Izolace a fasádní systémy –   
vnitřní izolace

# Shrnutí

Tento výukový materiál podává přehled výhod a nevýhod vnitřních izolací. Obsahuje také praktické pokyny týkající se výběru vhodných izolačních materiálů, jejich instalace a fyziky budov. Jsou zde vysvětlena měřítka pro plánování a platné izolační normy. Důležitá část pojednává o zárukách kvality v oblasti vzduchotěsnosti a minimalizace tepelných mostů.

# Cíle

**Po dokončení tohoto modulu jsou absolventi schopni…**

* vyjmenovat oblasti, kde je možné využít vnitřní izolaci
* srovnat různé systémy vnitřních izolací
* vyhodnotit problematická místa vnitřních izolací
* používat měřítka pro posuzování kvality izolačních systémů
* posoudit výhody a nevýhody jednotlivých izolačních systémů

**Obsah**

Shrnutí 1

Cíle 1

1 Úvod 3

2 Oblasti použití vnitřní izolace 3

3 Plánovací kritéria a dosažitelné výsledky při použití vnitřní izolace 4

3.1 Příklady a výpočet hodnoty U 7

3.2 Hodnoty U u vnitřních izolací 8

4 Měřítka kvality při navrhování a realizaci izolačních systémů 10

4.1 Zajištění kvality v projektové fázi 10

4.2 Zajištění kvality ve fázi realizace 10

4.3 Neprodyšnost (vzduchotěsnost) 11

4.4 Minimalizace tepelných mostů 11

5 Seznam obrázků 13

6 Seznam tabulek 13

7 Prohlášení o odmítnutí záruk 14

# Úvod

Vnitřní izolace **má smysl tehdy, když** **izolaci není možné provádět** při renovaci objektu **na vnější straně obvodového zdiva, např. u památkově chráněných objektů**. V zásadě bychom však měli dávat přednost vnější izolaci, a to zejména z hlediska stavebně-fyzikálních parametrů objektu. Důvodem je, že pomocí vnější izolace se lépe zabraňuje tvorbě tepelných mostů a výsledná konstrukce je energeticky velmi úsporná.

# Oblasti použití vnitřní izolace

**Hlavními oblastmi,** kdy provádíme vnitřní izolaci, proto zůstávají **památkově chráněné budovy** a jiné budovy, **u nichž musí být stávající fasáda zachována**, neboť se podílí na vytváření celkové podoby města či sídla. K volbě konkrétního řešení se vždy musejí vyjádřit stavitel, projektant, stavební fyzik a orgán památkové péče.

Při projektování se musí vždy dbát na to, že u obytných staveb je třeba docílit určitých **stavebně-fyzikální řešení**, která jsou nezbytná pro zajištění dobrého klimatu v místnostech a hygienicky nezávadné kvality vzduchu ve vnitřních prostorách.

Vnitřní izolace lze provádět s vysokou technickou spolehlivostí u většiny typů budov a konstrukcí obvodových stěn. To lze prokázat na řadě vysoce energeticky úsporných projektů, které byly realizovány v uplynulých letech.

**Dvě krátká videa ukazují vnitřní izolace v praxi:**

<https://www.youtube.com/watch?v=oH-M9jFjK5E>

https://www.youtube.com/watch?v=7O3gCsNCf

**Další informace k nevýhodám vnitřních izolací**

Nedostatky vnitřních izolací spočívají především ve stavebně-fyzikálních aspektech. Vždy je třeba proto zvolit spolehlivé řešení, které zabrání průniku vlhkosti a možného růstu plísní. Kromě toho je zejména u konstrukcí z dřevěných prefabrikátů vyloučit zvýšení vlhkosti.

