

IZOLACIJSKE REŠITVE ZA SODOBNO ARHITEKTURO

IZOLACIJA ZA RAVNE STREHE



challenge.
create.
care.

SPLOŠNO O RAVNIH STREHAH

Ravne strehe so v sodobni arhitekturi postale nepogrešljive. Še zlasti to velja za večje proizvodno-poslovne objekte, skladišča, logistične centre. Sodobni trendi v arhitekturi pa jih vse bolj vključujejo tudi na individualne objekte, kjer jih lahko zelo preprosto nadgradimo z zelenimi strehami ali jih lahko koristimo kot uporabne površine. Ravne strehe so med toplotno bolj obremenjenimi deli gradbenih konstrukcij z vidika toplotnih izgub pozimi in tudi pregrevanja strešne konstrukcije v poletnih mesecih, zato jih je treba izolirati z ustreznimi izolacijskimi materiali. Z vgradnjo izolacijskih materialov KNAUF INSULATION bodo te izgube in s tem poraba energije v objektu precej manjše.

Najpomembnejši prednosti ravnih streh sta enostavnost tehnične izvedbe in zato hitra in cenejša izvedba ter nizki stroški vzdrževanja. Seveda mora biti ravna streha usklajena s samo arhitekturo objekta, življenjsko dobo uporabljenih materialov in s skrbnim načrtovanjem detajlov, ki omogočajo enostavne zaključke.

Pri projektiranju ravne strehe se je treba dosledno držati predpisov in trenutno veljavnih tehničnih smernic (TSG-1-001:2019; Požarna varnost v stavbah), zakonitosti gradbene fizike ter Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES). Prav tako je treba upoštevati tehnična navodila za vgradnjo dobaviteljev materialov oz. ponudnika sistema ravne strehe.

Kakovost ravne strehe oz. merila pri načrtovanju ravnih streh

Osnovna funkcija strešne konstrukcije ravne strehe je energetska učinkovitost in trajnostna zaščita prostorov v objektu pred vremenskimi vplivi. Za učinkovitost in pričakovano življenjsko dobo mora ravna streha izpolnjevati več meril kakovosti:

1. vodotesnost in parotesnost

Zagotovljena mora biti 100-odstotna nepropustnost za vodo z zunanje strani (vodotesnost) in zagotovljena zrakotesnost slojev z notranje strani (parotesnost);

2. toplotna izolativnost oz. toplotna stabilnost

zaradi izpostavljenosti velikim temperaturnim obremenitvam pozimi in poleti – temperature na površini ravnih streh se odvisno od letnega obdobja in geografske lege objekta lahko gibljejo med $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ pa vse do $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$;

3. požarna odpornost

Streha mora imeti zadostno požarno odpornost z zunanje strani (Broof (t1)) in tudi z notranje strani nosilne konstrukcije (REI30);

4. zvočna izolativnost

problematično predvsem v primeru lahkih nosilnih konstrukcij, npr. trapezne pločevine;

5. mehanska odpornost

Zagotovljena mora biti pohodnost za potrebe servisiranja, vzdrževanja ravne strehe (dostop do klimatov, čiščenje odtočnikov, ...) oz. zahtevana ustrezna tlačna trdnost, odvisna od vrste ravne strehe oz. njene namembnosti;

6. trajnost oz. obstojnost

Velika izpostavljenost vremenu (vetrne in temperaturne obremenitve) in okolju (atmosferski vplivi, onesnaženost, ...), možnost zaščite hidroizolacijske membrane s prodnatim nasutjem ali zeleno streho.

Vrste ravnih streh



Ravne strehe se razlikujejo glede na tip podkonstrukcije, lego toplotnoizolacijskega sloja in tudi po načinu pritrdjevanja vgrajenih posameznih slojev. V praksi najpogostejše ravne strehe ločujemo glede na gradbeno fizikalni režim celotne konstrukcije ravne strehe.

V osnovi ločimo naslednje vrste ravnih streh:

- topla neprezračevana ravna streha,
- hladna prezračevana ravna streha,
- obrnjena ravna streha,
- duo kombinirana ravna streha.

V preglednici spodaj so prikazani najpogostejše uporabljeni sistemi ravnih streh glede na vrsto nosilne konstrukcije:

Vrsta ravne strehe	Vrsta nosilne konstrukcije		
	beton	profilirana pločevina	les
topla zatesnjena	✓	✓	
prezračevana		✓	✓
obrnjena	✓		
duo kombinirana	✓		

Glede na lego parne zapore in zaključne hidroizolacijske membrane so gradbeno fizikalni pogoji v sami konstrukciji ravne strehe lahko povsem različni, zato sta preračun in analiza difuzijskega prehoda vodne pare v sestavi ravnih streh za dolgoročno ustrezno funkcioniranje posameznih gradbenih materialov ključnega pomena.



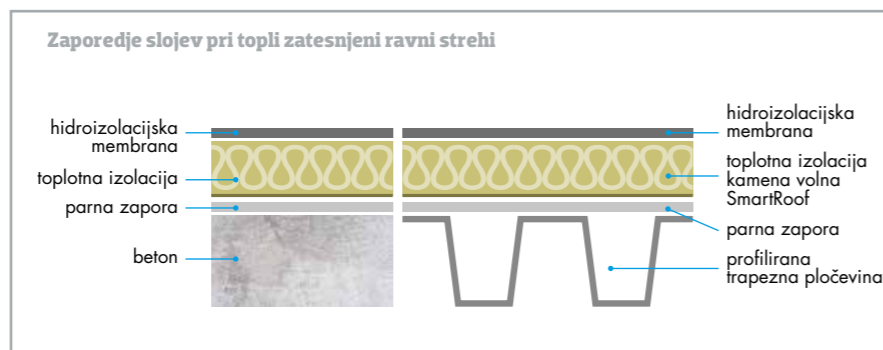
SHEMATSKI PRIKAZI IN OPISI POSAMEZNIH TIPOV RAVNIH STREH



Topla zatesnjena ravna streha

Tople zatesnjene ravne strehe so najpogostejša izvedba segmenta ravnih streh. Praviloma se izvajajo na nosilnih konstrukcijah iz visoko profilirane trapezne pločevine, pogosto pa tudi na betonski podlagi. Vsekakor so tople ravne strehe ustrezna rešitev povsod tam, kjer želimo imeti čim lažjo streho ter hitro in ekonomično izvedbo.

Toplotna izolacija pri teh vrstah streh je postavljena med spodnjo zrakotesno vgrajeno parno zaporo in zgornjo vodotesno hidroizolacijsko membrano. Največkrat je prek hidroizolacijske membrane toplotna izolacija pritrjena mehansko z vijachenjem v spodnjo nosilno konstrukcijo, lahko pa so izolacijski sloji lepljeni na nosilno podlago.



Za hidroizolacijske membrane oziroma kritine ravnih streh se danes največ uporabljajo: hidroizolacije iz polimernih bitumenskih trakov z vložkom iz poliestrskega filca, mehki strešni trakovi iz umetnih mas (PVC, TPO, ...) in kompozitni strešni trakovi

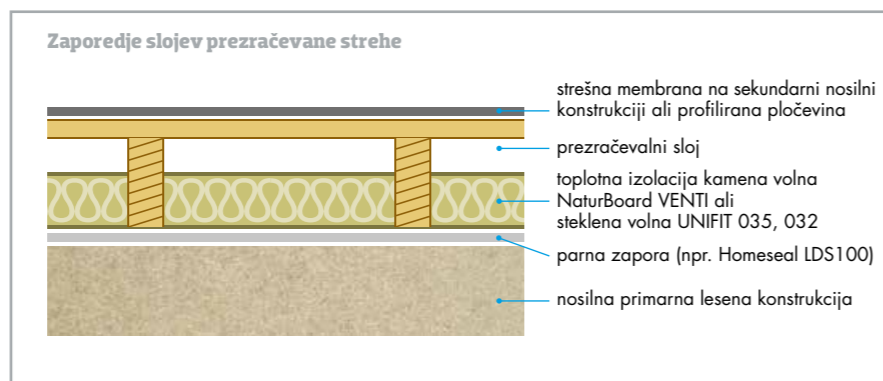
na osnovi EPDM. Za vse naštetih materiale je značilno, da imajo visoko odpornost proti staranju in so sposobni prenašati velike temperaturne razlike.

Hladna prezračevana ravna streha

Te vrste streh se pogosto uporabljajo pri lahkih montažnih gradnjah, kjer je osnovna nosilna konstrukcija iz lesa (lesno vezane plošče, OSB, deske, ...).

