

Izolace a fasádní systémy – Zděné konstrukce obvodových stěn

Úvod

Evropa považuje odvětví stavebnictví za sektor s velkým potenciálem energetických úspor. Konkrétní postup se volí na základě provádění Směrnice EU o snižování energetické náročnosti budov (EPBD). Tato směrnice stanovuje nejen tepelné normy pro velké budovy, které se renovuje, ale i normy pro novostavby, včetně budov „téměř nulovou spotřebou energie“. Těchto cílů by mělo být dosaženo kombinací vyšší energetické účinnosti a užitím obnovitelných zdrojů energie.

Přestože provádění této směrnice zatím nebylo ve všech členských státech zcela ukončeno, bude problematika co nejlepší tepelné izolace mít nadále zásadní význam. Důvod? Velmi vysoký potenciál energetických úspor.

Shrnutí

V tomto výukovém materiálu představujeme různé možnosti vnějších izolací na různých typech stěn. Uvádíme různé typy konstrukcí a oblasti jejich použití. Materiál obsahuje také praktických rady pro výběr vhodných izolačních materiálů, pro jejich instalaci a stavebně-fyzikální hlediska. Jsou zde popsána kritéria pro projektování a normy pro tepelnou izolaci. Důležité je pojednání o zárukách kvality v oblasti vzduchotěsnosti a minimalizace tepelných mostů.

Cíle

Po dokončení tohoto modulu jsou student schopni ...

- sestavit přehled konstrukčních prvků pro různé typy vnějších izolačních systémů
- vzájemně porovnat různé izolační systémy vnějšího zdiva
- navrhnout způsob řešení izolací v problematických místech konstrukce při užití jednotlivých izolačních systémů
- popsat rozdílná konstrukční řešení vnějších nosných stěn
- posoudit a srovnat výhody a nevýhody různých způsobů tepelné izolace stěn

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod | 1 |
| Shnutí | 1 |
| Cíle..... | 1 |
| 1 Vnější zeď se skladebným izolačním systémem (ETICS) | 3 |
| 1.1 Nosné konstrukce z masivních materiálů | 3 |
| 1.2 Izolace zdí z masivních materiálů | 3 |
| 1.3 Upevnění izolace na masivní zdivo | 5 |
| 1.4 Ochrana masivního zdiva proti vlivům povětrnosti..... | 5 |
| 1.5 Zábrana proti pronikání vzduchu a pokládání instalací a rozvodů do obvodových zdí..... | 5 |
| 2 Vnější zdi se zavěšenou (odvětrávanou) fasádou | 7 |
| 2.1 Nosné konstrukce zavěšených fasád | 8 |
| 2.2 Izolační materiály užívané v kombinaci se zavěšenými fasádami..... | 9 |
| 2.3 Kotvení zavěšených fasád | 9 |
| 2.4 Ochrana proti povětrnostním vlivům u konstrukcí zavěšených fasád..... | 10 |
| 3 Jednoplášťové konstrukce vnějších zdí | 11 |
| 3.1 Nosná stěna s izolací – jednoplášťová konstrukce obvodové zdi | 12 |
| 3.2 Ochrana proti povětrnostním vlivům u jednoplášťových konstrukcí obvodových stěn..... | 12 |
| 3.3 Prostor pro instalační rozvody u jednoplášťových obvodových zdí..... | 12 |
| 3.4 Hodnoty U u konstrukcí jednoplášťového zdiva | 13 |
| 3.5 Posouzení z hlediska udržitelnosti dlouhodobého vývoje..... | 13 |
| 4 Dvoupplášťové (zdvojené) obvodové stěny..... | 15 |
| 4.1 Nosné konstrukce dvoupplášťových obvodových stěn..... | 15 |
| 4.2 Izolační materiály u dvoupplášťových obvodových stěn..... | 15 |
| 4.3 Kotvení dvoupplášťových obvodových stěn | 15 |
| 4.4 Ochrana dvoupplášťových stěn proti povětrnostním vlivům..... | 16 |
| 4.5 Hodnoty U u konstrukcí dvoupplášťových obvodových stěn..... | 17 |
| 5 Kvalitativní kritéria při navrhování a realizaci izolačních systémů | 19 |
| 5.1 Zajištění kvality v projektové fázi | 19 |
| 5.2 Zajištění kvality ve fázi realizace | 19 |
| 5.3 Neprodyšnost (vzduchotěsnost) | 20 |
| 5.4 Minimalizace tepelných mostů | 21 |
| 5.5 Další kritéria kvality..... | 22 |
| 6 Seznam obrázků..... | 23 |
| 7 Prohlášení o odmítnutí záruk..... | 25 |

1 Vnější zeď se skladebným izolačním systémem (ETICS)

V případech, kdy je vnější stěna buď zděná, nebo železobetonová v kombinaci se skladebným izolačním systémem (ETICS), je funkce obou těchto vrstev oddělená:

Vlastní, masivní, stěna nese zatížení (jde o tzv. nosnou stěnu) a současně i zabraňuje přenosu vnějšího hluku a také přehřívání v letním období. **Izolační vrstva** je provedena z optimálních tepelných izolačních materiálů. Z ekonomického hlediska jsou tyto systémy velmi efektivní a na stavebním trhu zaujímají největší podíl.

Co je skladebný zateplovací systém (ETICS)?

ETAG 004 charakterizuje ETICS jako prefabrikovanou izolaci vestavěnou do stěny nebo mechanicky připevněnou ke stěně pomocí kotev či jiných profilů či speciálních úchytek, nebo kombinací lepení a mechanického připevnění. Tato izolace je následně omítnutá. Omítka se skládá z jedné nebo více vrstev prováděných až na stavbě. Jedna z vrstev obsahuje výztužné pletivo a přiléhá vzduchotěsně přímo na izolační vrstvu. Nevznikají zde tedy žádné vzduchové mezery, nevytváří se dělicí mezivrstva.

1.1 Nosné konstrukce z masivních materiálů

Zděná nebo železobetonová zeď má funkci nosnou. Například u budovy s pěti i více podlažími dosahují dnes i značně zatížené zdi tloušťky kolem pouhých 17,5 cm. U nižších budov mohou být ovšem požadované vlastnosti pláště jiné. Může být například požadována vysoká odolnost proti ohni.

1.2 Izolace zdí z masivních materiálů

Skladba tepelně-izolačního systému je různorodá a nabízí se řada vhodných materiálů. Vedoucí postavení zde získává **pěnový polystyrén**, u kterého současně v uplynulých letech dochází k dalšímu zlepšování jeho vlastností (zlepšování hodnoty součinitele tepelné vodivosti). Největší výrobci dnes nabízejí tento materiál se součinitelem $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Totéž platí i pro izolační materiály z pěněných minerálních surovin, jejichž součinitel $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$, tedy je v zásadě jen nepatrně nižší.

Izolační materiály z přírodních, obnovitelných zdrojů, mezi něž patří například dřevovláknité desky, dosahují obvykle součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ do } 0,05 \text{ W/mK}$. Proto jsou součástí nabídky celé řady dodavatelů skladebných izolačních systémů ETICS.

