

Vážené učitelky, vážení učitelé,

s radostí Vám předkládáme metodickou příručku s názvem Pasivní dům, která je první publikací svého druhu. Dává si za cíl doplnit výuku a vzdělávání na středních školách o problematiku pasivních domů, jakožto domů energeticky vysoce efektivních. Aktuálně reaguje na zaváděnou evropskou směrnici o energetické náročnosti budov 2010/31/EU, která má být do české legislativy přenesena do června 2012. Tato příručka má rozšířit povědomí pedagogických pracovníků v této oblasti a dodat jim dostatečné teoretické i metodické podklady. Studentům, jakožto budoucím odborníkům, přináší doplnění vědomostí, a tím umožňuje jejich připravenost na změny legislativy. Současně zvyšuje šance na jejich lepší uplatnění na trhu práce v českém i evropském prostředí.

Metodická příručka je sestavena jako komplexní výukový program o pasivním domě, obsahující všechna důležitá témata. Zahrnuje deset kapitol, každou v délce jedné výukové hodiny. Program lze použít v celku nebo výběrem jednotlivých kapitol či samostatných aktivit do odborných předmětů.

Učiteli je k dispozici metodická příručka, pracovní listy a prezentace v elektronické podobě. V balíčku pro učitele se nacházejí praktické výukové pomůcky – ukázky izolací, těsnících materiálů a vzorky oken. Jako teoretický základ slouží přiložená publikace Informační listy. Další doplňující informace nalezně učitel ve dvou přiložených filmech s tématikou pasivních domů.

Výukový program je výběrem důležitých poznatků o pasivních domech. Navzdory obsáhlosti tématu energeticky úsporného stavění si klade dosažitelné cíle. Student získá přehled a porozumí základním principům úsporných opatření bez zbytečného zahlcení informacemi. Výukový program využívá metody aktivního vyučování. Na každé téma jsou navrženy různé interaktivní metody – práce s textem, kvíz, názorná hra, brainstorming, skupinová práce a jiné zážitkové metody. Větší část výuky je přenesena na studenty, a učitel tak nepotřebuje rozsáhlou přípravu na vyučování.

Aktivity podporují rozvoj komplexního myšlení v souvislostech. Studenti využívají vědomosti získané při výuce i v běžném životě. Cvičení rozvíjejí logické myšlení i kreativitu. V aktivitách studenti pracují samostatně i ve skupinách a učí se spolupracovat.

Úvodní část jednotlivých kapitol je koncipována jako aktivizující a motivační. Seznamuje s novými poznatkami. Navazující stěžejní aktivity vedou studenty k porozumění získaným poznatkům a k jejich aplikaci. Obsahují cvičení, při kterých studenti řeší různé situace. Závěr hodiny má za cíl shrnout a zopakovat téma hodiny.

K výukovému programu zajišťujeme pro pedagogy a školy následnou technickou podporu:

- poradenství a konzultace (telefonické, emailové i osobní),
- možnost externího lektorování programu nebo rozšíření o tematické přednášky,
- zajištění pasivního domu pro exkurzi v okolí,
- možnost zajištění dalších kontaktů s firmami a architekty pro přednáškovou činnost.

Po absolvování výukového programu mají studenti možnost vymyslet vtip, reklamní slogan nebo báseň na téma pasivní dům. Nejlepší práce studentů a nejaktivnější školy budou konci školního roku odměněny učebními pomůckami.

Uvítáme Vaši zpětnou vazbu (podněty a připomínky) k výukovému programu.

Přejeme Vám při práci s touto publikací hodně úspěchů.

kapitola 1	POJEM PASIVNÍ DŮM A ZÁKLADNÍ PRINCIPY	3
kapitola 2	TECHNICKÉ A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ	5
kapitola 3	TEPELNÉ IZOLACE	8
kapitola 4	LEHKÉ KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY	11
kapitola 5	MASIVNÍ KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY	13
kapitola 6	OKNA A ZASKLENÍ	15
kapitola 7	VZDUCHOTĚSNOST	17
kapitola 8	VĚTRÁNÍ	19
kapitola 9	VYTÁPĚNÍ A OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	21
kapitola 10	REKONSTRUKCE A OPAKOVÁNÍ	23
přílohy	PRACOVNÍ LISTY	25

1 POJEM PASIVNÍ DŮM A ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Aktivita 1

Brainstorming Když se řekne „pasivní dům“

Cíl: Studenti formou brainstormingu (tzv. „bouřky v mozku“) vytvoří co nejobsáhlejší seznam asociací pro pojem pasivní dům.

Postup: Učitel vyzve studenty, aby volně říkali/vyjmenovali všechno, co je napadne, když se řekne „pasivní dům“.

Vysvětlení pravidel brainstormingu:

- všechny nápady se zapisují na tabuli
- nic se nekomentuje ani nehodnotí
- všechny nápady jsou vítány – čím více, tím lépe

Tento seznam poslouží pro bezprostřední navázání na další aktivitu a také pro závěrečné shrnutí.

Čas: 5 minut

Aktivita 2

Co je pasivní dům/ ÍPÍBÍDÍ (EPBD)

Klíčové pojmy: Pasivní dům, snižování energetické náročnosti, evropská směrnice EPBD

Cíl: Objasnit pojem pasivní dům.

Postup: Učitel představí krátkou prezentaci č. 1 a průběžně se dotazuje u jednotlivých snímků.

Pomůcky: Prezentace č. 1.2, dataprojektor, počítač

Čas: 7 minut

Přechod na další aktivitu: U posledního snímku (termosnímku aktivní x pasivní) položí učitel řečnickou otázku: „Jak pasivní dům dosahuje tak nízké spotřeby? Bude objasněno v další aktivitě, kde si sami vyvodíte principy.“

Aktivita 3

Příměry

Klíčové pojmy: Izolace, vzduchotěsnost, solární zisky, řízené větrání, vnitřní zdroje tepla, obnovitelné zdroje energie

Cíl: Vyvodit principy pasivního domu.

Postup: Studenti pracují ve dvojcích nebo samostatně, k dispozici mají pracovní list č. 1. Studenti na základě obrázků vyvodí a pojmenují principy pasivního domu. Poté je doplní do schématu, který zároveň slouží jako pomůcka. Společně pak projdou jednotlivé principy, učitel objasní pomocí prezentace správné odpovědi.

Pomůcky: Pracovní list č. 1 dle počtu studentů, prezentace č. 1.3, dataprojektor, počítač

Čas: 15 minut

Přechod na další aktivitu: Teď už znáte principy, na jakých funguje PD. Jaké výhody z toho plynou, vám představí krátká ukázka z filmu „Bydlení budoucnosti“.

Aktivita 4

Proč si vybrat pasivní dům? (film Bydlení budoucnosti)

Klíčové pojmy: Principy PD, kvalita vnitřního prostředí, topení v PD, historie, ropná krize

Cíl: Studenti posoudí výhody života v pasivním domě. Studenti shrnou principy pasivního domu a vztah mezi ekologií a pasivním domem.

Postup: Učitel pustí studentům film Bydlení budoucnosti. Studenti pozorně sledují, aby dokázali následně zodpovědět otázky k filmu. Je vhodné, aby si učitel dělal průběžně k filmu poznámky a využil je při závěrečném shrnutí tématu. Po skončení filmu učitel položí studentům otázku:

„Proč byste si vybrali pasivní dům? Co se vás nejvíce oslovilo?“

Pro rozvinutí diskuse může použít další otázky:

1. Jaké jsou základní principy pasivního domu?
2. Jaké jsou výhody a nevýhody pasivního domu?
3. Co jste se dověděli o historii pasivního domu?
Proč vznikl PD?
4. Jak je to s topením v pasivním domě?
5. Jaké jsou náklady na život v pasivním domě?
6. Co rozumíte pod kvalitou vnitřního prostředí?
Jaké jsou rozdíly oproti běžnému domu?
7. Jaká jsou řešení energetické krize? Čím se dá ropa a další fosilní paliva nahradit?

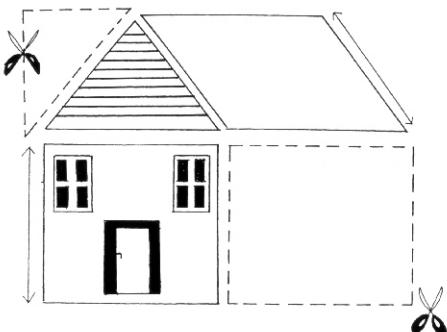
Pomůcky: Ukázka z filmu 01_Bydlení_budoucnosti, prezentace č. 1.4, reproduktory, dataprojektor, počítač

Čas: 18 minut

Důležité závěry:

Pasivní dům a obecně energeticky úsporné stavění má kromě ekonomických výhod ve formě vysokých úspor energie i další přednosti. Mezi ně patří například vysoký komfort a kvalita vnitřního prostředí, jistota do budoucnosti v případě energetické krize, vyšší cena na trhu nemovitostí a také příspěvek ke snižování zátěže životního prostředí.

2 TECHNICKÉ A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ



Aktivita 1 Přísloví

Klíčové pojmy: Projektová fáze

Cíl: Na základě nabízených přísloví si studenti vybaví důležitost a význam projektové fáze v rámci celého procesu výstavby.

Postup: Učitel vyzve studenty, aby vztáhli následující přísloví na výstavbu pasivního domu. Když žáci vyčerpají své nápady, dovysvětlí s pomocí prezentace. Učitel zdůrazní důležitost přípravné fáze.

„Důkladná příprava je klíčem k úspěchu.“

„Dvakrát měř jednou řež!“

„Těžko na cvičišti, lehko na bojišti.“

„Nejsem tak bohatý, abych mohl kupovat levné věci.“

Pomůcky: Prezentace č. 2.1, dataprojektor, počítač

Čas: 7 minut

Přechod na další aktivitu: Dřív, než navrhнемe projekt, musíme dobře poznat všechny vstupující faktory. Které to jsou a jak ovlivňují chování stavby, se dozvíme dál.

Důležité závěry:

Vyzdvihnout fázi přípravy jako nejdůležitější, protože se rozhoduje o všem: finance, spotřeba, kvalita bydlení. Propracovaný a dořešený projekt je základem pro bezproblémovou výstavbu. Dotažení projektu do detailu umožní stavebním firmám přesnější ocenění, snadnější kontrolu a stavbu bez zbytečných kompromisů.

5

Aktivita 2

Kvíz

Klíčové pojmy: Klimatické vlivy, umístění na pozemku, stínění, orientace vůči světovým stranám, tvarové řešení, kompaktnost, vnitřní zónování

Cíl: Studenti dokáží po vyřešení kvízu a následné diskusi k jednotlivým otázkám formulovat technické a dispoziční řešení pasivního domu.

Postup: Rozdejte studentům pracovní list č. 2. Studenti pracují ve dvojicích, na každou otázku mají cca 2 minuty. Upozorněte, že u některých otázek může existovat více než jedna správná odpověď. Při řešení studenti použijí jako pomůcku obrázky (pokud jsou k dispozici). Řešení jsou logická. Po uplynutí času učitel postupně prochází všechny otázky a doplňuje je na základě slajdů. Studenti by si měli své odpovědi obhájit.

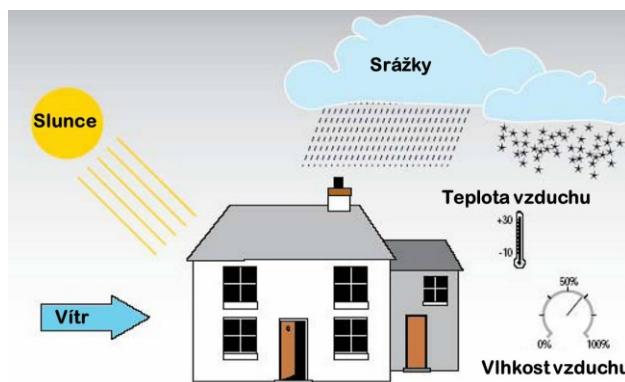
Pomůcky: Pracovní list č. 2 dle počtu studentů, prezentace č. 2.2, dataprojektor, počítač

Čas: 30 minut

Kvíz – správná řešení

1. Klimatické vlivy

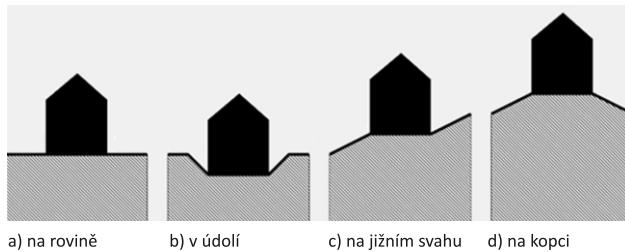
Určete z obrázku, které klimatické vlivy mají velký, malý nebo zanedbatelný vliv na energetickou náročnost domu.



6 Řešení: velký vliv – slunce, vnější teplota; malý vliv – vítr; zanedbatelný vliv – srážky, vlhkost vzduchu

2. Volba pozemku

Na jakém pozemku je nejsnadnější postavit PD? (Seřaďte čísla 1–4 od nejsnadnějšího po nejobtížnější)



Řešení: pořadí c), a), d), b)

3. Orientace na pozemku

Jaká orientace je ideální pro výstavbu PD?

- a) jižní
- b) jihovýchodní
- c) jihozápadní

Řešení: ideální a), vhodné je i b) a c)

4. Umístnění domu

Co ovlivňuje dosažení nízké energetické náročnosti při umísťování domu na pozemku?

- a) vzrostlá zeleň
- b) okolní zástavba
- c) počet obyvatel
- d) podloží
- e) přístupová cesta

Řešení: a), b)

5. Tvar domu

Na základě fotek seřaďte tvarová řešení pasivního domu z hlediska tepelných ztrát

(čísla 1–6 od nejhodnějšího po nejméně vhodný). Uvažujeme, že domy mají stejné tepelně-izolační parametry obálky.



patrový kvádr



řadová zástavba



přízemní RD



panelový dům



přízemní RD větší



patrová krychle

Řešení: 1. panelový dům / 2. řadová zástavba / 3. patrový kvádr / 4. patrová krychle / 5. přízemní RD / 6. přízemní RD větší

6. Vnitřní dispozice – zónování:

Vytvořte z níže uvedených prostor domu/místností funkční celky (zóny). Zohledněte nároky jednotlivých prostor na osvětlení, vnitřní teplotu, délky rozvodů apod.

Prostory: obývací pokoj, schodiště, pracovna, garáž, koupelna, technická místnost, záchod, chodba, zádveří, ložnice, dětský pokoj, kuchyň, sklep

ZÓNY	PROSTORY (řešení)
pobytové místnosti	obývací pokoj, pracovna, ložnice, dětský pokoj
technické zázemí	kuchyň, technická místnost, záchod, koupelna
komunikační prostory	schodiště, zádveří, chodba
nevytápěné prostory	garáž, sklep

pozn. pro učitele – zónování je obecně důležité, ale v pasivním domě obzvláště

Přechod k další aktivitě: Už víte, jak má pasivní dům tvarově vypadat. V následující aktivitě si můžete vaše vědomosti odzkoušet!

Aktivita 3

Dvě hádanky závěrem

Cíl: Studenti zdůvodní svůj názor na architekturu a typologii stavby pasivního domu.

Postup: Učitel promítne studentům postupně dvě hádanky. Studenti se snaží určit, který dům je/není pasivní. Následuje krátká diskuse a shrnutí tématu.

1. Které z těchto domů nejsou pasivní? (Jak vypadá pasivní dům?)

Řešení: trochu chyták, podle vnějšku nelze rozeznat pasivní dům od běžného. Tři z nich však skutečně pasivní nejsou (č. 4, 24, 25).

2. Vyberte, co všechno může být postaveno jako pasivní dům?

Řešení: Jako pasivní může být postaveno všechno. Rodinný dům, bytový dům, administrační budova, škola, kino, domov důchodců, horská chata, nemocnice, kostel, fabrika, koleje, sportovní hala, obchodní dům...

