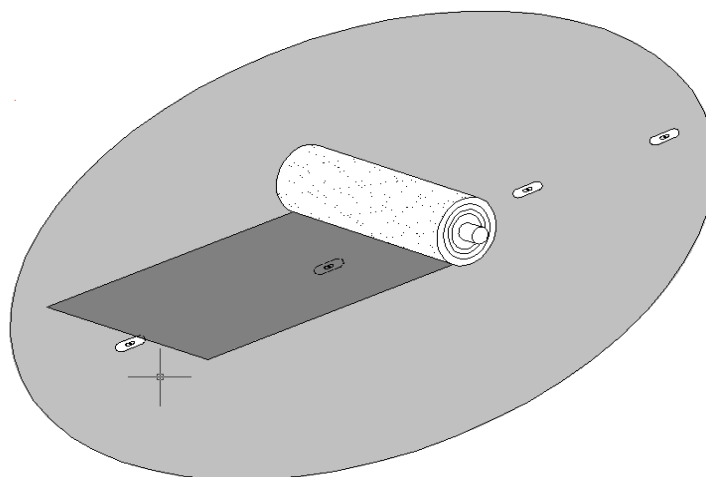
Točkovno pritrjevanje je preizkušen sistem polaganja strešne folije. Pri točkovnem pritrjevanju v priklopu je pravilen položaj pritrdilnih podložk 10 mm od roba folije. Pritrdila je zaradi enakomernega prevzemanja vetrne obremenitve potrebno vedno postaviti v ravni liniji. Razdalja med linijami pritrjevanja je določena s širino folije. V vokalnih in robnih področjih je treba zmanjšati razdaljo. Uporabijo se ožji trakovi.



Slika 5: Prikaz točkovnega pritrdjevanja v preklopu
Vir: lasten vir

4.2.3 Vmesno točkovno pritrdjevanje

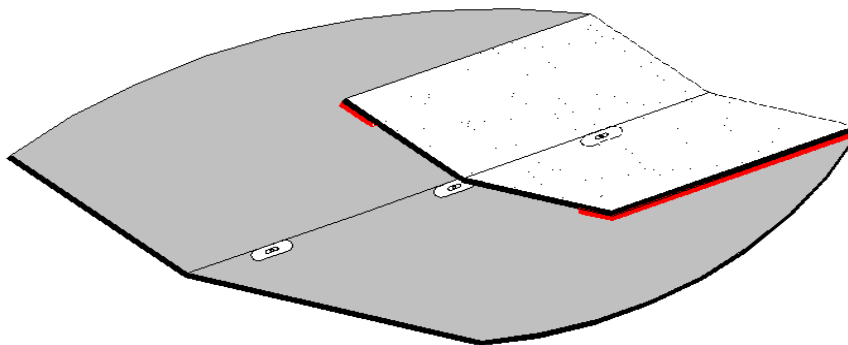
Pri sistemu vmesnega točkovnega pritrdjevanja se sidra postavljajo v vrsto v enakih razmakih. Ker predirajo tesnilno folijo, preko sider navarimo trakove tesnilne folije.



Slika 6: Prikaz vmesnega točkovnega pritrdjevanja
Vir: lasten vir

4.2.4 Točkovno pritrjevanje v prelomni liniji strešin

Pri prosto položenih folijah se v prelomu površin (0° – 174°) vedno izvede linijsko točkovno pritrjevanje. Če je kot stičišča med 174° in 180° , pritrjevanje ni potrebno.



Slika 7: Prikaz pritrjevanja v prelomni liniji strešin
Vir: lasten vir

4.2.5 Obodno pritrjevanje

Pritrjevanje po obodu je potrebno po celotnem obodu strehe, na vseh parapetih, zaključkih in strešnih prebojih. Pritrjevanje robov prevzema horizontalne sile, ki delujejo na strešno folijo. Vsi elementi prebojev skozi streho morajo biti mehansko pritrjeni v podlago.

Pritrjevanje po obodu se lahko izvede kot točkovno, s kovinskim profilom ali na plastificirano pločevino. Plastificirana pločevina je sestavljena iz galvanizirane pločevine debeline 0,6 mm, ki je enostransko kaširana z 0,8 mm strešno folijo. Plastificirana pločevina ima enake lastnosti in kompatibilnosti kot strešna folija. S tem je omogočeno homogeno varjenje obeh elementov. Hrbtna stran plastificirane pločevine je lakirana.

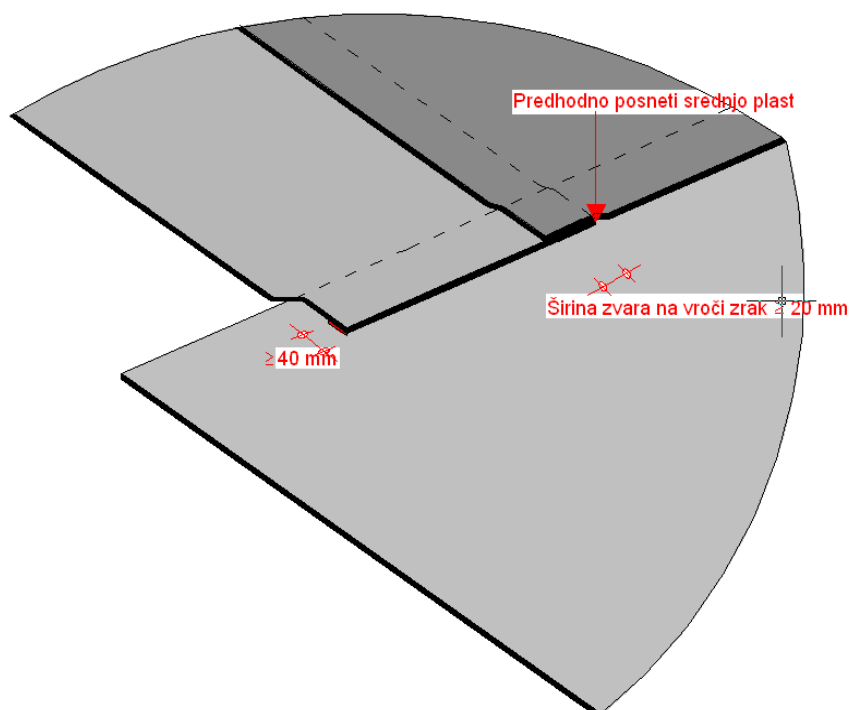
4.2.6 Zvari in spoji

Homogeno spajanje folije se vedno izvaja z vročim zrakom temperature okoli 500 °C. Strešno folijo se prosto položi po površini strešine, na robovih se zavihne na vertikalno površino in nato vari. Preklop folije mora biti širok najmanj 100 mm; varjeni del mora biti širok najmanj 40 mm. Območje varjenja mora biti suho in čisto. Če je območje varjenja umazano, ga je treba očistiti z vodo brez čistil. Če voda na zadošča, uporabimo specialna čistilna sredstva.

Varilni aparat ima šobo širine 40 mm. Najbolj zanesljive rezultate varjenja dosežemo z aparati, ki omogočajo elektronsko nastavitev temperature in hitrosti varjenja.

Varjenje z vročim zrakom definirajo naslednje karakteristike:

- površina folij v spoju se enakomerno segreva do začetka plastičnega stanja;
- hitrost varjenja je odvisna od temperature okolja, osončenja, temperature vročega zraka varilnega aparata, debeline strešne folije in lastnosti podlage.



