

Stavební fyzika

Tepelná ochrana | Vlhkostní ochrana

Tepelná ochrana u soklu budovy

Stěny a sloupy navazující na základové konstrukce vytvářejí v oblasti soklu budovy tzv. tepelné vazby, protože obvykle procházejí skrz tepelnou izolaci v podlaze. Tepelné mosty a vazby jsou lokální oblasti stavebních konstrukcí, ve kterých dochází ke zvýšeným ztrátám tepla. Tepelné mosty se v konstrukci pravidelně opakují a jsou její součástí (např. krokve v šikmé zateplené střeše), zatímco tepelné vazby jsou styky rovinných konstrukcí (např. stěny a podlahy). Pro tepelné mosty a vazby jsou charakteristické nižší povrchové teploty a riziko tvorby kondenzátu a plísní. Tepelné mosty a vazby se hodnotí pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} , který vychází z povrchové teploty na teplé straně konstrukce a představuje míru rizika pro tvorbu kondenzátu a plísní. Tepelné vazby se navíc hodnotí i pomocí činitelů prostupu tepla ψ a χ jako charakteristických ukazatelů energetických ztrát.

Vlhkostní ochrana u soklu budovy

Vlhkostní ochrana budovy je synonymem pro prevenci stavebních poruch. Již ve fázi projektové přípravy je proto třeba ověřit, zda se v budově nebudou nacházet místa s rizikem kondenzace vodních par. Zvláštní pozornost je třeba věnovat případům, kdy se současně vyskytují materiálové i geometrické tepelné mosty a vazby. Zejména vnější rohy vykazují důsledkem této kombinace velmi nízké povrchové teploty. Zvláště ohrožené jsou také místnosti se zvýšenou vlhkostí vzduchu (ložnice, koupelny, kuchyně ap.), které sousedí s venkovním prostředím nebo studenými prostory jako podzemní garáže. Navíc se v procesu výstavby může do soklu budovy dostat velké množství vody, což v kombinaci s tepelnými mosty představuje zvýšené riziko tvorby plísní.

Kromě rizika tvorby kondenzátu a plísní se u vlhkých stavebních materiálů zhoršuje také jejich tepelná vodivost: čím vlhčí je materiál, tím vyšší je jeho tepelná vodivost a tím horší je jeho tepelně izolační schopnost.

Obecně je vždy třeba ověřit, že nebude docházet ke kondenzaci v tepelných mostech sousedících s podzemními garážemi a nevytápěnými sklepy.

Následky tepelných mostů a vazeb

- Riziko tvorby plísní
- Riziko poškození zdraví (alergie ap.)
- Nebezpečí kondenzace vodních par
- Zvýšené tepelné ztráty a s tím spojené zvýšení potřeby energie na vytápění
- Riziko výskytu stavebních poruch

Požadavky

Požadavky na tepelnou ochranu

Předpisy týkající se tepelných mostů a vazeb naleznete ve vyhlášce č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, v níž se uvádí, že stavební konstrukce musí splňovat požadavky při prostupu tepla a vodní páry včetně tepelných mostů a vazeb.

Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov stanovuje konkrétní požadavky na dodanou a primární energii a pro konkrétní výpočetní postupy a dílčí požadavky se odkazuje na normu ČSN 73 0540 a řadu evropských norem (např. EN ISO 52016-1).

Vlivem tepelných mostů a vazeb na tepelné ztráty a energetickou náročnost budov se zabývají normy ČSN 73 0540-4, ČSN EN ISO 12831 a ČSN EN ISO 52016-1. Problematiku tvorby kondenzátu a plísní a způsob jejího posuzování upravují normy ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 13788, přičemž konkrétní požadavky stanovuje ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Požadavky.

Minimální požadavek na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} má za účel zabránit poškození stavební konstrukce důsledkem kondenzace vodních par a/nebo růstu plísní na jejím vnitřním povrchu. Tepelné mosty a vazby se mohou řešit buď podle katalogů tepelných mostů, nebo je třeba početně posoudit splnění požadavku ČSN 73 0540-2 na teplotní faktor f_{Rsi} v nejnepríznivějším místě konstrukce.

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Požadavky

	běžná výstavba	pasivní dům
vlhkostní ochrana		
teplotní faktor	$f_{Rsi} \geq$ požadovaná hodnota vypočtená podle čl. 5.1 normy	$f_{Rsi} \geq$ požadovaná hodnota vypočtená podle čl. 5.1 normy
tepelná ochrana u tepelných mostů a vazeb		
lineární činitel prostupu tepla ψ	$\psi \leq 0,2 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ pro tepelné mosty a vazby ve vnějších stěnách s výjimkou napojení na okna a dveře ¹⁾	$\psi \leq 0,05 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ pro tepelné mosty a vazby ve vnějších stěnách s výjimkou napojení na okna a dveře ¹⁾
bodový činitel prostupu tepla χ	$\chi \leq 0,4 \text{ W}/\text{K}$	$\chi \leq 0,02 \text{ W}/\text{K}$

i Informace

1) Zbylé požadavky ČSN 73 0540-2 na lineární činitel prostupu tepla se týkají styků výplní otvorů a vnějších stěn či střech.

Produktové charakteristické ukazatele tepelné ochrany

Charakteristické ukazatele popisující tepelné mosty a vazby

K popisu účinků tepelného mostu či vazby slouží několik charakteristických ukazatelů. Schopnost prvku Schöck Sconnex® zabránit přenosu tepla vyjadřuje ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti λ_{eq} . Jedná se tedy o charakteristický ukazatel tohoto produktu.

Dále existují charakteristické ukazatele popisující požadavky na ochranu proti vlhkosti: $\Theta_{si,min}$ a f_{Rsi} jsou požadavky na povrchovou teplotu na teplé straně stavební konstrukce, aby se vyloučila tvorba kondenzátu a plísní.

Kromě toho je třeba splnit požadavky na ztráty energie tepelnou vazbou. Tyto jsou u lineárních tepelných vazeb popsány pomocí hodnoty ψ (lineární činitel prostupu tepla) a u bodových tepelných vazeb pomocí hodnoty χ (bodový činitel prostupu tepla).

tepelně-technický důsledek	charakteristický ukazatel	druh tepelného mostu a vazby
vlhkostní ochrana		
kondenzace vodních par a tvorba plísní na vnitřním povrchu	f_{Rsi} $\Theta_{si,min}$	všechny
tepelná ochrana u tepelných mostů a vazeb		
energetická ztráta	ψ	lineární
	χ	bodový

Informace

ψ , χ , $\Theta_{si,min}$ a f_{Rsi} se stanovují vždy pro konkrétní tepelný most či vazbu – určitý stavební detail, ve kterém je zabudován Schöck Sconnex®. Jejich hodnota je proto závislá na konstrukčním řešení, zatímco λ_{eq} a R_{eq} popisují pouze tepelně izolační účinek prvku Schöck Sconnex®. Pokud se tedy změní vlastnosti konstrukce úpravou tloušťky tepelné izolace podlahy nebo použitého typu Schöck Sconnex®, změní se i prostup tepla přes tepelný most a vazbu (a tím i ψ , χ , $\Theta_{si,min}$ a f_{Rsi}).

Použití λ_{eq} a stanovení ψ , χ , $\Theta_{si,min}$ a f_{Rsi} je vysvětleno v části o metodách posuzování.

Ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti λ_{eq}

Ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti λ_{eq} je střední hodnota součinitele tepelné vodivosti prvku Schöck Sconnex® tvořeného různými materiály. Při stejné tloušťce izolantu je měřítkem pro tepelně izolační účinek napojení. Čím menší je λ_{eq} , tím lepší je tepelně izolační schopnost. Hodnoty λ_{eq} se stanovují podrobnými výpočty tepelných mostů. Jelikož se jednotlivé produkty od sebe liší svými rozměry a jednotlivými komponenty, má každý prvek Schöck Sconnex® svou individuální hodnotu.

