

**ROCKWOOL®**

# TECHNICKÉ IZOLACE

Tepelné, zvukové a protipožární izolace



[www.rockwool.cz](http://www.rockwool.cz)



# Obsah

Základní vlastnosti výrobků z kamenné vlny .....	3
Tepelná ochrana .....	4
Návrh tloušťek izolací .....	6
Ochrana proti hluku .....	7
Zásady omezování hluku .....	8
Použití technických izolací Rockwool .....	10
Izolace potrubí – nadzemní vedení .....	11
Izolace potrubí – podzemní vedení .....	14
Izolace nádrží a rovných ploch .....	15
Izolace kotlů .....	17
Izolace vzduchotechnických potrubí .....	18
Způsoby použití jednotlivých izolací .....	20
Přehled materiálů .....	22



# Společnost s celosvětovou působností

Firma Rockwool je největším světovým výrobcem tepelných, zvukových a protipožárních izolací z kamenné vlny. Byla založena v roce 1937 v Dánsku. Výrobní závody Rockwool jsou situovány takřka po celé Evropě od Norska až po Francii, dvě výroby se nacházejí v Kanadě, jedna v Malajsii. Prodejní síť materiálů Rockwool je celosvětová. Sídlem koncernu je dánské městečko Hedehusene, kde se nachází i výzkumná a vývojová základna. Počet spolupracovníků Rockwoolu převyšuje sedm tisíc.



se nacházejí v Kanadě, jedna v Malajsii. Prodejní síť materiálů Rockwool je celosvětová. Sídlem koncernu je dánské městečko Hedehusene, kde se nachází i výzkumná a vývojová základna. Počet spolupracovníků Rockwoolu převyšuje sedm tisíc.

## ROCK – kámen WOOL – vlna

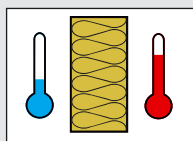


Od roku 1993 firma působí také na českém trhu. V květnu 1998 se do skupiny přiřadila i továrna v České republice - v Bohumíně.

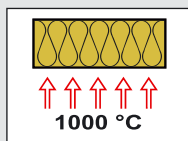
Hlavní strategií firmy Rockwool je výzkum a vývoj nových výrobků podle nejnovějších požadavků zákazníků. Díky této strategii si výrobky Rockwool pro technické izolace získaly pověst světové jedničky v tomto oboru.

## Základní vlastnosti výrobků z kamenné vlny

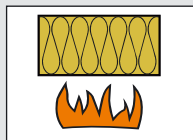
**Složení:** Kamenná vlna Rockwool se z převážné většiny skládá z anorganických vláken. Tato vlákna vznikají tavením vyřelých vulkanických hornin, které mají velkou odolnost vůči vysokým teplotám. Vlákna jsou spojena nízkým množstvím organického pojiva. Vodoodpudivost materiálu zajišťuje hydrofobizační olej.



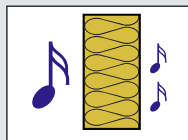
**Tepelná vodivost:** Výrobky Rockwool, určené pro technické izolace, vykazují nízký součinitel tepelné vodivosti i při vysokých teplotách.



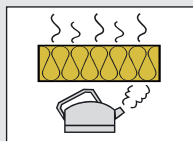
**Teplota použití:** Teplota tání vláken Rockwool se pohybuje v oblastech nad 1000 °C. Maximální provozní teplota izolačních materiálů se pohybuje od 250 až do 800 °C.



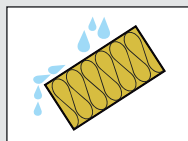
**Ohnivzdornost:** Všechny materiály z kamenné vlny Rockwool jsou nehořlavé a odolávají vysokým teplotám. Z tohoto důvodu účinně chrání proti šíření požáru.



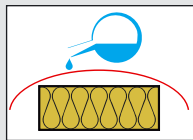
**Akustické vlastnosti:** Izolace Rockwool mají díky své pórovité struktuře vynikající vlastnosti z hlediska útlumu hluku, produkovaného průmyslovými zařízeními.



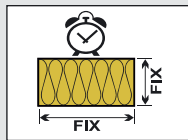
**Paropropustnost:** Izolace z kamenné vlny mají velmi nízký difúzní odpor – odpor proti průchodu vodních par. Z tohoto důvodu umožňují volné odvětrávání vlhkosti z konstrukcí.



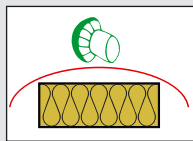
**Vodoodpudivost:** Kamenná vlna Rockwool obsahuje speciální přísady, které zamezují pronikání kapalné vlhkosti do izolace. Tyto hydrofobizační přísady zamezují i kapilárnímu vztlínání vlhkosti do izolace.



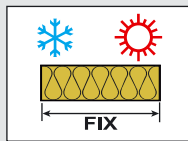
**Chemická netečnost:** Vlákna Rockwool jsou chemicky netečná. Nereagují s běžně používanými materiály. Speciální výrobky lze používat i ve styku s nerezovými oceli.



**Tvarová stálost:** Izolace z kamenné vlny Rockwool jsou vzhledem k anorganickému původu vláken dlouhodobě tvarově stálé.



**Biologická netečnost:** Kamenná vlna Rockwool je biologicky netečná. Nepodporuje růst hub, plísní ani bakterií.



**Nízká tepelná roztažnost:** Izolace z kamenné vlny Rockwool mají téměř nulovou tepelnou roztažnost.

# Tepelná ochrana

Téměř v každém průmyslovém závodě na světě lze v současné době najít izolační materiály. Izolace pro průmyslové použití nazýváme „**technické izolace**“.

## **Technické izolace z kamenné vlny Rockwool mají v průmyslu tyto základní funkce:**

- Snižování tepelných ztrát, založené na principu ekonomicky optimální tloušťky izolace
- Ochrana osob, založená na omezování povrchové teploty zařízení
- Ochrana osob a zařízení v případě požáru
- Snižování hladiny hluku
- Regulace teploty na ochranu podmínek průmyslových procesů
- Ochrana proti kondenzaci uvnitř potrubí
- Ochrana proti kondenzaci vně potrubí



Na základě požadavků, vyplývajících z těchto funkcí, jsou navrhovány izolace s optimálními vlastnostmi pro jednotlivé způsoby použití. Obecně platné vlastnosti technických izolací z kamenné vlny jsou uvedeny v předešlém textu.

Nejdůležitějším úkolem izolačních materiálů při průmyslovém použití je tepelná ochrana technologických zařízení a snižování tepelných ztrát samotných zařízení a rozvodů tepla. Mnohá zařízení na svém povrchu mají vysoké teploty. Z tohoto důvodu je třeba pro jejich tepelnou ochranu používat materiály odpovídající provozním podmínkám daného zařízení.



Nejdůležitějším parametrem izolačních materiálů z hlediska tepelné ochrany je součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$ .

Ten představuje míru přenosu tepla přes izolaci.

## Způsoby přenosu tepla

### 1) Vedení

#### Vedení vlákny:

Přenos tepla prostřednictvím pohybu molekul ve vláknech nebo mezi vlákny, které jsou ve fyzickém kontaktu. Zvýšením objemové hmotnosti izolace (více vláken ve stejném objemu) se zvětší počet kontaktních bodů mezi vlákny, a tím i hodnota  $\lambda$  izolačního materiálu za stejné teploty.

#### Vedení vzduchem:

Tepelněizolační schopnosti výrobků z minerální vlny způsobují velmi malé dutiny mezi vlákny, obsahující téměř nehybný vzduch. Tento nehybný vzduch nejvíce ovlivňuje hodnotu  $\lambda$ , protože vedení tepla mezi molekulami vzduchu je poměrně výrazné. Vliv objemové hmotnosti izolace na tento způsob vedení je téměř zanedbatelný.

### 2) Proudění

Přenos tepla prostřednictvím pohybu lehčího, ohřátého vzduchu, který je samovolně nahrazován chladnějším, těžším vzduchem. Vliv proudění na velikost hodnoty  $\lambda$  je velmi malý a má význam pouze při velmi nízkých objemových hmotnostech.

### 3) Sálání

Sálání je přenos tepla prostřednictvím elektromagnetických vln, procházejících vzduchem nebo vakuem. S rostoucí teplotou se výrazně zvyšuje. Sálání lze zmenšit zvýšením obsahu vláken v izolaci, tedy zvýšením objemové hmotnosti.

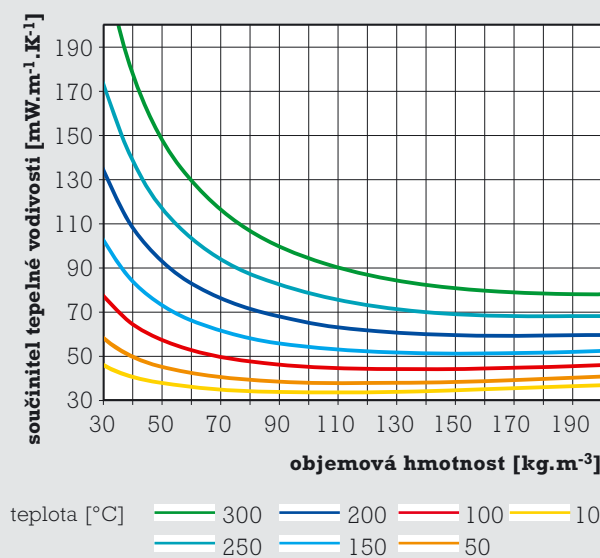
### Křivka tepelné vodivosti

Součtem těchto tří faktorů je celková křivka tepelné vodivosti, která má stejný charakter pro všechny výrobky z minerální vlny.

Vedlejší spodní graf dokumentuje průběh závislosti součinitele tepelné vodivosti na objemové hmotnosti při 10 °C. Při této teplotě je minimální hodnota součinitele tepelné vodivosti v rozsahu objemových hmotností 60 – 90 kg.m<sup>-3</sup>. Při zvyšující se teplotě se minimum přesouvá do oblasti vyšších objemových hmotností. Z toho vyplývá, že čím vyšší je teplota zařízení, tím vyšší by měla být používána objemová hmotnost izolačního materiálu.

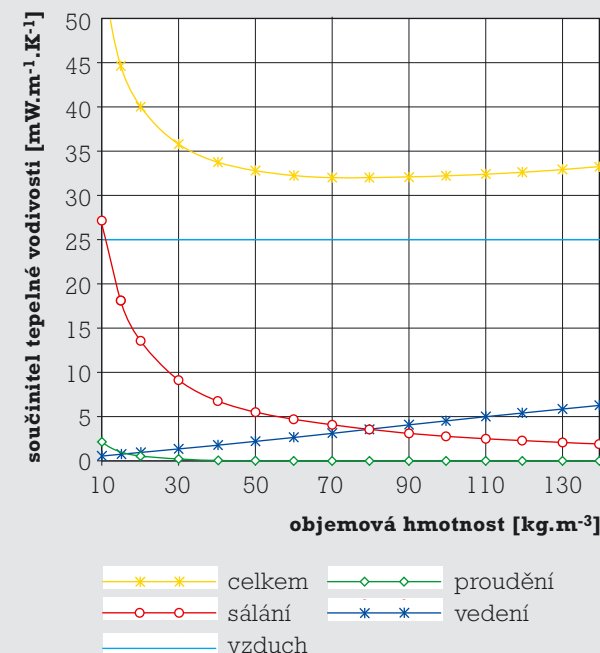
Horní graf dokumentuje vliv objemové hmotnosti na součinitele tepelné vodivosti při různých teplotách.

