

Základní principy konceptu pasivního domu

Ing. Jan Bárta, Centrum pasivního domu

Přímá 14, 642 00 Brno

Tel: +420 732 121 651, e-mail: jan.barta@pasivnidomy.cz

1. Úvod

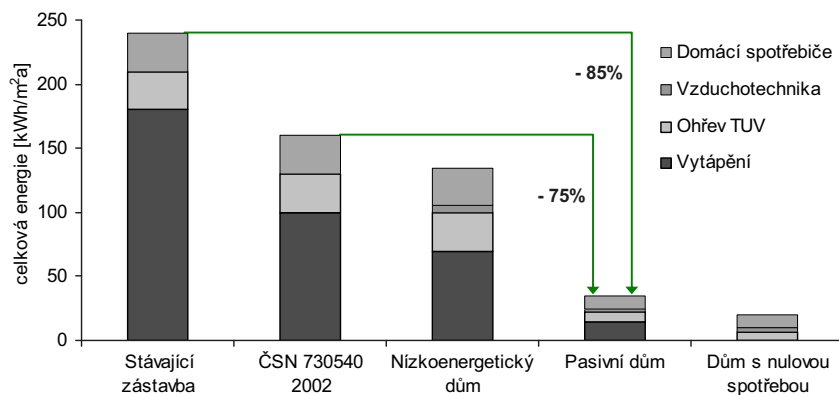
Pasivní domy jsou budovy zajišťující příjemné vnitřní prostředí v létě i v zimě bez použití klasického vytápěcího systému. Oproti stávajícím budovám, které jsou spíše tepelnými zářiči, spotřebují o 85-90 % méně energie. Oproti novostavbám splňujícím současné národní normy a předpisy činí tato úspora až tři čtvrtiny. V současnosti vývoj v této oblasti probíhá nejrychleji v Německu a Rakousku, u našich nejbližších sousedů, kteří mají obdobné klimatické podmínky a kde jsou velmi podobné stavební tradice.

V době vzrůstajících nároků na kvalitu bydlení je především velmi důležitá pohoda prostředí: „Konečně mám teplé nohy“ pochvalují si obyvatelé pasivních domů, protože vysoký stupeň zateplení s sebou přináší výtečnou tepelnou pohodu. Větrací systém neustále zajišťuje čistý čerstvý vzduch v celém domě, aniž by vznikl průvan. Díky vzduchotěsné obálce budovy bez tepelných mostů a díky neustálému větrání zůstávají konstrukce suché a bezporuchové. Vše dohromady zvyšuje kvalitu bydlení a hodnotu nemovitosti.

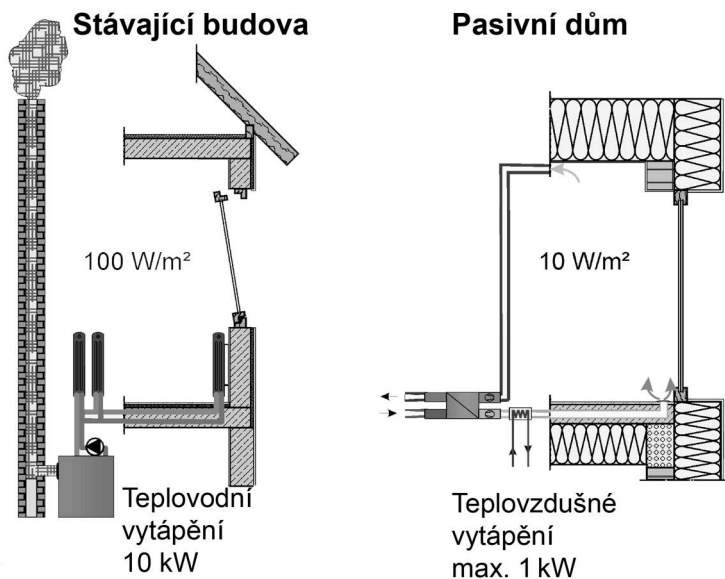
2. Pasivní dům

Termín **pasivní dům** se používá pro označení určitého standardu řešení budovy. Tohoto standardu lze dosáhnout použitím kombinace různých technologií, návrhů a materiálů. V podstatě lze mluvit o upřesnění a zdokonalení standardu nízkooenergetického domu.