Výpočet lze provést běžně dostupným softwarem pro posouzení tepelných mostů a vazeb s užitím termických okrajových podmínek dle ČSN 73 0540-3, ČSN EN ISO 6946 a ČSN EN ISO 13788 (podle hodnocené veličiny). Kromě tepelných ztrát tepelným mostem (hodnoty ψ a χ) jím lze stanovit také povrchové teploty Θ_{si} a tím i teplotní faktor f_{Rsi} .

Ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti λ_{eq} lze použít k posouzení tepelné ochrany u pasivního domu.

Metody pro posuzování vlhkostní ochrany

Ke splnění požadavků na vlhkostní ochranu jsou normou ČSN 73 0540-2 předepsány v čl. 5.1 vztahy pro výpočet požadované hodnoty teplotního faktoru, které zohledňují konkrétní působící okrajové podmínky (teploty a vlhkosti vzduchu). Pro běžné bytové a občanské stavby s teplotou vnitřního vzduchu od 20 do 21 °C a relativní vlhkostí vnitřního vzduchu 50 % se požadovaná hodnota teplotního faktoru pro neprůsvitné konstrukce pohybuje od 0,748 do 0,785.

Charakteristické ukazatele pro vlhkostní ochranu $\Theta_{si,min}$ a f_{Rsi} se pro hodnocení tepelný most či vazbu stanovují přesně s pomocí výpočtu dvourozměrného teplotního pole k tomu určeným softwarem. Příslušný postup je pro tepelné mosty popsán v části o posuzování tepelné ochrany.

Je-li v projektu použit typový, katalogový detail výrobce, pro který byly ukazatele pro vlhkostní ochranu $\Theta_{si,min}$ a f_{Rsi} stanoveny podrobným 2D či 3D výpočtem, je možné pro posouzení použít tyto známé hodnoty.

Zvláštní užívání

Za zvláštních podmínek užívání s velmi vysokou vlhkostí vzduchu, například v umývárkách nebo krytých bazénech, vyžaduje posouzení vlhkostní ochrany obzvláštní pozornost. Zde musí tepelné mosty splňovat vysoké požadavky, a pro bezpečnou vlhkostní ochranu je nutné přesné posouzení.

Metody pro posuzování tepelné ochrany

Vliv tepelných vazeb (styků konstrukcí) na energetickou náročnost budov se zohledňuje buď orientačně nebo přesně.

Volba metody posouzení

varianta 1	varianta 2
orientační zohlednění tepelných vazeb s pomocí přírážky na vliv tepelných vazeb	přesné zohlednění tepelných vazeb s pomocí lineárních a bodových činitelů prostupu tepla
$\Delta U_{em} = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	ψ a χ
Minimální hodnotu přírážky na vliv tepelných vazeb pro účely zpracování průkazu energetické náročnosti budovy (uvedeno výše) stanovuje vyhláška č. 264/2020 Sb. Další doporučené hodnoty přírážky ΔU_{em} jsou uvedeny v ČSN 73 0540-4.	Výpočet lineárních a bodových činitelů prostupu tepla se provádí metodou konečných prvků (MKP) podle ČSN EN ISO 10211-1. Lze použít i vypočtené hodnoty ψ a χ z katalogů, pokud hodnocený detail odpovídá katalogovému.
Tato varianta je přípustná pouze při hodnocení energetické náročnosti budovy jako celku. Nelze ji použít pro hodnocení požadavků ČSN 73 0540-2 na konkrétní tepelnou vazbu.	Tuto variantu lze použít jak pro hodnocení energetické náročnosti budovy, tak pro hodnocení požadavků ČSN 73 0540-2 na konkrétní tepelnou vazbu.

Napojení provedená s prvkem Schöck Sconnex® lze při výpočtu energetické náročnosti budovy zohlednit oběma uvedenými způsoby. V závislosti na úrovni tepelné izolace a požadovaném energetickém standardu může být výhodné provést podrobné posouzení a tepelné ztráty tepelnými mosty přesně vypočítat. Tímto způsobem se dosáhne nižších hodnot než u orientačních přírážek. Čím vyšší jsou energetické požadavky na budovu, tím vhodnější je podrobné posouzení.

Varianta 1 – přibližné zohlednění vlivu tepelných vazeb

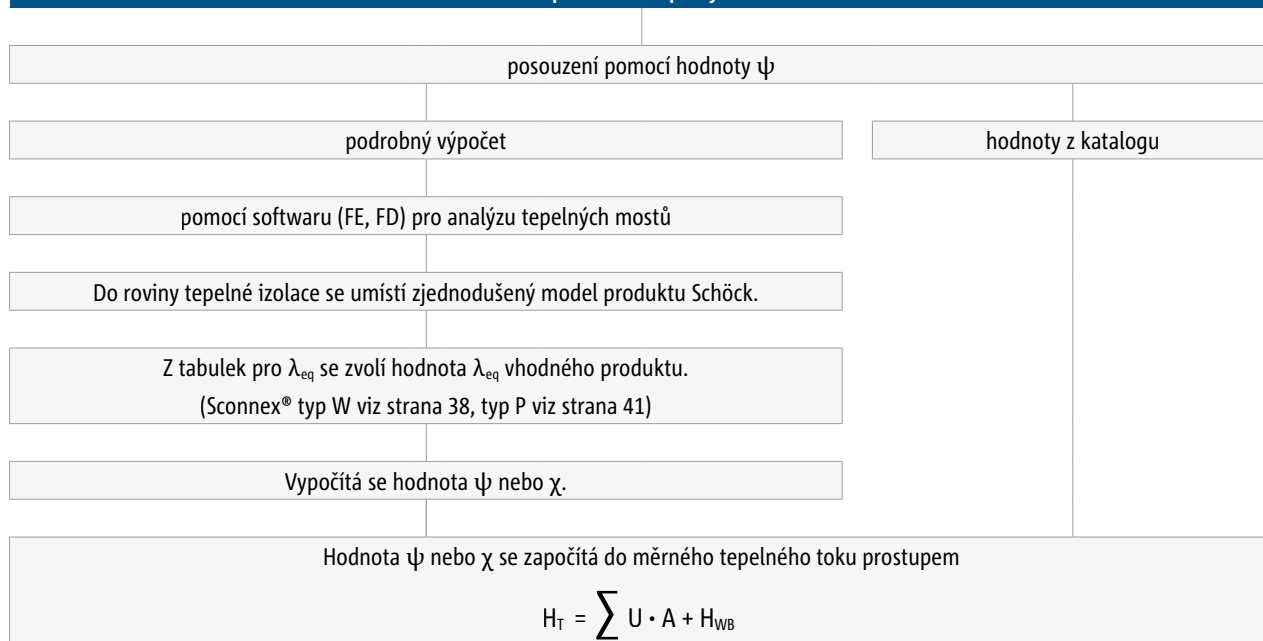
V tomto případě se souhrnný vliv tepelných vazeb na energetickou náročnost pouze odhaduje s pomocí přírážky na vliv tepelných vazeb ΔU_{em} . Podrobný výpočet prostupu tepla tepelnými vazbami se neprovádí. Nelze proto vyhodnotit, zda konkrétní tepelné vazby splňují požadavek ČSN 73 0540-2 na lineární a bodový činitel prostupu tepla.

Varianta 2 – přesné zohlednění vlivu tepelných vazeb

V tomto případě se podrobným výpočtem dvourozměrného či trojrozměrného šíření tepla vedením v tepelné vazbě v souladu s ČSN EN ISO 10211-1 vypočte příslušným softwarem lineární či bodový činitel prostupu tepla. Takto vypočtené hodnoty pak lze použít pro hodnocení splnění požadavků ČSN 73 0540-2 na prostup tepla konkrétními tepelnými vazbami.

Přípustnou alternativou je převzetí lineárního či bodového činitele prostupu tepla z katalogu, pokud jde o přesnou, vypočtenou hodnotu a pokud je hodnocený detail shodný s detailem v katalogu.

