



Pasivní dům II

**zkušenosti
z Rakouska
a české začátky**

veronica
EKOLOGICKÝ INSTITUT

Publikace vyšla s laskavým svolením Úřadu vlády Dolního Rakouska, odboru energetiky,
a AEE – Sdružení pro obnovitelné energie, Rakousko.



Publikace vznikla na základě brožury: Das Passivhaus in Niederösterreich. 2. vydání, duben 2003,
Amt der NÖ Landesregierung, Geschäftsstelle für Energiewirtschaft, Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten
Redakce: AEE – Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie NÖ-Wien, Mag. Katharina Guschlbauer-Hronek,
Gertraud Gabler-Bauer, Josef Seidl, Irene Hirschauer

Pasivní dům II – zkušenosti z Rakouska a české začátky

Editor: Jan Hollan

Překlad: Kateřina Gančarčíková

Rakouské příklady: z podkladů IG Passivhaus a GrAT

České příklady: Jan Hollan a Juraj Hazucha na základě podkladů, které laskavě poskytli:

Aleš Brotánek, Mojmír Hudec, Martin Krč, Rostislav Kubíček, Petr Mareček, Petr Morávek, ÚMČ Brno-Nový Lískovec

Korektury: Jiří Turek

Odborná spolupráce: Yvonna Gaillyová

Technická spolupráce: Matěj Hollan

Fotografie, grafy a schémata:

Atrea, s.r.o.; A. Brotánek; Cepheus; Drexel und Weiss, Energieeffiziente Haustechniksysteme GmbH; E. Drössler; Energieinstitut Vorarlberg; Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme; GrAT; K. Guschlbauer; Hebel; M. Hudec; J. Chybík; S. Karásek; H. Krapmeier; M. Krč; A. Kubala; G. Lang; M. Lang; Lang consulting; W. Luttenberger; P. Mareček; Mischek; M. Navrátil; Projektfabrik Waldhör KEG; Raiko; J. Seidl; Sigg GmbH & Co KG; K. Srdečný; Tollerian; L. Trnka; ÚMČ Brno-Nový Lískovec; Wodtke GmbH; ZO ČSOP Veronica

Grafická úprava, sazba a litografie: Goli s.r.o., Brno

Tisk: EXPRINT-KOCIÁN, spol. s r.o., Brno

Druhé, přepracované a doplněné vydání, 2008

Vydala ZO ČSOP Veronica

Panská 9, 602 00 Brno

www.veronica.cz



Projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.



Úvodní slovo

Čas nezadržitelně plyne a publikace „Pasivní dům – zkušenosti z Rakouska a české začátky“, vydaná v roce 2004, je nenávratně rozebrána. Pro mnohé se stala prvním impulsem k zamyšlení nad jednou z aktuálních výzev, které přináší současnost. Jedná se o širokou diskusi a následnou praxi věnovanou limitům tradičních – fosilních zdrojů energie. S tím nezbytně souvisí úvaha o možnostech, které vymezují proces společenského růstu charakterizovaného jako udržitelný rozvoj.

Ve vzpomenué publikaci bylo upozorňováno na vzory, které můžeme hledat u našich jižních sousedů. Na tom se v podstatě nic nezměnilo, zvláště když si uvědomíme, že v Rakousku všechny stavby financované z veřejných rozpočtů musí být realizovány alespoň v energeticky úsporném režimu, který poskytuje pasivní standard. Přesto se situace u nás v mnohém změnila k lepšímu. Česká republika se stává zemí, ve které i přes mnohé překážky a nedorozumění pasivní domy pozvolna zdomácní. Ze všech společenských vrstev přicházejí zájemci, kteří tyto domy chtějí stavět. A co je zvláště důležité, požadavkům pasivních domů se svými produkty již přizpůsobují tuzemští výrobci materiálů, dodavatelé technologií a stavební firmy.

Se vzrůstajícím tempem se sice poměrně rozptýleně, přesto úspěšně realizují především objekty individuální výstavby. Jsou tím myšleny v obcích a městech samostatně stojící pasivní rodinné domy. Vedle nich však tento typ energeticky úsporných staveb vytváří také obytné soubory. Setkáme se s nimi v jihomoravských Židlochovicích a v Hradčanech u Tišnova nebo v obci Koberovy v Českém ráji. A co je v České republice nadmíru potěšitelné – Archou firmy Country Life v Nenačovicích a Centrem modelových ekologických projektů pro venkov v Hostětině se pasivním domům podařilo vstoupit do oblasti veřejných staveb.

K rozvoji pasivních domů, který v posledních letech u nás nastal, přispěla skutečnost, že se významně zlepšila informovanost. Velkou měrou se na tom podílejí dvě brněnská pracoviště. Kvalifikovanou a vysoce ceněnou práci dlouhodobě odvádí základní organizace Českého svazu ochránců přírody *Veronica*. Jí realizovaná hostětínská stavba je názornou ukázkou pro všechny zájemce o tento způsob výstavby, navíc s důležitou aplikací přírodních stavebních materiálů. Velmi důležitou, záslužnou a jedinečnou roli sehrává *Centrum pasivních domů*, které vystupuje jako otevřené konzultační a poradenské středisko. Zabývá se propagací, vzděláváním a podporou pasivních domů a úspor energie ve stavebnictví a architektuře. Na pravidelně pořádaných mezinárodních konferencích, blízkých zahraničním symposiím známým jako „Passivhaustagung“, organizuje pracovní setkání odborníků a zájemců o tento způsob výstavby.

Pozadu nezůstávají ani akademická pracoviště ČVUT v Praze a VUT v Brně, kde je téma pasivních domů zařazeno do výukových programů. Vyrůstají zde vzdělaní inženýři a architekti, připravení tyto objekty navrhovat a stavět.

Je potěšitelné, že se pasivní domy ve stále větším rozsahu stávají předmětem veřejných architektonických soutěží zaštitěných Českou komorou architektů. Z poslední doby můžeme vzpomenout soutěž *Dřevěný dům*, v níž se energetická náročnost stala významným hodnotícím kritériem.

Publikace přibližuje současný stav poznání a předkládá praktické výsledky dosažené v zahraničí a v České republice. Její snahou je budoucím stavebníkům představit nezbytné minimum informací z oblasti teorie energetických úspor a uvedenými příklady poskytnout inspiraci k rozhodnutí stavět šetrně, racionálně a zdravě, tedy v pasivním standardu.

Josef Chybík

Fakulta architektury VUT v Brně

Tento vícegenerační dům se třemi bytovými jednotkami byl stavěn jako nízkoenergetický dům s kvalitou bydlení odpovídající domu pasivnímu. Budova je vybavena kotlem na pelety, stěnovým vytápěním, solárním systémem a automatickým komfortním větráním se zemním kolektorem. Použity byly pokud možno ekologické stavební materiály

Obsah

Předmluva	3
1. část – Teorie pasivního domu a zkušenosti z Dolního Rakouska	5
Pasivní domy – pohodlné, efektivní a osvědčené	5
Podstata pasivních domů	5
Výhody pasivních domů	5
Jak lze dosáhnout této vysloveně nízké spotřeby tepla v pasivním domě?	6
Detailní pohled na pasivní dům	7
Technické vybavení pasivního domu	9
Pasivní dům je ziskem pro všechny	10
Pohled do budoucnosti	10
Provozní zkušenosti s pasivními domy	11
Podpora výstavby pasivních domů v Rakousku	15
Cesta k pasivnímu domu – podle čeho se rozhodovat	16
Jak by měl dům vypadat? Kdo by měl dům projektovat?	16
Jaké jsou Vaše osobní požadavky na komfort?	16
Jakým zdrojům tepla a tepelným médii dáváte přednost?	17
Kdo má budovu postavit?	18
Cesta k pasivnímu domu – kontrolní seznam pro plánování a realizaci stavby	19
2. část – Vybrané příklady rakouské i české	21
Úvod druhé části	21
Rekonstrukce průmyslovky a základní školy ve Schwanenstadtu na pasivní standard	22
S-House, Böhheimkirchen	24
Bytové domy na Kammelweg ve Vídni	26
Rodinný dům Schwarzových, Pettenbach	28
Archa firmy Country Life v Nenačovicích	30
Přízemní rodinný dům na Sluneční ulici v Hradčanech u Tišnova	32
Rodinný dům v Letovicích	34
Pasivní rodinný dům v Litovli	36
Dům pro dva v Šebetově	38
Soubor 13 pasivních domů v Koberovech	40
Pasivní „řadovka“ v Židlochovicích – 2. etapa výstavby	42
Pasivní dřevostavba v Kosoři	44
Regenerované panelové domy v Brně – Novém Lískovci	46
Seminární centrum Hostětín	48
3. část – Přílohy	52
Stručný přehled fyzikálních a technických pojmů	52
Centrum pasivního domu	55
Adresář firem	56

Předmluva

Proč jít pasivní cestou?