### Vliv objemové hmotnosti na součinitele tepelné vodivosti při různých teplotách



graf 1

### Vliv objemové hmotnosti na součinitele tepelné vodivosti při konstantní teplotě 10 °C



graf 2

## Návrh tloušťky izolace

Tloušťky izolací se navrhují většinou buď s ohledem na dosažení co největších ekonomických úspor nebo s ohledem na ochranu osob, pohybujících se v okolí izolovaného zařízení (tj. podle povrchové teploty).

**Pro výpočet tlouštěk izolací disponuje Rockwool, a. s., výpočetním programem „ROCKTECH“, umožňujícím jejich návrh. Program je sestaven podle směrnice VDI 2055 „Teplné a chladové izolace v průmyslových a domovních zařízeních“, platící v Evropě za standard pro navrhování izolací. Technické oddělení firmy Rockwool nabízí spolupráci projektantům technických izolací formou předání výpočetního programu, případně jeho instalaci a zaškolení (je k dispozici na [www.rockwool.cz](http://www.rockwool.cz)).**



obr. 3

### Ekonomické tloušťky izolace

Pro rozvody teplovodních médií je nejdůležitějším faktorem návrh nejhospodárnější tloušťky izolace. Nejhospodárnější tloušťka izolace je taková, u níž je součet nákladů na tepelné ztráty a ceny izolačního systému za dané časové období nejnižší. Větší tloušťka izolace snižuje tepelné ztráty, a tím i s nimi spojené náklady, zároveň ale zvyšuje cenu izolačního systému. Cena izolace není lineární funkcí tloušťky izolace, při silnější izolaci se cena izolačního systému zvyšuje rychleji než snižování nákladů na tepelné ztráty. Je třeba vždy hledat kompromis s nejnižšími náklady. Nejhospodárnější

tloušťku izolace lze stanovit více způsoby. Zde je popsána metoda minimálních celkových nákladů. K ročním nákladům na různé tloušťky izolace (roční cena materiálu, roční cena instalace, náklady na údržbu) jsou přičteny roční náklady na tepelné ztráty. Roční cenu materiálu získáme jako podíl celkové ceny izolace a plánované doby životnosti izolačního systému, dtto u roční ceny instalace. Tloušťka s nejnižšími celkovými náklady se nazývá **ekonomická tloušťka izolace**. Popsaná metoda je ilustrována v níže uvedeném grafu.

#### Roční náklady na tepelné ztráty

- Tepelné ztráty potrubí  
 $Q$  nebo  $Q_p$  [ $W.m^{-2}$  nebo  $W.m^{-1}$ ]
- Cena za energii –  $C_e$  [ $Kč.GJ^{-1}$ ]
- Hodiny provozu za rok –  $h$  [ $hod.rok^{-1}$ ]

Roční tepelné ztráty

jsou vyjádřeny vzorcem:

$$R_q = 3,6 \times 10^{-6} \times Q \times C_e \times h \text{ [Kč.m}^{-2}.rok^{-1}]$$

nebo

$$R_q = 3,6 \times 10^{-6} \times Q_p \times C_e \times h \text{ [Kč.m}^{-1}.rok^{-1}]$$

#### Roční cena izolace

Celková cena instalované izolace

$$C_i \text{ [Kč.m}^{-2} \text{ nebo Kč.m}^{-1}]$$

Doba životnosti izolace –  $r$  [rok]

Cena izolace za rok se určuje takto:

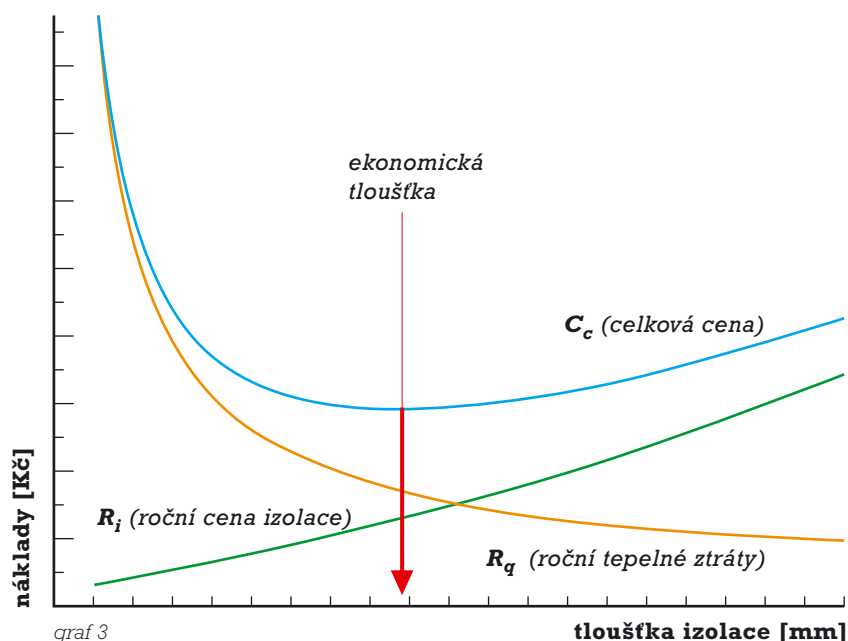
$$R_i = C_i / r \text{ [Kč.m}^{-2}.rok^{-1} \text{ nebo Kč.m}^{-1}.rok^{-1}]$$

#### Celková cena $C_c$

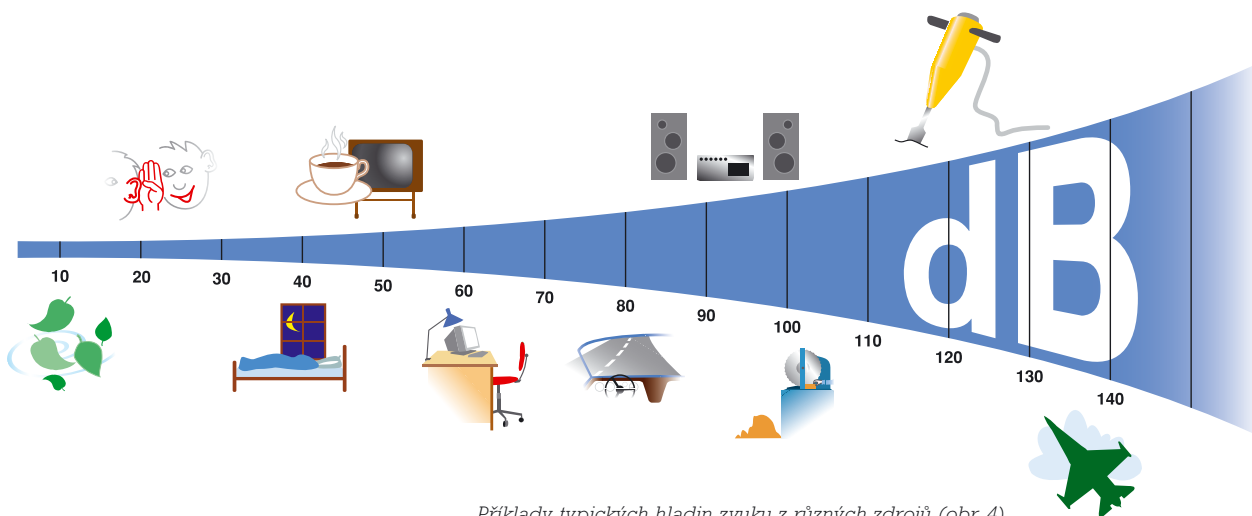
$$C_c = R_q + R_i$$

U celkové ceny hledáme její minimum.

### Grafická metoda určení ekonomické tloušťky izolace

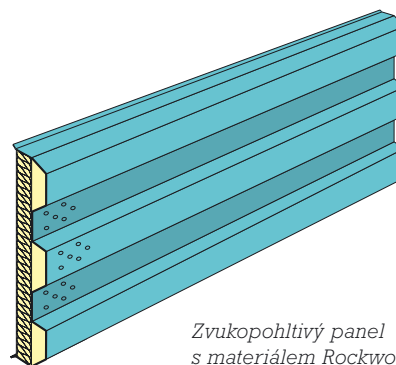


# Ochrana proti hluku



Příklady typických hladin zvuku z různých zdrojů (obr. 4)

Hluk je nežádoucím zvukem, negativně ovlivňujícím lidi i živočichy. Může být vytvářen letadlem, strojem nebo rychle jedoucím autem. Vysoké hladiny hluku způsobují ztrátu sluchu a znemožňují komunikaci prostřednictvím řeči, proto mají nepříznivý vliv na produktivitu, bezpečnost a zdraví pracovníků. Jsou-li hlučné výrobní závody v blízkosti obytných oblastí, může být ohroženo zdraví a spokojenost lidí, kteří tam bydlí.



Zvukopohltivý panel s materiálem Rockwool (obr. 5)



Zákonodárné orgány v mnoha zemích včetně České republiky stanovují kritéria pro maximální přípustné hladiny hluku v obytných oblastech i na pracovištích.

Hlasitost zvuku se vyjadřuje v decibelech (dB), což je logaritmická stupnice hladiny zvuku. Snižování hladiny hluku je stále častěji zajišťováno prostřednictvím tepelně a akusticky izolačních materiálů. Izolace Rockwool jsou díky své pórovité struktuře ideálním pohltivým materiálem pro tlumení hluku v průmyslu i v občanských stavbách.

Maximální denní doba vystavení hluku	
Úroveň hluku dB [A]	Maximální doba vystavení hluku za den [hod.]
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1,5
105	1
110	0,5
115	0,016 (1 minuta)

Tabulka 1

Zdroj: USA – OSHA  
(Occupational Safety and Health Act)

**ROCKWOOL®**

# Zásady omezování hluku

Průmyslový hluk lze omezovat na třech místech:

- **Ve zdroji**
- **Na cestě od zdroje k příjemci**
- **U příjemce**

Ve všech třech případech je důležitým faktorem absorpce zvuku. Výrobky Rockwool jsou díky struktuře s otevřenými póry vysoce účinnými materiály na absorpci zvuku.