Prezračevane ravne strehe so po sestavi oziroma zaporedju slojev zelo podobne toplim ravnim streham, le da imamo tu med toplotno izolacijo in krovno kritino še prezračevalni sloj. V tem sloju mora biti zagotovljen ustrezen pretok zraka, kar posledično pomeni, da morajo prezračevane strehe imeti določen naklon. V praksi to pomeni nekje približno 8° nagiba strešine ali več.

Prezračevane strehe so primerna rešitev za razgibane strešine različnih naklonov in oblik, kjer je kot kritina predvidena pločevina. Če je pločevina ravna, mora imeti pod seboj slepo nosilno konstrukcijo iz lesa, če pa je to profilirana pločevina, to ni potrebno in jo pritrđimo neposredno na



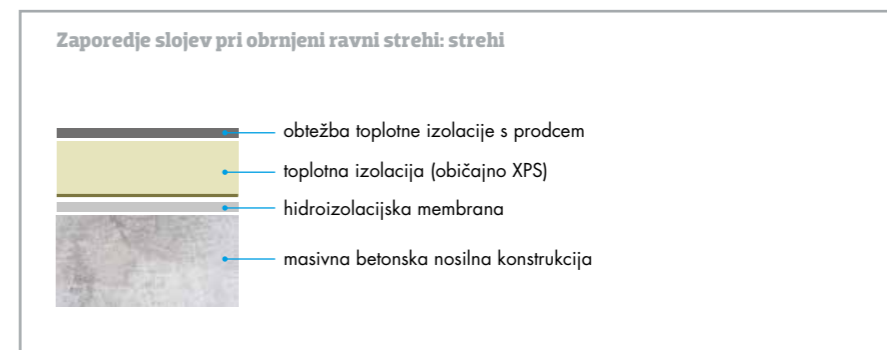
distančnike. Zračni kanal skrbi za ustrezen režim izsuševanja vlage, ki skozi nosilno konstrukcijo in parno zaporo prodira iz objekta navzven. Hkrati zračni kanal zagotavlja, da se morebitna kondenzna vlaga, ki nastaja pod pokrivno pločevino ali na slepi strešni konstrukciji, dovolj hitro izsuši. Zajem in odvod zraka iz kanala sta pri tem ključnega pomena.

V sistemu prezračevane ravne strehe toplotna izolacija ni direktno izpostavljena mehanskim obremenitvam, zato se v ta namen pogosto uporablja kamena volna srednje gostote (plošče Natur Board VENTI ali Natur Board FIT) ali tudi steklena volna (UNIFIT 035, UNIFIT 032).

Obrnjena ravna streha

Obrnjene ravne strehe se najpogosteje izvajajo na masivni betonski podlagi, predvsem zaradi večjih statičnih obremenitev nosilne betonske konstrukcije zaradi obtežbe toplotne izolacije, največkrat s prodantim nasutjem ali pranimi betonskimi ploščami.

Na nosilno betonsko konstrukcijo je neposredno položen hidroizolacijski sloj, ki je največkrat na betonsko ploščo privarjen. Prek hidroizolacijskega sloja se nato polaga sloj toplotne izolacije, ki ga v tem primeru ne pritrđujemo mehansko, saj bi s tem poškodovali vodotesni hidroizolacijski sloj, pač pa toplotno izolacijo najpogosteje obtežimo s prodantim nasutjem frakcije 16–32 mm. Toplotna izolacija pri obrnjeni

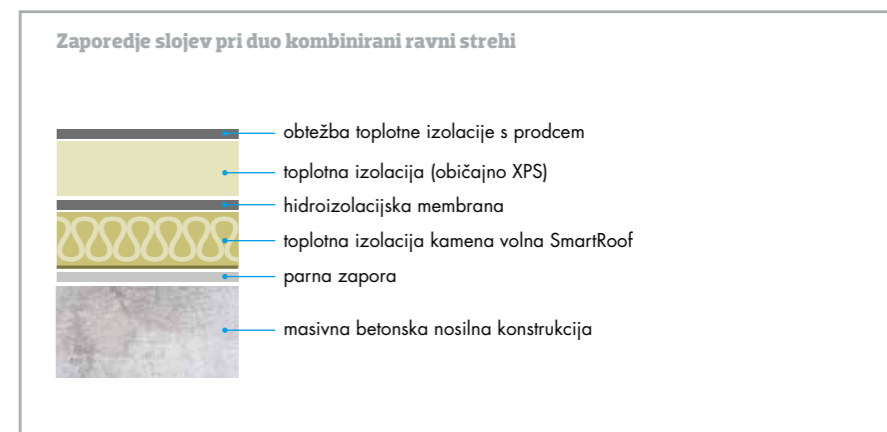


strehi ni zaščiten pred dežjem, zato na takih strehah lahko za toplotno izolacijo uporabljamo le materiale, ki so trajno odporni na vlago in imajo zaprto celično strukturo. Po navadi so to izolacijski materiali iz ekstrudiranega polistirena (XPS).

Obrnjene ravne strehe so pogosta izbira pri sanaciji obstoječih ravnih streh, kjer je predhodno že izveden klasičen sistem tople zatesnjene ravne strehe.

Duo kombinirana ravna streha

Duo ravne strehe ali plus strehe, kot jih tudi imenujemo, imajo hidroizolacijsko membrano vgrajeno med obema slojema toplotne izolacije. Tako imamo najprej klasično toplo zatesnjeno streho z zgornjo vodotesno hidroizolacijsko membrano, prek katere je potem izvedena obrnjena ravna streha s tanjšim izolacijskim slojem iz ekstrudiranega polistirena, ki je naknadno obtežen s prodantim nasutjem. Prednost takih streh je, da je hidroizolacijska membrana zaščiten pred atmosferskimi vplivi in velikimi temperaturnimi nihanjem, kar pomembno vpliva na samo življenjsko dobo hidroizolacijske membrane.



LASTNOSTI IN PREDNOSTI MINERALNE KAMENE VOLNE



Toplotna izolativnost

Izdelki iz mineralne kamene volne imajo izredno ugodno (nizko) vrednost koeficienta toplotne prevodnosti λ (W/mK), kar zagotavlja visoko toplotno zaščito in racionalno uporabo energije.

Energetske potrebe objekta so zaradi tega precej nižje kot sicer, saj je temperatura v prostorih enakomerna in se ne srečujemo z neugodnim občutkom stalno hladnih zidov ali mrzlih tal. Poleg prihrankov pri stroških ogrevanja smo tako pridobili še izjemno zdrave in prijetne bivalne pogoje.

V Sloveniji tudi država prek zakonodaje spodbuja energetsko učinkovite stavbe; to področje ureja v Pravilniku učinkovite rabe energije v stavbah (PURES). Ne nazadnje pa tudi uvedba energetskih izkaznic vpliva na jasno predstavo o stanju objekta.



Paropropustnost (odpornost proti difuziji vodne pare)

Pojav plesni in gliv v prostorih se je v zadnjem desetletju močno razširil. Prevladuje mnenje, da so vzroki za to preveč zaprti prostori oz. nezadostno prezračevanje, toplotna izolacija, ki ne omogoča zadostnega »dihanja« ali neprepustne plasti zunanjih konstrukcij.

Ta pojav je treba preprečiti ne samo zaradi estetskih razlogov, temveč tudi zaradi zdravja, saj lahko plesni (matične celice) povzročijo bolezni in alergije pri ljudeh, ki bivajo v takih prostorih.

Režim prehoda vodne pare skozi ovoj stavbe mora biti tak, da vlaga ne zastaja v toplotnoizolacijskem sloju. Povečana koncentracija vlage v toplotni izolaciji močno poslabšuje njene izolacijske sposobnosti in s tem povečuje toplotne izgube. Prevelik vnos vlage v sloj toplotne izolacije ravne strehe preprečimo z vgradnjo ustrezne parne zapore pred izolacijskim slojem.

Odpornost proti difuziji vodne pare v kameni volni je le nekoliko višja od prehoda vodne pare skozi enako debelino zračnega sloja, medtem ko je ta vrednost pri nekaterih drugih izolacijskih materialih (umetni penjeni materiali) 50 do 60-krat večja!



Zvočna izolativnost

Zaradi vlaknaste strukture materiala, ki zaduši zvok oziroma zvočno energijo pretvori v toplotno, je kamena volna nepogrešljiva izolacija vsakega objekta.