Dosažitelné hodnoty U jsou zde obvykle nižší než u vnější izolace. Úspory tepla jsou navíc omezené tepelnými mosty, které obvykle vznikají ve spojích stavebních prvků. Počáteční mírná cenová výhoda se může často změnit v nevýhodu tehdy, když je třeba provést nákladné dodatečné práce v místech spojů různých stavebních prvků (např. v místech uložení stropních trámů na nosné zdivo). To platí zejména v případě, kdy musíme vynaložit velké náklady na to, aby zůstaly pohledově zachovány detaily trámových stropů, například v místech jejich křížení a spojů.

Další nevýhodou vnitřních izolací je skutečnost, že zmenšují obytnou plochu místností. Snižuje se celková využitelná či pronajímatelná plocha místností, což snižuje ekonomický přínos stavby.

# Plánovací kritéria a dosažitelné výsledky při použití vnitřní izolace

**Před plánováním vnitřních izolací je vždy třeba provést podrobnou analýzu konkrétní situace.** V případě chybného návrhu nebo provedení vnitřní izolace jsou škody v důsledku stavebně-fyzikálních podmínek stavby vždy vyšší než u vnější izolace obvodového pláště budovy.

**Mimo jiné je třeba uvážit tato hlediska:**

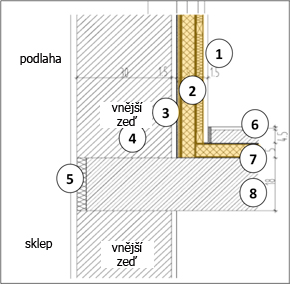
* **Hygiena a komfort obytného prostředí.** Zvýšením povrchové teploty na vnitřní části obvodové zdi se docílí vyšší hygienické úrovně obytného prostoru. Zvýší se jednak tepelný komfort a zabrání se srážení vlhkosti a vzniku plísní na povrchu stěny. Současně je však nezbytné zabránit vzniku škod v důsledku vlhkosti, která může být způsobena difúzí, prouděním, zatékáním při dešti nebo v místech tepelných mostů.
* **Stavebně-fyzikální faktory**: Do energetických výpočtů je třeba zahrnout ztráty vzniklé působením tepelných mostů. Doporučuje se vliv tepelných mostů minimalizovat a vyčíslit výši reziduální ztráty. Jen nutné rovněž vzít v úvahu faktory vlhkosti, aby se zabránilo škodám způsobeným vlhkostí během upevňování izolace.
* **Realizace stavebních prací**: Detaily a spoje musejí být prováděny velmi pečlivě. Zvlášť pečlivou pozornost je nutné věnovat proudění, a tedy vzduchotěsnosti.
* **Tloušťka izolační vrstvy s cílem dosažení vysoké hodnoty U:** Vnitřní izolací lze dosáhnout vysoké energetické účinnosti. V tabulce 1 se příkladech uvádějí různé izolační standardy pro různé typy stavebních konstrukcí. Při výpočtech vycházíme z koeficientu tepelné vodivosti λ ve výši o,040 W/mK. U většiny izolačních materiálů, schválených pro použití na vnitřní izolace, činí hodnota λ 0,04 až 0,05 W/mK. Kromě toho však existuje i celá řada oblastí, kde je vhodné použít vysoce účinné izolační materiály, mezi které patří například aerogelová izolace (λ = 0,16 W/mK) nebo vakuové izolace (λ = 0,08 W/mK). Při použití izolačních materiálů s vysokou účinností je třeba, aby všechny detaily, které mají vliv na vzduchotěsnost a ochranu proti zatékání dešťové vody, byly provedené zcela přesně.
* **Ochrana proti zatékání dešťové vody**: Konstrukce stěn s vnitřním tepelnou izolací je třeba v zásadě provádět tak, aby nemohlo docházet k vlhnutí stěny zvenku.
* **Vzduchotěsnost:** Mimořádně vysoké riziko vzniku škod vzniká v místech štěrbin a netěsností, tj. podél stavebních prvků, které skrze provedenou izolaci procházejí směrem ven do chladnějších částí konstrukce. V případě výskytu takových netěsností jimi může proudit vlhký vzduch zevnitř ven a může v místech ochlazení docházet ke srážení vlhkosti. Vodní kondenzát může způsobit závažné škody. Proto je vzduchotěsné provedení u vnitřní izolace zvlášť důležité.
* **Vlhkost vnitřního vzduchu**: Stavby s vnitřní izolací by měly zejména v chladných zimních měsících vykazovat co nejnižší vlhkost vnitřního vzduchu, aby se předešlo případným škodám v důsledku difúze nebo proudění. Nejjednodušším řešením je instalace větracího systému poháněného ventilátorem, v ideálním případě s rekuperací tepla.
* **Vytápění prostor:** Teplo by v místnostech s vnitřní izolací mělo být v zásadě rozprostřeno po celé ploše vymezené obvodovou stěnou. Toho lze docílit použitím soklových topných těles nebo podlahovým vytápěním. Místy, která lze považovat ze stavebně-fyzikálního hlediska považovat za nejcitlivější, jsou především průniky stropní konstrukce skrze vnitřní izolaci. Teplotu v těchto místech je možné mírně zvýšit například vhodným vedením rozvodů tepla. Takto se předejde škodám způsobeným vlhkostí.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Rok stavby** | **U ≤ 0,35 W/m2K** | **U ≤ 0,28 W/m2K** | **U ≤ 0,23 W/m2K** | **U ≤ 0,20 W/m2K** |
|  |  | **W/m2K** | **cm** | **cm** | **cm** | **cm** |
| 1 | **konec 19. století, 45 cm,  λ = 0,96 W/mK** | 1,40 | 8,5 | 11,5 | 14,5 | 17 |
| 2 | **postaveno v roce 1930,  37,5 cm,  λ = 0,96 W/mK** | 1,59 | 9 | 11,5 | 14,5 | 17 |
| 3 | **postaveno v roce 1950,  30 cm,  λ = 0,62 W/mK** | 1,38 | 8,5 | 11,5 | 14,5 | 17 |
| 4 | **postaveno v roce 1960,  30 cm,  λ = 0,50 W/mK** | 1,20 | 8 | 11 | 14 | 16,5 |
| 5 | **postaveno v roce 1970,  30 cm,  λ = 0,36 W/mK** | 0,93 | 7 | 10,5 | 13 | 15,5 |
| 6 | **postaveno v roce 1980,  36,5 cm,  λ = 0,26 W/mK** | 0,60 | 5 | 7,5 | 10,5 | 13 |
| 7 | **Zdvojený plášť se vzduchovým prostorem** | 1,38 | 8,5 | 11,5 | 14,5 | 17 |
| 8 | **Zdvojený plášť,  4 cm izolace v mezeře** | 0,74 | 6 | 8,5 | 12 | 14,5 |
| 9 | **Zdvojený plášť,  6 cm izolace v mezeře** | 0,57 | 4,5 | 7 | 10 | 12,5 |