Rozhodovat o tom, jaký izolační materiál je nejvhodnější, musíme vždy samostatně s ohledem na konkrétní stavbu a trvanlivost jednotlivých izolačních materiálů. **U novostaveb by však nemělo docházet k překračování hodnoty $U = 0,12 \text{ až } 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.**



Obr. 1: Izolace ETICS v místě pro uchycení osvětlovacího tělesa (znázorněný způsob provedení minimalizuje možnost vzniku tepelného mostu) (zdroj: Schulze Darup)

Současně s tím musí být provedena opatření na ochranu proti ohni, která stanovuje výrobce či platné předpisy, případně certifikát výrobku. Řádné a pečlivé provedení izolačních prací je základní zárukou záruky dobré protipožární ochrany.

Stručně řečeno: při provádění prací je třeba dodržovat uznávaná technická pravidla. Seznam příslušných norem a směrnic je uveden v tabulce níž. Kromě toho je nutné dodržovat i platné směrnice a požadavky, které pro postup montáže skladebného systém ETICS stanovil jeho výrobce.

Evropské normy, směrnice a předpisy

- a. ETAG 004 Evropská směrnice pro technické schvalování vnějších tepelných skladebných izolací s omítkou
- b. ETAG 014 Evropská směrnice pro technické schvalování plastických kotevních systémů používaných pro vnější skladební izolace s omítkou
- c. EN 13162 (MW) Výrobky pro tepelnou izolaci budov – průmyslově vyráběné produkty z minerální vlny (výrobky MV)
- d. EN 13163 (EPS) Výrobky pro tepelné izolování budov – průmyslově vyráběné produkty z polystyrenu. (výrobky PS)
- e. EN 15824 Specifikace venkovních omítek a vnitřních omítek s organickými pojivy

Pozornost je nutné věnovat kromě jiného především samotnému pracovnímu postupu a jeho jednotlivým krokům.

Příprava a podklady: Postup přípravy a zpracování dokumentace bychom měli uvést do samostatně vedeného protokolu. Mimo jiné je nutné přezkoušet a doložit toto: stávající podklad (povrch stěny), zda je zvolený skladebný izolační systém ETICS v souladu se stavebně-fyzikálními požadavky u dané budovy a zda odpovídá platným stavebním normám, zda je poklad pro izolaci řádně připraven a zda byly vzaty do úvahy všechny prvky budovy – okna, potrubí, markýzy a další.

1.3 Upevnění izolace na masivní zdivo

U nových budov se skladebné tepelné izolační systémy většinou upevňují speciálními cementovými tmely (v některých případech s přidavkem modifikovaných polymerů). V řadě případů je pak třeba je i následně mechanicky ukotvit. U stěn, na kterých proběhla tepelná renovace, se zpravidla používá upevňování pomocí hmoždinek. Kotvení hmoždinkami lze ve zcela výjimečných případech vynechat. Je však nutné pomocí samostatné zkoušky prokázat, že povrch vykazuje dobrou přilnavost a že nosnost je tak zaručena.

1.4 Ochrana masivního zdiva proti vlivům povětrnosti

Na izolační vrstvu se pokládá výztužná textilie (armovací vrstva), která se zatře speciální stěrkovou maltou. Po vyschnutí se na ni nanese svrchní omítka, a to ve zvolené barvě i struktuře. V poslední době se prosazuje tlustší vrstva krycí omítky, a to v rozmezí 15–20 mm. Omítka je pak pevnější a kromě toho odrazuje i datla a jiné šplhavé ptáky od snahy stavět si zde hnízda. Silnější omítka navíc zlepšuje hydrotermální vlastností a zabraňuje vzniku a růstu zelených řas.

Na skladebný izolační systém ETICS je možné lepit keramický obklad, cihelné pásy apod., což rozšiřuje možnosti konečné úpravy fasády a celkového vzhledu.

1.5 Zábrana proti pronikání vzduchu a pokládání instalací a rozvodů do obvodových zdí

V konstrukcích z tradičního materiálu (silikátů) jsou instalační vedení a rozvody, například elektřiny, obvykle ukládány do drážek ve zdivu. Dodavatelé některých systémů nabízejí jako alternativní řešení prefabrikované cihly s instalačními otvory, kterými lze protahovat elektrické kabely nebo instalovat systémy pro elektrické vytápění. Podstatné je, že neprodyšnou vrstvu (zábranu proti pronikání vzduchu) tvoří vnitřní omítka. To znamená, že všechny provedené průniky musíme následně opět vzduchotěsně uzavřít. V případech, kdy pokládáme instalační vedení na vnitřní stranu obvodové zdi, např. u instalační přízdívky pro osazení sanitární jednotky, **musíme všechny mezery v tomto zdivu pečlivě vyšpachtlovat, abychom zaručili požadovanou vzduchotěsnost.**



Obr. 2: Izolace ETICS s připraveným místem pro ukotvení sloupku zábradlí. Toto provedení minimalizuje vznik tepelného mostu. (zdroj: Schulze Darup)



Obr. 3: Řez izolačním skladebným systémem na masivní stěně (zdroj: Schulze Darup, upraveno)

Časté chyby, k nimž dochází při provádění skladebných izolací ETICS:

- nedostateční tloušťka první omítkové vrstvy (lepidla); v České republice zde platí vybrané požadavky tepelně-technické normy ČSN 73 0540:Tabulka 6 (OEN11a)
- škody způsobené smršťováním izolačních panelů
- nedostatečné ukotvení izolačních panelů
- nedostateční tloušťka vnější fasádní omítky
- špatné provedení spojů v soklové části zdi
- nedostatečná izolace mezer mezi izolačními deskami
- použití malých rozměrů desek u koncových částí a nedodržení principů kladení desek (střídání spár); svislé spáry nesmějí na sebe navazovat, v okolí oken není položena výztužná síť
- nedostatky v nosném podkladu, provedení spár, špatném rozvřzení a umístění kotev¹

1 http://www.schoeberlpoell.at/download/forschung/endbericht_sanierungshandbuch.pdf

Příklad výpočtu

U masivních nosných stěn se skladebnými izolačními systémy: 17,5 cm tlustá nosná zed' (s vysokou pevností), 26 cm izolace se součinitelem $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ – vypočtená hodnota U je $0,127 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Pro dosažení hodnoty $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, by byla nutná tloušťka izolace 30 cm se součinitelem $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$.

Pokud zvolíme k užití vysoce porézní izolační materiál s $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$, můžeme dosáhnout hodnoty $U = 0,127 \text{ W/m}^2\text{K}$ při tloušťce pouhých 20cm izolační vrstvy,. Výsledná celková tloušťka zdi je pak menší než 40 cm. Při výpočtu však musíme brát v úvahu i dodatečné tepelné mosty v místech uložení (napojení) stropů. Pokud chceme využít maximálních možností optimalizace a zvolíme běžně dostupný izolační materiál s hodnotou $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$, můžeme snížit celkovou tloušťku zdi až na pouhých 33 cm.

| Vrstvy (zevnitř směrem ven) | d | λ | | |
|-----------------------------|---------------|-----------|-----------|-------|
| 1 vnitřní omítka | 1,50 | 0,700 | | |
| 2 zdivo | 17,50 | 0,900 | | |
| 3 izolace | 26,00 | 0,035 | | |
| 4 vnější omítka | 1,50 | 0,520 | | |
| Kor. 1,00 | tloušťka [cm] | 46,50 | hodnota U | 0,127 |

Obr. 4: Výpočet hodnoty U pro skladebný izolační systém na masivním obvodovém zdivu. Izolace tloušťky 26 cm s hodnotou $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Výsledná hodnota U je $0,127 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2 Vnější zdi se zavěšenou (odvětrávanou) fasádou

Zavěšenou fasádou nazýváme takové konstrukční řešení, při kterém fasádní obklad chrání po celé ploše pod ní položenou izolaci.