Název „pasivní dům“ vychází z principu využívání pasivních tepelných zisků v budově. Jsou to externí zisky ze slunečního záření procházejícího okny a zisky interní – teplo vyzařované lidmi a spotřebiči. Díky velmi kvalitní tepelné izolaci tyto zisky „neutíkají ven“ a většinou postačí k zajištění příjemné vnitřní teploty po vytápěcí sezónu.



Obr. 1 Srovnání měrné spotřeby energie jednotlivých typů staveb. Zdroj: Passivhaus Institut



Obr. 2 Srovnání měrného topného příkonu budovy – oproti stávajícím budovám je v pasivním domě příkon až o 90 % nižší. Zdroj: Passivhaus Institut.

Výzkumem a dalším vývojem pasivních domů se pod vedením Dr. Wolfganga Feista zabývá v největší míře Passivhaus Institut v německém Darmstadtu. Výsledky výzkumů a zkušenosti zahrnuje do neustále aktualizovaného softwaru pro hodnocení pasivních domů Passivhaus Projektierungs Paket (7). Hodnoty a požadavky uvedené v této přednášce vychází z tohoto softwaru. Program přesně definuje i podlahovou plochu, ke které jsou všechny měrné hodnoty vztaženy.

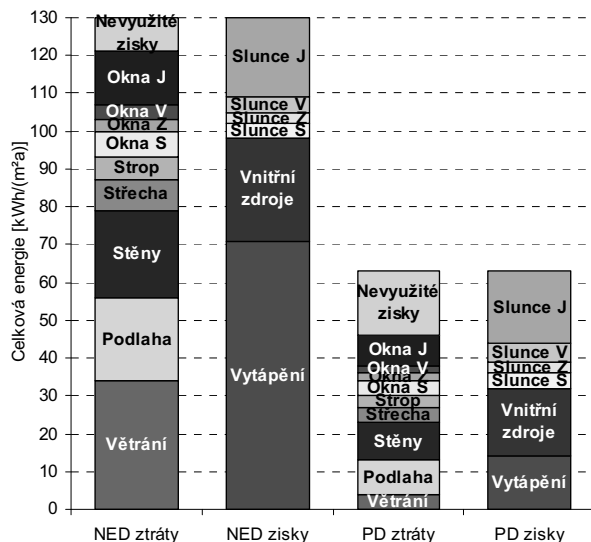
2.1. Základní úvaha

Dostatečné množství čerstvého vzduchu v budovách je zajištěno buď kombinací infiltrace a přirozeného větrání okny, nebo řízeným větráním. Infiltrací a větráním okny uniká nekontrolovatelné a dosti značné množství tepla. Proto od tohoto řešení mnozí obyvatelé a uživatelé budov částečně ustupují - utěsňují okna a méně větrají, bez zajištění jiného zdroje čerstvého vzduchu. Toto chování s sebou nese řadu problémů, např. vznik plísní, zvyšování koncentrace škodlivých látek, atd.

Základní myšlenka pasivního domu vychází z nutnosti řízeného větrání jako jediného způsobu, jak zamezit nekontrolovatelným ztrátám tepla a současně zajistit potřebnou kvalitu vnitřního prostředí. Rozvod čerstvého vzduchu lze pak využít k distribuci tepla místo klasické topné soustavy. Množství přiváděného tepla je ovšem omezeno množstvím čerstvého vzduchu a nízkou schopností tohoto vzduchu vést teplo. Při stanovení nejvyšší možné tepelné ztráty se vycházelo z požadavků německé normy DIN 1946, která požaduje 30 m³/h čerstvého vzduchu na osobu. Při uvažované podlahové ploše 30 m² na osobu připadá 1 m³ čerstvého vzduchu na 1 m² vytápěné plochy za hodinu. Aby nedocházelo ke spalování prachu na ohřivači, lze čerstvý vzduch dohřát nejvýše na 50°C. Obvyklá teplota vzduchu v interiéru je 20°C, nejvyšší teplotní rozdíl je tedy 30 K. Měrné teplo vzduchu je 0,33 Wh/(m³·K) a jedním krychlovým metrem vzduchu se tedy dodá do vytápěného prostoru teplo 10 Wh/h, což je právě hraniční hodnota topného výkonu 10 W/m². Tato hodnota je nezávislá na klimatických podmínkách, je rozhodující pro navrhování stavby a technických zařízení.