Pomůcky: Prezentace č. 2.3, dataprojektor, počítač

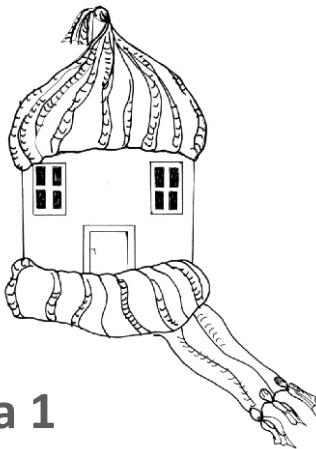
Čas: 7 minut

Důležité závěry:

Použití principů PD není omezeno na určitý vzhled a typ budovy.

3 TEPELNÉ IZOLACE

8



Aktivita 1 Dům v kožichu

Klíčové pojmy: Zateplení, U-hodnota, tepelný most, ztráty tepla, kondenzace

Cíl: Studenti vyberou z textu důležité pojmy a sdělení ohledně zateplení a vlastními slovy formulují jejich definici.

Postup: Učitel rozdá pracovní list č. 3. Studenti si přečtou text s názvem „Dům v kožichu“. Pak učitel zadá studentům, aby v textu vyhledali a vysvětlili důležité pojmy a sdělení o úsporách energie a zateplení. Úkolem je najít 4–5 pojmu/sdělení. Studenti si dělají poznámky do svých textů. Následuje společná prezentace odpovědí.

Dům v kožichu

Bydleli táta a máma ve starším domě. A byla jim zima, i domu byla zima. A jelikož plyn šel zase nahoru, rozhodli se dům „obléct do kožichu“. Soused, který loni zateploval, jim radil: „Dejte si tam 8 centimetrů polystyrénu. To úplně stačí.

Polystyrén je levný. „Vždyť právě! Když je tak levný, proč ho tam nedat víc?!” radí jim druhý soused, který zateplil pořádně. Že prý **mohou ušetřit až 80 % energie**, a to už je něco! To ale musí zateplit alespoň 20 centimetry a vyměnit okna. Že mají mít **Ú-čko stěny alespoň 0,15**. „Co je to, to Ú-čko?“ ptají se. „**To je součinitel prostupu tepla, takzvaná U-hodnota.** Říká, kolik tepla prochází 1 m² stěny. Čím je číslo nižší, tím prochází stěnou míň tepla. Vaše cihlová zeď

má teď U hodnotu kolem 1,1. To je až desetkrát víc, než když to pořádně zateplíte. A nemusí to být ani o moc dražší než těch 8 cm, co vám krátkozrake radil ten držgrešle odvedle. **Protože práce, omítky a materiálu je tam stejně, pouze izolace, která je nejlevnější, je tam víc.**“ Tak šli do toho. Zateplili pořádně stěny, střechu a podlahu **25 centimetry polystyrenu** a vyměnili také okna za dřevěné s izolačními trojskly. Při velkých mrazech se jim ale zdálo, že jim odněkud táhne a roh dole u podlahy, a také pod střechou, byl jakoby vlhký. Pozvali si proto odborníka na prohlídku. „Vždyť jste zapomněli izolovat sokl a atiku!“ povídá jim během prohlídky. „Tam máte **tepelný most** jak prase!“ „Jak to, táto? Když nás to tolik stálo...“ ptá se máma. „Podívejte!“ vevnitř jim **odborník ukazuje termovizní kamerou** místo u podlahy a vysvětluje: „Tady je **chladné místo, kterým vám v důsledku chybějící izolace na soklu utíká teplo ven**. V zimě by vám tam mohla **kondenzovat voda**,“ řekl a už jim bylo všechno jasné. Pozvali si firmu, aby jim ještě zateplila sokl, pěkně pod úroveň terénu, a atiku také zabalili izolací. Pak si užívali tepla, a pokud nezemřeli, žijí tam pěkně v teple ještě dodnes.

Důležité pojmy a sdělení pro učitele (vyznačeno v textu):

Pojmy: Zateplení, U-hodnota, tepelný most, ztráty tepla, kondenzace

Sdělení:

Zateplením mohou uspořit až 80 % energie. Na tloušťce izolace nemá význam šetřit.

Vysvětlit pojem U-hodnota.

U-hodnota stěny by měla být minimálně 0,15 W/m²K.

Nesmí se zapomínat na důležité detaily, aby nevznikaly tepelné mosty.

Tepelné mosty můžouzpůsobit kondenzaci (tepelné ztráty, snížení povrchové teploty, kondenzace vlhkosti).

Otzázký k textu:

Jaká je doporučená tloušťka izolace pro pasivní dům?

Kde kromě atiky a soklu se často vyskytují tepelné mosty? (ostění oken, balkon)

Co způsobují tepelné mosty?

Aplikujte poznatky z textu na svůj dům (námět na domácí úkol).

Pomůcky: Pracovní list č. 3 dle počtu studentů

Čas: 12 minut

konstrukci domu vhodné izolační materiály včetně potřebné tloušťky a doplní je do obrázku v pracovním listu. Následuje společná prezentace řešení a shrnutí tématu.

Pomůcky: Pracovní list č 3 dle počtu studentů, prezentace č 3.3, dataprojektor, počítač

Čas: 13 minut

Aktivita 2

Poznávačka „Co je co?“

Klíčová slova: Tepelná vodivost (lambda), přírodní a syntetické izolační materiály, nasákovost, hořlavost, pevnost, tepelná kapacita

Cíl: Studenti určí jednotlivé druhy izolací a popíší jejich vlastnosti a použití.

Postup: Učitel rozloží ve třídě vzorky isolací. Studenti se volně pohybují po třídě, mají možnost si všechny izolace prohlédnout a dotknout se jich. Zvolí si dvě izolace, které určí, a popíší dle tabulky v pracovním listu.

Po samostatné práci učitel představí pomocí prezentace všechny izolace. Průběžně se dotazuje studentů na jejich řešení.

Pomůcky: Vzorky isolací, pracovní list č. 3 dle počtu studentů, prezentace pro učitele č. 3.2, dataprojektor, počítač

Čas: 20 minut



Foto: Aplikace foukané celulózy do stěny.

Zdrojem je recyklovaný novinový papír, materiál má tudíž velmi nízkou ekologickou stopu.

Aktivita 3

Izolujeme

Klíčové pojmy: Tloušťka izolace pro pasivní dům

Cíl: Studenti aplikují na konkrétním příkladu informace o izolačních materiálech z předchozí aktivity.

Postup: Studenti navrhnou pro danou

kapitola 3 TEPELNÉ IZOLACE

Tabulky k aktivitě 2 – izolace

10

Název a druhy	EPS – Expandovaný polystyren / „šedý“ s přídavkem grafitu <ul style="list-style-type: none"> • čísla 50, 100, 150, 200 – pevnost v tlaku v kPa F – fasádní, S – stabilizovaný (podlahy), Z – základní 	MV – Minerální vlna / Skelná vlna (desky / role / drcená pro foukání do dutin)
Výhody	<ul style="list-style-type: none"> • dobré tepelně izolační vlastnosti, šedý EPS o 20 % lepší • nízká cena • dobrá zpracovatelnost 	<ul style="list-style-type: none"> • dobré tepelně izolační vlastnosti • výborná požární odolnost a akustický útlum
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none"> • hořlavost (upravuje se proti hoření), • nasákovost, vysoký difuzní odpor • nízká tepelná kapacita • ekologická stopa (vyrobeno z ropy) 	<ul style="list-style-type: none"> • vyšší cena tvrdých desek • nasákovost • ekologická stopa (vyrobeno z hornin za vysoké teploty)
Použití v konstrukčních zásady a rizika při provádění	<ul style="list-style-type: none"> • kontaktní zateplovací systém ETICS, izolace podlah, střech • tvarovky ztraceného bednění • nelze jej dávat pod terén, degraduje UV zářením 	<ul style="list-style-type: none"> • měkká – do roštů provětrávaných fasád, mezi krovky atd. • tvrdá – kontaktní fasády, podlahy, ploché střechy • technické izolace (potrubí atd), protipožární dělící pásky • není odolná proti vlhkosti – nesmí jít pod terén

Název a druhy	XPS – Extrudovaný polystyren <ul style="list-style-type: none"> • čísla 200–700 pevnost v tlaku v kPa 	PĚNOVÉ SKLO (desky / štěrk)
Výhody	<ul style="list-style-type: none"> • dobré tepelně izolační vlastnosti • vysoká pevnost v tlaku • nenasákovost 	<ul style="list-style-type: none"> • vysoká únosnost v tlaku • výborná požární odolnost • nenasákovost (nevzliná) • recyklovaný materiál
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none"> • vyšší cena • ekologická stopa (vyrobeno z ropy) 	<ul style="list-style-type: none"> • vyšší cena tvrdých desek • nasákovost • ekologická stopa (vyrobeno z hornin za vysoké teploty)
Použití v konstrukčních zásady a rizika při provádění	<ul style="list-style-type: none"> • izolace podlah, střech, základů pod terénem • izolace zatížených kcí – základové desky, zelené střechy atd. • degraduje UV zářením 	<ul style="list-style-type: none"> • desky: přerušení tepelných mostů kcí (základ, atika apod.), zatížené plochy (podlaha, střecha) • štěrk: izolace pod základovou deskou, nutno hutnit

Název a druhy	CELULÓZA (foukaná / nástřik)	DŘEVOVLÁKNITÁ A KONOPNÁ IZOLACE (desky / foukaná)
Výhody	<ul style="list-style-type: none"> • nízká cena • ekologie (recyklovaný novinový papír, přírodní materiál) • výborná požární odolnost a akustický útlum • rychlosť aplikace • vysoká tepelná kapacita (ochrana proti přehřívání) 	<ul style="list-style-type: none"> • přírodní materiál, ekologie • dobrá požární odolnost • vysoká tepelná kapacita (ochrana proti přehřívání)
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none"> • nasákovost 	<ul style="list-style-type: none"> • nasákovost • vyšší cena u fasádních desek
Použití v konstrukčních zásady a rizika při provádění	<ul style="list-style-type: none"> • výplňová izolace stěn, střech, podlah • nutná příprava dutin - vymezení prostoru • foukaní pod tlakem do připravených dutin (kvůli sesedání) • nesmí přicházet do styku s vlhkostí 	<ul style="list-style-type: none"> • měkké desky: výplňová izolace stěn / střech / podlah do roštů, • tvrdé desky: kontaktní fasádní izolace pod omítku, kročejová izolace podlah • nesmí být zatížena vlhkostí

4 LEHKÉ KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY



Aktivita 1 O dřevostavbách...

Cíl: Studenti aktivují své předešlé vědomosti o dřevostavbách prostřednictvím provokativních tvrzení.

Postup: Učitel promítne studentům prezentaci se seznamem tvrzení týkajících se dřevostaveb.

Dřevostavby:

1. lehce hoří – mají malou požární odolnost
2. mají krátkou životnost – sezerou je brouci a houby
3. v létě se přehřívají, v zimě rychle chladnou
4. mají špatnou akustiku – je v nich všechno slyšet
5. musí mít dřevěný obklad a vypadají jako chata

Studenti se zamyslí nad jednotlivými výroky. Následuje krátká diskuze, učitel se ptá, jestli studenti s tvrzením souhlasí nebo nesouhlasí. Co si o nich myslí? Proč asi vznikly? Nakolik jsou pravdivá?

O dřevostavbách...

(doplňující text pro učitele)

U dřevostaveb se investoři často neoprávněně obávají nebezpečí vzniku požáru, slabší odolnosti proti větru nebo horšich akustických

vlastností. Dřevo historicky dokázalo, že je velice kvalitním materiélem pro stavbu, stačí si všimnout více než stoleté dřevěné roubenky. Životnost dřevostaveb je přímo úměrná správné konstrukční ochraně dřeva, zejména vůči průniku vlhkosti do konstrukce. Zde nutno podotknout, že dřevostavby jsou obecně náhylnější na preciznost návrhu a provedení. Umožňují však vysokou míru prefabrikace, a tudíž velice rychlou výstavbu.

To, že samotné dřevo hoří, je jasný fakt. Protipožární ochranu však tvoří u staveb omítka nebo vnitřní obklad, který je obyčejně nehořlavý a konstrukce musí splňovat náročné normové požadavky. Dle zkoušek vykazují některé skladby až překvapivou požární odolnost (přes 120 minut).

Díky menší plošné hmotnosti mají dřevostavby sklony k horším akustickým vlastnostem. Střídáním vhodných vrstev materiálů (izolace, desky) a respektováním konstrukčních zásad, lze však docílit vysoké míry akustického útlumu.

Akumulační schopnost u lehkých staveb v pasivním standardu již nehraje takovou roli jako u běžných lehkých staveb. Ochrana proti krátkodobým zátěžím zabezpečuje vysoký stupeň zaizolování, který teplo nepouští ven, ale ani dovnitř. Je ovšem nutné pečlivě navrhnut stínění, aby sluneční zisky nezpůsobily přehřívání interiéru. Některé akumulující prvky lze však s úspěchem využít také u dřevostaveb. Lze doporučit prvky jako masivní betonová podlaha, přízdívky, hliněné omítky, zděné vnitřní příčky nebo akumulační stěny, k tomuto účelu přímo navržené, které zvyšují akumulační schopnosti stavby.

Co se týče konečného vzhledu stavby, nelze činit žádná rozdílení. Dřevostavby jsou po omítnutí k nerozeznání od běžných domů a některé masivní stavby obložené modřinou se zase tváří jako dřevostavby.

Pomůcky: Prezentace č. 4.1, dataprojektor, počítač

Čas: 10 minut

Aktivita 2

Lehké konstrukční systémy

Klíčové pojmy: Skladba konstrukce, použití konstrukčních systémů – materiály, výhody, nevýhody, zásady provádění

Cíl: Seznámit se s jednotlivými typy konstrukcí vhodnými pro pasivní domy.

Postup: Učitel rozdá studentům pracovní list č. 4 a představí studentům prezentaci s vybranými konstrukčními systémy pro dřevostavby. Studenti sledují prezentaci, u slajdů označených jako úloha pracují samostatně dle zadání v pracovním listu.

Pomůcky: Pracovní list č. 4 dle počtu studentů, prezentace pro učitele 4.2, dataprojektor, počítač

Čas: 25 minut

Přechod k další aktivitě: Teď si povíme více o konstrukcích, se kterými jsme se seznámili.



Foto: Příklad sloupkové dřevostavby. Použity jsou žebříkové nosníky, které neprochází skrze celou konstrukci, a tudíž nevytváří tepelné mosty. (foto Knauf Insulation)

Aktivita 3

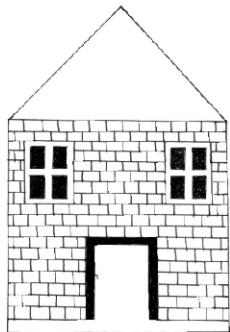
Diskuze

Cíl: Studenti diskutují o skladbě jednotlivých konstrukčních systémů a svoji volbu zdůvodní.

Postup: Učitel se vrátí k slajdům s vyřešenými úkoly z PL. Dotazuje se, proč si vybrali jednotlivé materiály (skladbu), co vědí o těchto materiálech, jaké jsou jejich výhody, nevýhody a specifika.

Čas: 10 minut

5 MASIVNÍ KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY



Aktivita 1 „Pro a proti“ zděných staveb

Cíl: Studenti identifikují výhody a nevýhody zděných staveb. Studenti si procvičí prezentační schopnosti.

Postup: Učitel rozdělí třídu na dvě skupiny (např. formou odpočítání 1, 2). Polovina studentů sepíše výhody („pro“) zděných staveb a druhá polovina sepíše nevýhody („proti“) zděných staveb. Porovnání se vztahuje k dřevostavbám. Studenti pracují nejdřív ve čtveřicích (cca 3 minuty), následně v rámci celé skupiny společně sepíšou výhody/nevýhody. V závěru si zvolí jednoho zástupce (mluvčího) za každou skupinu, který výsledky práce představí a zapíše na tabuli.