Pamětníci nebo znalci historie si možná vzpomenou na Gándhího taktiku pasivního odporu (proti britské vládě nad Indii). Ta byla účinná díky vyspělosti britské kultury a politické scény, svobodnému a kvalitnímu tisku a váze veřejného mínění. Pasivní domy mají s pasivní rezistencí cosi společného: k existujícím problémům nabízejí řešení nenásilné, neuzívací složitou a drahou techniku, dostupné celé veřejnosti.

O jaké problémy jde?

O rostoucí koncentraci skleníkových plynů v ovzduší a převážně jí způsobenou změnu klimatu. O to, že na změně složení atmosféry, již dnes změně ohromné a dále se zvětšující, má rozhodující vinu užívání fosilních paliv. O to, že většina jejich spotřeby padá na vrub vytápění a vůbec užívání budov. O to, že vyspělé země s odpovědným vedením si uvědomují, že užívání fosilních paliv je nutné co nejrychleji utlumit. Ostatně nejen kvůli ochraně klimatu, ale třeba i kvůli tomu, abychom neposílali stále více peněz do oblastí, kde se jich nekontrolovatelná část dostává na financování válečných operací. A o to, aby se politika mocností nemusela řídit především starostí o zdroje ropy a plynu.

Jde také o to, že v dosud běžných budovách je i přes mohutné otopné systémy a velkou spotřebu energie často nepříjemné prostředí. Za mrazů chladné kouty, průvan pod dveřmi či kolem oken, nepříjemně suchý vzduch. Jindy vzduch dosti zapáchající (hlavně je-li v budově spousta lidí), chladná místa zdí plesnivá, v zimě se rosící okna. V létě pak často vedro, kterému se lze těžko ubránit (leđa za cenu ještě vyšší spotřeby elektřiny a opět chladného průvanu) – ostatně letních veder vinou změny složení ovzduší přibývá a bude přibývat.

Jak je řešit?

Špatnou kvalitu budov a velkou spotřebu energie v nich se snažili ve Skandinávii, ve Spojených státech a pak především v německy mluvících zemích řešit použitím důkladnějších tepelných izolací a rozsáhlé důmyslné techniky již od sedmdesátých let dvacátého století. Některá řešení se podobala spíše složitým strojům než domům: vyžadovala komplikovanou obsluhu, byla drahá a poruchová.

Nosnou ideu, která se plně osvědčila, formuloval až dr. Wolfgang Feist začátkem devadesátých let a vzápětí těž ověřil v praxi: použít konstrukci tak kvalitní, že v domě žádná složitá, drahá a poruchová technika není potřeba. Dokonce může odpadnout samostatný otopný systém. K tomu se právě vztahuje ono „pasivní“: na změny venkovní teploty nemusí rychle reagovat mohutná otopná soustava, výtečně izolovaný a utěsněný dům na ně reaguje pomalu a drobné korekce (mírné topení či chlazení) dokáže zajistit větrací systém, který v domě tak jako tak kvůli komfortu je.

Pasivní dům je definován jen hrstkou požadavků. Hlavní z nich je ten, aby jeho potřeba vytápění byla tak malá, že ji lze zajistit jako vedlejší funkci běžného větrání: přihřátím čerstvého vzduchu na nejvýše padesát stupňů. Pro běžné budovy z toho vyplývá požadavek, aby na jeden metr čtvereční obytné plochy stačil příkon deseti wattů (tedy pro velký byt o ploše sta metrů čtverečních příkon jednoho kilowattu), a také důsledek: **pasivní domy spotřebují na topení jen asi desetinu energie oproti domům dosud běžným.**

Ještě v osmdesátých letech dvacátého století bylo těžké tak přísný požadavek splnit: příliš mnoho tepla utíkalo z budov okny. Devadesátá léta ale řešení přinesla: trojitě zasklení speciálně povrstvenými skly vyplněné kryptonem, radikálně snižující únik tepla oknem ven.

Kromě těchto oken už potřebují pasivní domy jen jednu techniku, totiž řízené větrání s rekuperací tepla, s vynikající energetickou účinností.

Tu lze docílit snadno, jen chít: dnešní soustavy výměny teploty odpadního a čerstvého vzduchu více než z devadesáti procent. To dělají pasivně, jen protiproudým předavačem tepla (aneb výměníkem teplot, viz přehled pojmů, s. 53). Některé mohou malým tepelným čerpadlem (jen o málo větším, než je v chladničce) odpadní vzduch ochladit ještě dále, až k bodu mrazu a získaným teplem přitopit nebo ohřát vodu. Podmínkou úspěchu je vynikající těsnost budovy, aby vzduch skutečně procházel jen přes větrací zařízení. Docílit těsné budovy je pak věcí pečlivosti při stavbě a následného měření a oprav vadných míst. V praxi se to vskutku daří, a jak ukazuje nový výzkum, těsnost se s léty nezhoršuje.

Pasivní domy jako evropský standard

Možnost, že by se tak úzasně kvalitní domy mohly stát běžnými, se ještě v polovině devadesátých let zdála být v nedohlednu. Díky projektu CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards) se ale na přelomu tisíciletí velmi přiblížila. Pasivních domů bylo v Evropě v roce 2004 tisíce, bytů řada tisíc. Začátkem roku 2008 to jen v Rakousku bylo 2 500 budov s podlahovou plochou dva miliony metrů čtverečních. Trend tak naplňuje někdejší odborné odhady, že k roku 2010 se v německy mluvících zemích bude v tomto standardu stavět alespoň pětina novostaveb. V některých městech a regionech už platí povinnost dosažení pasivního standardu i u rekonstrukcí pro všechny veřejné budovy. Možnost nárůstu podílů tak kvalitního stavění je omezená jen tempem, jak rychle se lidé, od architektů přes výrobce až k řemeslníkům, stihnou requalifikovat – někdo se učí rychleji, jiný pomalu. Zájem o pasivní domy mnohokrát převyšuje nabídku.

Legislativní usnesení Evropského parlamentu ze dne 31. ledna 2008 o *Akčním plánu pro energetickou účinnost: využití možností* ve svém bodu 29 „vyzývá Komisi, aby navrhla jednak závazné požadavky, podle nichž by všechny nové budovy vyžadující vytápění či chlazení musely být od roku 2011 postaveny podle norem pro pasivní domy nebo obdobných norem pro nebytové domy, a jednak požadavek používat pro vytápění a ochlazování od roku 2008 pasivní řešení“. U novostaveb je hospodárnost pasivního standardu evidentní, náklady na stavbu jsou už dnes, kdy se technologie teprve začaly rozvíjet, jen nevýznamně větší než na stavění „klasičké“ (zvýšení je v průměru do deseti procent, což je mnohem méně, než bývají rozdíly mezi různými nabídkami na stavění běžných budov). I opravovat lze na pasivní standard nebo se mu alespoň velmi přiblížit a staré domy tak změnit na velmi pohodlné, trvanlivé a provozně levné. Je to nejlepší penzijní připojištění. Budoucích cen paliv se ten, kdo bydlí v pasivním domě, nemusí bát.

A co u nás?

Naše výhoda je v tom, že vývoj stavění v pasivním standardu začal a probíhá daleko nejrychleji kolem nás, v Německu a Rakousku. A také v tom, že technické tradice těchto zemí a naše jsou velmi podobné, měli bychom být proto schopni do rozjetého vlaku naskočit snáze než jiné země. I u nás už je zájem o nejvyšší stavební kvalitu, kterou pasivní domy představují. K zájmu je nutné přidat i znalosti, na straně zákazníků i dodavatelů. Tomu by měla napomoci i tato publikace, jejíž první část vznikla podle rakouské předlohy, určené široké veřejnosti. Další naší výhodou je možnost, že když se najdou výrobci komponent pro pasivní domy, nebudou zdaleka omezeni na český trh. V sousedních zemích se po jejich výrobcích jen zapráší. Poptávka tam skutečně vysoce převyšuje nabídku.