Příklad zvukové pohltivosti desek Rockwool				
Frekvence hluku [Hz]	Název výrobku			
	Airrock ND	Techrock 80	Techrock 100	Techrock 120
Koefficient zvukové pohltivosti $\alpha$				
125	0,22	0,22	0,23	0,23
250	0,63	0,62	0,66	0,66
500	0,90	0,91	1,05	1,05
1 000	0,98	1,0	1,07	1,06
2 000	1,05	1,0	1,05	1,05
4 000	0,99	0,98	0,97	0,97

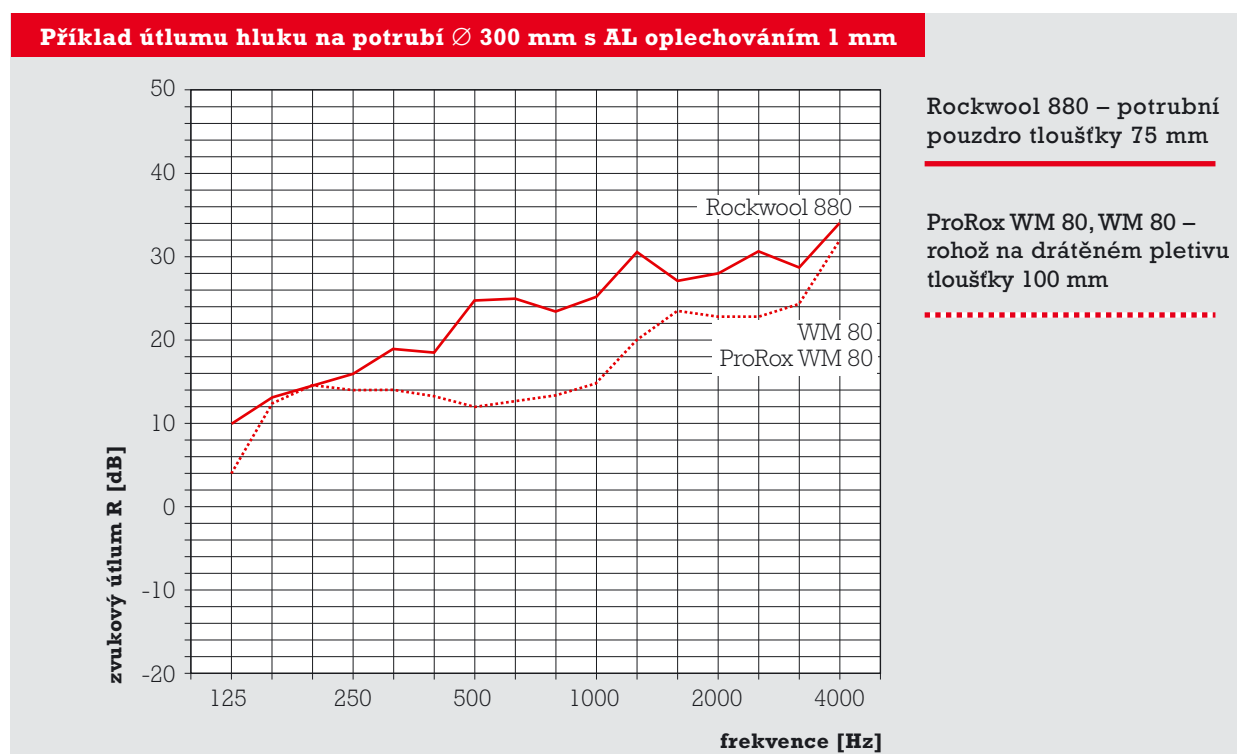
*V tabulce jsou uvedeny orientační hodnoty útlumu zvuku pro výrobky Rockwool, měřené podle normy ISO R 354, aplikované přímo na stěnu. Tloušťka výrobku 50 mm.*

Tabulka 2

## Omezování hluku ve zdroji

Nejefektivnějším způsobem snižování hladiny hluku je jeho regulace ve zdroji. Lze ji realizovat uzavřením zdroje hluku do pouzdra nebo postavením krytu kolem celého zařízení. Těmito kryty jsou obvykle skládané konstrukce s kamennou vlnou uvnitř, které na straně zdroje mají většinou perforovaný

ocelový plech. V závislosti na typu konstrukce lze dosáhnout útlumu 10 až 20 dB (A). Hladinu hluku vycházejícího z potrubí mohou velmi efektivně snižovat potrubní pouzdra a rohože na drátěném pletivu.



Graf 4: Příklad zvukového útlumu pro izolovaný potrubní systém. Použití podpůrných konstrukcí pro rohože na drátěném pletivu snižuje akustickou účinnost izolace.

## Omezování hluku na cestě

Zvuk může přicházet k příjemci buď přímo od zdroje nebo nepřímo prostřednictvím odrazu od různých povrchů.

### Přímo se šířící zvuk

Přímo se šířící zvuk lze omezovat postavením zvukové překážky mezi zdroj a příjemce.

### Nepřímo se šířící zvuk

Nepřímo se šířící zvuk lze redukovat umístěním materiálů, které absorbují zvuk (akustické stropy, příčky), na povrchy, na něž zvuk dopadá.

### Zvukové bariéry

Zvukové bariéry musí mít schopnost snižovat hladinu hluku a absorbovat jej, aby se neodrážel zpět do prostoru.

## Omezování hluku u příjemce

Tento způsob lze realizovat vytvořením částečného nebo úplného krytu kolem příjemce.

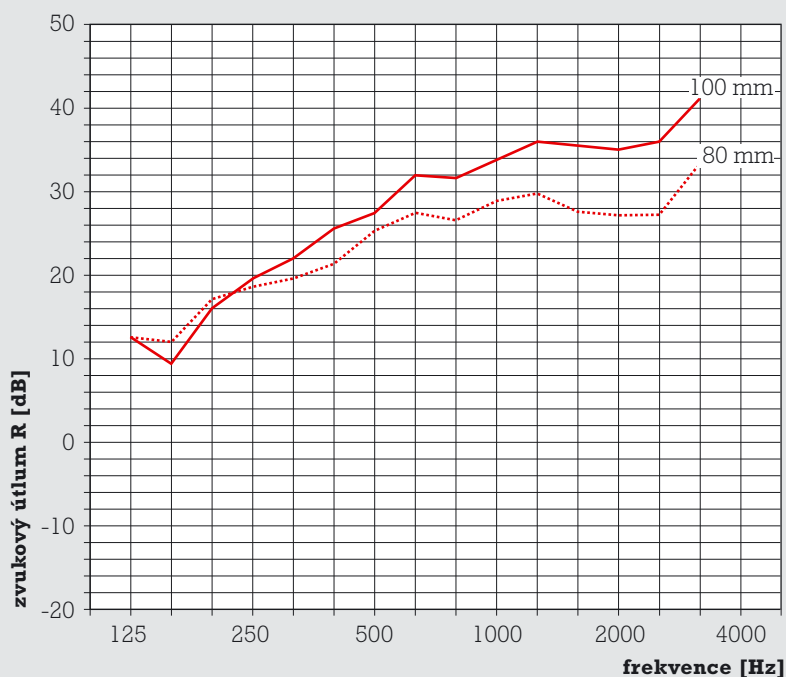
Akustická funkce tohoto krytu je v podstatě stejná



Potrubní pouzdra na potrubí omezují hluk

jako v případě výše popsaných konstrukcí zvukových bariér.

### Příklad útlumu absorpcí zvuku deskami Rockwool



zvuková bariéra  
s deskou Techrock 80  
tloušťky 100 mm

zvuková bariéra  
s deskou Techrock 80  
tloušťky 80 mm

Graf 5: Orientační hodnoty snížení hladiny hluku u bariéry s deskou Techrock 80 mezi perforovaným a neperforovaným ocelovým plechem.

**ROCKWOOL®**

## Použití technických izolací Rockwool



Technické izolace Rockwool se používají pro průmyslové aplikace takřka na celém světě. Technici a výzkumní pracovníci společnosti mají rozsáhlé znalosti v tomto oboru. Tyto znalosti jsou připraveni předávat uživatelům izolací. Pro dosažení co nejvyšší návratnosti investic do izolace je vhodný a nutný odborný návrh izolací a jejich kvalitní provedení. Na následujících stránkách budou uvedeny některé ze zásad, které je třeba dodržovat při montáži technických izolací Rockwool.

### Základní zásady při použití

- Izolované povrchy musí být před aplikací jakéhokoli izolačního materiálu čisté a suché. Za žádných okolností nelze izolovat mokré nebo namrzlé povrchy.
- Z povrchově neupravených uhlíkových ocelí se musí obrousit nečistoty a rzi.
- Pomocí saponátů nebo rozpouštědel je třeba odstranit mastnotu.
- Povrchy z nerezové oceli lze čistit pouze kartáči z nerezové oceli. Nečistoty se nesmí odstraňovat rozpouštědly nebo saponáty, které obsahují chloridy.
- Mezi izolovanými potrubími musí být dostatečně volný prostor (pro montáž a provlečení izolací).
- Kohouty, ventily a šoupátka by měly být umístěny tak, aby je bylo možné obsluhovat bez stání na izolovaném potrubí.
- Vřetena ventilů by neměla být instalována směrem vzhůru, aby nedocházelo ke vnikání vody do izolačního materiálu.
- Projekt izolací by měl jasně popisovat požadovanou konstrukci izolace.
- Je třeba vyhnout se vzájemnému kontaktu kovů, které mohou způsobit galvanickou korozi.
- Při provozních teplotách vyšších než 600 °C by se nemělo používat hliníkové oplechování.
- Materiál samořezných šroubů nebo nýtů by měl odpovídat materiálu pláště.
- Používaná izolace musí být skladována na suchých místech.
- Pro izolaci zařízení s vysokými teplotami nad 500 °C je výhodné používat vícevrstvou izolaci, kde každá vrstva má jinou objemovou hmotnost. Materiál s vyšší objemovou hmotností je co nejbližší k horkému povrchu. Materiály s vyšší objemovou hmotností izolují při vysokých teplotách podstatně lépe než materiály s nižší objemovou hmotností (viz kapitola Tepelná ochrana). Izolační vlastnosti obou typů při nízkých teplotách jsou téměř totožné.
- Pro izolace zařízení a potrubí z nerezavějící oceli je nutno použít materiály v AS kvalitě.
- Při aplikaci izolací je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí.

# Izolace potrubí – nadzemní vedení

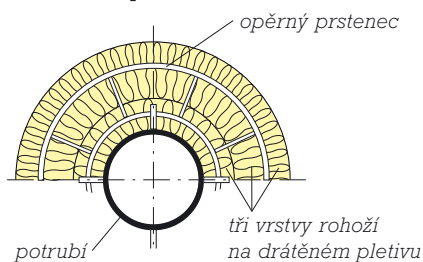
## Rohože na drátěném pletivu

### Použití na potrubí

Po odříznutí potřebné délky je drátěná rohož těsně navinuta na potrubí. Čelní plochy izolací by měly být v těsném kontaktu, aby nevznikaly mezery, a části by pak měly být spojeny vázacím drátem nebo stáhnuty háčky. Stejným způsobem by se měly spojovat sousední části. Pokud se aplikují dvě vrstvy, spoje by měly být uspořádány vystřídane.

Pro zajištění dostatečné tvarové stability opláštění potrubí, izolovaného rohoží s drátěným pletivem, je třeba používat opěrné prstence (distanční kruhy).

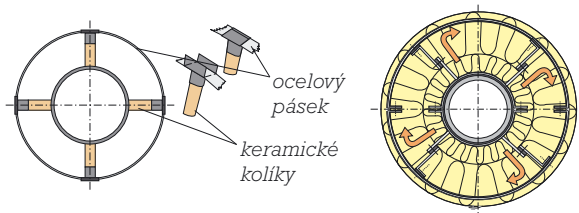
Svislé potrubí by mělo být vybaveno nosnými konstrukcemi v intervalech přibližně 4 m, jak je znázorněno na obrázku. Na ně se zavěsí rohož na drátěném pletivu.



obr. 9

### Opěry

Existuje několik typů opěrných prstenců, jejichž aplikace je závislá na potrubí a jeho teplotě.