Kamena volna z lahkoto zadosti tudi najvišjim zahtevam za zvočno izolativnost notranjih prostorov ter tudi zunanjih sten in ravnih strešnih konstrukcij. Visoka prostorninska masa strešnih plošč kamene volne v primerjavi z izolacijami organskega izvora zagotavlja potrebno absorpcijo hrupa in vibracij iz okolice ter ne povzroča resonance.



Požarna varnost

Na odpornost pred požarom vpliva izbira vsakega posameznega materiala in izbira toplotno izolacijskega sloja. Ta plast pomembno vpliva na požarno obremenitev oziroma količino energije, ki se lahko razvije v primeru požara.

Znano je, da so za razvoj požara (ognja) potrebni trije elementi:

- gorljiv (vnetljiv) material,
- kisik,
- vir toplote – lahko gre za plamen, iskro, koncentriran vir svetlobe ipd.

Če eden od teh elementov manjka, ni nevarnosti za razvoj ognja. Ker je kisik vedno bolj ali manj prisoten v zraku, vir toplote pa je navadno posledica naključja, je **edini dejavnik, ki ga je mogoče nadzorovati, gorljivost materiala oziroma izbira materiala.**

Izdelki iz kamene volne Knauf Insulation po standardu SIST EN 13501-1 spadajo v najvišjo kategorijo (razred) negorljivosti A1. Gre za negorljive izolacijske materiale, ki v predpisanih preskusnih pogojih ne gorijo in ne prispevajo k razvoju požara ter dosegajo najvišje standarde varnosti stavb glede ognjevarnosti.

Izolacijski proizvodi Knauf Insulation strešnih plošč iz kamene volne v primeru požara ne pospešujejo njegovega širjenja in ne proizvajajo gorečih kapljajočih delcev ter ne sproščajo toksičnih vnetljivih plinov, ki bi lahko pripeljali do eksplozije. Uporaba takšnih negorljivih gradbenih materialov razreda A1 lahko v primeru požara zagotovi dragocene sekunde, potrebne za evakuacijo ljudi iz objektov in s tem rešitev življenj.

Prav zaradi tega je večina razvitih držav svoje ognjevarne predpise vezala na obvezno uporabo takih materialov. Večina toplotnoizolacijskih materialov na bazi polistirenov ne samo, da predstavlja potencialno visoko požarno obremenitev, temveč imajo mejno temperaturo uporabe nižjo od 80 °C, zato se z načrtovanjem takih materialov zavestno ogrožajo življenja in zdravje uporabnikov pri pojavu tudi najmanjšega požara na objektu, ki zajame zunanji ovoj objekta.

Razredi gradbenih izdelkov glede na požarni odziv v skladu s SIST EN 13501-1:

Razred	Gradbeni materiali
A1	izolacijski izdelki in drugi izdelki iz naravnega kamna, opeke, keramike, stekla in veliko kovinskih izdelkov
A2	npr. sendvič plošče s kameno mineralno volno
B	lesno-cementne plošče, lesne plošče z zavirali gorenja
C	fenolna pena, sendvič plošče s poliuretansko peno
D	masiven les, debel več kot 10 mm z gostoto večjo od 400 kg/m ³
E	različne vrste vlaknastih plošč, izolacijski izdelki in drugi izdelki iz plastičnih mas, ekspanziran polistiren, eps, xps, poliuretani - vse z zavirali gorenja
F	izdelki, ki niso testirani na požarni odziv

Po novi tehnični smernici TSG-1-001:2019 Požarna varnost v stavbah je tako na primer v točki 2.4 (Širjenje požara po zunanjih stenah in strehi stavbe) oz. v podtočki 2.4.2 (strešne konstrukcije) navedeno, da uporaba izolativnih materialov, ki lahko kapljajo neposredno na pločevino ali na požarno neodporne stropne plošče, ni dovoljena in je zahtevana uporaba negorljivih izolacijskih materialov razreda A1 ali A2.

Trenutne zahteve požarne smernice TSG-1-001:2019 – Požarna varnost v stavbah

2.4.2.1 Ravne strehe z negorljivim vrhnjim slojem

V tabeli 13 so podane zahteve glede odziva na ogenj za proizvode, iz katerih so narejene ravne strehe z negorljivim vrhnjim slojem. Negorljiv vrhnji sloj je lahko prodec v debelini najmanj 5 cm ali drug negorljiv material v ploščah v debelini najmanj 3 cm.

Tabela 13 Zahtevani razredi odziva na ogenj za proizvode za ravne strehe z negorljivim vrhnjim slojem

Ravna streha z negorljivim vrhnjim slojem	Stavbe				
	vrhnji sloj	tesnjenje/ sekundarna kritina	toplotna izolacija	podlaga	omejitev površine (m ²)
Sestava 1	A1 ali A2	E	E [1]	REI30 (ng)	nz
Sestava 2 [4]	A1 ali A2	E	E [2] [1]	nz	1.200 [3]
Sestava 3	A1 ali A2	E	A1 ali A2 ali brez izolacije	nz	nz

- [1] Položeno brez zračnega sloja. Položeno brez zračnega sloja.
 [2] Ni iz penjenih ali drugih materialov, ki lahko kapljajo kot npr. EPS, XPS.
 [3] Večje površine so možne, če se v pasu najmanj 2 m gorljiva izolacija zamenja z negorljivo in tako polje ne presega 1.200 m².
 [4] Velja tudi za sendvič panele z obojestransko kovinsko oblogo s klasifikacijo Bs2,d0.
 nz – ni zahtev
 ng – negorljiv material

2.4.2.2 Ravne strehe z gorljivim vrhnjim slojem

V tabeli 14 so podane zahteve glede razred odziva na ogenj za proizvode, iz katerih so narejene ravne strehe z gorljivim vrhnjim slojem.

Tabela 14 Zahtevani razredi odziva na ogenj za proizvode ravnih streh z gorljivim vrhnjim slojem

Ravna streha z gorljivim vrhnjim slojem	Stavbe			
	vrhni sloj [2]	toplotna izolacija	podlaga	omejitev površine (m ²)
Sestava 1	E [1]	E [1]	REI30 (ng)	1.200 [5]
Sestava 2	E [1]	E [1] [3]	REI30	600 [4]
Sestava 3	E [1]	C [1]	REI30 ali ng	1.200 [5]
Sestava 4	E [1]	ni izolacije	REI30 (ng)	nz
Sestava 5	E [1]	A1 ali A2 [1]	ng	nz

- [1] Položeno brez zračnega sloja.
 [2] Največja dovoljena debelina 12 mm.
 [3] Ni iz penjenih ali drugih materialov, ki lahko kapljajo kot npr. EPS, XPS.
 [4] Večje površine so možne, če se v pasu najmanj 2 m normalno gorljiva izolacija zamenja z negorljivo in tako polje ne presega 600 m².
 [5] Večje površine so možne, če se v pasu najmanj 2 m normalno gorljiva izolacija zamenja z negorljivo izolacijo in tako polje ne presega 1.200 m².
 nz – ni zahtev
 ng – negorljiv material

Primer izvedbe: V primeru strehe z gorljivo izolacijo in gorljivo hidroizolacijsko folijo mora biti podlaga negorljiva požarne odpornosti REI 30. Velikost enega polja take strehe pa je omejena na 600 m². Vsakih 600 m² je treba narediti 2-metrski pas iz negorljivega materiala. PVC folija se nadaljuje preko 2-metrski pas negorljive izolacije.



Temperaturno nihanje

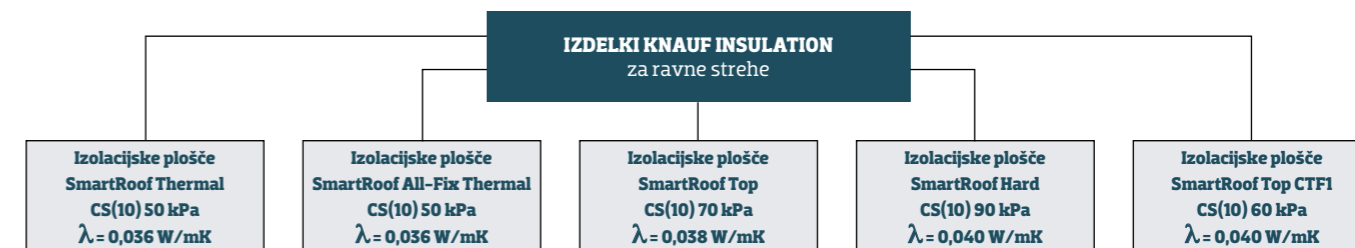
Kamna volna ima zanemarljivo toplotno nihanje pri visokih in nizkih temperaturah ali nenadnih spremembah. Gre za dimenzijsko stabilen material, ki je nedovzeten za različna temperaturna nihanja in spremembe relativne zračne vlage. S tem se v največji možni meri preprečuje hitro in nenadno razpadanje sistema, v katerem je tak material, ter hkrati zagotavlja dolgoročno rešitev za toplotno izolacijo ravnih streh.

