



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 3. ročník

ENVIC, o.s.
a kolektiv



Obsah

Předmět: KONSTRUKCE

**Balkony a terasy
u nízkoenergetických a pasivních domů** **3**
Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství

Technická zařízení budov – zdroje energie pro dům **4**
Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství

Předmět: PROJEKT

**Hlavní zásady navrhování
nízkoenergetických a pasivních domů** **10**
Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství
a Stavební obnova

Projektová dokumentace rodinného domu **12**
Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství
a Stavební obnova

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)

Balkony a terasy u nízkoenergetických a pasivních domů

Balkony a terasy u nízkoenergetických a pasivních domů

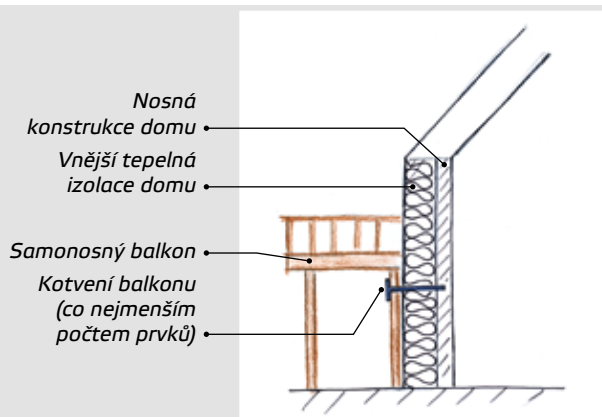
Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství

Balkony a terasy, pokud přímo navazují na nosné konstrukce domu vytvářejí značné tepelné mosty, přes které může unikat mnoho tepla z domu do exteriéru. U nízkoenergetických a pasivních domů se proto balkony řeší speciálními způsoby. Obvykle jsou samonosné (nebo samostatně stojící, zavěšené apod.), umístěné před tepelnou izolací domu směrem do exteriéru a do nosných konstrukcí jsou kotveny jen minimálním množstvím prvků s minimálním průřezem.

Kotvení je také možné přes speciální prvky, které nevytvářejí tepelné mosty – např. tvrzené polystyrenové desky, kompozitní profily apod.

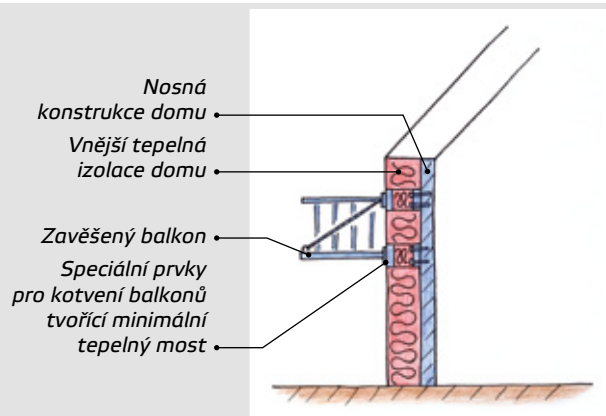
Samonosný balkon

Tepelná izolace probíhá souvisle kolem celého domu. Před tepelnou izolací je umístěn samostatně stojící balkon, který je do nosné konstrukce domu kotven minimálním množstvím prvků.



Zavěšený balkon

Zavěšený balkon je do nosné konstrukce kotven pomocí speciálních prvků, které mají vysokou pevnost a zároveň velmi dobré tepelně – izolační vlastnosti.



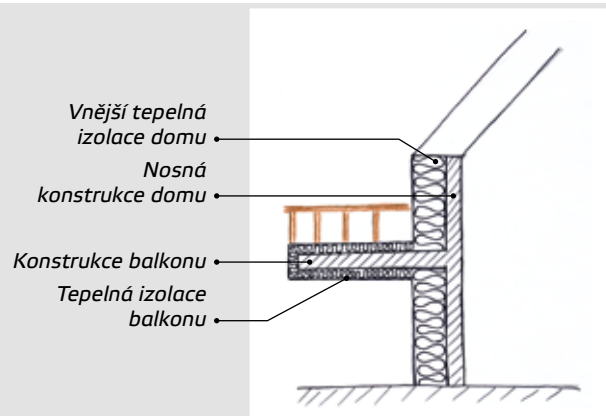
Řešení tepelné izolace balkonu při rekonstrukci domu

Nové řešení balkonu

Odstranění stávajícího balkonu a řešení nového – samonosného nebo zavěšeného balkonu

Balkon s tepelnou izolací

Stávající balkon, který přímo navazuje na nosnou konstrukci domu musí být tepelně izolován, protože jinak tvoří významný tepelný most. Tloušťka tepelné izolace se určí výpočtem.



Příklad částečně samonosného balkonu (Kalksandstein CZ s.r.o.)

Balkony a terasy u nízkoenergetických a pasivních domů Technická zařízení budov – zdroje energie pro dům



K čemu to je?

Balkony obvykle tvoří významné tepelné mosty a při návrhu energeticky úsporných a environmentálně šetrných domů je proto nutné zvolit řešení, které úniky tepla eliminuje. Nejjednodušší je se použítí balkonů zcela vyhnout. Pokud to není možné je vhodné použít některé z řešení uvedených výše a nebo vymyslet vlastní řešení dostatečně omezující tepelné mosty tvořené balkonem.



Další informace a zajímavosti

- Další fotografie balkonů u nízkoenergetických a pasivních domů a odkazy na webové stránky výrobců speciálních komponent pro kotvení balkonů najdete na www.enviprogramy.cz.



(Kalksandstein CZ s.r.o.)

Technická zařízení budov – zdroje energie pro dům

Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství



(Rolf Disch SolarArchitektur)

Zdroje energie dělíme na dva základní druhy. Toto dělení není příliš šťastné, ale protože je už zažité, budeme jej používat také.

