

ROCKWOOL®

PLOCHÉ STŘECHY

Tepelné, zvukové a protipožární izolace

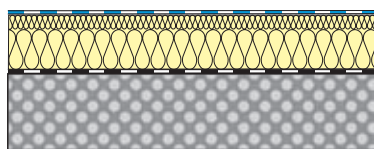


www.rockwool.cz

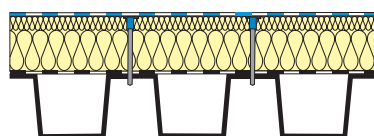
*Podporujeme program
Zelená úsporám*



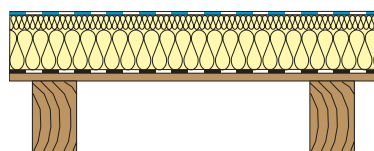
1. Než začnete s realizací ploché střechy...



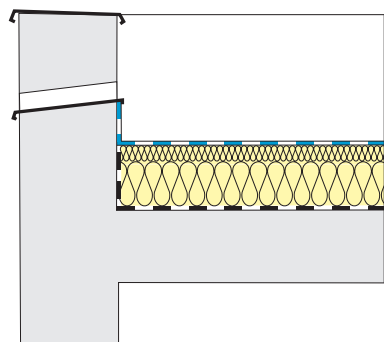
Jednoplášťová střecha na betonové nosné konstrukci (obr. 1)



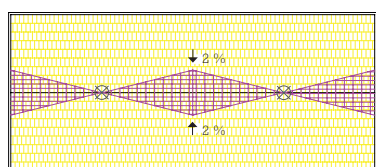
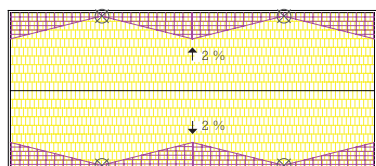
Jednoplášťová střecha na trapézovém plechu (obr. 2)



Jednoplášťová střecha na dřevěné konstrukci (obr. 3)



Bezpečnostní odvodnění pojistným přepadem (obr. 4)



Ukázky spádování střech deskami Rockwool ke vtokům (obr. 5)

Požadavky na navrhování plochých střech

- Plochá střecha je stavební konstrukce nad vnitřním prostředím, vystavená přímému působení atmosférických vlivů a podílejí se na zabezpečení požadovaného stavu v podstřeší.
- Plochá střecha je ta, která nemá sklon střešní roviny větší jak 5°.
- Min. sklon pro ploché střechy se doporučuje 2 % v ploše a 1 % v úžlabí.
- Střechu navrhujeme tak, aby po dobu své životnosti odolávala mechanickému a dynamickému namáhání, střecha nesmí propouštět vodu ani vlhkost v kapalném skupenství do střešní konstrukce.
- Střecha musí splňovat tepelněizolační požadavky ČSN 73 0540 : 2002.
- Střecha se navrhuje tak, aby odolávala koroznímu namáhání, chemickým, biologickým, elektromagnetickým a atmosférickým vlivům.
- Akustické vlastnosti střechy kontrolujeme výpočtem vzduchové neprůzvučnosti s dodržением hygienických požadavků na hluk podle ČSN 73 0532.
- Projektový návrh střechy musí plně a jednoznačně určit materiálové, technologické, konstrukční i provozní řešení střechy.
- V projektu je třeba uvést rozměry a sklony střešních ploch, způsob odvodnění, pojistné odvodnění pomocí chrličů plnicích funkcí při ucpání vnitřních vtoků, prostupy, předepsat skladbu vrstev včetně jejich tloušťek a potřebných fyzikálních údajů, řešení dilatací, způsob kotvení, vykreslit detaily všech atypických míst, zohlednit zatížení bodové a plošné na střešní plášť, navrhnout provozní řešení střechy včetně způsobu údržby.
- Při použití parotěsné zábrany je nutno používat dvoustupňové vpusti tak, aby byla odvodněna i parozábrana po dobu montáže.
- Každá odvodňovaná plocha by měla být osazena min. dvěma odtokovými místy (neplatí pro podstřešní žlaby).
- Oblast vtoku musí být zapuštěna min. 5 mm pod sousedící plochu střechy.
- Maximální vzdálenost vtoků od atik a od rozvodí střešních ploch by neměla překročit 15 m.
- Bezpečnostní přepad umísťujeme při odvodňovaném úžlabí v nejnižším místě hydroizolace u atiky s převýšením o předepsanou výšku.
- Maximální vzdálenost vtoků ve žlabech nebo úžlabích od jejich konců nebo rozvodí v těchto žlabech či úžlabích by neměla překročit 15 m.
- V případě nebezpečí zamrznutí vtoků nebo žlabů je možné tyto prvky vyhřívat, zásadně se používá bezpečné nízké napětí 24 V.

Požadavky na navrhování plochých střech řeší:

- ČSN 73 1901 – Navrhování střech
 - ČSN 73 0540 – Tep. ochrana budov
 - ČSN 73 0035 – Zatížení stavebních konstrukcí
 - ČSN ENV 1991-4 – Zásady navrhování zatížení konstrukcí
 - ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb/nevýrobní objekty
 - ČSN 73 0804 – Požární bezpečnost staveb/výrobní objekty
 - ČSN 73 0600 – Hydroizolace staveb
 - ČSN 73 3610 – Klampierské práce stavebné (změna 1-11/97, 2-7/98)
 - ČSN 73 0532 – Akustika, ochrana proti hluku, požadavky
 - ČSN EN ISO 6946 – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – výpočtová metoda
- Pravidla pro navrhování a provádění střech – Cech klempířů, pokrývačů a tesařů ČR

Základní požadavky na bezpečnost a vlastnosti plochých střech

Plochá střecha musí být navrhnutá a zhotovená tak, aby byla při respektování hospodárnosti vhodná na určené použití a aby zároveň plnila základní požadavky, kterými jsou:

- mechanická odolnost a stabilita
- požární bezpečnost stavby
- ochrana proti hluku
- bezpečnost při používání
- úspora energie a ochrana tepla

2. Návrh a posouzení tepelné izolace střešní konstrukce

Normové požadavky pro ploché střechy

Požadavky ČSN 73 0540	Normové hodnoty U_N [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]		Minimální tloušťka tepelné izolace* (požadovaná/doporučená)
	Požadovaná	Doporučená	
Střecha plochá	0,24	0,16	A. na trapézovém plechu 180 / 260 mm B. nad betonovým stropem 160 / 240 mm
Celoroční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce v $kg/m^2/rok$ (G_{KSI}) – max.	0,10		
Relativní vnitřní vlhkost vzduchu (φ_i)	50 %		

Tabulka č. 1

* Pozn: bez uvažování vlivu ostatních vrstev na součinitel prostupu tepla

U_N = součinitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)

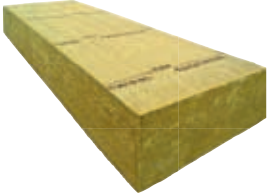
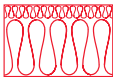
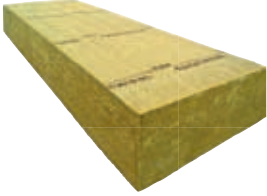
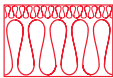
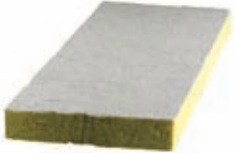
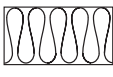
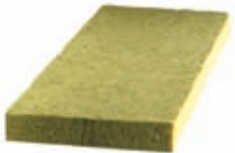
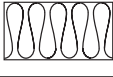
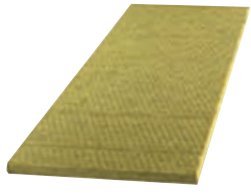
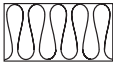
Vnitřní teplota vzduchu $\theta_{ai} = 20$ °C

Vnější teplota vzduchu $\theta_{e} = -15$ °C

Pro nepřerušované vytápění je stanovena bezpečnostní teplotní přírážka $\theta_{si} = 0,5$ °C.

Zkondenzovaná voda nesmí ohrozit stavební konstrukci.