Zděné stavby - řešení

Výhody „pro“	Nevýhody „proti“
<ul style="list-style-type: none"> • obecné zkušenosti s výstavbou • dobré tepelně akumulační vlastnosti – nepřehřívají se v létě (neplatí pro lehké tvarovky a vnitřní izolaci) • požární odolnost • akustické vlastnosti • životnost stavby • vyšší cena na trhu (dáno tradicí) 	<ul style="list-style-type: none"> • pomalejší výstavba – dáno technologickými postupy • nutno řešit oddělení tepelných mostů (např. v patě zdíva) • díky velké hmotnosti se pomaleji vytopení • vyšší podíl zabudované energie a ekologická stopa • pracnější demolice po dozítí stavby • složitější řešení zavěšených fasád

O zděných stavbách (doplňující text pro učitele)

Masivní stavby mají stále podstatně vyšší podíl na trhu s novostavbami. Je to dáno tradicí, kde většina projektantů a stavebních firem zná technologii zděných staveb a míň se orientuje v dřevěných konstrukcích. Nehledě na to, že dřevostavby jsou opředeny mnoha mýty, zděné stavby vzbuzují u investorů pocit jistoty, a proto si drží i vyšší cenu na trhu. Pasivní domy je možné postavit v podstatě ze všech běžně dostupných materiálů – pálených plných cihel, vápenopískových bloků, betonu či plynosilikátových tvárníc. Chceme-li využít dobrých vlastností masivních staveb (akumulace tepla, akustický útlum), měli bychom volit materiály s větší objemovou hmotností i pevností, které zabezpečí v co nejmenší tloušťce statickou únosnost a zvenčí pak zateplovat materiály s velkou tepelně-izolační schopností. Uvedené nejlépe splňuje těžká nosná konstrukce do 200 mm s přidanou vnější izolací asi 300 mm. Vnitřní izolaci u masivních staveb nemožno doporučit zejména kvůli rizikovému vlhkostnímu chování. Kromě toho v takovém případě přicházíme o výhody masivní konstrukce. Odlehčené cihelné tvárnice lze pro pasivní dům doporučit jen s připomínkami. Snaží se spojit současně vlastnosti nosného materiálu a izolantu, výsledkem je však kompromis obou. Zejména systém obsahující tepelně izolační cihly s tloušťkou nad 40 cm s přidanou izolací, je velice neefektivní. Důvodem je vysoká cena a tloušťka stěny přes 60 cm, která je potřebná pro dosažení stejného součinitele prostupu tepla. Dalším systémem je použití ztraceného bednění – tvárnice z polystyrenu nebo štěpkocementových tvárnic, které se po vyskládání coby stavebnice vyplní betonem. Celistvou izolační obálku zabezpečují výrobci systémovými řešeními pro zakládání, stropy, překlady a další potřebné detaily. Výhodou je rychlá a jednoduchá montáž. V případě tvarovek s vnitřní izolací však přicházíme o akumulační schopnosti betonového jádra. Masivní stavby nejčastěji využívají kontaktní zateplovací systém s povrchovou úpravou omítkou. Řešení zavěšených fasád s obkladem

je zde složitější a nákladnější než u dřevostaveb. Zejména u větších staveb se proto využívá kombinace masivního železobetonového skeletu a zavěšené lehké fasády.

Pomůcky: Prezentace č. 5.1, dataprojektor, počítač

Čas: 10 minut

14

Aktivita 2

Masivní konstrukční systémy

Klíčové pojmy: Skladba konstrukce, použití konstrukčních systémů – materiály, výhody, nevýhody, zásady provádění

Cíl: Seznámit se s jednotlivými typy konstrukcí vhodnými pro pasivní domy.

Postup: Učitel rozdá studentům pracovní list č. 5 a představí studentům prezentaci s vybranými konstrukčními systémy masivních staveb. Studenti sledují prezentaci, u slajdů označených jako úloha pracují samostatně dle zadání v pracovním listu.

Pomůcky: Pracovní list č. 5 dle počtu studentů, prezentace pro učitele 5.2, dataprojektor, počítač

Čas: 25 minut

Přechod k další aktivitě:

Ted' si povíme více o konstrukcích, se kterými jsme se seznámili.

Aktivita 3

Diskuze

Cíl: Studenti diskutují o skladbě jednotlivých konstrukčních systémů a svou volbu zdůvodní.

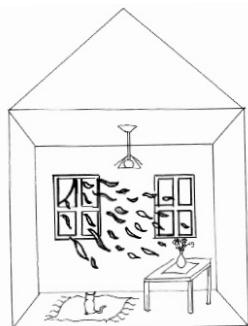
Postup: Učitel se vrátí k slajdům s vyřešenými úkoly z PL. Dotazuje se, proč si vybrali jednotlivé materiály (skladbu), co vědí o těchto materiálech, jaké jsou jejich výhody, nevýhody a specifika.

Čas: 10 minut



Foto: Pro využití dobrých vlastností masivních staveb je vhodnou volbou subtilní a těžká nosná konstrukce s vnějším zateplením dostatečnou vrstvou izolace. (foto Kalksandstein)

6 OKNA A ZASKLENÍ



Aktivita 1 Film Okna

Klíčové pojmy: Trojité izolační zasklení, distanční rámeček, vrstvy pokovení, výplň plyny, těsnící prvky okna

Cíl: Studenti na základě ukázky filmu interpretují důležité informace o vlastnostech oken a skel a propojí je se stávajícími vědomostmi.

Postup: Studenti dostanou pracovní list č. 6 s otázkami k filmu. Vybraný student přečeťte nahlas otázky pro celou třídu. Učitel upozorní studenty, aby sledovali pozorně, protože odpovědi zazní ve filmu. Některé však nepřímo a k jejich zodpovězení musí aplikovat svoje předchozí znalosti o oknech (označeny písmenem N). Po zhlédnutí filmu studenti vyplní pracovní list. Společně pak projdou jednotlivé otázky a učitel bude pomocí prezentace objasňovat správné odpovědi.

Otázky k filmu:

1. Jakou funkci mají okna v pasivním domě?

Přirozené osvětlení a výhled – je i u běžného domu; větrání – pouze mimo topnou sezonu, solární zisky a zamezení tepelným ztrátám.

2. Na co slouží v okně distanční rámeček?

Odděluje skla, vymezuje a utěší prostor, který je vyplněn inertním plynem.

3. Vysvětlete, jakou roli hraje u okna počet skel?

Tepelně izolační funkci, s počtem skel se zvyšuje

tepelný odpor okna.

4. Jakým plynem a proč se plní mezery mezi skly? (N)

Nejpoužívanějším plynem je argon, krypton je dražší varianta. Tyto vzácné plyny mají nižší tepelnou vodivost než vzduch a snižují tepelné ztráty prostupem.

5. Tepelně-izolační vlastnosti zasklení vylepšuje nízkoemisivní vrstva pokovení. Neviditelná vrstva obsahující vzácné kovy je nanesená na vnitřní straně skel. Co myslíte, na jakém principu tato vrstva funguje? (N)

Na principu odrazu tepla.

6. Jak se okno zabezpečí proti průvanu, a tím i vzniklým tepelným ztrátám?

Těsnění mezi rámem a křídlem – funkční spára by měla obsahovat pro PD min. 3 těsnící roviny, těsným připojením rámu na ostění – připojovací spára by měla být utěsněna okenními těsnícími páskami.

Pomůcky: Pracovní list č. 6 dle počtu studentů, prezentace č. 6.1, ukázka filmu 06_Sendung_mit_der_Maus, dataprojektor, počítač

Čas: 17 minut

Přechod další aktivitě: Studenti využijí vypracované odpovědi v další aktivitě.

Aktivita 2 Rám okna

Klíčové pojmy: Těsnící roviny, rám, křídlo, trojité zasklení, distanční rámeček

Cíl: Studenti definují konstrukční části rámu okna a zasklení podle vzorku.

Postup: Studenti se rozdělí do 3 skupin, každá s jedním vzorkem rámu okna.

(Tip: do skupin se rozpočítají podle tří typů rámů, opakováním názvů materiálů v řadě za sebou: „PLAST! DŘEVO! DŘEVOLHDLÍK!“).

Studenti popíší do pracovního listu jednotlivé části okna. Po ukončení samostatné práce

vybraný student za celou třídu odprezentuje ostatním svůj nákres. Z časových důvodů postačuje prezentace jednoho typu rámu, principy u ostatních jsou obdobné. Učitel průběžně doplňuje práci studentů prezentací s řešením, studenti si podle potřeby doplňují své nákresy.

Nejvydařenější nákresy se mohou vystavit ve třídě, např. na nástěnce.

Pomůcky: Pracovní list č. 6 dle počtu studentů, prezentace č. 6.2, 3x vzorek okna, dataprojektor, počítač

Čas: 13 minut

Přechod na další aktivitu: „Vaše“ okna si teď správně osadíme do konstrukce.

16



Foto: Předsazená montáž okna do vrstvy izolace v masivní stavbě. Snižuje se tím tepelný most osazení. (foto Kalksandstein)



Foto: Příklad osazení okna do stěny dřevostavby v místě parapetu. Jak je vidět, okno je vyloženo co nejvíce do exteriéru v kastlíku z OSB desek, aby se snížilo na minimum stínění ostěním.

Aktivita 3

Osazení okna

Klíčové pojmy: Zásady správného osazení, vyloučení tepelných mostů, předsazená montáž, vzduchotěsné napojení

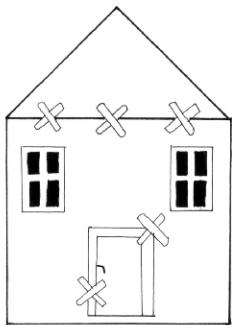
Cíl: Studenti aplikují zásady správného osazení okna do konstrukce formou nákresu.

Postup: Rozdělení do skupin zůstává stejně jako v předchozí aktivitě. Učitel představí studentům prezentaci k tématu správného osazení okna do konstrukce. Pak studenti na prázdný list A3 nalepí řez okna z předchozí aktivity. K řezu dokreslí konstrukci stěny a popíší zásady správného osazení okna. Jako pomůcka poslouží slajd s konstrukcí stěny. Po ukončení vybraný student odprezentuje svůj nákres, který učitel doplní prezentací.

Pomůcky: Pracovní list č. 6 dle počtu studentů, čisté listy A3 dle počtu studentů, prezentace č. 6.3, počítač, dataprojektor

Čas: 15 minut

7 VZDUCHOTĚSNOST



Aktivita 1 Pojem vzduchotěsnost

Klíčové pojmy: Vzduchotěsnost, těsnící pásky, kontrola těsnosti, termovize

Cíl: Studenti se na základě filmu seznámí s pojmem vzduchotěsnost.

Postup: Učitel pustí krátkou ukázku z filmu „Sendung mit der Maus“. Studenti pozorně sledují, aby dokázali následně zodpovědět otázky k filmu. Studenti v PL zodpoví otázky k filmu, pak si společně s učitelem projdou odpovědi.

Otázky k filmu:

1. Z jakého důvodu je potřeba zabezpečit vzduchotěsnost obálky budovy?
2. Co se používá k utěsnění domu?
3. Proč jsou důležité instalacní předstěny, zejména u dřevostaveb?
4. Jak se kontroluje těsnost obálky domu?
5. Jaký další způsob kontroly kvality obálky domu lze použít? (bylo ukázáno ve filmu)

Odpovědi:

1. tepelné ztráty domu, průvan / 2. těsnící pásky, fólie, desky / 3. aby vnitřní instalace neprocházely vzduchotěsnou rovinou a neporušily ji / 4. testem těsnosti / 5. termovizní snímkování

Pomůcky: Pracovní list č. 7 dle počtu studentů, ukázka z filmu
07_Sendung_mit_der_Maus, reproducitory,

dataprojektor, počítač

Čas: 10 minut

Přechod na další aktivitu: Jaké jsou zásady při návrhu vzduchotěsnosti? Jaké jsou vhodné materiály? Blíž je poznáte v další aktivitě.

Aktivita 2 Proč a jak těsnit?

17

Klíčové pojmy: Zásady těsnění, precizní provedení, kontrola neprůvzdušnosti, ochrana proti vlhkosti, vzduchotěsní materiály

Cíl: Studenti porozumí, proč je vzduchotěsnost důležitá, jak ji správně zabezpečit a zásady návrhu vzduchotěsné obálky aplikují na konkrétním příkladu. Studenti analyzují materiály dle vhodnosti pro provedení vzduchotěsné obálky.

Postup: Aktivita se člení do tří částí:

1. Teoretický základ „Proč těsnit?“

Učitel pomocí prezentace blíže představí tématiku vzduchotěsnosti.

2. Cvičení „Princip tužky“

V závěru prezentace se nachází cvičení. Studenti dostanou pracovní list s řezem domu, na kterém si vyzkouší metodu kontroly spojitosti vzduchotěsné obálky v projektové fázi, tzv. princip tužky. Úkolem studentů je obejít vzduchotěsnou rovinu domu jedním tahem tužky bez přerušení. Následně do obrázku zakroužkují riziková místa (místa, která mohou být zdrojem netěsností a je potřeba na ně dát při návrhu pozor). Učitel v závěru představí slajd se správným řešením.

3. Cvičení „Těsný či netěsný?“

Studenti pracují na pracovním listu. Na základě seznamu rozdělí materiály na těsné a netěsné a doplní je do tabulky č. 1. Pak stejným způsobem rozdělí spoje a zapíše je do tabulky č. 2. K dispozici mají seznam materiálů i spojů.

kapitola 7 VZDUCHOTĚSNOST

Tabulka č. 1

Těsné materiály	Netěsné materiály
<ul style="list-style-type: none"> vnitřní omítka na zděné stavbě OSB desky / lepené vícevrstvé desky litý beton fólie (parozábrana, parobrza) 	<ul style="list-style-type: none"> pojistná hydroizolace dřevěný obklad malta mezi cihlami sádrokarton měkké dřevovláknité desky, např. hobra

Tabulka č. 2

Těsný spoj	Netěsný / dočasně těsný spoj
<ul style="list-style-type: none"> fólie a desky slepené páskami okenní páska lepená na zdivo opatřené omítkou a adhezním nátěrem gumová manžeta / průchodka pro kabel nebo potrubí trvale plastické tmely aplikované do spár 	<ul style="list-style-type: none"> PUR montážní pěnou vyplňná dutina parotěsná fólie přímo pod sádrokartonovým obkladem spoj desek lepené izolepou ucpání díry žvýkačkou omítka doražená k rámu okna páska lepená na neomítnuté zdivo

Pomůcky: Pracovní list č. 7 dle počtu studentů, prezentace č. 7.2, dataprojektor, počítač

Čas: 23 minut

Přechod na další aktivitu: V další aktivitě se budeme věnovat těsnícím materiálům.

Důležité závěry pro učitele:

Zajištění vzduchotěsnosti má zásadní vliv na funkčnost i životnost stavby, stejně tak na kvalitu vnitřního prostředí. Základem je pečlivý návrh s vyřešenými detaily a vhodnými vzduchotěsnými materiály.

Aktivita 3

Ukázka spojovacích a těsnících materiálů

Klíčové pojmy: Těsnící pásky, fólie, těsnící manžety, vzduchotěsné elektroinstalační krabice

Cíl: Studenti prozkoumají vlastnosti těsnících spojovacích materiálů.

Postup: Učitel nechá po třídě kolovat ukázky těsnících a spojovacích pásek. Každý student si důkladně pásky prohlédne, dotkne se jich, otestuje jejich parametry (lepicost, pevnost, elasticita). Učitel se doptává, jaké jsou jejich vlastnosti a co studenti o páskách zjistili, např. v porovnání s páskami běžnými.

Pomůcky: Vzorky těsnících materiálů

Čas: 7 minut

Aktivita 4

Detectivové

Cíl: Studenti zhodnotí na konkrétních příkladech z realizací řešení provedení vzduchotěsné obálky, najdou chyby v provedení, které zdůvodní a navrhnou správná řešení.

Postup: Učitel pustí prezentaci s obrázky z realizací. Studenti představují při sledování stavební dozor, který se na stavbách setkal s následujícími situacemi. Mají za úkol najít chyby, které způsobují netěsnost a situaci vyřešit. Své názory by si měli obhájit a navrhnut správná řešení, která vyhoví požadavkům pasivního domu.