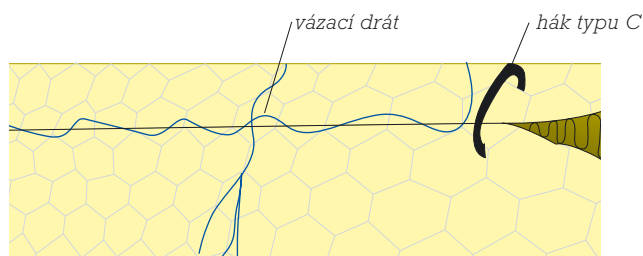


Opěrný prstence s keramickými kolíky

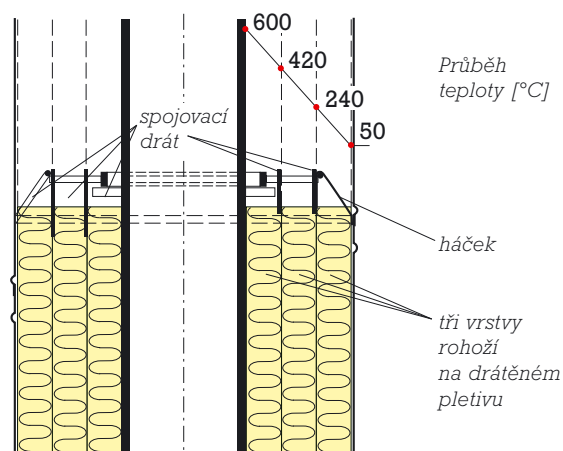
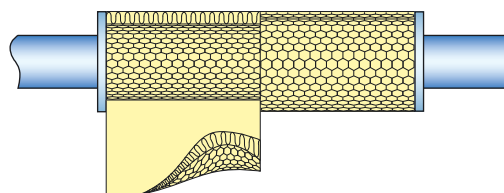
obr. 10



Plechové opláštění kolen ze segmentů a potrubí



Příklad sešití rohože (obr. 13)



Vícevrstvá izolace na potrubí (obr. 15)

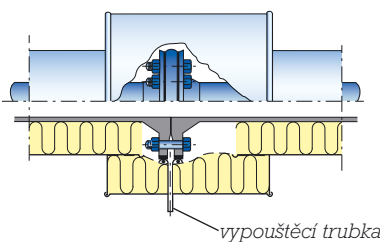
## Opláštění

Všechny typy opláštění by měly umožňovat pohyb potrubí. Koeficient roztažnosti hliníku je přibližně dvakrát vyšší než koeficient roztažnosti oceli. Povrchová teplota pláště je zvyšována přímým slunečním světlem a snižována za deště a chladného počasí. Z tohoto důvodu dochází k velkým teplotním diferencím v dilatacích mezi potrubím a pláštěm. Nepříznivým účinkům těchto dilatací je třeba zabránit pohyblivými spoji opláštění.

### Pokyny pro montáž opláštění

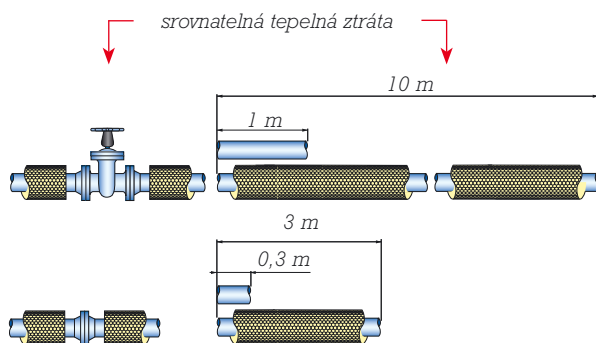
- Přeložené spoje by měly být uspořádány v přesahu tak, aby po nich stékala voda. Například svislé překrytí spojů by mělo být umístěno po směru převládajících větrů. Stejně tak by měly být vodorovné spoje umístěny na závětrné straně potrubí. Opláštění nesmí bránit případnému vytékání vody.
- V ohybech se používají spoje umožňující dilatování. Na dlouhých rovných potrubích by se měly používat každých 5 až 7 m, a to zejména mezi dvěma závěsy nebo podpěrami.

Kryty ventilů a přírubové skříně by měly být snadno snímatelné a měly by být tvořeny několika částmi. Při venkovním použití by měly být vodotěsné a vybavené dalším krytem proti dešti, jak je znázorněno na obrázku. Musí se použít vypouštěcí trubky, které z konstrukce odvedou vodu (nebo jinou uniklou kapalinu).

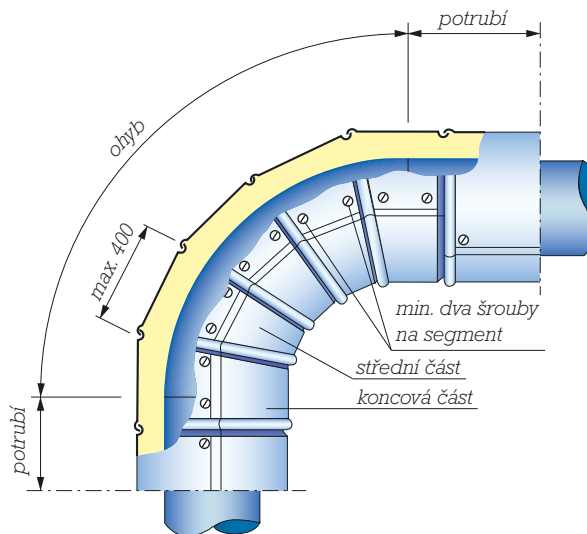


obr. 16

Význam izolace ventilů a přírub je patrný z následujících nákresů – poměry tepelné ztráty izolovaného a neizolovaného potrubí při teplotě potrubí 200 °C a stejné jmenovité světlosti.



Neizolovaný ventil nebo příruba mají velké tepelné ztráty (obr. 17)

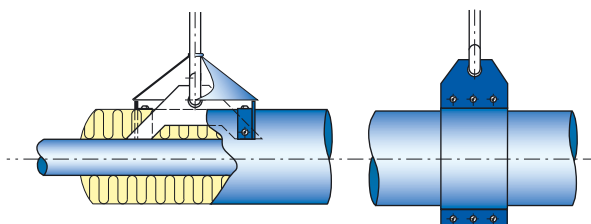


Opláštění ohybu (obr. 18)



Opláštění ohybů

Závěsy a další typy podpěr potrubí by měly být vybaveny kryty proti dešti. V místech, v nichž by mohla pronikat dešťová voda do izolace, je třeba zajistit její odtok perforací spodní strany opláštění.



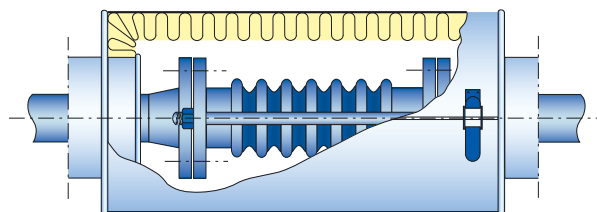
Příklady závěsů opláštěného potrubí (obr. 20)

## Izolace potrubí lamelovými rohožemi

Pro potrubí o nižších teplotách (do 200–250 °C) lze používat tzv. lamelové rohože – rohože z lamel s kolmými vlákny. Tyto rohože mají díky uspořádání vláken kolmo k povrchu vysokou pevnost v tlaku a umožňují přenos zatížení do podpory. V případě jejich použití tím odpadají tepelné mosty, způsobované podpůrnými konstrukcemi, které jsou nutné při použití rohoží na drátěném pletivu. Nevýhodou izolace lamelovými rohožemi je jejich vyšší součinitel tepelné vodivosti při vyšších teplotách a z něho vyplývající nutnost použití větších tloušťek izolace.

### Expanzní vlnovce

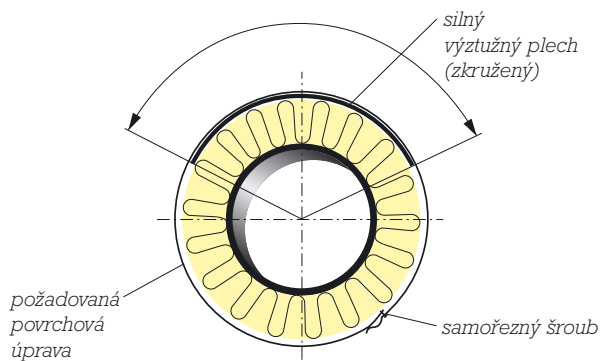
Kryt expanzního vlnovce by měl mít takové rozměry, které umožní volný pohyb vlnovce.



Izolace expanzního vlnovce (obr. 21)

### Pochůzná potrubí

Instalace silného výztužného plechu pod hotový plášť zlepší odolnost izolovaných částí, u nichž se předpokládá pochozí provoz při inspekcích.



Roznášecí plech pro pochůzná potrubí (obr. 22)

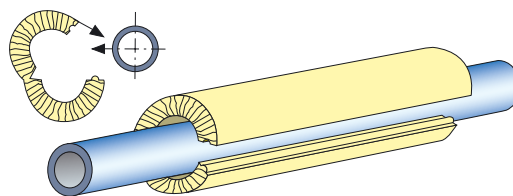
## Izolace potrubí potrubními pouzdry

Vinutá potrubní pouzdra pro vysoké teploty  
Pro izolaci potrubí při vysokých teplotách se používají vinutá potrubní pouzdra. Ta díky své orientaci vláken rovnoběžně s povrchem potrubí mají nízký součinitel tepelné vodivosti i při vysokých teplotách. Tato potrubní pouzdra, pokud nejsou zakryta opláštěním, by měla být po instalaci na potrubí stažena třemi dráty napříč na každé pouzdro nebo spirálově ovinuta drátem podél

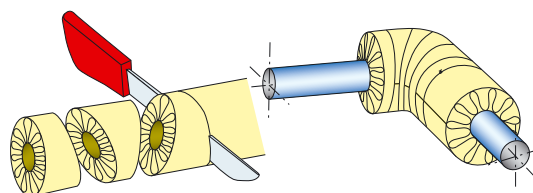
celého pouzdra. Ohyby potrubí se izolují ve stejné tloušťce jako sousední rovné části. Řezání a nasazování pouzder pro ohyby dokumentuje obrázek. Vinutá potrubní pouzdra Rockwool lze používat do 750 °C. V případě, že dochází k mechanickému namáhání potrubí, je pro teploty nad 300 °C nutno použít podpůrné konstrukce.

### Potrubní pouzdra pro technická zařízení budov

Pro TZB je možné používat řezaná nebo ohebná potrubní pouzdra s ALS vyztuženou hliníkovou fólií s provozní teplotou do 250 °C, pro nižší teploty do 100 °C s povrchem z fólie PVC – pouzdra TERMOROCK.



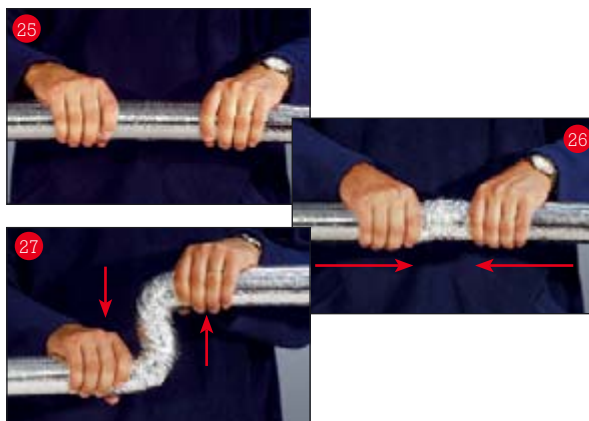
Nasazování potrubního pouzdra na potrubí (obr. 23)



Řezání potrubního pouzdra pro ohyb (obr. 24)

### Ohebná potrubní pouzdra

Pro izolaci ohybů potrubí TZB je možno používat ohebná potrubní pouzdra Flexorock. Výrazně urychlují a zjednodušují izolaci potrubí s četnými ohyby. Izolaci na kolenech a ohybech není nutno řezat a skládat z dílků.