Zde je možné volit obkladové materiály ze **dřeva, materiály na bázi dřeva, minerální panely, přírodní a umělé kamenné desky, kovové nebo skleněné desky**, případně i s dodatečně zavěšenými fotovoltaickými panely.



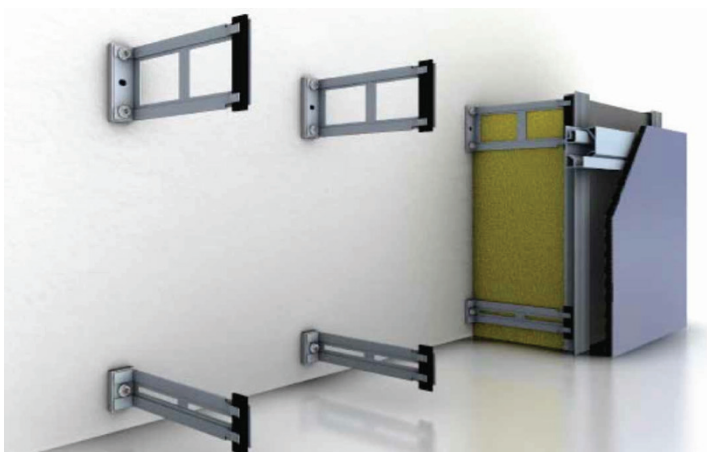
Obr. 5: „Černý panter“ („Schwarzer Panther“), Graz, Rakousko, architekti: GSarchitects Graz. Zavěšená fasáda je skleněná (zdroj: STO)



Obr. 6: Vnější stěnový systém s dřevěným opláštěním v Seestadt Aspern, Vídeň, Rakousko (zdroj: Weissenseer Holz-System-Bau GmbH)

2.1 Nosné konstrukce zavěšených fasád

Zavěšená fasáda je upevněna na obvodovou zeď a její hmotnost je nesena obvodovou stěnou, k níž je uchycena kotevním systémem.



Obr. 7: Kotevní systém zavěšené fasády, u něhož vznikají jen minimální tepelné mosty – $\Delta U_{WB} \leq 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ (zdroj: Fa. STO)

U staveb se **železobetonovým skeletem je hmotnost zavěšené fasády**, provedené na celou výšku budovy, **nesena jednotlivými podlažími**. Konstrukce, která nese fasádu, je kotvena v úrovních podlah. Kotevní je tedy **ve většině případů** provedeno v místech jednotlivých pater. Samozřejmě existují i jiné možnosti, jak u tohoto druhu konstrukcí přenést váhu fasády na nosnou kostru budovy.

2.2 Izolační materiály užívané v kombinaci se zavěšenými fasádami

Nabídka izolačního materiálu na trhu je široká. Mohou to být **deskové panely, nebo izolační matrace** zatlačované do nosných rámců fasádního systému, kazety, do kterých se injektáží umístí **volně uložená-izolace**, nebo izolace z pěnových surovin. Užití izolací z minerální (čedičové) vlny je velmi vhodné zejména v případě vysokých nároků na protipožární odolnost.

Součinitel tepelné vodivosti λ se u obou druhů materiálů pohybuje mezi 0,032 a 0,040 W/mK. K užití jsou vhodné i izolační materiály z přírodních surovin – u nich dosahuje součinitel $\lambda = 0,035$ až 0,050 W/mK. Za zmínku stojí především celulóza – ta je zejména vhodná k zařazování do prostorů a dutin. Tento materiál má velice dobré vlastnosti v porovnání s jinými a jeho výroba je energeticky nenáročná.

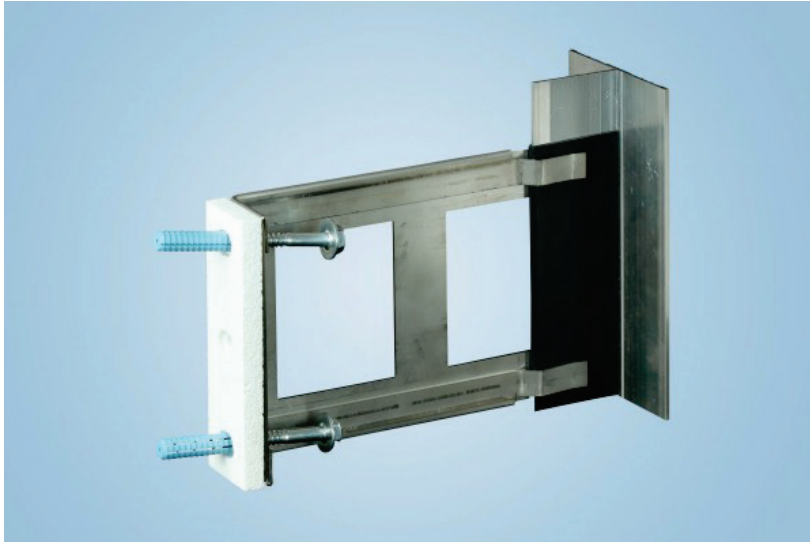
2.3 Kotvení zavěšených fasád

Pro kotvení zavěšených fasád existuje celá řada možností a systémů. Lze využít jak **dřevěné, tak i kovové** systémy. Ty mají buď tvar společného nosného roštu (rámu), nebo jsou jednotlivé prvky kotveny samostatně. V žádném případě by **se neměl používat hliník**, protože ten **má vysokou schopnost přenosu tepla, tedy tepelně neizoluje**. Jeho součinitel λ činí 200 W/mK. U oceli je výška má součinitel hodnotu kolem 60 W/mK a u **nerezové oceli** pak hodnota tohoto součinitele leží mezi 25 a 15 W/mK. Z tohoto důvodu je proto užití nerezové oceli **nejvhodnější**.

Podstatné tedy je, že tento systém je od nosné zdi oddělen a mezi zdí a fasádou je vzduchový (odvětrávaný) prostor.