Stroški vzdrževanja ravnih streh s kameno volno so torej bistveno nižji kot v primeru uporabe drugih toplotnoizolacijskih materialov, ki se ob temperaturnih obremenitvah obnašajo povsem drugače.



Trajnost materialov in nizki stroški vzdrževanja

Kamna volna Knauf Insulation dolgoročno ohranja svoje izolacijske lastnosti in je povsem odporna na zunanje vremenske vplive in ni nevarnosti prezgodnjega staranja materiala, drobljenja ali razpadanja. Je dimenzijsko stabilna in ne povzroča dodatnih mehanskih obremenitev na strešne membrane zaradi termičnega raztezanja. Je paropropustna in se ne navzema vlage, kar bi pospeševalo razvoj plesni v konstrukciji strehe.



Knauf Insulation SmartRoof Thermal – podložne izolacijske plošče za ravne strehe

Knauf Insulation SmartRoof Thermal so trde strešne plošče iz kamene volne, ki se zaradi svojih odličnih tehničnih lastnosti uporabljajo kot toplotna, zvočna in požarna izolacija v sistemih toplih zatesnjenih ravnih streh. Vgrajujejo se kot podložne plošče v kombinaciji s ploščami SmartRoof Top ali SmartRoof Hard. Plošče zaradi nekoliko nižje volumnske mase odlikuje odlična toplotna izolativnost in lažja manipulacija pri vgradnji. Polagamo jih lahko na betonske konstrukcije ali profilirano trapezno pločevino.



Dimenzije in toplotne lastnosti

Debelina (mm)	Toplotna prevodnost λ (W/mK)	Toplotna upornost R (m ² K/W)	Dolžina (mm)	Širina (mm)	Paketov na paleto	Površina na paleto (m ²)
60	0,036	1,65	1200	2.000	22	52,80
80	0,036	2,20	1200	2.000	16	38,40
100	0,036	2,75	1200	2.000	13	31,20
120	0,036	3,30	1200	2.000	11	26,40
140	0,036	3,85	1200	2.000	9	21,60
150	0,036	4,15	1200	2.000	8	19,20
160	0,036	4,40	1200	2.000	8	19,20
180	0,036	5,00	1200	2.000	7	16,80
200	0,036	5,55	600	2.000	12	14,40

PREDNOSTI

- Visoka požarna zaščita – razred odziva na ogenj A1
- Odlična toplotna izolativnost – toplotna prevodnost λ = 0,036 W/mK
- Dobre mehanske lastnosti – tlačna trdnost CS(10) 50 kPa
- Visoka toplotna in dimenzijska stabilnost
- Visoka paropropustnost – faktor paropropustnosti μ = 1
- Kemijska nevtralnost in odpornost na staranje

Oznaka po SIST EN 13162:
MW-EN 13162-T5-CS(10)50-TR10-PL(5)500-WS-WL(P)-MU1

Tehnične lastnosti

Lastnosti	Simbol	Opis/podatki	Enota	Standard
Toplotna prevodnost	λ	0,036	W/mK	SIST EN 12667
Odziv na ogenj	-	razred A1	-	SIST EN 13501-1
Tališče	-	> 1.000	°C	DIN 4102/ T17
Faktor upora difuziji vodne pare	μ	1	-	SIST EN 12086
Specifična toplota	c _p	1030	J/kgK	SIST EN 10456
Tlačna trdnost	CS(10)	≥ 50	kPa	SIST EN 826
Točkovna tlačna trdnost	PL(5)	≥ 500	N	SIST EN 12430
Debelinska toleranca	-	T5	-	SIST EN 823
Vodovpojnost – absorpcija vode (kratkoročna)	WS	≤ 1	kg/m ²	SIST EN 1609
Vodovpojnost – absorpcija vode (dolgoročna)	WL(P)	≤ 3	kg/m ²	SIST EN 12087



Knauf Insulation SmartRoof All-Fix Thermal – enostransko kaširane izolacijske plošče za ravne strehe

PREDNOSTI

- Visoka požarna zaščita – razred odziva na ogenj A1
- Odlična toplotna izolativnost – toplotna prevodnost $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$
- Odlične mehanske lastnosti – tlačna trdnost CS(10) 50 kPa in visoka točkovna tlačna trdnost PL(5) 800 N
- Visoka toplotna in dimenzijska stabilnost
- Visoka paropropustnost – faktor paropropustnosti $\mu = 1$

Knauf Insulation SmartRoof All-Fix Thermal so trde strešne plošče iz kamene volne, ki so na zgornji strani pokaširane s slojem steklene tkanine z mineralnimi polnili, kar ploščam zagotavlja visoko točkovno tlačno trdnost. Uporabljajo se kot toplotna, zvočna in požarna izolacija v sistemih toplih zatesnjenih ravnih streh.



Vgrajujejo se lahko samostojno ali kot zgornji izolacijski sloj v kombinaciji s podložnimi ploščami SmartRoof Thermal ali SmartRoof Top. Plošče zaradi nekoliko nižje volumnske mase in dodatnega kaširnega sloja odlikuje odlična toplotna izolativnost in odlična mehanska trdnost. Polagamo jih lahko na betonske konstrukcije ali profilirano trapezno pločevino. Še posebej jih priporočamo pri strehah, kjer bo pri uporabi povečana frekvenca obremenitev ali bo streha nosilna podlaga za sončno elektrarno.

Dimenzije in toplotne lastnosti

Debelina (mm)	Toplotna prevodnost λ (W/mK)	Toplotna upornost R (m ² K/W)	Dolžina (mm)	Širina (mm)	Paketov na paleto	Površina na paleto (m ²)
40	0,036	1,10	1200	1000	60	72,00
50	0,036	1,35	1200	1000	52	62,40
60	0,036	1,65	1200	1000	44	52,80
80	0,036	2,20	1200	1000	32	38,40
100	0,036	2,75	1200	1000	26	31,20

Tehnične lastnosti

Lastnosti	Simbol	Opis/podatki	Enota	Standard
Toplotna prevodnost	λ	0,036	W/mK	SIST EN 12667
Odziv na ogenj	-	A2-s1, d0	-	SIST EN 13501-1
Tališče	-	> 1000	°C	DIN 4102/ T17
Faktor upora difuziji vodne pare	μ	1	-	SIST EN 12086
Specifična toplota	c_p	1030	J/kgK	SIST EN 10456
Tlačna trdnost	CS(10)	≥ 50	kPa	SIST EN 826
Točkovna tlačna trdnost	PL(S)	≥ 800	N	SIST EN 12430
Debelinska toleranca	-	TS	-	SIST EN 823
Vodovpojnost – absorpcija vode (kratkoročna)	WS	≤ 1	kg/m ²	SIST EN 1609
Vodovpojnost – absorpcija vode (dolgoročna)	WL(P)	≤ 3	kg/m ²	SIST EN 12087

Oznaka po SIST EN 13162: MW-EN 13162-T5-CS(10)50-TR10-PL(5)800-WS-MU1



Knauf Insulation SmartRoof Top – trde izolacijske plošče za ravne strehe

Knauf Insulation SmartRoof Top so trde strešne plošče iz kamene volne, ki se zaradi svojih odličnih tehničnih lastnosti uporabljajo kot toplotna, zvočna in požarna izolacija v sistemih toplih zatesnjenih ravnih streh. Vgrajujejo se lahko samostojno ali kot zgornji sloj v kombinaciji s podložnimi ploščami SmartRoof Thermal. Prek njih se lahko vgrajujejo tudi naklonske plošče SmartRoof Top CTF1, ki so namenjene odvodnavanju meteornih voda na ravnih strehah. Plošče imajo zaradi višje volumnske mase odlične mehanske lastnosti. Polagamo jih lahko na betonske konstrukcije ali profilirano trapezno pločevino.



