



PASIVNÍ DOMY

radost z bydlení



Centrum pasivního domu

Pasivní domy

První vydání, náklad 5000 ks

Vydal: Centrum pasivního domu,
Přímá 14, 642 00 Brno
tel: 511 111 810
email: info@pasivnidomy.cz
www.pasivnidomy.cz

Autor textů: Jiří Cihlář

Editor: Jan Bárta

Fotografie: Optiwin, Aleš Brotánek, Martin Vonka, Stanislav Paleček, Mojmír Hudec,
A-Z Architekten BDA, Thomas Kirschner, Jan Bárta, Jiří Cihlář

Grafika: www.vertigo.cz

© 2006 Centrum pasivního domu. Všechna práva vyhrazena.

Žádná část obsahu brožury nesmí být šířena bez výslovného souhlasu autora.

Publikace obsahuje základní informace o pasivních domech. Má sloužit jako úvod do problematiky a motivovat čtenáře k dalšímu vyhledávání informací. Určena je široké laické i odborné veřejnosti.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006 – část A.

1. Co jsou pasivní domy?

Pasivní dům - bydlení budoucnosti	6
Proč stavět pasivní dům?	8
Jak funguje?	10
Dům šitý na míru	12
Ptáte se?	14

2. Pasivní dům podrobněji...

Pohodové bydlení	18
Okno – topení zadarmo	20
Vzduchotěsný dům	22
... ale jak větrat?	24
Pasivně také při rekonstrukci	26
Co znamená...	27
Příklady - Česká republika	28
Příklady - zahraničí	29
Adresář firem	30

PASIVNÍ DOMY *krok správným směrem* PASIV
m směrem PASIVNÍ
OMY *krok správným směrem*

PASIVNÍ DOMY *krok správným smě*

NÍ DOMY *krok správn*

DOMY

rem

PASIVNÍ D

1. Co jsou pasivní domy?

Pasivní dům - bydlení budoucnosti

Proč stavět pasivní dům?

Jak funguje?

Dům šitý na míru

Ptáte se?



Pasivní domy

BYDLENÍ BUDOUCNOSTI

Komfort za méně peněz

Sníte o bydlení v prostorném, komfortním domě, ve kterém můžete aktivně pracovat, bavit se s přáteli, hrát si s dětmi nebo jen tak odpočívat? Navíc si představte ty největší nároky na pohodu vnitřního prostředí – příjemnou teplotu v horkých letních dnech i v těch největších mrazech, stálý pocit čerstvého vzduchu, ale bez průvanu, který vzniká při větrání.

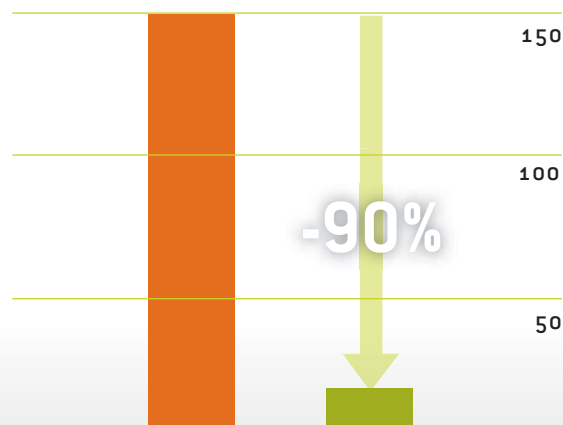
Takto komfortní způsob života je skutečně možný v pasivním domě, který lze postavit za téměř stejné náklady jako běžnou novostavbu, ale narozdíl od běžných staveb můžete ušetřit až 90 procent nákladů na vytápění. Princip je naprosto jednoduchý. Nevyužívá žádné technicky náročné nebo nákladné zařízení a na uživatele neklade vyšší požadavky na obsluhu.



Teplo na vytápění [kWh/m²a]:

■ Běžný dům

■ Pasivní dům



Z pasivního domu uteče tak málo tepla, že nepotřebujete běžný systém vytápění.

Energie, kterou získáte ze slunce, lidí a elektrických spotřebičů Vám po většinu roku pohodlně vytopí celý dům. Skutečně!

Čistý vzduch = zdraví

Žít v pasivním domě neznamena pouze úsporu nákladů na vytápění, ale můžete také počítat s tím, že se zbavíte většiny svých zdravotních problémů. Zařízení, které pracuje i v noci, filtruje vzduch a tím ho zbavuje škodlivých nečistot a prachu. To bude vyhovovat nejen alergikům, ale také těm, na kterých zůstává úklid domácnosti.

Díky tomu, že stroj přivede vždy přesně tolik vzduchu, kolik potřebujete, se nemusíte bát plísní, které tak často trápí obyvatele rekonstruovaných panelových domů.

Uvnitř domu potom pak dýcháte pouze čerstvý vzduch.

Proč stavět pasivní dům?



Úspora tepla

Pasivní dům ročně spotřebuje maximálně 15 kilowatt-hodin na metr čtvereční vytápěné plochy. U běžného rodinného domu, který má podlahovou plochu kolem 120 metrů čtverečních to dělá 1800 kilowatt-hodin. Pro vytápění místnosti o velikosti 20 metrů čtverečních stačí 200 wattů, pro porovnání tepelný výkon člověka v klidu je 80 wattů, výkon stolního počítače 250 wattů.

Můžete sledovat, jak neustále rostou ceny energií a zůstat v klidu, protože Vy se bez nich téměř obejdete.

Pasivní dům má spoustu výhod...

- › vyšší komfort života
- › extrémně nízké náklady na vytápění
- › stálý přívod čerstvého vzduchu
- › netvoří se průvan
- › žádné teplotní rozdíly v místnosti
- › příjemné teploty v zimě i v létě

Pasivní dům poskytuje tepelné pohodlí v těch nejpřísnějších a celosvětově platných třídách komfortu. Díky úspoře tepla navíc nabízí perspektivu do budoucna.

Dr. Wolfgang Feist, Passivhausinstitut, Německo



Méně znamená více

V současné praxi je v naší zemi běžným postupem připojovat k domu nákladná a technicky náročná zařízení, která mají snížit závislost objektu na dodávkách energie. Teplo, které z domu utíká, přitom zůstává často stranou zájmu stavebníka i projektanta. Takto navržený dům se potom stává doslova zářičem energií, které je nutné pokrývat z vnějších zdrojů. V ideálním, ekologicky „šetrném“ případě se jedná o sluneční kolektory, tepelná čerpadla a kotle na biomasu. Často vše dohromady.

Jak je to tedy správně?