Tabulka 1: Tloušťky vnitřní izolace, které jsou nutné pro dosažení různých hodnot U při λ = 0,040 W/mK, v závislosti na stavební konstrukci typické pro určitou dobu. Zejména u konstrukcí uvedených v řádcích 6 až 9 se dosahuje velmi příznivých hodnot U. To se však ale týká jen těch případů, kde je současně minimalizován vliv tepelných mostů, například použitím ucpávkové izolace u konstrukčních prvků, které izolací procházejí. Zdvojené zdivo má z hlediska tepelných mostů samozřejmě velkou výhodu, protože vnitřní vzduchovou mezeru je možné izolovat.

## Příklady a výpočet hodnoty U

Příklad s použitím vakuové izolace umístěné na vnitřní straně obvodové zdi a na strop nad sklepem je znázorněn v následujícím obrázku (náčrtku):



Vnitřní izolace obvodové zdi

1 sádrokartonový obklad

2 vakuový izolační panel

3 vnitřní (stávající) omítka

4 zdivo

5 vnější omítka odolná proti dešti

Izolace suterénu stropu

6 plovoucí podlaha

7 vakuový izolační panel

8 železobetonová stropní deska

Obr. 1: Vnitřní izolace u renovované budovy s užitím vakuových izolačních panelů se součinitelem tepelné vodivosti λ = 0,008 W/mK (zdroj: Schulze Darup, upraveno)

**Příklad**

Systémy vnitřních izolací je možné kombinovat se stěnovým vytápěním, jak je uvedeno na obr. 2 a obr. 3. Na obr. 4 a obr.5 je zobrazeno provedení vnitřní izolace z nastříkané celulózy a aerogelu.