Shrnutí:

Množství čerstvého vzduchu	≈ 1 m ³ /(m ² vytápěné plochy)
Nejvyšší teplotní rozdíl	< 30 K
Maximální topný výkon	= 1 m ³ /m ² · 0,33 Wh/(m ³ ·K) · 30 K = 10 W/m²



Obr. 3 Energetická bilance v ročním období v nízkoenergetickém a pasivním domě.

V pasivním domě jsou tepelné ztráty tak nízké, že je lze pokrýt tepelnými zisky ze slunečního záření, vnitřních zdrojů a z dohřevu přiváděného čerstvého vzduchu.

Zdroj: Passivhaus Institut.

2.2. Kritéria pasivního domu

Pro pasivní domy byla stanovena tato kritéria (výpočet podle PHPP (7):

- roční měrná spotřeba tepla na vytápění nepřesáhne **15 kWh/(m²a)** – hodnota určená pro středoevropské klimatické podmínky. Je odlišná pro různé klimatické podmínky, množství přiváděného čerstvého vzduchu, způsob užívání budovy. V Římě bude tato hodnota nižší (např. 10 kWh/(m²a), v Skandinávii výrazně vyšší (např. 20 kWh/(m²a).
- celková neprůvzdušnost n_{50} nepřesáhne **0,6 h⁻¹**
- celková roční měrná spotřeba primární energie (veškerá energie uvolněná na krytí energetické potřeby domu) v evropských podmínkách nesmí překročit **120 kWh/(m²a)**

3. Základní principy

Koncept pasivního domu je založen na následujících dvou principech:

3.1. Optimalizace základních prvků

Základním principem konceptu pasivního domu je optimalizace základních prvků, jako jsou tvar budovy, orientace vzhledem ke světovým stranám, obvodové stěny, výplně otvorů, ventilační systém. Optimalizací těchto prvků lze dosáhnout stavu, kdy konvenční vytápěcí systém není nutný.

3.2. Minimalizace tepelných ztrát, maximalizace zisků

Druhým principem je minimalizace tepelných ztrát. Ztráty prostupem lze redukovat kvalitnější izolací obvodových stěn a výplní otvorů, ztráty ventilací pomocí vzducho-těsného uzavření budovy. Následně lze využívat tepelných zisků ze slunečního záření procházejícího okny a zisků interních – emise tepla lidmi a spotřebiči.

4. Tepelná ochrana

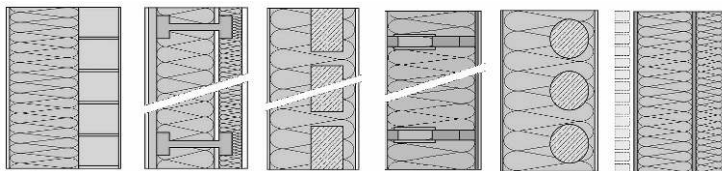
Nejlepší tepelnou ochranou je omezení tepelných ztrát objektu. Nejjednodušším způsobem je zmenšení ochlazovaných konstrukcí na minimum. Tento způsob přináší rovněž finanční úspory – čím méně konstrukcí, tím nižší jsou náklady na stavbu. Principy jsou všeobecně známé:

- kompaktní tvar budovy – co nejnížší poměr ochlazovaných konstrukcí k objemu budovy A/V (ideálním tvarem by byla budova ve tvaru koule)
- omezení volně stojících budov, upřednostňování řadové a blokové výstavby
- omezení složitých tvarů v obvodových ochlazovaných konstrukcích

Respektováním těchto zásad spolu s velmi kvalitní tepelnou izolací obvodového pláště budovy a utěsněním objektu lze výrazně snížit tepelné ztráty prostupem, čímž lze dosáhnout stavu, kdy nepotřebujeme klasický otopný systém. Vysoký stupeň tepelné izolace má také ostatní výhody. Zaručuje vysokou povrchovou teplotu vnitřních konstrukcí, kdy není nutno tyto konstrukce ohřívat aktivním zdrojem tepla. Díky nízkému rozdílu teploty povrchu a teploty vzduchu je zajištěna vysoká tepelná pohoda.