Co přijde dál?

Již desetiletí se píše a mluví o domech, které dokonce žádné umělé dodávky energie zvenčí nepotřebují, letní solární přebytky uskladní ve velikém vodním zásobníku. Existují takové, ale je jich věru málo, je to slepá ulička vývoje. V našem podnebném pásmu s krátkými zimními

dny, kdy často po celé týdny nevyšvitne slunce, je mnohem rozumnější využít snadněji dostupnou formu energie nasbírané přes léto, totiž biomasu. Pro byt v pasivním domě stačí na jeden rok pro účely topení i ohřevu vody jeden až dva „kubíky“ dřeva – a to je množství, které je opravdu dobře dostupné.

Pasivní domy jsou vlastně moderní obdobou domů tradičních. V těch venkovských bývala v zimě na půdě tlustá vrstva sena nebo slámy, takže stropem neunikalo prakticky žádné teplo, a topilo se jen v jediné místnosti. Na topení stačilo snadno dřevo z okolí. Dnešní požadavky na bydlení jsou jiné, ale také je lze pokrýt jen tím, co nám naše krajina poskytuje. Technologie pasivních domů je zásadním předpokladem k tomu, abychom se vymanili z fatální závislosti na uhlí, ropě a zemním plynu, tohoto prokletí devatenáctého a dvacátého století.

Pasivní dům je stavebním standardem, u kterého si lze těžko představit důvod, proč a jak by se měl dále vyvíjet či zlepšovat. Samozřejmě, domy, které jsou o kousek lepší, než požaduje limit, jsou vítány, a také se takových už spousta realizovalo. Ale spotřebuje-li dům na topení o sto kilogramů dřeva více nebo méně, je z hlediska provozních nákladů i z hlediska národohospodářského dost malý rozdíl.

Smysl má samozřejmě snažit se o to, aby i při stavbě domu byla zátěž životního prostředí co nejmenší. Prostředkem pro to je užití místních materiálů, zvláště dokonalá se jeví kombinace dřeva, hlíny a slámy – příklady takových budov jsou již i u nás. Ještě běžnější je použití jiných přírodních vláknitých izolačních materiálů. Už samotné postavení domu z takových materiálů může znamenat příspěvek k ochraně klimatu: tuny uhlíku, který by jinak unikl do ovzduší, jsou na dlouhá desetiletí, ne-li staletí bezpečně uloženy do stěn, stropů a střechy domu.

Jiným aspektem je, že každá opravovaná nebo nově budovaná stavba má nemalé plochy, na které dopadá sluneční záření. Je škoda, když dopadá bez užitku. I když se v pasivním domě během léta nedá všechno využít, je jisté možné, aby bylo využito v domech sousedních. Pokrytí střechy nebo té části fasády, která není využita coby okna, plochou, která funguje jako solární kolektor, je rozhodně rozumné. Koneckonců, oproti jinému pokrytí je zde rozdíl jen v tom, že na vnější straně je sklo a pod ním je přidaná tmavá vrstva pohlcující sluneční záření. Dům v takové úpravě jistě vypadá jinak než domy klasické, ale i auta vypadají dnes jinak než před sto lety. Stavět samostatná energetická zařízení v krajině může být na pováženou, nevyužit ale ploch již beztak zastavěných tím, že se jim přidá další funkce, je prostě plýtvání.

Možným doplněním pasivního domu je tak jeho navržení v takové podobě, že v celoroční bilanci se stává zdrojem, nikoli spotřebitelem energie. To je možné všude v husté zástavbě, kde je pro solární teplo dostatečný odběr. Totéž se může týkat topného systému: moderní biomasový kotel, či dokonce domovní teplárnu s vysokou účinností lze umístit do nového nebo opraveného domu a zásobovat i domy okolní. Problémem pasivních domů je totiž i to, že nabídka dostatečně malých topidel vhodných pro jediný dům roste jen zvolna (příkladem jsou kompaktní větrací jednotky v provedení s malým tepelným čerpadlem poháněným elektřinou, nověji též kamínka peletová nebo bioliňová, která vůbec nepotřebují komín).

Jakkoliv je však snaha získávat energii z přírodních koloběhů rozumná a pro budoucnost nezbytná, tím hlavním krokem je přestat s dosavadním ohromným plýtváním. Pasivní domy jsou, zdá se, konečným vyústěním této snahy v případě stavebnictví. Pojďme se s nimi blíže seznámit.

Jan Hollan



Pasivní domy nejsou vázány stavebním stylem ani konstrukcí

1. část

Teorie pasivního domu a zkušenosti z Dolního Rakouska

Pasivní domy – pohodlné, efektivní a osvědčené

Podstata pasivních domů

V pasivním domě lze dosáhnout vysokého komfortu bydlení, pohodlí a příjemného prostředí při minimální spotřebě energie. Tepelné ztráty jsou díky důsledné izolaci sníženy natolik, že k udržení teploty v místnostech postačí minimální množství tepla. Vzhledem k výborné tepelné izolaci mají stěny a okna i při nízkých venkovních teplotách povrchovou teplotu, která se blíží 20 °C, a je tedy lidmi vnímána jako příjemná. Zvláštní důraz je kladen na vzduchotěsnost všech částí budovy. Čerstvý vzduch se do obytných prostor přivádí pomocí automatického větracího zařízení. Z odváděného vzduchu se odebírá teplo, kterým se ohřívá přiváděný čerstvý vzduch. Vše dohromady způsobuje, že se na topení v pasivním domě spotřebuje desetkrát méně tepla, než činí průměr pro stávající budovy. K udržení teploty postačí malé topné těleso, které může být umístěno kdekoliv v bytě a příjemně vyzařovat teplo. V mnoha případech lze od jeho instalace dokonce zcela upustit. Tehdy je pomocí dohřívacího registru teplo přiváděno do předeřátého čerstvého vzduchu a dohřev vzduchu většinou postačí jako jediný zdroj tepla. Výsledkem je vytápění ohřátým čerstvým vzduchem. Úsporami nákladů za výkonný kotel, topná tělesa, termostatické ventily, rozvodné potrubí apod. se zčásti pokryjí zvýšené náklady na důkladnou tepelnou izolaci. Pokud je ohřev čerstvého vzduchu dostačující jako jediný zdroj tepla, nazýváme takovou budovu „pasivním domem“ – právě z toho důvodu, že nepotřebuje žádný dodatečný aktivní systém vytápění (a také žádné klimatizační zařízení).

Výhody pasivních domů

Pohodlí

V pasivním domě je teplota ploch sousedících s exteriérem – jako jsou stěny, podlahy, okna atd. – příjemná i při velmi nízkých venkovních teplotách. Vnější stěny a podlahy nad sklepem bývají pouze o 0,5 až 1 stupeň chladnější než teplota vzduchu v místnosti. Okna jsou v pasivních domech za takových podmínek o dva až tři stupně chladnější než interiér. V domech, které nejsou vybudovány podle energetického standardu pasivního domu, lze tak vysokého stupně pohodlí dosáhnout pouze pomocí topných těles pod oknem a vytápění stěn nebo podlah.

Čerstvý vzduch

Automatický přívod čerstvého vzduchu bez průvanu a bez prachu v pasivním domě zaručuje, že je vždy postaráno o to, aby vzduch v interiéru byl svěží – i při delší nepřítomnosti obyvatel domu nebo v noci. Čerstvý vzduch lze dodatečně pomocí speciálních filtrů zbavovat pylů a ostatních alergenů. V oblastech zatížených dopravou neproniká hluk do domu, a přesto je uvnitř bezprašný čerstvý vzduch. Také lze samozřejmě otevřít okna.

Úspornost

Teprve řízený přívod čerstvého vzduchu umožňuje jednoduché a cenově výhodné využití tepla z odváděného vzduchu, které je při běž-

Kritéria pasivního domu

Potřebný měrný topný příkon	max. 10 W/m ² *
Specifická spotřeba tepla k vytápění	max. 15 kWh/(m ² a)
Specifická celková** spotřeba energie	max. 42 kWh/(m ² a)
Specifická celková** spotřeba primární energie***	max. 120 kWh/(m ² a)

* Vztaznou plochu v m² představuje vytápěná užitná obytná plocha.