Slika 8: Prikaz izvedbe T – spojev
Vir: lasten vir

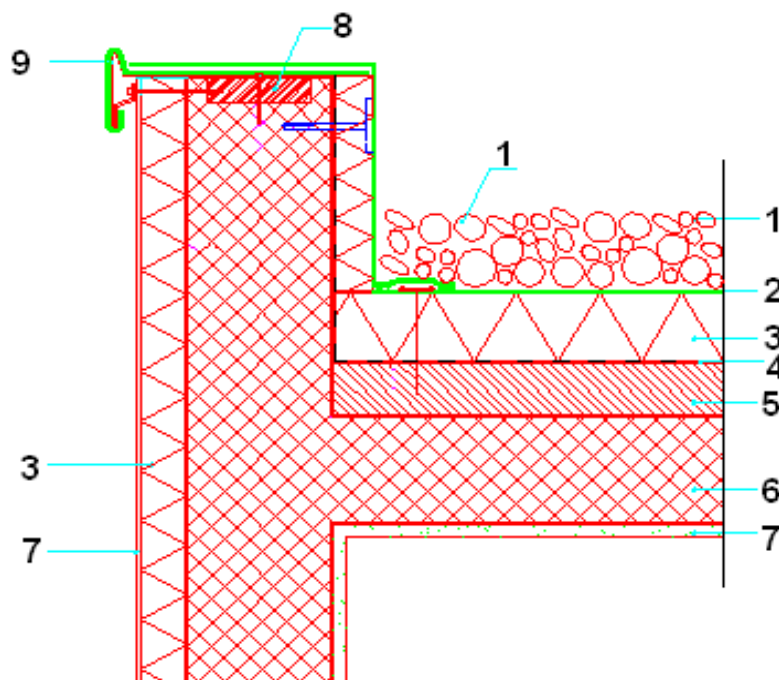
4.2.7 Detajli

Strešne folije se lahko lepijo na različne površine parapetov, kupol, prebojev. Strojno varjenja na spoju horizontalne in vertikalne folije je možno v primerih, ko preklop folije znaša min. 150 mm (vendar ne več kot 180 mm). V vogalih je potrebno predhodno ročno varjenje.

Pokrivanje streh s strešnimi folijami zajema cel spekter detajlov – od izvedbe zaključkov na atikah, obrob prebojev, obdelave žlot itd. v večih možnih variantah.

Prikaz nekaj najosnovnejših detajlov:

- Zaključek na atiki s plastificirano pločevino

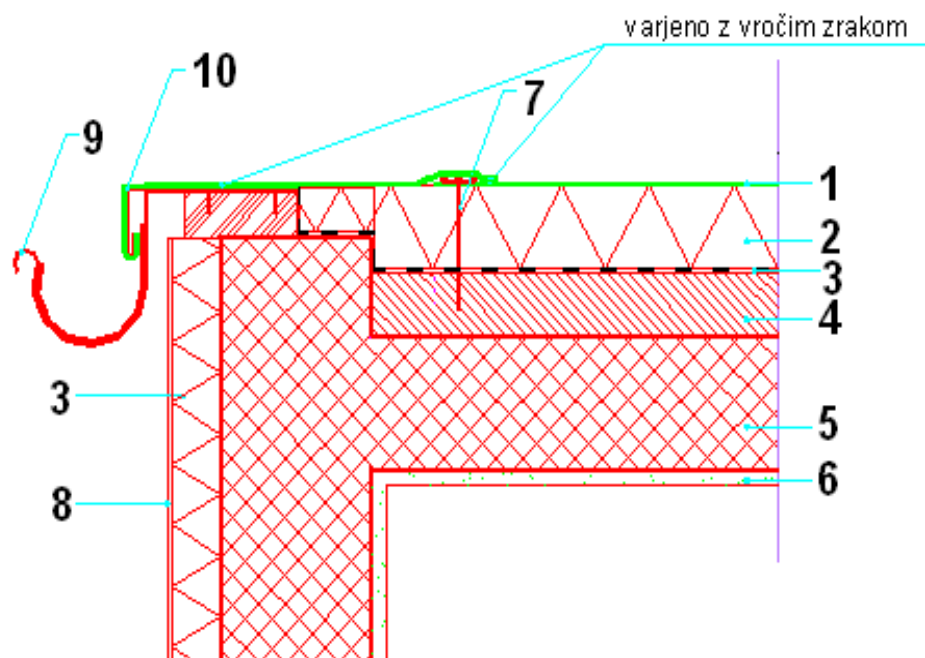


1. Kamnito nasutje
2. PVC folija deb. 1,5 mm
3. Toplotna izolacija
4. Parna ovira - $S_d > 10m$
5. Cementni estrih v padcu
6. Nosilna konstrukcija
7. Zaključni omet
8. Leseni nosilni profil
9. Plastificirana pločevinasta oboba

Slika 9: Detajl zaključka na atiki s plastificirano pločevino

Vir: lasten vir

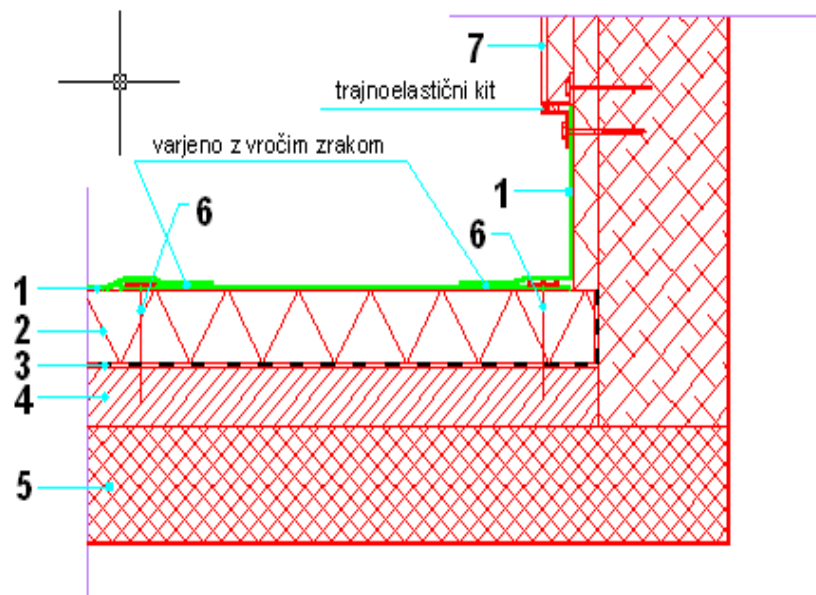
- Zaključek na kapu s plastificirano pločevino



1. PVC folija deb. 1,5 mm
2. Toplotna izolacija
3. Parna zapora
4. Cementni estrih v padcu
5. Nosilna konstrukcija
6. Omet
7. Siderni vijak
8. Zaključni sloj fasade
9. Odtočni žleb
10. Plastificirana pločevinasta obroba

Slika 10: Detajl zaključka na kapu s plastificirano pločevino
Vir: lasten vir

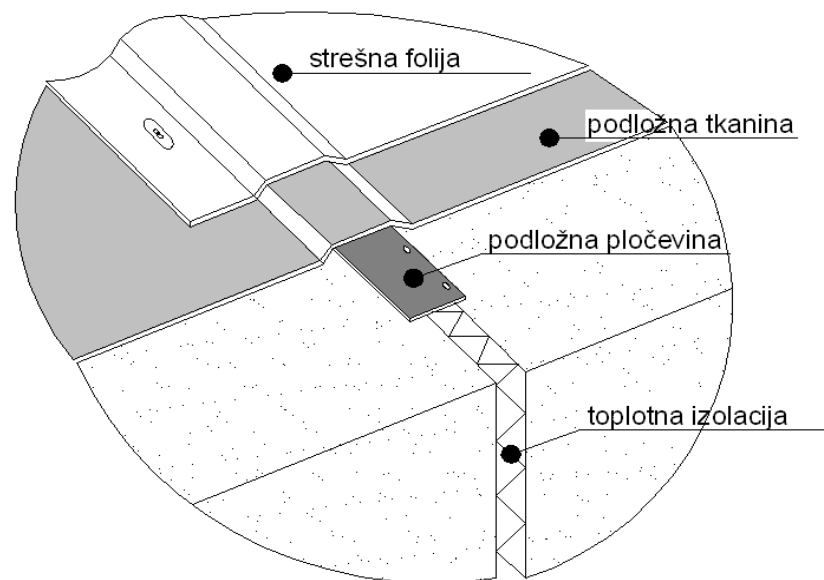
- Zaključek na zidu



1. PVC folija deb. 1,5 mm
2. Toplotna izolacija
3. Parna zapora
4. Cementni estrih v padcu
5. Nosilna konstrukcija
6. Sidrni vijak
7. Zaključni sloj fasade