Doporučené materiály pro ploché střechy

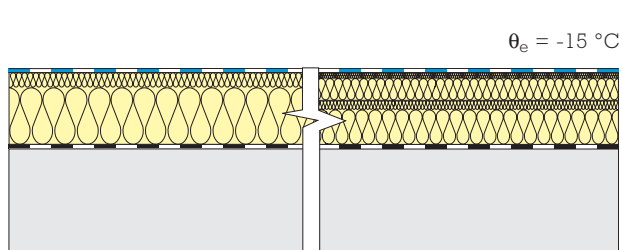
Název	Popis	Parametry
 <p>Desky Monrock MAX E</p> 	<p>Pevná dvouvrstvá tuhá deska. Tuhá horní vrstva zajišťuje vynikající odolnost vůči mechanickému namáhání. Vysoké bodové zatížení. Velmi dobré mechanické vlastnosti. Řešení s jednou vrstvou šetří náklady.</p>	<p>Tloušťka desky: 60–240 mm Rozměry: 600 × 1 000 mm 600 × 2 000 mm 1 200 × 2 000 mm</p> <p>$\lambda_D = 0,038 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Bodové zatížení $F_p > 600$ N Napětí v tlaku $\sigma_{10} > 40$ kPa Pevnost v tahu $\sigma_{mt} > 10$ kPa</p>
 <p>Desky Hardrock MAX</p> 	<p>Pevná dvouvrstvá tuhá deska. Extrémně tuhá horní vrstva zajišťuje vynikající odolnost vůči mechanickému namáhání. Velmi vysoké bodové zatížení. Vynikající mechanické vlastnosti. Řešení s jednou vrstvou šetří náklady.</p>	<p>Tloušťka desky: 50–160 mm Rozměry: 600 × 2 000 mm 1 200 × 2 000 mm</p> <p>$\lambda_D = 0,040 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Bodové zatížení $F_p > 800$ N Napětí v tlaku $\sigma_{10} > 70$ kPa Pevnost v tahu $\sigma_{mt} > 10$ kPa</p>
 <p>Desky Megarock MAX</p> 	<p>Pevná jednovrstvá tuhá deska. Extrémně tuhá horní armovaná 3mm vrstva cementu zajišťuje vynikající odolnost vůči mechanickému namáhání. Vynikající mechanické vlastnosti. Pro koridory, chodníky, pochozí mezistřešní žlaby a pro terasy (pod dlažbu na terče).</p>	<p>Tloušťka desky: 60–160 mm Rozměry: 1 000 × 1 200 mm</p> <p>$\lambda_D = 0,040 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Bodové zatížení $F_p > 1 800$ N Napětí v tlaku $\sigma_{10} > 80$ kPa Pevnost v tahu $\sigma_{mt} > 15$ kPa</p>
 <p>Desky Dachrock</p> 	<p>Pevná jednovrstvá tuhá deska. Polotovar pro spádové vrstvy, spádové klíny, protispádové a atikové klíny systému ROCKFALL. Velmi dobré mechanické vlastnosti.</p>	<p>Tloušťka desky: 40–80 mm Rozměry: 600 × 2 000 mm 1 200 × 2 000 mm</p> <p>$\lambda_D = 0,041 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Bodové zatížení $F_p > 550$ N Napětí v tlaku $\sigma_{10} > 70$ kPa Pevnost v tahu $\sigma_{mt} > 15$ kPa</p>
 <p>Desky F-Rock ND</p> <p>Desky F-Rock HD</p> 	<p>Polotuhá jednovrstvá deska. Určená do plochých střech s kombinací tepelněizolačních materiálů. Zajistí ochranu hořlavých částí střechy proti rychlému vzplanutí a zatížení těchto typů střech do druhu konstrukce DP1 pro požadovaný čas požární odolnosti.</p>	<p>Tloušťka desky: 20, 30, 60 mm Rozměry: 600 × 1 000 mm</p> <p>$\lambda_D = 0,037 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Napětí v tlaku $\sigma_{10} > 20$ kPa</p> <p>Tloušťka desky: 20, 30 mm Rozměry: 600 × 1 000 mm</p> <p>$\lambda_D = 0,039 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Napětí v tlaku $\sigma_{10} > 30$ kPa</p>

Tabulka č. 2

Ukázky některých realizací plochých střech

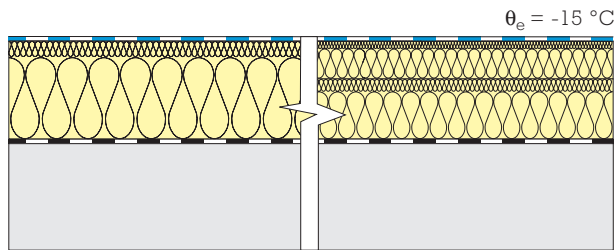
Návrh a posouzení tepelné izolace střešní konstrukce

1. Při konstantní tloušťce tepelné izolace



obr. 6

$\theta_{ai} = +20 \text{ °C}$, $\varphi_i = 60 \%$



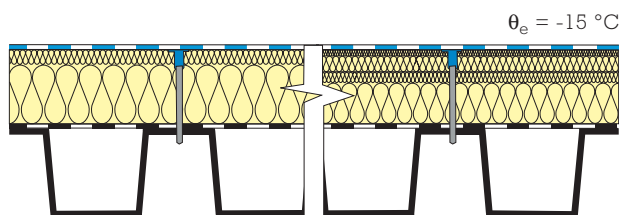
obr. 7

$\theta_{ai} = +20 \text{ °C}$, $\varphi_i = 50 \%$

Železobetonový strop

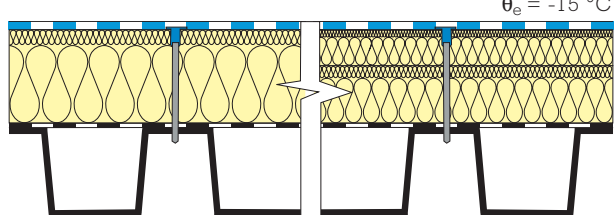
Hydroizolace	5 mm
MONROCK MAX E	160 mm
Parozábrana (lepené/svařované spoje)	$r_d > 100 \text{ m}$
Železobetonový panel tloušťky	200 mm
Součinitel prostupu tepla	$U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Hydroizolace	5 mm
MONROCK MAX E	240 mm
Parozábrana (lepené/svařované spoje)	$r_d > 100 \text{ m}$
Železobetonový panel tloušťky	200 mm
Součinitel prostupu tepla	$U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$



obr. 8

$\theta_{ai} = +20 \text{ °C}$, $\varphi_i = 50 \%$



obr. 9

$\theta_{ai} = +20 \text{ °C}$, $\varphi_i = 50 \%$

Trapézový plech

Hydroizolace	5 mm
MONROCK MAX E	180 mm
Parozábrana (lepené/svařované spoje)	$r_d > 100 \text{ m}$
Trapézový plech	160 mm
Součinitel prostupu tepla	$U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Hydroizolace	5 mm
MONROCK MAX E	260 mm
Parozábrana (lepené/svařované spoje)	$r_d > 100 \text{ m}$
Trapézový plech (tl. max. 1 mm)	160 mm
Součinitel prostupu tepla	$U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

**Konstrukce splňuje požadavky
ČSN 73 0540-2 U_N požadovaný $0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$**

**Konstrukce splňuje požadavky
ČSN 73 0540-2 U_N doporučený $0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$**

Ukázky některých realizací plochých střech



Kotvení povlakové hydroizolace
(obr. 10)



Montáž spádového systému
(obr. 11)



Montáž tepelněizolačního souvrství u atiky
(obr. 12)

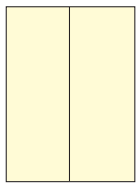
2. Při proměnné tloušťce tepelné izolace

2. 1. Přesným výpočtem

Pokud je v konstrukci střechy přítomna vrstva s proměnnou tloušťkou izolace a změny v tloušťce ovlivní hodnotu součinitele prostupu tepla, pak se součinitel prostupu tepla mění po ploše konstrukce. Proměnný součinitel prostupu tepla je možno nahradit jedinou hodnotou získanou integrací proměnné hodnoty přes celou plochu konstrukce. Změny v tloušťce tepelněizolačních vrstev je potřeba ve výpočtu součinitele prostupu tepla zohlednit. ČSN EN ISO 6946 uvádí v příloze C výpočtovou metodu pro zkosené vrstvy složené z rovinných klínovitých ploch a postup výpočtu.