** Celková spotřeba energie = spotřeba na všechny služby v domácnosti (topení, teplá voda, větrání, čerpadla, světlo, vaření, domácí elektrospotřebiče).

*** Primární energie je veškerá energie uvolněná na krytí energetické potřeby domu.

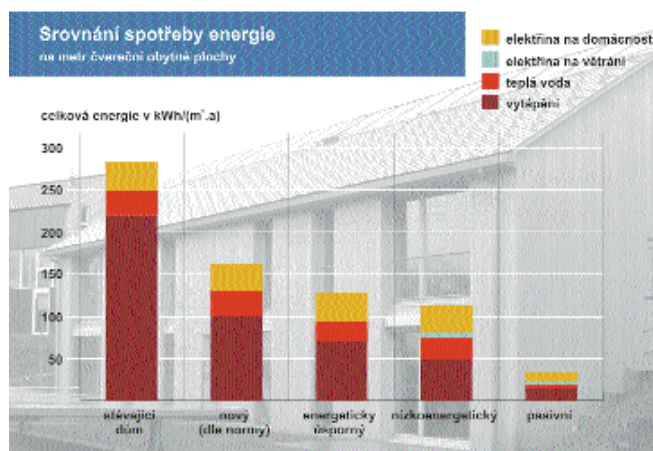
ném způsobu větrání okny nenávratně ztraceno. Samotná technologie je jednoduše obsluhovatelná, kompaktní a přehledná a při použití kvalitních přístrojů vykazuje velmi nízké provozní náklady.

Odolnost vůči letním vedrům

Pasivní domy se v létě chovají podobně jako tradiční stavby. Je třeba dbát na zastínění oken na západní a východní straně. Velké prosklené plochy na jižní straně potřebují přinejmenším konstrukční ochranu před slunečním zářením, například pomocí dostatečného přesahu střechy, vhodná jsou však i regulovatelná stínící zařízení na vnější straně oken, například rolety nebo žaluzie. Díky vybavení energeticky efektivní domácí technikou a úspornými spotřebiči se uvnitř budovy uvolňuje méně odpadního tepla. Zemní kolektor tepla (v létě vlastně kolektor chladu) spolu s ventilačním zařízením poskytuje příjemně ochlazený vzduch, což dobře postaveným pasivním domům zajišťuje i v létě výhodu oproti domům dosud obvyklým.

Zajištění v případě krize

Pasivní domy jsou zajištěny i v kritických situacích. Pasivní dům se ochlazuje jen velmi pozvolna a při totálním výpadku vytápění po dobu jednoho měsíce za celodenní mlhy neklesnou teploty interiéru pod 13–15 °C. I ty nejmenší nouzové zdroje vytápění zabezpečí dostatek tepla, například k vytápění dětského pokoje o ploše 15 m² během chladných oblačných dnů postačí tepelný příkon 150 wattů. Pro srovnání: výkon čajové svíčky je 30 wattů. K vytápění dětského pokoje tedy stačí pouhá pětice svíček!



Srovnání měrné spotřeby energie jednotlivých typů staveb ukazuje, že spotřeba energie v pasivním domě je desetkrát nižší, než činí průměr u stávajících staveb

Potenciál pro budoucnost a trvalá udržitelnost

Pasivní domy účinně přispívají k ochraně životního prostředí, a to zejména díky úspornému způsobu vytápění po celou dobu jejich životnosti, který způsobuje nízké zatížení životního prostředí. Zvýšené náklady na materiál pro stavbu pasivního domu jsou nepatrné. Průzkum Rakouského ekologického institutu ve Vídni prokázal, že celková ekologická bilance již postavených pasivních domů vychází pozitivně. Výraznější to bylo tehdy, když při výběru jednotlivých stavebních materiálů, stavebních dílců a přístrojů byly zvoleny produkty co možná nejšetrnější k životnímu prostředí.

Architektonická neutralita

Forma stavby většiny selských usedlostí, řemeslnických dílen a obytných domů bývala v minulosti vždy kompaktní a jednoduchá. Také v moderní architektuře 20. století bylo postaveno mnoho kompaktních, a přece pěkných budov. Pasivní dům má stejně kompaktní tvar, a k tomu je skvěle tepelně izolován. Kromě toho musí dosahovat té nejvyšší stavební kvality, aby optimálně fungoval. Maximální kvalitu provedení stavby beztoho očekává každý člověk, který vydává velkou část svých životních příjmů za střechu nad hlavou. Spousty pasivních domů, které již byly postaveny, dokazují, že jsou možné všechny styly stavby (masivní nebo lehká, se střechou sedlovou, valbovou, pultovou či plochou).

Skvělá bilance nákladů a užítku

Obytná hodnota, jakož i hodnota budovy jsou u pasivního domu vzhledem ke špičkové stavební kvalitě podstatně vyšší než u konvenčních domů. Minimální provozní náklady (na topení a teplou vodu ve výši 100–150 € ročně) v kombinaci s atraktivním dotačním systémem,

ktej v Dolních Rakousích začal platit v roce 2002, činí stavbu pasivního domu rovněž finančně zajímavou. Pokud šlo upustit od konvenčního systému vytápění, pokryly tyto úspory velkou část zvýšených nákladů na vysoce efektivní ventilaci, kvalitnější okna a tepelnou izolaci. V některých spolkových zemích jsou dotační podmínky ještě lepší, např. v Burgenlandu jsou od poloviny roku 2008 dotovány až budovy s měrnou spotřebou nižší než 40 kWh/(m²a), nejlepší pasivní domy dostávají oproti nim o 25 tisíc € více – stavebníky tak přijdou nejlevněji.

Výše pořizovacích nákladů, dosahující zhruba 105–115 %, je ale i bez dotací díky lacinějšímu provozu za dobu životnosti budovy více než vyrovnána (i při vícenákladech 15 % je při ceně domu 3,5 milionu Kč a růstu cen energií o 5 % ročně návratnost asi 20 let). Takto se stává standard pasivního domu typem stavby s jednoznačně nejnižšími celkovými náklady. Odpadá nejistota budoucích provozních nákladů (vzhledem k vývoji v oblasti cen energie). Získaný komfort vede navíc i ke skvělému poměru nákladů a užítku.

Zkušenosti ukazují, že vyšší ceny stavebních komponent v kvalitě vhodné pro pasivní dům (okna, ventilační zařízení) klesají s rostoucí produkcí a budou dále klesat vzhledem k rostoucímu počtu dodavatelů. V praxi existuje mnoho příkladů staveb pasivních domů, které se podařilo realizovat dokonce za stejnou cenu jako standardní budovy.

Stovky domů, pro něž byly v průběhu projektu CEPHEUS a později publikovány údaje o jejich spotřebě tepla a elektřiny, hospodárnost pasivního standardu potvrzují. Všude, kde pro pasivní standard existují finanční pobídky z veřejných zdrojů, se jeho dosažení po všech stránkách už finančně vyplatí i s použitím komerčních půjček na vícenáklady, viz www.passivhaustagung.de. „Ropný zlom“ a potřeba ochrany klimatu ale zaručují, že se nakonec vyplatí i bez veřejných podpor, tedy i dnes v Česku.

Jak lze dosáhnout této vysloveně nízké spotřeby tepla v pasivním domě?

Nepostradatelné a prvořadě

Dobrá tepelná izolace, kompaktnost stavby a absence tepelných mostů	Všechny stavební dílce tvořící vnější plášť domu jsou zaizolovány tak, aby součinitel prostupu tepla U byl nižší než 0,15 W/(m ² K); toho se dosáhne izolacemi o tloušťce 25 až 40 cm.
Speciální okna a speciální okenní rámy	Okna (zasklená třemi vrstvami) včetně okenních ráků nesmějí mít součinitel prostupu tepla U vyšší než 0,80 W/(m ² K). Hodnota g (podíl prostupu solárního tepla) pro skla by měla dosahovat alespoň 50 %.
Vzduchotěsnost budovy	Průnik vzduchu netěsnostmi musí být nižší než 0,6 objemu budovy za hodinu, přezkoušeno pomocí tlakového testu n_{50} .
Vysoce účinná rekuperace tepla z odváděného vzduchu	Čerstvý vzduch je pomocí protiproudého předavače tepla ohříván odváděným vzduchem (teplotní účinnost rekuperace musí být vyšší než 80 %).