Slika 11: Detajl zaključka na zidu
Vir: lasten vir

- Dilatacijski stik s podložno pločevino

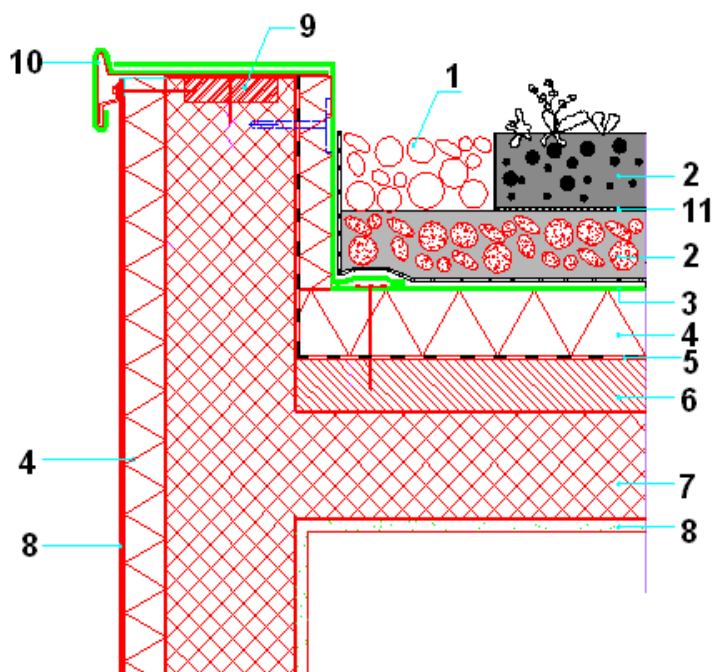


Slika 12: Prikaz izvedbe dilatacijskega stika s podložno pločevino

Vir: lasten vir

4.3 Hidroizolacijski sistemi ozelenjenih streh

Pri hidroizolaciji streh z ozelenitvijo se folija polaga prosto. Na objekt je pritrjena z obtežitvijo humosnega nasutja. Poleg gradbeno fizikalnih primarnih funkcij (hidroizolacija, zaščita pred vlago in hrupom) so takšne konstrukcije ravnih streh zelo koristne (npr. kot razširitev bivalnega prostora ali kot varno igrišče, odmaknjeno od cestnega prometa). Ozelenjene strehe izboljšujejo mikroklimo, razbremenjujejo kanalizacijo z zadrževanjem meteorne vode in povečujejo toplotno izolacijo stavbe.



1. Kamnito nasutje
2. Nasutje zemlje
3. PVC folija deb. 1,5 mm
4. Toplotna izolacija
5. Parna zapora
6. Cementni estrih v padcu
7. Nosilna konstrukcija
8. Zaključni omet
9. Leseni nosilni profil
10. Plastificirana pločevinasta oboba

Slika 13: Detajl sistema hidroizolacije ozelenjenih streh

Vir: lasten vir

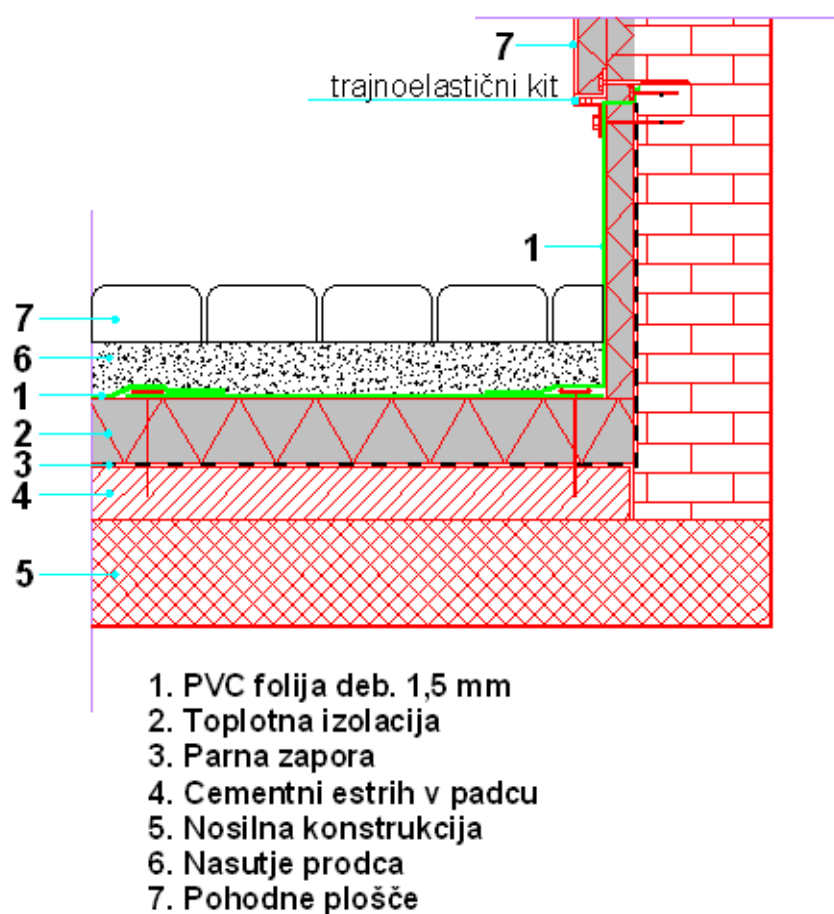
4.4 Sistemi tesnjenja streh z uporabno površino

Pri hidroizolaciji streh z zaščenimi in uporabnimi sloji (npr. pri pohodnih ravnih strehah) se folija hidroizolacijski trakovi polagajo prosto.

Osnova sistema z uporabno površino je fizična zaščita hidroizolacijskega sloja, največkrat s slojem cementnega estriha, na katerega se polaga zaključni sloj (betonske plošče, keramika idr.). Pohodni sloj se lahko polaga tudi na plast peska oz. drobljenca. Kot zaščita se na folijo položita ločilni in drsni sloj (gradbena zaščitna vlakna).

Pri načrtovanju novogradnje je potrebno ustrezno dimenzionirati nosilno konstrukcijo. Enako velja za sanacije obstoječih streh, kjer je potrebna celovita presoja statičnega stanja zaradi novih dodatnih obremenitev.