Přesné posouzení tepelných vazeb

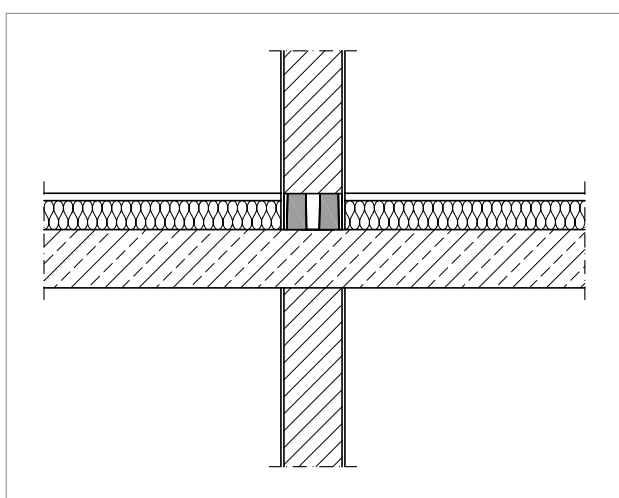


Metody pro posuzování tepelné ochrany

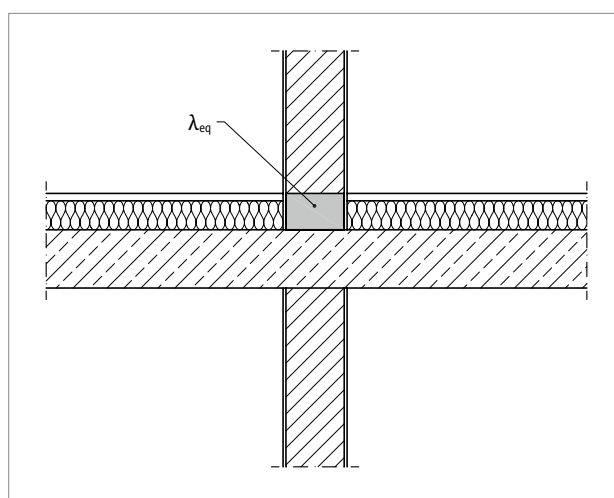
Přesně stanovené hodnoty ψ a χ lze použít i při hodnocení energetické náročnosti budovy, které je pak přesnější než při použití orientační přírážky na vliv tepelných vazeb ΔU_{em} .

Při přesném výpočtu se musí zohlednit tepelné vazby mezi obvodovými stěnami a všemi navazujícími konstrukcemi: stropy (včetně suterénu), střechami, podlahami a výplněmi otvorů. Vyhodnotit je třeba i vazby mezi obvodovou stěnou a předsazenými stavebními konstrukcemi, jako jsou balkóny, nebo sloupy ve venkovním prostoru. Vnitřní stěny navazující na suterén lze zanedbat (to však neplatí u vnitřní tepelné izolace).

Pokud se má provést přesné posouzení tepelných vazeb pro stanovení hodnot ψ nebo f_{Rsi} , lze pro modelování detailu napojení použít hodnotu λ_{eq} . K tomu se prvek Schöck Sconnex® v modelu nahradí obdélníkem z homogenního materiálu s ekvivalentní tepelnou vodivostí λ_{eq} . Jeho rozměry odpovídají rozměrům izolantu prvku Schöck Sconnex®, viz obrázek. Takto lze jednoduše vypočítat stavebně fyzikální ukazatele detailu.



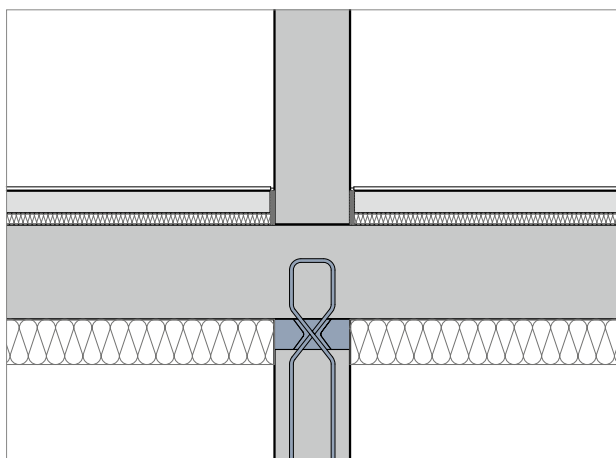
Obr. 40: Řez zobrazující detailní model prvku Schöck Sconnex®



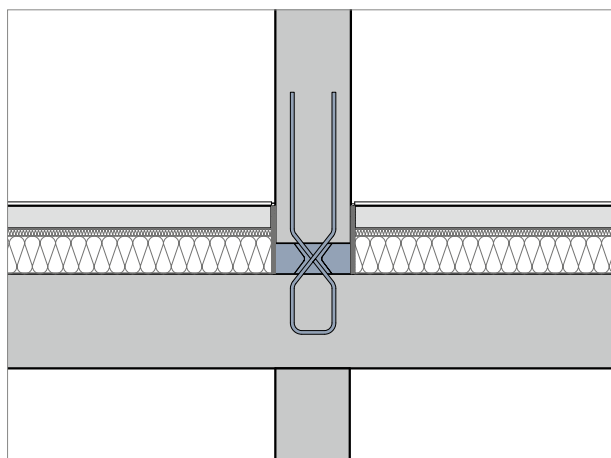
Obr. 41: Řez zobrazující zjednodušený náhradní prvek

Velikost výřezu z konstrukce se musí zvolit tak, aby se v modelu zobrazily také navazující oblasti v konstrukci, které jsou ovlivněny tepelnou vazbou. Pro zohlednění těchto vlivů obvykle postačuje vzdálenost 2 metry kolem tepelné vazby.

Tepelná ochrana s prvkem Schöck Sconnex® typ W



Obr. 42: Schöck Sconnex® typ W u vnitřní stěny a podstropní tepelné izolace



Obr. 43: Schöck Sconnex® typ W u vnitřní stěny a nadstropní tepelné izolace

Schöck Sconnex® typ W se používá u železobetonových stěn k přerušení tepelného mostu, který vzniká v napojení paty stěny na stropní a základové desky nebo v napojení hlavy stěny pod stropními deskami.

Standard pasivního domu s prvkem Schöck Sconnex® typ W

Díky svým velmi dobrým tepelně izolačním vlastnostem je stěna napojená s prvkem Sconnex® typ W certifikována ústavem Passivhaus Institut (PHI) v německém Darmstadtu jako komponent pasivního domu. To znamená, že Schöck Sconnex® typ W splňuje nejvyšší energetické požadavky.

Pro tuto certifikaci se stanoví činitel prostupu tepla ψ a nejnižší vnitřní povrchová teplota pro Schöck Sconnex® typ W u dané konstrukce pasivního domu. Tyto hodnoty musí splňovat požadavky na kvalitu a mezní hodnoty definované ústavem Passivhaus Institut.

Podstropní tepelná izolace s prvkem Schöck Sconnex® typ W

Podstropní tepelná izolace je jedním z nejběžnějších řešení zateplení stropu podzemní garáže nebo sklepa. Provedením podstropní tepelné izolace se stropní deska začlení do vytápěného prostoru budovy. Z důvodu požární ochrany se zde používají převážně minerální tepelně izolační materiály. Mají vyšší tepelnou vodivost než tvrzený pěnový polystyrén (EPS).

S prvkem Schöck Sconnex® se splní všechny normativní požadavky i bez vyvedení tepelné izolace na navazující konstrukce. Nedočká se k povrchové kondenzaci vodních par a snižují se energetické ztráty. Požadavky na teplotní faktor f_{Rsi} jsou bezpečně splněny a činitel prostupu tepla se výrazně zlepší (viz strana 36).

Nadstropní tepelná izolace s prvkem Schöck Sconnex® typ W

S prvkem Schöck Sconnex® typ W lze splnit normativní požadavky na tepelné mosty a výrazně zlepšit hodnoty ψ (viz strana 37). Posunutím roviny tepelné izolace ze spodní strany stropu na horní stranu se zvyšuje úspornost zateplovacího systému (finančně výhodnější nadstropní tepelná izolace). Tím, že v nevytápěném podlaží úplně odpadá tepelná izolace, se architektům a projektantům otevírají zcela nové možnosti pro navrhování a vzhled například podzemních garáží nebo sklepů.