Důležité, ale ne zásadní

Pasivní přehřívání čerstvého vzduchu	Čerstvý vzduch může být do domu přiváděn přes zemní kolektor tepla; tak lze i v chladných zimních dnech vzduch ohřát na teplotu vyšší než 5 °C.
Orientace na jih a nezastínění budovy	Pasivní využití solární energie je důležitým faktorem pro pasivní dům.
Ohřev vody obnovitelnými zdroji energie	Vodu lze ohřívát pomocí solárních kolektorů (spotřeba elektřiny na jejich provoz je jen asi 1 % dodané energie) nebo také pomocí tepelných čerpadel (podíl elektřiny je u nich asi jedna třetina). Myčky na nádobí a pračky by měly mít přívod teplé vody, aby se v nich nemusela ohřívát elektricky.
Úsporné domácí elektrospotřebiče	Důležitou součástí konceptu pasivního domu jsou vysoce účinné elektrické spotřebiče (lednička, sporák, mraznička, lampy, pračka, ...).

Pozn.: Pro ověření, zda plánovaný dům může dosáhnout pasivního standardu, je nezbytný výpočet spotřeby energie pomocí PHPP (Passivhaus-Projektierungs-Paket – projekční balíček pro pasivní domy), vyvinutého Institutem pro pasivní domy v Darmstadtu (Passivhaus Institut Darmstadt).

Detailní pohled na pasivní dům

Konstrukce obvodových stěn

V principu jsou pro stavbu pasivního domu vhodné všechny běžné typy konstrukce obvodových stěn, samozřejmě s patřičně tlustou izolací:

- Stavby masivního typu s tepelně izolační vrstvou o tloušťce minimálně 25 cm, běžněji přes 30 cm (minerální vata, expandovaný polystyren (EPS), rozvlákněné papírové vložky, korek, přírodní vláknité materiály apod.).
- Pro dřevostavby: stavební dílce s I-nosníky pro lehké stavby nebo s „izolačními stojkami“ (prostor mezi latěmi je vyplněný dřevovláknitou izolací) a s více než 30 cm tepelné izolace.
- Ztracená bednění z tvrdého pěnového polystyrenu, která jsou na staveništi naplněna betonem. Dostupná je i kombinace, kdy vnitřní část ztraceného bednění je tvořena bloky nepálené hlíny.
- Verze low-tech: konstrukce využívající slaměných balíků, které mají tradici v Severní Americe a používají se stále častěji i v Evropě včetně Česka.
- Verze high-tech: speciální vakuová izolace, se kterou lze žadoucích nízkých hodnot U (viz přehled pojmů, s. 52) dosáhnout již při tloušťkách 5 až 7 cm.

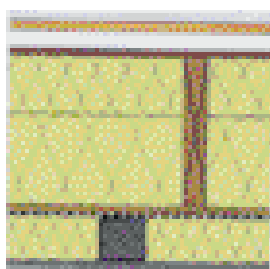


Vnější stěna masivní stavby:

Potřebná tloušťka izolace závisí na tepelné vodivosti stavebního materiálu a na poměru velikosti povrchových ploch vzhledem k objemu stavby a pohybuje se mezi 25 a 40 cm

Sled vrstev: $U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

vnější omítka 1 cm
tepelná izolace 35 cm
ciblová stěna 18 cm
vnitřní omítka 2 cm

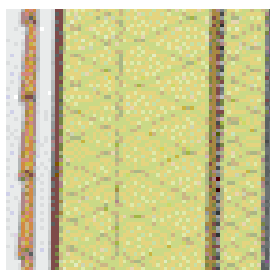


Vnější stěna lehké dřevěné stavby:

Umístění izolace uvnitř konstrukce stěny má tu výhodu, že celková tloušťka stěny může být menší

Sled vrstev: $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

modřínový obklad
odvětrání 3 cm
MDF deska 1,6 cm
fošna 4 cm
minerální vata 26 cm
OSB deska 1,5 cm
parozábrana
minerální vata mezi bliníkovými
C-profilů 7,5 cm
sádrokarton 1,3 cm



Potřebná tloušťka izolace, která závisí na tepelné vodivosti stavebního materiálu a na poměru velikosti povrchových ploch vzhledem k objemu budovy, se pohybuje v rozmezí 25 až 40 cm. Často vyjadřované pochybnosti, zda při tak velké potřebě izolačního materiálu ještě může být primární energetická bilance pozitivní, byly výzkumem rozptýleny. Vyšší objem primární energie, který je vynaložen na výrobu, dodání a zabudování izolace, je kompenzován v průběhu několika málo let nižší spotřebou primární energie na vytápění.



Příprava dřevěné konstrukce se slámovou izolací v dílně. Při správném použití je sláma cenově výhodnou alternativou běžných izolačních materiálů

Vzduchotěsný plášť budovy

Pasivní domy musí být postaveny vzduchotěsně. Tepelně izolační vrstva musí být od interiéru oddělena „vzduchotěsným pláštěm“, ten může být tvořen neprodyšnými stavebními dílci, které jsou trvanlivě hermeticky spojeny. Tak je zamezeno nejen průvanu a nechtěnému proudění vzduchu, ale je rovněž sníženo nebezpečí poškození stavby v důsledku průniku zimního interiérového vzduchu do chladných částí konstrukce a následně kondenzace páry v něm obsažené. Tato zásada obecně platí také pro všechny konvenční budovy, avšak v praxi se na ni příliš nedbá.

Například vypěnění připojovací spáry mezi oknem a zdí není v běžných případech dostatečné. Nutný je těsný spoj rámu s vzduchotěsnou vrstvou pomocí speciálních pásek nebo lišt a tmelu. Průmysl stavebních hmot nabízí vhodné produkty k tomuto účelu vyvinuté (např. manžety pro průchod kabelů nebo trubek, které lze jednoduše a bezpečně spojit se vzduchotěsnou vrstvou). V závislosti na typu stavby jsou používány různé způsoby utěsnění. U masivních staveb tvoří vzduchotěsnou plochu především vrstva omítky, u lehkých dřevostaveb jsou spolu slepeny deskové materiály nebo parozábrany. Aby bylo dosaženo požadované vzduchotěsnosti budovy, je třeba věnovat zvláštní pozornost zabudování oken a všem přístupům instalací (trubek, kabelů) přes vzduchotěsnou vrstvu.

Netěsnosti v plášti budovy se identifikují metodou tlakového rozdílu – tlakovým testem n_{50} (např. blower-door testem). K tomu je v budově vytvořen podtlak nebo přetlak o velikosti přibližně 50 Pa. Zkušební tlaky o velikosti 10–60 Pa, používané při měření, odpovídají přetlaku vznikajícímu na návětrné straně domu při rychlosti větru mezi 4–10 m/s (15–35 km/h), tedy při běžné síle větru. Takový rozdíl tlaků je dostačující pro vypátrání trhlin ve vzduchotěsném plášti pomocí měřících přístrojů. Stejně množství vzduchu, které proudí ventilátorem, proudí také spárami (vadami vzduchotěsného pláště) budovy.

Pasivní dům má hodnotu n_{50} maximálně $0,6 \text{ h}^{-1}$

To znamená, že udržuje-li se v interiéru přetlak padesáti pascalů, můžete netěsnostmi uniknout za hodinu maximálně 60 % z celkového objemu vzduchu v daném prostoru.

Měření se provádí tak, že se do rámu otevřených venkovních dveří nebo do otevřeného okna napne fólie s kalibrovaným ventilátorem. Tím je v budově vytvářen podtlak, popř. přetlak. Zjišťuje se tempo otáček, které je potřeba k udržování zvoleného tlakového rozdílu – z těchto veličin pak pro daný ventilátor plyne, kolik jím přitom protékalo vzduchu.