Neobnovitelné zdroje energie

Zdroje, které vznikaly v dlouhé historii Země a nyní již nevznikají nebo pouze v minimálním množství. Pokud je těžíme jako zdroj energie, vytěžené množství není ničím nahrazeno – neobnovuje se.

Příklady: uhlí, zemní plyn, ropa, uran

Obnovitelné zdroje energie

Přírodní zdroje, které v současné době stále „vznikají“ nebo se obnovují. Pokud je využíváme přiměřeným tempem, mohou se v rozumné době obnovovat. Případně jsou to zdroje, kterých je takové množství, že nemá smysl zabývat se jejich možným nedostatkem. Obnovitelné zdroje jsou obvykle šetrnější k životnímu prostředí (nemusí to tak ale být vždy).

Příklady: dřevo, sluneční záření, vítr, voda, geotermální energie

Zdroje tepla

Produkují teplo pro vytápění domů, ohřev teplé vody a případně pro chlazení.

Pro nízkoenergetické a pasivní domy se zdroje tepla dimenzují na základě podrobného výpočtu a tyto zdroje mají poměrně nízké výkony – pro pasivní rodinný dům se používají zdroje tepla o výkonu cca 1–3 kW.

Solární termické kolektory

- Slunečním zářením se v nich ohřívá kapalina, která pak slouží pro ohřev teplé vody a přítápění.
- Neprodukují žádné emise.
- Vždy potřebují druhý zdroj tepla pro období, kdy slunce nesvítlí.
- Musí být zapojeny do nízkoteplotní topné soustavy (pokud jsou využívány i pro přítápění).

Technická zařízení budov – zdroje energie pro dům

- Jsou jednoduchým zařízením s malou poruchovostí po dobu životnosti.



Ploché solární kolektory integrované do střechy – namísto střešní krytiny (ENVIC, o.s.)

Tepelná čerpadla

- Odebírají teplo z okolního prostředí (země, vzduchu), převádějí jej na vyšší teplotní hladinu pro využití k vytápění domu.
- V místě použití nemají žádné emise.
- Pro svůj provoz potřebují energii. Poměr vyrobeného tepla k elektrické spotřebované na provoz se nazývá topný faktor – obvyklá hodnota je cca 3–5.
- Vždy potřebují doplňkový zdroj energie (například elektrokotel), který se zapíná v době největších mrazů.
- Podle toho, z jakého prostředí teplo odebírají a jakému topnému médium teplo předávají, se rozdělují na typy – např.:

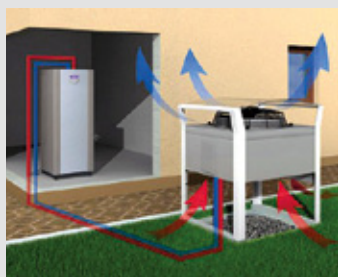
země – voda – odebírá teplo ze země (pomocí vrtu nebo zemního kolektoru) a předává je do vody v topné soustavě

vzduch – voda – odebírá teplo ze vzduchu a předává je do vody v topné soustavě

voda – voda – odebírá teplo z vody (rybníku, studny) a předává je do vody v topné soustavě



Tepelné čerpadlo země – voda se zemním kolektorem (archiv PZP HEATING a.s.)



Tepelné čerpadlo vzduch – voda (archiv PZP HEATING a.s.)

Kotle, krby, krbová kamna na biomasu

- Spalují biomasu (kusové dřevo, dřevěné pelety, brikety, štěpku), která by měla být místního původu.

- Jsou zdrojem emisí zejména prachu a těkavých organických látek.
- Kotle na pelety jsou zcela automatické.
- Krby a krbová kamna jsou obvykle s výměníkem – spaliny ohřívají vodu ve výměníku, teplá voda se následně vede do akumulační nádrže.



Krbová kamna na pelety o výkonu 3,4–10 kW (La Nordica)



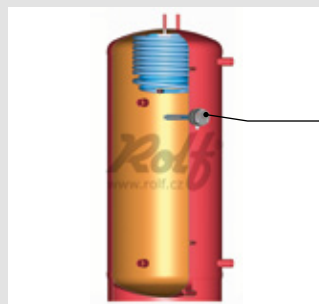
Automatický kotel na pelety (Viadrus)

Kotle na zemní plyn

- Spalují zemní plyn dovážený zejména z Ruska a částečně z Norska.
- Jsou zdrojem emisí oxidů dusíku, ale celkové emise jsou výrazně nižší než u uhlí a dalších pevných paliv.
- I malé kotle fungují plně automaticky – uživatelský komfort je velký.
- Nejvyšší účinnost mají kondenzační kotle.

Elektrické vytápění

- Využívá elektřinu, která se u nás vyrábí zejména v uhelných a v jaderných elektrárnách; účinnost výroby a přenosu elektřiny z velkých elektráren je pouhých cca 30–35 %.
- V místě použití nemá žádné emise.
- Dá se vypínat a zapínat velmi rychle.
- Celková účinnost vytápění elektřinou je velmi malá.
- Elektrické vytápění není obvykle řešeno samostatně, ale je součástí systému – např.: topná patrona v akumulační nádrži, elektrický ohřivač vzduchu jako součást větrací jednotky, elektrická topná rohož v koupelně, topná patrona v tepelném čerpadle pro období, kdy tepelné čerpadlo nestačí pro vytápění.



Topná patrona

Akumulační nádrž s topnou patronou (www.rolf.cz)

Kotle na uhlí

- Spalují obvykle hnědé uhlí. Hnědé uhlí je těženo v ČR, ale jeho cena a dodávky jsou do budoucna málo jisté.
- Jsou zdrojem emisí oxidu siřičitého, oxidů dusíku, prachu.
- Mále kotle na jednotku výkonu produkují výrazně více emisí než velké zdroje (centrální teplárny) – tam kde to lze, je vhodné se menším uhelným kotlům zcela vyhnout.
- I malé kotle mohou mít automatické dávkování paliva, u ručně ovládaných kotlů je velmi malý uživatelský komfort.