I Kondenzace vodních par

U nadstropní tepelné izolace se jedná o systém vnitřní tepelné izolace, který je náchylný ke kondenzaci vodních par. Množství kondenzátu závisí na teplotě venkovního vzduchu. V závislosti na podmínkách prostředí se k zajištění vlhkostní ochrany doporučuje navrhnout podlahovou skladbu s parotěsnou zábranou.

Na následujících stranách naleznete přehled možných způsobů napojení stěn a příslušných tepelných a vlhkostních vlastností. Byly zvoleny konstrukce se srovnatelnými hodnotami součinitele prostupu tepla U.

Tepelná ochrana s prvkem Schöck Sconnex® typ W

Stavebně fyzikální vlastnosti napojení stěny

- Průběžné železobetonové stěny, které přerušují rovinu tepelné izolace stropu, vedou často ke stavebním poruchám, protože povrchová teplota na teplé straně příliš klesne, viz příklad na straně 36.
- Pokud se napojení stěn provede s vyvedením tepelné izolace na navazující konstrukce, situace se z energetického hlediska zlepšší, ale stavební poruchy přesto nelze vyloučit.
- Napojení stěn s prvkem Schöck Sconnex® typ W zajišťuje řešení bez stavebních poruch a také výrazně snižuje energetické ztráty způsobené tepelnými mosty a vazbami. Protože se typ W používá bodově, lze prostor mezi jednotlivými prvky zateplit bez jakéhokoliv přerušení. Tato skutečnost spolu s nízkou tepelnou vodivostí jednotlivých komponentů prvku jsou zárukou velmi nízkých energetických ztrát.
- Na vnitřním povrchu obvodových stěn a zejména vnějších rohů se mohou vyskytovat nízké povrchové teploty, zejména pokud se pod nimi nachází podzemní garáže. Obecně platí: Čím větší je rozdíl teplot mezi vnitřním a venkovním vzduchem, tím kritičtější je situace. Vytápěná místnost sousedící s dobře větranou podzemní garáží je proto kritičtější než místnost sousedící s uzavřeným sklepem. Oblasti, kde sklepy sousedí přímo se zeminou, jsou rovněž kritické. U nevytápěných sklepů je problematické obzvláště přechodné období na jaře.
- U nadstropní tepelné izolace může při posuzování stavební konstrukce z hlediska kondenzace vodních par vzniknout kritická situace. Kondenzát přitom vzniká nejprve mezi stropní deskou a tepelnou izolací na této stropní desce. Položením parozábrany pod potěr se však situace výrazně zlepšší a toto opatření vede v mnoha případech k úspěšnému posouzení stavební konstrukce. U tepelné izolace, která se nachází jen nad stropem, se tedy důrazně doporučuje provedení parozábrany, která musí být umístěna vždy nad touto tepelnou izolací (tj. blíže k interiéru než tepelná izolace).

Termické srovnání s prvkem Schöck Scconnex® typ W

Obvodová stěna					
podstropní tepelná izolace					
Průběžná železobetonová stěna bez vyvedení tepelné izolace		Průběžná železobetonová stěna s vyvedenou tepelnou izolací		Konstrukce s prvkem Schöck Scconnex®	
0,47	f_{Rsi} 0,69*	0,35	f_{Rsi} 0,73*	0,16	f_{Rsi} 0,81
ψ [W/(m·K)]		ψ [W/(m·K)]		ψ [W/(m·K)]	
Vnitřní stěna					
podstropní tepelná izolace					
Průběžná železobetonová stěna bez vyvedení tepelné izolace		Průběžná železobetonová stěna s vyvedenou tepelnou izolací		Konstrukce s prvkem Schöck Scconnex®	
0,66	f_{Rsi} 0,77	0,40	f_{Rsi} 0,83	0,19	f_{Rsi} 0,88
ψ [W/(m·K)]		ψ [W/(m·K)]		ψ [W/(m·K)]	

*) Požadovaná podmínka $f_{Rsi,min} \geq 0,749$ pro návrhovou vnitřní teplotu vzduchu 20 °C a návrhovou venkovní teplotu -15 °C dle ČSN 73 0540-2 není splněna.

Termické srovnání s prvkem Schöck Sconnex® typ W

Obvodová stěna					
nadstropní tepelná izolace					
Průběžná železobetonová stěna bez vyvedení tepelné izolace		Průběžná železobetonová stěna s vyvedenou tepelnou izolací		Konstrukce s prvkem Schöck Sconnex®	
0,42	0,66*	0,32	0,70*	0,12	0,80
ψ [W/(m·K)]	f_{Rsi}	ψ [W/(m·K)]	f_{Rsi}	ψ [W/(m·K)]	f_{Rsi}
Vnitřní stěna					
nadstropní tepelná izolace					
Průběžná železobetonová stěna bez vyvedení tepelné izolace		Průběžná železobetonová stěna s vyvedenou tepelnou izolací		Konstrukce s prvkem Schöck Sconnex®	
0,67	0,71*	0,50	0,76	0,19	0,87
ψ [W/(m·K)]	f_{Rsi}	ψ [W/(m·K)]	f_{Rsi}	ψ [W/(m·K)]	f_{Rsi}

*) Požadovaná podmínka $f_{Rsi,min} \geq 0,749$ pro návrhovou vnitřní teplotu vzduchu 20 °C a návrhovou venkovní teplotu -15 °C dle ČSN 73 0540-2 není splněna.



Termické srovnání | Charakteristické ukazatele produktu Schöck Sconnex® typ W

Z přehledu je zřejmé, že ani u řešení s vyvedením tepelné izolace na navazující konstrukce nelze v mnoha případech splnit požadavky na minimální vlhkostní ochranu, a tedy ani normativní požadavky, resp. že je lze splnit jen s minimální rezervou. Zde hrozí obzvlášť velké riziko stavebních poruch. I pokud jsou splněny požadavky na vlhkostní ochranu, jsou energetické ztráty u průběžných železobetonových konstrukcí mnohonásobně vyšší než u konstrukcí přerušných prvkem Schöck Sconnex®.

■ Okrajové podmínky pro příklady konstrukcí na straně 36 a 37

- Obvodová stěna, nadstropní tepelná izolace: $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
Vnitřní stěna, nadstropní tepelná izolace: $\lambda = 0,024 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
podstropní tepelná izolace: $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Hodnota U obvodové stěny: $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- U-Wert der Außenwand: $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- Vzdálenost prvků Schöck Sconnex® typ W-N1-V1H1: 1 na metr
- Tloušťka stěny: 200 mm

Charakteristické ukazatele produktu Schöck Sconnex® typ W

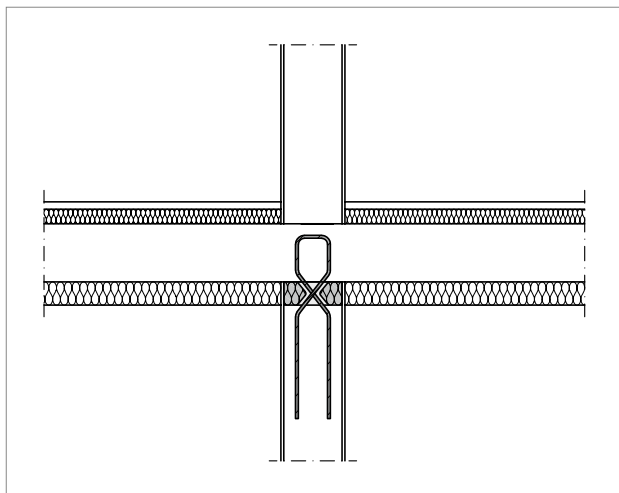
Schöck Sconnex® typ W	N1-V1H1	Part Z
přenos sil		
B [mm]	λ_{eq}	λ_{eq}
150	0,573	0,031
180	0,471	0,031
200	0,421	0,031
250	0,336	0,031
300	0,281	0,031