Obr. 2 (vlevo): Stěnové vytápění v montovaném stavebním dílu z jílu v kombinaci s vláknitou izolační deskou z měkkého dřeva („hobra“), provedené tzv. suchou montáží - připevněním na nosnou konstrukci (zdroj: WEM Wandheizung GmbH)

Obr. 3 (vpravo):Trubky stěnového vytápění na vnitřní izolaci z lýkových vláken (zdroj:Oesker 2007; <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Wallheating_pipes_on_bast_fiber_insulation.jpg&filetimestamp=20071223213245>)

Obr. 4 (vlevo): Aplikace vnitřního izolačního systému ze stříkané celulózy. Vhodné zejména u nerovných povrchů (zdroj: Isocell GmbH)

Obr. 5 (vpravo): Aplikace vysoce účinné aerogelové vnitřní izolace se součinitelem tepelné vodivosti λ = 0,16 W/mK (zdroj: Schulze Darup)

## Hodnoty U u vnitřních izolací

Při výpočtu hodnoty U u vnitřních izolací je vedle velikosti plochy nutné věnovat pozornost tepelným mostům v místech, kde na sebe navazují jednotlivé stavební součásti. Při prvním výpočtu (obr. 6), provedeném pro typickou stěnu obloženou celulózovou izolací o tloušťce 12 cm, vychází hodnota U = 0,260 W/m2K.

Skladba vrstev d 

1 sádrokarton 1,50 0,210

2 parozábrana 0,10 0,400

3 celulózová izolace 12,00 0,040

4 lepící vrstva/omítka 1,50 0,700

5 zdivo 30,00 0,560

6 vnější omítka 2,00 0,520

Kor. 1,00 Tloušťka [cm] 47,10 hodnota U 0,260

Obr. 6: Výpočet hodnoty U pro vnitřní izolaci typické obvodové zdi pomocí celulózové izolace s tloušťkou 12 cm. Hodnota U plochy dosahuje hodnoty U = 0,260 W/m2K. Je třeba však dávat pozor na tepelné mosty v místech styku stropů a stěn.

Jestliže použijeme izolační materiál s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi, je i při prostorově úsporném provedení možné dosáhnout vynikajících hodnot U. Při výpočtu hodnoty U v případě užití aerogelové izolace (obr. 7) s koeficientem tepelné vodivosti λ = 0,16 W/mK, docílíme hodnoty U menší než 0,2 W/m2K při tloušťce pouhých 7 cm. V každém případě je zejména při použití takto vysoce účinných izolačních materiálů třeba odborně posoudit konstrukční řešení ze stavebně-fyzikálního hlediska.

Vrstvy (zevnitř ven) d 

1 vnitřní omítka 1,00 0,700

2 aerogelová izolace 7,00 0,016

3 lepidlo/omítka 1,50 0,700

4 zdivo 30,00 0,560

5 Vnější omítka 2,00 0,520

Kor. 1,00 Tloušťka [cm] 41,50 hodnota U 0,194

Obr. 7: Výpočet hodnoty U při užití aerogelové vnitřní izolace s koeficientem tepelné vodivosti λ = 0,16 W/mK. I při tloušťce izolace pouhých 7 cm je možné docílit hodnoty U menší než 0,2 W/m2K.

Při použití ještě účinnější vnitřní izolace z vakuových panelů je posouzení a přezkoumání stavebně-fyzikálních hledisek naprosto nezbytné. Z technického hlediska lze použitím vysoce účinných izolačních materiálů dosáhnout až parametrů pasivního domu. Ne u všech stávajících staveb je to však možné.