Kotle na ropné produkty – mazut, topné oleje

- Spalují produkty ropného průmyslu, ropa se k nám dováží z různých zemí, těžba ropy v ČR je poměrně malá.
- Jsou zdrojem emisí oxidu siřičitého, oxidů dusíku, prachu.
- V rodinných domech se příliš nepoužívají a ve větších budovách se od nich upouští.

Zdroje elektřiny

Produkují elektřinu pro místní spotřebu a pro vyvedení přebytků elektřiny do sítě.

Solární fotovoltaické panely

- Sluneční záření přeměňují přímo na elektřinu.
- Množství vyrobené elektřiny závisí na počasí, roční a denní době i na sklonu a orientaci panelů vůči světovým stranám.
- Lze je integrovat do střech a fasád domů.



Solární fotovoltaické i fototermitické panely integrované do střechy (Rolf Disch SolarArchitektur)

Solární elektrárny s tepelným strojem

- Sluneční záření zahřívá tepelný stroj (např. Stirlingův motor), který se díky teplu otáčí a díky připojenému generátoru vyrábí elektřinu.
- V našich klimatických podmínkách nepracuje efektivně.
- Nákladné – zatím se používá jen zřídka.



Parabolické zrcadlo sleduje pohyb Slunce a koncentruje jeho záření do ohniska, kde je Stirlingův motor, který vyrábí elektřinu, chlazením motoru lze získávat teplo

Malé větrné elektrárny

- Různé rotory a „větrníky“, které se větrem roztáčejí a vyrábí elektřinu.
- Vhodné jen pro lokality s dostatečnou větrností – v Plzeňském kraji je takových lokalit málo.
- Velké elektrárny ve velkých výškách nad zemí jsou podstatně efektivnější než malé (blízko u země fouká vítr podstatně méně).



Malá větrná elektrárna o výkonu 500 W (ENVIC, o.s.)

Malé vodní elektrárny

- Pomocí turbíny nebo vodního kola na vhodném vodním toku vyrábějí elektřinu.
- Efektivní a v ČR zavedená výroba elektřiny.
- Nevyužitých vhodných lokalit pro výstavbu malé vodní elektrárny je poměrně málo.



Malá vodní turbína pro velmi malé spády a průtoky (Ing. Miroslav Štěrba – MIRIS / Foto: Jiří Spousta)

Technická zařízení budov – zdroje energie pro dům

Kombinované zdroje tepla a elektřiny

Produkují současně teplo i elektřinu (tzv. kogenerace). Kombinovaná výroba tepla a elektřiny je podstatně energeticky efektivnější než oddělená výroba. Pro rodinné a bytové domy se používají jednotky nízkých výkonů zvané mikrokogenerační jednotky.

Mikrokogenerační jednotky

- S tepelným motorem spalující např. zemní plyn, propan-butan, topné oleje, biomasu.
- S palivovým článkem na vodík, existují i palivové články na zemní plyn.



Mikrokogenerační jednotka s palivovým článkem na zemní plyn (www.ecobuild.co.uk)



Ocelový radiátor využitelný pro teplotní spád cca 50/40 °C. Nízkoteplotní ocelové radiátory jsou velmi podobné vysokoteplotním, jen musí mít větší plochu (Vendula Zemková)



Pro ještě nižší teploty (35/25 °C) nelze použít radiátory (jejich plocha by byla příliš velká) a místo nich se využívá podlahové nebo stěnové vytápění (ROKOV Technology s.r.o.)



Do nízkoteplotní topné soustavy lze zapojit i větrací jednotku – teplou vodou je (prostřednictvím tepelného výměníku) ohříván vzduch dodávaný větrací jednotkou do místností (Atrea s.r.o.)

Topné soustavy

Vše co od kotle vede teplo dále do domu a předává teplo do místností (potrubí, topná tělesa atd.) nazýváme topnou soustavou. Topná soustava může být vysokoteplotní nebo nízkoteplotní. Pro nízkoenergetické a pasivní domy se používají topné soustavy nízkoteplotní.

Vysokoteplotní topná soustava

Pracuje s teplotním spádem cca 80/70 °C – topná voda má teplotu cca 80 °C, voda, která se vrací zpět ke kotli (tzv. „zpátečka“) má teplotu cca 70 °C.

Nízkoteplotní topná soustava

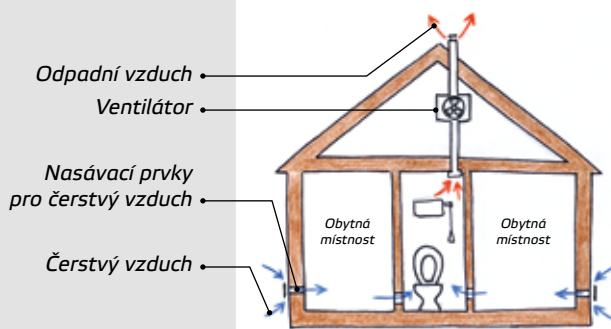
Pracuje s teplotním spádem cca 50/40 °C (při použití radiátorů), ale výhodnější jsou soustavy s ještě nižším teplotním spádem 35/25 °C – možné použít pro podlahové nebo stěnové vytápění.

Čím nižší je teplota topné vody, tím efektivněji v ní mohou pracovat obnovitelné zdroje energie – např. solární kolektory nebo tepelná čerpadla.