Postup ohýbání pouzder Flexorock

**ROCKWOOL®**

# Izolace potrubí – podzemní vedení

Existují dva hlavní typy uložení podzemního potrubí:

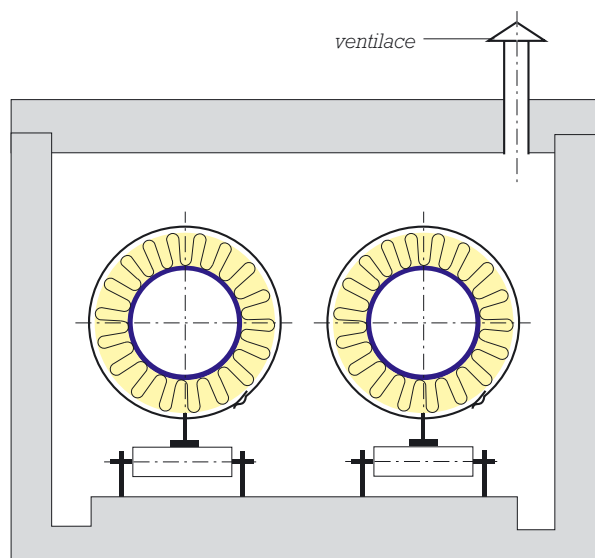
- Kanálová konstrukce
- Přímá instalace do země

## Kanálová konstrukce izolovaných potrubí

Používají se betonové kanály, které obvykle mají pravouhlý průřez a jsou odvětrané.

Výhody:

- Jednoduchá a levná kontrola a izolace potrubí
- Jednoduchý přístup usnadňuje údržbu a opravy



Řez podzemním parovodem (obr. 28)



Pohled do dvouplášťového vakuovaného potrubního systému

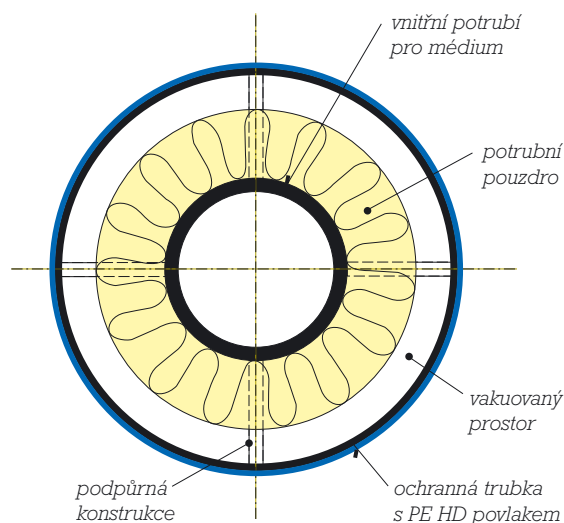
## Přímá instalace izolovaných potrubí do země

### Vakuované dvouplášťové systémy

Podstatný vliv na tepelnou vodivost izolace má vzduch obsažený v izolaci. Pokud se izolace nachází v prostředí s vyčerpáním vzduchem, snižuje se její součinitel tepelné vodivosti na méně než polovinu. Tohoto principu využívají vakuované potrubní systémy. Izolovaná mediovodná trubka je včetně izolace umístěna v ochranné trubce.

Mezi izolací a ochrannou trubkou je vždy vzduchová mezera. Dilataci vnitřní trubky zajišťují posuvné opěry. Z prostoru ochranné trubky je odčerpán vzduch, což podstatně zvyšuje účinnost tepelné izolace. Vakuováním taktéž dochází k odstranění vlhkosti z vnitřního prostoru, čímž se podstatně zvyšuje životnost mediovodné trubky.

V případě eventuální havárie lze opět vakuováním vysušit celý vnitřní prostor. Ochranná trubka je ve většině případů ocelová s povrchem chráněným polyetylenem.



Řez vakuovaným potrubním systémem (obr. 30)

### Předizolovaná potrubí

Izolace Rockwool jsou využívány i v předizolovaných potrubních systémech pro teploty média vyšší než cca 120 °C.

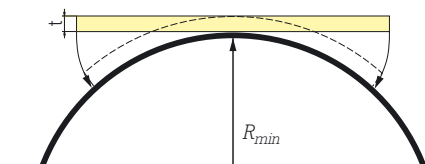
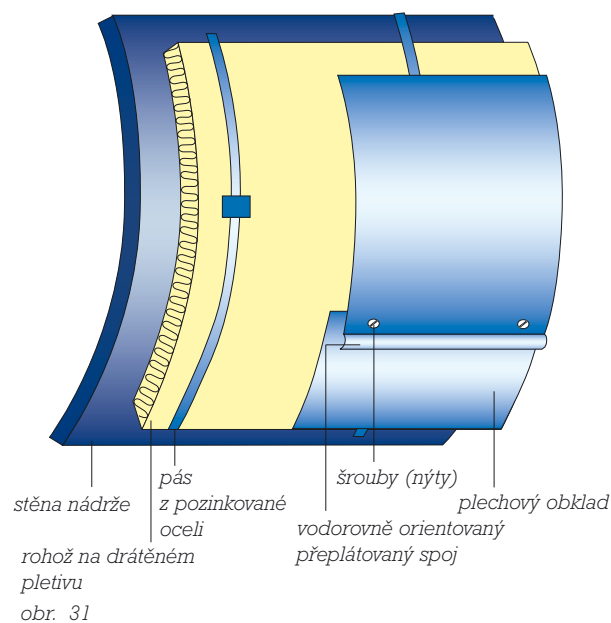
U těchto systémů je potrubí média izolováno potrubním pouzdrem z kamenné vlny a prostor mezi touto izolací a ochrannou trubkou (většinou polyetylenovou) je vyplněn polyuretanovou pěnou. Takové prefabrikované potrubí se ukládá přímo pod terén – do výkopu nebo se použije bezvýkopová technologie ukládání do zemního protlaku.

## Izolace nádrží a rovných ploch

V této části jsou popsány požadavky pro použití izolace nádrží, kotlů a dalších zařízení průmyslových závodů. Použití správné konstrukce, způsob instalace a výběr izolačního materiálu má zásadní význam pro správnou funkci těchto zařízení. Návrh izolačního systému závisí na teplotě kapaliny, rozměrech nádrže a okolních faktorech.

### Nádrže menších rozměrů, vany

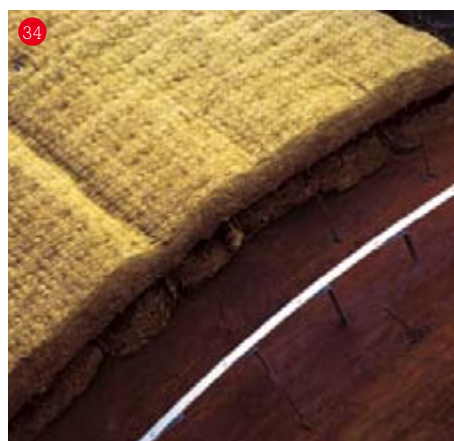
Malé válcové povrchy je možno izolovat lamelovými rohožemi nebo rohožemi na drátěném pletivu. Rohož lze po odříznutí správné délky obalit kolem povrchu. Okraje jednotlivých rohoží by měly být těsně spojeny, aby nevznikaly otevřené spáry, a měly by se stáhnout háčky (15 mm x 0,5 mm v rozestupech přibližně 25 cm). Rohože na drátěném pletivu musí být spojeny vodorovným spojem pomocí drátu o průměru větším než 0,7 mm.



### Minimální poloměry desek pro izolaci oblých povrchů

Výrobek	Minimální poloměr $R_{min}$ [mm]						
	Tloušťka izolace $t$ [mm]						
	25	40	50	60	70	80	100
<b>Techrock 80</b>	400	500	700	1 000	1 200	1 400	-
<b>Techrock 100</b>	500	700	1 000	1 500	2 000	-	-
<b>Techrock 120</b>	500	700	1 000	1 500	2 000	2 500	2 500
<b>Techrock 150</b>	1 300	1 900	2 600	3 000	3 200	3 400	3 500

Tabulka 3 – k obr. 32



Zásobníky izolované rohožemi na drátěném pletivu

Detail podpůrné konstrukce na výměníku

Pokud má izolace několik vrstev, spoje by měly být uspořádány střídavě, aby nedocházelo k tepelným mostům. Při teplotách média nižších, než je teplota okolí, hrozí kondenzace vlhkosti v izolaci. V tomto případě je třeba mezi opláštěním a izolací použít parotěsnou zábranu. Vodorovně orientované nádrže by měly být vybaveny potřebnými opěrnými prstenci.

### Povrchová úprava

Jednotlivé části opláštění by měly být kladeny tak, aby umožňovaly odvodňování (na způsob střešních tašek "po vodě") s minimálním překrytím 50 mm.

### Použití desek pro oblé povrchy

Oblé povrchy mohou být izolovány i deskami. Tabulka a obrázek dokumentují minimální poloměry ohýbání jednotlivých desek. Použití menších průměrů může způsobit problémy při instalaci.

## Nádrže velkých rozměrů

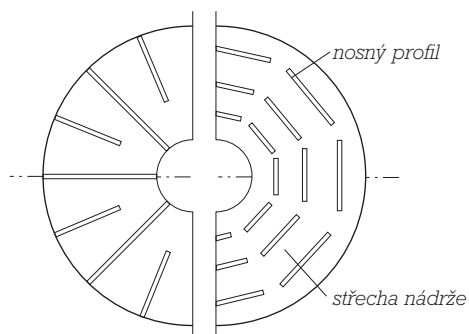
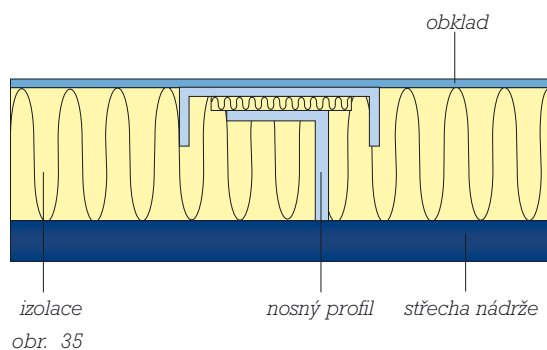
Nádrže velkých rozměrů lze izolovat pomocí rohoží na drátěném pletivu, lamelových rohoží nebo desek. Izolace se většinou kotví kovovými trny, jejichž rozestup je závislý na teplotě kapaliny a předpokládaném mechanickém zatížení. Maximální vzdálenost mezi nimi by měla být 60 cm. V případě použití desek by každá měla být zajištěna minimálně dvěma trny.