OBTEŽENA POHODNA RAVNA STREHA DETAJL ZIDNE OBROBE



Slika 14: Detajl sistema tesnjenja streh z uporabno površino
Vir: lasten vir

4.5 Po vsej površini lepljeni strešni sistemi

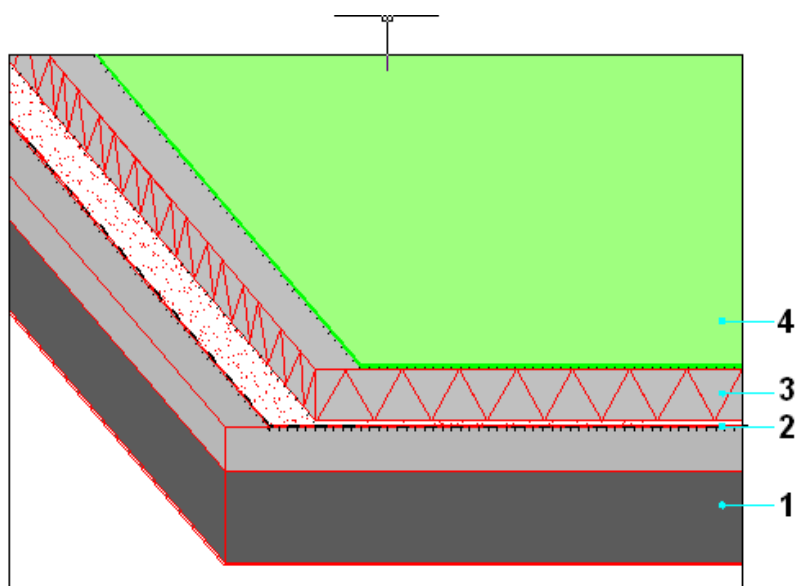
Pri izvedbi strehe brez dodatne obremenitve ali mehanske pritrditve izolacijskih trakov se ta (kaj?) prilepi po vsej površini. Takšne ravne strehe so primerne za najrazličnejše naklone in geometrijske oblike. S tem izpolnjujejo visoke estetske zahteve. Po vsej površini lepljen strešni sistem je gradbeno fizikalno zanesljiva rešitev posebno pri zgradbah s kritično notranjo klimo.

Strešna folija se sme lepiti na podlago samo z za to namenjenimi specialnimi lepili (vsak proizvajalec predpisuje tip lepila). Lepljenje folije po vsej površini je namenjeno samo pritrditvi folije na podlago, nikakor pa ne kot vodotesni spoj. Folija se med seboj normalno vari z vročim zrakom, kot je opisano v točkah 4.2.5 in 4.2.6.

Podlaga mora pri uporabi lepila izpolnjevati naslednje zahteve:

- čista, ravna, gladka površina (zaglajen beton ali izravnalni sloj);
- odporna proti vročini;
- iz materiala, ki ne razpada;
- brez bitumna, asfalta in katrana;
- odporna proti predpisanim pritiskom;
- vertikalna natezna trdnost po standardu;
- ustrezati mora pogojem glede na tip uporabljenega lepila.

Lepljenje naj se ne izvaja pri temperaturi, nižji od +5 °C . Lepilo se nanaša samo na eno od površin, ki se lepita. Običajno se nanaša lepilo na podlago, in sicer z valjem iz ovčjega krzna, gumijasto gladilko ali zobato lopatico. Izolacijski trak je potrebno dobro uvaljati z valjem v sveže nanešeni film še mokrega lepila. Čas vezave lepila je odvisen od vrste lepila, temperature in drugih pogojev.



1. Nosilna konstrukcija z estrihom v padcu
2. Parna zapora, po potrebi prilepljena po vsej površini
3. Toplotna izolacija, prilepljena po vsej površini ali mehansko pritrjena
4. PVC folija deb. 1,5 mm, prilepljena po vsej površini

Slika 15: Prikaz izvedbe – po vsej površini lepljenega sistema
Vir: lasten vir

4.6 Povzetek

Pri izvedbi hidroizolacij streh s strešnimi PVC folijami je najpomembnejše, da izberemo ustrezen sistem izvedbe, to je v prvi vrsti način pritrdjevanja folije na nosilno podlago. Tako se lahko pritrdjevanje izvaja z obtežitvijo folije s prodcem, z mehanskim pritrdjevanjem (vijačenjem), ozelenitvijo strehe, z obtežitvijo s pohodno površino ali pa z lepljenjem folije po vsej površini.

Najpogostejši način pritrdjevanja folije je mehansko pritrdjevanje z ustreznimi PVC ali kovinskimi vijaki, ki fiksirajo folijo v dovolj trdno nosilno stropno konstrukcijo zgradbe. Za vsako streho posebej je potrebno izdelati izračun vetrne obremenjenosti in s tem določiti število pritrdilnih vijakov.

Vsi detajli se morajo izvesti zelo natančno. V veliki meri je od tega odvisna tesnost oziroma kvaliteta izvedenih del.

5 NAPAKE PRI IZVEDBI DEL

5.1 Napake pri spajanju trakov folije

Homogeno spajanje poteka s termičnim varjenjem, pri katerem se z vročim zrakom segrevata dva, za spajanje pripravljena traka folije. Spoj mora biti čist in suh. Če so na spojnem mestu nečistoče ali če temperatura segrevanja trakov ni pravilna, lahko pride do poroznih mest. Zaradi tega je potrebna 100% kontrola vseh zvarov. V ta namen uporabljamo izvijač z zaobljenimi robovi. Po potrebi se izvaja tudi t.i. bazenski test, pri katerem streho za določen čas zalijemo z vodo.

5.2 Napake pri izvedbi sidranja v podlago

Sidranje folije je pri neobteženih strehah eden najpomembnejših elementov izvedbe. Zaradi delovanja vetra in notranjih napetosti v foliji, ki nastajajo zaradi sprememb temperature, ter nepravilne izvedbe detajlov, lahko pride do puljenja ali pretrganja sider in s tem netesnosti kritine. Vse detajle je potrebno izvesti po predpisani tehnologiji. Uporabljajo se lahko samo ustrezni kompatibilni pomožni materiali.



Slika 16: Sidranje je neustrezno. Folija je na kapnih mestih odstopila. Prihaja do nagubanosti folije
Vir: Kovačec S., 1998



Slika 17: Neustrezna izvedba žlote. Najprimernejša je uporaba plastificirane pločevine, na katero se vari folija

Vir: Kovačec S., 1998



Slika 18: Detajl zidne obrobe. Pritrjevanje folije ob zidu je nezadostno. Sidra so izpuljena ali potrgana

Vir: Kovačec S., 2004

5.3 *Napake pri obteženih strehah*

Pri obteženih strehah so napake sidranja redkejše. Glede na izračun je potrebna le zadostna obtežitev. Vsi detajli se izvedejo po predpisani tehnologiji. Pri obteženih strehah se uporablja folija z manjšo UV odpornostjo, zato mora biti folija, ki ni zaščitena pred soncem, druge ustrezne UV odpornosti.

5.4 *Napake pri sestavi strehe*

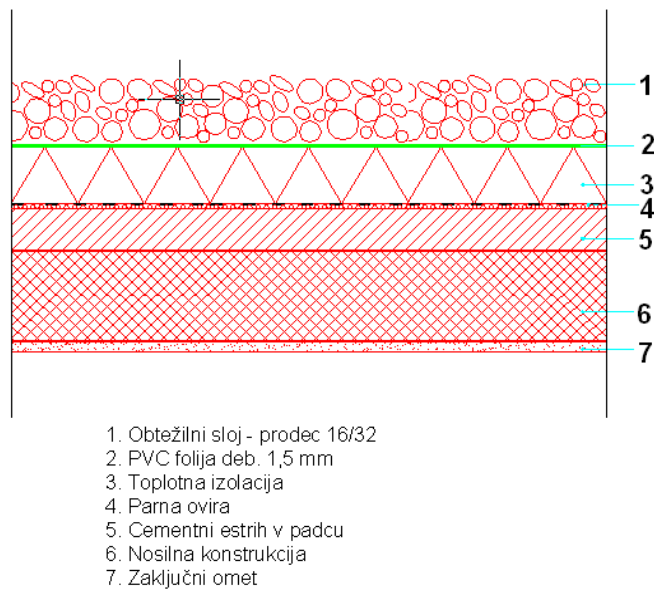
Strešno konstrukcijo lahko izvedemo na več načinov, pomembna pa sta predvsem izbor gradbenih materialov in natančna vgradnja. Za ugodno počutje je treba strešno konstrukcijo izolirati tako, da nas bo varovala pred mrazom in vročino. Da bo toplotna izolacija učinkovita in predvsem trajna, jo je treba zaščititi pred navlaževanjem (poškodba kritine, pojav kondenzata, ki je posledica difuzije vodne pare skozi konstrukcijo) in zagotoviti zrakotesnost, kar dosežemo z vgradnjo ustrezne sekundarne kritine in parne ovire. Z uporabo ustreznih folij v strešni konstrukciji omogočimo nenehno odvajanje vlage, hladen zrak pa ne more prodreti v podstrešje v primeru hladne strehe ali neposredno skozi toplotno izolacijo v primeru tople strehe. Idealna strešna konstrukcija je takšna, da je izolacijski material na zunanji strani zaščiten pred vetrom in na notranji strani pred konvekcijo. V praksi je treba izvesti strešno konstrukcijo s stalno sposobnostjo izsuševanja, zato vgradimo neposredno pod toplotno izolacijo parno oviro, ki ima upor vodni pari vsaj desetkrat večji kot pri foliji, ki je vgrajena na hladni strani. Parno oviro je treba na stikih in na stenah zalepiti z zrakotesnim lepilnim trakom, da preprečimo nezaželeno podhlajevanje, pregrevanje in konvekcijo.

