



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



envic

odpověď pro koho nás

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Environ- mentálně šetrné stavby 2. ročník

**ENVIC, o.s.
a kolektiv**



Obsah

Předmět: KONSTRUKCE

Základy nízkoenergetických a pasivních domů Učební text pro všechna zaměření	3
Střechy nízkoenergetických a pasivních domů – tepelné izolace střech Učební text pro všechna zaměření	4
Stavební izolace – stavební izolace důležité pro provoz nízkoenergetických a pasivních domů Učební text pro všechna zaměření	7

Předmět: STAVEBNÍ TECHNOLOGIE

Technologie zadržování dešťové vody Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství a Stavební obnova	12
Osazování oken a dveří – okna a dveře pro nízkoenergetické a pasivní domy (NED a PD) Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství a Stavební obnova	14

Předmět: ARCHITEKTURA

Minimální spotřeba energie, nové technologie v architektuře Učební text pro všechna zaměření	16
Nové a alternativní materiály v architektuře Učební text pro všechna zaměření	17
Rekonstrukce – nové a alternativní materiály / minimální spotřeba energie Učební text pro všechna zaměření	17
Souznění architektury s krajinou a okolní zástavbou Učební text pro všechna zaměření	18

Pro usnadnění orientace Vás budou celým výukovým programem provázet následující symboly



Klíč k poznání aneb **Co je důležité vědět?**
(klíčová slova, nosné informace)



Ukažme si... aneb **Co by Vás mohlo zajímat?**
(zajímavosti, tipy, nápady, návrhy...)



Téma pod lupou aneb **Chcete se dozvědět víc?**
(odkazy a literatura k tématu)

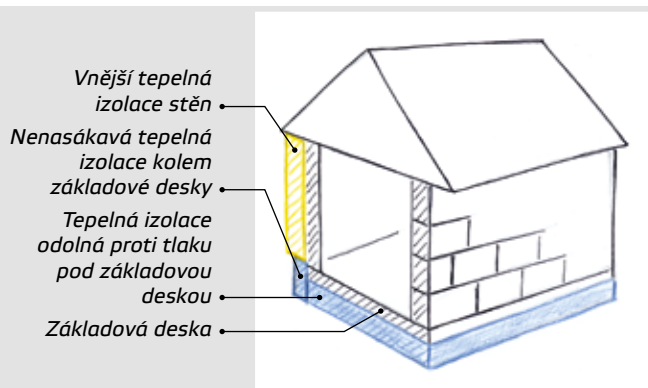
Základy nízkoenergetických a pasivních domů

Učební text pro všechna zaměření

Tepelná izolace musí bez přerušení „obalovat“ celý dům. V případě základů je to poměrně obtížné (základy nesou celý dům a musí být proto velmi pevné – odolné proti tlaku, ale většina tepelných izolací příliš pevná není) a je proto třeba hledat zcela nová řešení.

Zakládání zděných staveb

Založení na desce – tepelná izolace odolná proti tlaku probíhá v souvislé vrstvě pod betonovou základovou deskou. Na tuto izolaci bez přerušení navazuje tepelná izolace obvodových stěn.



Možné materiály tepelné izolace pod základovou deskou:

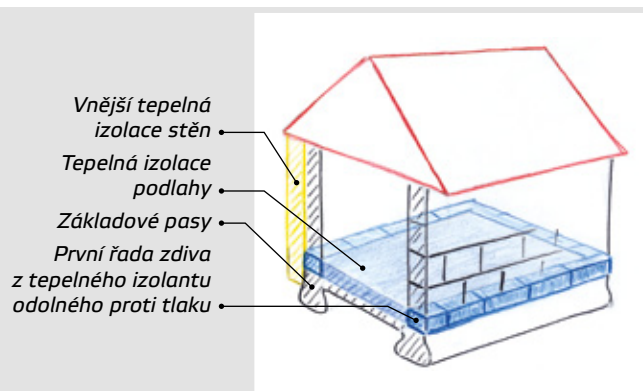
- drcené pěnové sklo, desky z extrudovaného polystyrenu, desky z polyuretanu



Tepelná izolace z drceného pěnového skla – na ní bude vytvořena betonová základová deska (Kalksandstein CZ s.r.o.)

Založení na pasech – tepelná izolace podlahy je přerušena v místech nosných stěn a příček (klasická tepelná izolace nemůže být pod stěnami, protože by je neunesla) – nosné stěny a příčky pak

tvoří nežádoucí tepelné mosty (odvádějí teplo z domu do země). Řešením je provést první řadu zdiva z tepelného izolantu odolného proti tlaku – např. z pěnového skla nebo materiálů přímo pro tento účel dodávaných výrobcí stavebních materiálů.



Možné materiály první řady zdiva pro přerušení tepelného mostu:

- bloky z pěnového skla, vápenopískové vylehčené bloky, pórobetonové tvárnice

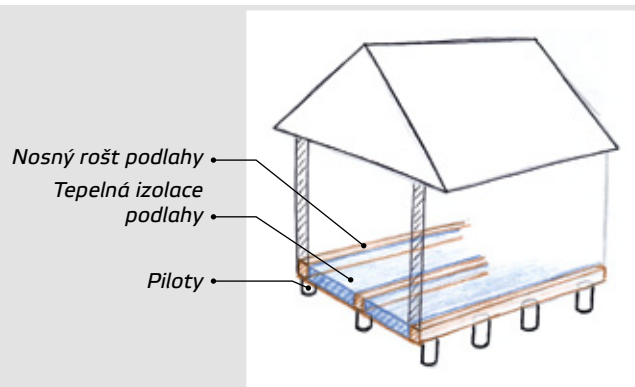
Tepelný izolant místo první řady zdiva musí být pod všemi obvodovými stěnami i příčkami.



Zakládání lehkých dřevostaveb

Založení na desce nebo na pasech – stejný způsob jako v případě zděných staveb, pro dřevostavbu je však zbytečně robustní a drahý.

Založení na pilotách – jednoduché, velmi levné a šetrné k životnímu prostředí. Vrtací souprava vyvrtá do podloží otvory do kterých se vybetonují piloty s výztuží, které nesou vlastní stavbu.



Základy nízkoenergetických a pasivních domů
Střechy nízkoenergetických a pasivních domů – tepelné izolace střech



Připravené piloty před montáží dřevěné konstrukce dřevostavby (Aleš Brotánek)

K čemu to je?

Současné způsoby zakládání staveb obvykle nejsou dostatečné pro splnění vysokých nároků na tepelnou izolaci nízkoenergetických a pasivních domů. Uvedené moderní způsoby tyto vysoké nároky splňují.

Další informace a zajímavosti

- Další informace a fotografie základů nízkoenergetických a pasivních domů a odkazy na webové stránky výrobců tepelných izolací pro základy najdete na www.enviprogramy.cz.

Střechy nízkoenergetických a pasivních domů – tepelné izolace střech

Učební text pro všechna zaměření



(Petr Mareček)

Nevýhody

- Výroba a stavba masivní konstrukce obvykle vyžaduje více energie a zatěžuje životní prostředí
- Stavba masivní konstrukce je náročnější na přepravu, přesuny materiálu

Masivní plochá střecha

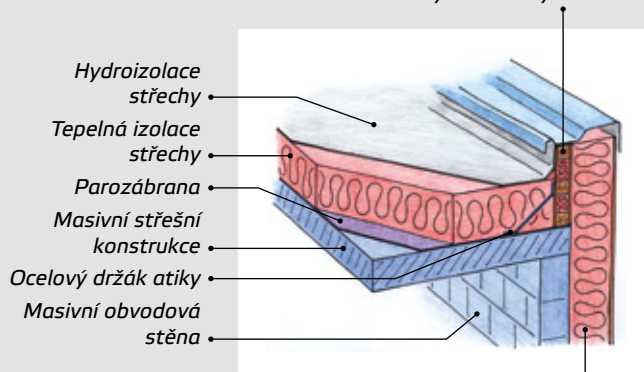
PLOCHÉ STŘECHY

Masivní plochá střecha
Pro masivní zděné stavby

Výhody

- Jednoduchost provedení
- Dobrá tepelná stabilita (vysoká schopnost akumulace tepla)
- Velmi dobrá vzduchotěsnost
- Lepší statika – prostorová stabilita domu je řešena pomocí tuhosti střešní desky
- Instalace je možné vést v železobetonové střešní desce, nejsou nutné instalační roviny
- Není nutné omítat zespodu (ze strany interieru)

Atika z OSB desek s vloženými dřevěnými hranoly



Tepelná izolace obvodových stěn

Příklady materiálů

- **Masivní střešní konstrukce:** betonové střešní dílce, železobeton
- **Hydroizolace střechy:** asfaltové pásy, fóliové pásy
- **Tepelná izolace střechy:** střešní desky z minerální vlny nebo polystyrenu – expandovaného (EPS) nebo extrudovaného

Střechy nízkoenergetických a pasivních domů – tepelné izolace střech

(XPS), desky z polyuretanu (PUR), desky z polyisokyanurátové pěny (PIR), na terasách mohou být vakuové izolační panely (VIP)

- **Tepelná izolace atiky:** minerální vlna

Příklady staveb



Připravená atika z OSB desek na železobetonové střešní desce pasivního domu (Kalksandstein CZ s.r.o.)