Distanční vložky (oddělující fasádu od povrchu izolace) musejí být vyrobeny z materiálů, které špatně vedou teplo a současně dokážou přenášet zatížení v tlaku. **Kotevní systém jako celek**

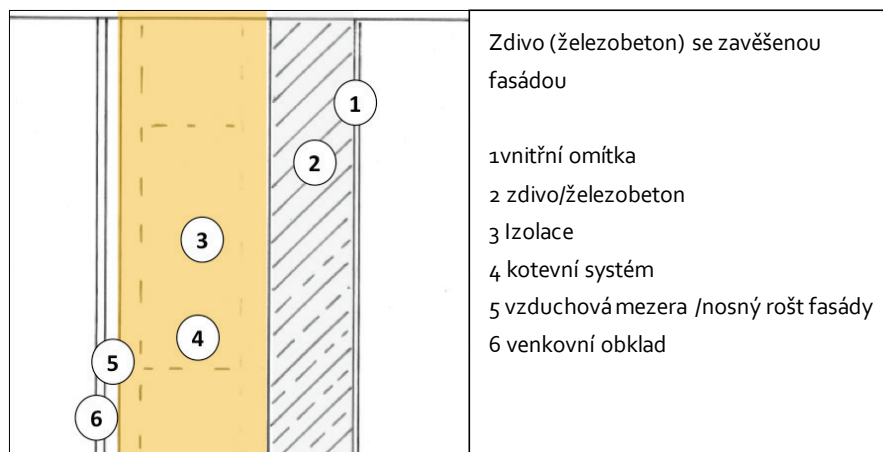
by proto měl přenášet co nejméně tepla z vnitřku objektu navenek. Současné vysoce kvalitní kotevní systémy téměř žádné tepelné mosty nevytvářejí. Jejich vliv je v porovnání s celistvým povrchem (bez kotevního systému) velice malý. Rozdíl činí $\Delta U_{WB} \leq 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stejně malý vliv mají i na hodnotu U – při stejné tloušťce izolace se zvýší hodnota U ve srovnání s plochou bez fasádního systému pouze z $0,12$ na $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 8: Distanční vložka z ušlechtilé oceli (Zdroj: Sto SE & Co. KGaA)

2.4 Ochrana proti povětrnostním vlivům u konstrukcí zavěšených fasád

Při volbě materiálu fasády máme v podstatě neomezené možnosti. Vybrat lze obklady ze dřeva, na bázi dřeva, minerální panely s různými povrchovými úpravami, desky z přírodního nebo umělého kamene nebo obklady kovové nebo skleněné. Jsou-li na fasádu zavěšeny fotovoltaické panely, zůstávají způsob jejich upevnění a jejich funkce v systému zavěšené fasády stejné, jako u výše uvedených možností.



Obr. 9: Řez masivní zdi se zavěšenou fasádou. Důležitá je volba takového kotevního systému, který bude vytvářet jen minimální tepelné mosty (zdroj: Schulze Darup, upraveno)

| Vrstvy (zevnitř směrem ven) | d | λ |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| 1 vnitřní omítka | 1,50 | 0,700 |
| 2 zdivo | 17,50 | 0,900 |
| 3 izolace | 25,00 | 0,045 / 0,035 |
| 4 nosný rošt z nerezové oceli | 2,00 | 15,00 / 0,035 |
| 5 vzduchotěsná vrstva | 0,10 | 0,500 |
| 6 vzduchový prostor | 3,00 | 0,000 |
| 7 obklad | 2,00 | 0,000 |
| Kor. 1,00 | Tloušťka [cm] | 46,10 |
| | | hodnota U |
| | | 0,128 |

Obr. 10: Výpočet hodnoty U u zavěšené fasády; ve srovnání se skladebným izolačním systémem je tato konstrukce tlustší - je zde navíc nosný rošt a fasádní obklad. Vzduchový prostor a obklad se do výpočtu nezahrnuje.

| Vrstvy (zevnitř směrem ven) | d | λ |
|---|---------------|---------------|
| 1 vnitřní omítka | 1,50 | 0,700 |
| 2 zdivo | 17,50 | 0,900 |
| 3 vložena vakuová izolace | 6,50 | 0,045 / 0,008 |
| 4 nosný rošt z nerezové oceli vložena izolace/ochrana | 0,50 | 15,00 / 0,035 |
| 5 vzduchotěsná vrstva | 0,10 | 0,500 |
| 6 vzduchový prostor plus latě | 3,00 | 0,000 |
| 7 obklad | 2,00 | 0,000 |
| Kor. 1,00 | tloušťka [cm] | 26,10 |
| | | hodnota U |
| | | 0,125 |

Obr. 11: výpočet hodnoty U pro systém zavěšené fasády s termální izolace (VIP). Vynikající hodnota součinitele tepelné vodivosti λ pouze 0,008 W/mK vede k tomu, že celá konstrukce je velice štíhlá a měří na šířku přibližně 31 cm (včetně vzduchové mezery a obkladu s VIP izolací o tloušťce 6,5 cm). Vzduchový prostor a obklad nejsou do výpočtu zahrnuty.

3 Jednoplášťové konstrukce vnějších zdí

V dnešní době je již možné stavět obvodové zdi jako jednovrstvé, a přesto vykazující velmi nízkých hodnot $\lambda = 0,07$ W/mK. Těchto výsledků lze dosáhnout při použití cihel s objemovou hmotností třídy 0,6 ve spojení s izolačními vrstvami z perlitu nebo umělých minerálních vláken, nebo při použití pórobetonových tvárnic.



Obr. 12: Jednovrstvé cihelné zdivo u konstrukce pasivního domu. Velikost tepelných mostů v místech napojení střešních teras musela u tohoto projektu být spočítána a hodnocena samostatně (zdroj: Schulze Darup)

3.1 Nosná stěna s izolací – jednoplášťová konstrukce obvodové zdi

Zdivo v tomto případě plní zároveň funkci nosnou i tepelně-izolační. Pro konstrukce samostatně stojících rodinných domů nebo nízkopodlažních bytových domů je materiál s objemovou hmotností 0,6 se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,07 \text{ W/mK}$ velmi vhodný. V případech, kde se požaduje vyšší nosnost zdiva nebo větší ochrana proti hluku, je nutné použít cihly o objemové hmotnosti třídy 0,65, s pevnostní třídou (při zatížení tlakem) > 6 a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$.

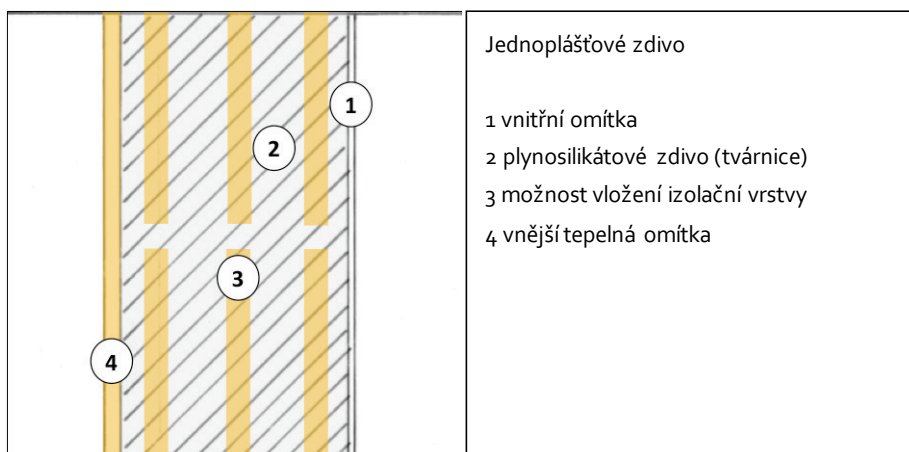
K dobrým výsledkům vede rovněž kombinace zdiva s dodatečnou izolací, nebo se zavěšenou fasádou, s dřevěnými, (nebo na bázi dřeva vyrobenými) fasádními deskami.