4.1. Obvodové konstrukce

Všechny neprůhledné obvodové konstrukce by měly být izolovány tak, aby součinitel prostupu tepla U byl nižší než $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. U konstrukcí střechy je lépe dosáhnout i hodnot nižších ($0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).



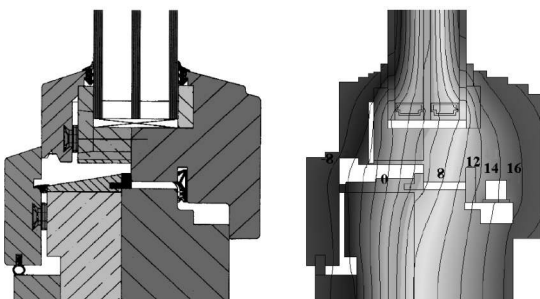
Obr. 4 Příklady typů obvodových konstrukcí vhodných pro pasivní domy – masivní konstrukce, dřevěný skelet, ztracené bednění.

Zkušenosti s realizací pasivních domů prokázaly, že je možné bez větších problémů používat běžně dostupné tepelné izolace (minerální a skelné vlny, PPS, apod.). V závislosti na použitém materiálu jsou tloušťky izolací 200 – 400 mm, v budoucnu lze očekávat dostupné materiály s nižšími hodnotami tepelné vodivosti (např. vakuové izolace).

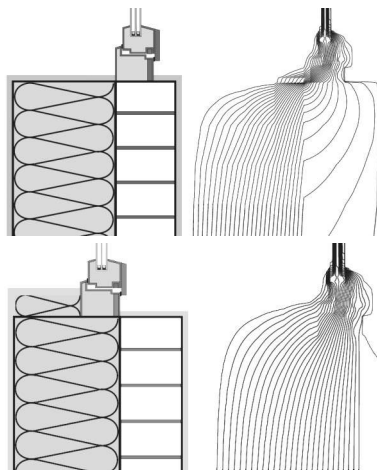
4.2. Výplně otvorů

Tepelné ztráty výplněmi otvorů musí být také velmi nízké. Nezbytné je použití zasklení s velmi nízkou hodnotou součinitele prostupu tepla U_g , které ovšem umožní dostatečné tepelné zisky. Současně musí být omezeny tepelné mosty v místě osazení skla do rámu a osazení okna do stěny.

Požadavky: zasklení $U_g < 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
okno standardní velikosti (1230x1480 mm) $U_w < 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
osazené okno $U_{w,\text{eff}} < 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
energetická bilance prosklení $U_g - 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)} \cdot g < 0$



Obr. 5 Příklad certifikovaného okna – okno OPTIWIN Drei3Holz
Zasklení: $U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Rám: $U_f = 0,73 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Osazení skla: $\psi_g = 0,035 \text{ W/(mK)}$
Okno: $U_w = 0,79 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Zdroj: OPTIWIN



Obr. 6 Význam osazení okna na jeho tepelně-technické vlastnosti
 $U_f = 0,55 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $\psi_{1+2} = 0,03 \text{ W/(mK)}$
 $\psi_{\text{osazení}} = 0,15 \text{ W/(mK)}$
 $U_{w,\text{eff}} = 1,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Doporučené osazení – překrytí rámu tepelnou izolací, osazení v rovině tepelné izolace

$U_f = 0,55 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $\psi_{1+2} = 0,03 \text{ W/(mK)}$
 $\psi_{\text{osazení}} = 0,005 \text{ W/(mK)}$
 $U_{w,\text{eff}} = 0,78 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Zdroj: Passivhaus Institut

4.3. Tepelné mosty

Tepelný most je místo v konstrukci, kde dochází k větším tepelným tokům než v bezprostředním okolí tohoto místa. Tepelné ztráty tepelnými mosty tvoří u vysoce izolovaných staveb významnou část celkových ztrát. Při návrhu pasivního domu je třeba vyvarovat se tepelných mostů dodržением základních pravidel:

- pokud možno nepřerušovat izolační vrstvu

- v případě nutnosti přerušení tepelné izolace používat materiály s velmi nízkým součinitelem tepelné vodivosti (pórobeton, dřevo, ...)
- spáry v izolační vrstvě překrýt další vrstvou
- návrh konstrukcí vhodných geometrických tvarů (oblouk, tupý úhel, ...)