Větrací systémy

Nucené podtlakové větrání

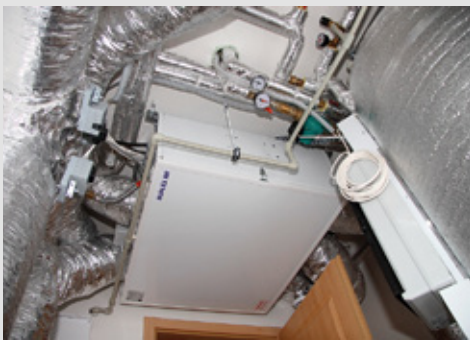
V domě je instalován odsávací ventilátor, který v domě vytváří podtlak. Díky podtlaku pak přívodními prvky ve stěnách může proudit čerstvý vzduch z exteriéru. Otáčky ventilátoru jsou řízeny podle potřeby větrání. Přívodní prvky by měli být uzavíratelné, tepelně izolované a s úpravou proti prachu a hluku z exteriéru.



Na obrázku na předchozí straně je podtlakové větrání bez zpětného získávání tepla. Podobné řešení je možné též použít i v bytových domech. Na jedno stoupačí potrubí s ventilátorem je pak napojeno více místností ve více patrech. Nelze použít v lokalitách s vyšším radonovým indexem.

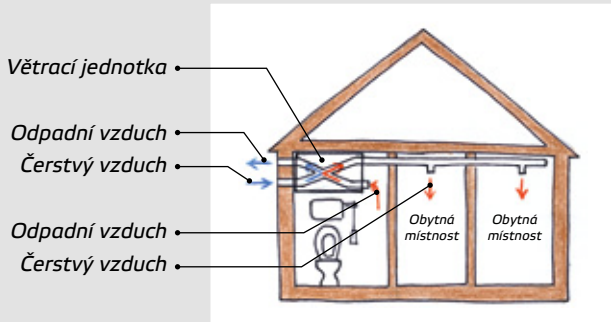
Nucené rovnotlaké větrání se zpětným získáváním tepla (rekuperací tepla)

V domě je instalována větrací jednotka se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu. Dále jsou instalovány rozvody pro odsávání odpadního a přivádění čerstvého vzduchu.



Větrací jednotka se zpětným získáváním tepla a možností dohřevu vzduchu (ENVIC, o.s.)

Větrání se zpětným získáváním tepla (rekuperací tepla). Podobné řešení je možné použít i v bytových domech. V každém bytě je jedna větrací jednotka, potrubí pro nasávání a odvádění vzduchu je pak společné.



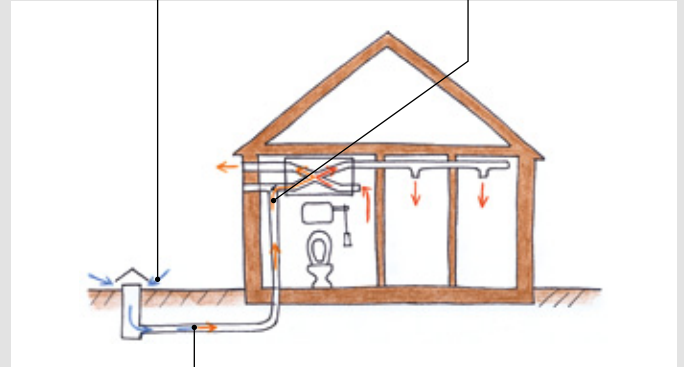
Kolektory / registry tepla pro větrací jednotky

Venkovní vzduch vstupující do větrací jednotky je v zimě velmi chladný a v létě naopak velmi teplý. V zimě by pak proudil do místnosti poměrně chladný větrací vzduch, navíc v mrazech by mohl zamrznat rekuperační výměník jednotky. Pro úpravu teploty vzduchu je možné použít zemní kolektor / registr.

Zemní vzduchový kolektor

Chladný venkovní vzduch vstupuje do podzemního potrubí, kde je v zimě obvykle vyšší teplota než venku (teplota zeminy cca 5–9°C). Zde se vzduch průchodem potrubím předehřívá a vstupuje do větrací jednotky. V zimě je vzduch vstupující do domu předehříván a v létě naopak předchlazován. U vzduchového kolektoru je nebezpečí nětěsností, nasávání půdního vzduchu, zaplavení apod. – proto se více začínají používat kapalinové kolektory.

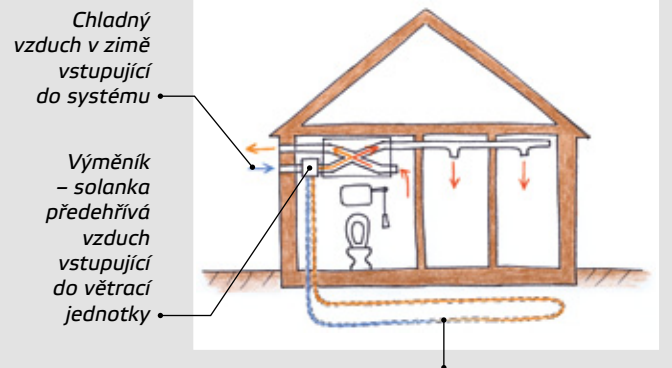
Chladný vzduch v zimě vstupující do zemního kolektoru Předehřátý vzduch vstupuje do větrací jednotky



Průchodem podzemní trubkou se vzduch v zimě předehřívá

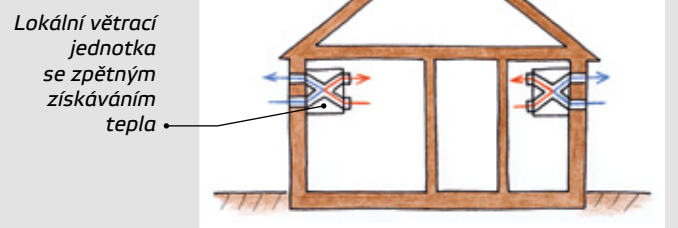
Zemní kapalinový kolektor

V zemním kolektoru (plastovém potrubí), umístěném kolem základů domu proudí nezamrzající kapalina (např. solanka), která se průchodem zemním potrubím zahřívá. Solanka proudí přes výměník, kterým zároveň prochází vstupní chladný vzduch a teplem ze solanky je předehříván před vstupem do větrací jednotky. V létě kolektor ochlazuje teplý vzduch vstupující do jednotky.