3.2 Ochrana proti povětrnostním vlivům u jednoplášťových konstrukcí obvodových stěn

Ochranu proti povětrnostním vlivům tvoří vnější omítka, která může být provedena i jako tzv. tepelná se současným izolačním účinkem.

3.3 Prostor pro instalační rozvody u jednoplášťových obvodových zdí

U zděných konstrukcí jsou instalační rozvody ukládány do vysekaných drážek. Velkou pozornost musíme zejména při použití lehkých, porézních, tvárnic (pórobetonu) věnovat pečlivému provedení vnitřní omítky, která zároveň funguje jako vzduchotěsná izolace.



Obr. 13: Řez konstrukcí jednoplášťového zdiva ve standardu pasivního domu. Do dutin se vloží izolační materiál. Na vnější straně stěna je nanášena zhruba 4 cm silná izolační omítka (zdroj: Schulze Darup, upraveno)

Video o vzduchotěsné elektroinstalaci:

<https://www.youtube.com/watch?v=1xwWLMfnsPU>

3.4 Hodnoty U u konstrukcí jednoplášťového zdiva

U konstrukce vnější, jednoplášťové, obvodové zdi se standardem pasivního domu může být dosaženo vynikajících hodnot $U = 0,127 \text{ W/m}^2\text{K}$ při tloušťce zdi 49 cm a tloušťce tepelné omítky 4 cm. Součinitel tepelné vodivosti je zde $\lambda = 0,070 \text{ W/mK}$. Jestliže se požaduje vyšší nosnost zdiva nebo vyšší ochrana proti hluku, může součinitel tepelné vodivosti λ dosáhnout pouze $0,090 \text{ W/m}$, hodnota U se pak zvýší na $0,159 \text{ W/m}^2\text{K}$.

| Vrstvy (zevnitř směrem ven) | d | λ | |
|-----------------------------|---------------|-----------|-------|
| 1 vnitřní omítka | 1,50 | 0,700 | |
| 2 zdivo | 49,00 | 0,070 | |
| 3 izolační omítka | 4,00 | 0,060 | |
| Kor. 1,00 | tloušťka [cm] | 54,50 | |
| | | hodnota U | 0,127 |

Obr. 14: Výpočet hodnoty U pro jednoplášťovou obvodovou zeď se standardem pasivního domu, se zdivem tloušťky 49 cm, ($\lambda = 0,070 \text{ W/mK}$) a 4 cm izolační omítkou

3.5 Posouzení z hlediska udržitelnosti dlouhodobého vývoje

Pokud budovu posuzujeme ze všech hledisek, pak na důležitosti nabývá především „šedá energie“. To je celkové množství energie vynaložené a spotřebované na výstavbu budovy. Biogenní stavební materiály mají schopnost v sobě dlouhodobě, po dobu jejich životnosti, vázat uhlík a přispívat tak ke snížení koncentrace oxidu uhličitého (CO_2). Tato schopnost příznivě ovlivňuje globální klima. Od osmdesátých let minulého století tyto materiály z obnovitelných zdrojů získávají ve stavebnictví stále větší význam. Některé z nich, jako například dřevovláknité

měkké izolační desky a izolační celulóza, jsou dnes velmi rozšířené a aplikované v celé řadě případů. U všech rozhodnutí musí proto projektanti hodnotit příslušné materiály komplexně ze všech hledisek, výroby až po likvidaci, především však z ekologického hlediska. Například jednoplášťová cihelná zeď je monolitický, čistě silikátový materiál. Zde je třeba vzít v úvahu, že výroba cihel je energeticky značně náročná (jejich vypálení vyžaduje vysokou teplotu).



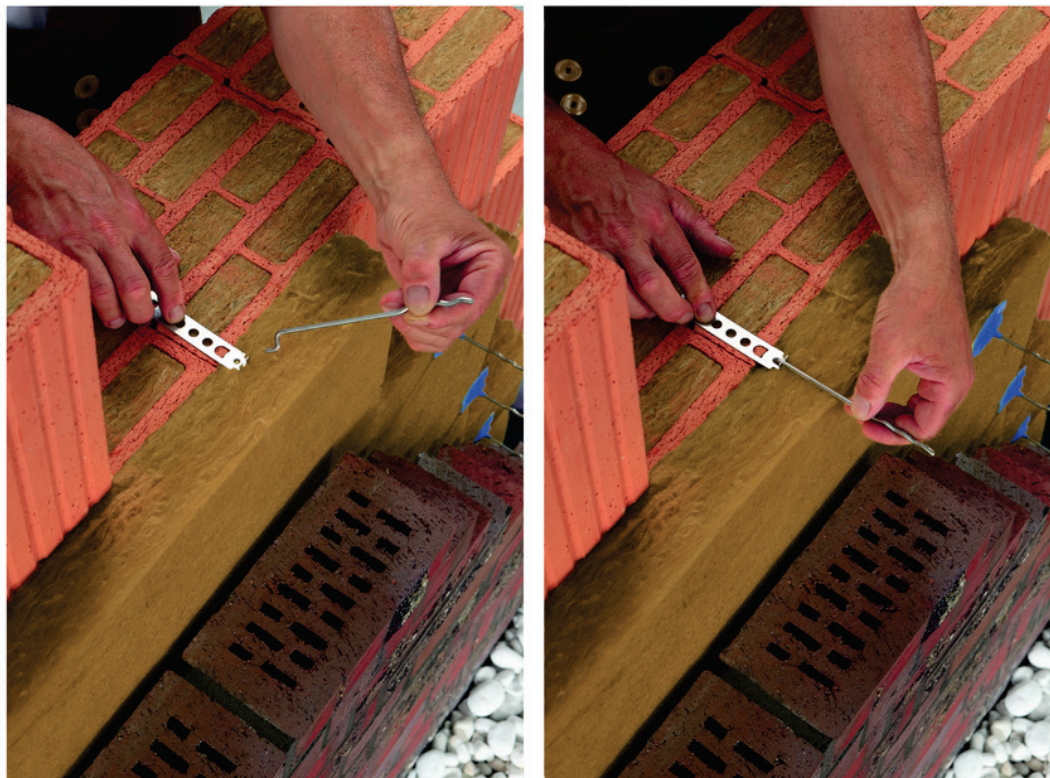
Obr. 15: Prototyp prefabrikovaného stěnového prvku izolací z lisované slámy (zdroj: GrAT)

Video o „šedé energii“ stavebních materiálů:

<https://www.youtube.com/watch?v= phZsqSjtds>

4 Dvouplášťové (zdvojené) obvodové stěny

V ČR ani v Rakousku se dvouplášťové obvodové stěny obvykle neprojektují. Toto řešení se podobá konstrukci se zavěšenou fasádou, jen s tím rozdílem, že vnější zeď je z masivního zdiva.