- Přehled typových prvků s oblastmi jejich použití nalezete na straně 8.
- λ_{eq} ekvivalentní tepelná vodivost ve $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Určující výška prvku = 80 mm
- Určující délka produktu = 300 mm
- Určující šířka prvku vyplývá z tabulky. Pro jiné šířky lze interpolovat mezilehlé hodnoty λ_{eq} .
- Další informace ke stanovení střední tepelné vodivosti naleznete na straně 39

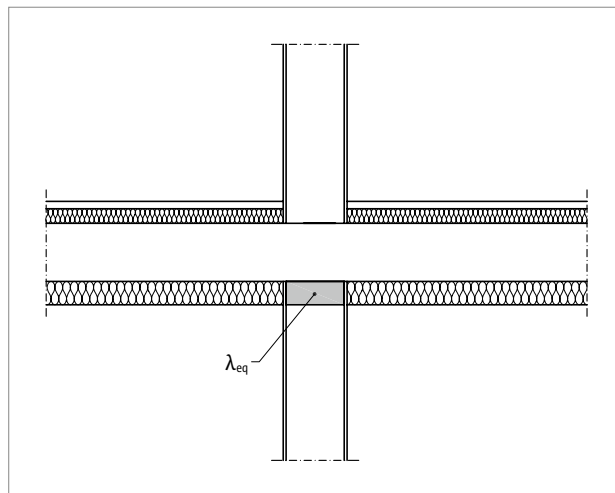
Metody pro posuzování tepelné ochrany

Přesné posouzení tepelných vazeb

Pro přesný výpočet prostupu tepla tepelnou vazbou lze produkt nahradit homogenním kvádrem s ekvivalentní tepelnou vodivostí λ_{eq} , jak je popsáno na straně 33. Viz obrázky níže. Schöck Sconnex® typ W se v trojrozměrném modelu nahradí izolantem s délkou 300 mm, výškou 80 mm a součinitelem tepelné vodivosti λ_{eq} příslušného typu W. Pro oblast mezi prvky se použije tepelně izolační ukazatel izolačního mezikusu. Pomocí tohoto modelu lze snadno vypočítat hodnotu ψ napojení stěny.

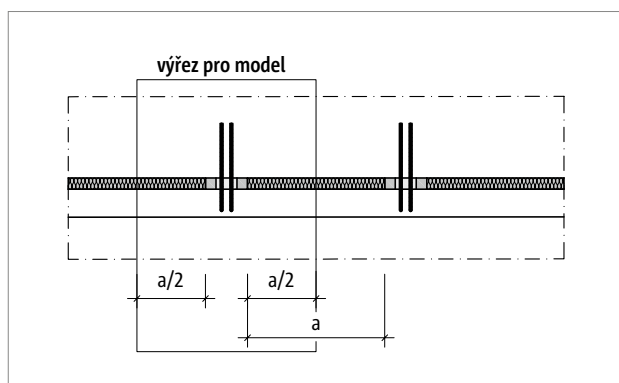


Obr. 44: Řez zobrazující detailní model prvku Schöck Sconnex®

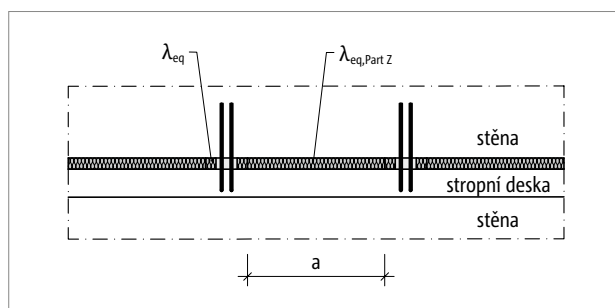


Obr. 45: Řez zobrazující zjednodušený náhradní prvek

Pokud se ke stanovení hodnoty ψ provádí dvourozměrný výpočet, lze součinitel tepelné vodivosti prvku Schöck Sconnex® typ W a izolačního mezikusu zprůměrovat (viz následující obrázek). Hodnotu průměrného součinitele tepelné vodivosti $\lambda_{eq,prům}$ pak lze dosadit do dvourozměrného modelu (viz obrázky na straně 39).



Obr. 46: Zobrazení možného výřezu pro trojrozměrné modelování detailu napojení stěny, s bodově umístěným prvkem Schöck Sconnex® typ W a tepelnou izolací mezi prvky



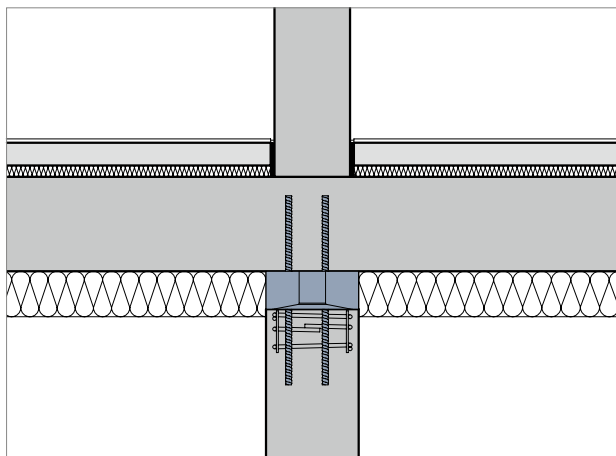
Obr. 47: Zobrazení dvou rovin řezu pro stanovení $\lambda_{eq,prům}$ detailu napojení stěny, s bodově umístěným prvkem Schöck Sconnex® typ W a tepelnou izolací mezi prvky

$$\lambda_{eq,Mittel} = \frac{\lambda_{eq} \cdot 0,3 \text{ m} + \lambda_{eq,Part Z} \cdot a}{0,3 \text{ m} + a}$$

Informace

- $\lambda_{eq,prům}$ = průměrný součinitel tepelné vodivosti napojení
- λ_{eq} = ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti prvku Schöck Sconnex®
- $\lambda_{eq,Part Z}$ = součinitel tepelné vodivosti tepelně izolačního mezikusu, při použití prvku Schöck Sconnex® typ W Part Z:
 $\lambda_{eq} = 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- a = délka tepelně izolačního mezikusu = vzdálenost prvků – 0,3 m
- Charakteristické ukazatele λ_{eq} produktů Schöck Sconnex® typ W a typ W Part Z viz strana 38.

Tepelná ochrana s prvkem Schöck Sconnex® typ P



Obr. 48: Schöck Sconnex® typ P u vnitřního sloupu a podstropní tepelné izolace

Schöck Sconnex® typ P se používá u železobetonových sloupů k přerušení tepelného mostu, který vzniká u jejich hlavy. U základových desk je v některých případech možné použití i u paty sloupu.

Sloupy musí přenášet vysoká zatížení. Průběžné železobetonové sloupy představují bodové tepelné mosty, protože přes ně uniká velké množství tepla. Vyvedením tepelné izolace na sloupy lze tyto energetické ztráty snížit pouze částečně. Schöck Sconnex® typ P se naproti tomu nachází přímo v rovině tepelné izolace.

Zatímco železobetonový sloup proniká rovinou tepelné izolace se součinitelem tepelné vodivosti betonu $\lambda = 1,6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ a betonářské oceli s $\lambda = 50 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, přerušuje prvek Schöck Sconnex® typ P železobetonovou konstrukci s ekvivalentním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{\text{eq}} = 0,61 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Těto nízké hodnoty je dosaženo energeticky optimalizovaným lehčeným betonem a nekovovou výztuží ze skleněných vláken s $\lambda = 0,9 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Standard pasivního domu s prvkem Schöck Sconnex® typ P

Díky svým velmi dobrým tepelně izolačním vlastnostem je sloup napojený s prvkem Sconnex® typ P certifikován ústavem Passivhaus Institut (PHI) v německém Darmstadtu jako komponent pasivního domu. To znamená, že Schöck Sconnex® typ P splňuje nejvyšší energetické požadavky.