Při výpočtu tepelných mostů se pro pasivní domy používají větší rozměry, což vede ke zjednodušení výpočtu. V některých případech tento způsob výpočtu vede k zápornému lineárnímu součiniteli prostupu tepla ψ .

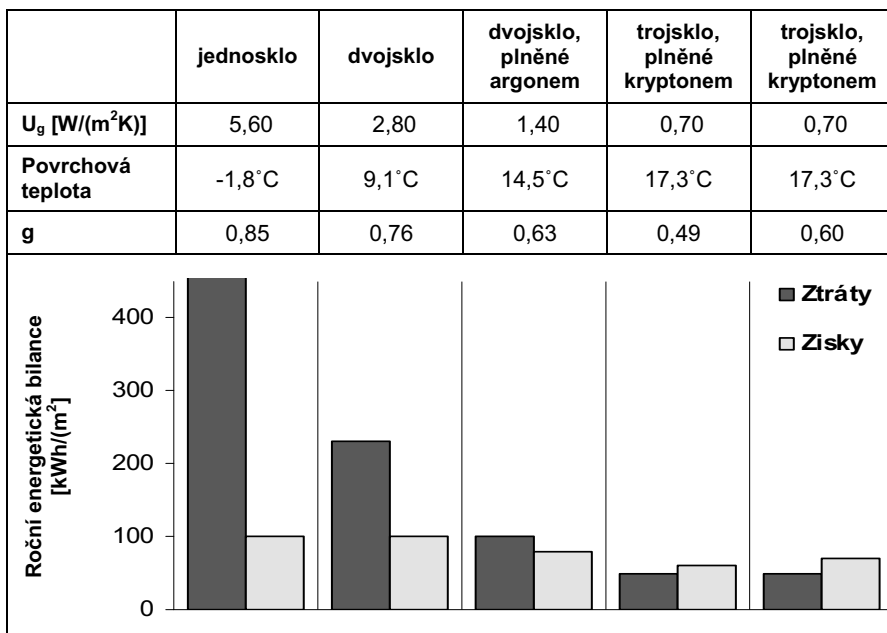
Celkovou tepelnou ztrátu budovy pak tvoří tepelné ztráty obvodovými konstrukcemi a ztráty tepelnými mosty. Konstrukce bez tepelných mostů je taková, kde jsou ztráty tepelnými mosty menší nebo rovny nule. V tomto případě lze výpočet celkových ztrát zjednodušit a tepelné mosty neuvažovat. Kvůli zjednodušení jsou v celkovém výpočtu zohledňovány pouze tepelné mosty, jejichž $\psi_a \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$, vztaženo k největším rozměrům. Podrobnější informace lze nalézt v publikaci Wärmebrückenfreies Konstruieren (8).

5. Pasivní solární zisky

Okna v pasivním domě slouží jako sluneční kolektor, solární zisky okny jsou významným příspěvkem k pokrytí tepelných ztrát objektu. Cílem ovšem není získat co nejvíce sluneční energie za každou cenu, ale snížit potřebu tepla na vytápění. Rozhodujícím obdobím pro vytápění jsou zimní měsíce (prosinec–únor), po zbytek roku aktivní vytápění není zapotřebí. Bohužel právě v těchto zimních měsících je sluneční záření nejmenší.

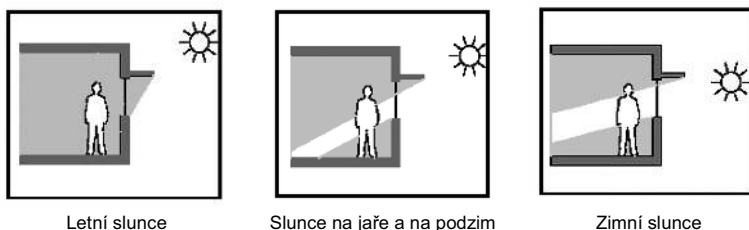
Pro zajištění pasivních zisků ze slunečního záření platí zásady:

- použití zasklení s velmi nízkou hodnotou součinitele prostupu tepla U_g , které ovšem umožní dostatečné tepelné zisky díky vysoké propustnosti slunečního záření
- minimalizace tepelných ztrát tepelnými mosty v místě osazení skla do rámu a osazení rámu do stěny
- vhodná orientace prosklených ploch – ideální je jižní orientace – bez zastínění. Zastíněná okna nemohou sloužit jako kolektor, stále však mají vysoké tepelné ztráty



Obr. 7 Srovnání roční energetické bilance zasklení. Povrchová teplota se vztahuje k venkovní teplotě -10°C a vnitřní teplotě 20°C. Zdroj: Passivhaus Institut.