ŠIKMÉ STŘECHY

Masivní šikmá střecha Pro masivní zděné stavby

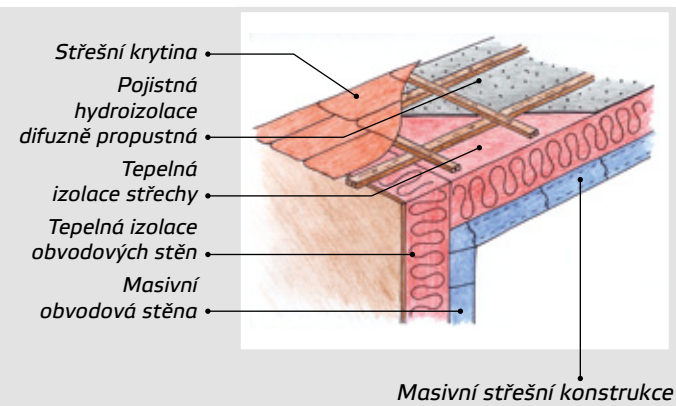
Výhody

- Relativní jednoduchost provedení – bez parozábran nebo parobrzd
- Dobrá tepelná stabilita (vysoká schopnost akumulace tepla)

Nevýhody

- Nutná technika pro zvedání a usazování panelů masivní střechy
- Výroba a stavba masivní konstrukce obvykle více zatěžuje životní prostředí
- Stavba masivní konstrukce je náročnější na přepravu, přesuny materiálu
- Tepelná izolace, která je vždy z vnější strany je v průběhu provádění vystavena povětrnostním vlivům
- Vyšší cena oproti klasické střeše s krovem

Masivní šikmá střecha s tuhou tepelnou izolací



Příklady materiálů

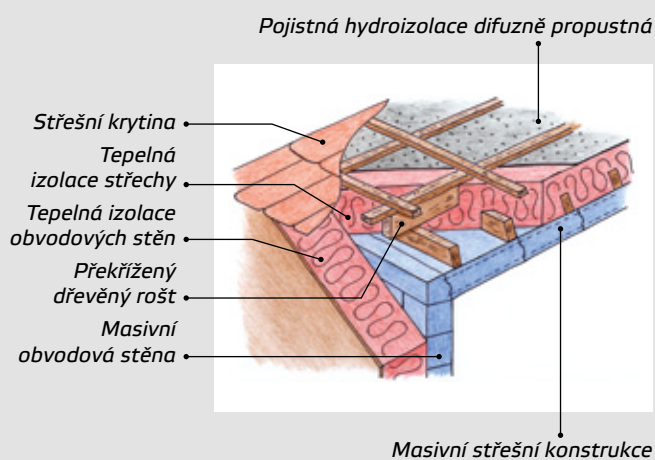
- **Masivní střešní konstrukce:** betonové střešní dílce, železobeton
- **Pojistná hydroizolace:** vodoodpudivé tuhé dřevovláknité desky, difuzní fólie
- **Tepelná izolace střechy:** tuhé desky z konopí, vláken ze dřeva, rákosu, korku, minerální vlny, polystyrenu, slaměné balíky

Příklady staveb



Masivní střecha z betonových dílců, tepelná izolace z polystyrenu (Centrum pasivního domu)

Masivní šikmá střecha s měkkou tepelnou izolací v roštu



Příklady materiálů

- **Masivní střešní konstrukce:** betonové střešní dílce, železobeton
- **Pojistná hydroizolace:** vodoodpudivé tuhé dřevovláknité desky, difuzní fólie
- **Tepelná izolace střechy:** měkké desky z konopí, lnu, vláken ze dřeva, minerální vlny, drcená celulóza

Masivní dřevěná střecha Pro masivní dřevěné stavby

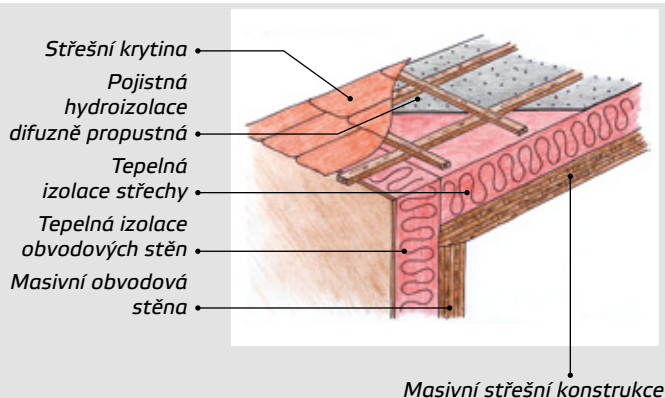
Výhody

- Jednoduchost provedení – bez parozábran nebo parobrzd, pouze je třeba přelepovat a těsnit spoje mezi dřevěnými panely
- Lepší tepelná stabilita než u lehkých střeš

Nevýhody

- Nutná technika pro zvedání a usazování dřevěných panelů masivní střechy
- Větší spotřeba dřeva než v případě lehké dřevěné střechy
- Stavba masivní konstrukce je náročnější na přepravu, přesuny materiálu
- Problém kotvení nosného roštu pro vnější plášť střechy přes silnou izolaci – drahé šrouby, které tvoří bodové tepelné mosty

Masivní dřevěná střecha s tuhou tepelnou izolací

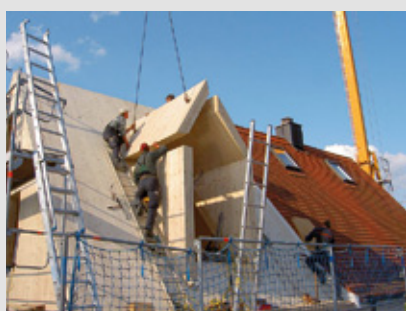


Masivní střešní konstrukce

Příklady materiálů

- **Masivní střešní konstrukce:** dřevěné panely lepené z prken
- **Pojistná hydroizolace:** vodoodpudivé tuhé dřevovláknité desky, difuzní fólie
- **Tepelná izolace střechy:** tuhé desky z konopí, vláken ze dřeva, rákosu, korku, minerální vlny, slaměné balíky, desky z polyuretanu (PUR), desky z polyisokyanuratové pěny (PIR)

Příklady staveb



Masivní šikmá střecha – bude doplněna vnější tepelnou izolací. Víkýř (na snímku) není pro nízkoenergetické a pasivní domy vhodný (Johann Buchner GmbH)

Lehká dřevěná střecha

Pro masivní zděné stavby, masivní dřevostavby, lehké dřevostavby

Výhody

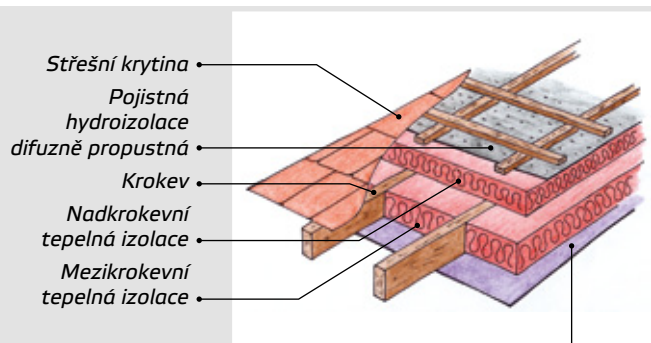
- Stavba této střechy nejméně zatěžuje životní prostředí – malá spotřeba materiálu a energie