Mnohem účinnější, levnější, úspornější a tedy i mnohem ekologičtější je cesta obrácená – co nejvíce snížit množství tepla, které musíte do domu dodávat.

Toho lze dosáhnout především výrazným snížením úniků tepla a efektivním využitím energie, kterou lze získat ze slunce nebo uvnitř domu z lidí nebo elektrických spotřebičů. Na dosažení příjemné teploty v interiéru toto po většinu roku stačí bez nutnosti dalšího vytápění.

Jak funguje?



Dům v kožichu

Abychom mohli do pasivního domu dodávat jen tak málo energie, je třeba teplo úzkostlivě chránit. Základem je proto silná vrstva tepelné izolace, která je upevněna na nosné části konstrukce. Druh tepelné izolace ani materiál nosné části nehraje hlavní roli, součinitel prostupu tepla by však neměl přesáhnout $0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Beton	820 cm
Plné cihly	427 cm
Porobeton	100 cm
Keramické bloky	93 cm
Polystyren	26 cm
Minerální vlna	26 cm
Vakuová izolace	3 cm

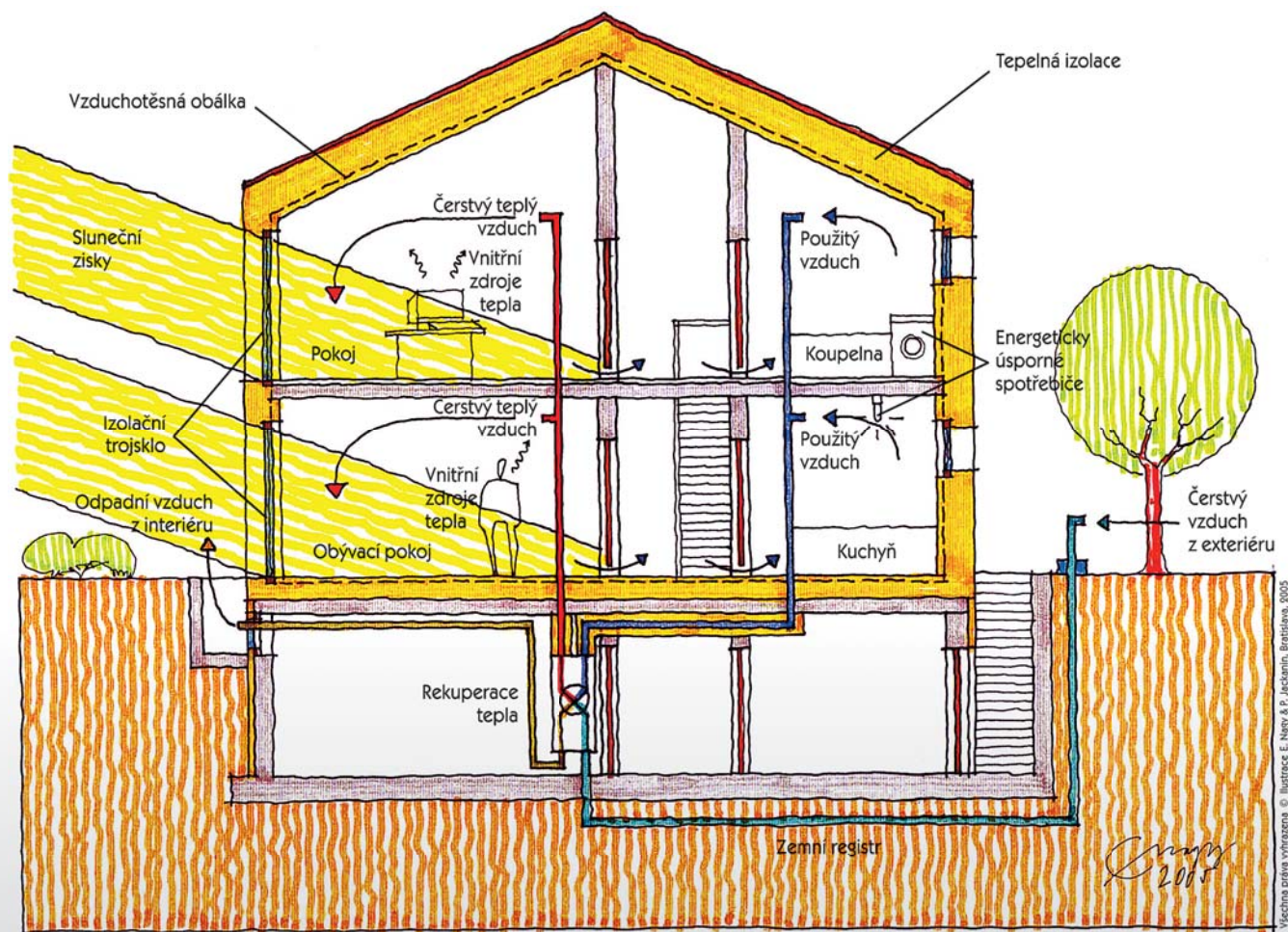
Tloušťka materiálů s $U=0,15 \text{ W (m}^2\text{K)}$

Okna místo radiátoru

Okna, která jsou v dokonale izolované obálce budovy tou nejslabší částí, dostávají v pasivním domě zcela nový význam. Díky tepelným ziskům ze slunce nám pomohou pokrýt velkou část potřebného tepla na vytápění. Používají se okna s vynikajícími tepelně-technickými vlastnostmi rámu i zasklení, které zároveň propustí dostatek slunečního záření do interiéru. Výsledkem potom je, že okna víc tepla do domu přivedou než kolik přes ně unikne.

Co je nutné:

- › silná vrstva tepelná izolace
- › kvalitní okna i rámy
- › vzduchotěsnost budovy
- › vysoce účinné větrání s rekuperací
- › precizní provedení konstrukčních detailů



Věchta práva vyhrazena © Ilustrace E. Nagy a P. Jactanin, Bratislava, 2005

Chytré větrání

Větráním uniká z interiéru velké množství tepla. V pasivním domě si na otevírání oken ani nevzpomenete, protože dostatek čerstvého vzduchu zajišťuje větrací zařízení se zpětným získáváním tepla. Čerstvý a dohřátý vzduch je přiváděn do obytných místností a nasáván v koupelně, kuchyni a WC. Ve větrací jednotce odpadní vzduch předá až 90 procent svého tepla venkovnímu vzduchu. Vzduch se může navíc v zimě ohřát nebo v létě ochladit od zeminy pomocí trubky zakopané v zemi. Říkáme jí zemní registr.

Pořádně utěsněno

Má-li správně fungovat větrací jednotka, musí být obvodový plášť budovy dokonale vzduchotěsný. Toho můžeme dosáhnout kvalitním provedením konstrukčních detailů, tam kde toto nestačí použijeme třeba speciální lepící pásy.