Parna zapora onemogoči napredovanje pare, parna ovira pa napredovanje pare samo ovira. Meja med parno zaporo in parno oviro ni točno določena. Materiali, ki jih uporabljamo kot parne zapore, imajo zaporno vrednost $S_d > 10\text{m}$.

Kadar streha ni izdelana pravilno, obstaja velika verjetnost, da bo slej ko prej prišlo do težav, ki se lahko kažejo v slabih bivalnih razmerah (neprimerna temperatura, neprimerna relativna vlažnost zraka ...), propadanju posameznih elementov strehe ali kombinaciji obojega.

V primeru ravnih streh se lahko izvede streha po sistemu:

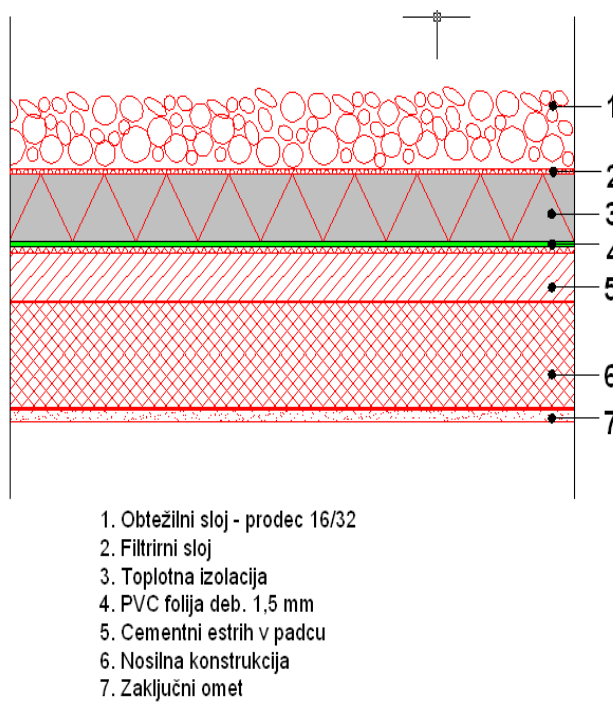
- Topla streha



Slika 19: Detajl »topla streha«

Vir: lasten vir

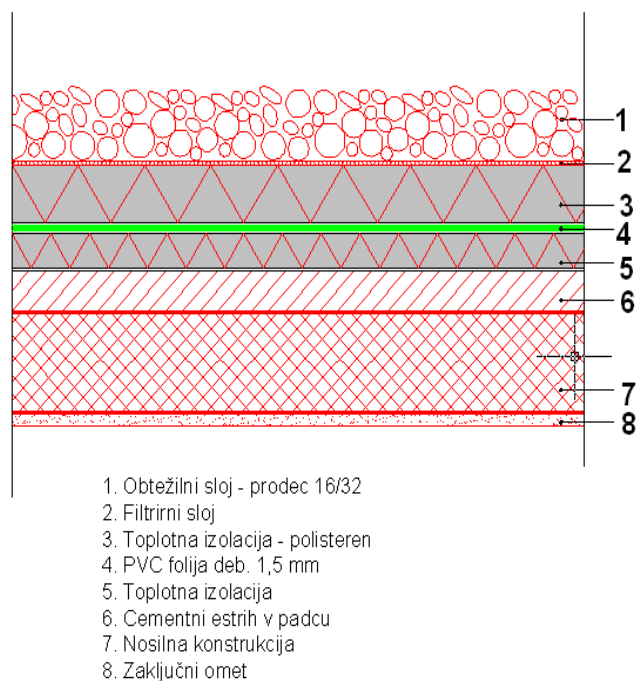
- Obrnjena streha



Slika 20: Detajl »obrnjena streha«

Vir: lasten vir

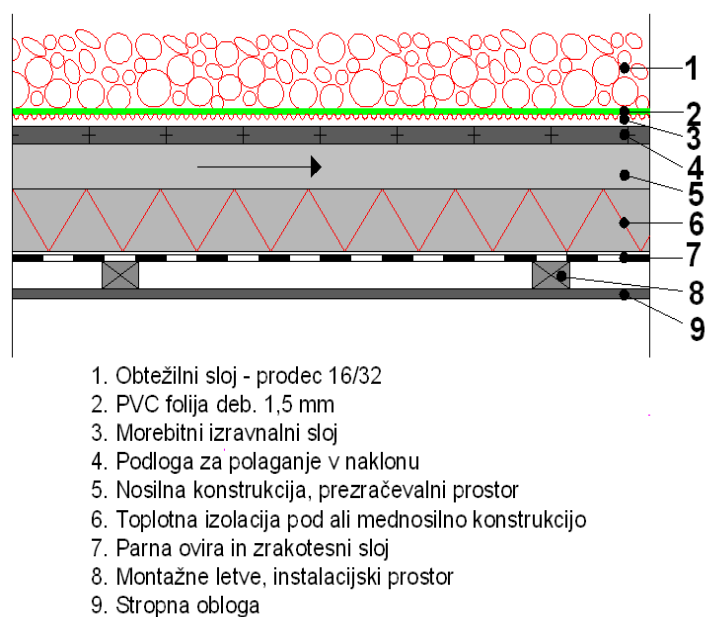
- Dvojna streha



Slika 21: Detajl »dvojna streha«

Vir: lasten vir

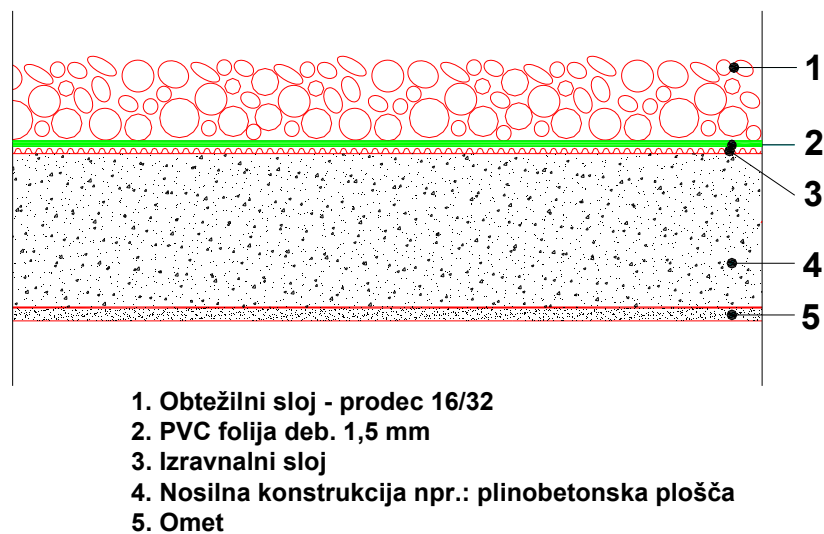
- Prezračevana streha (hladna)