- Nejčastěji prováděný typ střechy u rodinných domů – jsou s ní zkušenosti

Nevýhody

- Složitost provedení, obtížněji se dosahuje vzduchtěsnosti – nutné pečlivě provést celoplošnou parozábranu nebo parobrzdou / vzduchtěsnicí vrstvu a těsně slepit všechny její části k sobě a její okraje k navazujícím konstrukcím
- Horší tepelná stabilita (nízká schopnost akumulace tepla)

Lehká dřevěná střecha s tuhou nadkrokovní tepelnou izolací

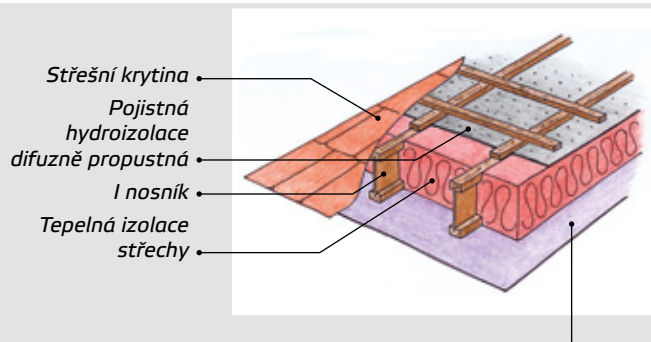


Parozábrana / parobrzdá

Příklady materiálů

- **Lehká střešní konstrukce:** dřevěné krokeve
- **Pojistná hydroizolace:** vodoodpudivé tuhé dřevovláknité desky, difuzní fólie
- **Parozábrana / parobrzdá:** OSB desky, impregnovaný papír (parobrzdá), plastová fólie (parozábranna)
- **Tepelná izolace mezi krokevemi:** měkké desky z konopí, lnu, vláken ze dřeva, minerální vlny, drčená celulóza
- **Tepelná izolace nad krokevemi:** tuhé desky z konopí, vláken ze dřeva, rákosu, korku, minerální vlny, v případě jen nadkrokovní tepelné izolace – desky z polyuretanu (PUR), desky z polyisokyanuratové pěny (PIR)

Lehká dřevěná střecha s I nosníky a měkkou tepelnou izolací



Parozábrana / parobrzdá

Střechy nízkoenergetických a pasivních domů – tepelné izolace střeš

Stavební izolace – stavební izolace důležité pro provoz nízkoenergetických a pasivních domů

Příklady materiálů

- **Lehká střešní konstrukce:** nosníky s profilem ve tvaru písmene I
- **Pojistná hydroizolace:** vodoodpudivé tuhé dřevovláknité desky, difuzní fólie
- **Parozábrana / parobrzdá:** OSB desky, impregnovaný papír (parobrzdá), plastová fólie (parozábrana)
- **Tepelná izolace střešy:** měkké desky z konopí, lnu, vláken ze dřeva, minerální vlny, drčená celulóza, slaměnné balíky

Příklady staveb



Nosná konstrukce střešy z I – nosníků, prostor mezi I nosníky bude vyplněn tepelnou izolací (Štefan Čanda)

Nejvhodnější pro nízkoenergetické a pasivní domy jsou šikmé pultové střešy s mírným sklonem a ploché střešy. Šikmé střešy se sklonem kolem 45° jsou méně vhodné, protože nemají tak kompaktní tvar potřebný pro tyto domy a obvykle vyžadují použití střešních oken, které jsou problematické (a v pasivních domech prakticky nerealizovatelné).

K čemu to je?

Každý typ střešy má svá pro a proti, která bereme v potaz při jejich výběru. Podle typu střešy vybíráme tepelné izolace a způsob jejich provedení. Výběr materiálů je v dnešní době velmi široký a měl by uspokojit nároky každého.

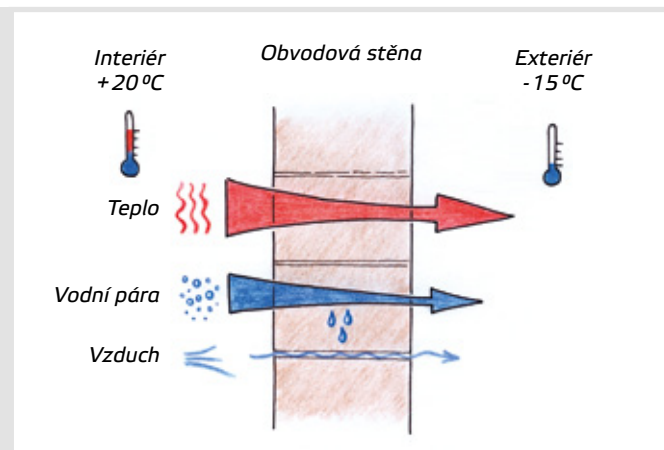
Další informace a zajímavosti

- Další fotografie typů střeš pro nízkoenergetické a pasivní domy a odkazy na webové stránky výrobců / dodavatelů tepelných izolací najdete na www.enviprogramy.cz.

Stavební izolace – stavební izolace důležité pro provoz nízkoenergetických a pasivních domů

Učební text pro všechna zaměření

Co se děje v obvodové stěně obytné budovy v zimě



Stavební izolace zamezují těmto dějům nebo je usměrňují tak, aby nepůsobily ztráty tepla, poruchy konstrukce apod.

DRUHY IZOLACÍ

- Proti úniku tepla ze staveb – **tepelné izolace**
- Proti pronikání vodní páry do konstrukcí – **parozábrany a parobrzdby**
- Proti pronikání vzduchu konstrukcí – **vzduchotěsnící vrstvy**
- Proti pronikání vody (atmosférické, zemní) do konstrukcí – **hydroizolace**

Tepelné izolace

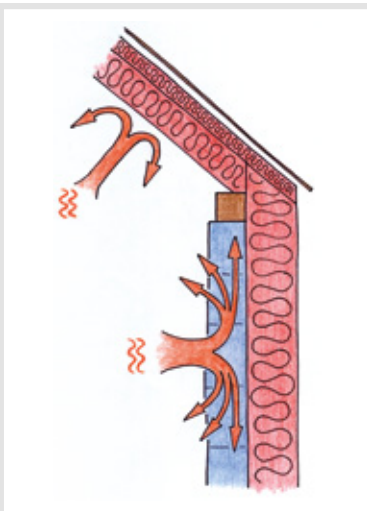
- v zimě zabráňují průniku tepla z interiéru do exteriéru
- chrání proti plísním – části stavby, kde není tepelná izolace jsou v zimě chladné – může na nich kondenzovat vodní pára z interiéru a tvořit se plísně
- v létě omezují přehřívání interiéru
- tepelné izolace ideálně musí souvisle obalovat celou stavbu
- typ a tloušťka tepelné izolace musí být pro konkrétní konstrukci stanovena na základě tepelně-technického výpočtu nebo podle katalogu konstrukčních detailů

Důležité technické parametry

- součinitel tepelné vodivosti λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]:
 - určuje, jak dobře daný materiál tepelně izoluje (čím nižší číslo, tím lepší)
 - obvyklé hodnoty u běžných tepelných izolací $\lambda = 0,03\text{--}0,05 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- faktor difuzního odporu μ [-]:
 - určuje, jak dobře daný materiál propouští vodní páru (čím nižší číslo, tím je pro vodní páru propustnější)
 - obvyklé hodnoty u běžných tep. izolací $\mu = 1\text{--}10$ (minerální vlna, dřevovláknité desky), $30\text{--}100$ (polystyren, polyuretan)
- měrná tepelná kapacita
- objemová hmotnost