Dimenzije in toplotne lastnosti

Debelina (mm)	Toplotna prevodnost λ (W/mK)	Toplotna upornost R (m ² K/W)	Dolžina (mm)	Širina (mm)	Paketov na paleto	Površina na paleto (m ²)
40	0,038	1,05	1200	2000	32	76,80
50	0,038	1,30	1200	2000	26	62,40
60	0,038	1,55	1200	2000	22	52,80
80	0,038	2,10	1200	2000	16	38,40
100	0,038	2,60	1200	2000	13	31,20
120	0,038	3,15	1200	2000	11	26,40
140	0,038	3,65	1200	2000	9	21,60

Tehnične lastnosti

Lastnosti	Simbol	Opis/podatki	Enota	Standard
Toplotna prevodnost	λ	0,038	W/mK	SIST EN 12667
Odziv na ogenj	-	razred A1	-	SIST EN 13501-1
Tališče	-	> 1000	°C	DIN 4102/ T17
Faktor upora difuziji vodne pare	μ	1	-	SIST EN 12086
Specifična toplota	c_p	1030	J/kgK	SIST EN 10456
Tlačna trdnost	CS(10)	≥ 70	kPa	SIST EN 826
Točkovna tlačna trdnost	PL(S)	≥ 650	N	SIST EN 12430
Debelinska toleranca	-	TS	-	SIST EN 823
Vodovpojnost – absorpcija vode (kratkoročna)	WS	≤ 1	kg/m ²	SIST EN 1609
Vodovpojnost – absorpcija vode (dolgoročna)	WL(P)	≤ 3	kg/m ²	SIST EN 12087

PREDNOSTI

- Visoka požarna zaščita – razred odziva na ogenj A1
- Odlična toplotna izolativnost – toplotna prevodnost $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$
- Odlične mehanske lastnosti – tlačna trdnost CS(10) 70 kPa
- Visoka toplotna in dimenzijska stabilnost
- Visoka paropropustnost – faktor paropropustnosti $\mu = 1$
- Kemijska nevtralnost in odpornost na staranje

Oznaka po SIST EN 13162: MW-EN 13162-T5-CS(10)70-TR10-PL(5)650-WS-WL(P)-MU1





Knauf Insulation SmartRoof Hard – izolacijske plošče za povečane obremenitve ravne strehe

PREDNOSTI

- Visoka požarna zaščita – razred odziva na ogenj A1
- Odlična toplotna izolativnost – toplotna prevodnost $\lambda = 0,040$ W/mK
- Odlične mehanske lastnosti – tlačna trdnost CS(10) 90 kPa
- Visoka toplotna in dimenzijska stabilnost
- Visoka paropropustnost – faktor paropropustnosti $\mu = 1$
- Kemijska nevtralnost in odpornost na staranje

Knauf Insulation SmartRoof Hard so trde strešne plošče iz kamene volne za povečane obremenitve ravnih streh, ki se zaradi svojih odličnih tehničnih lastnosti uporabljajo kot toplotna, zvočna in požarna izolacija v sistemih toplih zatesnenih ravnih streh. Zaradi izredno dobrih mehanskih lastnosti se lahko vgrajujejo samostojno ali kot zgornji sloj v kombinaciji s podložnimi ploščami SmartRoof Thermal ali SmartRoof Top. Plošče imajo zaradi višje volumnske mase visoko tlačno trdnost in jih uporabljamo na ravnih strehah, kjer se pričakuje večje tlačne obremenitve (servisne pohodne poti, fotovoltaika itd.). Polagamo jih lahko na betonske konstrukcije ali profilirano trapezno pločevino.



Dimenzije in toplotne lastnosti

Debelina (mm)	Toplotna prevodnost λ (W/mK)	Toplotna upornost R (m ² K/W)	Dolžina (mm)	Širina (mm)	Paketov na paleto	Površina na paleto (m ²)
80	0,040	2,00	1200	2.000	16	38,40
100	0,040	2,50	1200	2.000	13	31,20

Tehnične lastnosti

Lastnosti	Simbol	Opis/podatki	Enota	Standard
Toplotna prevodnost	λ	0,040	W/mK	SIST EN 12667
Odziv na ogenj	-	razred A1	-	SIST EN 13501-1
Tališče	-	> 1.000	°C	DIN 4102/ T17
Faktor upora difuziji vodne pare	μ	1	-	SIST EN 12086
Specifična toplota	c_p	1,030	J/kgK	SIST EN 10456
Tlačna trdnost	CS(10)	≥ 90	kPa	SIST EN 826
Točkovna tlačna trdnost	PL(S)	≥ 800	N	SIST EN 12430
Debelinska toleranca	-	T5	-	SIST EN 823
Vodovpojnost – absorpcija vode (kratkoročna)	WS	≤ 1	kg/m ²	SIST EN 1609
Vodovpojnost – absorpcija vode (dolgoročna)	WL(P)	≤ 3	kg/m ²	SIST EN 12087

Oznaka po SIST EN 13162:
MW-EN 13162-T5-CS(10)90-TR15-PL(S)800-WS-WL(P)-MU1

Knauf Insulation SmartRoof Top CTF1 – naklonske izolacijske plošče za ravne strehe

Knauf Insulation SmartRoof Top CTF1 so trde naklonske strešne plošče iz kamene volne, ki se v toplih zatesnenih ravnih strehah uporabljajo za zagotavljanje odvodnavanja meteornih voda. Na ta način lahko odpade faza vgradnje naklonskega betona ali izvedba osnovne konstrukcije v naklonu. Polagamo jih lahko na betonske konstrukcije ali profilirano trapezno pločevino v kombinaciji z osnovnimi izolacijskimi ploščami kamene volne za ravne strehe SmartRoof Top ali Hard. Poleg odvodnavanja zagotavljajo toplotno, požarno in zvočno izolacijo v sestavi ravne strehe. Plošče izdelujemo v naklonih od 1 % do 3 % v debelinah od 20 mm do 180 mm.



Dimenzije in toplotne lastnosti

Debelina (mm)	Toplotna prevodnost λ (W/mK)	Toplotna upornost R (m ² K/W)	Dolžina (mm)	Širina (mm)	Paketov na paleto	Površina na paleto (m ²)
20-180 mm	0,040	0,50–4,50	1.000	1.000	po dogovoru	po dogovoru

Tehnične lastnosti

Lastnosti	Simbol	Opis/podatki	Enota	Standard
Toplotna prevodnost	λ	0,040	W/mK	SIST EN 12667
Odziv na ogenj	-	razred A1	-	SIST EN 13501-1
Tališče	-	> 1.000	°C	DIN 4102/ T17
Faktor upora difuziji vodne pare	μ	1	-	SIST EN 12086
Specifična toplota	c_p	1,030	J/kgK	SIST EN 10456
Tlačna trdnost	CS(10)	≥ 60	kPa	SIST EN 826
Točkovna tlačna trdnost	PL(S)	≥ 600	N	SIST EN 12430
Debelinska toleranca	-	T5	-	SIST EN 823
Vodovpojnost – absorpcija vode (kratkoročna)	WS	≤ 1	kg/m ²	SIST EN 1609
Vodovpojnost – absorpcija vode (dolgoročna)	WL(P)	≤ 3	kg/m ²	SIST EN 12087

PREDNOSTI

- Visoka požarna zaščita – razred odziva na ogenj A1
- Dobra toplotna izolativnost – toplotna prevodnost $\lambda = 0,040$ W/mK
- Dobre mehanske lastnosti – tlačna trdnost CS(10) 60 kPa
- Zagotavljanje odvodnavanja ravne strehe
- Visoka paropropustnost – faktor paropropustnosti $\mu = 1$
- Kemijska nevtralnost in odpornost na staranje

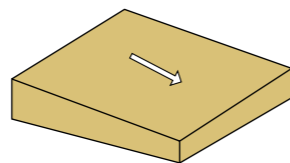
Oznaka po SIST EN 13162:
MW-EN 13162-T5-CS(10)60-TR10-PL(S)600-WS-WL(P)-MU1



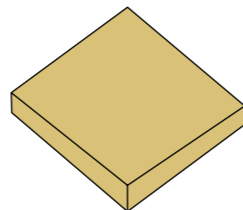
Vrste naklonskih izolacijskih plošč SmartRoof Top CTF 1

Odvodnjavanje padavinske vode lahko z uporabo naklonskih plošč SmartRoof Top CTF1 zagotovimo tudi na podlagah brez naklonov. Skupaj s projektantom se na podlagi tlorisa strehe in definiranih odtokov s pomočjo posebnega programa izriše plan polaganja plošč. Izvajalec poleg načrta na gradbišču prejme tudi kosovnico, na kateri so navedene posamezne vrste in skupna količina naklonskih plošč. Zaradi lažjega razumevanja oznak so v nadaljevanju prikazani osnovni tipi naklonskih plošč.