Lokální větrací systém se zpětným získáváním tepla

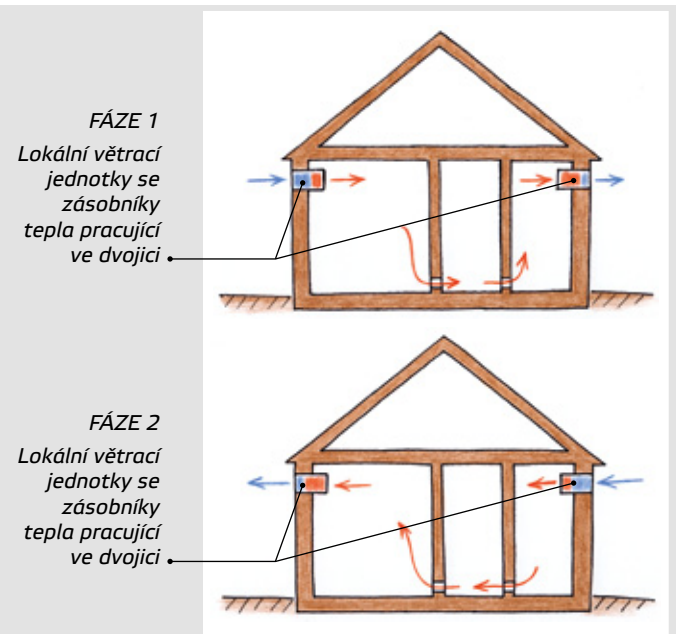
Ve vybraných větracích místnostech jsou umístěny lokální větrací jednotky. Oproti centrálním jednotkám nejsou třeba rozvody vzduchu. Obvyklým problémem je malá vzdálenost mezi nasávacím a vypouštěcím otvorem na fasádě.



Technická zařízení budov – zdroje energie pro dům

Lokální větrací systém se zpětným získáváním tepla (s akumulační hmotou)

Lokální větrací jednotky pracují ve dvojicích. Každá jednotka obsahuje zásobník tepla.

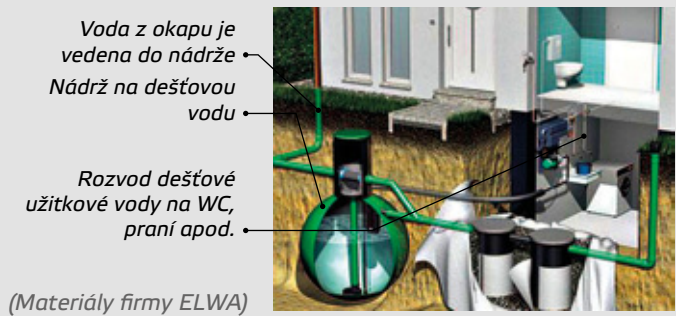


- **Fáze 1:** Jedna jednotka nasává čerstvý vzduch, ohřívá jej (teplem ze zásobníku) a vpouští do místnosti. Druhá jednotka teplým vzduchem z místnosti ohřívá svůj zásobník tepla a vzduch vypouští ven.
- **Fáze 2:** Po určité době (desítky sekund až minuty) se funkce obou jednotek prohodí

System musí být kombinován s podtlakovým odsáváním z WC, koupelny apod.

Systémy zachytávání a využívání dešťové vody

V mnoha domech se děje docela nelogická věc – náročně čištěná a velmi kvalitní pitná voda se používá na splachování záchodu, mytí auta, úklid, zalévání zahrady atd. Přitom pro tato použití stačí podstatně méně kvalitní a méně čištěná voda – např. dešťová. Dešťová voda je po filtraci uchovávána v nádrži odkud může být oddělenými rozvody vody vedena na místa spotřeby – zahradní hadice, splachování WC, praní atd.



Domovní čistírny odpadních vod

Odpadní vodu z kuchyně, koupelny, WC je nutné před vypuštěním do řeky nebo vsáknutím vyčistit. Pokud není v místě stavby kanalizace s napojením na obecní čistírnu odpadních vod (ČOV) je třeba pořídit domovní ČOV. Nejčastěji jsou používány klasické mechanicko-biologické čistírny, které se liší podle technologie čištění – ČOV s biofiltry, ČOV s biodisky, ČOV s aktivační nádrží.

Alternativou šetrnější k životnímu prostředí je kořenová čistírna odpadních vod (KČOV).



Kořenová čistírna odpadních vod u rodinného domu. V štěrku zaplaveném odpadními vodami rostou mokřadní rostliny (orobinec, chrastice, rákos, kosatec). Na jejich kořenech žijí bakterie, které rozkládají nečistoty v odpadních vodách a vodu tak čistí (Jan Vymazal)

K čemu to je?

Současná technická zařízení budov musí splňovat úplně jiné požadavky než dříve. Potřebujeme například zdroje tepla velmi malých výkonů, jejich výbornou regulaci, automatický provoz, schopnost reagovat na solární zisky apod.

Kromě zdrojů energie, je dobré se věnovat i dalším technickým zařízením šetrnějším k životnímu prostředí – jako jsou například kořenové čistírny odpadních vod, systémy pro využívání dešťové vody apod.

Další informace a zajímavosti

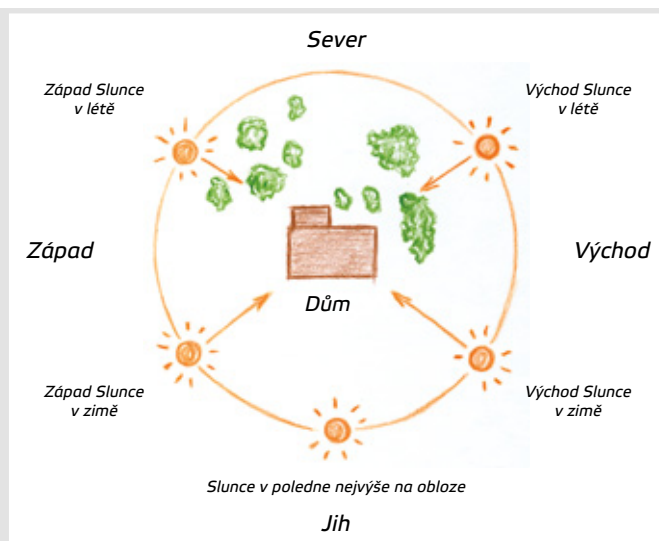
- Mnoho informací o technických zařízeních budov lze nalézt na www.tzb-info.cz.