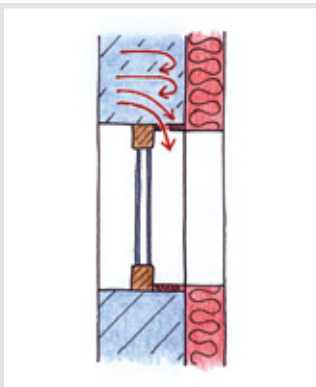
Příklady tepelných izolací

- Minerální vlna, polystyren, drcená celulóza, dřevovláknité desky, pěnové sklo

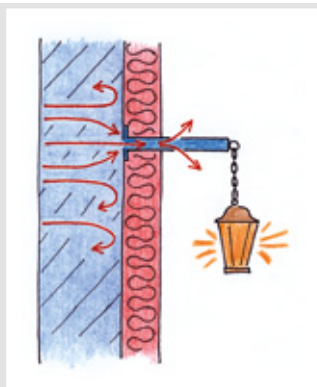


Řez částí domu – tepelná izolace zadržuje teplo v interiéru domu

Tepelný most – část konstrukce, kde chybí nebo je nedostatečná tepelná izolace. Teplo z interiéru může tímto místem ve zvýšené míře unikat. Tepelné mosty v konstrukci zvyšují spotřebu energie na vytápění domu, zvyšují riziko poškození konstrukce a riziko tvorby plísní. V pasivních domech musí být tepelné mosty eliminovány na naprosté minimum.



Tepelný most způsobený příliš tenkou tepelnou izolací na ostění okna



Tepelný most způsobený kovovým nosníkem procházejícím tepelnou izolací



Standardní snímek a snímek z termovizní kamery. Kvalitu provedení tepelných izolací lze kontrolovat infračerveným snímkem infračervenou (termovizní) kamerou (M. Taube, www.pasivnidomy.cz)

Parozábrany, parobrzd

- parozábrana zabraňuje pronikání vodní páry z interiéru do konstrukce (například lehké střechy), kde by mohla kondenzovat a způsobovat poruchy
- parobrzdá má stejnou funkci jako parozábrana, pouze na rozdíl od ní má řádově nižší faktor difuzního odporu (viz výše). Určité množství vodní páry do konstrukce tedy propouští. Další vrstvy směrem ven musí být propustnější pro vodní páru, aby procházející malé množství vodní páry bez problému prošlo ven.
- parobrzd a parozábrany se instalují z vnitřní („teplé“) strany konstrukcí, musí tvořit souvislou, nepřerušovanou vrstvu (všechny spoje musí být těsně slepeny), která je napojena na navazující konstrukce (stěny, okna atd.)
- typ a parametry parozábrany nebo parobrzd musí být pro konkrétní konstrukci stanoveny zahrnutím parozábrany do tepelně-technického výpočtu

Důležité technické parametry

- faktor difuzního odporu μ [-]:
 - určuje, jak dobře daný materiál propouští vodní páru (čím vyšší číslo, tím je pro vodní páru nepropustnější – a je to tedy lepší parozábrana)
- propustnost pro vodní páru bývá také vyjádřena ekvivalentní difuzní tloušťkou S_d [m], případně součinitelem difuze δp [s], platí, že:

$$S_d = \mu \times d \text{ [m]} \text{ (tloušťka daného materiálu v metrech)}$$

$$\delta p = 1,8824 \times 10^{-10} / \mu$$

Příklady parozábran

- PE (polyetylenová) fólie, hliníková fólie

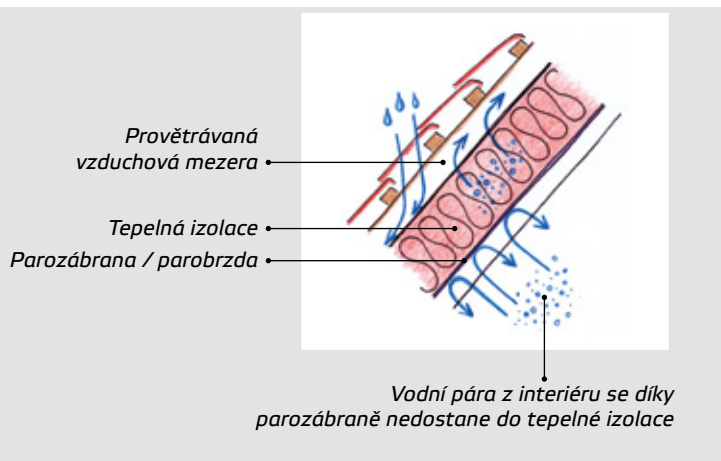
Příklady parobrzd

- OSB (dřevoštěpková) deska, deska z recyklovaného tetrapaku (Tetra-K, Flexibuild), celulózová fólie, PP (polypropylénová) fólie, vyztužený impregnovaný papír

Řez sedlovou střechou (na následující straně)

Parozábrana / parobrzdá na „teplé“ vnitřní straně tepelné izolace zabraňuje vodní páře z interiéru, aby se dostala do tepelné izolace. Pojistná hydroizolace – viz část „**Střešní hydroizolace, pojistné hydroizolace**“.

Stavební izolace – stavební izolace důležité pro provoz nízkoenergetických a pasivních domů



vzduchotěsnící funkci, tj. vyřeší se všechna napojení (vzduchotěsnícími vrstvami se tak stává např. parozábrana, vnitřní omítka, zdivo atd.)

Příklady vzduchotěsnících vrstev

- Stejně jako u parozábran a parobrzd, a dále vnitřní omítka, zdivo, vzduchotěsnící okenní pásky

Řešení vzduchotěsnící vrstvy domu

Vhodné funkční vrstvy domu (které jsou vzduchotěsné) mohou plnit funkci vzduchotěsnící vrstvy. Červenými kroužky jsou vyznačeny detaily, kde je nutné řešit napojení jednotlivých částí vzduchotěsnící vrstvy (lepícími páskami, tmely nebo přímým spojením).



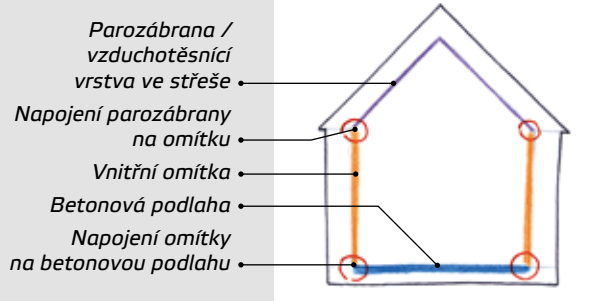
Parobrzdá a zároveň vzduchotěsnící vrstva z OSB desek na interiérové straně stěn dřevostavby. Dobře jsou patrné vzduchotěsné a parotěsné pásky přelepené spoje OSB desek a parotěsné napojení na rám okna (ENVIC, o.s.)



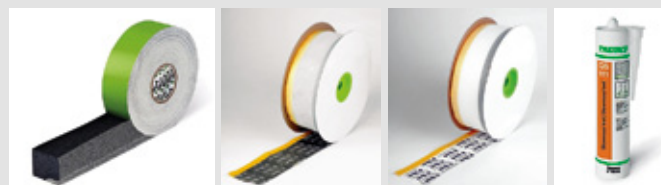
Parozábrana z plastové fólie. Spoje pásů parozábrany musí být těsně slepeny pomocí speciálních pásek (Saint-Gobain Isover CZ s. r. o.)



Samolepicí průchodka, která se přilepí na parozábranu nebo parobrzdou. Průchodkou může procházet např. vodovodní potrubí nebo elektrický kabel při zachování parotěsnosti a vzduchotěsnosti tohoto průchodu parozábranou



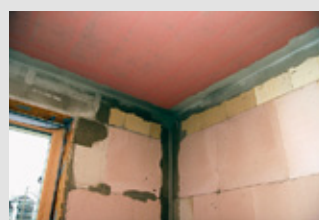
Vnitřní parotěsná a vzduchotěsná okenní páska na zděné stavbě. Zajišťuje vzduchotěsnost osazovacích spár oken a je napojena na vnitřní omítku (ENVIC, o.s.)