- 1) **Konstrukce se rozdělí na části, které se liší tvarem a/nebo sklonem (jednoduché klínové plochy)**
- 2) **Vypočte se součinitel prostupu tepla U_j pro každou část podle vztahů uvedených v ČSN EN ISO 6946**
- 3) **Ze součinitelů prostupu tepla jednotlivých částí anebo dílčích ploch se nakonec vypočte součinitel prostupu tepla střešní konstrukce jako celku**

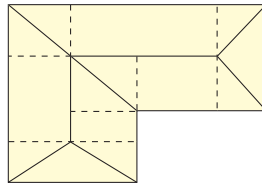
1) Příklad rozdělení konstrukce (např. střechy) na samostatné části:



(obr. 13)



(obr. 14)



(obr. 15)

Doplňkové rozdělení umožňující použití vztahů pro výpočet U pro dílčí zkosené vrstvy podle ČSN EN ISO 6946 (obr. 13, 14 a 15)

2) Vztahy pro výpočet součinitele prostupu tepla jednotlivých částí anebo dílčích ploch konstrukce (platí pro sklony do 5 %) jsou uvedeny v dalším textu. Značení je společné pro všechny případy:

- R_0 je odpor při prostupu tepla konstrukce kromě zkosené vrstvy (v hodnotě R_0 musí být řádně započteny vzduchové a nehomogenní vrstvy).
- R_1 tepelný odpor vypočtený zvlášť pro každou dílčí část podle vztahu:

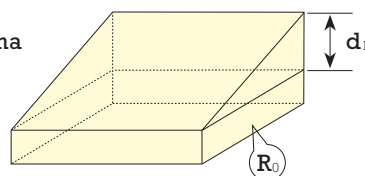
$$R_1 = d_1 / \lambda_1$$

d_1 je tloušťka zkosené vrstvy v nejvyšším bodě

λ_1 je součinitel tepelné vodivosti materiálu zkosené vrstvy

a) **pravoúhlá plocha**

$$U = \frac{1}{R_1} \cdot \ln\left(1 + \frac{R_1}{R_0}\right)$$



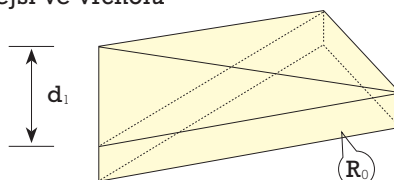
(obr. 16)

c) **trojúhelníková plocha, nejtenčí ve vrcholu**

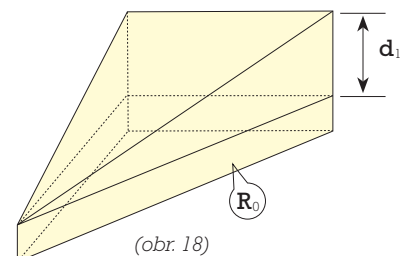
$$U = \frac{2}{R_1} \cdot \left[\left(1 - \frac{R_0}{R_1}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{R_1}{R_0}\right) \right]$$

b) **trojúhelníková plocha, nejsilnější ve vrcholu**

$$U = \frac{2}{R_1} \cdot \left[\left(1 + \frac{R_0}{R_1}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{R_1}{R_0}\right) - 1 \right]$$



(obr. 17)



(obr. 18)

3) Výpočet výsledného součinitele prostupu tepla $U = \sum(U_j \cdot A_j) / A$

2. 2. Jednoduchý postup

Spolehlivě bezpečný a nejrychlejší postup je posoudit skladbu v nejmenší tloušťce (R_0 , resp. U_0). Pokud vyhoví zde, skladba střechy (resp. tloušťka izolace) vyhoví v celé ploše.

3. Požární bezpečnost plochých střech



Střešní konstrukce používající dvojrsvtvý izolační materiál Monrock MAX E při testování podle ČSN EN 1365-2 (obr. 19)

Ploché střechy mohou významnou mírou přispět k šíření požáru. Požáry, při nichž se vznítily i ploché střechy, se řadí mezi nejnebezpečnější ničivé požáry s největšími škodami vůbec. Plochých střešních konstrukcí se týkají dva možné scénáře průběhu požáru:

- **Požární odolnost:** schopnost střechy zachovat si svoji celistvost, únosnost a izolační vlastnosti v případě požáru uvnitř budovy.
- **Vystavení vnějšímu požáru:** schopnost střechy zamezit šíření požáru po povrchu střechy nebo skrze střešní konstrukci v případě požáru přímo na povrchu střechy anebo v jeho blízkém okolí.

Vznícení shora je považováno za hlavní zdroj požárů pocházejících ze střechy; naproti tomu požární odolnost střechy zespodu je úplně zásadní pro to, aby osoby zdržující se uvnitř měly dostatek času na opuštění budovy. Na záchranu osob a majetku z budovy je třeba dostatek času; záchrané týmy mají největší obavy z toho, zda tuny a tisíce čtverečních metrů materiálu nad hlavou odolají tepelné zátěži – a po jak dlouhou dobu a zda způsobí flashover.

Izolační materiál ve střešní konstrukci je zpravidla právě tím, co značnou mírou ovlivňuje chování celé střešní konstrukce, tj. kolik kouře se při požáru uvolňuje, kolik sálajících kapek padá dolů a kolik poruch nejrůznějšího druhu se vyskytne – a jak dlouho od vzniku požáru.

Požární odolnost

Požární odolnost střechy všeobecně vzato znamená, jak dlouho splní konstrukce tato kritéria:

- **R:** Nosnost (dosažení určité deformace a rychlosti, s jakou k ní dochází, případně kompletní zřícení střechy).
- **E:** Celistvost (plameny nebo otvory určité velikosti).
- **I:** Izolace (překročení určité teploty na horním povrchu střechy).

K těmto označením se dále uvádí doba (v minutách), po kterou jsou příslušná kritéria splněna.

Střešní konstrukce na ocelovém plechu při použití dvovrstvého izolačního materiálu Monrock MAX E dosahují dlouhé časy požární odolnosti podle klasifikace evropské normy ČSN EN 13501-2 při testování podle ČSN EN 1365-2.

Klasifikace požární odolnosti REI 30 až REI 60 jsou k dispozici pro tyto situace:

- Tloušťka ocelového plechu 0,75–0,88 mm.
- Jedno anebo dvovrstvá izolace Rockwool s tloušťkou 160 mm až 240 mm.
- Zatížení sněhem ve všech případech až do 4 kN/m².
- Rozpětí až 7 m (v závislosti na sněhové oblasti a užitém statickém zatížení střechy).

Pokud je třeba v třídách REI 30 až REI 60 uvažovat s jinými situacemi, lze je vyhodnotit individuálně. Podrobnosti budou zaslány na vyžádání. Většina uvedených výsledků byla dosažena pro druhou sněhovou oblast (1,0 kN/m² statického zatížení) s rozpětím 6 m; lze je přepočítat i pro další kombinace zatížení sněhem, rozpětí a užitého statického zatížení. Výsledky platí pro běžné hydroizolace z bitumenu nebo fólie. Pro speciální případy máme k dispozici střešní skladby s požární odolností REI 60 minut.