Úsporné spotřebiče

Použitím úsporných spotřebičů můžeme snížit spotřebu elektřiny až o polovinu. Samozřejmostí jsou u pasivního domu zařízení s energetickou třídou A, A+.

Využití obnovitelných zdrojů

Mluvíme-li o úsporách tepla, nelze vynechat obnovitelné zdroje, které podstatně snižují naši závislost na dodávkách energie. Zejména pro ohřev teplé vody je možné použít solární teplovodní kolektory, pro výrobu elektřiny fotovoltaické články.

Dům šitý na míru



Architektura bez omezení

Myslíte si, že architektura pasivních domů je svázaná zásadami, které jsme vyjmenovali? Že nemůžete postavit dům podle svých představ? Ve skutečnosti je to často naopak. Jak ukazují příklady ze zahraničí, tyto typy domů vznikají jako vysoce individuální stavby, téměř bez omezení, podle přání investora. Ekologické myšlení a úspory energie vůbec nesouvisí s kvalitou použité architektury. Vždy chtějte nejvyšší kvalitu architektonického řešení. Buďte nároční!

Máte rádi pohled na oheň? V pasivních domech si můžete zařídit i krb. Z principu **ele** vyplývá, že bychom kvůli řízenému větrání a vzduchotěsnosti měli vynechat otevřené ohniště v domě bez klasického vytápění také samozřejmě nenajdete komín. Stavba krbu tedy znamená nemalé náklady navíc.





Vyberte si materiál

Při volbě konstrukčního systému se nekladou meze vašim představám a možnostem. Přístup ke skladbě obvodové zdi je však ~~při použití~~ tepelné izolace odlišný. Pro nosnou část se používají třeba obyčejné cihly případně beton, který je tepelně chráněn izolací. Nevýhodou u nás velmi rozšířené keramické tvárnice, které ztrácejí opodstatnění. Neplní totiž dobře ani statickou ani tepelně izolační funkci a navíc zbytečně zvyšují tloušťku stěny.

Jako tepelnou izolaci můžete volit mezi celou řadou materiálů od klasických (polystyren, minerální ~~vata~~) až po přírodní jako sláma nebo konopí.

Rozhodnete-li se pro dřevostavbu, odměnou vám bude především snížení tloušťky stěny, protože tepelná izolace se vkládá přímo mezi dřevěné nosníky. Výhodou je také menší pracnost a tím vyšší rychlost stavby. Při použití dřeva můžete hledat zdroje ve svém okolí. Nejlevnější je ten materiál, který je nejbližší.

Od domečku po fabriku

V současné době bychom těžko hledali typ stavby, který ještě ve světě nebyl postaven jako pasivní. Pasivní dům nemusí sloužit jen pro bydlení. Naprosto ideální se tento princip ukázal pro výstavbu mateřských škol, studentských kolejí, hotelů či kancelářských budov. Obytné stavby jsou zastoupeny ve všech podobách, od malých rodinných domků, „na samotě u lesa“ po celé rezidenční čtvrti. Můžete také najít pasivní výrobní halu, dokonce kostel může být tímto způsobem postaven.

Uvažujete o rekonstrukci? Principy, které platí pro novostavby můžete samozřejmě použít i při opravě už stojícího domu.

I tady je možné dosáhnout pasivního standardu.

Kam pro inspiraci?

Česká republika se již připojila k zemím západní Evropy, kde je pasivní výstavba zcela běžným standardem, kde je toto téma podporováno jak mnoha projekty nevládních organizací, tak regionálními i státními programy.

V rámci těchto projektů je i u nás zpracovávána a stále rozšiřována databáze realizovaných

a prověřených pasivních domů, jsou pořádány konference, exkurze, přednášky či výstavy. I u nás je tedy rozhodně kde hledat inspiraci. Najdete ji na:

www.pasivnidomy.cz

Ptáte se?



Je pasivní dům drahý?

Jak ukazují zkušenosti pasivní dům rozhodně nemusí být dražší než obyčejný dům. Musíte sice pořídit více tepelné izolace, kvalitnější okna, větrací jednotku, ale na druhou stranu ušetříte za nákladné rozvody topení a radiátory. V žádném případě by vícenáklady neměly přesáhnout 10 procent, pak je třeba hledat chybu v návrhu nebo nabídce stavební firmy.

Investujete však především do kvalitních materiálů a to se projeví v jejich životnosti a komfortu užívání. Kvalitním provedením stavby se vyhnete následným problémům a nákladům při odstraňování poruch. Chtějte za svoje peníze to nejlepší!

Některé věci, jako větší míru komfortu, nelze jednoduše započítat do návratnosti, ale ve výsledku jsou často mnohem důležitější než počáteční investice. Budou Vás totiž provázet po celou dobu života v pasivním domě.

Můžu v pasivním domě otevírat okna?

Samozřejmě můžete. Otevírací okna se navrhují do všech obytných prostor. Je možné je otvírat stejně jako v běžném domě a také se stejným účinkem – uniká teplo a ochlazuje se. Kvůli trvale vysoké kvalitě vzduchu si ale na otevření oken ani nevzpomenete.

Jak poznám, že mám kvalitní projekt?

Už i u nás je běžné, že skutečně kvalitní projekt pasivního domu je doložen podrobným výpočtem tepelných ztrát, potřeby tepla na vytápění i na přípravu teplé vody se zahrnutou účinností větracích zařízení. Tuto tzv. energetickou bilanci je možné vypočítat v programu PHPP (Passivhaus Projektierungs Paket).

Jak je řešena příprava teplé vody?

V pasivním domě může být ohřev vody řešen jakýmkoli běžným způsobem. Použitím tohoto principu nevznikají žádná omezení. Pro snížení potřeby tepla na přípravu teplé vody jsou používány solární kolektory v kombinaci s akumulací nádrží, na kterou může být napojeno více zdrojů tepla. Často je zařízení pro přípravu teplé vody spojeno se zařízením vzduchotechniky do jedné kompaktní jednotky.



Není systém příliš složitý? Nepovede v celém domě příliš mnoho trubek?

V ukázkových domech se často návštěvníci leknou odhalených vzduchotechnických vedení, které by jistě v obytném domě nepůsobily esteticky. Někdy to naopak může být žádoucí. V běžném projektu mohou být všechny trubky skryty buď v podlaze nebo vedeny v podhledu pod stropem. Jediné, čeho si pak všimnete, je malá vyústka pro přívod a odvod vzduchu.

Kolik pasivních domů už bylo postaveno?