Obr. 16: Dvouplášťová konstrukce stěny, kotvy pro montáž izolace (zdroj: Wienerberger GmbH)

4.1 Nosné konstrukce dvouplášťových obvodových stěn

Nosnou funkci přebírá u dvouplášťových konstrukcí vždy vnitřní zeď. Vnější zeď nese jen svou vlastní hmotnost a k nosné zdi je připojena pomocí propojovacích kotev.

4.2 Izolační materiály u dvouplášťových obvodových stěn

Jádrovou izolaci zde ve většině případů tvoří pěnové materiály (polystyren). Z výrobních důvodů je jejich tloušťka omezena nejvýše na 20 cm a pro konstrukce pasivních domů se nabízí materiál s $\lambda = 0,022$ až $0,028$ W/mK.

4.3 Kotvení dvouplášťových obvodových stěn

Vnější zeď je s vnitřní (obvykle nosnou) zdí spojena pomocí kotev. Dodavatelé nabízejí řada kotev pro velikost mezery mezi oběma stěnami až 20 cm.

4.4 Ochrana dvouplášťových stěn proti povětrnostním vlivům

Vnější zeď musí být chráněna proti povětrnostním vlivům. Nejlepší možností je užití ostře pálených cihel „lícovek“ nebo vápenopísčických cihel.



Obr. 17: Vnitřní vrstva zdiva s kotvami pro upevnění vnější, lícové vrstvy zdiva (zdroj: Schulze Darup)



Obr. 18: Fasádní (lícové) zdivo v okolí okna. Pod ním je umístěna 20 cm tlustá vrstva izolace se součinitelem $\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$ a hodnotou $U_{0,12} \text{ W/m}^2\text{K}$ (zdroj: Schulze Darup)



Dvouplášťové zdivo

- 1 vnitřní omítka
- 2 zdivo
- 3 Izolace
- 4 spojovací kotvy
- 5 fasádní vrstva zdiva

Obr. 19: Řez dvouplášťovým zdivem, které vyhovuje standardu pasivního domu. Je zde nutné použít vysoce účinný izolační materiál s hodnotou $\lambda \cong 0,02$ až $0,025$ W/mK. Důležitá je i správná volba propojovacích kotev, certifikovaných pro překlenutí max. 20 cm široké vzduchové mezery mezi oběma vrstvami zdiva (zdroj: Schulze Darup, upraveno)

4.5 Hodnoty U u konstrukcí dvouplášťových obvodových stěn

Schválený systém kotev umožňuje propojení a stabilizaci vnějšího pláště na vzdálenost 20 cm. Pro izolaci tak zbývá pouze omezený prostor. Z výpočtu dvouplášťové konstrukce obvodové stěny vychází hodnota U $0,126$ W/m²K při užití 20 cm izolace, která má součinitel tepelné vodivosti λ nejméně $0,027$ W/mK.

Pokud při konstrukci dvouplášťového zdiva použijeme pro vnitřní stěnu porézní materiál a izolaci se součinitelem tepelné vodivosti vyšším než $\lambda = 0,025$ W/mK, pak můžeme dosáhnout hodnoty U $0,12$ do $0,13$ W/m²K, což je standard pasivního domu, již při tloušťce izolace 16 cm.

| Vrstvy (zevnitř směrem ven) | d | λ | |
|----------------------------------|---------------|-----------|-------|
| 1 vnitřní omítka | 1,50 | 0,700 | |
| 2 zdivo | 17,50 | 0,900 | |
| 3 izolace | 20,00 | 0,027 | |
| 4 disponibilní vzduchový prostor | 0,00 | 0,000 | |
| 5 vnější zeď | 11,50 | 1,000 | |
| Kor. 1,00 | tloušťka [cm] | 50,50 | |
| | | hodnota U | 0,126 |

Obr. 20: Výpočet hodnoty U pro dvouplášťovou stěnu, u které byl použitý izolační materiál se součinitelem tepelné vodivosti nejméně $\lambda = 0,027$ W/mK. Při tloušťce izolace 20 cm je dosažen standard požadovaný pro pasivní dům. Na vzduchovou mezeru se při výpočtu nebere zřetel.

| Vrstvy (zevnitř směrem ven) | d | λ | | |
|-----------------------------|---------------|-----------|-----------|-------|
| 1 vnitřní omítka | 1,50 | 0,700 | | |
| 2 zdivo | 17,50 | 0,140 | | |
| 3 izolace | 16,00 | 0,025 | | |
| 4 vzduchová mezera (50 mm) | 5,00 | 0,000 | | |
| 5 vnější zed' | 11,50 | 1,000 | | |
| Kor. 1,00 | tloušťka [cm] | 46,50 | hodnota U | 0,126 |

Obr. 21: Pokud je pro konstrukci dvouplášťové obvodové zdi použitý pro vnitřní zed'porézní materiál a izolační vrstva má součinitel λ nejméně 0,025 W/mK, postačí pro dosažení hodnoty U 0,12 až 0,13 W/m²K, tj. standardu pasivního domu, užití izolace v tloušťce 16 cm. Na vzduchový meziprostor se při výpočtu nebere zřetel.

Exkurz ...

... začlenění technologií pro výrobu energie do konstrukce fasád

V blízké budoucnosti se již energie nebude vyrábět pouze centrálně, tj. v elektrárnách. Již dnes investoři a developeři mohou do stavby budov zabudovat technologie, které samostatně vyrábějí elektrickou energii z obnovitelných zdrojů (ze sluneční energie). Solární panely jsou zabudované přímo do konstrukce fasády a představují i významný architektonický prvek. Nabídka těchto součástí, které mají vysoký energetický potenciál, se do několika let rychle rozšíří. Stanou s přímou součástí fasády nebo se z nich vytvoří zavěšená fasáda. Jejich přínos bude energetický a současně i architektonický.



Obr. 22: Solární moduly jsou začleněny do fasády (vlevo) a do balkonového zábradlí (vpravo) (zdroj: Fa Ertex Solar)

5 Kvalitativní kritéria při navrhování a realizaci izolačních systémů

5.1 Zajištění kvality v projektové fázi

Plánování výstavby budov s optimální energetickou spotřebou musí být svěřeno týmu odborných pracovníků, ve kterém jsou zastoupena všechna důležitá řemesla a činnosti.

Při volbě izolačního systému je třeba vzít v úvahu přání a požadavky konečného uživatele budovy a současně stavebně-konstrukčními požadavky. Konečný návrh musí být kvalitní a uspokojující i z architektonického hlediska. Významnou roli hraje i celá řada technických a legislativních hledisek, například ochrana proti hluku, požární odolnost či požadavky energetické.

Z dnešního hlediska proto budou pro budoucnost vhodné jen takové budovy, které budou mít nízké nároky na spotřebu energií (a budou tepelně dobře izolované). To se týká nejen hodnoty U , která by měla činit nejvýše $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, ale také požadavků na vzduchotěsnost a na minimalizaci tepelných mostů. K těmto požadavkům se musí přihlížet již od samého počátku 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 navrhovat jednoduché systémy a řešení, které mohou kvalifikovaní odborníci snadno realizovat a které po dokončení a během provozu budou vyžadovat jen minimální obsluhu a údržbu.