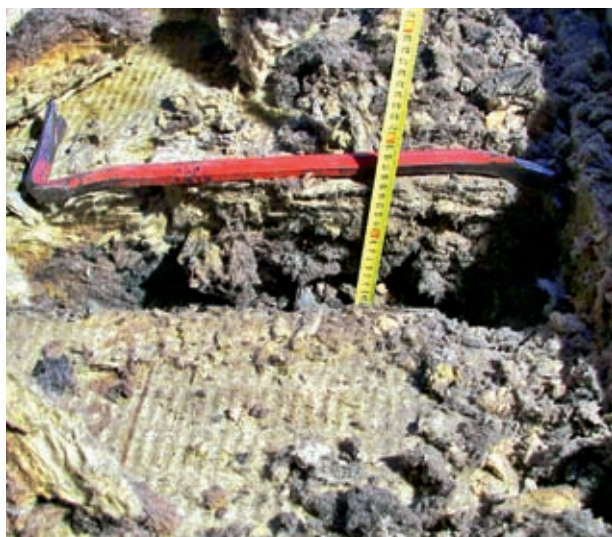
Vystavení vnějšímu požáru

Evropská metodika ENV 1187 obsahuje čtyři způsoby testování pro vyhodnocení parametrů střechy vystavené tepelnému zatížení shora. Výsledky jsou klasifikovány podle ČSN EN 13501-5 a jsou opatřeny indexy (t1) až (t4). Při zkoušení je střecha vystavena kombinovanému působení plamene, tepelného toku a bočního větru. Ploché střechy opatřené tepelnou a akustickou izolací Rockwool Monrock MAX E a Hardrock MAX spadají do nejlepších možných tříd – B_{ROOF} (t3) a B_{ROOF} (t4). (třídy t1 a t2 se týkají spíše povrchových úprav než samotné konstrukce střechy jako celku).

Výsledky zkoušek (t3) platí pro sklony střechy do 10° a pro tloušťky izolace 160 mm a více a všechny podklady bez

omezení (dřevěné bednění, panely na bázi dřeva – OSB apod., beton a trapézový plech).

Výsledky zkoušek (t4) platí pro sklon 0–70°, střechy opatřené izolací o tloušťce alespoň 70 mm a pro různé typy nehořlavých podkladů: ocelové plechy, betonové nosné konstrukce, nebo i dřevěný podklad za určitých podmínek. Výsledky (t3) i (t4) platí pro běžné hydroizolace z bitumenu nebo PE (TPO) a PVC-P fólie na izolačních deskách Rockwool. Ploché střechy opatřené všemi izolačními materiály Rockwool, které splňují třídu reakce na oheň A1 podle ČSN EN 13501-1, není třeba dále konstrukčně ani technologicky upravovat, aby byla dosažena a udržena uváděná klasifikační osvědčení požární odolnosti; nehořlavost samotného materiálu je sama o sobě zárukou požární bezpečnosti celé střešní konstrukce. Podrobnosti ke klasifikačním osvědčením požární odolnosti zašleme na požádání. Střešní desky Rockwool Monrock MAX E mají klasifikaci A1 podle ČSN EN 13501-1 s nulovým šířením požáru. Použitím produktů Rockwool se výrazně zvyšuje požární odolnost stavebních součástí.



Materiál Monrock MAX E vykazuje vysokou požární odolnost při testování podle EN 1365-2 po dobu 34 až 62 minut – bez významné změny tloušťky nebo známek poškození (obr. 21)

Bezpečnost návrhu

Chování střech na různé materiálové bázi je za požáru značně odlišné. Je rozdíl, zda například po deklarovaném čase požární odolnosti 15 minut dojde k masivnímu vzplanutí hořlavého materiálu, nebo se ztráta kritéria celistvosti po této době projeví jen malým plamínkem, který se dále nešíří a střecha dále nepůsobí jako zdroj plamene a kouře ani po mnohonásobně delší interval.

Bezpečnost montáže

Požární bezpečnost plochých střech a ostatních konstrukcí s kamennou vlnou Rockwool není mimořádně citlivá na montážní postupy při realizaci (např. otevřený oheň) – samotný materiál izolace je úplně nehořlavý a není třeba se bát jeho vznícení při selhání jakéhokoli aplikačního detailu. Naopak, silná vrstva kamenné vlny působí nejen jako účinná brzda prostupu tepla a tlumič zvuku, ale i jako absorbér tepla i při vystavení materiálu vysokým



Vystavení střechy vnějšímu požáru, test podle STN P ENV 1187. Třída B_{ROOF} (t4) v praxi: nulový průnik požáru z hořící hydroizolace přes materiál Monrock MAX E tloušťky 80 mm po dobu 60 minut (obr. 20)



Test vystavení střechy vnějšímu požáru podle ČSN P ENV 1187/A1. Třída B_{ROOF} (t3) v praxi: nulové šíření požáru po střeše nebo přes izolaci Monrock MAX E po dobu 60 minut (obr. 22)

teplotám při náhodném lokálním požáru (bod tavení vláken je bezpečně vyšší než 1 000 °C).

Bezpečnost evakuace

I když střechy obsahující velké množství hořlavého materiálu ve svém objemu, například izolaci na bázi plastů (ropné deriváty), mohou dosáhnout požadovaných tříd požární odolnosti a odolnosti proti vnějšímu požáru, tyto klasifikace nic nevypovídají o tvorbě kouře, která může být značná už od prvních minut po vzniku požáru a takto významně ztížit záchranu osob a budov. Doba vzniku rozsáhlého hoření pěnových plastů ve střešní konstrukci je často nepředvídatelná a má značné důsledky na unikající osoby a záchranné jednotky. Přístup záchranných jednotek nebo únik po povrchu střechy je možný jen v případě, že střecha pod nohama nevytvírá hustý kouř, netaví se a nehrozí nepředvídatelné objemové vzplanutí (tzv. flashover).

Požární odolnost plochých střech s izolací Rockwool a s izolacemi z pěnových plastů



Náhlé vzplanutí celého povrchu vzorku střechy s izolací z EPS po 10 minutách testu. (obr. 23)



Test střechy se dvěma vrstvami izolace: 4 cm Rockwool a 12 cm EPS. Opakované hašení plamenů v místě porušení celistvosti střechy. (obr. 24)



Test střechy s izolací PIR. Intenzivní vývin kouře trval až do vzplanutí izolačních desek. (obr. 25)



Test střechy s nehořlavou izolací Rockwool. (obr. 26)

Skladby plochých střech s tepelnou izolací z pěnových plastů, případně s kombinací tepelných izolací z různých materiálů, představují kvalitativně odlišné řešení oproti plochým střechám s izolací z kamenné vlny z hlediska jejich chování v případě požáru. Průběhy teplot v jednotlivých vrstvách izolace střechy jsou sice do jisté míry předvídatelné a dají se s určitou přesností i vypočítat, ale komplexní chování představuje situaci, kterou je nutno na simulovaném vzorku střechy odzkoušet prakticky. Obrovský vliv zde hraje smrštivost a mechanická napětí (deformace) u některých plastů, četnost a kvalita kotvení a mnoho dalších kritických okrajových podmínek, které pak musí být beze zbytku přeneseny do stavební praxe při realizaci. Takové testy požární odolnosti stejné skladby ploché střechy s různými tepelnými izolacemi prokázaly:

- **nejvyšší požární odolnost střechy s materiálem Rockwool Monrock MAX E**, a to 2× vyšší než při použití EPS (i při kombinaci s kamennou vlnou) a dokonce pětinasobnou než u střechy izolované PIR,
- **intenzivní vývin kouře ze vzorků střech obsahujících izolace z ropných produktů** (pěnové plasty) po jejich vystavení simulovanému požáru,
- **náhlé vzplanutí hořlavých tepelných izolací**, ke kterému došlo opakovaně po počátečním uhašení.

Srovnání chování střešních pláštů bylo provedeno podle normy EN 1365-2, jediné platné metodiky pro hodnocení požární odolnosti střech v EU. Identické vzorky střešních pláštů byly za stejných testovacích a okrajových podmínek podrobeny zkoušce v akreditované zkušební laboratoři a pod dohledem uznávaného nezávislého inspekčního orgánu TUV SÚD Czech. V tabulce jsou uvedeny testované skladby střešních pláštů a výsledky testů – jednotlivá kritéria požární odolnosti.