Hlavní zásady navrhování nízkoenergetických a pasivních domů

Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství a Stavební obnova

Návrh domů šetrných k životnímu prostředí vyžaduje nové přístupy. Jaké jsou hlavní zásady návrhu domů energeticky úsporných a šetrných k životnímu prostředí?

Orientace stavby a umístění na pozemku



Proč řešíme orientaci domu ke světovým stranám?

Slunce může efektivně přitápět dům prostřednictvím oken (říká se tomu solární zisky). Bez dostatečných solárních zisků nelze dosáhnout standardu pasivního domu. Sluneční záření využijeme zejména na jižní a částečně na východní a západní straně domu. Je proto třeba zajistit, aby z těchto směrů nic dům nestínilo. Je nutné důrazně dbát na orientaci oken a jejich velikost vzhledem ke světovým stranám.

Slunce v poledne
v létě cca 65°
nad obzorem



Slunce v poledne
v zimě cca 16°
nad obzorem



V zimě (kdy potřebujeme tepla od Slunce pro dům nejvíce) je Slunce na obloze nejnižší. Objekty, které v létě nestíní, mohou stínit v zimě a znemožnit využívání solárních zisků. Nízké objekty na jižní straně nestíní, pokud je jejich výška vhodně zvolena.

Návrh stínících prvků: velmi jednoduchý přesah střechy v létě brání Slunci proniknout oknem do domu a naopak v zimě Slunci nebrání a to může interiér ohřívat.

Hlavní zásady návrhu

- obvykle jižní orientace domu
- minimalizovat možnost zastíňování od jihovýchodu až k jihu-západu (vegetace a vyšší objekty mohou být na severu)
- ideálně pozemek rovný nebo svažité k jihu
- stínící prvky, které v létě stíní a v zimě propouští Slunce do domu

Tvar a dispozice domu

- Jednoduchý kompaktní tvar (složitý tvar způsobuje větší tepelné ztráty)
- Největší plochy oken na jižní straně, nejmenší na severní
- Obvykle bez střešních oken (střešní okno způsobuje přehřívání v létě a výrazné tepelné ztráty v zimě)
- Obytné místnosti – jižní část domu
- Chodby, technické místnosti, ložnice, WC – severní část domu
- Největší plochy oken na jižní straně, nejmenší na severní (případně žádné)

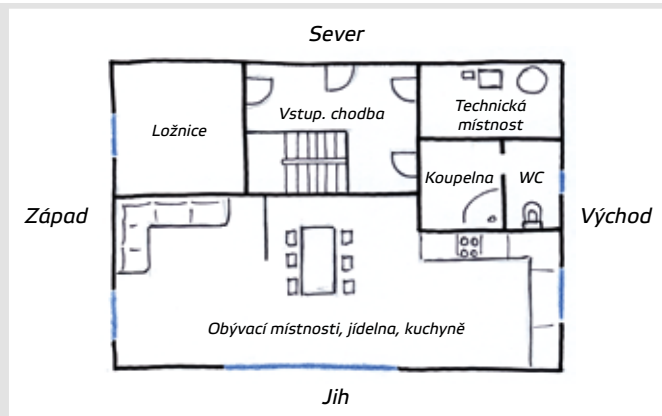


(ENVIC, o.s.)

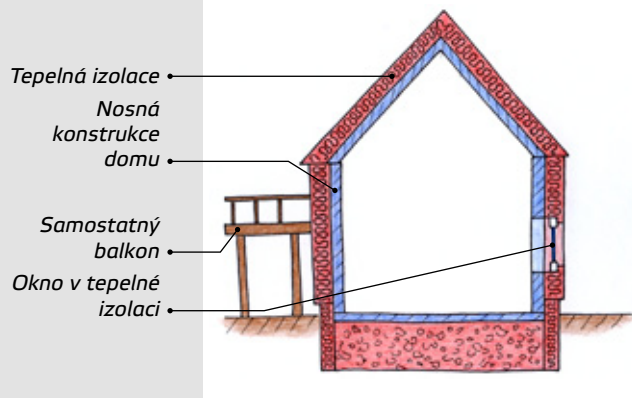


(Kalksandstein CZ,
s.r.o.)

Hlavní zásady navrhování nízkoenergetických a pasivních domů



Tepelná izolace (na obrázku červeně) kompletně „obaluje“ celý dům. Pod základovou deskou domu je vrstva např. drčeného pěnoskla, které plní funkci tepelné izolace. Balkon je samonosný, umístěný mimo vrstvu tepelné izolace domu. Okno je umístěno v tepelné izolaci.



Tepelně-technické vlastnosti konstrukcí

Hodnoty součinitele prostupu tepla doporučené pro pasivní domy. Tloušťka udává přibližnou tloušťku tepelné izolace, která je potřeba pro dosažení uvedeného součinitele prostupu tepla.

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K]	Přibližná tloušťka tepelné izolace obvyklých parametrů
Obvodová stěna	0,12	30–35 cm
Střecha plochá a šikmá	0,08	50 cm
Podlaha přilehlá k zemině	0,15	25–30 cm
Okno	0,8	–

Okna by měly mít celkovou energetickou propustnost solárního záření g ≥ 0,6.