Různé druhy těsnících pásek a tmelů pro osazovací spáry oken (Tremco illbruck s.r.o.)

Vzduchotěsnící vrstvy

- vzduchotěsnící vrstva zabraňuje pronikání vzduchu konstrukcemi – zabraňuje tak neřízené výměně vzduchu mezi interiérem a exteriérem
- vzduchotěsnící vrstva je důležitá pro každý dům, protože je většinou i vrstvou parotěsnou. V úsporných domech a zejména při použití řízeného větrání se zpětným získáváním tepla je naprosto nezbytná
- jako vzduchotěsnící vrstvy se používají části konstrukcí již v projektu existující, ale provedou se tak, aby zároveň plnily



Styk zdiva v rozích a styk zdiva a stropu je opatřen stěrkou pro zajištění vzduchotěsnosti (ENVIC, o.s.)

Pokud je omítka vzduchotěsnou vrstvou, je nutné omítat i na místech, která nebudou ve finále v interieru vidět, typicky u podlahy, nad SDK záklopem, za SDK instalačními předstěnami apod.



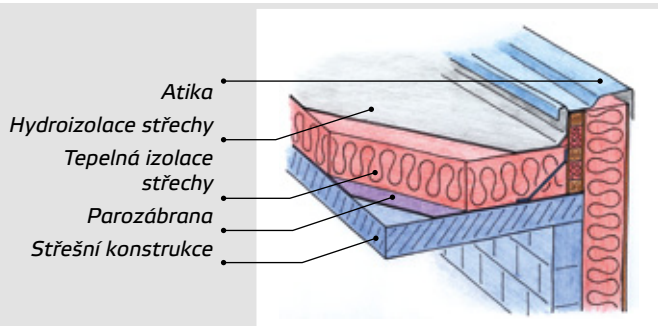
Test vzduchotěsnosti domu (tzv. blower-door test). Při testu vzduchotěsnosti se ventilátorem vytvoří v domě podtlak (a následně přetlak), díky kterému je možné měřit průnik vzduchu netěsnostmi a stanovit tak celkovou míru vzduchotěsnosti domu (Petr Matějka).

Střešní hydroizolace, pojistné hydroizolace

- střešní hydroizolace se používají zejména v plochých střeších jako ochrana proti srážkové vodě
- pojistné hydroizolace – používají se zejména v šikmých dvouplášťových střeších, kde tvoří pojistnou hydroizolační vrstvu pod střešní krytinou a vzduchovou mezerou, další použití je v provětrávaných fasádách

Hydroizolace v ploché střeše

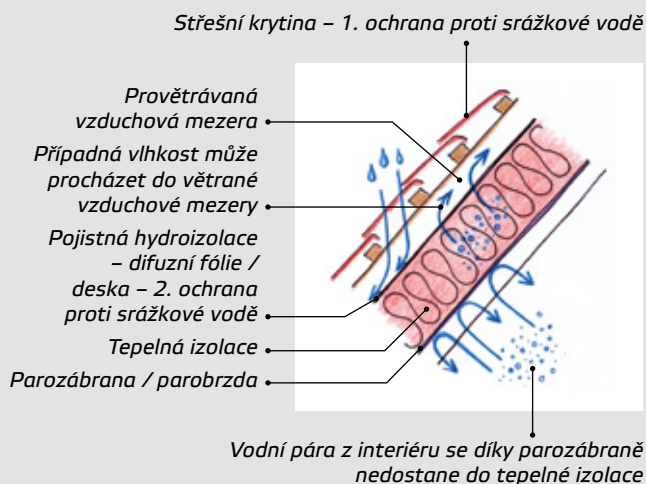
Povlaková fóliová hydroizolace nebo asfaltové pásy. Podkladní hydroizolační vrstva může být nakaširována na tepelné izolaci již ve výrobě, na stavbě se přes ní provede druhá vrchní vrstva hydroizolace.



Plochá střecha s povlakovou fóliovou hydroizolací (Izoltec)

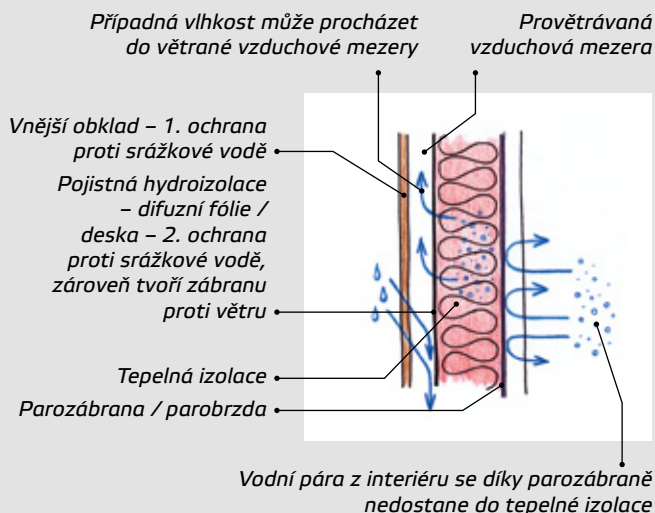
Řez sedlovou střechou

Ze „studené“ vnější strany tepelné izolace je pojistná hydroizolace (proti zatékání shora), která je difuzně propustná právě proto, aby případná vlhkost z tepelné izolace mohla projít ven.



Řez stěnou lehké dřevostavby s provětrávanou fasádou

Funkce jednotlivých vrstev je velmi podobná vrstvám ve střeše na obrázku výše.



Hlavní druhy hydroizolačních materiálů – střešní hydroizolace

- **fóliové pásy** – aplikují se pokládáním a lepením nebo svařováním spojů
- **asfaltové pásy** – aplikují se pokládáním nebo natavováním na podklad a lepením nebo svařováním spojů

Hlavní druhy hydroizolačních materiálů – pojistné hydroizolace

- **difuzní fólie** – perforované nebo s chemickým složením zajišťující paropropustnost

Stavební izolace – stavební izolace důležité pro provoz nízkoenergetických a pasivních domů

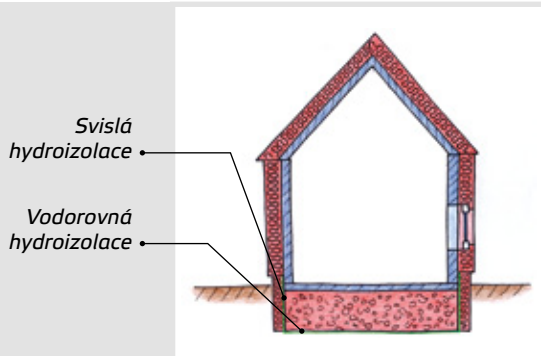
- **difuzní desky** – paropropustné dřevovláknité desky odolné vůči vodě



Pojistná hydroizolace (difuzní fólie) v provětrávané fasádě (Milan Fiala)

Hydroizolace spodní stavby

- chrání stavbu před zasažením vodou – jsou velmi důležité, protože vlhkost v budovách způsobuje značné poruchy
- vodorovná hydroizolace – chrání před vztlínající (stoupající) vlhkostí ze země
- svislá hydroizolace – chrání před boční vlhkostí (podzemní části staveb)



Hlavní druhy hydroizolačních materiálů

- fóliové pásy – aplikace pokládáním a svařováním spojů
- asfaltové pásy – aplikace celoplošným natavováním na podklad
- hydroizolační stěrky – aplikace nátěrem, nástřikem nebo hladítkem

Příklady hydroizolačních materiálů

- PVC (polyvinylchlorid) fólie, PE (polyetylén) fólie, polyolefinové fólie
- asfaltové (bitumenové) pásy (modifikované asfalty)
- asfaltové hydroizolační stěrky, minerální hydroizolační stěrky
- krystalizační hydroizolace na betonové konstrukce (např. Xypex)



Aplikace hydroizolační stěrky (Soudal)



Hydroizolační asfaltové pásy – svislá část hydroizolace pod tepelnou izolací základů (ENVIC, o.s.)



Aplikace fóliové hydroizolace (Fatra, a.s.)

Různé tepelné izolace, parozábrany, okenní pásy a další materiály jsou k vidění v podkrovní SPŠ stavební ve sbírkách.