Slika 22: Detajl »prezračevana (hladna) streha«

Vir: lasten vir

- Ravna streha nad elementom iz lahkega betona

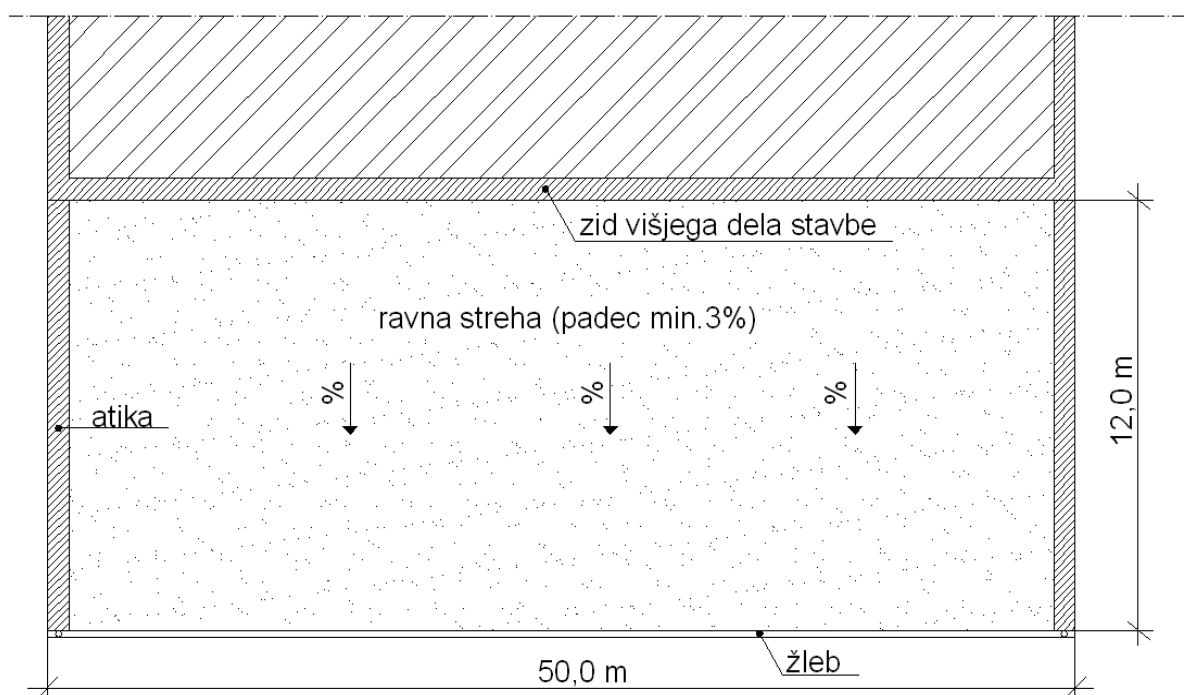


Slika 23: Detajl »ravna streha nad elementom iz lahkega betona
 Vir: lasten vir

6 PRIMER SANACIJE HIDROIZOLACIJE RAVNE STREHE S FOLIJO

Primer se nanaša na vzorčno ravno streho (z že izvedenim naklonom 5 °) dimenzij 12x50m. Nosilna konstrukcija je armirano-betonska plošča debeline 20 cm. Obstoječa toplotna izolacija debeline 10 cm je zaščitena z naklonskim zaščitnim betonom debeline 6 cm. Obstoječa hidroizolacija je izdelana iz več slojev bitumenskih trakov. Na eni strani daljše stranice strehe je izvedena betonska žlota širine 40 cm, na nasprotni strani je zid višje zgradbe. Na ožjih stranicah sta atična zidca višine 80 cm.

6.1 Skica strehe



Slika 24: Skica vzorčne strehe
Vir: lasten vir

6.2 *Popis del*

- 1 Priprava podlage:
pometanje, čiščenje, morebitne izravnave in podlaganje prehodov.
m2 600,0
- 2 Ločilni sloj:
dobava in vgradnja ločilnega sloja – termično obdelani filc 300g/m2,
s preklopi, prosto položen.
m2 600,0
- 3 Strešna kritina:
dobava in vgradnja hidroizolacijske folije, izdelane na osnovi PVC-ja,
debeline 1,5 mm, z ustreznimi preklopi trakov, mehansko pritrjeni po
rastru pritrditve (izračun obremenitve) proizvajalca, trakovi med seboj
homogeno varjeni z vročim zrakom.
m2 600,0
- 4 Prekrivanje betonske žlote s plastificirano pločevino r. š. 80 cm,
z vsemi pomožnimi deli in pritrdilnim materialom.
m1 50,0
- 5 Dobava in montaža atične obrobe iz plastificirane pločevine,
mehansko pritrjene in homogeno varjene s folijo po detajlih
proizvajalca, razvita širina plastificirane pločevine 25 cm.
m1 24,0
- 6 Dobava in montaža prekrivne (zidne) obrobe, pritrjene na max.
razdalji 20 cm, kitanje spoja obroba – zid s trajnoelastičnim kitom.
Izvedba po detajlu proizvajalca.
m1 50,0
- 7 Demontaža obstoječega strelovoda ter ponovna montaža istega
nazaj v prvotno stanje, le nove PVC vodila žice.
m1 150,0

6.3 Predračun

Št.	Opis dela	Enot	Količi.	Cena v evrih	Vrednost
1	Priprava podlage: pometanje, čiščenje, morebitne izravnave in podlaganje prehodov	m ²	600,00	1,50	900,00
2	Ločilni sloj: dobava in vgradnja ločilnega sloja - termično obdelani filc 300g/m2	m2	600,00	2,00	1.200,00
3	Strešna kritina: dobava in vgradnja hidroizolacijske folije na osnovi PVC-ja debeline 1.5 mm, z ustreznimi preklopi trakov, mehansko pritrjeni po rastru pritrditve (izračun obremenitve) proizvajalca, trakovi med seboj homogeno varjeni z vročim zrakom	m2	600,00	19,20	11.520,00
4	Prekrivanje betonske žlote s plastificirano pločevino r.š. 80 cm, z vsemi pomožnimi deli in transporti	m1	50,00	35,00	1.750,00
5	Dobava in montaža atične obobe iz plastificirane pločevine r.š. 40 cm, mehansko pritrjene in homogeno varjene na folijo, po detajlih proizvajalca	m1	24,00	20,00	480,00
6	Dobava in montaža prekrivne (zidne) obrobe iz PVC folije, pritrjene na max. razdalji 20 cm, kitanje spoja obroba – zid s trajnoelestičnim kitom. Izvedba po detajlu proizvajalca	m1	50,00	22,00	1.100,00
7	Demontaža obstoječega strelovoda ter ponovna montaža istega v prvotno stanje, le nove PVC vodila žice	m1	150,00	3,50	525,00
					17.475,00
				DDV20%	3.495,00
				SKUPAJ:	<u>20.970,00</u>

Tabela 1: Predračun - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe s PVC folijo
Vir: lasten vir

6.4 Terminski plan

TERMINSKI PLAN: SANACIJA HIDROIZOLACIJE VZORČNE STREHE S PVC FOLIJO										
Op .	Opis operacije	Trajan .	Aktivnost	P	T	S	Č	P	S	N
	SANACIJA STREHE S PVC FOLIJO									
		1	1. Priprava podlage							
		3	2. Izdelava ločil. sloja							
		3	3. Polaganje PVC folije							
		2	4. Izdelava obrobe žlote							
		2	5. Izdelava obrobe atike							
		2	6. Izdelav zidne obrobe							
		3	7. Izdelava strelovoda							

Tabela 2: Terminski plan - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe s PVC folijo
Vir: lasten vir

7 PRIMERJAVA RAZLIČNIH SISTEMOV (MATERIALOV) TESNENJA

7.1 Sanacija s PVC folijo

Prikazana v točki 6.