Okna pasivního domu

Technika zasklívání oken prodělala za posledních třicet let ohromný vývoj. Jednoduchá okna instalovaná občas až do roku 1980 měla součinitel prostupu tepla $U = 5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (dříve se tato veličina označovala jako k). S moderním zasklením izolačními trojskly, které se používá v pasivních domech, je dosahováno typické hodnoty $U = 0,7$ až $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

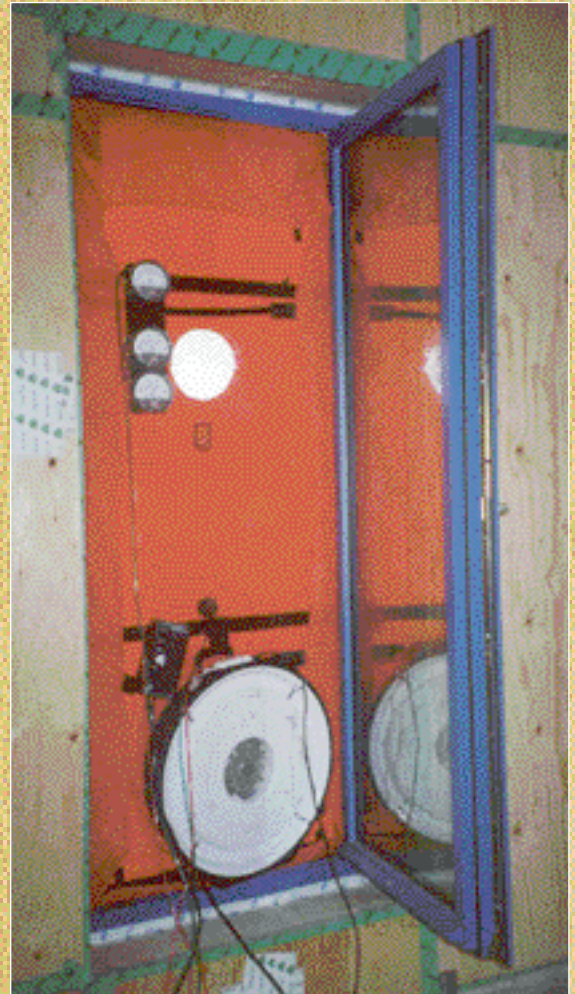
Krajní tabule trojskla mají na svém vnitřním povrchu systém tenkých vrstev odrážející dlouhovlnné infračervené záření a okna jsou plněna argonem, popř. kryptonem. Teprve při takové kvalitě zasklení se vnitřní povrchová teplota okenní tabule blíží teplotě vzduchu v místnosti a topné těleso pod oknem se stává přebytečným. Ve střední Evropě jsou tepelné zisky těchto skel při jižní orientaci a při malém zastínění dokonce i od prosince do února vyšší než tepelné ztráty. Pro pasivní domy je proto výhodné, když jsou největší okna nezastíněná a orientovaná na jih. Pro dostatečné využití sluneční energie postačí jižní fasáda s podílem prosklených ploch 30 až 40 %. Čím vyšší je podíl prosklených částí, tím důležitějšími se stávají opatření proti přehřívání budovy v létě. Pokud je žádoucí větší prosklení, musí se dbát na vnější zastínění a dostatečnou akumulaci plochu v přilehlých prostorách, aby byl v létě zajištěn teplotní komfort. V závislosti na typu budovy se pak může optimální podíl okenních ploch lišit.

Protože běžná okna s dvojskly jsou většinou nabízena jen s udanou hodnotou součinitele prostupu tepla pro střed dvojskla (v nejlepším případě $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), je zde třeba zdůraznit význam rámu.

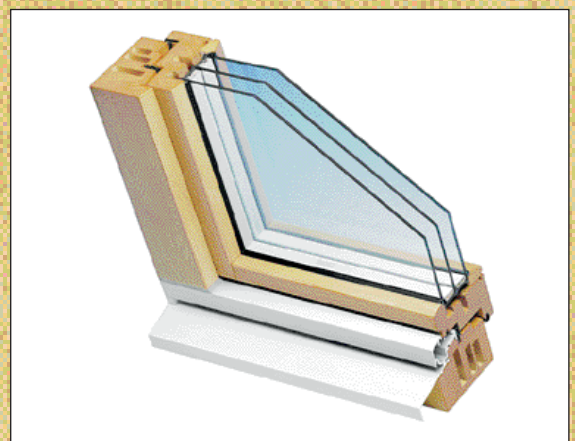
Běžné okenní rámy mají součinitel prostupu tepla U mezi 1,6 a 2,2 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Tepelné ztráty jedním čtverečním metrem rámu jsou tedy více než dvojnásobné v porovnání se stejnou plochou nejlepšího trojskla.

Významný tepelný most představují meziskelné distanční rámečky, které obvykle bývají zhotoveny z hliníku. Užitím rámečků z mnohem méně tepelně vodivých materiálů (jako bariéru proti difuzi užívají nerezovou fólii tloušťky jen 0,025 mm) se tepelné ztráty na okraji skla velmi sníží. Pro pasivní domy byly vyvinuty obzvláště dobře tepelně izolované okenní rámy, které ztráty okrajem trojskla dále snižují tím, že je trojsklo uloženo hlouběji do rámu.

V ideálním případě přechází tlustá vnější tepelná izolační vrstva budovy rovnou na sklo, jehož okraje jsou jí překryty v šířce více než pěti centimetrů. Jen tak je možné plně využít výhod nyní vyvíjených evakuovaných dvojskel tloušťky jen 8 mm, která izolují stejně dobře jako nejlepší trojskla. Pro maximalizaci solárních zisků lze užít skel s nízkým obsahem železa a s antireflexními vrstvami. Okna lze zlevnit tím, když se jich větší část realizuje jako pevné, neotvíravé prosklení.



Tlakový test n_{50} přístrojem blower door: Při zkoušce se přístroj nasadí pomocí membrány do některého otvoru domu (okno, dveře) a vzduchotěsně zalepí



Řez oknem pro pasivní dům s dřevěným rámem a zasklením trojitým izolačním sklem. V současné době je již na rakouském trhu (postupně i na českém) dostupná řada produktů vhodných pro pasivní domy, a to v různém materiálovém provedení. Důležité pro okna pasivních domů: dbajte na součinitel prostupu tepla U skel, distančního rámečku i rámu, dále na hloubku osazení skla do rámu a také na prostupnost pro sluneční teplo (bodnotu g)!

Technické vybavení pasivního domu

Větrání a vytápění

Vzduch je naší nejdůležitější „potravinou“. Bez vzduchu můžeme přežít jen několik minut.

Větrání není v prvé řadě energetickým problémem, nýbrž hygienickou nutností. Má plnit především následující úlohy:

- odstraňovat pachy a škodlivé látky,
- regulovat relativní vlhkost vzduchu,
- případně v letních vedrech zajišťovat chlazení.

Vhodným indikátorem kvality vzduchu ve vnitřních prostorech je obsah CO_2 . Převážná část uživatelů vnímá kvalitu vzduchu jako dobrou, když koncentrace CO_2 nepřekračuje 0,1 % (čerstvý vzduch má 0,04 % CO_2).

Pro omezení obsahu CO_2 na toto hygienicky přípustné maximum je dostatečným objemovým tokem vzduchu 20 až 30 m^3 na osobu za hodinu (v dětském pokoji až 35 m^3). V závislosti na počtu přítomných lidí to znamená vyměnit 0,3 až 0,8 objemu místnosti za hodinu.

Spolehlivou výměnu vzduchu lze zaručit jen při použití mechanických ventilačních zařízení, neboť výměna vzduchu při větrání okny je závislá na směru proudění vzduchu, rychlosti větru a na rozdílu teplot, jakož i na chování uživatelů.

Přestože pasivní domy spotřebují na vytápění alespoň pětkrát méně tepla než běžné české novostavby, je v nich během krátkého období (většinou od listopadu do března) často nějaké malé topení nutné.

Jak dokládají hodnoty naměřené v mnoha pasivních domech, stačí, aby jejich topný systém měl velmi malý výkon, maximálně 10 W na 1 m^2 užitkové obytné plochy. Velmi nízké množství tepla, které je nutné k vytápění pasivních domů, lze dodat i bez zvláštních systémů pro předávání a distribuci tepla: rozvodné potrubí s otopnými tělesy není potřebné. Místo toho lze teplo distribuovat pomocí ventilačního systému, který v domě již beztrápně existuje. Přiváděný čerstvý vzduch je za tímto účelem v chladných dnech po průchodu rekuperátorem dále ohříván na teplotu až 50 °C. Část tepla může být prostřednictvím ventilačního potrubí nebo stropu ohřátého takovým vzduchem předána do interiéru sáláním, většina do něj proudí jako teplý čerstvý vzduch.