K čemu to je?

V poslední době se stále více klade důraz na správné provedení stavebních izolací – aby neutíkalo teplo z domu, nedostávala se do konstrukcí vodní pára a voda, aby netěsnostmi neproudil vzduch. Materiály stavebních izolací se stále vyvíjejí a vyvíjejí se i metody jejich aplikace – je dobré je sledovat.

Další informace a zajímavosti

- Existují též speciální parozábrany a parobrzdry s proměnným faktorem difuzního odporu v závislosti na vlhkosti vzduchu (např. polyamidové fólie). V zimě fungují jako parozábrana a v létě nebo při nahromadění vlhkosti v tepelné izolaci naopak umožňují průnik vodní páry z tepelné izolace do interiéru. Více informací a odkazy na webové stránky výrobců / dodavatelů stavebních izolací naleznete na www.enviprogramy.cz.

Technologie zadržování dešťové vody

Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství a Stavební obnova

Jednou z hlavních příčin lokálních záplav je to, že dešťová voda se nemá kam vsáknout. Původně travnaté plochy, lesy, pole byly vyasfaltovány, vybetonovány, byla na nich postaveny rozsáhlé budovy. Dešťová voda se na těchto plochách nemůže vsakovat tak, jak je to běžné v krajině a odtéká do míst, kde může způsobovat povodně.

Možnosti řešení

- **Vodu propouštějící zpevněné povrchy** – sem patří např. trávník, vegetační (zatravnňovací) dlažba, šterkový trávník, dřevěné rošty, propustná porézní dlažba a další
- **Technologie pro zasakování dešťové vody** – sem patří například tzv. průlehy, rýhy a šachty
- **Vegetační střechy** – střechy s vrstvou zeminy a porostem trávy, trvalek nebo sukulentů

Jak může jedno z řešení v praxi vypadat?



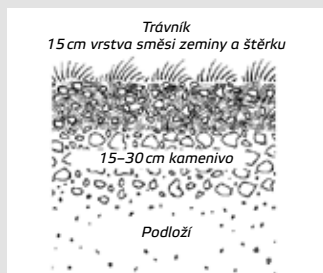
Předzahrádka před...



...a po změně povrchu

Vodu propouštějící zpevněné povrchy

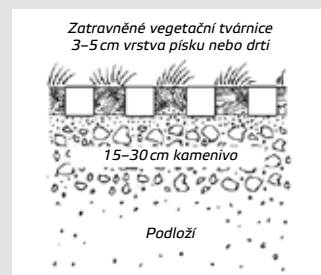
Šterkový trávník



Kde se dá použít

- pěšiny, parkovací stání, plochy pro pojiždění

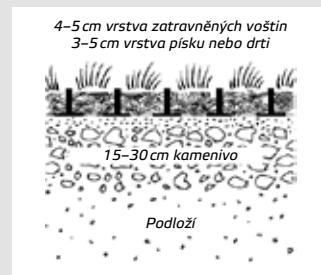
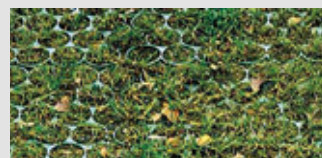
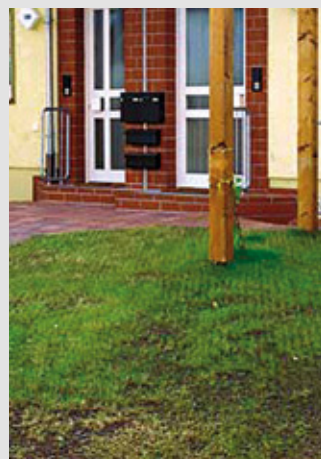
Vegetační (zatravnňovací) tvarovky



Kde se dají použít

- parkovací stání, plochy pro pojiždění

Zatravnňovací voštiny

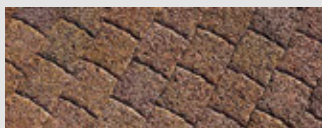


Kde se dají použít

- občas používaná parkovací stání

Technologie zadržování dešťové vody

Porézní dlažba



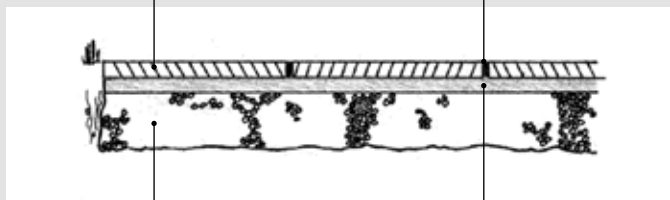
Kde se dá použít

- terasy, pěšiny, dvory

Vodu propouštějící beton

Dlažba z přírodního materiálu

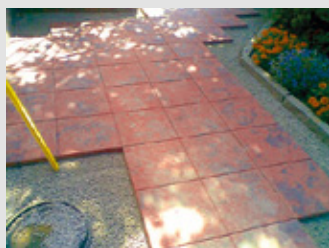
Vodu propouštějící spáry



Propustný jednozrný beton

Vodu propouštějící malta

Jednozrný beton s otevřenou strukturou. Někdy se též označuje jako drenážní beton. Beton tvoří zrna pouze jedné velikosti spojená pojivem. Tento beton bez problémů propouští vodu.

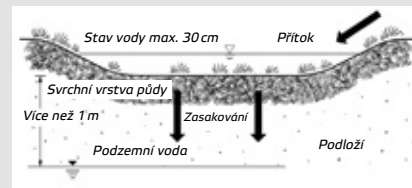


Pokládka dlažby na vodu propouštějící poklad

Technologie pro zasakování dešťové vody

Zasakování v průlehu

Zasakovací průlehy jsou nejlevnější a stavebně nejsnáze proveditelné řešení. Průleh je totiž prohlubeň v zatravněné nebo jinak porostlé ploše, do které je odváděna dešťová voda.



Vegetační střechy

Plochu, kterou zabereme stavbou domu vracíme přírodě zpět prostřednictvím vegetační (někdy též nazývané zelené) střechy. Vegetační střecha plní obdobné funkce jako plocha s vegetací, která byla původně na místě před stavbou domu:

- Zadržuje dešťovou vodu
- Vypařováním dešťové vody dochází k ochlazení okolí v horkých dnech
- Vegetace na střeše zadržuje prach

Příklady vegetačních střech



Extenzivní zelená střecha (AB Atelier)



(Gernot Minke)

K čemu to je?

Abychom omezili množství asfaltových a betonových ploch a přiblížili plochy přirozenému přírodnímu stavu, který zachovává vodní režim a omezuje povodně, horka, prašnost...

Další informace a zajímavosti

- Praktický návod jak změnit zpevněné pro vodu nepropustné plochy na propustné najdete na www.enviprogramy.cz.
- Praktické rady pro přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech naleznete na www.enviprogramy.cz.

Vybrané texty a neoznačené obrázky převzaty z publikace: *Jak hospodařit s vodou na soukromém pozemku*, zpracované firmou *Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH*.

Osazování oken a dveří – okna a dveře pro nízkoenergetické a pasivní domy (NED a PD)

Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství a Stavební obnova

Hlavní druhy oken – podle materiálu rámu

- **Plastová**
- **Dřevěná** (s různými povrchovými úpravami, např. s hliníkem = dřevohliníková okna)
- **Hliníková** (pro nízkoenergetické a pasivní domy obv. nevhodná)

Rámy oken pro pasivní domy jsou obvykle doplněny přidavnou tepelnou izolací (například polyuretan, purenit, CompacFoam).