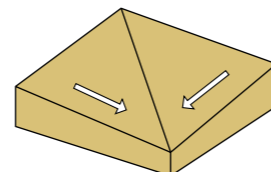
SmartRoof Top CTF 1 enosmerni naklon
dimenzije plošč 1.000 × 1.000 mm,
oznaka na načrtu 1, 2, 3 ...



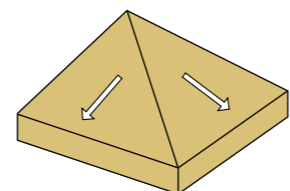
SmartRoof Top CTF 1 (Nullplatte)
dimenzije plošč 1.000 × 1.000 mm,
oznaka na načrtu F0, F1, F2, ...



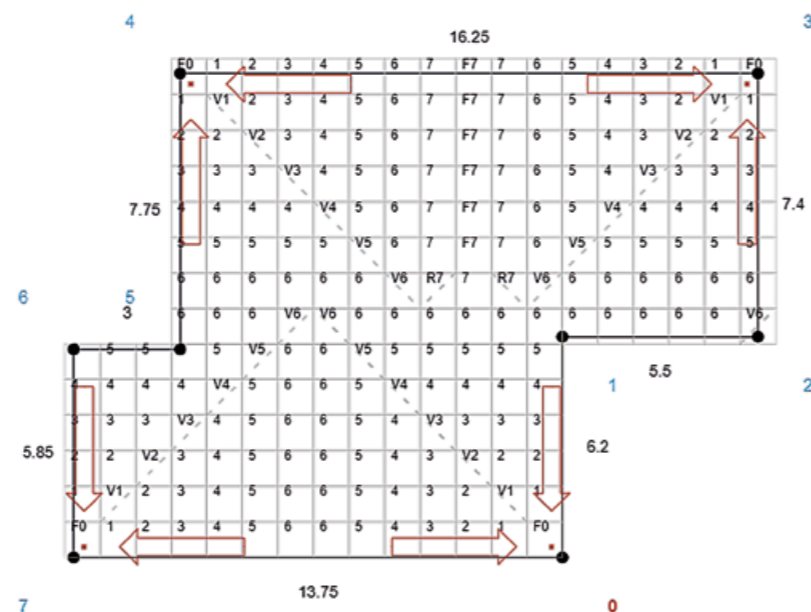
SmartRoof Top CTF 1 (Kehlplatte)
dimenzije plošč 1.000 × 1.000 mm,
oznaka na načrtu V1, V2, V3, ...



SmartRoof Top CTF 1 (Gratplatte)
dimenzije plošč 1.000 × 1.000 mm,
oznaka na načrtu R1, R2, R3, ...



Primer izrisa načrta ravne strehe z naklonskimi ploščami SmartRoof Top CTF1:



Knauf Insulation dodatni izolacijski elementi za ravne strehe – trapezna polnila

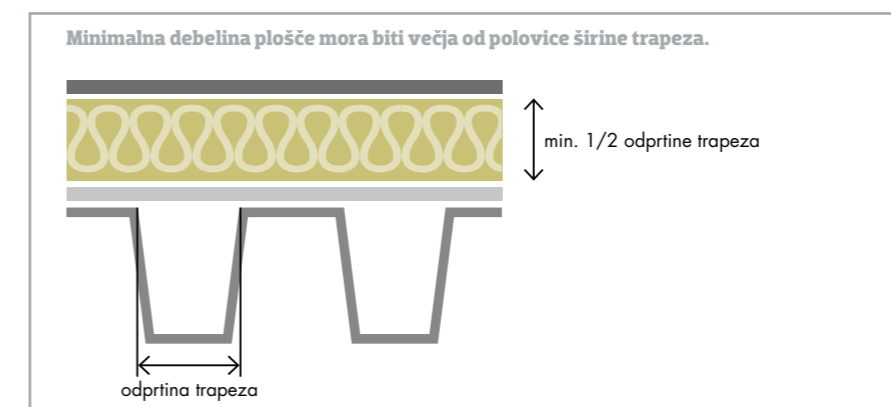
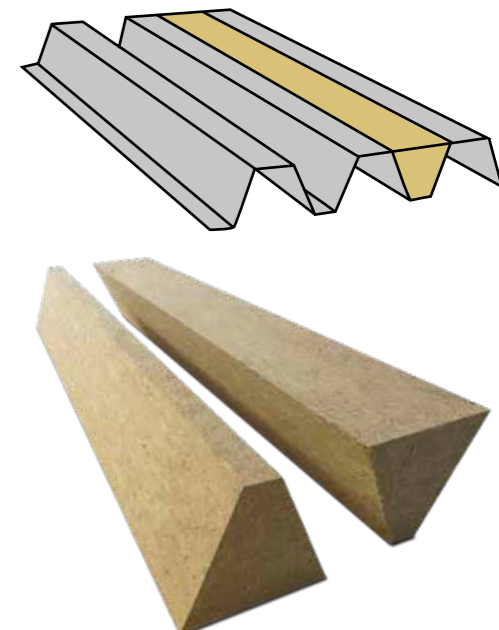
Knauf Insulation TRAPEZNA POLNILA SmartRoof Thermal

Polna trapezna polnila iz kamene volne uporabljamo za izboljšanje požarne varnosti in akustike na ravnih strehah, kjer je nosilna podlaga iz visoko profilirane trapezne pločevine.

Po nemških smernicah za industrijsko gradnjo (Die Industriebaurichtlinie) na ravnih strehah s podkonstrukcijo iz visoko profilirane pločevine dosežemo z zapolnitvijo trapezov okoli vseh prebojev s polnimi polnili iz kamene volne pasivno zaščito za primer požara na mestih prebojev. Tako preprečimo širjenje požara skozi prazna mesta med trapezi (skladno z zahtevo DIN 18234). Enako je treba trapeze zapolniti tudi na drugih mestih, kjer je trapezna pločevina prekinjena ali se dotika sten. V primeru perforiranih trapezov s polnili zagotovimo absorpcijo zvoka in izboljšamo akustiko prostora. Pri tem je priporočljivo uporabiti še akustično tkanino, ki jo predhodno položimo na perforacijo.

Polna trapezna polnila lahko uporabimo tudi kot podporo izolacijskemu sloju, če je projektirana debelina izolacije premajhna, da bi zagotavljala zadostno nosilnost prek trapeznih odprtin. V takem primeru moramo zapolniti trapeze po celotni površini strehe, in sicer s polnili, rezanimi iz osnovnih podložnih plošč za ravne strehe SmartRoof Thermal. Dimenzije trapeznih polnil se izdelajo po naročilu glede na tip trapezne pločevine.

Pri polaganju plošč na trapezno profilirani pločevini je treba upoštevati kriterij nosilnosti izolacijske plošče med dvema oporoma. Velja pravilo, da mora biti minimalna debelina izolacijske plošče kamene volne večja od polovice širine trapezne odprtine, drugače lahko pride do prevelikih povosov in mehanskih poškodb (lomljenja) izolacijskih plošč. To pravilo velja za vse predhodno omenjene strešne plošče, razen za plošče SmartRoof All-Fix Thermal.