7.2 Sanacija z bitumenskimi trakovi

Bitumenski trakovi morajo biti izdelani iz kvalitetnih bitumnov in z nosilci (armaturami), ki jim zagotavljajo dobre fizikalne in tehnološke lastnosti. Bitumenski trakovi so namenjeni za zaščito konstrukcij in objektov pred vdorom talne, meteorne ali druge vode vključno z vlago. Glede na potrebe se uporabljajo različne vrste in kvalitete trakov.

Tako morajo bitumenski trakovi (kritine) zagotavljati:

- obstojnost na nizke in visoke temperature;
- dobro fleksibilnost in prilagodljivost premikajočim podlagam (spremembe temperature, posedanje, tresljaji ...);
- z ustreznimi postopki vgradnje in ustreznim številom slojev – popolno nepropustnost vode tudi pri velikih vodnih in parnih pritiskih;
- odpornost proti staranju;
- dolgo življenjsko dobo;
- enostavno vgradnjo;
- enostavne kasnejše posege, spremembe in popravila.

Bitumenski trakovi se med seboj ločijo po:

- kvaliteti bitumenske mase (oksidiran bitumen, s polimeri modificiran bitumen APP ali SBS);
- vrsti nosilca (armature): strešni karton, stekleni voal, steklene tkanina, poliestrski filc (polst), kovinske folije (običajno Al) ali kombinacija nosilcev (najpogosteje steklenega voala in Al folije);
- skupni debelini;
- zunanjem izgledu zaščitne plasti: PE folija, fin mineralni posip (smukec), grob mineralni posip (kremenčev pesek), grob dekorativni posip škrljavčevega lomljenca ...

Skladiščenje in transportiranje:

Zvitke bitumenskih trakov skladiščimo v pokončni legi, v pokritih prostorih, zaščitениh pred neposrednim vplivom sončnih žarkov. Enako velja za vse manipulacije z zvitki med transportom. Skladiščenje ene palete na drugi ni dovoljeno. Pri nizkih temperaturah moramo paziti, da zvitki trakov med transporti in manipulacijo v skladiščih niso izpostavljeni udarcem in padcem. Odvijanje zavitkov pri zelo nizkih temperaturah ni dovoljeno.

Vgradnja:

- podlaga za izdelavo kvalitetne hidroizolacije mora biti trdna, gladka, brezprašna in čista;
- tesnilne trakove prosto položimo na podlago in jih po potrebi lepimo s hladnim bitumenskim lepilom ali vročo bitumensko zmesjo, pritrjujemo s pribijanjem (žebliji lepenkarji s široko glavo, sponke ...);
- varilne trakove lahko na podlago prosto položimo, točkasto privarimo oziroma prilepimo ali jih varimo oziroma lepimo po njihovi celotni površini. Da dosežemo čvrst in neoporečen spoj trakov s podlago, jo za varjenja oziroma lepljenje še posebej pripravimo tako, da jo predhodno premažemo s hladnim bitumnom. Z varjenjem pričnemo, ko je prednamaz povsem suh. Pri vgradnji trakove v prečni smeri prekrivamo za 10 cm (minimalno 8 cm) in v vzdolžni smeri za 15 cm – pri tem preklope še posebej natančno povarimo. V večslojnih sistemih polagamo trakove zgornjih slojev tako, da se preklopi ne ujemajo s preklopi v predhodnem sloju. Zamik v prečni smeri naj bo polovica širine traku (50 cm), vsaj toliko preklopa pa se priporoča tudi pri vzdolžnem podaljševanju trakov.

7.2.1 Predračun za izvedbo hidroizolacije vzorčne ravne strehe z bitum. trakovi:

Št.	Opis dela	Enota	Količina	Cena v evrih	Vrednost
1.	Čiščenje strehe, sekanje mehurjev, izravnava poškodb	m2	600,00	2,00	1.200,00
2.	Strešna kritina: dobava in vgradnja dvoslojne bitumske hidroizolacije debeline 4 mm; drugi sloj mora imeti posip škrlja kot UV zaščito bitumenskega traku	m2	600,00	18,50	11.100,00
3.	Prekrivanje betonske žlote s pocinkano pločevino deb.0,8mm, r.š. 80 cm; demontaža starih obrob, vsa pomožna dela in transporti	m1	50,00	35,00	1.750,00
4.	Izdelava zidne obrobe iz dvojne bitumske hidroizolacije debeline 4 mm; do višine 50 cm; drugi sloj mora imeti posip škrlja kot UV zaščito bitumenskega traku	m1	50,00	25,00	1.250,00
5.	Izdelava obloge atike iz dvojne bitumske hidroizolacije debeline 4 mm; drugi sloj mora imeti posip škrlja kot UV zaščito bitumenskega traku	m1	24,00	25,00	600,00
6.	Dobava in montaža prekrivne (zidne) obrobe iz pocinkane pločevine deb.0,8 mm, pritrjene v zid na max. razdalji 20 cm; kitanje stika obroba zid s trajnoelastičnim kitom; izvedba po detajlu	m1	50,00	15,00	750,00
7.	Dobava in montaža kape atike iz pocinkane pločevine deb. 0,8 mm; r.š. 40 cm, pritrjevanje in transporti	m1	24,00	25,00	600,00
8.	Demontaža obstoječega strelovoda ter ponovna montaža istega nazaj v prvotno stanje, le nova betonska vodila žice na vsakih 100 cm	m1	150,00	3,50	525,00
				DDV 20%	17.775,00
				SKUPAJ:	3.555,00
					21.330,00

Tabela 3: Predračun - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe z bitumenskimi trakovi

Vir: lasten vir

7.2.2 *Terminski plan*

TERMINSKI PLAN: SANACIJA HIDROIZOLACIJE VZORČNE STREHE Z BITUMENSKIMI TRAKOVI											
ID	ID	Op	Opis operacije	Trajan	Aktivnost	P	T	S	Č	P	S
			SANACIJA STREHE Z BITUMEN. TRAKOVI								
				1	1. Priprava podlage						
				4	2. Polaganje bit. trakov						
				2	3. Izdelava obrobe žlote						
				2	4. Izdelava obrobe atike						
				2	5. Izdelava zidne obrobe						
				1	6. Izdelava atičnih kap						
				3	7. Izdelava strelovoda						

Tabela 4: Terminski plan - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe z bitumenskimi trakovi
Vir: lasten vir

7.3 *Pločevinasta kritina*

Pločevina se za pokrivanje ravnih streh v zadnjem času vse redkeje uporablja. Kvalitetni bitumenski materiali in sodobne PVC folije so v sled enostavne vgradnje, hitrosti izvedbe, trajnosti in nizke cene pripomogle k vedno manjši uporabi pločevine.

Trajnost določenih vrst pločevine (baker, aluminij, nerjaveče jeklo) je dolga (min. 50 let.), kar pa ne odtehta prednosti drugih materialov. Sodobno gradbeništvo zahteva hitro, kvalitetnejšo in poceni izvedbo.