Pomůcky: Prezentace pro učitele č. 7.4, dataprojektor, počítač

Čas: 5 minut

8 VĚTRÁNÍ



Aktivita 1 Dýchání

Klíčové pojmy: Přirozené větrání, řízené větrání, zásady větrání

Cíl: Studenti jsou zážitkovou formou motivováni na téma hodiny. Studenti sami identifikují omezení přirozeného větrání okny. Studenti se seznámí se systémem větrání s rekuperací tepla.

Postup: Aktivita se člení do dvou částí:

- Učitel vyzve třídu, ať se přihlásí dva odvážní dobrovolníci. Vybraní studenti se pak snaží co nejdéle zadržet dech. Učitel může, ale nemusí, čas měřit. Vítěze pochválí a poděkuje mu za demonstraci. Naváže otázkami: Je možné žít bez dýchání? Jak „dýchá“ dům?

Po zaznění odpovědi „větráním“ nebo „okny“, učitel požádá studenty, aby otevřeli okna (vyvětrají) a pokračuje v dotazování: Co cítíte? Co všechno se s větráním okny spojuje? (chlad/teplo, čerstvý vzduch, zápach, hluk, prach, průvan). Víte jak dýchá pasivní dům?

- Učitel pomocí prezentace představí systém větrání s rekuperací tepla.

Pomůcky: Prezentace pro učitele č. 8.1, dataprojektor, počítač

Čas: 7 minut

Přechod k další aktivitě: Abyste dobře porozuměli, jak funguje zpětný zisk tepla (rekuperace) ve výměníku, sami si na výměnu tepla zahrajete.

Důležité závěry:

Větráním okny nelze zabezpečit dostatečnou výměnu vzduchu a potřebné parametry vnitřního prostředí. Současně s sebou přirozené větrání nese značné tepelné ztráty. V pasivním domě se proto používá systém řízeného větrání, který zabezpečuje potřebnou výměnu vzduchu s minimálními tepelnými ztrátami.

Aktivita 2 Smrádek ven, teplo zpátky!

Klíčové pojmy: Rekuperace se zpětným ziskem tepla, zemní výměník

Cíl: Studenti názorně předvedou princip rekuperace, pak vlastními slovy vysvětlí princip fungování rekuperační jednotky.

Postup: Náčrt hry je k dispozici v prezentaci pro učitele. Učitel rozdělí prostor třídy na dvě části: interiér a exteriér. Pak rozdá studentům barevné karty, na základě kterých se studenti rozdělí do dvou skupin. První skupina „červených“ se nachází v interiéru a představuje teplý vzduch. Druhá skupina „modrých“ se nachází venku a představuje studený vzduch. Karty jsou oboustranné, označené č. 1 a č. 2. Obsahují název a teplotu. Ulička mezi lavicemi představuje rekuperační výměník tepla.

1. část: Na začátku se studenti volně pohybují v rámci svého prostoru a svoji kartu drží obrácenou v poloze č. 1.

Učitel pak vydá pokyn: „Za chvíli dojde k výměně vzduchu v rekuperační jednotce (ulíčce)“.

Všichni studenti (vzduch) se pohybují proti sobě uličkou (výměníkem) a v momentě, kdy se potkají, si vymění karty (teplo/chlad). Teplý vzduch řekne studenému při odevzdání: „Děkuji za teplo.“ Studený vzduch odpoví: „Není zač, je to zadarmo.“ Kartu, kterou dostali, si obrátí do polohy č. 2.

Učitel se dotazuje studentů, jak funguje

kapitola 8 VĚTRÁNÍ

rekuperační jednotka.

Pozn.: studenti si vyměňují karty jenom jednou.

Teplý znečištěný vzduch +22 °C

Čerstvý ohřátý vzduch +18 °C

Ochlazený odpadní vzduch -6 °C

Chladný čerstvý vzduch -10 °C

Účinnost rekuperační jednotky 88 %.

2. část: Učitel položí otázku: Jaké další prvky musí obsahovat rekuperační jednotka, aby fungovala? (*Odpovědi: ventilátory, filtry.*) Pak učitel vybere dva studenty, kteří budou mít funkci ventilátorů. Jeden student (ventilátor) se nachází na začátku uličky (výměníku) a vhání čerstvý vzduch dovnitř pohybem ruky, druhý student (ventilátor) se nachází na konci uličky a odvádí odpadní vzduch. Dále jsou do uličky umístěny židle (3–4 pro demonstraci), které představují filtry, studenti je musí překročit nebo obejít. Vzhledem k tomu, že byl přidán ventilátor, by měli zrychlit. V závěru učitel s pomocí prezentace společně se studenty aktivitu shrne a doplní informaci o protimrazové ochraně.

Pozn.: pokud není ulička k dispozici, je potřeba ji nahradit, např. vytvořit ze židlí.

Pomůcky: Karty pro studenty (modré a červené), prezentace č. 8.2, dataprojektor, počítač

Čas: 25 minut

Přechod k další aktivitě: Informace, které již máte o větrání v pasivním domě, použijete v další aktivitě – křížovce.

Aktivita 3

Křížovka

Klíčové pojmy: Rekuperace, regulace, výměník, decentrální filtrace, rozyvody

Cíl: Studenti použijí informace k větrání formou vyřešení křížovky.

Postup: Učitel rozdá studentům pracovní list s křížkovou. Studenti mají na vyluštění časový limit 7 minut. Po uplynutí limitu učitel spolu se studenty projde jednotlivé řádky křížovky, aby si studenti informace zopakovali, popřípadě doplnili opravili. Studenti sami říkají správná řešení.

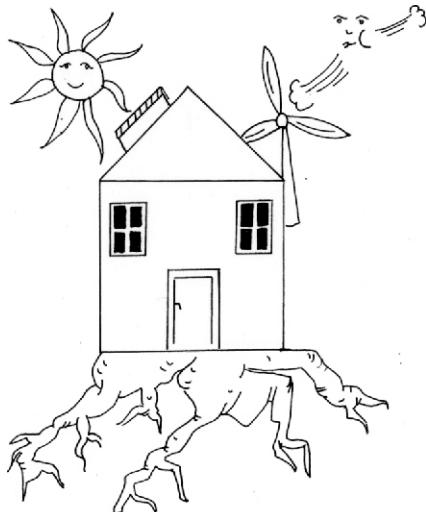
1. Pravidelná revize, čištění, výměny filtrů
 2. Jeden z hlavních důvodů větrání (dvě slova bez mezery)
 3. Přístroj na odvětrání kuchyně
 4. Zpětný zisk tepla
 5. Část větrací jednotky, které pohání vzduch
 6. Koncovka rozvodů určená pro přívod vzduchu
 7. Čištění nasávaného vzduchu
 8. Správně navržené rozvody větrání musí být co...

Tajenka: Bezproblémové fungování větrání se neobejde bez správné **regulace** systému.

Pomůcky: Pracovní list č. 8 dle počtu studentů **Čas:** 13 minut

Cas: 13 minut

9 VYTÁPĚNÍ A OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE



Aktivita 1 Metr topení

Klíčové pojmy: Vytápění, zdroje tepla

Cíl: Studenti si vybaví své znalosti o vytápění pasivních domů, zároveň si uvědomí, jaké jsou specifika v porovnání s běžnými domy.

Postup: Učitel vytvoří ve třídě prostor, aby se mohli studenti volně přesouvat z jedné strany na druhou. Pomyslně předělí třídu na dvě poloviny. Domluví se se studenty, že pozice studenta na jedné straně znamená „ANO“ (souhlas), na protilehlé „NE“ (nesouhlas). Na začátku stojí všichni uprostřed. Učitel postupně čte nahlas jednotlivé výroky. Studenti na ně reagují podle svého úsudku, změnou pozice na domluvené strany, vyjadřující souhlas či nesouhlas. Pro nerozhodné nabídne učitel uprostřed třídy možnost „NEVÍM“.

Seznam výroků pro učitele:

1. Má pasivní dům topení?

Ano má, ale potřebný výkon otopné soustavy je malý a může se obejít bez klasického topení radiátory, s vytápěním teplým vzduchem.

2. Topná sezóna trvá u pasivního domu stejně jako u běžného – od září do května.

Ne, u pasivního domu je kratší asi o 3–4 měsíce.

3. Pro vytopení vašeho pokoje v pasivním domě o velkosti 15 m² postačí výkon 200 W, což se rovná 5 čajovým svíčkám.

Ano. Pasivní dům má topnou zátěž 4–6× menší, a tudíž i otopná soustava.

4. Pasivní dům si vyžaduje zdroj tepla umístěný pod okny, protože okna jsou nejslabším místem.

Ne. Okna jsou sice nejslabším místem konstrukce, ale díky zasklení trojskly již nepotřebují tepelnou clonu jako běžná okna. Díky tomu v pasivním domě nezáleží na tom, jakým způsobem a odkud bude teplo do místnosti dopraveno – radiátory, podlahové topení, teplovzdušné vytápění.

5. Běžný dům potřebuje 80 % tepla na vytápění a jen 20 % na ohřev teplé vody.

Ano, ohřev teplé vody se řeší jako vedlejší produkt vytápění a často se zanedbává.

6. U pasivního domu je potřeba energie na ohřev teplé vody větší než na vytápění.

Ano, u pasivního domu je potřeba tepla na ohřev TV větší než na vytápění, a proto je potřeba navrhovat efektivní a sdružené systémy na ohřev TV a vytápění.

7. Pasivní dům má tak malou potřebu tepla na vytápění, že už nezáleží na tom, čím ji pokryjeme.

Ano i Ne, obě strany mají pravdu. Volba zdroje až tak výrazně neovlivní provozní náklady. Z hlediska ekologie máme volbu – můžeme pokrýt potřebu kompletně obnovitelnými zdroji tepla. K tomu směřuje i směrnice EPBD s nulovými domy z roku 2020.

Pomůcky: Uzpůsobený prostor třídy, seznam výroků pro učitele

Čas: 10 minut

Důležité závěry:

Specifika dodávky tepla u pasivního domu je určující pro návrh zdroje tepla i řešení otopné soustavy. Potřebný výkon otopné soustavy je asi 4–6× menší než u běžných domů. Nezáleží na tom, z kterého místa a jakým způsobem bude do místnosti přiváděno teplo. Není omezeno dispoziční řešení radiátory pod okny. Ohřev teplé vody je z hlediska celoroční

bilance významnější než vytápění, a tudíž je potřeba volit efektivní zdroje tepla nebo kombinace, které zabezpečí současný ohřev TV a vytápění v pasivním domě.

Aktivita 2

Kolik energie potřebuje pasivní dům?

22

Cíl: Studenti vypočítají energetickou bilanci běžného a pasivního domu a pochopí vlivy na potřebu tepla na vytápění. Na základě porovnání zvolí vhodné zdroje tepla.

Postup: Učitel rozdělí studenty na dvě poloviny. Studenti pracují ve skupinách po čtyřech. Jedna část má za úkol počítat energetickou bilanci běžného domu, druhá část počítá stejně u pasivního domu. Po vypočítání zvolí zdroj tepla na pokrytí potřeb. Učitel vyzve jednu skupinu studentů za běžné domy a jednu skupinu za pasivní domy, aby svá řešení odprezentovali. Během prezentace učitel poukazuje na důležité informace.

Pomůcky: Pracovní list č. 9 dle počtu studentů, čistý list A3 pro každou skupinu

Čas: 25 minut

Důležité závěry:

Velký podíl tepelných ztrát u pasivního domu je pokryt solárními zisky a vnitřními zisky (pasivními tepelnými zisky). Zde je potřeba uvědomit si důležitost správného návrhu oken, které zabezpečí dostatek solárních zisků. **U běžného domu jsou pasivní zisky díky malému podílu zanedbávány.** Další velké úspory tvoří větrání – zpětný zisk tepla rekuperace a vzduchotěsná obálka snižující tepelné ztráty netěsnostmi. Efektivní volba zdroje tepla musí zohledňovat jednak malé tepelné ztráty a současnou přípravu teplé vody.

Aktivita 3

Zelená energie

Klíčové pojmy: Solární energie, biomasa, větrná energie, geotermální energie

Cíl: Studenti navrhnou obnovitelné zdroje energie a propojí tyto informace s předchozími poznatky o vytápění v pasivních domech.

Postup: Studenti na základě výpočtu z předchozí aktivity navrhnou obnovitelné zdroje energie pro pasivní dům. Každý student si promyslí, jaké obnovitelné zdroje zná, a zda by je použil pro vytápění v PD (případně pro ohřev teplé vody). Následuje prezentace učitele. Učitel se průběžně doptává studentů na jejich návrhy. Během prezentace učitel poukazuje na důležité informace.

Pomůcky: Prezentace pro učitele č. 9.1, dataprojektor, počítač

Čas: 15 minut

Důležité závěry:

Obnovitelné zdroje energie poskytují velký potenciál ke snižování ekologické zátěže související s provozem budov. Samotná výměna energetických zdrojů za obnovitelné bez využití potenciálu úspor není trvale udržitelná. Až redukce potřeby energie na maximální možnou míru umožní efektivní využívání přírodních zdrojů, bez zbytečného plýtvání.

10 REKONSTRUKCE A OPAKOVÁNÍ

Aktivita 1 Pravda nebo lež

Cíl: Studenti určí, která tvrzení jsou správná a která ne.

Postup: Učitel rozdá pracovní list č. 10. Studenti mají za úkol označit, zda jsou tvrzení pravdivá (pravda) nebo vymyšlená (lež). Společně pak projdou jednotlivá tvrzení, učitel doplní odpovědi pomocí prezentace.

Je to pravda nebo lež? Určete (pokud netušíte, můžete i tipovat).

1. V ČR je 75 % budov starších než 20 let. (*lež: V ČR je 90 % budov starších než 20 let.*)
2. Budovy a domácnosti se podílejí 40 % na celkové spotřebě energie. (*pravda*)
3. Potřeba tepla na vytápění se u starých budov pohybuje mezi 150–250 kW/m² (státní norma stanovuje hodnotu mezi 80–140 kW/m² podle tvaru budovy). (*pravda*)
4. Objekty rekonstruované do pasivního standardu uspoří 50 % energie. (*lež: Objekty rekonstruované do pasivního standardu uspoří až 90 % energie.*)
5. I zateplení panelového domu vrstvou 5 cm polystyrénu má smysl. (*lež: Zateplení panelového domu vrstvou 5 cm polystyrénu nemá smysl. Jsou to vyhozené peníze.*)
6. Rekonstrukce lze provádět s omezeným rozpočtem a rozdelením na vhodné etapy. (*pravda*)
7. Rekonstrukce méně zatěžuje životní prostředí než novostavby. (*pravda*)

Pomůcky: Pracovní list č. 10 dle počtu studentů, prezentace pro učitele č. 10.1, dataprojektor, počítač

Čas: 10 minut

Aktivita 2 Článek Rekonstrukce

Klíčové pojmy: Rekonstrukce v pasivním standardu

Cíl: Studenti navrhnu potřebná řešení problematických míst při rekonstrukci stávajících budov.

Postup: Učitel rozdá studentům pracovní list č. 10. Studenti pracují s textem. Na základě informací uvedených v článku vyplní tabulku v PL. Jejich úkolem je najít řešení problémů při rekonstrukcích stávajících budov.

Pomůcky: Pracovní list č. 10 dle počtu studentů, prezentace pro učitele č. 10.2, dataprojektor, počítač

Čas: 20 minut

Aktivita 3 Mapa pasivního domu

Cíl: Studenti si zopakují a připomenou všechny téma výukového programu metodou myšlenkové mapy.

Pozn. pro učitele:

Myšlenková mapa je účinná, dobře zprostředkovatelná a snadno realizovatelná mnemotechnická pomůcka. Cílem je srozumitelné shrnutí (sřetězení) důležitých informací nebo pojmu na malém prostoru. Vytvořená grafická struktura komprimuje učební látku na srozumitelné pojmy (hutnější pojmy), které jsou snadno zapamatovatelné. Myšlenková mapa je pomůckou při studiu, je sestavená individuálně, pro potřeby každé osoby.

Postup: Studenti pracují dle zadání v pracovním listu. Úkolem studentů je vytvořit a přiradit k tématům co největší počet souvisejících slov/slovních spojení, které se jim

při daném klíčovém pojmu vybaví. (Používají se jednotlivá slova nebo slovní spojení, ne celé věty). Vzniklá myšlenková mapa (schéma) slouží k opakování a shrnutí tématu.