Vzorek střechy s izolací	Únosnost R	Celistvost E (plameny)	Izolace I (teplota)
EPS 16 cm	Nedosažena po dobu 10 min	10 min	6 min
RW 4 cm + EPS 12 cm	Nedosažena po dobu 13 min	13 min	13 min
PIR 10 cm	Nedosažena po dobu 5 min	5 min	5 min
RW 16 cm	34 min	27 min	27 min

- Legenda: RW – kamenná vlna Rockwool, EPS – expandovaný polystyrén, PIR – polyizokyanurát.
- Společné okrajové podmínky testů: trapézový plech TRP 153/280/0,75 mm, zatížení 109 kg/m², rozpon 4,5 m, statické schéma – krakorcový nosník.
- Průběh testů je zdokumentován v protokolech akreditované zkušební laboratoře (2008). Dohled nad výběrem komponentů do zkušebních vzorků, způsobem jejich sestavení a instalace a nad řádným průběhem testů je zdokumentován v inspekční zprávě TUV SÚD Czech č. 545/70/08/BT/IZ/B.

Rozdílné chování střešních pláštů při simulovaném požáru poukazuje na značně rozdílnou míru rizika a ohrožení osob jak po dobu trvání požáru, tak i po porušení kritérií požární odolnosti, při použití různých izolačních materiálů. Porušení celistvosti vzorku střechy s izolací z kamenné vlny Rockwool Monrock MAX se projevilo pouze malým plamínkem bez nutnosti hašení po dobu dalších 7 minut trvání testu. Bylo prokázáno, že dostatečná vrstva izolace Rockwool účinně chrání hořlavé hydroizolační vrstvy střešního pláště před jejich rozsáhlejší zapálením při požáru v budově.

Výsledky provedených testů nevylučují možnost dosažení lepších klasifikací i pro střešní pláště obsahující pěnové tepelné izolace. Testy jsou běžně prováděny bez odběru zkušebních vzorků třetí stranou, za použití speciálních opatření na ochranu hořlavých izolací (lem z kamenné vlny po obvodu, izolant s hliníkem, těsnění podélných švů TRP, speciální uzávěry kanálů v TRP, aplikace hliníkových parozábran), požární odolnost je často závislá na použití specifikovaných prvků (např. skelná tkanina s definovanými parametry) a na pečlivém provedení všech detailů, a není prokázána míra spolehlivosti a opakovatelnosti těchto výsledků.

Pro kombinované střešní pláště a ochranu hořlavých tepelných izolací ze spodní a nejlépe i z horní strany Rockwool nabízí výrobky F-Rock ND a F-Rock HD, na kterých byly provedeny informativní testy požární odolnosti pro prokázání splnění podmínek ČSN 73 0810 (podrobnější informace jsou uvedeny v technických listech těchto výrobků).

Z hlediska ekonomického provozu stavby začíná být zajímavé sledování všech nákladů – při potlačení požárních rizik na minimum lze také ušetřit určitou část pojištění: zahraniční pojišťovny důsledně rozlišují skladby střech s menšími riziky a škodami při požáru a tato (často katalogově schválená) projektová řešení staveb mají až 20 – 30% podporu formou snížení pojistných plateb.

4. Akustika ploché střechy

Příklad vhodného akustického řešení střechy

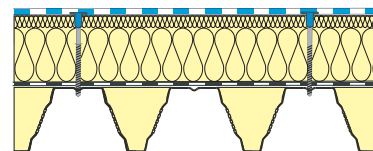
Velmi dobrých akustických výsledků dosáhneme u střechy z perforovaných kazetových plechů s vyplněním vln plechů v celém průřezu akustickými klíny Rockwool se sklotextilní separací klínů od trapézového plechu (viz obr. č. 27).

Při použití tlumicí fólie RAM (Rockwool Acoustic Membrány) mezi vrstvy tepelné izolace anebo při položení na trapézový plech v ploše střechy s plným trapézovým plechem se vzduchová neprůzvučnost R_w zvýší ze 45 dB na 48 dB.

U jednovrstvé pokládky desek Monrock MAX E je možné tlumicí fólii RAM instalovat přímo na nosný plech či parozábranu.



Výplň trapézového plechu akustickými klíny a sklotextilní separací (obr. 27)



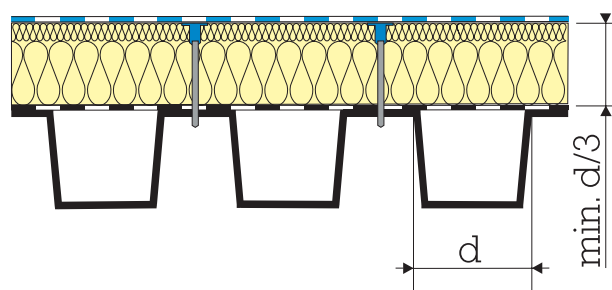
Řez střechou s perforovaným trapézovým plechem a akustickými klíny ve vlnách plechu (obr. 28)

Rockwool má vlastní certifikovaná akustická řešení plochých střech v mnoha skladbách.

5. Skladba a kladení tepelných izolací na plochých střechách

Na připravený únosný podklad střechy opatřený hydroizolací nebo parozábranou (asfaltový pás, PE fólie apod.) podle projektu položíme tepelně-izolační desky Monrock MAX E o velikosti 600 × 1 000 mm, (1 200 × 2 000, 600 × 2 000 mm) těsně na sraz. Desky doporučujeme pokládat delší stranou kolmo na profilování trapézových plechů.

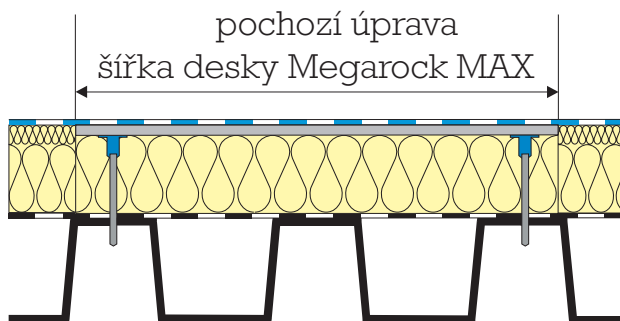
U složení izolantu ve dvou vrstvách dbáme na dostatečné překrytí spár spodní vrstvy deskami horní vrstvy, u jednovrstvého řešení dbáme na to, aby nám nevznikaly spáry širší než 5 mm. U jednovrstvé izolace orientujeme desky tak, aby vypálené označení na vrchní straně bylo orientované stále stejným směrem. Stabilitu a uchycení desek k podkladu provádíme mechanickým kotvením nebo lepením (PU nebo asfaltové lepidlo). Hydroizolace se mechanicky kotví souběžně s izolačními deskami k podkladu nebo se natahuje/lepí na předem nanesenou rovnoměrnou vrstvu asfaltu.



Minimální tloušťka desky Monrock MAX E na trapézovém plechu je 80 mm nebo $d/3$. Doporučujeme dodržovat max. vzdálenost mezi vpustěmi 15 m. (obr. 30)



Příklad možné nenavýšené pochozí úpravy (v rovině): desky Monrock MAX E jsou v prostoru se zvýšenou frekvencí pohybu nahrazeny deskami Megarock MAX s cementovou vrstvou nahoře, stejné tloušťky jako okolí nebo podloženými na stejnou tloušťku obklopující izolace (obr. 29)



Pokládka desek Megarock MAX a na nich krytina. (obr. 31)

Naopak příklad možné navýšené pochozí úpravy: do střechy s izolací Monrock MAX E jsou vloženy roznášecí desky, jako např. Cetris nebo Cembonit, OSB 3 nebo impregnovaná překližka. Povlaková hydroizolace může mít kontrastní barvu, aby byla jasně odlišena pochůzná oblast.