7.3.1 Predračun za izvedbo hidroizolacije vzorčne ravne strehe z ravno bakreno pločevino:

Št.	Opis dela	Enota	Količin	Cena v evrih	Vrednost
1.	Čiščenje strehe, sekanje mehurjev, izravnava poškodb	m2	600,00	2,00	1.200,00
2.	Strešna kritina: dobava in vgradnja bakrene pločevine deb. 0,7 mm; pritrdjevanje, vsa pomožna dela in transporti	m2	600,00	60,00	36.000,00
3.	Prekrivanje betonske žlote z bakreno pločevino deb. 0,7mm, r.š. 80 cm; demontaža starih obrob, vsa pomožna dela in transporti	m1	50,00	85,00	4.250,00
4.	Izdelava zidne obrobe iz bakrene pločevine deb. 0,7 mm; do višine 50 cm; r.š. 80 cm; pritrdjevanje, vsa pomožna dela in transporti	m1	50,00	75,00	3.750,00
5.	Izdelava obloge atike iz bakrene pločevine deb. 0,8mm; r.š. 80 cm; pritrdjevanje vsa pomožna dela in transporti	m1	24,00	75,00	1.800,00
7.	Dobava in montaža kape atike iz bakrene pločevine deb. 0,7 mm; r.š. 40 cm, pritrdjevanje in transporti	m1	24,00	60,00	1.440,00
8.	Demontaža obstoječega strelovoda ter ponovna montaža istega nazaj v prvotno stanje, le nova betonska vodila žice na vsakih 100 cm	m1	150,00	3,50	525,00
					48.965,00
					DDV20% 9.793,00
					SKUPAJ: 58.758,00

Tabela 5: Predračun - sanacija hidroizolacije vzorčne strehe z bakreno pločevino
Vir: lasten vir

7.3.2 Terminski plan

TERMINSKI PLAN: SANACIJA HIDROIZOLA. VZORČNE STREHE S CU PLOČEVNO															
Op.	Opis operacije	Traj.	Aktivnost	P	T	S	Č	P	P	T	S	Č	P	S	
	SANACIJA STREHE S CU PLOČ.														
		1	1. Priprava podlage												
		8	2. Polaganje Cu-plošče												
		2	3. Izdelava obrobe žlote												
		2	4. Izdelava obrobe atike												
		2	5. Izdelava zid. obrobe												
		1	6. Izdelava atičnih kap												
		3	7. Izdelava strelovoda												

Tabela 6: Terminski plan – sanacija hidroizolacije vzorčne strehe z bakreno pločevino
Vir: lasten vir

7.4 Primerjalna tabela

Opis sanacije:	Količina:	Vrednost v evrih	Rok izvedbe:	Trajno:	Primernost:
SANACIJA S PVC FOLIJO	600 m ²	20.970,00	6 dni	25 let	primerno
SANACIJA Z BITUMNOM	600 m ²	21.330,00	6 dni	15 let	primerno
SANACIJA S CU PLOČE.	600 m ²	58.758,00	12 dni	50 let	odlično

Tabela 7: Primerjalna tabela
Vir: lasten vir

8 IZSLEDKI

Sodobno gradbeništvo zahteva za pokrivanje ravnih streh kakovostne materiale, s katerimi se dela hitro in enostavno izvajajo. Prav temu trendu sledijo umetne strešne PVC folije, s katerimi dala potekajo zelo hitro, zagotavljajo dolgoletno trajnost, z njimi se zelo kvalitetno izvajajo vsi najzahtevnejši detajli, tudi cenovno je folija zelo ugodna. PVC folije so še posebej primerne za strehe »kompliciranih« oblik. Lastna teža folije je zelo majhna, zato dodatno ne obremenjuje nosilne konstrukcije strehe. V kombinaciji z ustrezno toplotno izolacijo predstavlja ta sistem hidroizolacije odlično rešitev za vsako streho.

Poznamo več vrst sistemov tesnjenja ravnih streh s PVC folijo, ki se razlikujejo glede načina prevzemanja vetrne obremenitve na podlago. Najpogosteje uporabljen sistem je mehansko pritrdjevanje (cca 90%), ko se folija z vijaki vpenja v dovolj nosilno in čvrsto podlago. Druga možnost izvedbe je obtežena streha. Tu se folija »pripne« na podlago z obtežitvijo (prodec, zemlja, pohodne plošče itd.). Tretja varianta pritrdjevanje je sistem lepljenja, kjer se folija po celotni površini lepi na ustrezno podlago.

Zelo pomembna lastnost PVC folije je možnost reciklaže. V smislu EKO bilance je možno popolno recikliranje trakov brez obremenitev okolja, ki sicer nastajajo pri postopkih sežiganja.

9 ZAKLJUČEK

Streha je eden najpomembnejših elementov zgradbe, katere funkcija je zaščita objekta in s tem prebivalcev pred vlago, ekstremnimi temperaturami in hrupom. Za zagotavljanje te primarne funkcije lahko uporabimo različne materiale oziroma sisteme za zaščito.

V obravnavani tematiki sem se osredotočil zgolj na folije in jih primerjal s bitumenskimi trakovi in kritino iz bakrene pločevine.

Pri izvedbi hidroizolacije s folijami je potrebno izbrati ustrezeni sistem pritrjevanja, ki je predvsem odvisen od vetrne obremenjenosti in geometrije zgradbe.

Glede na pogoje se lahko odločimo med:

- obtežitvijo folije s prodcem
- mehanskim pritrjevanjem (vijačenjem)
- ozelenitvijo strehe
- obtežitvijo s pohodno površino
- lepljenjem folije po vsej površini

Vsa dela morajo biti izvedena natančno. Kontrolirajo se vsi spoji in detajli, tesnost strehe se lahko kontrolira tudi nalivnim testom.

Vzdrževanje strehe zajema občasne preglede, ki obsegajo:

- pregled strehe od znotraj,
- pregled površine strehe,
- kontrolo vertikalnih zaključkov,
- kontrolo odtočnih kanalov,
- kontrolo funkcionalnosti strelovodnega sistema.

Primerjava različnih materialov za pokrivanje ravnih streh (folija - bitumenski trakovi – Cu ravna pločevina), pokaže, da so folije:

- cenovno ugodne
- kvalitetno ustrezne

- hitrost izvedbe je največja
- trajnost je ustrezna
- estetika je zadovoljiva

Ugotavljam, da PVC folije ustrezajo vsem zahtevam sodobne gradbene prakse.

10 UPORABLJANA LITERATURA IN VIRI

Literatura:

1. Barat A.: *Kontrola lastnosti hidroizolacijskih membran za izvedbo ravnih streh*; Diplomsko delo; Fakulteta za gradbeništvo MB; 2005.
2. Dunnett N.: *Plantinggreen roofs and living Walls*; Timber Press, 2004.
3. Greip H.-G.: *Dachsanierung*; Deutsche Verlags-Anstalt, cop.2002.
4. Mulačić E.: *Kleparska dela v gradbeništvu*; DZS, 1997.
5. Sever A.: *Tehnologija delovnih procesov2. Streha, ostrešje, kritina*; TZS, 1986.
6. *Tehničar – Građevinski priručnik*; IRO Građevinska knjiga; Beograd, 1988.
7. Žitnik J.: *Gradbeni priročnik*; Tehniška založba Slovenije, 2008.

Viri:

8. Deu Ž.: *Streha*; Revija Strehe & kritine, 2007; str. 6-10
9. *Strehe & Kritine*; Tematske revije Gradbenik, 2004-2009.
10. *Sistemi tesneja streh- Sarnafil*; Haberkorn d.o.o.; 2008.
11. Kovačec Stanko; *Končno poročilo* 1992; Stikalnica, Usmerjevalnica
12. Kovačec Stanko; *Končno poročilo* 1994; Glavno skladišče
13. Kovačec Stanko; *Končno poročilo* 2006; Livarna ulitkov
14. *Tehnične informacije – Sikaplan*; Sika d.o.o., 2009.

Internetni naslovi:

15. Internet: http://www.ravago.si/gradbeni_sintofoil.php; dne 14.12.2009.
16. Internet: <http://www.sika.si/home/folije.htm>; dne 14.12.2009.
17. Internet: <http://www.fragmat.si/slo/05.htm>; dne 15.12.2009.
18. Internet: <http://www.novolit.si/slo/ravne-strehe/ravna-streha.html>, dne 12.1.2010.