Pomůcky: Pracovní list č. 10 dle počtu studentů

Čas: 15 minut

Tabulka k aktivitě 2 – problémy při rekonstrukci

24

Stávající budovy – problémy	Možnosti sanace
<ul style="list-style-type: none"> obvodové stěny nesplňují požadavky na prostup tepla, velké tepelné mosty a vazby chladná podlaha v místnostech na terénu nebo nad nevytápěným prostorem zatékání ve stycích panelů masivní tepelné mosty v napojení balkónů a lodžií 	<ul style="list-style-type: none"> zateplení obvodových stěn 16–30 cm izolace, zateplení sklepa (případně základů) – 10 až 20 cm izolace kvalitní ochrana fasády – omítkový systém nebo obklad
<ul style="list-style-type: none"> nevyhovující střešní konstrukce - obecně nesplňují požadavky na prostup tepla, velké tepelné mosty časté poruchy - např. porušená hydroizolace nebo krytina 	<ul style="list-style-type: none"> umístění balkonů, lodžií mimo objekt, s minimalizací tepelných mostů – řešit je jako samonošné prvky (jestli to jde) izolace střechy včetně atiky – 20 až 40 cm izolace oprava případně výměna krytiny
<ul style="list-style-type: none"> netěsná okna a rámy, zasklení nesplňují požadavky na prostup tepla 	<ul style="list-style-type: none"> výměna oken – použití zasklení a rámů, aby celé okno splňovalo $U_w \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ osazení do vrstvy izolace
<ul style="list-style-type: none"> netěsnost konstrukcí způsobuje značné tepelné ztráty a ochlazování konstrukcí 	<ul style="list-style-type: none"> vzduchotěsné napojení rámů oken, test neprůvzddušnosti, utěsnění spár
<ul style="list-style-type: none"> značné tepelné ztráty větráním 	<ul style="list-style-type: none"> instalace systému řízeného větrání s rekuperací tepla s účinností >80 %
<ul style="list-style-type: none"> značné ztráty otopného systému nízká účinnost zdroje, velké emise 	<ul style="list-style-type: none"> zateplení rozvodů, armatur teplé vody výměna zdroje tepla + využívání OZE

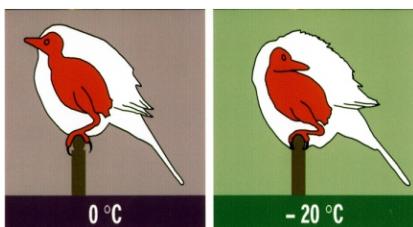
PRACOVNÍ LISTY

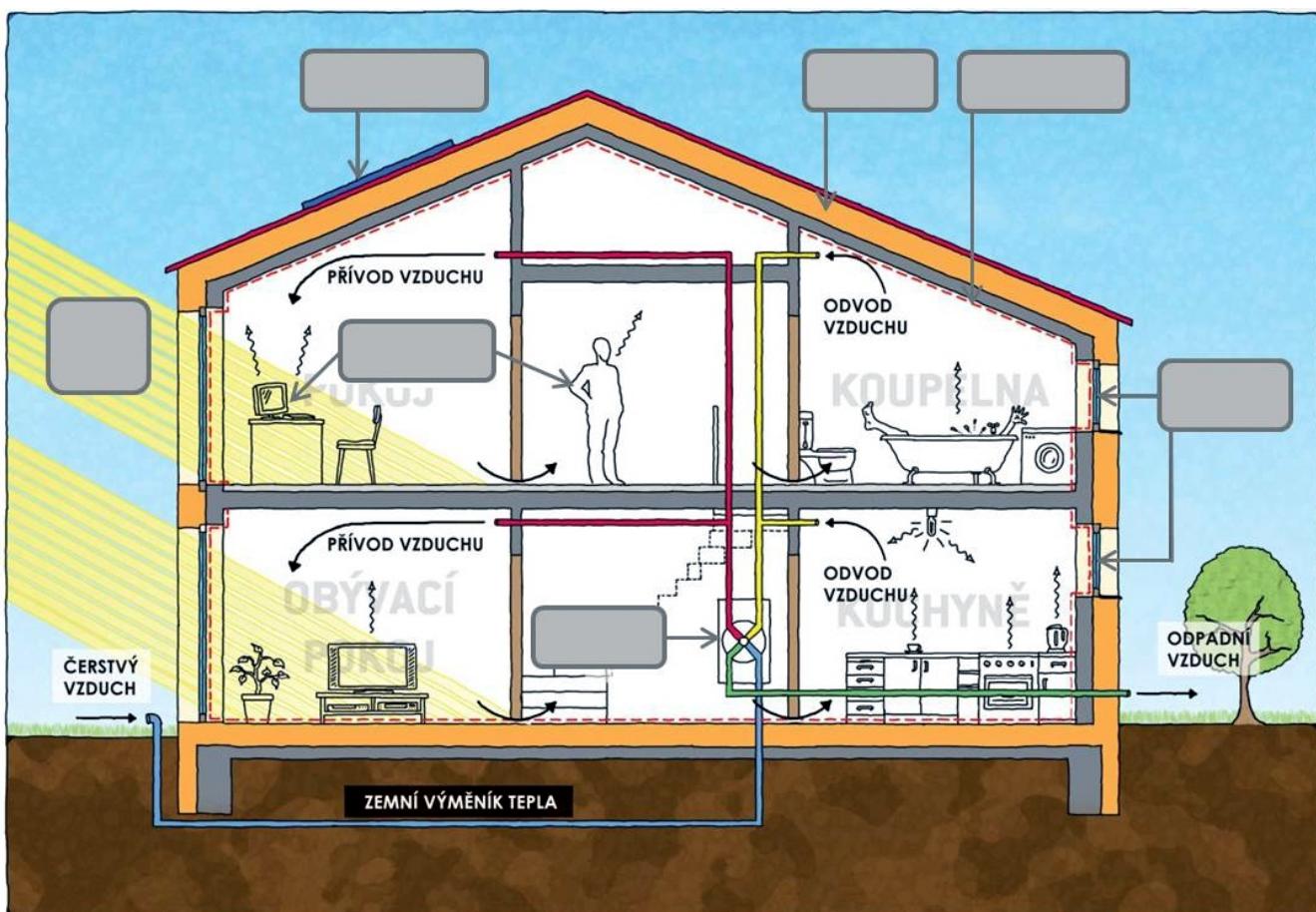
1.3 PŘÍMĚRY

Zadání: na základě obrázků vyvoďte principiální podobnost s pasivním domem. Principy doplňte do schématu pasivního domu, které vám zároveň slouží jako pomůcka.

Pozor! Jeden obrázek může představovat i více principů.





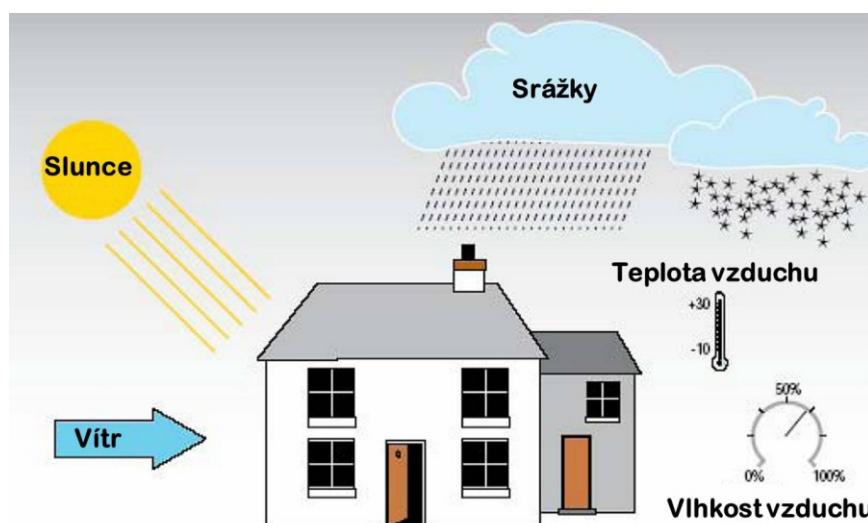


2.1 KVÍZ

Zadání: vyřešte kvíz. U některých otázek může existovat více než jedna správná odpověď.

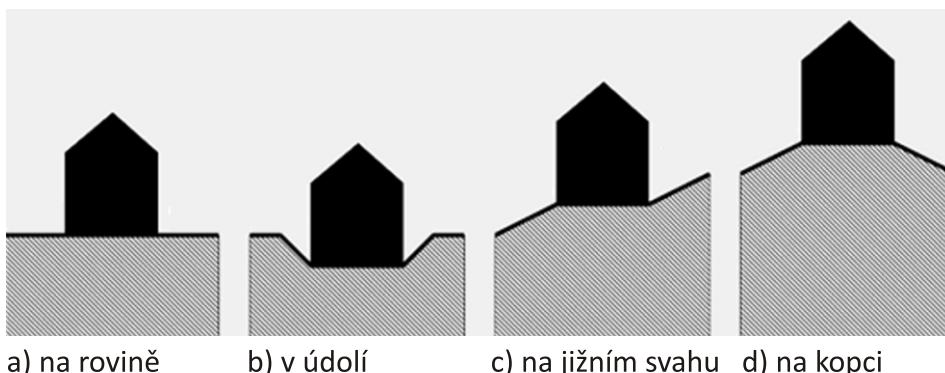
1. Klimatické vlivy

Určete z obrázku, které klimatické vlivy mají velký, malý nebo zanedbatelný vliv na energetickou náročnost domu.



2. Volba pozemku

Na jakém pozemku je nejsnadnější postavit PD? (Seřaďte čísla 1–4 od nejsnadnějšího po nejobtížnější)



- a) na rovině b) v údolí c) na jižním svahu d) na kopci

3. Orientace na pozemku

Jaká orientace je ideální pro výstavbu PD?

- a) jižní
- b) jihovýchodní
- c) jihozápadní

4. Umístnění domu

Co ovlivňuje dosažení nízké energetické náročnosti při umísťování domu na pozemku?

- a) vzrostlá zeleň
- b) okolní zástavba
- c) počet obyvatel
- d) podloží
- e) přístupová cesta

5. Tvar domu

Na základě fotek seřaďte tvarová řešení pasivního domu z hlediska tepelných ztrát (čísla 1–6 od nevhodnějšího po nejméně vhodný). Uvažujeme, že domy mají stejné tepelně-izolacní parametry obálky.



patrový kvádr



řadová zástavba



přízemní RD



panelový dům



přízemní RD větší



patrová krychle

6. Vnitřní dispozice – zónování

Vytvořte z níže uvedených prostor domu/místností funkční celky (zóny). Zohledněte nároky jednotlivých prostor na osvětlení, vnitřní teplotu, délky rozvodů apod.

Prostory: obývací pokoj, schodiště, pracovna, garáž, koupelna, technická místnost, záchod, chodba, zádvěří, ložnice, dětský pokoj, kuchyně

ZÓNY	PROSTORY (přiřaďte ze seznamu)
pobytové místnosti	
technické zázemí	
komunikační prostory	
nevytápěné prostory	

3.1 DŮM V KOŽICHU

Zadání: pročtěte si text „Dům v kožichu“. Následně v textu vyhledejte a označte důležité pojmy a sdělení o úsporách energie a zateplení.

Dům v kožichu

Bydleli tátá a máma ve starším domě. A byla jim zima, i domu byla zima. A jelikož plyn šel zase nahoru, rozhodli se dům „obléct do kožichu“. Soused, který loni zateploval, jim radil: „Dejte si tam 8 centimetrů polystyrénu. To úplně stačí. Polystyrén je levný.“ „Vždyť právě! Když je tak levný, proč ho tam nedat víc?“ radí jim druhý soused, který zateplil pořádně. Že prý mohou ušetřit až 80 % energie, a to už je něco! To ale musí zateplit alespoň 20 centimetry a vyměnit okna. Že mají mít Ú-čko stěny alespoň 0,15. „Co je to, to Ú-čko?“ ptají se. „To je součinitel prostupu tepla, takzvaná U-hodnota. Říká, kolik tepla prochází 1 m² stěny. Čím je číslo nižší, tím prochází stěnou míň tepla. Vaše cihlová zed' má ted'

U-hodnotu kolem 1,1. To je až desetkrát víc, než když to pořádně zateplíte. A nemusí to být ani o moc dražší než těch 8 cm, co vám krátkozrake radil ten držgrešle odvedle. Protože práce, omítky a materiálu je tam stejně, pouze izolace, která je nejlevnější, je tam víc.“ Tak šli do toho. Zateplili pořádně stěny, střechu a podlahu 25 centimetry polystyrenu a vyměnili také okna za dřevěné s izolačními trojskly. Při velkých mrazech se jim ale zdálo, že jim odněkud táhne a roh dole u podlahy, a také pod střechou, byl jakoby vlhký. Pozvali si proto odborníka na prohlídku. „Vždyť jste zapomněli izolovat sokl a atiku!“ povídá jim během prohlídky. „Tam máte tepelný most jak prase!“ „Jak to, táto? Když nás to tolik stálo...“ ptá se máma. „Podívejte!“ vevnitř jim odborník ukazuje termovizní kamerou místo u podlahy a vysvětluje: „Tady je chladné místo, kterým vám v důsledku chybějící izolace na soklu utíká teplo ven. V zimě by vám tam mohla kondenzovat voda,“ řekl a už jim bylo všechno jasné. Pozvali si firmu, aby jim ještě zateplila sokl, pěkně pod úroveň terénu a atiku také zabalili izolací. Pak si užívali tepla, a pokud nezemřeli, žijí tam pěkně v teple ještě dodnes.

3.2 CO JE CO? POZNÁVAČKA

Zadání: zvolte si dva druhy izolačních materiálů a popište je do tabulky.