V současné době jsou pasivních domů v Evropě už tisíce, především v Německu, Rakousku, Švýcarsku a Švédsku, což jsou tradičně státy s důrazem na šetrný přístup k přírodě a úspory energie. Zajímavý je také nárůst výstavby, například v Rakousku se každý rok zdvojnásobí počet postavených pasivních domů. I u nás rostou pasivní domy jako houby po dešti. Oproti západním zemím však máme ještě co dohánět.

V současné době mohu s klidným svědomím konstatovat, že kdo nechce svůj objekt aktivně vytápět, tak nemusí. Zařízení pro pasivní dům jsou i od tuzemských výrobců nabízeny na zlatém podnose, jejich cena je přitom srovnatelná s technologiemi pro běžné vytápění.

Ing. Marek Raida,
projektant pasivních domů, Česká republika

**tak
čtete
dále...**

PASIVNÍ DOMY *krok správným směrem* PASIV

ím směrem

OMY *krok správným směrem*

PASIVNÍ

PASIVNÍ DOMY *krok správným smě*

NÍ DOMY *krok správn*

DOMY

rem

PASIVNÍ D

2. Pasivní dům podrobněji...

Pohodové bydlení

Okno – topení zadarmo

Vzduchotěsný dům

... ale jak větrat?

Pasivně také při rekonstrukci

Co znamená...

Příklady – Česká republika

Příklady – zahraničí

Adresář firem

Pohodové bydlení



**Čím to je, že se v některém domě nebo bytě cítíte dobře a pohodlně?
Co znamená výraz tepelná pohoda?**

Teplé konstrukce

Cítíte-li v místnosti chlad, je to způsobeno především tím, že jsou chladné stěny a okna. Běžné domy bývají často přetápěny právě proto, že obyvatelé cítí chlad od těchto konstrukcí a snaží se dohánět tepelnou pohodu teplotou vzduchu. Tím samozřejmě ještě narůstá už tak vysoká spotřeba.

V pasivním domě jsou velmi kvalitní okna, navíc dokonale utěsněná a stěny jsou dobře zateplené. Jejich teplota je o mnoho stupňů vyšší. V místnosti proto může být nižší teplota vzduchu a přesto máte příjemný pocit tepla.

Dostatek čerstvého vzduchu

Je zásadní především pro naše zdraví. Dýcháním vzniká oxid uhličitý a pokud je místnost dlouho nevětraná, dochází k pocitu vydýchaného vzduchu. Při vaření ve špatně odvětrané kuchyni se mohou tvořit plyny, které jsou přímo jedovaté (CO , NO_x). Jedinou možností jak vyvětrat místnost však není pouze otevřené okno, kterým nám uteče v zimě velké množství tepla.

Větrání v pasivním domě probíhá automaticky, pomocí speciální vzduchotechnické jednotky. Nejde však o klimatizaci, ale pouze o řízení přívodu čerstvého vzduchu. Odpadní vzduch z kuchyně, koupelny a WC je ihned odsáván a vypouštěn ven z budovy. Vše probíhá téměř bez tepelných ztrát.



Ideální vlhkost

Obyvatelé domu svou přítomností produkují vlhkost. Dalšími zdroji vodní páry jsou pak koupelny, kuchyně a sušení prádla. Nevětráme-li v místnosti, vlhkost vzduchu stále narůstá a hrozí vznik plísní nebo vlhnutí zdiva. Tím, že je pasivní dům utěsněn, by bylo riziko ještě mnohem větší. Ne ale při použití řízeného větrání. Stálým dodáváním čerstvého vzduchu do místnosti v pasivním domě je nadměrná vlhkost snížena. V zimě je problém opačný. Neustálou výměnou a dohříváním při velkých mrazech vzduch vysušujete. Nejmodernější přístroje však dokáží současně s teplem přivodnímu vzduchu předat i vlhkost.



Žádné teplotní rozdíly

Při běžném způsobu vytápění radiátory bez řízeného větrání teplý vzduch stoupá ke stropu a studený vzduch se drží u podlahy. Rozdíl mezi teplotou ve výšce hlavy a u nohou pak může být až několik stupňů. Vaše děti si však bohužel hrají právě u podlahy.

V pasivním domě je i tento problém vyřešen naprosto dokonale. Vzduch je neustále nasáván a na jiném místě v domě vyfukován a tak pomalu prochází celým prostorem. Tím nejen že dojde k vyrovnání teplot v jedné místnosti, ale i v celém domě. Systém funguje jako živý organismus – reaguje okamžitě na změny v jakékoliv místnosti.

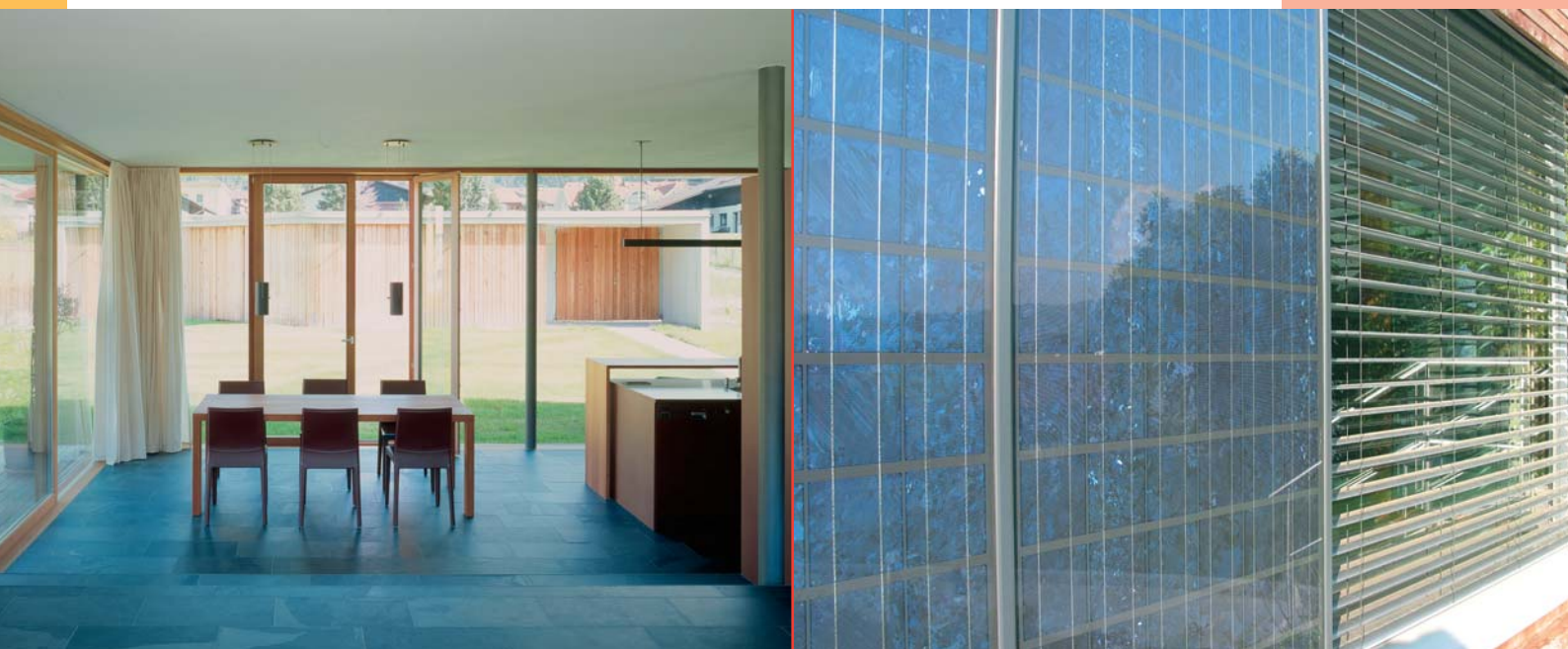
Zapomeňte na studené nohy!