5.2 Zajištění kvality ve fázi realizace

Ve všech případech, kdy se k těmto hlediskům přihlíží při přípravě, projektování i stanovení pracovních postupů a kdy jsou tyto požadavky a postupy jasně uvedeny v zadávací dokumentaci, pak veškerou zodpovědnost za kvalitní a bezchybné provedení stavby přebírá pouze dodavatel.

Je proto důležité, aby stavebnímu týmu byly všechny podrobnosti na počátku stavby důkladně vysvětleny a aby bylo dosaženo shody v pracovním postupu. 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, které 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 převjímkou stavby.

5.3 Neprodyšnost (vzduchotěsnost)

U pasivního domu, který vyhovuje normě, musí být naměřená hodnota ACH_{50} rovna nebo vyšší než $0,6 \text{ 1/h}$. Splnění této podmínky se prokazuje přetlakovou zkouškou.

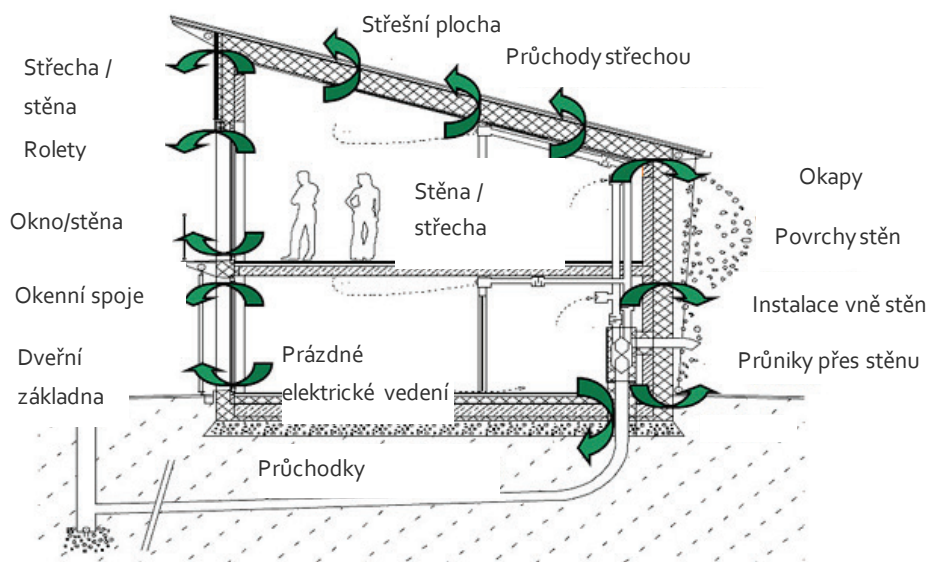
Význam, funkci a zejména správné provedení vzduchotěsné vrstvy musíme brát v úvahu již od samého počátku projektové přípravy stavby.

U konstrukcí s dřevěnými nosnými sloupy nebo dřevěnou rámovou konstrukcí se vzduchotěsná vrstva pokládá pod obložení na vnitřní stranu nosné stěny, kde se obvykle nachází parozábrana.

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

U masivních (zděných či silikátových) stěn plní funkci vzduchotěsné vrstvy vnitřní omítka. Ve všech těchto konstrukčních řešeních se vzduchová nepropustnost zajišťuje vnitřními omítkami nebo vyplněním a zatřením všech mezer na vnější straně obvodového zdiva.

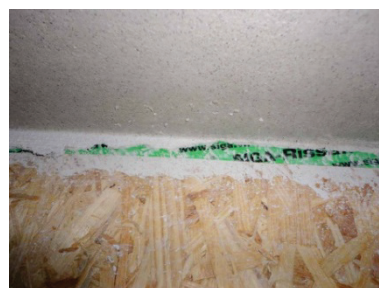
Následující schematický náčrt uvádí přehled možných problémů a rizik v místech vzduchotěsné vrstvy (vzájemný styk, přesah materiálů, průniky):



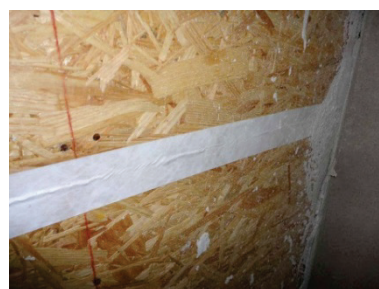
Obr. 23 Průřez konstrukcí pasivního domu s vyznačením vzduchotěsně problematických míst (zdroj: Schulze Darup, PHS 2.1 Folie S. 20, upraveno)



Obr. 24: Měření těsnosti v místech průniku trámu konstrukcí střešního pláště (zdroj: Schulze Darup)



Obr. 25: Hermetické spojení mezi dřevem stěn a stropů v nadzemní podlaží (zdroj: Schulze Darup)



Obr. 26: Vzduchotěsné vrstvy v dřevostavbách (zdroj: Schulze Darup)

Video o vzduchotěsných budovách:

<https://www.youtube.com/watch?v=Sg-lsaMmqDQ>

5.4 Minimalizace tepelných mostů

Za tepelné mosty se považují slabá místa v obvodové konstrukci stavby, která ve srovnání s průměrnou hodnotou koeficientu přenosu tepla vykazují horší hodnoty. Tato místa je proto nutné z hlediska tepelných ztrát posuzovat samostatně. **Rozdíl mezi oběma hodnotami se vyjadřuje koeficientem 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.

5.5 Další kritéria kvality

Jaká další kritéria vyplývají z jednotlivých konstrukčních řešení:

Obvodové konstrukce z masivního zdiva se skladebným izolačním systémem (ETICS):

Pokud jde o tepelné mosty, pak platí totéž, co pro masivní dřevěné konstrukce. V místech návaznosti (průniku) vnitřních zdí a stropních konstrukcí problémy nenastávají. Zůstávají výhody vyplývající ze soklových částí, míst spojení se střešní konstrukcí a míst, kdy je izolace okolo vnějších rohů provedena důsledně v plné tloušťce. Problém dnes nepředstavuje ani nutnost připojení vnějších technologických stavebních prvků a konstrukcí (včetně technologických zařízení) na plášť budovy. Pro jejich upevnění je dnes k dispozici celá řada nosných a roštových konstrukcí, kotvených skrze izolační obklad do nosné zdi. Tato kotevní místa a průniky však musíme do seznamu existujících tepelných mostů a do tepelné bilance vždy započítat.

Obvodové (vnější) zdi se zavěšenou fasádou: V podstatě zde platí totéž, co u vnějších, obvodových zdí se skladebným izolačním systémem ETICS. U tohoto řešení se nevznikají žádné problémy s připojováním a kotvením lehkých fasádních desek na nosný rošt, protože tvoří součást dodávaného systému. Přesto musíme u většiny těchto konstrukčních řešení do výpočtu celkové bilance zahrnout i vliv tepelných mostů vznikajících v místech kotvení nosného roštu.

Jednoplášťové konstrukce vnějších zdí: Všechny konstrukční prvky s odlišným součinitelem tepelné vodivosti musíme do bilancování vlivů tepelných mostů zahrnout. To se zejména týče míst uložení stropní konstrukce a stěn s protihlukovou ochranou. Na druhou stranu však v místech soklů (podezdívek) a v místech připojení konstrukce střechy vznikají negativní tepelné mosty, které představují alespoň malou výhodu při sestavování celkové energetické bilance (energetické náročnosti).