Název rozdělení/ druhy	1.	2.
Výhody		
Nevýhody		
Použití v praxi - zásady při provádění		

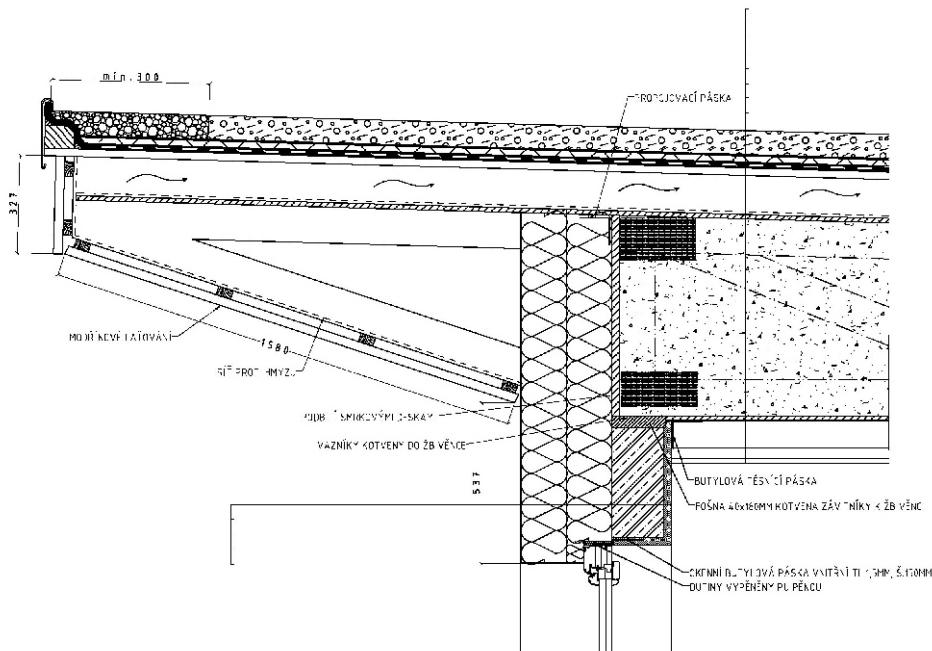
3.3 IZOLUJEME

Zadání: navrhněte pro danou konstrukci domu potřebné tloušťky izolace v mm a vhodné izolační materiály

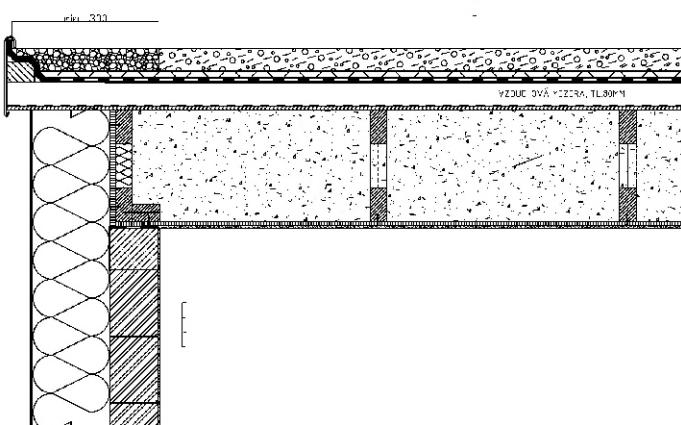
Konstrukce:

- stěna: vápenopísková cihla 175 mm
- střecha: sbíjené dřevěné vazníky

PŘÍČNÝ ŘEZ



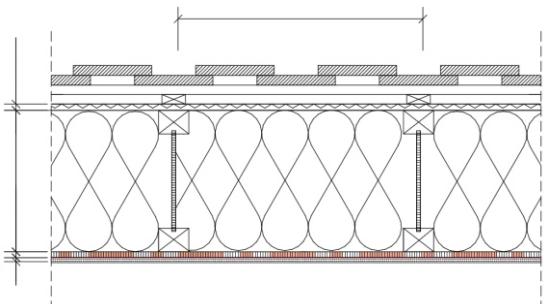
PODÉLNÝ ŘEZ



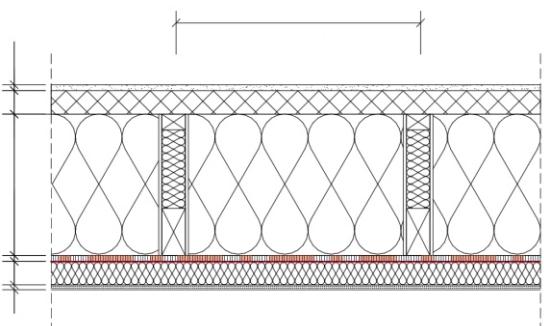
4.2

Zadání: okótujte a popište zobrazené konstrukce včetně všech vrstev a použitých materiálů. V úloze c) nakreslete konstrukci dle prezentace.

a) Skeletová dřevěná konstrukce z I-nosíků, provětrávaná fasáda



b) Skeletová dřevěná konstrukce sloupková, fasáda s omítkou



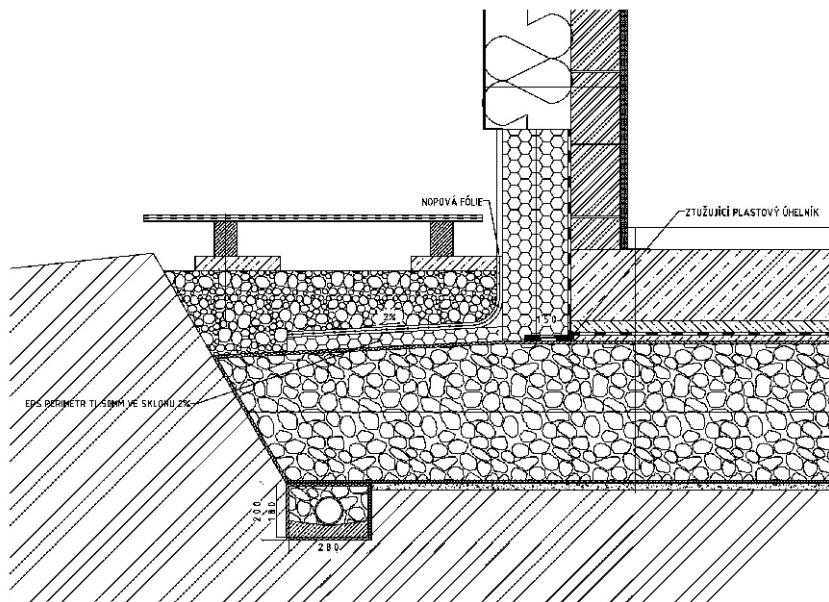
c) Masivní dřevěná konstrukce, provětrávaná fasáda - NAKRESLETE

Návod – seznam materiálových možností: dřevoštěpková deska (OSB), vláknitá izolace, sádrokarton, parotěsná fólie, fasádní izolace – nosič omítky, pojistná hydroizolace, omítka

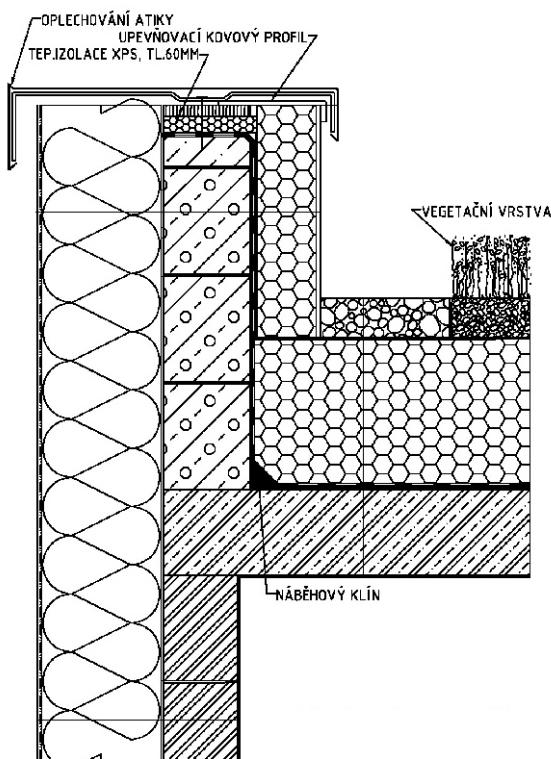
5.2

Zadání: okóujte a popište zobrazené konstrukce pro pasivní domy včetně všech vrstev a použitých materiálů. Zkuste se zamyslet nad výhodami navrhovaného řešení. V úloze c) konstrukci navrhněte.

a) Masivní zděná konstrukce, kontaktní zateplovací systém, založení na štěrk z pěnoskla.



b) Střešní atika, obrácená skladba střechy



c) Navrhněte pro pasivní dům zděnou konstrukci stěny s provětrávanou fasádou a obkladem cementotřískovými deskami. Nakreslete schematicky svislý a podélný řez včetně materiálového popisu. Zadání řešte ve dvojicích.

6.1 FILM OKNA

Zadání: na základě filmu zodpovězte níže uvedené otázky. Některé odpovědi ve filmu nezazní, jsou označeny písmenem (N).

1. Jakou funkci mají okna v pasivním domě?

2. Na co slouží v okně distanční rámeček?

3. Vysvětlete, jakou roli hraje u okna počet skel?

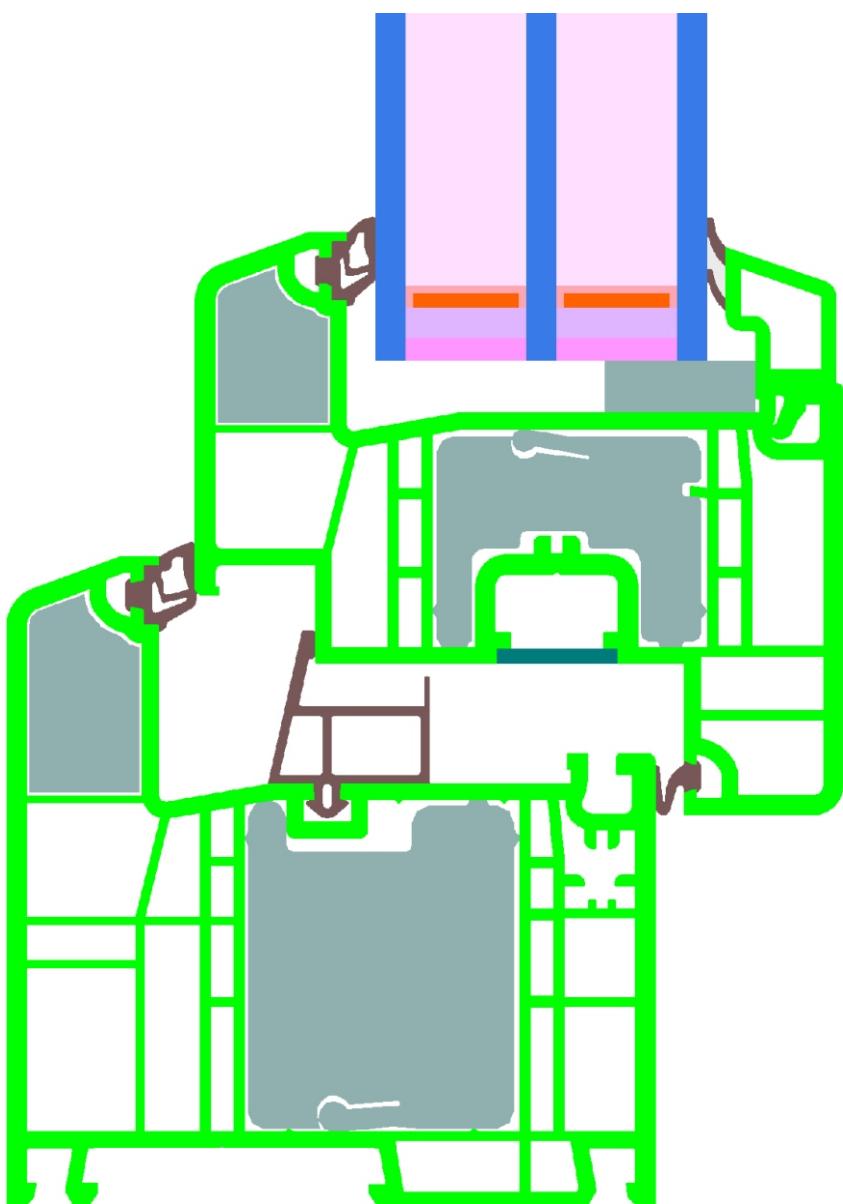
4. Čím je vyplňena mezera mezi skly a proč? (N)

5. Tepelně izolační vlastnosti zasklení vylepšuje nízkoemisivní vrstva pokovení. Neviditelná vrstva obsahující vzácné kovy je nanesena na vnitřní straně skel. Co myslíte, na jakém principu tato vrstva funguje? (N)

6. Jak se okno zabezpečí proti průvanu a tím i vzniklým tepelným ztrátám?

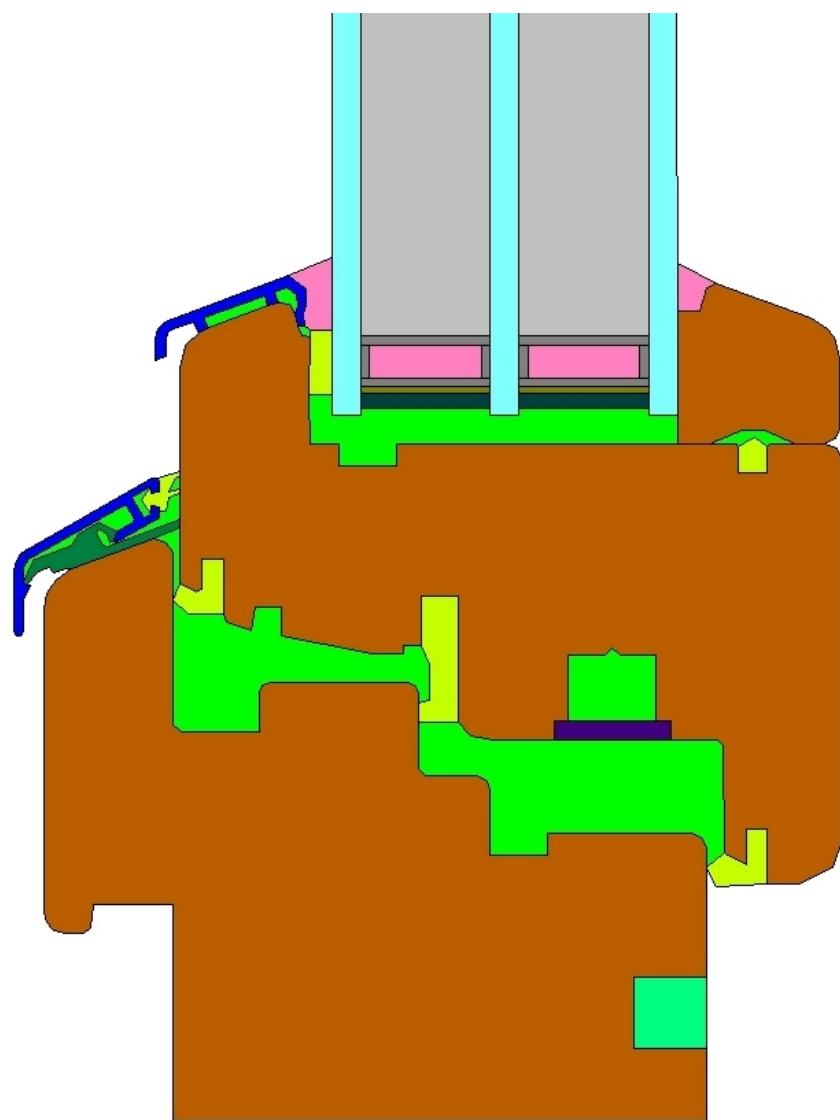
6.2 RÁM OKNA – PLAST (KOMPOZIT)

Zadání: podle vzorku popište řez rámem okna



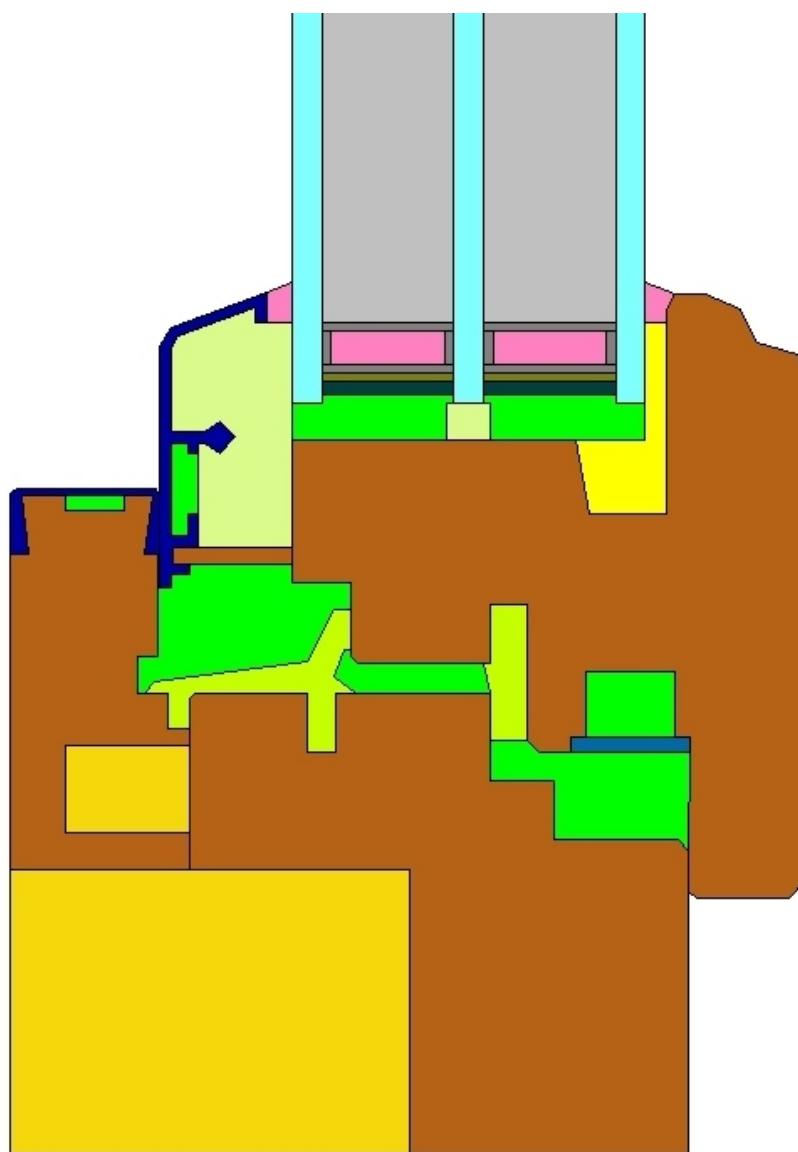
6.2 RÁM OKNA – DŘEVO

Zadání: podle vzorku popište řez rámem okna



6.2 RÁM OKNA – DŘEVOHLINÍK

Zadání: podle vzorku popište řez rámem okna



7.1 FILM VZDUCHOTĚSNOST

Zadání: na základě filmu zodpovězte níže uvedené otázky.