Pro tuto certifikaci se stanoví činitel prostupu tepla χ a nejnižší vnitřní povrchová teplota pro Schöck Sconnex® typ P u dané konstrukce pasivního domu. Tyto hodnoty musí splňovat požadavky na kvalitu a mezní hodnoty definované ústavem Passivhaus Institut.

Termické srovnání | Charakteristické ukazatele produktu Schöck Sconnex® typ P

Termické srovnání prvku Schöck Sconnex® typ P s konstrukčním zateplením

U typické konstrukce činí tepelná ztráta nezatepleného železobetonového sloupu $\chi = 0,338 \text{ W/K}$. U sloupu s vyvedením tepelné izolace délky 50 cm a tloušťky 6 cm se tato hodnota sníží na $\chi = 0,180 \text{ W/K}$. S prvkem Schöck Sconnex® typ P se tato hodnota sníží na $\chi = 0,172 \text{ W/K}$.

Sloup bez tepelné izolace	Sloup s vyvedenou tepelnou izolací	Sloup s prvkem Schöck Sconnex® typ P
0,338 $\chi \text{ [W/K]}$	0,180 $\chi \text{ [W/K]}$	0,172 $\chi \text{ [W/K]}$

To znamená, že řešení s prvkem Schöck Sconnex® typ P je o 51 % lepší než nezateplený tepelný most a o 5 % lepší než vyvedení tepelné izolace na sloup.

Okrajové podmínky

- λ tepelné izolace: $0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Hodnota U stropu: $0,15 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Charakteristické ukazatele produktu Schöck Sconnex® typ P

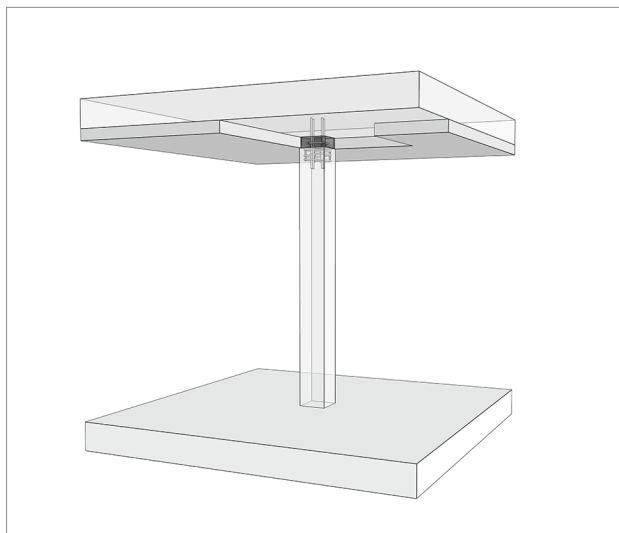
Schöck Sconnex® typ		P
B [mm]	L [mm]	λ_{eq}
245	245	0,610
295	295	0,600
345	345	0,590
395	395	0,580

- Možné geometrie sloupu jsou 250×250 , 300×300 , 350×350 a $400 \times 400 \text{ mm}$.
- λ_{eq} ekvivalentní tepelná vodivost ve $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$
- Určující výška prvku = 100 mm

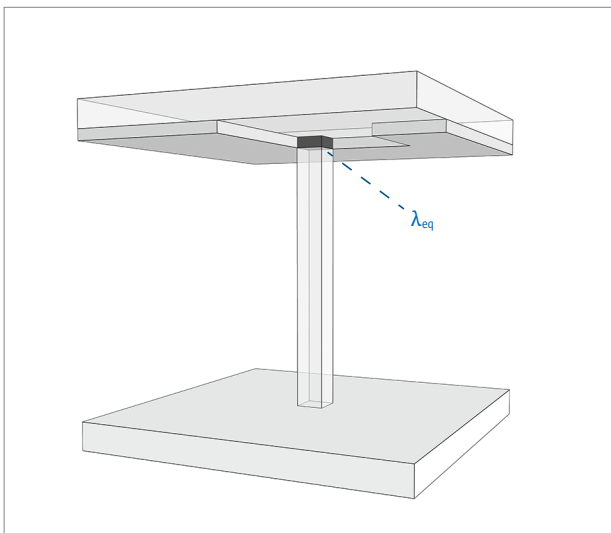
Metody pro posuzování tepelné ochrany

Přesné posouzení tepelných vazeb

Pro přesné zohlednění tepelné vazby v napojení sloupu na stropní desku je třeba postupovat následujícím způsobem. Schöck Sconnex® typ P je bodové napojení, a podrobné posouzení je nutno provést trojrozměrným výpočtem. K tomu se vytvoří model produktu s příslušnými rozměry a použije ekvivalentní tepelná vodivost λ_{eq} . Tepelná ztráta, která vzniká navíc k hodnotě U stropu, je pak zjištěná hodnota χ sloupu.

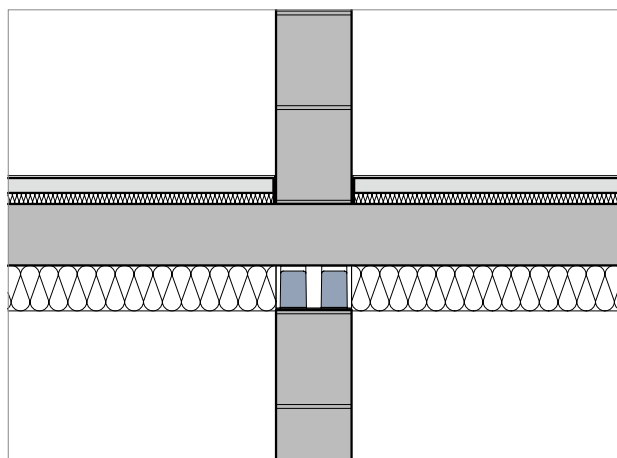


Obr. 49: Napojení s detailním modelem prvku Schöck Sconnex®



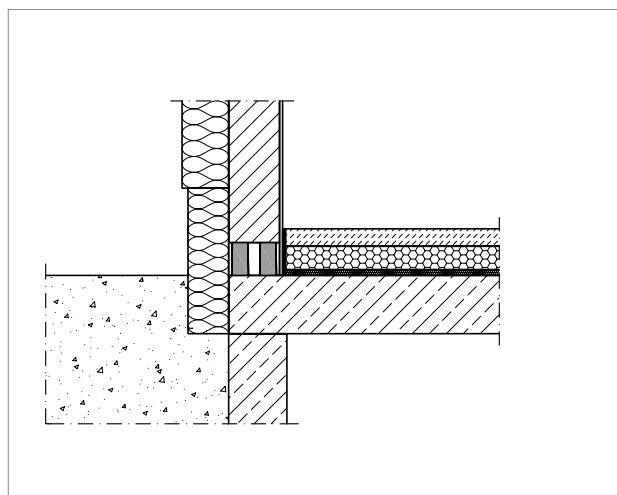
Obr. 50: Napojení se zjednodušeným náhradním prvkem

Tepelná ochrana s prvkem Schöck Sconnex® typ M



Obr. 51: Schöck Sconnex® typ M ve vnitřní stěně u podstropní tepelné izolace

Schöck Sconnex® typ M je tepelně izolující prvek k termickému přerušení zdiva. Tyto prvky se používají hlavně u soklu budovy jako přerušení tepelného mostu a ochrana proti vlhkosti. Dle technického schválení slouží jako první řada zdiva nad nebo poslední řada zdiva pod stropem suterénu.



Obr. 52: Účinné přerušení tepelného mostu s prvkem Schöck Sconnex® typ M

Vlhkostní ochrana u paty zdiva

Během procesu výstavby dochází k zabudování velkého množství vlhkosti do hrubé stavby. Zejména první vrstva zdiva na stropu suterénu resp. na základové desce je vystavena vysoké vlhkostní zátěži.

Porézní stavební hmoty, kterými kapilárně vztlíná voda, mohou absorbovat velké množství vlhkosti. Zvýšený obsah vlhkosti v materiálu vede k výraznému zhoršení jeho tepelně izolačních vlastností. Čím je stavební materiál vlhčí, tím vyšší je jeho tepelná vodivost a tím nižší je jeho tepelně izolační účinek.