6. Spádování plochých střech

Sklon střechy je možné vytvořit

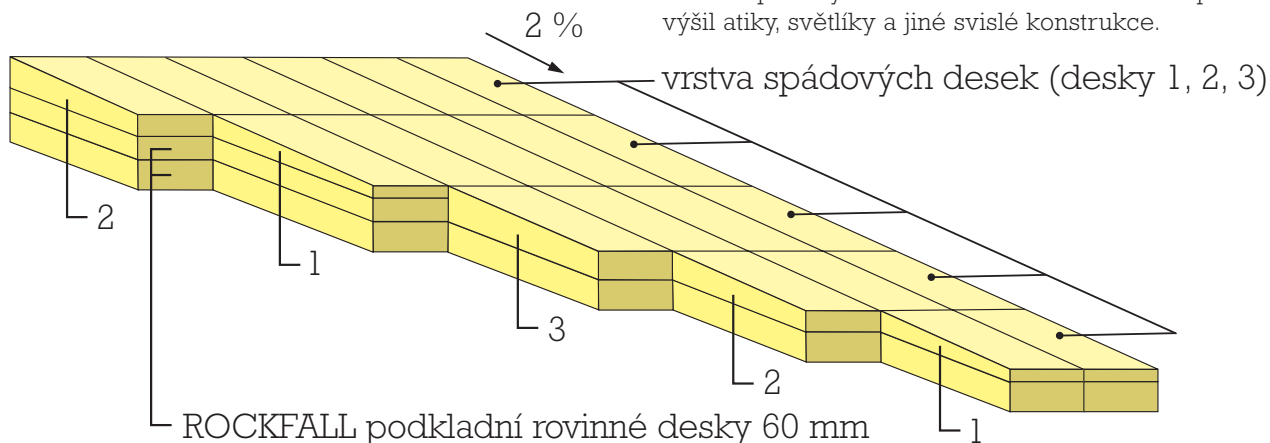
- spádováním konstrukce
- pomocí tepelněizolačních desek
- roznášecí a spádovou vrstvou betonu nad tepelnou izolací

Spádování tvořeno nosnou konstrukcí ve spádu

Tepelněizolační desky jsou rovinnou vrstvou o stejné tloušťce po celé střeše. Izolační desky kopírují tvary střešního podkladu.

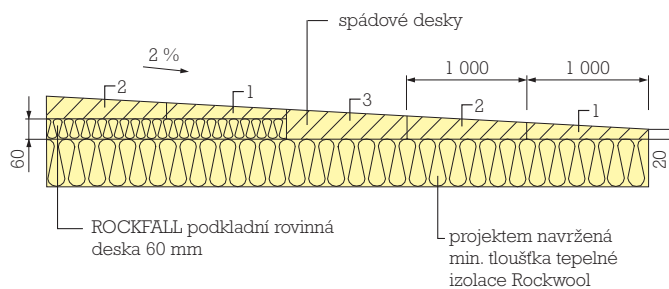
Spádování tvořeno tepelněizolačními deskami systému ROCKFALL

Na vodorovnou konstrukci střechy opatřenou parozábranou (asfaltový pás, fólie apod.) klademe podkladní střešní desky Monrock MAX E, které tvoří základní projektem navrženou minimální tloušťku tepelné izolace střechy (např. od 80 mm). Na tento podklad klademe spádové desky ROCKFALL. S výškou spádových desek je nutné počítat, aby součet spádových vrstev a základní izolace nepřevyšil atiky, světlíky a jiné svislé konstrukce.



Pohled na spádové desky systému ROCKFALL (obr. 32)

Řez celou skladbou tepelné izolace střechy – spádovou vrstvou a základní izolační vrstvou (obr. 33)

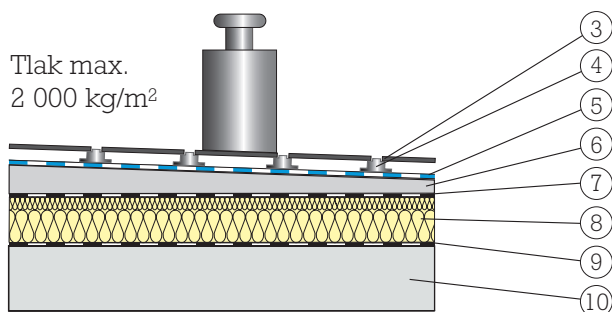


Spádování tvořeno roznášecí a spádovou vrstvou betonu nad tepelnou izolací

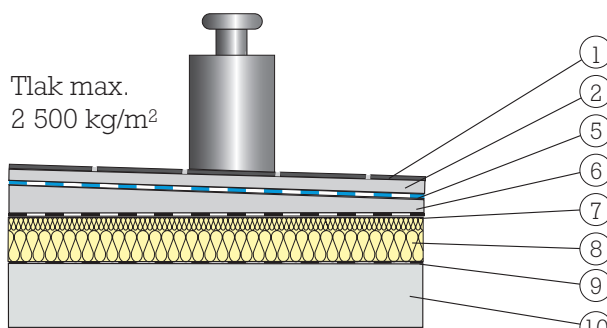
Na nosnou konstrukci střechy dle charakteru stavby položíme parozábranu (asfaltový pás, fólie PE apod.) a tepelněizolační desky Monrock MAX E v jedné vrstvě. Stabilizaci tepelněizolačních desek provádíme zátěžovou vrstvou tvořenou armovanou betonovou deskou. Hydroizolační vrstva (asfaltový pás) je přilepena na betonový podklad. Druh a tloušťku asfaltové hydroizolace a tloušťku betonové desky určuje projektant stavby dle způsobu použití a provozu budovy. Nad betonovou deskou provedeme pochozí úpravu,

obvykle dlažbu, osazenou na terče. Pokud je požadováno dodatečné spádování, provede se v betonové desce nad tepelnou izolací tak, aby voda stékala po hydroizolaci do střešního vtoku.

Výrobce doporučuje pro výpočet užitečného zatížení postupovat dle ČSN 73 0035 čl. 77 Tab. 3/11b, 17a pro ploché střechy a terasy se sklonem max. 3 % pro účely, kde nedochází ke shlukování lidí, s max. zatížením 2 kN.m⁻².



Pochozí úprava (obr. 34)



Pojízdná úprava (obr. 35)

1 pochozí vrstva, 2 betonová mazanina, 3 dlažba, 4 podložky (terče) pod dlažbu, 5 hydroizolace, 6 betonová armovaná vrstva, 7 hydroizolace, 8 tepelná izolace, 9 parozábrana, 10 stropní konstrukce

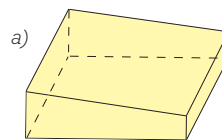


Pokládka desek ROCKFALL do úžlabí na spádových deskách (obr. 36)

Doplňkový sortiment ROCKFALL

a) Spádové desky

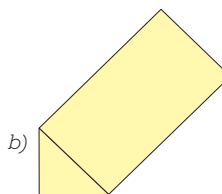
Slouží k vytvoření spádu na ploché bezspádové střeše jednostranně zešikmenými deskami o tloušťce od 20 do 40 mm, od 40 do 60 mm a od 60 do 80 mm. Spád je tvořen na délce 1 m (spád 2 %; viz obr. 32 a 33 – desky jsou vždy tři, označení 1, 2 a 3). Ve větších tloušťkách se spádové desky podkládají rovinnými deskami ROCKFALL 60 mm. Formát všech desek je 500 × 1 000 mm.



(obr. 37)

b) Atika – atikové klíny

Pokud je požadován náběh ze střešní plochy na svislé konstrukce, použijeme přechodové atikové klíny. Nejčastěji používaná velikost atikových klínů je 80 × 80, 100 × 100, 120 × 120 mm. Atikové klíny jsou nutné při použití některých asfaltových pásů z důvodu možného porušení pásu v kolmém přechodu na atiku.



Klín s náběhem 45°
(obr. 38)

c) Úžlabí – spádové klíny

Spádování úžlabí do vtoku provádíme vždy oboustrannými spádovými klíny se spádem do vpusť 2 % a spádem na střešní plochu 8 %. Max. vzdálenost mezi vtoky doporučujeme 15 m. Desky na sebe klademe volně a kotvíme zpravidla mechanickým způsobem anebo je lepíme.