Vnitřní tepelné zisky

Lidé, elektrické spotřebiče, svítidla atd. vyzařují teplo, které pomáhá dům „přítápět“ – říkáme tomu vnitřní tepelné zisky. Bez dostatečných vnitřních zisků není možné nikdy dosáhnout standardu pasivního domu.

Minimalizace tepelných mostů

Tepelnými mosty nazýváme místa v obvodových konstrukcích, která jsou méně tepelně izolována a prochází jimi více tepla do exteriéru. Tepelným mostem může být napojení stěn na základy, osazení okna do stěny, může jím být balkon, který přímo navazuje na konstrukci domu apod.

Vzduchotěsnost domu

Vzduchotěsnost a vzduchotěsnící vrstvy jsou popsány v učebním materiálu pro 2. ročník, předmět KONSTRUKCE – kapitola „Stavební izolace“.

Větrání objektu

Ve vzduchotěsném domě je nutné řešit vhodné větrání. Větráním zároveň s vyvětrávaným vzduchem uniká značné množství tepla. Proto jsou pro energeticky úspěšné domy navrhovány systémy nuceného řízeného větrání obvykle se zpětným získáváním tepla.

Hlavní způsoby větrání

Větrání otevíráním oken

Historicky nevyužívanější a nejjednodušší způsob. Ve velmi těsných domech však nedostatečný (nelze např. otevírat okno několikrát za noc, aby bylo správně vyvětráno), zároveň energeticky neúspěšný (s vyvětrávaným vzduchem odchází bez užítku i teplo).



Nucené podtlakové větrání

Nucené rovnotlaké větrání se zpětným získáváním tepla

Těmito větracími systémy se věnuje učební materiál pro 3. ročník, předmět KONSTRUKCE – kapitola „Technická zařízení budov“.

Využití alternativních a obnovitelných zdrojů energie

Je popsáno v učebním materiálu pro 3. ročník, předmět KONSTRUKCE – kapitola „Technická zařízení budov“.

Další komponenty a technologie šetrné k životnímu prostředí

Kořenová čistírna odpadních vod

Je popsána v učebním materiálu pro 3. ročník, předmět KONSTRUKCE – kapitola „Technická zařízení budov“.

Hlavní zásady navrhování nízkoenergetických a pasivních domů Projektová dokumentace rodinného domů

Systém využívání dešťové vody

Je popsán v učebním materiálu pro 3. ročník, předmět KONSTRUKCE – kapitola „Technická zařízení budov“.

Systémy zadržování dešťové vody

Jsou popsány v učebním materiálu pro 2. ročník, předmět STAVEBNÍ TECHNOLOGIE – kapitola „Technologie zadržování dešťové vody“.

Tepelné izolace a materiály šetrné k životnímu prostředí

Jsou popsány v učebním materiálu pro 1. ročník, předmět STAVEBNÍ TECHNOLOGIE – kapitola „Vliv stavebních materiálů na životní prostředí“.

Projektová dokumentace rodinného domu

Učební text pro zaměření Pozemní stavitelství a Stavební obnova



(ENVIC, o.s.)

U rodinných domů je postupná snaha o snižování spotřeby energie a zavádění prvků šetrnějších k životnímu prostředí. Například dle směrnice Evropské komise (tzv. EPBD II) mají být od roku 2020 všechny nové budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

Čím se řídit při návrhu těchto domů je uvedeno v učebních materiálech pro 3. ročník, předmět PROJEKT – kapitola „**Hlavní zásady navrhování nízkoenergetických a pasivních domů**“.

Dům, který budeme navrhovat by měl splňovat alespoň nízkoenergetický standard. Vynikající bude, pokud dům bude splňovat dokonce pasivní standard.

Nízkoenergetický dům

Požadovaná měrná potřeba tepla pro vytápění: $\leq 50 \text{ kWh/m}^2$ vytápěné podlahové plochy za rok.

Doporučené tepelně-izolační vlastnosti jednotlivých konstrukcí

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K]	Přibližná tloušťka tepelné izolace obvyklých parametrů
Obvodová stěna	0,17–0,19	22–25 cm
Střecha plochá a šikmá	0,11–0,12	35–40 cm
Podlaha přilehlá k zemině	0,2–0,23	18–20 cm
Okno	0,8–0,9	–

Hodnoty U v tabulce odpovídají 2/3–3/4 hodnot doporučených normou ČSN 73 0540.

Další požadavky

Neprůvzdušnost obálky budovy	$n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$
Účinnost zpětného získávání tepla (z vyvětrávaného vzduchu)	$\eta \geq 75 \%$

Projektová dokumentace rodinného domu

Pasivní dům

Požadovaná měrná potřeba tepla pro vytápění: $\leq 20 \text{ kWh/m}^2$ vytápěné podlahové plochy za rok.

Doporučeno: $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$ za rok, což je i mezinárodně uznávaná hodnota.

Doporučené tepelně-izolační vlastnosti jednotlivých konstrukcí

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K]	Přibližná tloušťka tepelné izolace obvyklých parametrů
Obvodová stěna	0,12	30–35 cm
Střecha plochá a šikmá	0,08	50 cm
Podlaha přilehlá k zemině	0,15	25–30 cm
Okno	0,8	–

Okna by měly mít celkovou energetickou propustnost solárního záření $g \geq 0,6$.