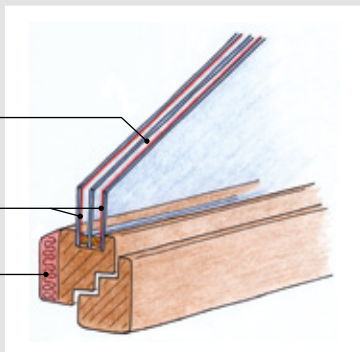
Hlavní druhy oken – podle typu zasklení

- **Zasklení dvojsklem** (pro nízkoenergetické a pasivní domy nevhodné)
- **Zasklení trojsklem**
- **S fólií Heat-mirror**

Inertní plyn (argon, krypton) mezi skly

Nízkoemisní vrstvy na sklech

Tepelná izolace rámu

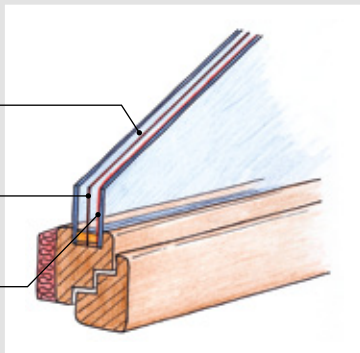


Řez oknem se zasklením trojsklem (pro menší rozměry zasklení jsou i čtyř- a pětiskla) se skly pokovenými nízkoemisními vrstvami

Inertní plyn (argon, krypton) mezi skly

Pokovená průhledná fólie Heat mirror

Nízkoemisní vrstva na vnitřním skle



Řez oknem se zasklením dvěma skly a s vnitřní pokovenou fólií Heat-mirror (pro zlepšení tepelně-izolačních vlastností může být použito fólií více)



Dřevěné a plastové okno s trojskly s tepelnou izolací rámu (Internorm)

Důležité technické parametry oken

U – hodnota obecně určuje, nakolik daná konstrukce (okno, stěna) propouští teplo (čím nižší číslo, tím lepší – propouští méně tepla).

- součinitel prostupu tepla **rámu** U_f
 - obvyklé hodnoty u oken pro NED a PD: $U_f = 0,8-1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- součinitel prostupu tepla **zasklení** U_g
 - obvyklé hodnoty u oken pro NED a PD: $U_g = 0,5-0,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- součinitel prostupu tepla pro **celé okno** včetně rámu U_w
 - obvyklé hodnoty u oken pro NED a PD: $U_w = 0,65-1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- **celková propustnost** slunečního záření **g**
 - obvyklé hodnoty u oken pro NED a PD: $g = 0,5-0,66$

Parametr **g** je důležitý zejména u oken, do kterých v zimě dopadá sluneční záření. Je proto důležitý zejména u jižních oken u severních náklivů.



Materiály dveří

- Obvykle je konstrukce dveří provedena ze dřeva nebo plastu vyplněná tepelnou izolací (například polyuretan)

Důležité technické parametry dveří

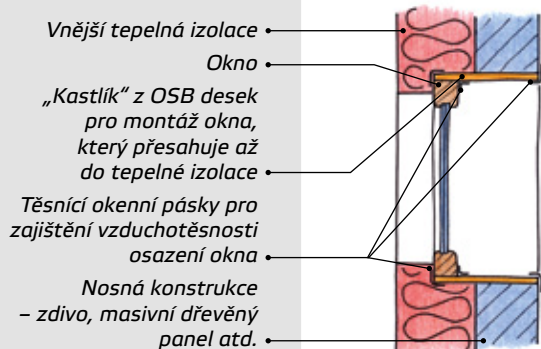
- součinitel prostupu tepla dveří U_d :
 - obvyklé hodnoty u dveří pro NED a PD: $U_d = 0,75-0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Osazování oken a dveří – okna a dveře pro nízkoenergetické a pasivní domy (NED a PD)

Osazování oken u novostaveb

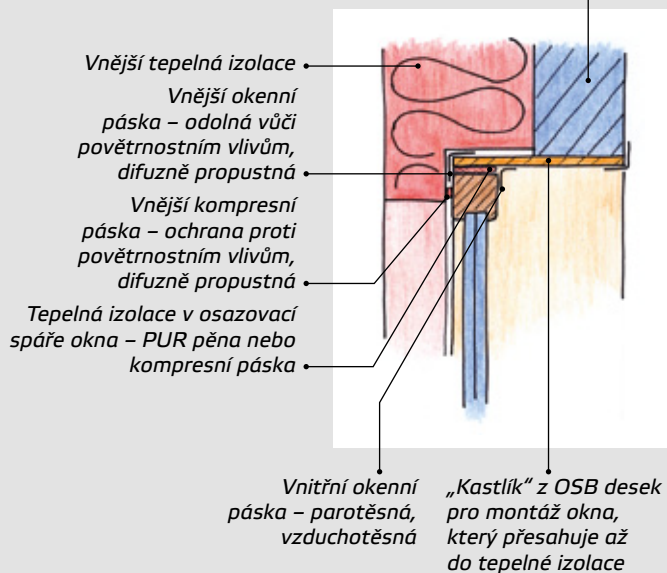
Stavby s vnější tepelnou izolací (zděné stavby, masivní dřevostavby)

- Montáž okna do tepelné izolace (přibližně v ose tepelné izolace, při projektování se řeší výpočtem)



Technicky nejvhodnější způsob instalace okna ve stavbě s vnější tepelnou izolací. Umístění okna do tepelné izolace minimalizuje úniky tepla tímto detailem a zároveň snižuje hloubku vnějšího ostění okna, takže nedochází k přílišnému zastiňování okna ostěním. Místo „kastlíku“ z OSB desek existuje řešení s kovovými kotvami.

Nosná konstrukce – zdivo, masivní dřevěný panel atd.



Detail osazení okna v tepelné izolaci

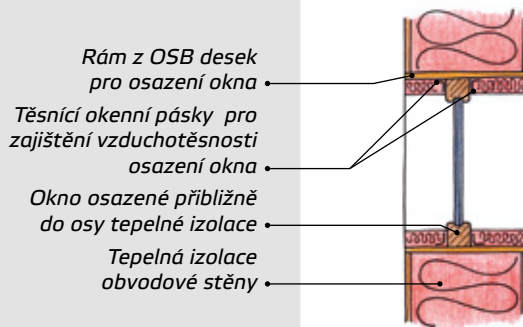
Použití okenních těsnících pásek je důležité pro zajištění vzduchotěsnosti domu a pro ochranu osazovací spáry okna před vodní párou z interiéru i srážkovou vodou z exteriéru.



Montáž okna do tepelné izolace pomocí „kastlíku“ z OSB desek. Po provedení tepelné izolace budou okna „ponožena“ v tepelné izolaci (Kalksandstein CZ, s.r.o.)

Stavby s tepelnou izolací vyplňující tloušťku stěny (lehké dřevostavby)

- Montáž okna přibližně v ose tepelné izolace



Okno instalované do dřevostavby. Z hlediska úniků tepla je vhodná instalace přibližně do osy tepelné izolace. Z důvodů snížení hloubky vnějšího ostění a tím snížení vlivu stínění se však okno instaluje obvykle blíže vnějšímu líci domu.

U domů vybavených systémem řízeného větrání nemusí být všechna okna otevírací – znamená to velkou úsporu peněz za okna.

Správné osazení okna ve zděné stavbě i v dřevostavbě je ukázáno na vzorcích konstrukcí ve sbírkách SPŠS.

K čemu to je?

Okna jsou zcela zásadním prvkem domu, který kromě osvětlení interiéru významně přispívá k energetické bilanci domu. Solární tepelné zisky okny mohou krýt až 50 % roční potřeby tepla na vytápění domu! Pro jednotlivé části domu je třeba volit okna odpovídajících parametrů a rozměrů.

Další informace a zajímavosti

- Odkazy na webové stránky výrobců / dodavatelů oken pro NED a PD najdete na www.enviprogramy.cz.

Minimální spotřeba energie, nové technologie v architektuře

Učební text pro všechna zaměření



(Rolf Disch
SolarArchitektur)

Nové technologie pro snižování energetické náročnosti budov a snižování zátěže životního prostředí formují významně i architektonická řešení domů. Nejvíce se uplatňuje tvar a jižní orientace domů, větší prosklení jižní fasády, solární zdroje energie přímo integrované do střech a fasád.