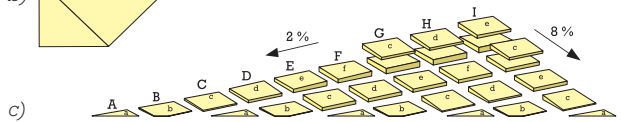
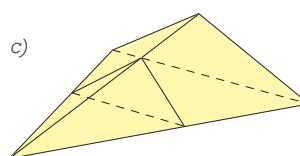


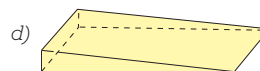
Schéma skladby spádových klínů systému ROCKFALL v úžlabí s popisem modulů (jen jeden kvadrant) (obr. 39)

d) Protispádové desky

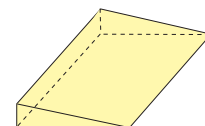
Pokud je požadován protispád od atiky k vytvoření úžlabí použijeme protispádové desky o sklonu 6, 8, 10, 12, 14 % začínající na nule. Slouží k vytvoření protispádu a dlouhých náběhů mezi atikou, zvýšením stupněm střechy a úžlabím jednostranně zešikmenými deskami do ztracena.



Pohled na spádové klíny ROCKFALL v úžlabí (dva kvadranty) (obr. 40)



Protispádová deska, dlouhá 1 000 mm, široká 500 mm (obr. 41)



Protispádová deska, dlouhá 500 mm, široká 1 000 mm (obr. 42)

7. Kotvení izolačních desek

a) Mechanické kotvení

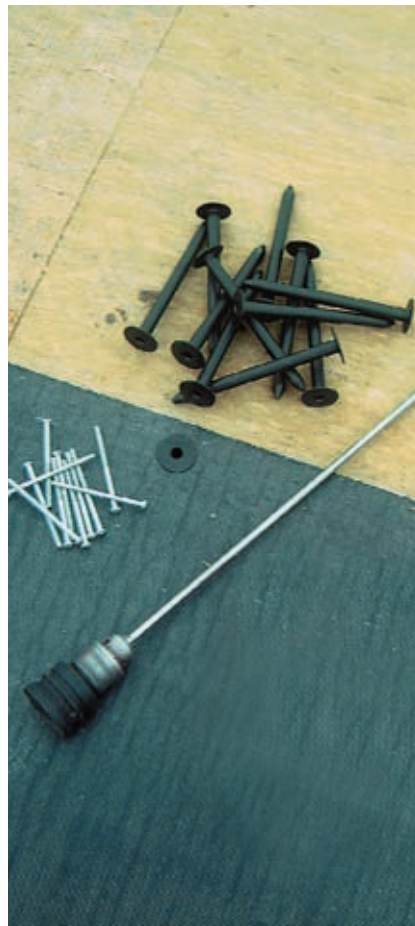
Mechanické kotvení je dnes tradiční metodou kompletace střešního souvrství. Montáž izolačních desek Rockwool je možné provádět souběžně s pokládkou jedno nebo vícevrstvých hydroizolací bez ohledu na klimatické podmínky. Metoda mechanického kotvení je při dodržení uvedených zásad velmi jednoduchá, rychlá a ekonomicky zajímavá. Při montáži spádového střešního systému ROCKFALL, kdy je souvrství tvořené střešními deskami Monrock MAX E, se běžně používá mechanické kotvení.

Volba vhodných kotevních prvků

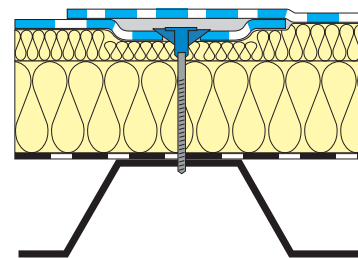
Kotevní prvek volíme podle druhu nosné konstrukce (beton, trapézové plechy, apod.). U monolitických konstrukcí doporučujeme provést výtažnou zkoušku navrhovaných kotevních prvků z nosné vrstvy. U rekonstrukcí je nutné provedení výtažné zkoušky vždy včetně kontrolní sondy ve stávajícím střešním souvrství. Dodavatelé kotevní techniky jsou na základě zjištěných údajů schopni navrhnout odpovídající kotevní prvek, který zajistí bezpečné uchycení a plnou funkčnost nového střešního souvrství po dobu jeho životnosti.

Množství a rozmístění kotevních prvků

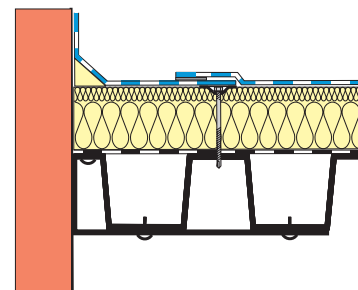
Na každý projekt je nutné zpracovat kotevní plán s ohledem na typ, výšku, tvar objektu, klimatické a polohopisné podmínky a druh navržené (použité) hydroizolace. Projekt stanoví optimální množství a rozmístění navržených kotevních prvků. Na zpracování kotevního plánu se podílí dodavatel kotvicí techniky a hydroizolační vrstvy, kteří jsou společně garanti navržené technologie. Pro potřeby montáže je plocha střechy vždy rozdělena na středovou, krajní a rohové zóny. Pro tyto zóny je v kotevním plánu předepsán počet jednotlivých kotev. Při spádových systémech se používají kotvy různé délky.



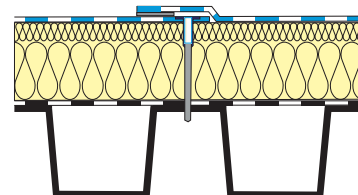
Teleskopický systém – plastový teleskop + ocelový šroub (obr. 47 + 48)



Tzv. teleskopická kotva: plastový prvek se šroubem (obr. 43)



Celokovová kotva: přitlačná taliřová podložka + šroub (obr. 44)



Skryté kotvení aplikujeme v místě přeložení pásů krytiny podle instrukcí výrobce hydroizolace (obr. 45)



Mechanické kotvení kovovým šroubem s přitlačnou podložkou v přesahu asfaltového pásu (obr. 46)



Výtažná zkouška kotevního prvku mechanické kotvy (obr. 49)

b) Kotvení lepením

Pravidla pro montáž ploché střechy lepením

Lepení desek Monrock MAX E provádíme celoplošně líniově nebo bodově za tepla nebo za studena. Lepení za studena (asfaltové nebo PU lepidlo) provádíme vždy dle instrukcí výrobců (dodavatelů) lepidel a s ohledem na teplotní a klimatické podmínky. Garantované a odzkoušené PU lepidlo pro desky Monrock MAX E: INSTA-STIK (Dow Chemicals).

Pro skladby plochých střech lepením byly odzkoušeny následující kombinace podkladů a desek Monrock MAX:

ocelový trapézový plech – TRP (Pz, lak), desky cementotřískové, OSB 3, asfaltová parozábrana na OSB, TRP a cementotřískových deskách. Kvalita lepení je garantována na těchto uvedených materiálech, dále na betonovém podkladu (monolit, stropní desky a betonové stěny) – posudek CSI, a.s. Praha. Při odtrhových zkouškách došlo vždy k porušení v izolantu (adhezivita lepidla INSTA-STIK byla větší), minimální pevnost v tahu kolmo k povrchu dosáhla úrovně min. $18,9 \pm 0,1$ kPa.



Profesionální střešní lepidlo INSTA-STIK (Dow Chemical) – lepidlo pro ploché střechy (obr. 50)



Aplikace lepidla INSTA-STIK (Dow Chemical) (obr. 51)



Kladení desek do lepidla INSTA-STIK (Dow Chemical) (obr. 52)