1. Z jakého důvodu je potřeba zabezpečit vzduchotěsnost obálky?

2. Co se používá k utěsnění domu?

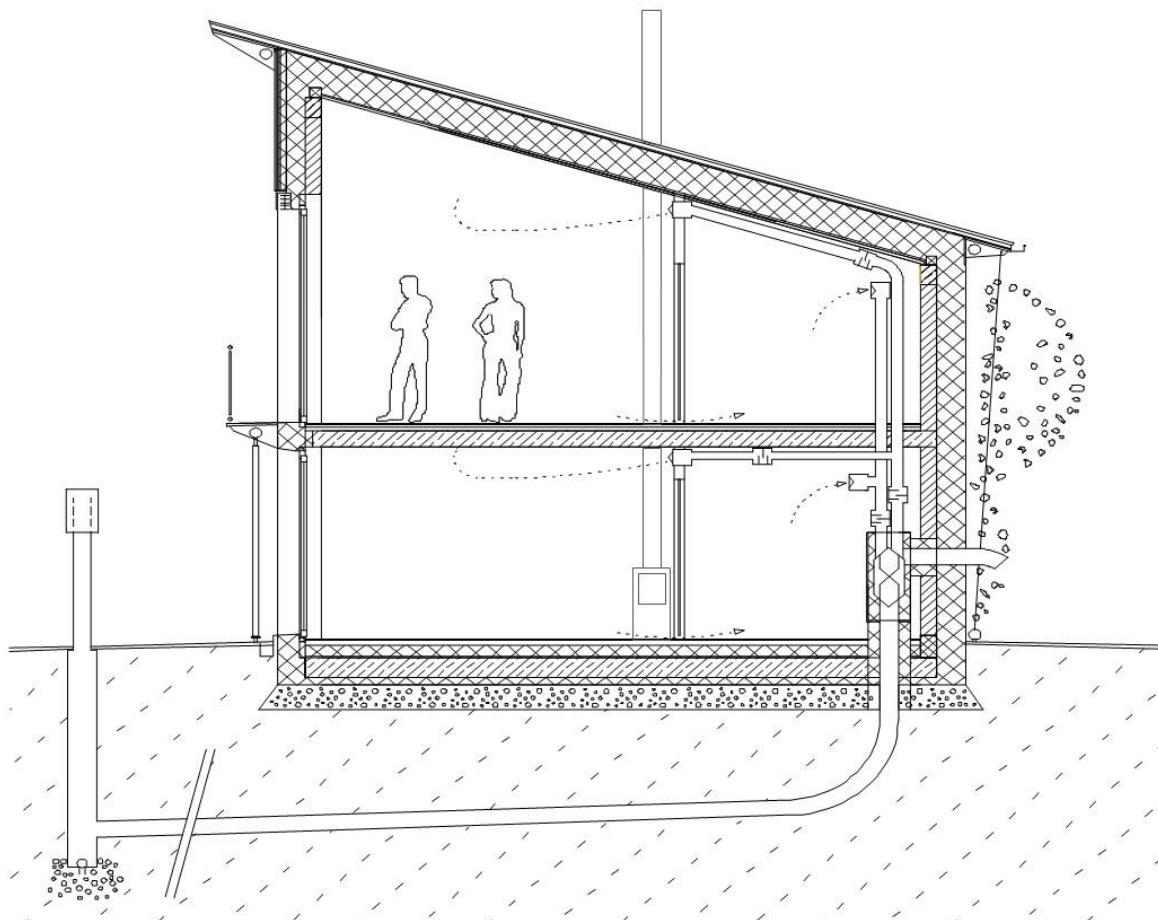
3. Proč jsou důležité instalační předstěny, zejména u dřevostaveb?

4. Jak se kontroluje těsnost obálky domu?

5. Jaký další způsob kontroly kvality obálky domu lze použít? (bylo ukázáno ve filmu)

7.2 PRINCIP TUŽKY

Zadání: obejděte vzduchotěsnou rovinu domu jedním tahem bez přerušení a zakroužkujte riziková místa – místa, která mohou být zdrojem netěsností a je potřeba dát na ně při návrhu pozor.



7.3 TĚSNÝ/NETĚSNÝ

Zadání: na základě seznamu rozdělte materiály na těsné a netěsné. Vyplňte do tabulky č. 1. Stejným způsobem rozdělte spoje na těsné a netěsné (dočasně těsné) a vyplňte do tabulky č. 2.

Tabulka č. 1

Těsné materiály	Netěsné materiály

Seznam materiálů: pojistná hydroizolace; vnitřní omítka na zděné stavbě; pero – drážkový dřevěný obklad; malta mezi cihlami; OSB desky/lepené vícevrstvé desky; litý beton; fólie (parozábrana, parobrzda); sádrokarton; měkké dřevovláknité desky, např. hobra

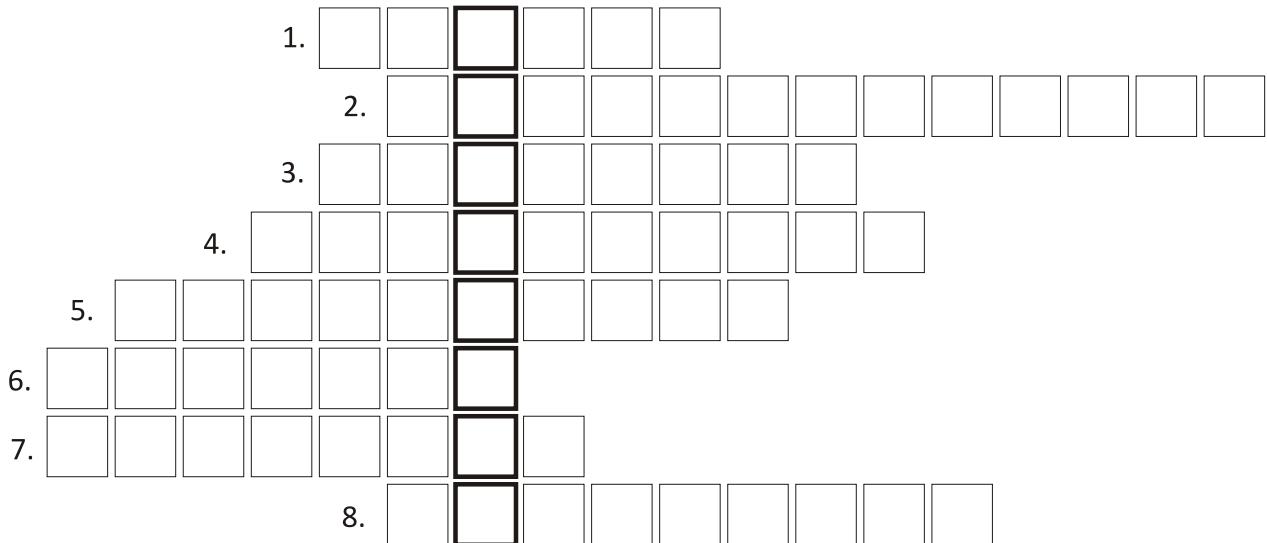
Tabulka č. 2

Těsný spoj	Netěsný/dočasně těsný spoj

Seznam spojů: fólie a desky slepené páskami; PUR montážní pěnou vyplněná dutina; díra ucpaná žvýkačkou; pánska lepená na neomítнутé zdivo; okenní pánska lepená na zdivo opatřené omítkou a adhezním nátěrem; spoje desek lepené izolepou; gumová manžeta/průchodka pro kabel nebo potrubí; parotěsná fólie pod sádrokartonovým obkladem; trvale plastické tmely aplikované do spár; omítka dotažená k rámu okna

8.1 KŘÍŽOVKA

Zadání: vyluštěte křížovku.



1. Pravidelná revize, čištění, výměny filtrů
2. Jeden z hlavních důvodů větrání (dvě slova bez mezery)
3. Přístroj na odvětrání kuchyně
4. Zpětný zisk tepla
5. Část větrací jednotky, které pohání vzduch
6. Koncovka rozvodů určená pro přívod vzduchu
7. Čištění nasávaného vzduchu
8. Správně navržené rozvody větrání musí být co ...

Tajenka: Bezproblémové fungování větrání se neobejde bez správné systému.

9.2 Kolik energie potřebuje pasivní dům?

Zadání: Pracujte v skupinách po čtyřech. Dopočítejte chybějící hodnoty energetické bilance běžného nebo pasivního domu dle rozdělení do skupin. Výsledky zakreslete do sloupcového grafu na čistý papír A3. Do jednoho sloupce zakreslete roční tepelné ztráty, do druhého roční tepelné zisky. Hodnota 1000 kWh představuje na grafu velikost 2 cm. Popište jednotlivá pole ztrát a zisků (okna, obvodová stěna atd.) a odlište je barevně nebo šrafováním. Pro daný dům navrhněte zdroj tepla, který si myslíte, že by efektivně pokryl potřebu tepla na vytápění.

PASIVNÍ DŮM, 150 m²

		Parametry	Roční ztráty / zisky [kWh/a]
TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	Obvodová stěna	A = 285 m ² , U = 0,12 W/m ² K	
	Střecha	A = 140 m ² , U = 0,10 W/m ² K	
	Podlaha na terénu	A = 122 m ² , U = 0,15 W/m ² K	
	Okna	A = 45 m ² , U = 0,80 W/m ² K	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	Vzduchotěsnost	těsnost pro PD, n ₅₀ = 0,60 hod ⁻¹	492
	Větrání	rekuperace tepla – účinnost 85 %	580
SOLÁRNÍ TEPELNÉ ZISKY	Okna Sever	3,74 m ²	157
	Okna Východ	2,86 m ²	184
	Okna Jih	34,32 m ²	4320
	Okna Západ	4,73 m ²	323
VNITŘNÍ TEP. ZISKY	Osoby a spotřebiče	4 osoby	1656
POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ CELÉHO DOMU O PLOŠE 150 m ² = rozdíl ztrát a zisků (tj. teplo, které musí doplnit systém vytápění)			
MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ (vztažena na 1 m ² podlahové plochy) [kWh/m ² a]			

Pro výpočet ročních tepelných ztrát prostupem Qt použijte vzorec:

$$Qt = U * A * Dt * bj$$

Qt – roční tepelné ztráty prostupem [kWh]

A – plocha konstrukce [m²]

U – součinitel prostupu tepla [W/m²K] Dt – dennostupně, konstanta podle klimatických oblastí (zde uvažujte Dt = 84 kKh)

bj – korekční faktor teploty (pro konstrukce v styku s vnějším vzduchem uvažujte bj = 1, pro styk se zeminou uvažujte bj = 0,6 – do zeminy jsou menší tepelné ztráty)

Hodnotu měrné potřeby tepla na vytápění získáte dělením potřeby tepla na vytápění celého domu podlahovou plochou.

BĚŽNÝ DŮM NAVRŽENÝ NA POŽADAVKY NORMY, 150 m²

		Parametry	Roční ztráty / zisky [kWh/a]
TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	Obvodová stěna	A = 285 m ² , U = 0,25 W/m ² K	
	Střecha	A = 140 m ² , U = 0,20 W/m ² K	
	Podlaha na terénu	A = 122 m ² , U = 0,45 W/m ² K	
	Okna	A = 45 m ² , U = 1,4 W/m ² K	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	Vzduchotěsnost	těsnost běžná, n ₅₀ = 3,5 hod ⁻¹	2460
	Větrání	bez rekuperace tepla – účinnost 0 %	3865
SOLÁRNÍ TEPELNÉ ZISKY	Okna Sever	3,74 m ²	180
	Okna Východ	2,86 m ²	211
	Okna Jih	34,32 m ²	4957
	Okna Západ	4,73 m ²	371
VNITŘNÍ TEP. ZISKY	Osoby a spotřebiče	4 osoby	1656
POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ CELÉHO DOMU O PLOŠE 150 m ² = rozdíl ztrát a zisků (tj. teplo, které musí doplnit systém vytápění)			
MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ (vztažena na 1 m ² podlahové plochy) [kWh/m ² a]			

10.1 PRAVDA NEBO LEŽ

Zadání: určete, která tvrzení jsou pravdivá a která vymyšlená. Je to pravda nebo lež? Určete (pokud netušíte, můžete i tipovat).

1. V ČR je 75 % budov starších než 20 let.
2. Budovy a domácnosti se podílejí 40 % na celkové spotřebě energie.
3. Potřeba tepla na vytápění se u starých budov pohybuje mezi 150–250 kW/m² (státní norma stanovuje hodnotu 80–140 kW/m² podle tvaru budovy).
4. Objekty rekonstruované do pasivního standardu uspoří 50 % energie.
5. I zateplení panelového domu vrstvou 5 cm polystyrénu má smysl.
6. Rozdělením na vhodné etapy lze provádět rekonstrukce s omezeným rozpočtem.
7. Rekonstrukce méně zatěžuje životní prostředí než novostavby.

10.2 ČLÁNEK REKONSTRUKCE

Zadání: Přečtěte si článek z časopisu. Na jeho základě navrhněte vhodná řešení pro rekonstrukce stávajících budov a vyplňte je do tabulky.

Stávající budovy – problémy	Možnosti sanace
<ul style="list-style-type: none"> • obvodové stěny nesplňují požadavky na prostup tepla, velké tepelné mosty a vazby • chladná podlaha v místnostech na terénu nebo nad nevytápěným prostorem • zatékání ve stycích panelů • masivní tepelné mosty v napojení balkónů a lodžií 	
<ul style="list-style-type: none"> • nevyhovující střešní konstrukce – obecně nesplňují požadavky na prostup tepla, velké tepelné mosty • časté poruchy střechy – např. porušená hydroizolace nebo krytina 	
<ul style="list-style-type: none"> • netěsná okna a rámy, zasklení nesplňují požadavky na prostup tepla 	
<ul style="list-style-type: none"> • netěsnost konstrukcí způsobuje značné tepelné ztráty a ochlazování konstrukcí • značné tepelné ztráty větráním • značné ztráty otopného systému • nízká účinnost zdroje, velké emise 	

Text: Juraj Hazucha, Centrum pasivního domu | **Foto:** Centrum pasivního domu a jeho archiv

RÍKÁ SE: „SE STARÝM DOMEM JSOU JEN STAROSTI! LEPŠÍ JE DŮM ZBOŘIT A POSTAVIT NOVÝ.“ NEMUSÍ TO BÝT PRAVDA. HLAVNĚ TEHDY, KDYŽ JDE O MODERNIZACI DOMU NA PASIVNÍ STANDARD.

Rekonstrukce standardu v pasivním

Objektů

na bydlení či podnikání je dostatek a obor stavebnictví by se měl zabývat zejména jejich komplexní rekonstrukcí. Stávající zástavba z hlediska energetické náročnosti v naprosté většině spadá podle státní normy do kategorie „nevyhovující až mimořádně nehospodárné“, což znamená, že budovy jsou spíše tepelnými zářiči. Právě budovy a domácnosti jsou přitom energeticky nejnáročnějším odvětvím a svým provozem se podílejí asi 40 % na celkové spotřebě energie.

Opravovat, nebo stavět nový?