Další požadavky

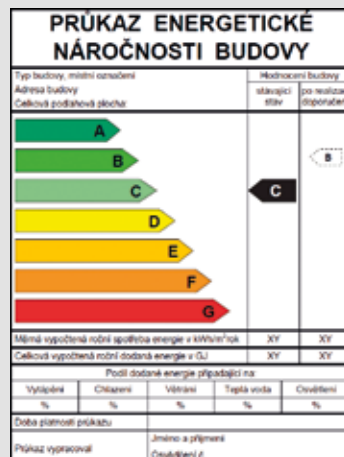
Neprůvzdušnost obálky budovy	$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
Účinnost zpětného získávání tepla (větrání)	$\eta \geq 75\%$
Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů	PEA $\leq 60 \text{ kWh/m}^2$ za rok

Potřeba tepla na vytápění

- starší stavby: **180–500 kWh/m² za rok**
- současné novostavby: **80–140 kWh/m² za rok**

Průkaz energetické náročnosti budovy

U všech nových budov je povinnost vystavit tzv. průkaz energetické náročnosti budovy (PENB). Budova se vždy zařadí do třídy energetické náročnosti (A–G) podle celkové roční spotřeby energie v budově. Do celkové roční spotřeby se promítá nejen kvalita stavebního řešení, ale i typ a množství spotřebičů, způsob ohřevu teplé vody apod.



Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy převzatá z vyhlášky 148/2007

Příklady environmentálně šetrných rodinných domů

Soubor 12 pasivních domů v Koberově



(ENVIC, o.s.)

- Dokončení 2007
- Provedení: lehké dřevostavby s omítkou, případně s dřevěným obložení
- Užitná plocha: 135–180 m²
- Stěny: tepelná izolace z minerální vlny 40 cm, U = 0,11
- Okna: trojskla
- V každém domě centrální větrací jednotka s rekuperací tepla a dohřevem vzduchu
- Cirkulační zemní vzduchový výměník
- Solární kolektory, krb, topné patry – nahřívají integrovaný zásobník tepla
- Radiátor pouze v koupelně – žebřík s vlastním termostatem

- Na některých přístavcích realizována vegetační střecha
- Výpočtová potřeba tepla na vytápění: **15 kWh/m² za rok**
- Jeden z domů funguje jako školicí středisko – na střeše FV systém 8,8 kWp

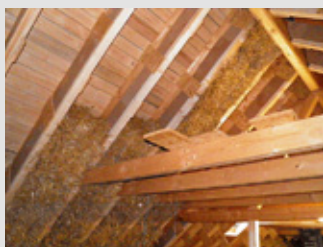
Soubor 14 pasivních domů v Dobřanech



(Ing. Zdeněk Baxa)

- Na konci roku 2011 dva ze 14 domů dokončeny
- Provedení: masivní zděné stavby z vápenopískových cihel s vnější tepelnou izolací
- Užitná plocha: cca 150 m²
- Stěny: vápenopískové cihly, tepelná izolace z šedého polystyrenu 26 cm, $U = 0,117$
- Střecha: plochá železobetonová, tepelná izolace z minerální vlny 40–52 cm
- Podlaha: tepelná izolace podlahovým polystyrenem 20 cm
- Okna: trojskla, $U = 0,8$, celková propustnost slunečního záření $g = 0,6$
- V každém domě centrální větrací jednotka s rekuperací tepla bez dohřevu vzduchu
- Zemní vzduchový výměník
- Solární kolektory, topné patry – nahřívají centrální zásobník tepla
- Podlahové vytápění
- Výpočtová potřeba tepla na vytápění: **17 kWh/m² za rok (dle PHPP 2007)**

Nízkoenergetický rodinný dům Oucmanice



- Dokončení 2011
- Provedení: lehká dřevostavba, tepelně izolovaná slaměnými balíky s vnitřními a vnějšími hliněnými omítkami
- Stěny: tepelná izolace ze slaměných balíků 50 cm (stěbla kolmo na stěnu), vnitřní hliněná omítka 15 cm vnější hliněná omítka 5 cm (nebo dřevěný obklad)
- Střecha: tepelná izolace ze slaměných balíků 40 cm (stěbla podélně)
- Základy: násyp z drčeného pěnoscila pod základovou deskou
- Okna: trojskla
- Kotel na dřevo a topná soustava s radiátory
- Decentrální větrací jednotky s rekuperací tepla (bez dohřevu vzduchu)
- Kořenová čistírna odpadních vod



(Michaela Míková)

Pasivní rodinný dům Kostomlaty nad Labem

- Dokončení 2008
- Užitná plocha: cca 110 m²
- Provedení: lehká dřevostavba, tepelně izolovaná měkkými dřevovláknitými deskami
- Stěny: tepelná izolace z dřevovláknitých desek 30 cm
- Střecha: tepelná izolace z dřevovláknitých desek 45 cm, vegetační střecha
- Podlaha: tepelná izolace z dřevovláknitých desek 50 cm

Projektová dokumentace rodinného domu

- Základy: pilíře
- Okna: trojskla, $U = 0,8$
- Centrální větrání se zpětným získáváním tepla a dohřevem vzduchu
- Zemní vzduchový výměník
- Integrovaný zásobník tepla, solární kolektory, krbová kamna
- Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,33 \text{ h}^{-1}$
- Výpočtová potřeba tepla na vytápění: **20 kWh/m² za rok**

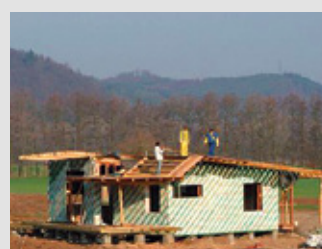


(Jan Brotánek a ENVIC, o.s.)



Pasivní rodinný dům Hradčany

- Dokončení 2007
- Provedení: lehká dřevostavba, tepelně izolovaná fukanou mineralizovanou celulózou
- Užitná plocha: cca 110 m²
- Stěny: tepelná izolace z fukané celulózy 35 cm
- Hliněné omítky
- Základy: pilíře
- Okna: trojskla
- Vnitřní příčky z plných nepálených cihel
- Centrální větrání se zpětným získáváním tepla a dohřevem vzduchu
- Zemní vzduchový výměník
- Integrovaný zásobník tepla, solární kolektory, krbová kamna na pelety
- Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,71 \text{ h}^{-1}$
- Výpočtová potřeba tepla na vytápění: **18,4 kWh/m² za rok**



(RIGI stavební společnost)

© 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.