Kvalita zasklení je v pasivním domě důležitější než množství prosklené plochy. Úspory energie díky pasivním solárním ziskům okny výrazně rostou až do 40 % prosklené plochy v jižní fasádě. Další zvětšování oken dále nevede k významným úsporám, navíc kvůli přebytkům slunečního tepla dochází i v zimě k přehřívání interiéru.



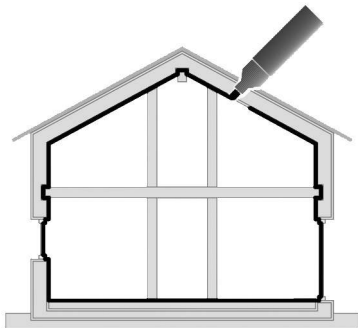
Obr. 8 Solární zisky okny v jižní fasádě – v letním období stojí Slunce vysoko nad obzorem, vodorovné zastínění nad oknem brání přehřívání interiéru. V zimním období pronikají sluneční paprsky díky nízkému Slunci hluboko do interiéru. Díky téměř kolmému dopadu paprsků na sklo se na rozdíl od letního období paprsky neodráží, nýbrž prochází do místnosti.

6. Neprůvzdušnost

Cílem je dosažení extrémní vzduchotěsnosti obvodového pláště budovy. Styky jednotlivých stavebních dílů musí být bezchybně utěsněny. Výměna vzduchu stanovená

měřením při rozdílu barometrického tlaku 50 Pa by měla dosahovat hodnoty $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$. Pro srovnání – současné běžné domy vykazují hodnotu 3 h^{-1} i více.

U masivní stavby vzduchotěsnost zajišťí kvalitně provedená vnitřní omítka. Musí být pečlivě napojena na ostatní konstrukce (hrubá podlaha, neomítnutá konstrukce stropu) s dodatečným utěsněním spáry. Velkou pozornost je třeba věnovat také prostupům v omítce a zejména utěsnění napojení omítky na rámy výplní otvorů. U ostatních konstrukcí je třeba neprůvzdušnost zajistit dodatečnou vzduchotěsnou vrstvou s důrazem na kvalitu provedení spojů. Pro prostupy a výplně otvorů platí totéž co pro vnitřní omítku.



Obr. 9 Neprůvzdušnost

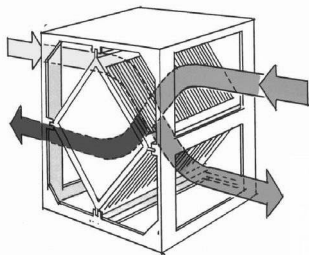
Vzduchotěsná vrstva musí proběhnout okolo celého vnitřního objemu budovy.

Zdroj: Passivhaus Institut

7. Větrání

Čerstvý vzduch má zásadní vliv na kvalitu vnitřního prostředí. Pro pasivní dům je přirozené větrání v zimním období nevhodné kvůli značným a nekontrolovatelným tepelným ztrátám. K distribuci čerstvého vzduchu a tepla se použije nucené větrání s instalovanou jednotkou pro zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu (rekuperaci) a instalovaným přídatným zařízením pro dohřev čerstvého vzduchu v období velmi nízkých venkovních teplot. Zkušenosti s používáním řízeného větrání v nízkoenergetických a pasivních domech vedou k následujícím doporučením:

- obvodový plášť musí být vzduchotěsný
- zpětné získávání tepla musí být vysoce účinné, účinnost rekuperátoru musí být **vyšší než 75 %**
- spotřeba energie na provoz vzduchotechnické jednotky (ventilátory, dohřev vzduchu, řídicí jednotka) musí být velmi nízký
- doporučuje se rozdělení budovy na tři zóny – přívod vzduchu (obytné místnosti), transport vzduchu (chodby, schodiště) a odtah odpadního vzduchu (koupelna, WC, kuchyň)
- rozvody by měly být co nejkratší, není nutný přívod čerstvého teplého vzduchu u oken. Při použití kvalitních oken není zapotřebí vytvářet před nimi tepelnou clonu, i bez ní je povrchová teplota vyšší než rosný bod. Teplo je distribuováno budovou rovnoměrně.