V každém případě je však nutno provést podrobnou analýzu fyzikálních podmínek stavby. Přitom je třeba posoudit i vliv těch konstrukčních částí, které izolací procházejí. Problémem jsou zejména dřevěné konstrukce s trámy, které izolací procházejí a přečnívají do chladnější části, a také části stavby, které nezaručují spolehlivou ochranu proti zatékání dešťové vody.

Vrstvy (zevnitř směrem navenek) d 

1 sádrokarton 1,50 0,210

2 izolace/ochrana 1,00 0,035

3 vakuová izolace 5,50 0,008

4 lepidlo/ omítka 1.50 0,700

5 zdivo 30,00 0,560

6 vnější omítka 2,00 0,520

Kor. 1,00 Tloušťka [cm] 41,50 hodnota U 0,125

Obr. 8: Technicky je možné dosáhnout vysoké účinnosti vnitřní izolace, a to při použití vakuových izolačních desek. Tímto způsobem lze dosáhnout i parametrů pasivního domu. Kromě stavebně-fyzikálních hledisek je však nutné uvážit, jaký vliv na účinnost tepelné izolaci mají místa, v nichž dochází ke styku stavebních součástí.

# Měřítka kvality při navrhování a realizaci izolačních systémů

## Zajištění kvality v projektové fázi

Plánování výstavby budov s optimální energetickou spotřebou musí provádět tým odborných pracovníků, v němž jsou zastoupena všechna důležitá řemesla a činnosti.

Při volbě izolačního systému je třeba uvážit přání a požadavky konečného uživatele budovy a zároveň stavebně-konstrukční požadavky tak, aby konečný projekt byl kvalitní a uspokojivý i z architektonického hlediska. Současně hraje významnou roli i celá řada technických a legislativních hledisek, např. ochrana proti hluku, požární odolnost a požadavky na spotřebu energie.

Pro budoucnost jsou perspektivní jen stavby s nízkými nároky na spotřebu energií (tepelně dobře izolované). To se týká nejen hodnoty U, která by měla dosahovat nejvýše 0,15 W/m2K, ale také požadavků na vzduchotěsnost a minimalizaci tepelných mostů. Tyto faktory je třeba vzít v úvahu již od začátku fáze plánování. Čím jednodušší je konstrukční řešení a čím menší je počet na sebe vzájemně navazujících částí, tím je stavba z cenového hlediska efektivnější.

**Cílem by měl být návrh jednoduchých systémů a řešení, která mohou kvalifikovaní řemeslníci snadno realizovat a která po dokončení během provozu budou vyžadovat jen minimum obsluhy a údržby.**

## Zajištění kvality ve fázi realizace

Jestliže se na hlediska kvality dbá při přípravě, projektování a stanovení pracovních postupů, a jestliže jsou odpovídající požadavky a postupy jasně uvedeny v zadávací dokumentaci, pak veškerou zodpovědnost za kvalitní a bezchybné provedení stavby přebírá dodavatel.

**Je proto důležité, aby stavebnímu týmu byly všechny podrobnosti na počátku stavby důkladně vysvětleny a aby bylo dosaženo shody, pokud jde o pracovní postup. To se týká zejména případů, kdy na sebe jednotlivé práce, činnosti a technologické montáže navazují nebo se překrývají.** K nedorozuměním v realizační fázi stavby tedy nebude docházet, jestliže byl dodavatel včas a podrobně informován o všech úkolech a podrobnostech stavby.

Je však především povinností dodavatelů seznámit všechny své odborné pracovníky na stavbě s tím, jaké úkoly mají plnit. Dodavatel by je také měl včas odborně vyškolit a připravit na náležité použití nových technologií a pracovních postupů. K tomu mohou dodavatelé využít širokou nabídku vzdělávacích a doškolovacích kurzů. Tyto kurzy nabízejí především sdružení výrobců nebo energetické společnosti.