V této souvislosti je důležité, že musí být bezpodmínečně splněny dvě omezující podmínky:

- Plochy ohřívacího registru nesmějí být teplejší než 55 °C, protože jinak se na nich z prachu nacházejícího se ve vzduchu odpařují různé těkavé látky a prach se dále drobí (tzv. karbonizace či přepalování prachových částic).
- Množství vzduchu přiváděné do místnosti nemá být větší, než je nutno (20–30 m^3 na osobu a hodinu, v dětském pokoji až 35 m^3 na osobu a hodinu), aby v zimě neklesala relativní vlhkost vzduchu příliš nízkou.

Právě vzhledem k těmto podmínkám musí být tepelné ztráty pláštěm budovy tak nízké. Teplo pro dohřívání přicházejícího vzduchu může pocházet například ze systému pro ohřev vody. Zde jsou poměry do jisté míry obráceny – až dosud byla teplá voda připravována pomocí topného zařízení jako jeho „vedlejší produkt“, v pasivních domech bývá naopak vytápění zajištěno jako „vedlejší produkt“ systému pro ohřev pitné vody.

Jednu z možností zde představuje malé tepelné čerpadlo, které odebírá teplo z odpadního vzduchu poté, co projde rekuperátorem. Takový vzduch je stále ještě teplejší než venkovní a obsahuje také latentní teplo vodní páry uvolňované z různých zdrojů v domě. Pokud vstupující čerstvý vzduch nejprve prochází zemním kolektorem, jak se doporučuje, neklesá zpravidla teplota odpadního vzduchu po průchodu rekuperátorem pod 5 °C. V pasivním domě může pak ventilaci, vytápění i ohřev vody převzít jednoduchý kompaktní systém, který odpadní vzduch dále ochladí v případě potřeby až k bodu mrazu.

S takovým systémem lze ohřev vody a přitápění zajistit při roční spotřebě elektřiny 1 500 – 2 200 kWh. Pro srovnání – typická čtyřčlenná domácnost s jiným než elektrickým vytápěním spotřebuje za rok okolo 3 500 až 4 500 kWh elektřiny. Kompaktní větrací jednotky pro ohřev vody a vzduchu v pasivních domech dodává v dnešní době řada výrobců. Jednotky se snadno instalují a budově pak stačí elektrická přípojka. Odpadají náklady na připojení plynu nebo dálkového vytápění. Pokud elektřina pochází z obnovitelných zdrojů, lze tuto variantu ohřívání považovat za vhodnou.

Teplo do místností lze samozřejmě přivádět i obvyklými topnými plochami (podlahové a stropní vytápění, vytápění stěnami, desková topná tělesa, radiátory). Vzhledem k vysoké termické kvalitě budovy lze topné plochy umístit kdekoli v prostoru, nezávisle na poloze oken (což šetří místo a umožňuje krátké vedení potrubí). Tato varianta umožňuje individuální teplotu v jednotlivých místnostech, vyžaduje však dodatečné investiční náklady.

Ekologicky příznivou metodou zajištění zbytkového tepla je instalace pokojových peletových kamen, jejichž přívod vzduchu pro spalování je nezávislý na vzduchu v místnostech, a proto kamna mohou stát v obytném prostoru. Peletová kamna jsou většinou vybavena integrovaným zásobníkem pelet, pomocí kterého se využití biomasy stává ještě pohodlnějším. Za cenu zvýšených nákladů a tepelných mostů (vinou komína) lze pasivní domy opatřit i křbovými kamny se samostatným přívodem vzduchu zvenčí, případně i s integrovaným ohřevem vody. Pro pasivní domy mívají ale příliš velký výkon a omezenou dobu využití vzhledem ke krátké topné sezoně.

Technicky nejjednodušší je topení pomocí lihových kamínek bez komína, která jsou v provozu jen v době, kdy běží větrací soustava. Použití takového vzácnějšího paliva je oprávněné při spotřebě na úrovni poloviny limitu pro pasivní domy (i takové se v praxi dosahuje).

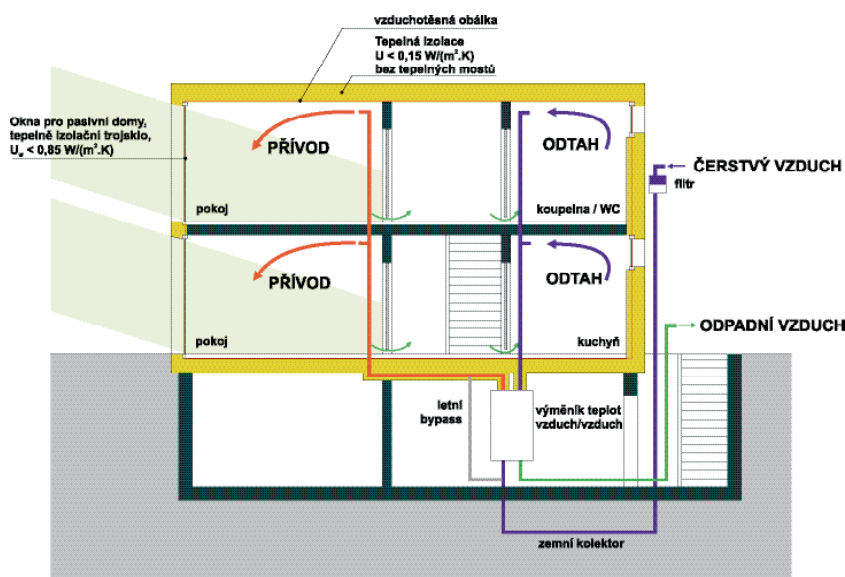


Schéma domovní techniky pasivního domu: Obálka bez tepelných mostů, superizolační zasklení, vzduchotěsnost budovy, automatické komfortní větrání – optimálně vzájemně propojený koncept. Funkčnost celku se prověří výpočtem měrné spotřeby energie pomocí balíčku PHPP

Teplá voda

Také pro teplou vodu platí základní zásada konceptu pasivních domů: „dvojnásobný komfort se zlomkem spotřeby energie“. Lze doporučit následující opatření pro snížení spotřeby teplé vody:

- armatury šetřící vodu,
- vana uložená v tepelné izolaci bez tepelných mostů,
- sprchová kabina uzavřená směrem nahoru, případně i doplněná o infračervené vytápění, aby během intervalů, kdy je sprcha vypnutá, neklesla teplota pod příjemnou úroveň,
- potrubí pro přívod teplé vody instalovat pokud možno co nejkratší, celé uvnitř vytápěné části budovy a použít pro něj dobrou „dvojnásobně silnou“ izolaci,
- zásobník na teplou vodu umístit ve vytápěné části domu a velmi dobře zaizolovat,
- vybírat takové domácí spotřebiče, které šetří vodou (pračka, myčka) a do kterých lze přivádět i teplou vodu.

Pomocí těchto jednoduchých a relativně výhodných opatření lze spotřebu tepla na ohřev vody výrazně redukovat. Zbývající spotřeba by měla být v teplejší polovině roku pokryta ze solárního zařízení, integrovaného do střechy nebo jižní fasády budovy.

Pasivní dům je ziskem pro všechny

Pasivní domy vedou k trvalému snížení emisí CO₂ do ovzduší, stejně jako emisí dalších škodlivin, které vznikají z přeměn energie. Kromě toho představuje realizace konceptu pasivního domu „win-win strategii“, tzn. že vyhrávají všichni zúčastnění.

Pro majitele domu jako investora: Kvalita budovy je trvale zvýšená. Díky absenci tepelných mostů a netěsností klesá pravděpodobnost poškození budovy. Její cena tím stoupá a pronajimatelnost se zlepšuje.

Pro obyvatele: Provozní náklady jsou nižší, míra pohodlí je zvýšená a kvalita bydlení roste. Nižší spotřeba energie není dosahována omezováním komfortu, nýbrž je naopak spojena s jeho zlepšením.

Pro řemeslníky zhotovující stavbu: Je požadována vyšší kvalita, celkový objem zakázky se zvyšuje.

Pro průmysl: Vzniká trvale stabilní poptávka po vysoce kvalitních produktech a motivace k inovacím.