Obr. 10 Rekuperační výměník tepla

Rekuperace, neboli zpětné získávání tepla je děj, při němž se přiváděný vzduch do budovy předehřívá teplým odpadním vzduchem. Teplý vzduch není tedy bez užitku odveden otevřeným oknem ven, ale v rekuperačním výměníku odevzdá většinu svého tepla přiváděnému vzduchu.

Účinnost rekuperátoru v pasivním domě musí být alespoň 75 %.

Hlavním úkolem řízeného větrání je zajištění kvalitního vzduchu a distribuce tepla. Proto musí být řízené větrání navrženo i provedeno bezvadně, s ohledem především na rychlost proudění vzduchu v místnosti, hlučnost a filtraci čerstvého vzduchu.

Pro přívod čerstvého vzduchu do budovy se osvědčilo předehřívání (v létě ochlazování) vzduchu v zemním registru. Zemní registr je zjednodušeně potrubí (případně soustava potrubí) uložené v zemi, kterým se přivádí čerstvý vzduch do vzduchotechnické jednotky. Využívá relativně stabilní teploty země v nezámrzné hloubce. V zimě se přiváděný vzduch ohřívá (omezuje se také namrzání výměníku), v létě ochlazuje.

8. Doplnkové zdroje tepla, příprava teplé vody

Roční potřeba tepla na vytápění není v pasivním domě nulová, ale je velmi nízká. Dynamické simulace, stejně jako praktické zkušenosti, potvrdily, že maximální potřebný příkon tepla během nejchladnějšího období nepřekročí 10 W/m^2 . Pro vytápění místnosti o ploše 20 m^2 stačí příkon 200 W , tedy příkon odpovídající dvěma stowatovým žárovkám. Dle kapitoly 2.1 tato hodnota odpovídá množství tepla, které můžeme do budovy dodat vzduchem. Technicky lze tedy dodat potřebné teplo bez použití klasického otopného systému, ale pouze prostřednictvím čerstvého vzduchu.

Čerstvý vzduch je v případě potřeby (v nejchladnějším období) ohříván pomocí dohřívače umístěného za rekuperačním výměníkem. Rozvody čerstvého ohřátého vzduchu musí procházet teplými místnostmi.

Teplo pro dohřívač vzduchu může pocházet např. ze zařízení na přípravu teplé vody. Potřebný topný výkon pro dohřev vzduchu je výrazně nižší než výkon potřebný k ohřevu vody. Zařízení na ohřev teplé vody je zpravidla využito na 100 % pouze několikrát během dne, proto většinu času může být využito pro dohřev vzduchu.

Nezávisle na zdroji tepla pro přípravu teplé vody a ohřev vzduchu je třeba zohlednit následující doporučení:

- technické zařízení by mělo být jednoduché a ekonomicky výhodné
- dimenzovat zdroj tepla na základě požadavků na přípravu teplé vody. Dohřev vzduchu může být vedlejším produktem
- potrubí, které vede teplou vodu nebo teplý vzduch, by mělo vést pouze interiérem. V případě vedení exteriérem je třeba potrubí velmi dobře tepelně izolovat. Je třeba

eliminovat tepelné mosty (např. styky izolačních dílů, ventily, měřiče). Vedení by mělo být co nejkratší.

- vedení a zásobník teplé vody je nezbytné tepelně izolovat i uvnitř budovy. Nejen kvůli tepelným ztrátám, ale především k omezení ohřívání interiéru v letním období. Tepelná pohoda v letním období bez aktivního chlazení je jedním z kritérií pasivního domu.

Pro přípravu teplé vody lze použít kromě klasických způsobů i celou řadu alternativních zdrojů energie, včetně zdrojů obnovitelných. Použití obnovitelných zdrojů energie výrazně snižuje spotřebu primární energie a je proto v pasivních domech vhodným řešením.