A v neposlední řadě musí i vedení stavby, včetně architekta a stavebního dozoru, dbát na to, aby se práce nekontrolovaly jen z hlediska plynulosti a časového plnění, ale současně i z hlediska kvality a včasného odstraňování zjištěných závad. Velice důležité jsou i kontrolní dny stavby a koordinační kontrolní porady, které probíhají průběžně před konečnou přejímkou stavby.

## Neprodyšnost (vzduchotěsnost)

**U pasivního domu, který vyhovuje normě, se musí naměřená hodnota ACH50 rovnat nebo být vyšší než 0,6 1/h. Splnění této podmínky se prokazuje přetlakovou zkouškou.**

Význam, funkci a zejména správné **provedení vzduchotěsné vrstvy** musíme **brát v úvahu již od samého počátku** projektové přípravy stavby.

**Na vnitřní stranu stěny se pokládá i u konstrukcí z plných dřevěných profilů.**

**U masivních (zděných) stěn** plní funkci zábrany proti pronikání vzduchu **vnitřní omítka**. Ve všech těchto konstrukčních řešeních je vzduchová nepropustnost zabezpečena vnitřními omítkami nebo utěsněním všech mezer na vnější straně obvodového zdiva.



Obr. 9: Měření vzduchotěsnosti v místech průniku trámu konstrukcí střešního pláště. (zdroj: Schulze Darup)

## Minimalizace tepelných mostů

**Za tepelné mosty se považují slabá místa v obvodové konstrukci stavby, která ve srovnání s průměrnou hodnotou součinitele přenosu tepla vykazují horší hodnoty.** Tato místa je proto nutné z hlediska tepelných ztrát posuzovat samostatně. **Rozdíl mezi oběma hodnotami se vyjadřuje součinitelem ztrát vlivem tepelného mostu (Ψ) in W/mK.**

Tepelné mosty se u budov obvykle vyskytují například na hranách a nárožích nebo u výstupků vyčnívajících z fasádního pláště budovy. V určitých případech však mohou vznikat i „negativní tepelné mosty“, a to zejména v případech, kdy izolace obaluje celý roh budovy.

Při výpočtech tepelných ztrát u jednotlivých prvků a částí budovy však tento kladný vliv „negativních tepelných mostů“ hraje v konečném výsledku jen zanedbatelnou roli.

Významné je i půdorysné řešení. Ve vnitřních koutech dochází vždy ke vzniku tepelných mostů.

Pro minimalizaci vzniku tepelných mostů v okolí oken je nutné, aby tepelná izolace přesahovala okenní rám pokud možno co nejvýše.

**Jaké další aspekty vyplývají z jednotlivých konstrukčních řešení:**

* Zvláštní pozornost při provádění vnitřních izolací na obvodové stěně musíme věnovat místům, kde nosné trámy stopů nebo vnitřní příčky procházejí izolační vrstvou. Zde se tvoří tepelné mosty s vysokým součinitelem tepelných ztrát. Tepelné mosty nejen výrazně zhoršují celkovou energetickou bilanci, ale zároveň mohou vést k výskytu mimořádně chladných oblastí na vnitřní straně obvodové stěny, na nichž se může srážet vlhkost. Proto se doporučuje tepelné mosty ve stavbě vždy lokalizovat. Tepelné mosty v místě styku konstrukčních součástí lze omezit použitím izolačního klínu nebo izolační desky do hloubky 30 cm. Tímto opatřením se prodlouží dráha odcházejícího tepla, čímž se účinek tepelného mostu výrazně sníží.
* Podrobnější informace o způsobech řešení problematiky tepelných mostů najdete v modulu „Energeticky účinné stavby – pasivní dům” na adrese  
  [www.e-genius.at](http://www.e-genius.at).