První vrstva zdiva na stropní nebo základové desce (patní vrstva) vykazuje v důsledku zvýšené vlhkosti velmi dlouho také zvýšenou tepelnou vodivost. Vede to ke zhoršení tepelně izolační schopnosti u paty zdiva, které je doprovázeno sníženými povrchovými teplotami. Výsledkem jsou problémy jako povrchová kondenzace, tvorba plísní a vyšší tepelné ztráty.

Nosné prvky pro přerušení tepelného mostu Schöck Sconnex® typ M nejsou prakticky vůbec nasákové, jsou klasifikovány jako hydrofobní a absorbují během provádění stavby pouze zanedbatelné množství vody. Předěje se tak stavebním poruchám a tvorbě plísní. Tato patní vrstva zajišťuje konstantní tepelnou vodivost již od samého počátku.

Tepelná vazba u soklu budovy

V souvislosti s neustálým zpřísnováním požadavků na energetickou účinnost budov hraje minimalizace tepelných mostů a vazeb stále důležitější roli. U velmi dobře zateplených budov činí podíl tepelných vazeb na celkových tepelných ztrátách budovy v současné době přibližně 15 až 20 %. Tento podíl je dán především tepelnými vazbami u okenních otvorů (cca 6 %), napojení balkónů (cca 3 % u volně vyložených balkónů) a napojení obvodových a vnitřních stěn (cca 10 %).

Z toho je patrné, že sokl budovy představuje vzhledem ke své velké délce a geometrickým podmínkám závažnou tepelnou vazbu. Tato nepříznivá situace, kdy staticky vysoce namáhané obvodové a vnitřní stěny ($\lambda \approx 1,0 - 2,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) důsledkem svého nutného umístění na stropu suterénu pronikají tepelně izolační obálkou budovy ($\lambda \approx 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), představuje velkou výzvu pro účinné zateplení budov (obálka budovy = tepelně izolační vrstva obvodových stěn a stropu suterénu nebo podzemní garáže).

Faktory ovlivňující energetické ztráty u soklu budovy

Díky zateplení obvodových stěn a použití plošných tepelně izolačních materiálů pod stropem a/nebo na stropě přízemí dochází pouze k minimálnímu prostupu tepla těmito plošnými stavebními prvky.

Důsledkem stále častějších plošných tepelně izolačních opatření nabývají tepelné vazby na významu.

Přídavnými tepelně izolačními opatřeními (vyvedení tepelné izolace až za průsečík stěna/strop (50-100 cm pod úroveň spodní hrany stropu)) k odstranění tepelných vazeb podmíněných konstrukcí se projektanti pokouší omezit vliv tepelné vazby v tomto detailu.

U řešení s tepelnou izolací vyvedenou na navazující konstrukce však hrozí nebezpečí, že ani zde nebude splněn minimální požadavek na hodnotu f_{Rsi} . Proto je třeba vždy dbát na to, aby provedení s vyvedením tepelné izolace náležitě fungovalo.

Tento problém se navíc prohlubuje v důsledku náchylnosti stěnových stavebních materiálů absorbovat vlhkost. Zejména během provádění stavby jsou tyto materiály vystaveny působení vlhkosti z venkovního prostředí. Vysoká kapilární nasákavost porézních stavebních konstrukcí vede k jejich provlhnutí, a tím ke ztrátě tepelně izolačního účinku.

Důsledkem je výrazný pokles tepelně izolační schopnosti, který kvůli celoplošnému „obalení“ první vrstvy zdíva tepelně izolačním materiálem, podlahovou konstrukcí, omítkou atd. trvá několik let, protože takto uzavřený stěnový materiál vysychá jen velmi pomalu. Během této doby má tento materiál mnohem horší tepelně izolační vlastnosti, než se předpokládá ve výpočtu. Kromě toho může tato vlhkost pronikat na vnitřní povrchy konstrukcí, což zvyšuje riziko tvorby plísní.

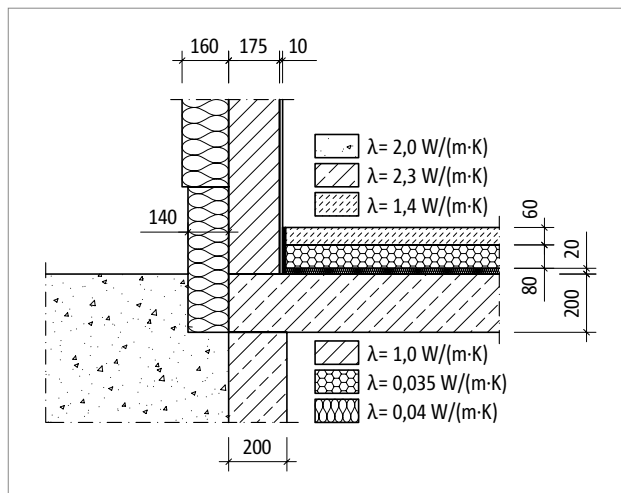
Termické srovnání prvku Schöck Sconnex® typ M s konstrukčním zateplením

Nezateplený sokl budovy

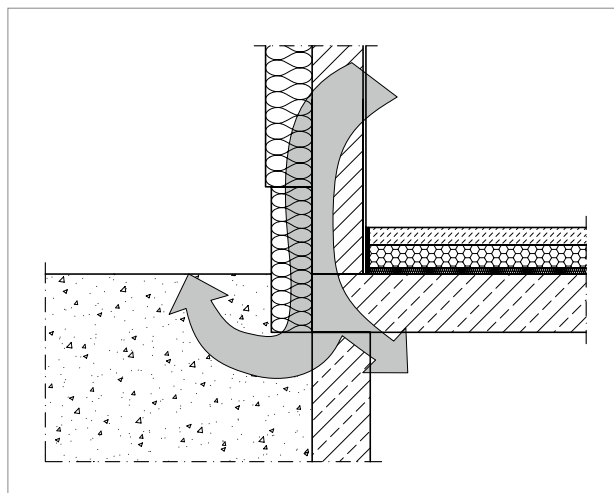
Pokud nejsou u soklu provedena přídavná zateplovací opatření, dochází v místě mezi tepelnou izolací obvodové stěny a tepelnou izolací nad stropem suterénu k přerušení tepelně izolační obálky budovy. Jelikož se zdívo vyznačuje vysokou tepelnou vodivostí ($\lambda \approx 1,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), dochází u soklu budovy ke vzniku masivní tepelné vazby.

To znamená:

- Zvýšené tepelné ztráty a tím i zvýšené náklady na vytápění
- Pokles vnitřní povrchové teploty
- Nebezpečí kondenzace vodních par a tvorby plísní na vnitřním povrchu detailu



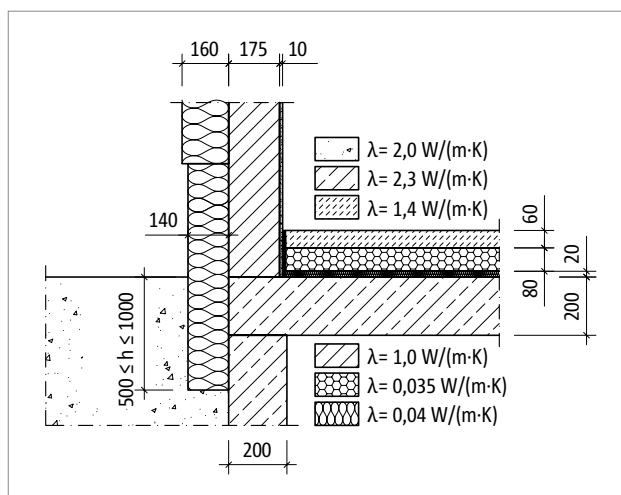
Obr. 53: Nezateplená pata zdiva u soklu budovy



Obr. 54: Nezateplená pata zdiva u soklu budovy

Konstrukční zateplovací opatření

Za účelem omezení vlivu tepelné vazby u soklu budovy se tepelná izolace obvodové stěny často zapouští hlouběji do terénu (viz následující obrázek). Toto řešení způsobuje nezanedbatelné náklady, a také jeho tepelně izolační účinek je neuspokojivý. Zapuštěním tepelné izolace do větší hloubky h než cca 0,5 m se tepelně izolační efekt již dále nezvyšuje.