Dvouplášťová konstrukce obvodových zdí: V zásadě zde platí totéž, co pro konstrukční řešení vnějších zdí se zavěšenou fasádou.

6 Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obr. 1: Izolace ETICS v místě pro uchycení osvětlovacího tělesa (znázorněný způsob provedení minimalizuje možnost vzniku tepelného mostu) (zdroj: Schulze Darup)..... | 4 |
| Obr. 2: Izolace ETICS s připraveným místem pro ukotvení sloupku zábradlí. Toto provedení minimalizuje vznik tepelného mostu. (zdroj: Schulze Darup) | 5 |
| Obr. 3: Řez izolačním skladebným systémem na masivní stěně (zdroj: Schulze Darup, upraveno)..... | 6 |
| Obr. 4: Výpočet hodnoty U pro skladebný izolační systém na masivním obvodovém zdivu. Izolace tloušťky 26 cm s hodnotou $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Výsledná hodnota U je $0,127 \text{ W/m}^2\text{K}$ | 7 |
| Obr. 5: „Černý panter“ („Schwarzer Panther“), Graz, Rakousko, architekti: GSarchitects Graz. Zavěšená fasáda je skleněná (zdroj: STO)..... | 8 |
| Obr. 6: Vnější stěnový systém s dřevěným opláštěním v Seestadt Aspern, Vídeň, Rakousko (zdroj: Weissenseer Holz-System-Bau GmbH)..... | 8 |
| Obr. 7: Kotevní systém zavěšené fasády, u něhož vznikají jen minimální tepelné mosty – $\Delta U_{WB} \leq 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ (zdroj: Fa. STO)..... | 9 |
| Obr. 8: Distanční vložka z ušlechtilé oceli (Zdroj: Sto SE & Co. KGaA)..... | 10 |
| Obr. 9: Řez masivní zdi se zavěšenou fasádou. Důležitá je volba takového kotevního systému, který bude vytvářet jen minimální tepelné mosty (zdroj: Schulze Darup, upraveno)..... | 10 |
| Obr. 10: Výpočet hodnoty U u zavěšené fasády; ve srovnání se skladebným izolačním systémem je tato konstrukce tlustší - je zde navíc nosný rošt a fasádní obklad. Vzduchový prostor a obklad se do výpočtu nezahnuje. | 11 |
| Obr. 11: výpočet hodnoty U pro systém zavěšené fasády s termální izolace (VIP). Vynikající hodnota součinitele tepelné vodivosti λ pouze $0,008 \text{ W/mK}$ vede k tomu, že celá konstrukce je velice štíhlá a měří na šířku přibližně 31 cm (včetně vzduchové mezery a obkladu s VIP izolací o tloušťce 6,5 cm). Vzduchový prostor a obklad nejsou do výpočtu zahrnuti..... | 11 |
| Obr. 12: Jednovrstvé cihelné zdivo u konstrukce pasivního domu. Velikost tepelných mostů v místech napojení střešních teras musela u tohoto projektu být spočítána a hodnocena samostatně (zdroj: Schulze Darup)..... | 12 |
| Obr. 13: Řez konstrukcí jednoplášťového zdiva ve standardu pasivního domu. Do dutin se vloží izolační materiál. Na vnější straně stěna je nanášena zhruba 4 cm silná izolační omítka (zdroj: Schulze Darup, upraveno)..... | 13 |
| Obr. 14: Výpočet hodnoty U pro jednoplášťovou obvodovou zeď se standardem pasivního domu, se zdivem tloušťky 49 cm, ($\lambda = 0,070 \text{ W/mK}$) a 4 cm izolační omítkou..... | 13 |
| Obr. 15: Prototyp prefabrikovaného stěnového prvku s izolací z lisované slámy (zdroj: GrAT)..... | 14 |
| Obr. 16: Dvouplášťová konstrukce stěny, kotvy pro montáž izolace (zdroj: Wienerberger GmbH)..... | 15 |
| Obr. 17: Vnitřní vrstva zdiva s kotvami pro upevnění vnější, lícové vrstvy zdiva (zdroj: Schulze Darup).... | 16 |
| Obr. 18: Fasádní (lícové) zdivo v okolí okna. Pod ním je umístěna 20 cm tlustá vrstva izolace se součinitelem $\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$ a hodnotou U $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ (zdroj: Schulze Darup)..... | 16 |
| Obr. 19: Řez dvouplášťovým zdivem, které vyhovuje standardu pasivního domu. Je zde nutné použít vysoce účinný izolační materiál s hodnotou $\lambda \cong 0,02$ až $0,025 \text{ W/mK}$. Důležitá je i správná volba propojovacích kotev, certifikovaných pro překlenutí max. 20 cm široké vzduchové mezery mezi oběma vrstvami zdiva (zdroj: Schulze Darup, upraveno)..... | 17 |
| Obr. 20: Výpočet hodnoty U pro dvouplášťovou stěnu, u které byl použitý izolační materiál se součinitelem tepelné vodivosti nejméně $\lambda = 0,027 \text{ W/mK}$. Při tloušťce izolace 20 cm je dosažen standard požadovaný pro pasivní dům. Na vzduchovou mezeru se při výpočtu nebere zřetel..... | 17 |
| Obr. 21: Pokud je pro konstrukci dvouplášťové obvodové zdi použitý pro vnitřní zeď porézni materiál a izolační vrstva má součinitel λ nejméně $0,025 \text{ W/mK}$, postačí pro dosažení hodnoty U $0,12$ až | |

| | |
|--|----|
| 0,13 W/m ² K, tj. standardu pasivního domu, užití izolace v tloušťce 16 cm. Na vzduchový meziprostor se při výpočtu nebere zřetel..... | 18 |
| Obr. 22: Solární moduly jsou začleněny do fasády (vlevo) a do balkonového zábradlí (vpravo) (zdroj: Fa Ertex Solar)..... | 18 |
| Obr. 23 Průřez konstrukcí pasivního domu s vyznačením vzduchotěsně problematických míst (zdroj: Schulze Darup, PHS 2.1 Folie S. 20, upraveno)..... | 20 |
| Obr. 24: Měření těsnosti v místech průniku trámu konstrukcí střešního pláště (zdroj: Schulze Darup)..... | 21 |
| Obr. 25: Hermetické spojení mezi dřevem stěn a stropů v nadzemní podlaží (zdroj: Schulze Darup)..... | 21 |
| Obr. 26: Vzduchotěsné vrstvy v dřevostavbách (zdroj: Schulze Darup)..... | 21 |

7 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.



Základy této výukové jednotky byly vyvinuty v rámci projektu „Building of Tomorrow“.



Právní upozornění

Tato výuková jednotka je licencována následující licencí Creative Commons:



Creative Commons Uvedte původ-Neužívejte komerčně-Nezpracovávejte 4.0 Mezinárodní.

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

- **Uvedte 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.at, www.e-genius.at/cz

Ilustrace/obrázky: uvést vlastníka autorských práv, e-genius – 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 nenesou 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 nenesou 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>