8. Zásady skladování a montáže

- Izolace je nutno skladovat na rovné a zpevněné ploše chráněné proti atmosférickým srážkám.
- Při zdvihání jeřábem a podobnými prostředky je nutno zabezpečit, aby lana, textilní úvazky a popruhy při zavěšení nepoškodily rohy a hrany izolačních desek a palet.
- Na rozložené tepelněizolační desky na střeše není dovoleno pokládat palety s materiálem, nebo jiná nadměrná břemena.
- Místa pro výstup osob na střechu a koridory, po kterých je třeba často chodit během montáže, se vzhledem k možnosti poškození izolací nadměrným provozem doporučují chránit dočasným nebo trvalým způsobem.
- Jako dočasné ochranné opatření pro frekventovaná místa na střeše je možno použít OSB desky, vodovzdornou překližku a podobné prvky, které lze přesouvat s postupem prací.
- Jako trvalé opatření v místech s velkým provozem lze mezi tepelnou izolaci střechy a vodotěsnou krytinu položit trvale desky OSB, vodovzdornou překližku, cementotřískové desky a podobné plošné desky nebo použít tepelněizolační střešní desky Megarock MAX. Přitom je účelné barevně vyznačit takové koridory (jiná barva krytiny nebo posypu, umístění protiskluzových tvarovek nebo chodníkové dlažby na krytině apod.).
- Palety s deskami Rockwool se mohou převážet např. vozíkem Lift & Roller, ale nesmí se tak dít po položené tepelné izolaci nebo tepelné izolaci s krytinou. Je i s nákladem schopný jezdit napříč i podél vln trapézového plechu. S vozíkem je možno i zatáčet. Uplatnění vozíku Lift & Roller na ploché střeše u vykládky palet s izolacemi podél jedné atiky může ušetřit až 90 % vedlejších časů potřebných pro vodorovný transport na střeše a výrazně šetří fyzickou námahu lidem.
- Pro dělení desek používáme speciální nůž Rockwool k naříznutí desky shora do hloubky cca 1–2 cm podle lišty a další řezání provádíme ruční pilou s tvrdokovem nebo tvrzenými zuby (viz obr. 53). Na řezání desek Megarock MAX používáme přímo pilu bez předřezávání nožem. U všech řezů dbáme na správný úhel řezu sousedních ploch izolace (kolmý nebo šikmý podle potřeby a měření).



Řezání desek Megarock MAX – ani vrchní cementová vrstva nepředstavuje překážku pro pilu (obr. 53)



Manipulační vozík Lift & Roller. Poloha po nadzvednutí palety – vozík připraven k přesunu (obr. 54)



Manipulační vozík Lift & Roller. Lehký rozložitelný vozík pro transport palet s izolací po střeše. Poloha před zdvižením palety (obr. 55)

9. Poradenství a technický servis

1. Společnost Rockwool, a. s., vám nabízí bezplatný kvalitní technický servis a poradenství:

- zpracování kladečského výkresu spádových desek a klínů programem CADROCK
- konzultace při přípravě projektové dokumentace
- konzultace atypických detailů
- poradenství a zácvek při montáži na stavbě
- zapůjčení vozíku Lift & Roller k dodávce střešních izolací (velkorozměrových palet, tzv. grand formátů)

2. Podklady požadované pro zpracování návrhu spádového systému pro ploché střechy – zadání:

- schématický, okótovaný půdorys střešního pláště
- okótované umístění střešních vtoků
- popis ukončujících detailů na obvodě střešního pláště
- popis detailů (střešních nástaveb) umístěných nad úrovní střešního pláště
- minimální – projektem navržená – tloušťka tepelné izolace (zpravidla u vtoků nebo u říms a úžlabí)

3. Školení na technických seminářích:

- pro projektanty
- pro realizační firmy
- pro distribuční síť
- prohlídky výrobního závodu Rockwool



Technický seminář (obr. 56)

10. Výhody nové generace plochých střech



Úspora financí

Díky rychlejší a snadnější montáži šetříte čas a peníze. Nižší zatížení konstrukce umožní použít subtilnější nosné střešní plechy.



Inovativní a patentované řešení

Dvouvrstvá izolační deska je celosvětově chráněna patentem. Jde o progresivní řešení, které se osvědčilo na řadě významných staveb v celé Evropě i ČR od roku 2000.



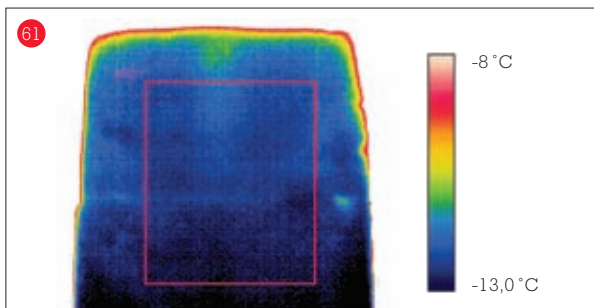
Jednoduchá logistika

Na střechu objednáváte a dovážíte pouze jeden druh střešních desek. Významně tak omezíte možnost omylu, záměny a podobně.



Univerzální systémová řešení

Monrock MAX E umožňuje standardní systémová řešení pro všechny ploché střechy (spádování, druhy hydroizolací, způsoby upevnění a akustické prvky).



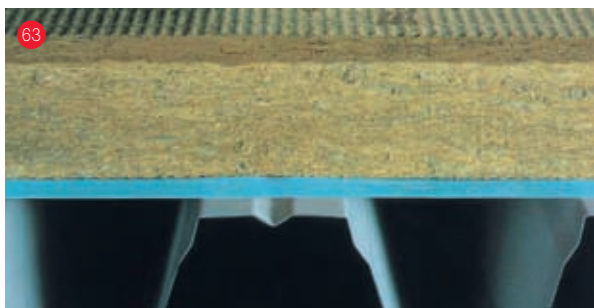
Výborná tvarová stálost

Tepelné technické a mechanické vlastnosti se nemění v čase, ve spojích desek nedochází k tepelným mostům. Desky nedilatají v denním ani ročním cyklu.



Pro nové budovy i rekonstrukce

Monrock MAX E je vhodný pro budovy ve všech úrovních prostupu tepla – od běžných, přes nízkoenergetické až po pasivní.



Kompaktní řešení

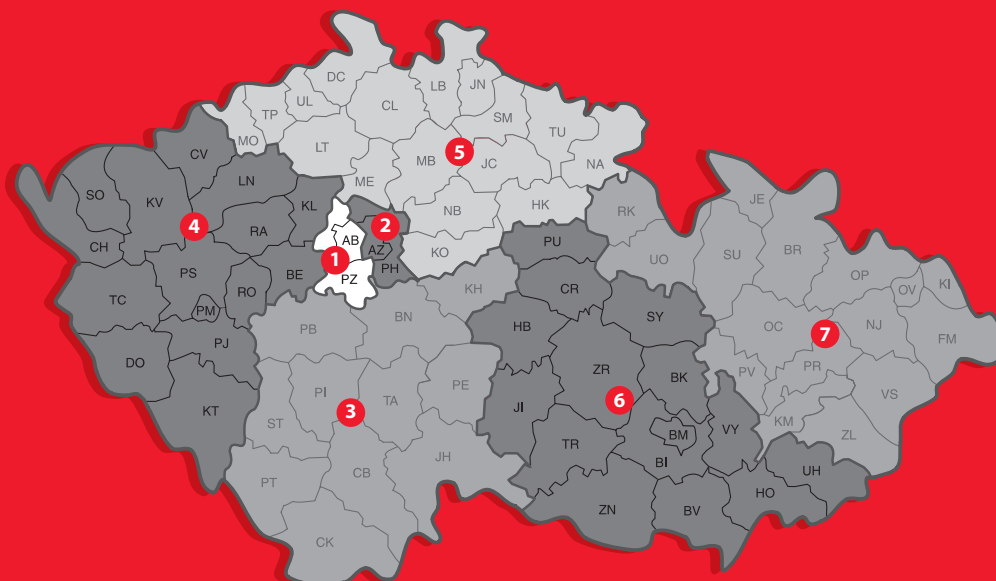
Dvouvrstvé desky vynikají vysokou pevností, i na trapézovém plechu mají zcela minimální průhyby. Velké formáty desek přinášejí minimum spár. Pro koridory – unikátní odolný Megarock MAX.



Ochrana životního prostředí

Hlavní funkcí izolace je úspora energie a tvorba příznivého vnitřního prostředí budov. Právě v tomto ohledu je kamenná vlna Rockwool unikátní. Maximální protipožární ochrana – základní atribut Rockwool.

Obchodní a technické poradenství:



- | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| tel.: 602 204 485 | tel.: 602 566 620 | tel.: 602 585 085 | tel.: 602 456 156 | tel.: 602 266 896 | tel.: 606 702 055 | tel.: 724 335 674 |

Váš prodejce:



Rockwool, a.s.

Cihelní 769, 735 31 Bohumín 3

e-mail: info@rockwool.cz, technické poradenství: ☎ 800 161 161

Více informací získáte na www.rockwool.cz

ROCKWOOL®