Příjemné vnitřní prostředí pasivního domu je zajištěno:

- › vysokou teplotou stěn a oken
- › správnou vlhkostí vzduchu
- › dostatečným přívodem čerstvého vzduchu
- › minimálními rozdíly teplot vzduchu v místnosti



Okno – topení zadarmo



Tepelné zisky

Slunce a světlo na nás při pobytu v místnosti působí pozitivně. Okna, která nám toto zajišťují, však mají v pasivním domě i jinou důležitou funkci. Přispívají výrazně k úspoře tepla na vytápění. Energie, která se dostává přes zasklení do interiéru snižuje potřebu tepla na vytápění. Okno pro pasivní dům by mělo do interiéru propouštět dostatek slunečního záření, které dopadá na zasklení.

Tím, že máte dům kvalitně zateplen a utěsněn, teplo ze sluníčka neuniká, ale zůstává uvnitř.

Dejme slunci šanci

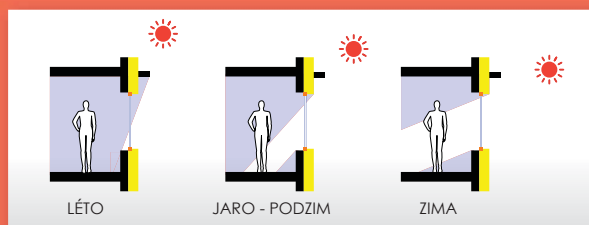
Vhodná orientace oken ke světovým stranám je velmi důležitá. Nejvýhodnější je umístit obytné místnosti s velkými zasklenými plochami na jižní stranu domu. Prostory, které nepotřebují mnoho světla, jako koupelny či spíže mohou zůstat na severní straně. Jižní orientace domu není nezbytnou podmínkou, ale pokud máte tu možnost, vždy by měla dostat přednost.

Příjemné teploty

Teplé okolní plochy působí příjemně. U zastaralých okenních konstrukcí jsou teploty na vnitřní straně okna nízké. To způsobuje kondenzaci vlhkosti a pocit nepříjemného chladu. Teplota okna pasivního domu dokonce ani v nejtužším mrazu neklesne pod 17°C a drahé radiátory umístěné pod okny proto můžeme klidně vynechat.

Stínění v létě

Kvůli velkým proskleným plochám by v létě mohly teploty uvnitř domu nepříjemně vzrůstat. S tím je nutné počítat už při návrhu domu a použít některý ze systémů stínění, které zároveň může působit na fasádě velmi esteticky. Účinný je přesah střechy nebo balkónu vyššího podlaží. Okno můžete doplnit roletami nebo žaluziemi.





Co je důležité u oken pro pasivní domy?

- › kvalitní zaklení pomocí trojskla
- › dobře izolovaný rám okna
- › propustnost slunečního záření
- › správné umístění okna při montáži
- › zastínění pro letní období



Jaká okna použít?

Materiál okenního rámu není rozhodující, běžně se používají plastová, dřevěná i kombinovaná okna, musí však mít vynikající tepelně-technické vlastnosti. Hlavní roli při výběru okna hraje součinitel prostupu tepla U . Výrobci často udávají více hodnot, důležité je aby součinitel U okna včetně rámu v zabudovaném stavu (označovaný jako U_w) byl nižší než $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vynikajících hodnot zasklení výrobci dosahují použitím izolačních trojskel vyplněných argonem nebo kryptonem. K oknu pro pasivní domy patří speciální rámy, které budou při montáži překryty tepelnou izolací. I když se to nezdá, plocha rámu zabírá až 30 procent plochy celého okna.

Stejnou pozornost si zaslouží i vstupní dveře, ty musí splňovat stejné požadavky jako okna. Musí být těsné, tepelně izolační a zároveň bezpečné.

Správná montáž bez tepelných mostů

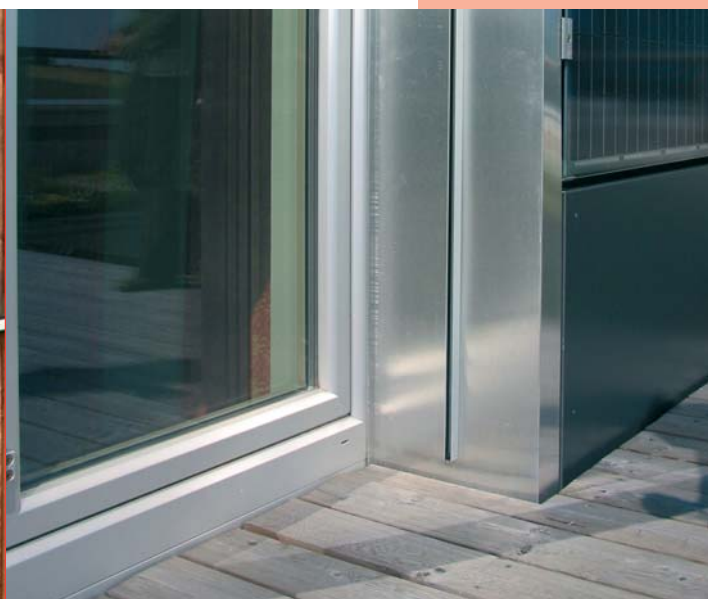
Velký vliv na vlastnosti okna má jeho umístění a kvalita práce při montáži. Pokud je okno zabudováno běžným způsobem tzn. do úrovně zdiva, výrazně se zhorší jeho vlastnosti. Okna se proto usazují do vrstvy tepelné izolace. Správnou montáží se tak vyhneme riziku vzniku plísní a zbytečným úniku tepla.