# Seznam obrázků

[Obr. 1: Vnitřní izolace u renovované budovy s užitím vakuových izolačních panelů se součinitelem tepelné vodivosti λ = 0,008 W/mK (zdroj: Schulze Darup, upraveno) 7](#_Toc443308184)

[Obr. 2 (vlevo): Stěnové vytápění v montovaném stavebním dílu z jílu v kombinaci s vláknitou izolační deskou z měkkého dřeva („hobra“), provedené tzv. suchou montáží - připevněním na nosnou konstrukci (zdroj: WEM Wandheizung GmbH) 7](#_Toc443308185)

[Obr. 3 (vpravo):Trubky stěnového vytápění na vnitřní izolaci z lýkových vláken (zdroj:Oesker 2007; http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Wallheating\_pipes\_on\_bast\_fiber\_insulation.jpg&filetimestamp=20071223213245) 7](#_Toc443308186)

[Obr. 4 (vlevo): Aplikace vnitřního izolačního systému ze stříkané celulózy. Vhodné zejména u nerovných povrchů (zdroj: Isocell GmbH) 8](#_Toc443308187)

[Obr. 5 (vpravo): Aplikace vysoce účinné aerogelové vnitřní izolace se součinitelem tepelné vodivosti λ = 0,16 W/mK (zdroj: Schulze Darup) 8](#_Toc443308188)

[Obr. 6: Výpočet hodnoty U pro vnitřní izolaci typické obvodové zdi pomocí celulózové izolace s tloušťkou 12 cm. Hodnota U plochy dosahuje hodnoty U = 0,260 W/m2K. Je třeba však dávat pozor na tepelné mosty v místech styku stropů a stěn. 8](#_Toc443308189)

[Obr. 7: Výpočet hodnoty U při užití aerogelové vnitřní izolace s koeficientem tepelné vodivosti λ = 0,16 W/mK. I při tloušťce izolace pouhých 7 cm je možné docílit hodnoty U menší než 0,2 W/m2K. 9](#_Toc443308190)

[Obr. 8: Technicky je možné dosáhnout vysoké účinnosti vnitřní izolace, a to při použití vakuových izolačních desek. Tímto způsobem lze dosáhnout i parametrů pasivního domu. Kromě stavebně-fyzikálních hledisek je však nutné uvážit, jaký vliv na účinnost tepelné izolaci mají místa, v nichž dochází ke styku stavebních součástí. 9](#_Toc443308191)

[Obr. 9: Měření vzduchotěsnosti v místech průniku trámu konstrukcí střešního pláště. (zdroj: Schulze Darup) 11](#_Toc443308192)

# Seznam tabulek

[Tabulka 1: Tloušťky vnitřní izolace, které jsou nutné pro dosažení různých hodnot U při λ = 0,040 W/mK, v závislosti na stavební konstrukci typické pro určitou dobu. Zejména u konstrukcí uvedených v řádcích 6 až 9 se dosahuje velmi příznivých hodnot U. To se však ale týká jen těch případů, kde je současně minimalizován vliv tepelných mostů, například použitím ucpávkové izolace u konstrukčních prvků, které izolací procházejí. Zdvojené zdivo má z hlediska tepelných mostů samozřejmě velkou výhodu, protože vnitřní vzduchovou mezeru je možné izolovat. 6](#_Toc442481849)

# Prohlášení o odmítnutí záruk

**Vydavatel:**



e-genius – Verein zur Förderung und Entwicklung offener Bildungsmaterialien im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich

Postfach 16  
1082 Vienna  
Austria

Email: info(at)e-genius.at

Vedoucí projektu:  
Dr. Katharina Zwiauer  
Email: katharina.zwiauer(at)e-genius.at

Autoři / Přizpůsobení pro výukové účely: Dr. Burkhard Schulze Darup, Dr. Katharina Zwiauer, Magdalena Burghardt, MA

Uspořádání: Magdalena Burghardt, MA

Tato výuková jednotka byla vyvinuta ve spolupráci s:

PhDr. Tomáš Majtner  
Svaz podnikatelů ve stavebnictví v ČR  
Národní třída 10  
110 00 Praha 1, CZ  
<http://www.sps.cz>