Zkušenosti z novostaveb v pasivním

snažit o co nejlepší možné energetické řešení: nesprávně provedená renovace totiž může doslova škodit po řadu let, jelikož prvky a změny se navrhují s životností 25–30 let. Během této doby mnohdy nelze (z finančních i morálních důvodů) znova vylepšovat stejné prvky. A co cena? Bez započtení nákladů na demolici činí renovace objektů na pasivní standard běžně mezi 30–50 % ceny novostavby (podle stavu objektu). Zároveň se šetří čas, protože většina prací při obnově může probíhat alespoň za částečného provozu. Vedle finančních úspor je tu ještě jeden aspekt: ekonstrukce výrazně

již nemůžete přímo ovlivnit, nýbrž „pouze“ dodatečně vylepšit.

Izolace stěn

Ekonomicky optimální tloušťka izolace obvodových zdí je 16–35 cm, která současně splňuje požadavek na součinitel prostupu tepla $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Ekologicky optimální tloušťka izolace je ještě větší – 23 cm a více. Tloušťka izolace by měla být přizpůsobena celkové tloušťce zdi: ta by – kvůli zachování přirozeného osvětlení – neměla přesahovat 70 až 80 cm. U starých rodinných domů a budov se silnějšími stěnami je vhodné izolovat co nejkvalitnější izolaci s koeficientem tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$. Ta i při malé tloušťce splňuje požadované parametry.

Izolace lze na stěnu aplikovat více způsoby. Kontaktní systémy fasádní izolace vyžadují srovnaní podkladu, nejlépe nově nahodit hrubou omítkou. Zabrání se tím vzniku spár mezi izolačními deskami a nežádoucímu proudění vzduchu s přenosem tepla konvekcí. Systémy se lepí – buď celoplošně, nebo na speciální talířové kotvy. U vyšších budov nebo domů vystavených větru lze izolaci pojistit kotvami. Vzniklé spáry v izolaci je nutné vyplnit. Měkké izolace jako minerální vlna, přírodní vláknité izolace nebo foukaná celulóza se umisťují do předsazeného rostu z dřevěných I-nosníků, nebo do latí kotvených ve dvou vrstvách do kříže (viz foto vpravo nahoře). Tyto způsoby jsou vhodné pro odvětrávané fasády s minimalizací tepelných mostů.

Pokud dům nelze izolovat zvenku, je nutné izolovat zevnitř. Jedná se však o problematické řešení, kde mezi vrstvou izolace a stávající konstrukcí může kondenzovat vlhkost. Nutností je proto precizně provedená parozábrana.

Izolace základů

Chcete-li se vyvarovat značných tepelných mostů a vazeb, je nutné stejně jako stěny zateplit i základy. Vlivem tepelných mostů může docházet k nadmernému ochlazování částí konstrukcí a případné kondenzaci



Rodinný dům v Rakousku rekonstruovaný na úroveň pasivního standardu.

standardu by jednoznačně měly vést k aplikaci na rekonstrukce stávajících budov a ke zlepšení jejich energetických vlastností. V zahraničí se mluví o faktoru 10, tedy o desetinové spotřebě energie po renovaci budov v pasivním standardu.

Potřeba tepla na vytápění u starých budov se pohybuje mezi 150 až 250 kWh na metr čtvereční vytápěné plochy, u objektů po roce 2002 podle státní normy mezi 80 až 140 kWh/m².

Objekty rekonstruované v pasivním standardu mají potřebu tepla na vytápění menší než 25 kWh/m² – tedy úspora oproti původnímu stavu činí 80–90 %. Obnova stávajících budov tímto způsobem současně prodlužuje životnost konstrukcí. Když tedy už rekonstruujeme, měli bychom se

méně zatěžovat životní prostředí. Stavební materiály obsahují velké množství svázané energie spotřebované při jejich výrobě. U rekonstrukcí se množství použitého materiálu značně redukuje a odpadá mnohdy potřebná demolice a náklady spojené s uložením stavebního odpadu.

Jak na to aneb pasivní prvky

Kvalitní a spojitá vrstva izolace, vyloučení tepelných mostů a vazeb, správné osazení oken nejlépe do vrstvy izolace a precizně navržená a provedená vzduchotěsná vrstva tvoří základ kvalitní obálky budov rekonstruovaných v pasivním standardu. Principy jsou stejné jako u novostaveb, jenom řešení některých detailů provedených v době výstavby

vodních par. Tato místa posléze podléhají vzniku plísni a škodám. Kvalitně provedená hydroizolace je nutností, abyste zabránili vzlínání vlhkosti. Vnitřní příčky, jejichž základ je v přímém styku se zeminou, je potřeba izolovat stejně jako základy.

Rovněž podlaha u nepodsklepených objektů musí být izolována minimálně 15–20 cm izolací. Jsou-li stropy dostatečně vysoké, je možné izolovat i nad podlahou. Nevytápěný sklep je nutno oddělit od vytápěného prostoru, nejlépe izolací 10–15 cm na spodní straně stropu, kterou částečně protáhnete dolů po stěnách.

Izolace střechy

Sřecha se obvykle podílí na tepelných ztrátách objektu značnou mírou, což platí zejména pro menší a přízemní objekty.

Na splnění minimálních požadavků normy $U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nám postačuje asi 20 cm izolace ($\lambda = 0,035$). Doporučenou hodnotu $U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ zabezpečí tloušťka asi 32 cm izolace. Pro pasivní domy jsou potřebné ještě lepší parametry než doporučené. Tloušťkou izolace 35–40 cm dosáhnete součinitele prostupu tepla $U = 0,10$ až $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Plochá střecha

Ploché střechy jsou více ohroženy poškozením, protože vnější krytina (většinou asfaltové pásy nebo fóliové izolace) je vystavena velkým teplotním výkyvům, povětrnosti a UV záření. U jednopláštových střech se s oblibou využívá systém tzv. obrácené střechy, kde hydroizolace je překryta nenasákovou vrstvou izolace. Pak následuje separační vrstva a svrchní provozní vrstva propustná pro vodu – dlažba kládená na sucho, vrstva kamínků nebo v případě větší únosnosti vegetační vrstva (zelená střecha). Atiku je kvůli značným tepelným vazbám nutné zaizolovat po celém obvodu podobně jako střechu nebo obvodovou stěnu. V některých případech, kdy je konstrukce výrazně poškozena a musíte ji obnovit, lze přehodnotit stávající řešení a případně použít nové stavební materiály či prvky.

Šikmá střecha

Stále častěji se při rekonstrukcích dosud nevyužívaná půda adaptuje na obytné podkroví. Špatným návrhem skladby izolace a hlavně nekvalitním provedením je bohužel možné hodně zkazit.

Tepelná izolace, hydroizolační fólie a parotěsná zábrana musí být provedeny tak, aby původní konstrukce krovu trvale nevlhla. Je důležité, aby dřevo mohlo „dýchat“: voda, která se do konstrukce přes pečlivou instalaci zateplení vždy dostane (vlhkost, která proniká z interiéru přes parozábranu), musí mít

šanci se odparit. V opačném případě může krov napadnout hniloba či houby. V případě nespojité parozábrany nebo neutěsněných prostupů se do konstrukce může dostat množství vlhkosti, které daná konstrukce nedokáže odparit. Kontrola vyhotovení v podobě testu neprůvzdušnosti by měla pomoci případné netěsnosti lokalizovat a odstranit. Stejně jako u novostaveb i u rekonstrukcí je tento test nezbytný.

Podle typu dané konstrukce, stavu a způsobu užití lze volit systém zateplení střech. Nadkrokovní zateplení umožňuje lepší využití celého objemu podkroví. Izolaci lze však stejně dobře umístit i do prostoru mezi krovkami nebo pod nimi. Skladba konstrukce vzhledem k dřevěným prvkům a jejich ochraně by měla vést spíš k difuzně otevřeným systémům s větší schopností odvětrat případnou vlhkost. Odvětrávanou mezeru je nutné dodržet prakticky u všech konstrukcí – i v případě zelených střech. Jedná se však o problematické řešení, kde mezi vrstvou izolace a stávající konstrukcí může kondenzovat vlhkost. Nutností je proto precizně provedená parozábrana.

Jaký vliv mají tepelné mosty?

Na chlazovaných místech hrozí nebezpečí kondenzace vodních par a následných poškození. Problematická jsou zejména místa napojení konstrukcí (zakládání soklu, stropní konstrukce, pozednice, napojení oken a stavebních otvorů), které lze ve většině případů vyřešit vnějším zateplením a překrytím oslabených míst. Další kategorií jsou výčněvající konstrukce balkonů, lodžií a různých přesahů. Pokud to jde, je ideálním řešením navrhnut tyto konstrukce jako samonošné a za nimi provést nepřerušenou tepelnou izolaci.

Obnova oken

Častým zdrojem velkých ztrát u starších objektů jsou okna. Nejen přes nekvalitní zasklení, ale zejména přes netěsnosti v místech ostění nám teplo doslova utíká ven. U rekonstrukcí se při výběru oken i jejich osazování dodržují stejně zásady jako u pasivních novostaveb. Okna s izolačními trojskly nebo fólií Heat Mirror, která mají součinitel prostupu celého okna $U \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, vám zabezpečí dostatečnou tepelnou ochranu. Tepelným mostům v místě napojení rámu na nosnou konstrukci se lze vyhnout předsazením okna do vrstvy izolace s následným přeizolováním části rámu. Taktéž je nutné provést precizní vzduchotěsné napojení rámu pomocí speciálních pásek nebo lišť.

Větrání i do rekonstrukcí

U starších objektů se samozřejmě s umístěním větrací jednotky a rozvodů v době výstavby nepočítalo. Samostatné technické místnosti často nejsou

k dispozici, a proto musíte k instalaci větracích jednotek využít jiné prostory – například podhledy stropů, skříně, stoupačky, půdu nebo sklep.

Do chladných prostor (sklepy, garáže) je nutné volit obzvlášť kvalitně izolované jednotky i rozvody, aby se nesnižovala účinnost zpětného zisku tepla.

Volba způsobu větrání a vytápění by se měla odvíjet od stavu rozvodů otopné soustavy, které lze často po malé úpravě použít. Proto se nejčastěji volí samostatné větrání s rekuperací tepla spolu s klasickou otopnou soustavou. Jestli použít centrální, semicentrální anebo decentrální koncepci větrání, závisí na typu objektu a jeho vnitřním uspořádání.

Vzhledem k omezeným prostorům u rekonstrukcí se nejčastěji používá podstropní vedení rozvodů. Kvůli estetickému začlenění rozvodů do interiéru lze zvolit obdélníkový průřez, který se dá omítat nebo obložit.

Zpasivnit lze jakýkoli dům

Přes 100 milionů lidí ve východní Evropě bydlí v panelových domech s obrovskou energetickou náročností.

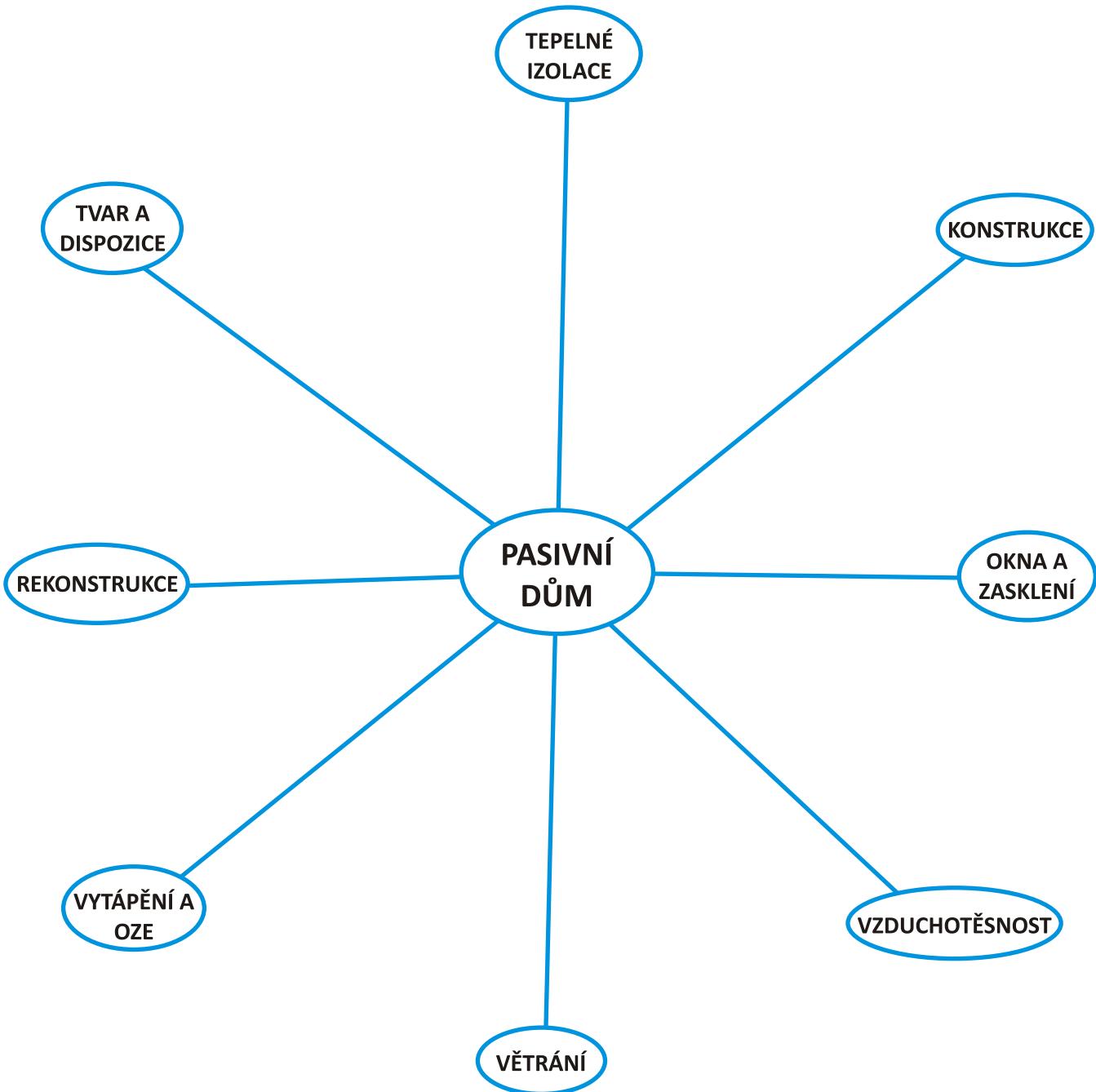
Výhodou těchto staveb bývá kompaktní tvar, jednoduchost detailů a celkově menší členitost objektu. Všechny tyto faktory zjednodušují a zlevňují rekonstrukci, a proto zejména panelové stavby – vzhledem k častému financování z veřejných prostředků – by měly jít při snižování energetické náročnosti budov všem ostatním příkladem.

Rodinné domy jsou specifická kategorie. Nevýhodný poměr velikosti objektu k množství druhů prací a materiálů zvyšuje finanční náklady. Omezená světlá výška místností často nedovoluje umístit izolaci v potřebné tloušťce na existující podlahu, ale vyžaduje kompletní odstranění podlahy a umístění izolace pod betonovou desku. Značnou úpravu si může vyžádat většina stavebních detailů: napojení střechy na obvodové stěny, řešení vikýřů, teras, výklenků a podobně.

I v tomto případě se ale dá tvrdit, že výsledkem rekonstrukce v pasivním standardu jsou zpravidla objekty cenově srovnatelné s novostavbami, mnohdy i s lepšími energetickými parametry a užitnými vlastnostmi.

10.3 MAPA PASIVNÍHO DOMU

Zadání: hlavní pojem (pasivní dům) je umístěn ve středu mapy a větví se na klíčové části. Přiradte k tématům co největší počet souvisejících slov/slovních spojení, které se vám při daném klíčovém pojmu vybaví. (Použijte jednotlivá slova nebo slovní spojení, ne celé věty). Pomocnými čarami nebo šipkami vyjádřete vztahy.



1. vydání, náklad 70 ks

Vydalo: Centrum pasivního domu, Údolní 33, 602 00 Brno

Autoři: Ing. Juraj Hazucha, Mgr. Miloslava Hazuchová Strungová

Ilustrace: Mgr. Art Alexandra Tomašovičová

Grafické zpracování: Mgr. Jakub Gottvald

Jazyková úprava: Mgr. Ivana Hanková