### Povrchová úprava

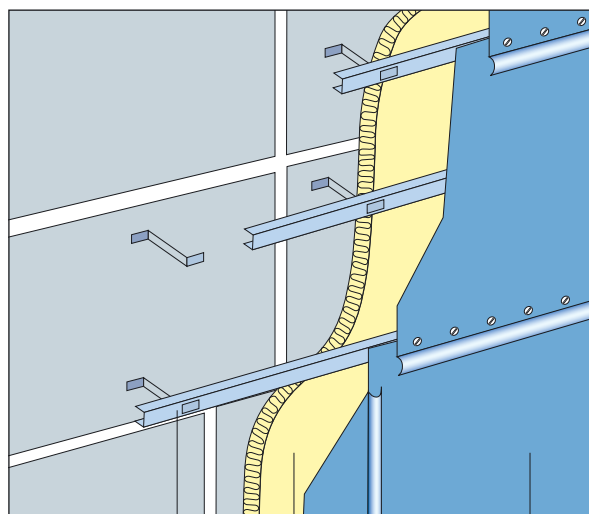
V závislosti na velikosti akumulční nádrže a předpokládaném mechanickém zatížení se používá ploché (tloušťka 1,0–1,2 mm), nebo tvarované (tloušťka 0,8–0,9 mm) obložení (instalované tak, aby umožňovalo odvádění vody) s maximálním překrytím 50 mm. V případě obložení z trapézových plechů by svislé překrytí mělo mít šířku alespoň jedné vlny. Obložení ve formě trapézových a hladkých plechů se kotví na opěrné konstrukce. Jejich tvar a typ závisejí na teplotě kapaliny a tloušťce izolace.

### Sřechy nádrží

Sřechy nádrží lze izolovat deskami, jejichž typ je závislý na předpokládaném zatížení. Pokud se předpokládá častější údržba, je třeba volit tuhé typy desek. Izolace se vkládá mezi profily, nesoucí opláštění. Výška profilu by se měla rovnat tloušťce izolace. Nosné profily lze připevnit ke sřechě nádrže přivařením nebo pomocí šroubů.



Možné uspořádání nosných profilů u sřechy nádrže (obr. 36)



lišta - U profil (z plechu) izolace obložení

Schéma izolace stěny nádrže (obr. 37)

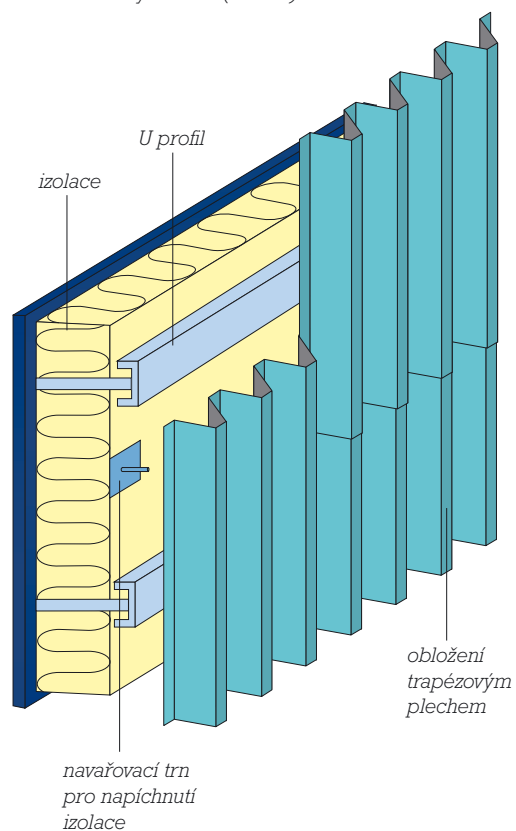


Schéma izolace stěny nádrže (obr. 38)

Obložení by mělo být instalováno tak, aby všechny spoje měly minimální překrytí 50 mm, které zabrání vnikání vody. Obložení se připevňuje k profilům ve spojích pomocí nýtů. Aby se kapilární vztlakovostí nedostala voda mezi spoje plechů (v přeložení) dovnitř, musí být spáry utěsněny trvale pružným tmelem s neutrální reakcí. Vzhledem k rozdílným deformacím vlivem teploty nesmí být obložení sřechy spojeno s obložением stěn.

## Izolace kotlů



Použití tepelných izolací v energetice zamezuje zbytečným tepelným ztrátám, a tím chrání životní prostředí

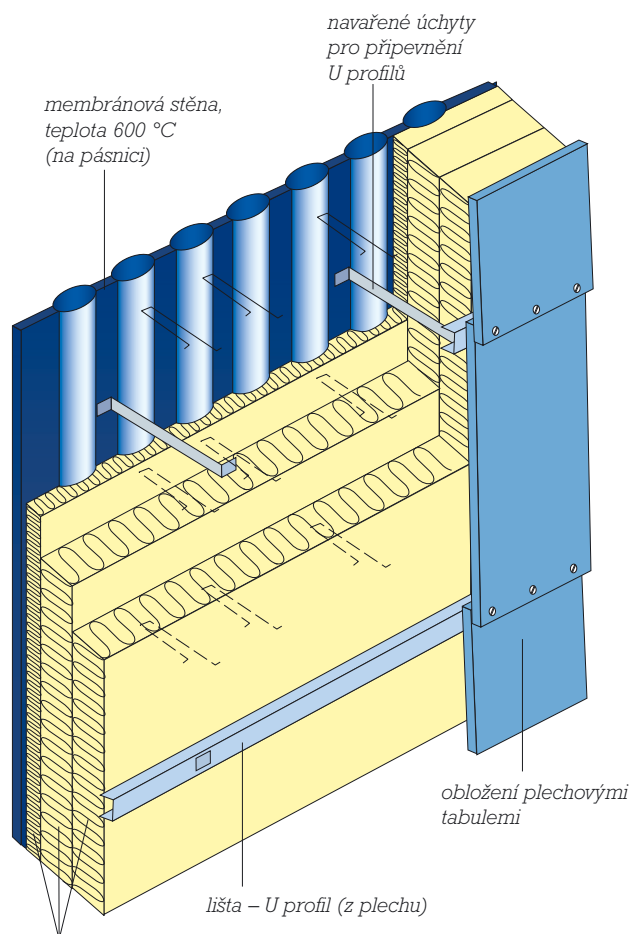
Izolace kotlů patří k nejnáročnějším oblastem použití izolačních materiálů. Podle tvaru a teploty povrchu se pro jejich izolaci používají buď desky vyšších objemových hmotností nebo rohože na drátěném pletivu.

### Válcové kotle

Válcové kotle se izolují většinou rohožemi na drátěném pletivu. Doporučujeme aplikovat ve více vrstvách z důvodů eliminace tepelných mostů. V případě vysokých teplot by tloušťka první vrstvy měla být zvolena tak, aby teplota drátěného pletiva nepřekračovala 370 °C. Rohože se upevňují na kotle buď ocelovými páskami nebo navařovacími trny.

### Kotle s rovinnými stěnami

Stěny kotlů často bývají vystaveny působení vysokých teplot (500 až 600 °C). Při vysokých teplotách je nutné použít mechanické upevňovací prvky. Pro izolaci zařízení jsou použity min. dvě vrstvy izolace s různými objemovými hmotnostmi. Materiál s vyšší objemovou hmotností sousedí s horkým povrchem. Důvodem je, že materiály s vyšší objemovou hmotností izolují při vysokých teplotách lépe než materiály s nižší objemovou hmotností (viz kapitola Tepelná ochrana). Izolační vlastnosti obou typů při nízkých teplotách jsou téměř totožné.



Izolační desky Rockwool (3 vrstvy, u kotlové stěny izolace s největší objemovou hmotností) Schéma izolace stěny kotle (obr. 40)

**ROCKWOOL®**

# Izolace vzduchotechnických potrubí

Izolace se stává stále důležitější součástí topných, větracích a klimatizačních zařízení. Izolace Rockwool působí na vzduchotechnických potrubích jako tepelná, protipožární a zvuková izolace, částečně ji lze používat i pro zamezení kondenzace.

## Tepelná izolace vzduchotechniky

Pro tepelnou a zvukovou izolaci vzduchotechniky se používají lamelové rohože Larock a desky Techrock ALS.



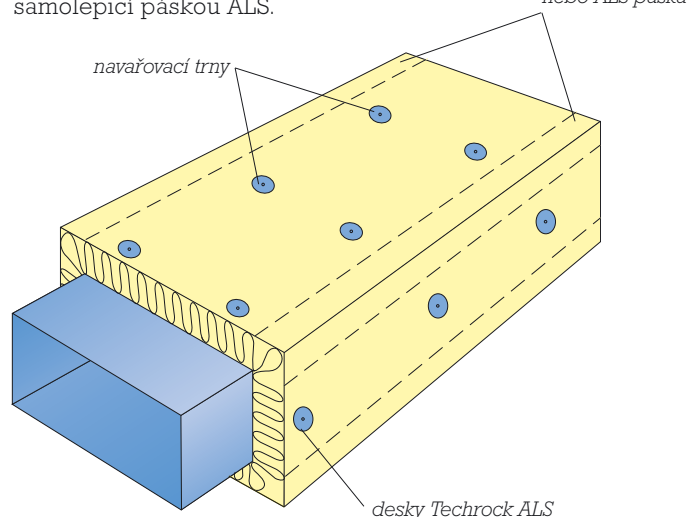
Požární izolace vzduchotechnického potrubí

## Požární izolace vzduchotechniky

Pro požární izolaci vzduchotechnického potrubí má firma Rockwool odzkoušeny systémy izolace PYROROCK pro požární odolnosti EI 30, EI 45 a EI 60 minut požární odolnosti, a to pro pravoúhlá a kruhová potrubí chráněná proti ohni zvnějšku. Pro ochranu pravoúhlého potrubí proti ohni zvnějšku i zevnitř má firma Rockwool odzkoušen systém Conlit DUCTROCK s odolností EIS 60, 90 a 120 min. Popis je obsahem samostatných technických listů.

## Provádění izolace vzduchotechniky

Rohože i desky se kotví na vzduchotechnická potrubí pomocí lepicích nebo navařovacích trnů. Mezi jednotlivými deskami by neměly vznikat žádné mezery. Spoje desek i rohoží se z estetických důvodů přelepují samolepicími ALS páskami. Všechny spoje by měly být tupé a přelepené samolepicí páskou ALS.

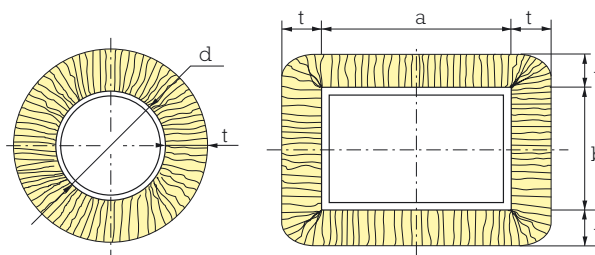


Tepelná izolace vzduchotechnického potrubí (obr. 42)

## Výpočet délky lamelové rohože pro kanály a potrubí

Délku lamelové rohože na izolaci kanálu nebo potrubí lze vypočítat podle těchto vzorců:

- **kruhové potrubí:**  
 $L = (\text{průměr } d + 2 \times \text{tloušťka izolace } t) \times 3,14$
- **pravoúhlý kanál:**  
 $L = 2 \times a + 2 \times b + 8 \times \text{tloušťka izolace } t$




obr. 43

## Ochrana proti kondenzaci ve vzduchotechnických potrubích

Vzduchotechnická potrubí, která procházejí chladnými místnostmi, by měla být izolována na vnější straně, aby v nich nemohlo docházet ke kondenzaci. Stěna kanálu v tomto případě působí jako parotěsná zábrana proti vlhkosti.