9. Spotřebiče

Při velmi nízké spotřebě energie na vytápění a přípravu teplé vody roste podíl spotřebičů na celkové energetické náročnosti budovy. Díky moderním úsporným spotřebičům lze spotřebu elektřiny výrazně snížit. V prvním pasivním domě v Darmstadt-Kranichsteinu byla snížena spotřeba elektřiny díky použití energeticky úsporných zařízení na polovinu oproti tehdejší běžné domácnosti.

Základní principy

- nejdůležitější je výběr vhodných spotřebičů (spotřebiče s třídou účinnosti A)
- použití úsporných zářivek na osvětlení (úspora 70 – 80 %)
- při plánování dávat pozor na zařízení, která neustále spotřebovávají elektřinu (i když v malém množství) – domovní telefon, bezdrátový telefon, spotřebiče v Standby režimu.
- v případě efektivního zdroje tepla na ohřev vody připojení myčky nádobí a pračky na přívod teplé vody – snižuje spotřebu elektřiny na ohřev vody ve spotřebiči

10. Závěr

V Rakousku a Německu mají pasivní domy výrazný podíl na počtu novostaveb. Každým rokem se počet pasivních domů zdvojnásobuje. Významný podíl mají také rekonstrukce staveb s použitím prvků pasivních domů. V obou zemích lze pasivní domy certifikovat u Passivhaus Institutu. Pro udělení certifikátu je třeba po ukončení stavby doložit výpočet provedený programem Passivhaus Projektierung Paket (PHPP), projektovou dokumentaci, technické informace včetně produktových listů použitých stavebních prvků a materiálů a protokol měření neprůvzdušnosti. Certifikát je v některých spolkových zemích nezbytný pro přiznání dotace nebo jiné finanční podpory.

Naproti tomu je výstavba pasivních domů v České republice v počátcích. Existuje pouze málo firem nabízejících pasivní domy. Kolik existuje realizovaných pasivních domů nelze přesně určit, protože neexistuje žádná evidence a pro realizované pasivní stavby nejsou k dispozici výpočty pomocí PHPP.

V době vzrůstající poptávky po kvalitním bydlení se odborné veřejnosti nabízí příležitost naskočit do již rozjetého vlaku, využít zahraničních zkušeností a znalostí a vyvážet se tak dřívějších omylů a slepých cest.

Výrobci materiálů a stavebních prvků mají možnost pro inovace technologií a výrobků pro pasivní domy využít strukturálních fondů EU. Lze očekávat, že čeští výrobci nemusí být odkázáni pouze na český trh, ale po jejich výrobcích pro pasivní domy bude poptávka i v zahraničí.

11. Literatura

- (1) BISANZ, C. *Heizlastauslegung im Niedrigenergie- und Passivhaus*. 1. vyd. Darmstadt – Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, 1999.
- (2) FEIST, W. *Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser*. Darmstadt – Verlag das Beispiel GmbH, 2000, 144 s.
- (3) FEIST, W. *Passivhaus Intensivseminar. Gestaltungsgrundlagen kostengünstiger Passivhäuser*. Darmstadt, 2005, 100 s.
- (4) *Passiefhuis-Platform vzw – De REFLEX voor energiebewust bouwen*. Berchem – Passiefhuis-Platform vzw, 2003. 8 s.
- (5) PASSIVHAUS INSTITUT. *CEPHEUS - Passivhäuser in Europa* [online]. Poslední revize 26. 9. 2001. URL: <<http://www.cephus.de/index.html>>.
- (6) PASSIVHAUS INSTITUT. *Lüftung im Passivhaus*. Darmstadt – Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, 2005.
- (7) PASSIVHAUS INSTITUT. *Passivhaus Projektierungs Paket – PHPP 2004*. Darmstadt – Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, 2004.
- (8) PASSIVHAUS INSTITUT. *Wärmebrückenfreies Konstruieren*. 4. vyd. Darmstadt – Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, 2004.
- (9) VONKA, M. *Pasivní domy* [online]. Poslední revize 20. 11. 2004 [citováno dne 2. 1. 2005]. URL: <<http://www.vonka.wz.cz/pasiv.htm>>.