Co když zajde slunce?

Nemusíte mít strach. Stále je tu možnost dohřát přivodní vzduch ve větrací jednotce pomocí elektřiny nebo teplovodního ohřivače. Zde opět můžete namítnout: A co když bude výpadek elektřiny?

I při této situaci pasivní dům obstojí výborně. Dům s tak silnou vrstvou izolace má vynikající parametry tzv. tepelné stability. Teplota uvnitř místnosti poklesne za několik dní jen o pár stupňů. Uvažte... zažili jste někdy několikadenní výpadek proudu?

Vzduchotěsný dům



Pro zdravé vnitřní klima je podstatná výměna vzduchu a odvedení vlhkosti řízeným větráním, ne netěsnostmi v plášti budovy nebo mikroventilací oken. Dýchat musí lidé, ne budovy!

Ing. arch. Eugen Nagy, architekt, Slovensko

Čím zajistit vzduchotěsnost?

- › základem je volba poučeného projektanta
- › využití těsnících materiálů
- › důkladný stavební dozor
- › měření netěsností pomocí tzv. blowerdoor testu



Těsná obálka domu

Stejně jako škvírami ve spacáku tak i malými otvory v konstrukcích nám může unikat teplo. Všechno v pasivním domě musí být správně utěsněno. Kolem celého prostoru, který chceme vytápět musíme vytvořit spojitou vzduchotěsnou obálku. Tím zabráníme nejen únikům tepla, ale také zajistíme správné fungování větracího zařízení.

Stejný dopad jako špatně utěsněné konstrukční detaily má mikroventilace oken, kterou výrobci prezentují jako technologickou inovaci. Funguje ale stejně jako pootevřené okno. Je to však bohužel jediný způsob, jak zabránit plísni v utěsněné budově bez dostatečného větrání.

Body pro zděné stavby

U masivních staveb, z cihel nebo betonu, není zajištění vzduchotěsnosti velký problém. Stačí pohlídat, aby byla na všech stěnách vrstva omítky. I tady ale musíme důkladně zkontrolovat utěsnění oken. Pouhé vyplnění spáry PUR pěnou u pasivního domu nestačí. Místa styků různých konstrukcí, nejen oken, je vhodné přelepit těsnící páskou nebo fólií.

U dřevostaveb plní funkci vzduchotěsnicí vrstvy fólie, která musí být po celé ploše stěny. Stejnou službu nám udělají také desky z lisovaných třísek tzv. OSB. Naopak za vzduchotěsné určitě nemůžeme považovat sádko-kartonové podhledy, do kterých jsou vyvrtané prostory pro elektrické instalace.

Také proti vlhkosti

Netěsnostmi, které bychom nechali v obálce domu proudit nejen drahocenné teplo, ale také vlhkost. To může způsobovat velké problémy. Hrozí její šíření v konstrukcích a vznik plísní.

Větrák ve vchodových dveřích

Jak se dá zkontrolovat jestli jsme stavbu správně utěsnili? K tomu slouží speciální měřicí zařízení, které se umístí třeba do vchodových dveří. V literatuře nebo na internetu se můžete setkat s termínem blowerdoor test. Není to nic jiného než velký větrák, který budovu nafoukne. Nebo z ní vysaje vzduch.

Provádí se spousta měření a výsledkem je hodnota n^{50} . Při stále stejném tlaku 50 Pa (podtlaku nebo přetlaku) by se za hodinu neměl vyměnit netěsnostmi více než 0,6krát objem vzduchu v celém měřeném objektu.

Hodnota n^{50} by tedy měla být menší než $0,6 \text{ h}^{-1}$.

Velký vliv na tuto hodnotu má také vítr. Hůře budou tohoto kritéria dosahovat stavby, které jsou na exponovaném místě.

... ale jak větrat?



Princip je jednoduchý

Když jsme dům dobře utěsnili, kudy se nám bude dovnitř dostávat vzduch? K tomu slouží systém teplovzdušného vytápění s rekuperací. Zařízení nasává čerstvý vzduch automaticky z venkovního prostředí a přivádí ho dovnitř.

Vzduch přitom prochází přes filtr, který ho zbavuje škodlivin a před vstupem do místnosti se ještě dohřeje na pokojovou teplotu. Vzduch, který odchází z místností, se s přívodním nesmísí, ale přes tepelný výměník mu předá velkou část svého tepla. Účinnost těchto tzv. rekuperátorů může být až 95 procent. Znamená to, že dohřívat, ať už elektricky nebo teplovodně, musíte pouze zbylých 5 procent. A v tom je ta obrovská úspora tepla.

V domě je neustále čerstvý vzduch, který je díky kvalitním filtrům zbaven prachu, pylu a dalších nečistot. To může být přímo požehnáním pro alergiky. Údržba filtrů je velmi jednoduchá. Stačí je vytáhnout a vyměnit, jako u vysavače. Celý systém větrání a dohřívání vzduchu je možné jednoduše regulovat. Můžete systém jednou nastavit a pak už jen bydlet.

V pasivních domech nebývá nic tak bez výjimky a dlouhodobě pozitivně hodnoceno jako kvalita vzduchu. Jedná se skutečně o nový rozměr komfortu bydlení.

Ing. Reinhard Weiss, výrobce vzduchotechniky, Rakousko



Větrání bez starostí

V běžném domě se doporučuje větrat každou hodinu alespoň 10 minut. Kdo by nad tím ale přemýšlel.

Co udělají zaměstnaní manželé po ranní sprše? Nechají celý den otevřená okna, aby všechnu páru vyvětrali? Ne; vlhkost zůstává a pomalu se dostává do konstrukcí, které tím ničí.

Stejně tak ložnice, když necháte zavřená okna, množství CO_2 se může i za krátký čas zvýšit až na trojnásobek přípustných hodnot. Spousta lidí si proto zvykla spát při otevřeném okně, to ale není pohodlné v zimě. Spát chceme pohodlně v zimě i v létě.

Průvan a velké výkyvy teplot jsou minulostí. V domě chybí plochy s rozdílnými teplotami (studená okna, horké radiátory), proto může být také pohyb vzduchu menší, než na jaký jsou lidé zvyklí. Proudění vzduchu v řádu několika málo centimetrů za vteřinu způsobené komfortním větráním je hluboko pod hranicí vnímání.