**Technické izolace – Česká republika**

	Rohože s ALS fólií			Rohože na drátěném pletivu			Desky					Potrubní pouzdra		Ostatní													
	Larock 40 ALS – lamelová	Larock 55 ALS – lamelová	Larock 65 ALS – lamelová	Klimafix – lamelová samolepicí	Klimarock	WM 80	WM 105	WM 80 ALU – s ALU fólií	ProRox WM 80 – komprimovaná	ProRox WM 100 – komprimovaná	Techrock 40	Techrock 60	Techrock 80	Techrock 100	Techrock 120	Techrock 150	Techrock 80 ALS, 100 ALS, 120 ALS	Techrock FB1, FB2 – s fleecem	Conlit Ductrock 60, 90, 120	PIPO	PIPO ALS – s ALS polepem	Rockwool 800 (s ALS) – vinité	Rockwool 880 – vinité	Loose wool – volná vlna	Granulát – granulovaná vlna		
<b>Tepelné izolace</b>																											
<b>Potrubí</b>																											
Rozvody tepla a TUV do 250 °C	•	•	•		•																•	•					
Rozvody nad 250 °C	•	•	•		•																		•	•			
<b>Průmyslové zásobníky</b>																											
Zásobníky (stěny) do 50 °C				•																							
do 250 °C	•	•	•		•																						
do 340 °C	•	•	•		•																						
nad 340 °C (omezení MST)	•	•	•		•																						
Zásobníky (stropy) do 250 °C	•	•	•		•																						
do 340 °C	•	•	•		•																						
nad 340 °C (omezení MST)	•	•	•		•																						
<b>Kotle a pece</b>																										•	
<b>Bojlery</b>	•	•	•		•																					•	
<b>Turbíny</b>																										•	
<b>Komíny</b>																											
<b>Výfuky</b>																											
<b>Nepravidelná a nepřístupná místa</b>																										•	
<b>Vzduchotechnická potrubí</b>																											
kruhového průřezu	•	•	•	•	•																						
hranatého průřezu				•							•	•	•	•	•	•											
<b>Protihlukové izolace</b>																											
<b>Potrubí</b>	•	•	•		•																	•	•	•	•	•	
<b>Ploché povrchy</b>												•	•	•	•	•	•										
<b>Akustické kulisy, tlumiče hluku</b>																											
<b>Protipožární izolace vzduchotechnického potrubí</b>																											
kruhového průřezu – systém PYROROCK – ochrana proti požáru z vnějšku EI 30 S, EI 45 S, EI 60 S			•			•		•	•																		
hranatého průřezu – systém PYROROCK – ochrana proti požáru z vnějšku EI 30 S, EI 45, EI 60																											
hranatého průřezu – systém Conlit DUCTROCK ochrana proti požáru z vnějšku i zevnitř EI 60 S, EI 90 S, EI 120 S																											
<b>Protipožární izolace potrubí na odvod tepla a kouře (OTK)</b>																											
hranatého průřezu – systém Conlit DUCTROCK – ochrana potrubí pro odvod tepla a kouře (OTK) z vnějšku i zevnitř EI 30 S, EI 60, EI 90 multi																											
<b>Kapalné plyny, kryogenika</b>																										•	
<b>Zásypy kanálů</b>																										•	
<b>Maximální provozní teplota – MST (°C)</b>	620 <sup>1)</sup>	640 <sup>1)</sup>	660 <sup>1)</sup>	50 <sup>2)</sup>	250 <sup>1)</sup>	700 <sup>3)</sup>	750 <sup>3)</sup>	700 <sup>4)</sup>	640 <sup>3)</sup>	680 <sup>3)</sup>	340	640	680	700	710	720	5)	5)	–	250	250 <sup>1)</sup>	620 <sup>1)</sup>	620	700	250		

<sup>1)</sup> max. teplota na povrchu s polepem +100 °C

<sup>2)</sup> max. teplota povrchu +50 °C

<sup>3)</sup> teplota na vnější straně (na pozinkovaném pletivu) max. +370 °C

<sup>4)</sup> teplota na vnější straně (na pozinkovaném pletivu) max. +370 °C; max. teplota na povrchu s našitou hliníkovou fólií +100 °C.

<sup>5)</sup> podle typu desky Techrock

ALS – hliníková fólie vyztužená skleněnou tkaninou

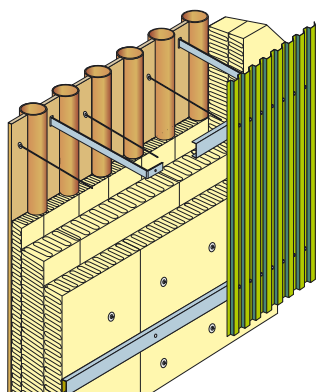
ALU – hliníková fólie

FB1 – jednostranný polep černým skleněným fleecem

FB2 – oboustranný polep černým skleněným fleecem

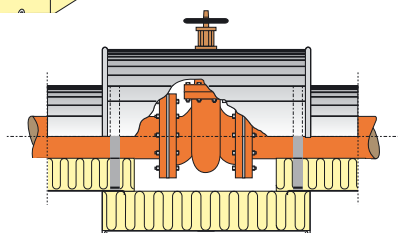
**ROCKWOOL®**

# Způsoby použití jednotlivých izolací



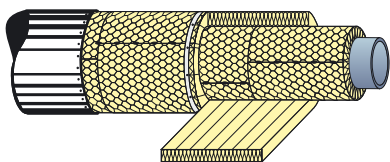
## KOTLE

- Techrock 80, 100, 120, 150
- Techrock 80, 100, 120 ALS
- WM 80, 105
- WM 80 ALU
- ProRox WM 80, 100



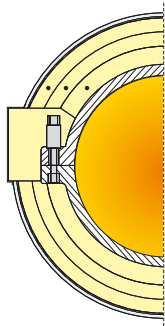
## ARMATURY

- WM 80, 105
- WM 80 ALU
- ProRox WM 80, 100
- Rockwool 800, 880
- Granulát



## POTRUBNÍ VEDENÍ VELKÝCH PRŮMĚRŮ

- WM 80, 105
- WM 80 ALU
- ProRox WM 80, 100
- Larock 65 ALS, Larock 55 ALS, Larock 40 ALS
- Rockwool 800, 880

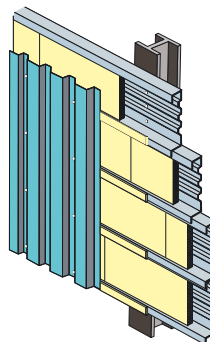
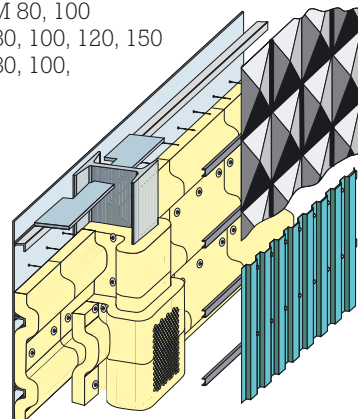


## PARNÍ TURBÍNA

- WM 80, 105
- WM 80 ALU
- ProRox WM 80, 100
- Granulát, Loose wool

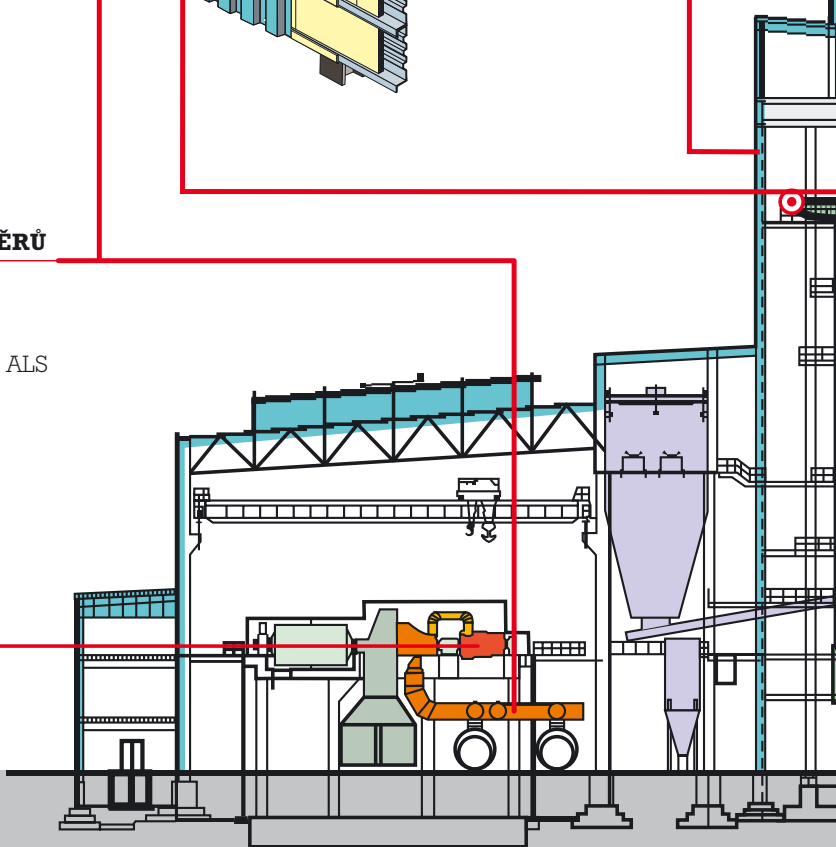
## ELEKTROFILTRY

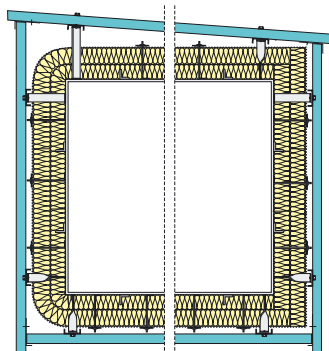
- WM 80, 105
- ProRox WM 80, 100
- Techrock 80, 100, 120, 150
- Techrock 80, 100, 120 ALS



## OBVODOVÝ PLÁŠŤ

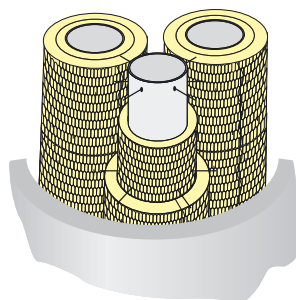
- Airrock LD
- Airrock ND
- Airrock HD





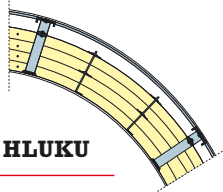
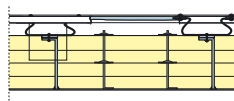
### SPALINOVÉ KANÁLY

- Techrock 80, 100, 120, 150
- Techrock 80, 100, 120 ALS
- WM 80, 105
- WM 80 ALU
- ProRox WM 80, 100