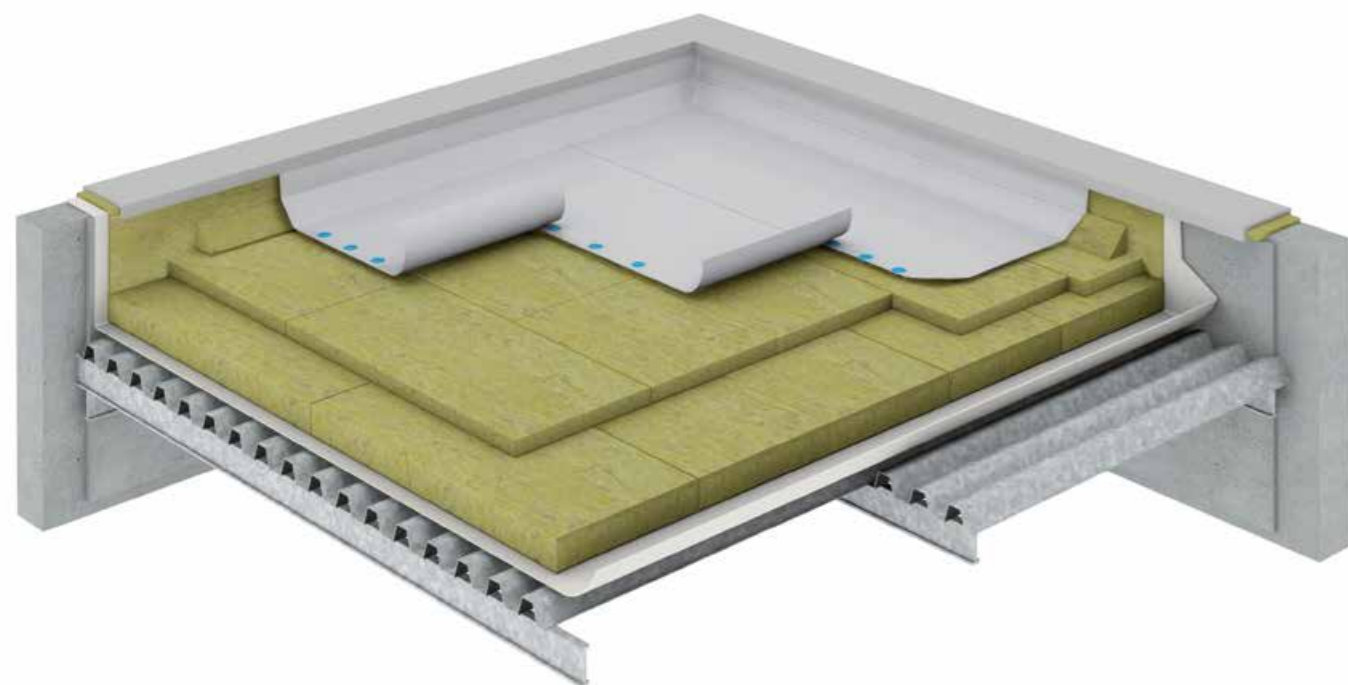
Razdalja med trapezoma	Minimalna zahtevana debelina strešnih plošč
100 mm	50 mm
120 mm	60 mm
140 mm	70 mm
160 mm	80 mm

Knauf Insulation dodatni izolacijski elementi za ravne strehe – trikotni klini

Knauf Insulation TRIKOTNI KLINI KL

Trikotni klini iz kamene volne Knauf Insulation KL so namenjeni kakovostnemu odvodnjavanju padavinske vode na stiku ravne strehe z atiko in s tem preprečiti zastajanja vode v vogalih. Poleg tega z vgradnjo naklonskih klinov ob notranjem delu atike preprečimo prehod hidroizolacijskih membran pod ostrim kotom in s tem pozitivno vplivamo na trajnost hidroizolacijskega sloja.

Na voljo so v dimenzijah 80 × 80 mm in 100 × 100 mm, rezani pod kotom 45° in dolžine 1.000 mm.



TEHNIČNA PRIPOROČILA KNAUF INSULATION ZA VGRADNJO IZOLACIJSKIH PLOŠČ KAMENE VOLNE NA RAVNIH STREHAH

Toplotno izolacijske plošče za ravne strehe Knauf Insulation lahko polagamo na vsako kakovostno izvedeno strešno konstrukcijo, če trdnostno in statično ustreza zahtevanim kriterijem ter so projektantsko predvideni vsi elementi, potrebni za funkcionalnost določene strehe.

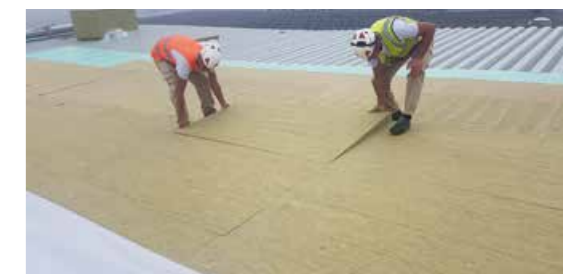
Sistem polaganja plošč SmartRoof je odvisen od podlage strešne sestave. Pred začetkom del mora izvajalec preveriti, ali je površina podlage primerna za izvajanje njegovih storitev.

Treba je upoštevati naslednje:

- Izolacijske plošče se polagajo samo na suho podlago nosilne strešne konstrukcije.
- Vgrajujejo se vedno suhe in nepoškodovane izolacijske plošče.
- Nosilna podlaga je v skladu z dopustnimi gradbenimi tolerancami in zahtevan naklon strehe je najmanj 2 %, s posebnimi ukrepi lahko tudi manj.
- Pri izvedbi polaganja je treba upoštevati možnost zunanjih vplivov (dež, sneg ...) ter obvezno izvajati t. i. dnevne zaključke in s tem preprečiti kakršna koli omočenja izolacije.
- Izolacijske plošče kamene volne za ravne strehe so namenjene predvsem klasičnim toplim zatesnjenim ravnim streham za pogojno pohodno izvedbo, namenjene predvsem za potrebe servisiranja, vzdrževanja. Za izvedbo servisnih poti se zgornji sloj plošč SmartRoof Top nadomesti s tlačno tršimi ploščami SmartRoof Hard.
- Pri enoslojnem polaganju strešnih plošč se vedno uporabljajo plošče SmartRoof Top ali SmartRoof Hard. V teh primerih se plošče SmartRoof Thermal ne vgrajujejo.
- Ob vgradnji kombinacije strešnih plošč SmartRoof Thermal in SmartRoof Top se plošče SmartRoof Thermal vedno vgrajujejo kot spodnji prvi sloj, prek katerega se položi zgornji sloj plošč SmartRoof Top z debelino, večjo od 50 mm.
- Izolacijske plošče za ravne strehe se dostavljajo na gradbišče na paletah in se pri dvigovanju na samo streho ne smejo postavljati neposredno na že izvedene sloje toplotne izolacije in hidroizolacijske membrane, pred tem je te površine treba zaščititi s ploskovnimi ploščami (OSB, lesno vezane plošče, iverne plošče, XPS ...).
- Pri transportu materialov in druge opreme prek izolacijskih slojev je treba na teh mestih poskrbeti za zaščito izolacijskega sloja s ploskovnimi ploščami (OSB, iverne plošče ...).
- Pred zapiranjem toplotne izolacije z zgornjo hidroizolacijsko membrano je treba zagotoviti, da je presek strešne konstrukcije skupaj z izolacijo povsem suh.
- Izolacija ravnih streh s ploščami kamene volne ni primerna za površine, na katerih so predvidene večje obtežbe (intenzivna zelena streha) in pohodne (terase) in povozne površine (parkirišča).



Transportni voziček za palete po strehi



Vgrajevanje strešnih plošč



Izvedba in zaščita izolacije, t. i. dnevni zaključki



Palete strešnih plošč kamene volne na strehi

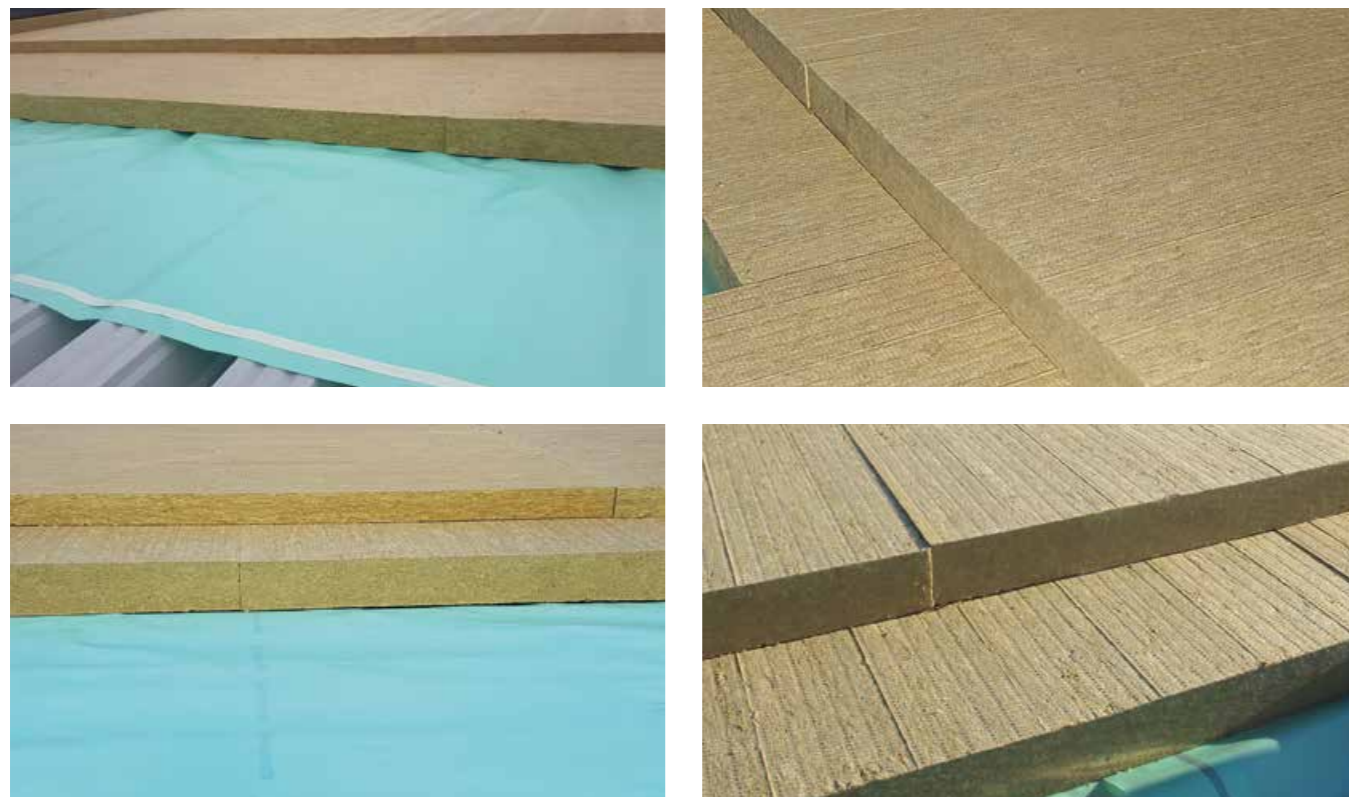
PRAVILA POLAGANJA STREŠNIH PLOŠČ KNAUF INSULATION SmartRoof