Tichý provoz

Neustálý provoz vzduchotechnické jednotky a pohyb vzduchu v rozvodech si mnoho lidí mylně spojuje s nadměrným hlukem. Svěříme-li projekt i provedení do rukou odborníků je provoz větrání prakticky neslyšitelný. Srdce celého systému - větrací jednotka se umísťuje např. do technologické místnosti nebo do podhledů na WC, kde není tak vysoký požadavek na bezhlučnost. Přenos hluku potrubím bývá vyřešen pomocí akustických tlumičů v potrubí.

Pohoda i v létě

Do vzduchotechnických jednotek je samozřejmě možné zabudovat chladič vzduchu pro letní období. Výroba chladu je ale až třikrát energeticky náročnější než vytápění. V pasivním domě můžeme toto bez problémů vynechat a stejně v letních parnech docílíme přijatelných teplot v interiéru.

Základem je chytrý návrh prosklených ploch včetně systému zastínění. To v kombinaci se silnou vrstvou tepelné izolace zajistí, že vnitřní teploty ani při nejteplejších dnech nepřekročí 24-25°C. Projde-li vzduch před vstupem do domu potrubím zakopaným v zemi (zemním výměníkem tepla) ochladí se od půdy, která má od hloubky 1,5-2 m stálou teplotu.

Proč kupovat drahou klimatizaci, když to jde jednoduše a levně jen s pomocí zdravé úvahy a přírody.

Výhody řízeného větrání:

- › stále čerstvý vzduch ve všech místnostech
- › eliminace nepříjemných pachů
- › filtrace pylů – výhoda pro alergie
- › výrazně snižuje náklady na vytápění
- › žádné problémy s nadměrnou vlhkostí

Pasivně také při rekonstrukci



Potenciál je obrovský

Nahlédneme-li do statistik, zjistíme, že přes 60 procent všech staveb v Evropě je starších než 30 let. O tom, že tyto stavby mají nevyhovující tepelně-technické vlastnosti a tím vysokou spotřebu nemůže být pochyb. V souvislosti s rekonstrukcí a modernizací těchto staveb platí: Co je správné u novostavby, nemůže být špatné u rekonstrukce. Něco již u stávající stavby ovlivnit nemůžeme např. polohu ke světovým stranám, stejně tak na nás pravděpodobně čeká spousta technických problémů při řešení efektivního zateplení.

Metody přístupu k rekonstrukcím staveb na úroveň pasivního standardu v Rakousku a Německu jsou různé. Od skutečně high-tech řešení s použitím nejnovějších poznatků vědy až po cenově optimalizované kompromisní varianty. Na začátku musí být vždy ekonomická úvaha o vhodnosti takového řešení.

Jak ale studie i praxe ukázala, budovu lze rekonstruovat na úroveň pasivního domu při nižších nákladech než bychom potřebovali k demolici stávající a výstavbě nové.

Bez větrání to nejde

Při rekonstrukcích bytových domů je u nás zcela ignorováno řešení větrání v budovách. Zřízení nuceného větrání si totiž žádá největší stavební úpravy na stávajícím objektu. Při vynechání tohoto prvku při zateplení a výměně oken dochází téměř okamžitě k masivnímu vzniku plísní a vlhnutí konstrukcí.

Již bylo realizováno několik pilotních projektů komplexní regenerace panelových domů s použitím řízeného větrání. Vývoj je zřejmý, bez účinného větrání se totiž jednoduše neobejdeme.

A co historické budovy?

U fasád se štukovou výzdobou je často nemožné použít vnější izolaci. V tomto krajním případě je možné zateplít stavbu z vnitřní strany. Tento způsob však má spoustu nevýhod a technicky obtížně řešitelných detailů. Vzhledem k malé účinnosti tohoto opatření se doporučuje maximální tloušťka 8 cm. Vždy je však lepší zateplít stavbu málo než vůbec.

Co znamená...



Energetická bilance

- › Poměru mezi energetickými vstupy a výstupy (ztrátami) domu se říká energetická bilance.

Měrná potřeba tepla na vytápění

- › Základní ukazatel pro hodnocení pasivního domu. Říká, kolik tepla spotřebuje dům za jeden rok. Pro snadnější porovnání se přepočítává na jeden metr čtvereční podlahové plochy.

Tepelná ztráta

- › Teplo, které nám z vytápěného prostoru uniká přes obvodové konstrukce a větráním tvoří tepelnou ztrátu. Je to zároveň množství tepla, který musíme do domu dodat abychom zajistili tepelnou pohodu i v zimě.

Tepelné zisky

- › Teplo, které vstupuje do vytápěného prostoru jinou cestou než otopnou soustavou tzn. slunečním zářením a tepelnými zisky z vnitřních zdrojů jako jsou například elektrické spotřebiče.

Součinitel prostupu tepla U

- › Udává množství tepla, které projde zdí o ploše jeden metr čtvereční při rozdílu venkovních a vnitřních teplot jeden stupeň Celsia.

Primární energie

- › Zvýšíme-li množství energie, kterou musíme dodat přímo do domu o ztráty v rozvodné síti a energii, která musela být k její výrobě spotřebována dostaneme primární energii. Například u vytápění elektřinou je primární energie až čtyřikrát vyšší než když použijeme obnovitelné zdroje.

Rekuperace

- › Rekuperační výměníky umí odebrat teplo ze znečištěného vzduchu z místnosti a předat ho čistému vzduchu, který tím dohřeje. To je princip úspory tepla rekuperací.

Zemní výměník tepla

- › Zařízení, které slouží pro předehřívání vzduchu v zimě a ochlazení v létě. Trubka výměníku musí být zakopána minimálně v hloubce 1,5 m, kde je již stálá teplota po celý rok.