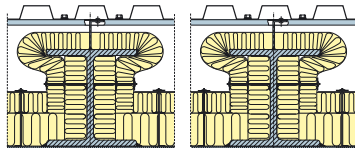
### KOMÍNY

- WM 105
- ProRox WM 100



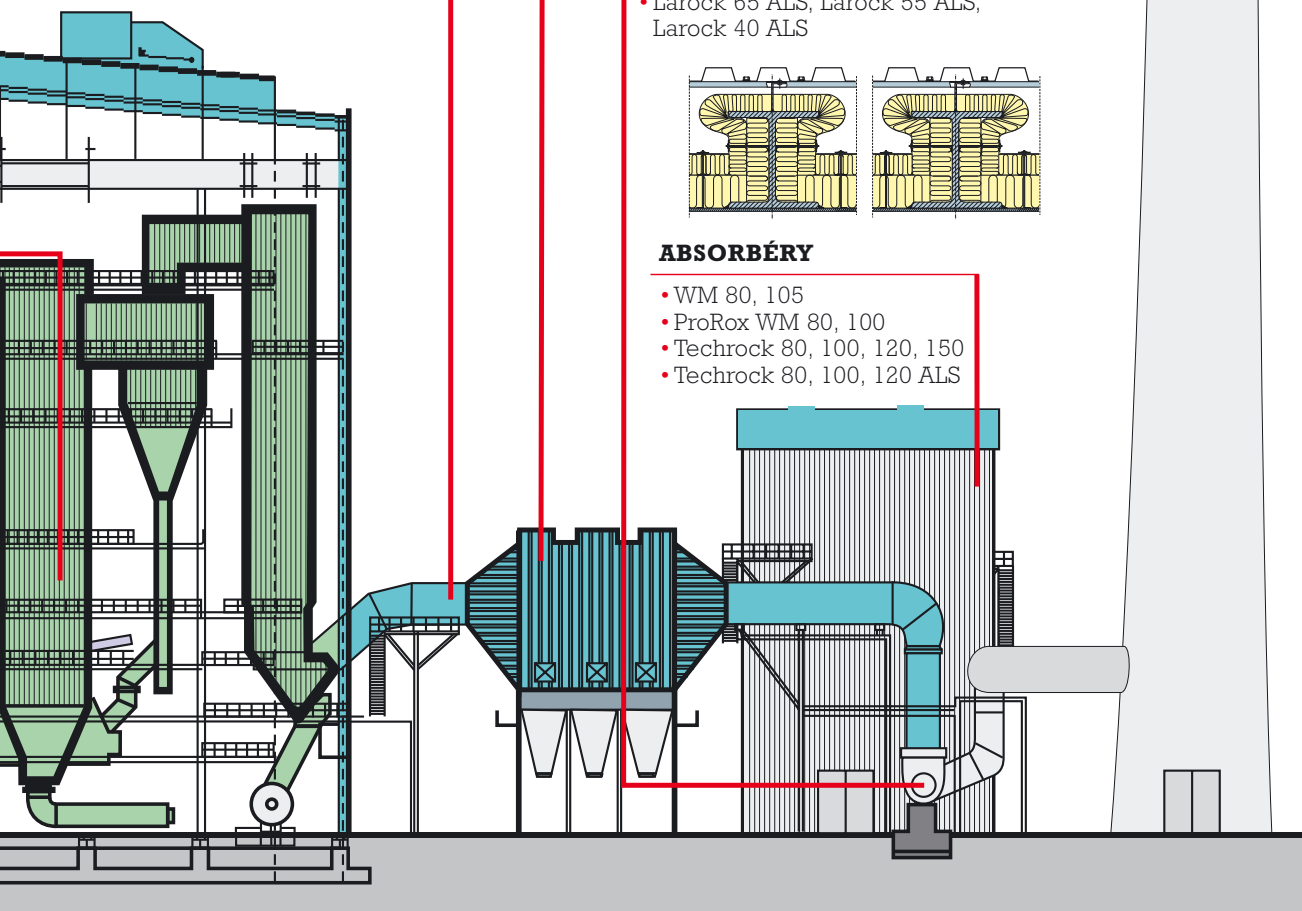
### VENTILÁTORY – IZOLACE PROTI HLUKU

- WM 80, 105
- ProRox WM 80, 100
- Techrock 80, 100, 120, 150
- Techrock 80, 100, 120 ALS
- Larock 65 ALS, Larock 55 ALS,  
Larock 40 ALS



### ABSORBÉRY

- WM 80, 105
- ProRox WM 80, 100
- Techrock 80, 100, 120, 150
- Techrock 80, 100, 120 ALS



# Přehled materiálů

Materiál	Max. provozní teplota (°C)	Střední nominální objemová hmotnost (kg/m <sup>3</sup> )	Závislost součinitele tepelné vodivosti $\lambda_m$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) na střední teplotě $t_m$ (°C)									
			50	100	150	200	250	300	350	400	500	600
<b>Rohože s ALS polepem</b>												
Larock 40 ALS	620 <sup>1)</sup>	36	0,043	0,055	0,064	0,090						
Larock 55 ALS	640 <sup>1)</sup>	55	0,041	0,052	0,059	0,082	0,096					
Larock 65 ALS	660 <sup>1)</sup>	65/tl. ≤ 60 mm 60/tl. > 60 mm	0,040	0,050	0,056	0,076	0,084	0,110				
Klimafix	50	36	0,048									
Klimarock	250 <sup>1)</sup>	45	0,043	0,055	0,069	0,086	0,105					
<b>Rohože na drátěném pletivu</b>												
WM 80	700 <sup>2)</sup>	80	0,039	0,044	0,050	0,060	0,070	0,083	0,100			
WM 80 ALU	700 <sup>3)</sup>	80	0,039	0,044	0,050	0,060	0,070	0,083	0,100			
WM 105	750 <sup>2)</sup>	105	0,038	0,042	0,049	0,058	0,068	0,080	0,096			
ProRox WM 80	640 <sup>2)</sup>	85 <sup>4)</sup>	0,041	0,045	0,053	0,062	0,072	0,084		0,112	0,146	0,192
ProRox WM 100	680 <sup>2)</sup>	100 <sup>2)</sup>	0,040	0,045	0,051	0,059	0,067	0,079		0,105	0,135	0,175
<b>Desky</b>												
Techrock 40	340	40	0,040	0,055		0,095		0,139		0,209		
Techrock 60	640	60	0,040	0,050		0,078		0,117		0,181	0,254	0,353
Techrock 80	680	80	0,040	0,056		0,072		0,109		0,152	0,194	0,226
Techrock 100	700	100	0,043	0,058		0,076		0,101		0,127	0,158	0,196
Techrock 120	710	120	0,046	0,056		0,076		0,101		0,128	0,167	0,194
Techrock 150	720	150	0,048	0,067		0,076		0,090		0,135	0,190	0,225
Techrock ALS <sup>1)</sup>	- 1)	podle typu desky Techrock – viz výše	podle typu desky Techrock – viz výše									
Techrock FB1	- 1)	podle typu desky Techrock – viz výše	podle typu desky Techrock – viz výše									
<b>Řezaná potrubní pouzdra</b>												
PIPO	250	90	0,038	0,046	0,056	0,062	0,069	0,083				
PIPO ALS	250	90 <sup>1)</sup>	0,038	0,046	0,056	0,062	0,069	0,083				
<b>Vinutá potrubní pouzdra</b>												
Rockwool 800	620	100–120	0,038	0,044	0,051	0,061	0,073	0,087				
Rockwool 880	620	100–120	0,038	0,044	0,051	0,061	0,073	0,087				
<b>Požární izolace</b>												
Conlit Ductrock 60	–	195	0,040 <sup>5)</sup>									
Conlit Ductrock 90	–	300	0,040 <sup>5)</sup>									
Conlit Ductrock 120	–	320	0,041 <sup>5)</sup>									
<b>Volná vlna</b>												
Loose Wool	700	max. 100 podle zpracování	v závislosti na dosažené objemové hmotnosti									
<b>Granulovaná vlna</b>												
Granulát P	250	30–50	0,040 <sup>6)</sup>									

<sup>1)</sup> Teplota na vnější straně (na hliníkové fólii) nesmí přesáhnout 100 °C.

<sup>2)</sup> Teplota na vnější straně (na pozinkovaném pletivu) max. +370 °C.

<sup>3)</sup> Teplota na vnější straně (na pozinkovaném pletivu) max. +370 °C.

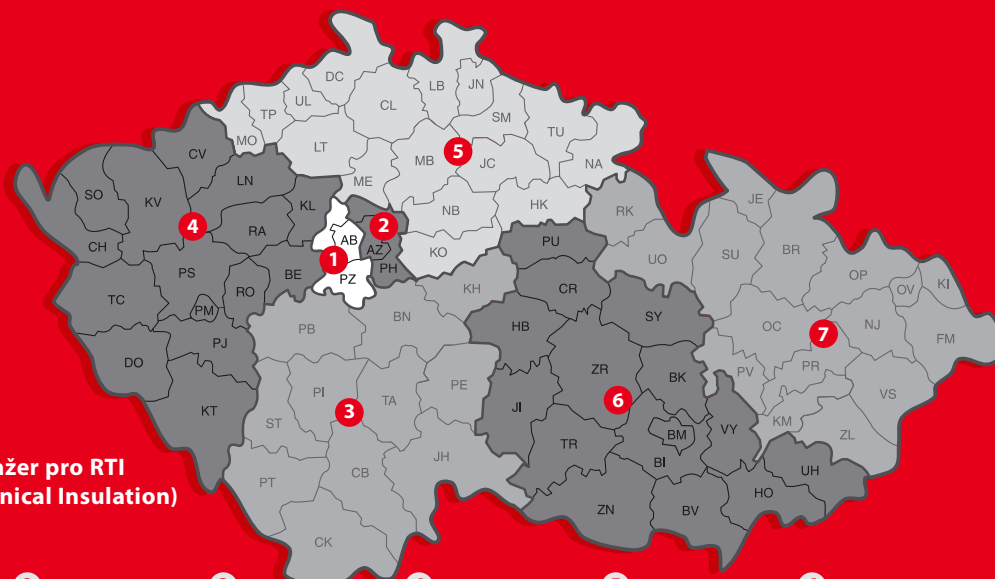
Nejvyšší teplota na straně hliníkové fólie nesmí přesáhnout +100 °C.

<sup>4)</sup> Střední měrná objemová hmotnost rohože o tloušťce 30 mm je 100 kg.m<sup>-3</sup>.

<sup>5)</sup> Součinitel tepelné vodivosti při teplotě 10 °C; není určeno pro vysokoteplotní aplikace – jen pro protipožární účely.

<sup>6)</sup> Součinitel tepelné vodivosti při teplotě 10 °C; platí pro objemovou hmotnost 50–70 kg/m<sup>3</sup> aplikovaného výrobku.

## Obchodní a technické poradenství CZ a SK:



**Obchodní manažer pro RTI  
(Rockwool Technical Insulation)**  
tel.: 606 702 056

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



**Obchodno-technický zástupca  
Západ (BA, TT, NR)**  
tel.: 0903 411 243

**Obchodno-technický zástupca  
Stred (ZA, TN, BB)**  
tel.: 0903 778 988

**Obchodný manažer pre RTI  
(Rockwool Technical Insulation)**  
tel.: 0903 235 027

**Obchodno-technický zástupca  
Východ (KE, PO)**  
tel.: 0911 563 010

**Rockwool, a.s.**  
 Cihelní 769, 735 31 Bohumín 3  
 e-mail: [info@rockwool.cz](mailto:info@rockwool.cz), technické poradenství: ☎ 800 161 161

---

**Rockwool Slovensko, s.r.o.**  
 Rožňavská 24, 821 04 Bratislava  
 e-mail: [info@rockwool.sk](mailto:info@rockwool.sk)

Více informací získáte na [www.rockwool.cz](http://www.rockwool.cz), [www.rockwool.sk](http://www.rockwool.sk)

# ROCKWOOL®