Plošče kamene volne se vgrajujejo v sistemih toplih zatesnjenih streh, kjer je spodaj na topli strani izolacije obvezno zrakotesno vgrajena parno zaporo z ustrezno zaporno vrednostjo za prehod vodne pare (Sd), na zgornji strani izolacijskih plošč kamene volne pa se lahko vgrajujejo vse vrste hidroizolacijskih membran (bitumenski trakovi, PVC-trakovi, TPO-membrane, EPDM ...). Med izolacijskimi ploščami kamene volne in hidroizolacijsko membrano ni potrebna vgradnja ločilnega filca, kot je to pri umetnih penjenih izolacijskih proizvodih.

Pri ploskovno celih podlagah (AB-plošča, prefabricirane prednapete betonske plošče, lesene podlage ...) je polaganje izolacijskih plošč SmartRoof preprosto: vgradnja z zamikom vsaj 1/3 dolžine plošče, ena plošča do druge, tesno in brez večjih zračnih reg. Pri večji debelinah toplotnih izolacij (> 12 cm) se v praksi izvaja dvoslojno polaganje, pri čemer je spodnji podložni sloj (SmartRoof Thermal) večje debeline kot zgornji pokrivni sloj (SmartRoof Top, SmartRoof Hard). Enako

je treba upoštevati zamik med ploščami spodnjega in zgornjega sloja ter tesno prileganje plošč. Kot podložne plošče lahko v primeru dvoslojnega polaganja uporabimo SmartRoof Thermal z nekoliko nižjo tlačno trdnostjo in boljšo toplotno izolativnostjo, vendar le kot prvi sloj, prek katerega vedno polagamo še sloj SmartRoof Top, za potrebe servisnih poti oziroma večjih naknadnih obremenitev strehe pa plošče SmartRoof Hard.

Izvedbe večslojnega polaganja strešnih plošč

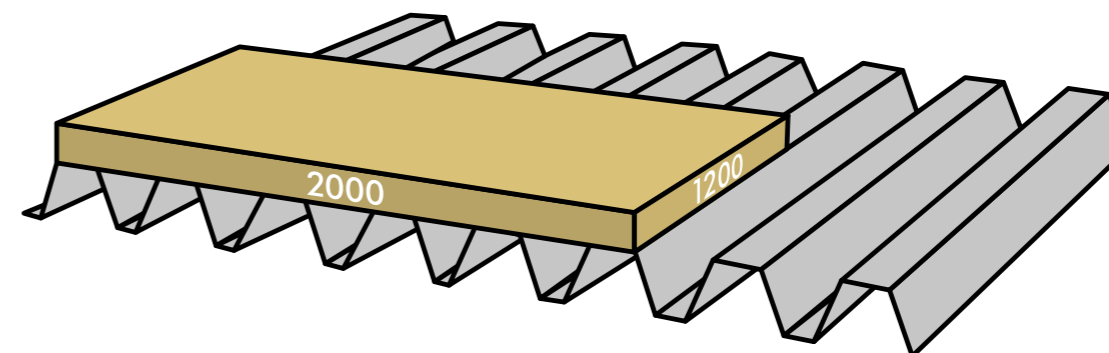


Pri trapezno profilirani ploščevini je pomembno pravilo, da je minimalna debelina izolacijskih plošč vsaj 1/2 svetle razdalje med trapezoma na zgornji strani ter da se plošče polagajo vzporedno na os

trapezov z dimenzijo 1.200 mm in prečno z dimenzijo 2.000 (1.000) mm, pri čemer se dve sosednji plošči vedno stikata na trapeznem grebenu (velja samo pri enoslojnem polaganju izolacije). Razlog je usmeritev vlaken

kamene volne (tehnologija izdelka), ki daje v osni smeri boljšo upogibno trdnost. Pri enoslojnem polaganju izolacije je obvezna uporaba izolacijskih plošč višje tlačne trdnosti SmartRoof Top ali SmartRoof Hard.

Pravilno polaganje strešnih plošč SmartRoof Top ali SmartRoof Thermal na trapezno ploščevino



Pritrjevanje strešnih izolacijskih plošč

Vse vrste ravnih streh je treba zavarovati oziroma pritrditi pripadajoče plasti zaradi delovanja vetra, kot to zahteva DIN 1055-4. Odvisno od vrste toplotno izolacijskega sloja, sistema vgrajevanja in hidroizolacijskega sloja lahko to storimo z obtežitvijo (prodec), z lepljenjem (PV-lepila, bitumen) ali z mehansko pritrditvijo (namenski vijaki oziroma druga točkovna sidra). Primernost pritrdilnega sistema in pripadajočih elementov določi ponudnik sistema

oziroma proizvajalec pritrdilnega materiala. Pri načrtovanju je treba natančno opredeliti potrebne ukrepe in način izvedbe pritrdjevanja, odvisno od objekta, lokacije in lege objekta, možnih dodatnih zahtev in sistemskih rešitev proizvajalca hidroizolacijskih slojev.

Upoštevati je treba pravila in postopke za izvedbo, ki jih predpisuje in priporoča konkreten proizvajalec ali ponudnik hidroizolacijskega sloja.

Hidroizolacija je najpomembnejši element vsakega sistema ravne strehe, zato je treba strogo upoštevati vsa potrebna navodila in izvedbo detajlov.

Nadgradnje hidroizolacijskih slojev (npr. prodnata nasutja, pohodne površine, ozelenitev) so poglavje zase in jih tu ne bomo opisovali. Informacije in tehnične rešitve zanje ter tudi za vse druge nejasnosti dobite pri proizvajalcih konkretnih materialov in sistemov.



KNAUF INSULATION

TUKAJ SMO ZA VAS!

KNAUF INSULATION, d.o.o.,

Škofja Loka, Trata 32,
4220 Škofja Loka, Slovenija

Telefon: +386 (0)4 5114 000

E-mail: prodaja.slovenia@knaufinsulation.com
svetovanje@knaufinsulation.com

www.knaufinsulation.si



ZDRAVJE IN EKOLOGIJA

Podjetje Knauf Insulation je eden največjih svetovnih proizvajalcev izolacijskih materialov. Na več kot 30 proizvodnih lokacijah, z več kot 5000 zaposlenimi in 60-letno tradicijo proizvajamo izolacijske materiale iz kamene, steklene in lesne volne ter tako trgu nudimo celovite izolacijske rešitve. Vgradnja plošč KNAUF INSULATION omogoča zdravo in prijetno bivanje, saj njihove lastnosti izboljšujejo mikroklimo v prostoru ter hkrati zagotavljajo odlično toplotno, zvočno in protipožarno izolacijo. Z vgradnjo izolacijskih materialov KNAUF INSULATION povečujemo energetske učinkovitost stavb in prispevamo k manjšemu obremenjevanju okolja.

Naše tehnične in ostale informacije prikazujejo sedanje stanje znanja in izkušenj. Opisani primeri uporabe so priporočeni, za specifične načine uporabe pa ne moremo prevzeti jamstva. V primeru nejasnosti se posvetujte z našo tehnično svetovalno službo.

challenge.
create.
care.