Příklady – Česká republika



Rodinný dům Rychnov u Jablonce nad Nisou

Podlahová plocha: 122 m² | Rok výstavby: 2004

Architektura: Martin Jindrák

Potřeba tepla k vytápění: 13,3 kWh/m².a

Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,88 \text{ h}^{-1}$

Konstrukce: dřevostavba

- › obvodová stěna: dřevěná konstrukce, minerální vlna 420 mm, $U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › střecha: dřevěná konstrukce, tepelná izolace 420 mm, $U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › nejnižší podlaha: izolace polystyrenem 100 mm, $U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › okna: dřevěná, $U = 0,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Vzduchotechnika: teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla, zemní výměník tepla

Další instalované systémy: integrovaný zásobník tepla, solární kolektory



Řadové domy Židlochovice

Podlahová plocha: 105 m² | Rok výstavby: 2006

Architektura: Ing. Peter Mareček

Potřeba tepla k vytápění: 15,0 kWh/m².a

Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,38 \text{ h}^{-1}$

Konstrukce: masivní zděná stavba

- › obvodová stěna: YTONG 250 mm, minerální vlna 250 mm, $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › střecha: YTONG + dřevěné krokve, polystyren 280 mm, $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › nejnižší podlaha: izolace polystyrenem 260 mm, $U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › okna: dřevěná s PUR jádrem, trojsklo, $U = 0,72 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Vzduchotechnika: teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla i vlhkosti, zemní výměník tepla

Další instalované systémy: tepelné čerpadlo



Seminární centrum Hostětín

Provoz centra ubytování pro 25 osob, sál s kapacitou 45 míst, 60 m² kanceláří, přípravná jídel

Rok výstavby: 2006 | Architektura: Architekturbüro Reinberg, Vídeň

Potřeba tepla k vytápění: 15,0 kWh/m².a | Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = ?$

Konstrukce: masivní kombinovaná stavba

- › obvodová stěna: beton (cihla) 200 mm, izolace minerální vlna 280 mm nebo slaměné balíky 380 mm
- › střecha: střecha ubytovací části – slaměné balíky 400 mm
- › nejnižší podlaha: izolace polystyren 200 mm
- › okna: dřevěná, trojsklo

Vzduchotechnika: v části objektu teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla

Další instalované systémy: teplovodní radiátory v ubytovací části, zdroj tepla – výtopna na biomasu, fasádní solární kolektory



Rodinný dům Brno – Ivanovice

Podlahová plocha: 207 m² | Rok výstavby: 2005

Architektura: Ing. arch. Mojmír Hudec

Potřeba tepla k vytápění: 14,2 kWh/m².a

Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,38 \text{ h}^{-1}$

Konstrukce: masivní zděná stavba

- › obvodová stěna: $U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › střecha: $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › nejnižší podlaha: $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- › okna: $U = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Vzduchotechnika: teplovzdušné vytápění s rekuperací, zemní výměník tepla

Další instalované systémy: fasádní solární kolektory

Příklady ze zahraničí



Mateřská škola Vídeň, Schukowitzgasse

Podlahová plocha: 1 180 m² | Rok výstavby: 2006

Architektura: Architekturbüro Reinberg, Vídeň

Potřeba tepla k vytápění: 11,0 kWh/m².a

Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,4 \text{ h}^{-1}$

Konstrukce: masivní stavba

- obvodová stěna: beton 200 mm, polystyren 300 mm, $U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- střecha: vegetační, polystyren 400-550 mm, $U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- nejnižší podlaha: Styroporbeton, polystyren 200 mm, $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- okna: hliník/dřevo, $U = 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Vzduchotechnika: teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla

Další instalované systémy: podlahové vytápění v hernách pro děti, radiátory v hygienických místnostech



Administrativní budova Mödling

Podlahová plocha: 2 000 m² | Rok výstavby: 2005

Architektura: Solar4youConsulting, Mödling

Potřeba tepla k vytápění: 12,0 kWh/m².a

Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$

Konstrukce: masivní stavba

- obvodová stěna: nepálené cihly 200 mm, celulóza 300 mm, $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- střecha: vegetační, celulóza 300 mm, $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- nejnižší podlaha: tepelná izolace 300 mm, $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- okna: $U = 0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Vzduchotechnika: decentralní systém s rekuperací

Další instalované systémy: tepelné čerpadlo země-voda, fotovoltaické panely



Rekonstrukce rodinného domu Pettenbach

Podlahová plocha: 205 m² | Rok výstavby: 2005

Architektura: Lang consulting, Vídeň

Potřeba tepla k vytápění - před sanací: 280 kWh/m².a

Potřeba tepla k vytápění - po sanaci: 15 kWh/m².a

Test neprůvzdušnosti: $n_{50} = 0,5 \text{ h}^{-1}$

Konstrukce: masivní stavba

- obvodová stěna: zatepleno celulózou 350 mm, $U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- střecha: celulóza 440 mm, $U = 0,09 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- nejnižší podlaha: vakuová izolace 20 mm, $U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- okna: $U = 0,77 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Vzduchotechnika: teplovzdušné vytápění s rekuperací

Další instalované systémy: tepelné čerpadlo na odpadním vzduchu, fotovoltaické panely



Další objekty najdete
v databázi na stránkách:

www.pasivnidomy.cz

Adresář firem

Architekti, projekční kanceláře

3AD architectonica s.r.o.

Dolní nám. 13/13,
746 01 Opava,
Česká republika
www.3ad.cz



Aleš Brotánek – DESIGN STUDIO

Sedlice 65,
262 42 Rožmitál pod Třemšínem,
Česká republika
abrotanek@volny.cz

Josef Smola – Projektový a inženýrský atelier

Sládkovičova 1306/11,
142 00 Praha 4 - Krč,
Česká republika
kadet.kadet@volny.cz



Mojmír Hudec - ELAM

Pekařská 6,
602 00 Brno,
Česká republika
www.elam.cz



Karon s.r.o.

Prostějovičky č. 40,
798 03 Plumlov,
Česká republika
www.karon.cz



Passive house, s.r.o.

Horní náměstí 12,
772 00 Olomouc,
Česká republika
marecek.peter@seznam.cz

ASTING CZ PASIVNÍ DOMY s.r.o.

Tovární 1112,
538 51 Chrudim,
Česká republika
www.nepivoda.cz



dobrý dům s.r.o.

Minská 198/60,
616 00 Brno – Žabovřesky,
Česká republika
www.dobrydum.cz



Michal Navrátil

Hradčany 9,
666 03 – Tišnov
Česká republika
www.rigi.cz

Větrání

ADAN - úspory energie s.r.o.

Dědinova 2011/19,
148 00 Praha 4,
Česká republika
www.paul-rekuperace.cz



ATREA s.r.o.

V Aleji 20,
466 01 Jablonec nad Nisou,
Česká republika
www.atrea.cz



Tepelná izolace

ROCKWOOL, a.s.

U Háje 507/26,
147 00 Praha 4,
Česká republika
www.rockwool.cz



Saint-Gobain Orsil s.r.o.

Masarykova 197,
517 50 Častolovice,
Česká republika
www.isover.cz



URSA CZ s.r.o.

Pražská 16/810,
102 21 Praha 10,
Česká republika
www.ursa.cz



Okna, dveře

SLAVONA, s.r.o.

Stálkovská 258,
378 81 Slavonice,
Česká republika
www.slavona.cz



Materiály pro dřevostavbu

M.T.A. spol.s.r.o.

Pod Pekárnami 7,
190 00 Praha 9,
Česká republika
www.mta.cz