Srpen 2015

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tato výuková jednotka byla vyvinuta za finanční podpory Evropské unie. Za obsah publikací (sdělení) odpovídá výlučně autor. Publikace (sdělení) nereprezentují názory Evropské komise a Evropská komise neodpovídá za použití informací, jež jsou jejich obsahem. | B:\e-genius\Leonardo TOCEB\AP 8 Dissemination\Logo\LLL.jpg |  |
| Základy této výukové jednotky byly vyvinuty v rámci projektu „Building of Tomorrow“. |  |  |

**Právní upozornění**

Tato výuková jednotka je licencována následující licencí Creative Commons:

[Licence Creative Commons](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)  
[Creative Commons Uveďte původ-Neužívejte komerčně-Nezpracovávejte 4.0 Mezinárodní](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Dílo smíte:**

* **Sdílet** — rozmnožovat a distribuovat materiál prostřednictvím jakéhokoli média v jakémkoli formátu

Poskytovatel licence nemůže odvolat tato oprávnění do té doby, dokud dodržujete licenční podmínky.

**Za těchto podmínek**

* **Uveďte původ** — Je Vaší povinností uvést autorství, poskytnout s dílem odkaz na licenci a vyznačit Vámi provedené změny. Toho můžete docílit jakýmkoli rozumným způsobem, nicméně nikdy ne způsobem naznačujícím, že by poskytovatel licence schvaloval nebo podporoval Vás nebo Váš způsob užití díla.
* **Neužívejte dílo komerčně** — Je zakázáno užívat dílo pro komerční účely.
* **Nezasahujte do díla** — Pokud dílo zpracujete, zpracujete s jinými díly, doplníte nebo jinak změníte, nesmíte toto upravené dílo dále šířit.

**Žádná další omezení** — Nesmíte použít právní omezení nebo účinné technické prostředky ochrany, které by omezovaly ostatní v možnostech poskytnutých touto licencí.

**Uvedení zdroje e-genius jako vlastníka autorských práv musí mít následující podobu:**

Texty: autor výukové jednotky, rok vydání, název výukové jednotky, vydavatel: Verein e-genius,   
[www.e-genius.at/cz](http://www.e-genius.at/cz)

Ilustrace/obrázky: uvést vlastníka autorských práv, e-genius – [www.e-genius.at/cz](http://www.e-genius.at/cz)

**Vyloučení odpovědnosti:**

Veškerý obsah na e-genius platformě byl pečlivě zkontrolován. Nicméně, nejsme schopni nabídnout žádnou záruku, pokud jde o správnost, úplnost, aktuálnost a dostupnost obsahu. Vydavatel nenese žádnou odpovědnost za škody či znevýhodnění, které mohou vzniknout z použití nebo využití obsahu. Poskytování obsahu e-genius není určeno k nahrazení získání odborného poradenství a možnost přístupu k obsahu nepředstavuje nabídku k vytvoření poradenského vztahu.

e-genius obsahuje odkazy na externí webové stránky. Vložené odkazy jsou referencí na prohlášení a názory i jiných organizací, ale neznamená, že obsah těchto odkazů je schválen vydavatelem. Vydavatel e-genius nenese žádnou odpovědnost za externí webové stránky, které jsou na jejich stránkách zobrazeny pomocí odkazu. To platí jak pro jejich dostupnost a obsah, který je k dispozici na těchto stránkách. Subjekty jsou si vědomi, že odkazované stránky nesmí obsahovat žádný nezákonný obsah; pokud by se takový obsah objevil, bude okamžitě odstraněn v souvislosti se zákonnými povinnostmi elektronického odkazu.

Obsah třetí strany je také tak označena. Pokud byste se přesto dozvěděli o porušení autorského práva, prosím, informujte nás o tom. Po obdržení oznámení o porušování zákona, okamžitě odstraníme nebo opravíme takový obsah.

Link na obsahově otevřenou platformu: http://www.e-genius.at/cz