Celkově lze tímto konstrukčním zateplovacím opatřením (nezávisle na hloubce zapuštění) zlepšit tepelně izolační účinek pouze o cca 50 %.

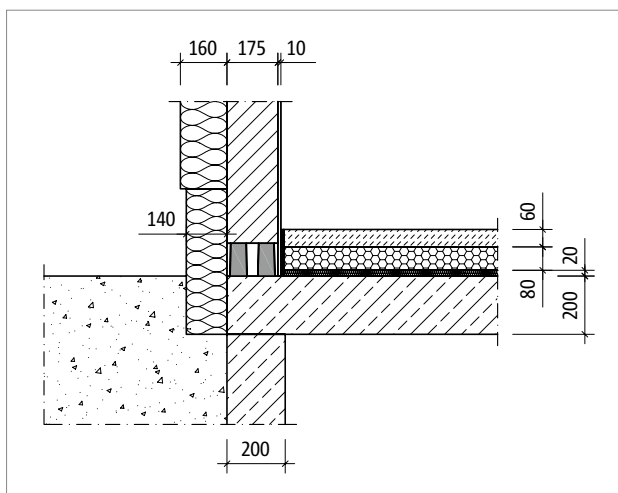
Termické srovnání | Charakteristické ukazatele produktu Schöck Sconnex® typ M

Přerušení tepelného mostu s prvkem Schöck Sconnex® typ M

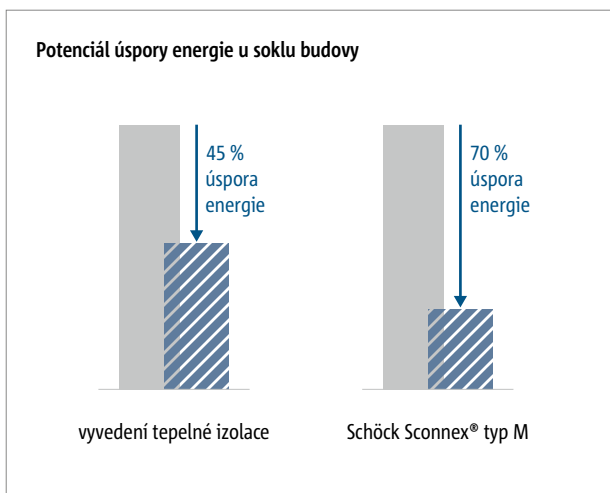
Nosný prvek pro přerušení tepelného mostu Schöck Sconnex® typ M uzavírá mezeru v zateplení mezi tepelnou izolací obvodové stěny a tepelnou izolací nad stropem suterénu. Vznikne tak souvislá a velmi účinná tepelná izolace.

To znamená:

- Snížení tepelných ztrát na minimum a tím i snížení nákladů na vytápění
- Výrazné zvýšení vnitřní povrchové teploty nad kritickou teplotu s rizikem růstu plísní
- Eliminace tvorby kondenzátu a plísní
- Zdravé vnitřní prostředí



Obr. 55: Účinné přerušení tepelného mostu s prvkem Schöck Sconnex® typ M



Obr. 56: Potenciál úspory energie díky možným tepelně izolačním opatřením ve srovnání s nezatepleným soklem budovy

Z porovnání s ideálním (teoretickým) zateplením soklu budovy vyplývá, že Schöck Sconnex® typ M vykazuje nejlepší tepelně izolační účinek ze zde uvedených alternativ. Konstrukčními zateplovacími opatřeními, tj. hlubším zapuštěním tepelné izolace lze dosáhnout pouze méně než polovičního tepelně izolačního účinku v porovnání s ideálně zatepleným soklem budovy, zatímco použitím prvku Schöck Sconnex® typ M se dosáhne 70 % tohoto ideálního tepelně izolačního účinku.

Kromě toho absorbuje Schöck Sconnex® typ M díky svým hydrofobním vlastnostem pouze zanedbatelné množství vody během provádění stavby. Tím jsou již od počátku zaručeny výborné tepelně izolační vlastnosti.

Charakteristické ukazatele produktu Schöck Sconnex® typ M

Schöck Sconnex® typ M	N1	N2
B [mm]	λ_{eq}	λ_{eq}
115	0,182	0,248
150		
175		
200		
240		

- λ_{eq} ekvivalentní tepelná vodivost ve W/(m·K)

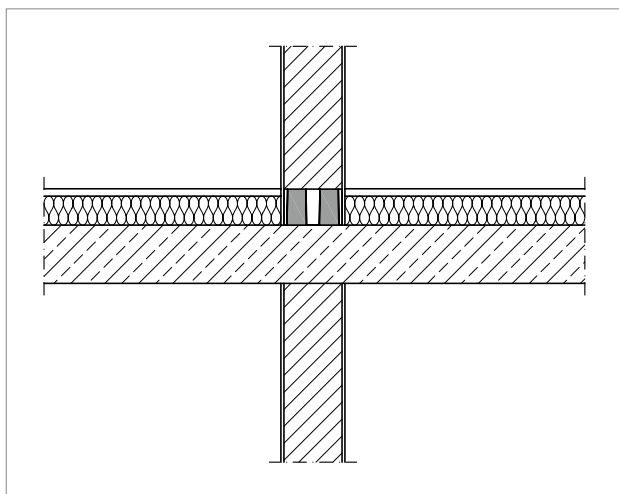
Tuto hodnotu lze ve vhodném softwaru použít ke stanovení lineárního činitele prostupu tepla (hodnoty ψ) pro konkrétní detail soklu.

Metody pro posuzování tepelné ochrany | Ochrana proti hluku

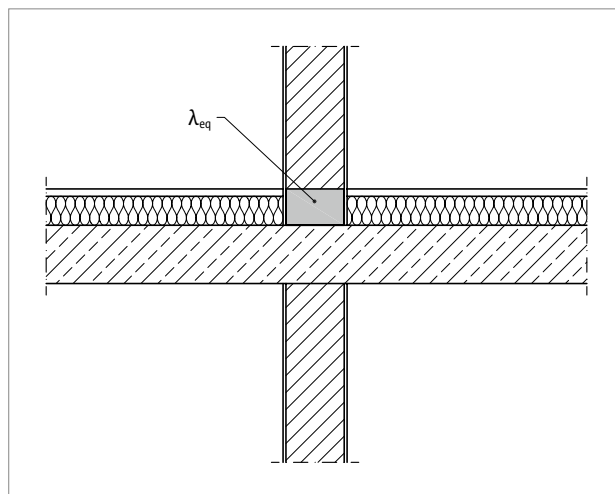
Přesné posouzení tepelných vazeb

Přesné posouzení tepelných vazeb se provádí dle postupu na straně 32.

Přitom lze použít jednoduchý model prvku Schöck Sconnex® typ M jako na následujícím obrázku a hodnoty λ_{eq} ze strany 46.



Obr. 57: Řez zobrazující detailní model prvku Schöck Sconnex®



Obr. 58: Řez zobrazující zjednodušený náhradní prvek

Ochrana proti hluku

Dle výsledků zvukově technických měření ve zkušebním zařízení neovlivňuje zabudování prvku Schöck Sconnex® typ M hodnoty vzduchové neprůzvučnosti stěny (viz zkušební protokol č. L 97.94 – P 18 a dodatek P 225/02 z 29.07.2002, zkušebna Ingenieurgesellschaft für Technische Akustik ITA, Wiesbaden).

Přitom je nutno dbát na to, aby např. úplným omítnutím stěny (alespoň z jedné strany) nevznikly „vzduchové akustické mosty“ způsobené netěsnostmi ve stěně (např. netěsnými spárami).