„Solární komunita“, Freiburg, Německo

- Komplexní řešení lokality, FV panely dobře zakomponovány do architektonického návrhu
- FV panely tvoří přímo střešní krytinu a stínící přesah střechy
- Celková roční spotřeba energie 10–20 kWh/m² za rok (výrazně nižší i ve srovnání s obvyklými pasivními domy)
- Moderní technologie: nadstandardní tepelná izolace, zasklení trojskly, prosklená jižní fasáda, FV panely integrované do střechy, větrání se zpětným získáváním tepla, úsporné osvětlení
- Centrální vytápění na dřevní štěpku
- Propracovaný funkční car-sharing – aut je výrazně méně než bytů, auta jsou v podzemních garážích



Ukázka koncepčního řešení – zasazení do krajiny, orientace ke světovým stranám, integrované FV panely (Rolf Disch SolarArchitektur)

Více informací

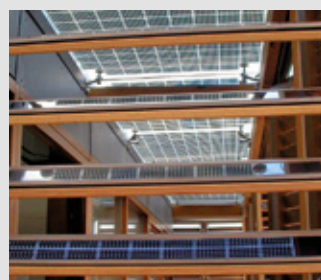
v knize **Towards zero energy architecture**



Jižní fasáda prosklena kvůli solárním ziskům (prosklení větší než je nezbytné), stínící přesah střechy tvořen FV panely stejně jako střešní krytina (Rolf Disch SolarArchitektur, Ian McLellan)

Dům pro rok 2015, Darmstadt, Německo

- Vítěz soutěže „Solar Decathlon“ (Solární desetiboj)
- Splňuje všechny kritéria pasivního domu
- Moderní technologie: prosklené plochy pro solární zisky, FV panely integrované do fasády a střechy, solární kolektory, nastavitelné stínící prvky, tepelně-akumulační interiérové stěny na principu změny skupenství, nadstandardní tepelná izolace
- Na severní fasádě zasklení čtyřsklem



Minimalistický design se solárními prvky ukrývající vespoleh technologii. Solární panely pokrývají střechu a jsou i na stínících žaluziích (TU Darmstadt)

Více informací

v knize **Towards zero energy architecture**



Nové a alternativní materiály v architektuře

Rekonstrukce – nové a alternativní materiály / minimální spotřeba energie

Nové a alternativní materiály v architektuře

Učební text pro všechna zaměření

Ve stavitelství se objevují stále nové materiály. Motorem těchto novinek je technologický pokrok, snaha o ochranu životního prostředí, požadavky na větší komfort v budovách, snaha o nový a netradiční design. Budeme se věnovat zejména materiálům, které přispívají k ochraně životního prostředí.

Dřevo v architektuře

Archa Nenačovice, Česká Republika

- Jeden z prvních domů v pasivním standardu v ČR
- Ekologické centrum společnosti produkující biopotravinu – biopékárna, mlýn, ekofarma...
- V maximální míře využívány materiály šetrné k životnímu prostředí



Netradiční tvar archy, dřevo je použité téměř všude. I nosná konstrukce je kompletně ze dřeva (ateliér Aleše Brotánka)

Trojan house, Austrálie

- Rodinný dům
- Opláštění a okenice ze dřeva jsou zajímavým architektonickým prvkem
- Horní část stavby je vysunuta na ocelových nosnících – ty v našem klimatu znamenají tepelné ztráty, ale v teplém klimatu Austrálie nejsou velkým problémem



Dynamická architektura s použitím dřeva na vnější plášť (Emma Cross)

Více informací

v knize **Wood architecture now!**



Rekonstrukce – nové a alternativní materiály / minimální spotřeba energie

Učební text pro všechna zaměření

Rekonstrukce domů s cílem snížení spotřeby energie jsou často velmi náročné. U památkově chráněných domů to může být úkol neřešitelný. Existují však zajímavé příklady rekonstruovaných domů (i památkově chráněných), kde se podařilo dosáhnout výrazných úspor energie.

Rekonstrukce ubytovny středoškolských studentů ve Vysokém Mýtu

Původní stav

- Cihlová stavba s historizujícími prvky, bez tepelné izolace

Stav po rekonstrukci

- Stěny: tepelná izolace 26 cm
- Velké solární systémy na střeše
- Větrání se zpětným získáváním tepla
- Předpokládané snížení potřeby tepla na vytápění o 85 %

Rekonstrukce – nové a alternativní materiály / minimální spotřeba energie Souznění architektury s krajinou a okolní zástavbou



Před rekonstrukcí



Vizualizace rekonstrukce – patrné jsou velké solární systémy (Aleš Brotánek)

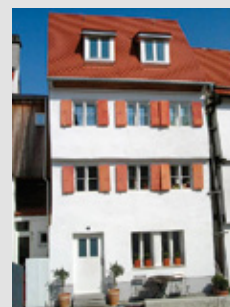
Rekonstrukce památkově chráněné budovy v německém Günzburgu

Původní stav

- Zchátralý památkově chráněný dům z 18. století
- Hrázděná dřevěná konstrukce s výplní z plných cihel

Stav po rekonstrukci

- Stěny: vnější tepelná izolace z polystyrenu 16 cm, vnitřní tepelná izolace z polystyrenu 8 cm + předstěna z OSB desky – dutina vyplněna perlitem 10 cm
- Základy: pod nosné stěny vložení 10 cm tepelné izolace z pěnoskla (postupným odstraňováním cihel a vkládáním pěnoskla)
- Střecha: tepelná izolace z polyuretanových desek
- Větrání se zpětným získáváním tepla
- Dosažení standardu pasivního domu!



Před a po rekonstrukci – charakter památkově chráněného objektu zůstává zachován (Martin Endhardt)

Souznění architektury s krajinou a okolní zástavbou

Učební text pro všechna zaměření



Tusen Restaurant, Švédsko (Hans Murman, Åke E-son Lindman)

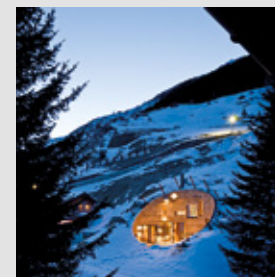
S většími ohledy na životní prostředí vzrůstají nároky i na ochranu krajinného rázu a na estetickou hodnotu architektury a krajiny jako jednoho celku.

Villa Vals, Vals, Švýcarsko

- Podzemní dům ve svahu minimálně narušující krajinu
- Rekreační horský objekt sloužící k horským pobytům

Více informací

v knize **Houses architecture now!**



Stavba je zapuštěna do svahu s minimálním vlivem na krajinný ráz (Iwan Baan)

Souznění architektury s krajinou a okolní zástavbou

Dům stromů, Průhonice, ČR

- Vzdělávací, poradenské a informační centrum v oblasti ochrany životního prostředí
- Začleněno do areálu dendrologické zahrady
- Stavba symbolizuje vzrostlý strom a zapadá do zeleně v zahradě
- Střecha a římsy a parapety pasáže jsou porostlé zelení, ze střechy bude plazivá a popínavá zeleň spadat dolů po fasádách



(Josef Smola)

Tusen restaurant (Restaurace Lucerna), Ramundberget, Švédsko

- Restaurace ve švédských horách blízko hranic z Norskem
- Půdorys je kruhový kromě části otevřené na jih
- Vnější plášť chrání březové kmeny



Vnější plášť je obložen kmeny bříz. Břízy jsou rozšířeným místním stromem – díky obložení z březových kmenů zapadá stavba do krajiny (Hans Murman, Åke E-son Lindman)



Kruhový půdorys přerušuje jen jižní otevřená strana

Stavba ukrývá moderní prostorný interiér (Hans Murman, Åke E-son Lindman)



Více informací

v knize **Wood architecture now!**



Pasivní dům, Krupka, ČR

- Rodinný dům v pasivním energetickém standardu
- Ze severu kryt terénním valem, na jih otevřená fasáda s velkým prosklením
- Vegetační střecha



Díky terénnímu valu ze severu a vegetační střeše dům dobře splývá s krajinou (Josef Smola)



© 2011 ENVIC, o.s.

Environmentálně šetrné stavby

Zpracování: ENVIC, o.s. ve spolupráci
se Střední průmyslovou školou stavební v Plzni

Učební texty a ilustrace: Václav Šváb

Odborné recenze a konzultace:
Ing. Martin Konečný, Ing. Jiří Čech

Grafická úprava: Hana Lehmannová

Tisk: Dragon Press s.r.o.