Pro národní hospodářství: Zvýšená poptávka po spotřebním zboží s dlouhou životností (o takové produkty se jedná u veškeré techniky užití v pasivním domě) vede ke stabilní dodatečné zaměstnanosti v tuzemsku (resp. v zemi výrobce). Pozitivní postoj veřejnosti k domům pasivního standardu významně zlepšuje motivaci všech, kteří o lepší stavění usilují. Požaduje se kvalifikace všech zúčastněných (projektantů i řemeslníků), což přirozeně vede k jejímu zvyšování. Nové technologie vedou k poptávce po pracovních silách ve všech sektorech a na všech stupních kvalifikace.

Pro životní prostředí: Vzhledem k extrémně nízké spotřebě energie v pasivním domě je po celou dobu životnosti budovy zatížení životního prostředí jejím provozem mnohem nižší než v případě budov méně kvalitních.

Pohled do budoucnosti

Další významný potenciál pro snižování zátěže životního prostředí se nachází v důsledném používání ekologických stavebních materiálů. Při ekologicky optimalizovaném způsobu stavby lze zatížení životního prostředí způsobené stavěním budovy snížit o 50–80 % v porovnání s ekologicky nepříznivým způsobem stavby. Tato úspora vyplývá z bilance emisí skleníkových plynů (ve stavbě lze i dlouhodobě uskladnit mnoho tun uhlíku ve formě biomasy), objemu primární energie, emisí škodlivých látek a z dalších kritérií, jako jsou oddělitelnost jednotlivých součástí a následná možnost jejich opětovného zhodnocení a také náročnost na dopravu. Je tedy zřejmé, že další vývoj pasivních domů by se měl důsledně ubírat směrem k ekologickým pasivním domům.

Zásobování energií z obnovitelných zdrojů (sluneční kolektory, fotovoltaická zařízení, biomasa) je možné s nižšími náklady než v běžném nízkoenergetickém domě, neboť díky nižší spotřebě energie v pasivním domě mohou být systémy dimenzovány jako menší v porovnání s konvenčními budovami.



Krbová kamna na pelety: I opticky je pohled na brú obně požitkem, a navíc se vytopí celý dům

Provozní zkušenosti s pasivními domy

V rámci pilotního a výzkumného projektu Evropské unie CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards) byly v průběhu let 1999–2001 na 14 místech v Evropě vybudovány pasivní domy různých typů s celkovým počtem 221 bytových jednotek. Výsledky potvrdily, že idea pasivních domů je realizovatelná v praxi, a rovněž nabídlly velmi dobré záchytné body pro zaručení kvality. Od té doby se každý rok staví téměř tolik nových pasivních domů, jako jich vzniklo do té doby (v Rakousku existovalo začátkem roku 2004 už téměř tři sta pasivních budov, v roce 2008 počet přesáhl tři tisíce, v Německu deset tisíc), poptávka po nich roste ještě rychleji. Experti odhadují, že v roce 2010 bude až třetina rakouských novostaveb splňovat pasivní standard.

Rozmanité typy staveb

Na stránkách www.igpassivhaus.at a www.igpassivhaus.de jsou dokumentovány tisíce pasivních budov. Jejich architektonická kvalita je v průměru lepší, než je obvyklé u budov nespňujících pasivní standard. Vzhledem jsou ale velmi rozmanité, stejně jako typem konstrukce: v Rakousku mírně převažují dřevostavby, masivních konstrukcí je pak o něco více než staveb smíšeného typu. Pro tepelnou izolaci se používají všechny možné materiály. Dvě třetiny domů jsou podsklepené. Převažují samostatné rodinné domy, ale běžné jsou i řadové domy a vícepatrové bytové domy, díky nim má největší obytnou plochu v pasivním standardu Vídeň. Podstatná část podlahové plochy připadá na víceúčelové budovy firemní nebo správní.

Měření vzduchotěsnosti

Pasivní dům má hodnotu netěsnosti n_{50} nižší nebo rovnou $0,6 \text{ h}^{-1}$, což znamená, že při udržování přetlaku o velikosti 50 pascalů smí spárami uniknout za hodinu nejvýše 60 % z celkového objemu vzduchu v daném prostoru. Pro stovky dokumentovaných pasivních domů je ale průměrná hodnota nižší, jen $0,4 \text{ h}^{-1}$. Tento test se také často nazývá blower-door test – podle používaného přístroje. Praxe ukazuje, že vyškolené stavební týmy, které pochopily, jak důležité jsou pro funkci pasivního domu obzvlášť pečlivě provedené izolace beze spár a vzduchotěsný plášť, dosáhly předepsaných nebo lepších hodnot většinou napoprvé. **Důležité je, aby tlakový test byl proveden ihned po provedení konstrukčních prací v takovém stadiu stavby, kdy ještě lze provést dodatečné opravy.** Těsnost je základním a spolehlivým parametrem kvality budovy – tam, kde se měření po letech opakovalo, se ukázalo, že se těsnost pasivních domů nezhoršila.

Spotřeba energie

Pro více než stovku bytových jednotek z projektů realizovaných v Německu, Rakousku a Švýcarsku jsou známy výsledky měření z několika let jejich provozu. Naměřená spotřeba energie na vytápění byla v průměru o 84 % nižší než spotřeba v referenčních budovách. Většina bytů nepřesáhla limitní hodnotu pro pasivní domy, což je spotřeba $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Průměrná spotřeba byla těsně pod tímto limitem. Různé spotřeby byly nápadné zejména u bytů ve velkých domech – pokud v některých udržovali jejich obyvatelé vyšší teploty než sousedé (v extrémních případech až $24 \text{ }^\circ\text{C}$ místo $20 \text{ }^\circ\text{C}$), vytápěli tak i je. Spotřeba teplejšího bytu byla sice velká, u sousedů se ale blížila nule. Byty totiž vzájemně téměř nejsou tepelně izolovány, což nevádí, neb tím teplo pryč z budovy neutíká. Během let se ve většině domů spotřeba

Pasivní dům se solárními kolektory a fotovoltaickým napájením. Zde se sluneční záření, které nic nestojí, využívá hned dvakrát – k oběvu vody a výrobě elektřiny. Solární kolektory i fotovoltaické články lze bez problému integrovat do fasády

dále snižovala až na hodnoty nižší, než předpovídal výpočet pomocí PHPP. Naznačuje to, že se obyvatelé učili plně využívat výhod pasivního standardu. Nižší spotřeba může být dána záměrně sníženým tempem větrání v nejchladnějších dnech, aby byl v interiéru příjemnější, protože vlhčí vzduch.

Při srovnání spotřeby energie na ohřev vody a vytápění a spotřeby elektřiny pro domácnost a technické přístroje mají na celkových úsporách energie podle očekávání nejvyšší podíl úspory tepla na vytápění.

Spotřeba elektřiny

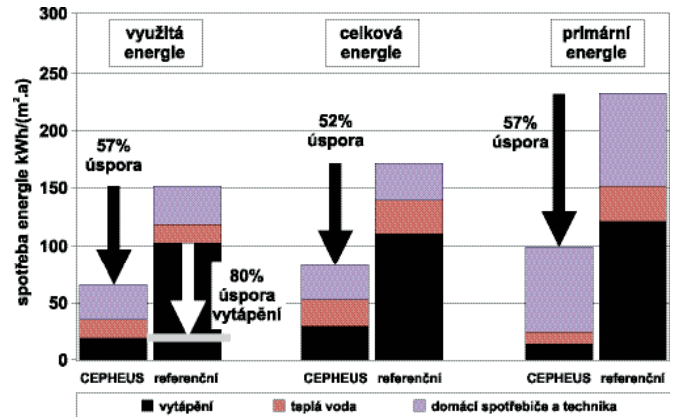
Statistika spotřeby elektrického proudu v rámci projektu CEPHEUS udává průměrnou denní spotřebu 7 kWh na jednu domácnost, což odpovídá trvalému odběru 300 wattů. V extrémních případech se spotřeba dostala na více než 35 kWh za den, což odpovídá trvalému odběru 1 500 wattů. To zhruba odpovídá jmenovitému topnému příkonu průměrné bytové jednotky v pasivním domě (potřebě topení při mrazu stanoveném normou a bez slunečního svitu). Spotřeba elektřiny pro domácnost představuje v pasivním domě významný vnitřní zdroj tepla, který v zimě značně přispívá k vytápění a v létě nesmí zůstat nepovšimnut vzhledem k možným problémům s přehřátím budovy.

Vlhkost vzduchu v zimě

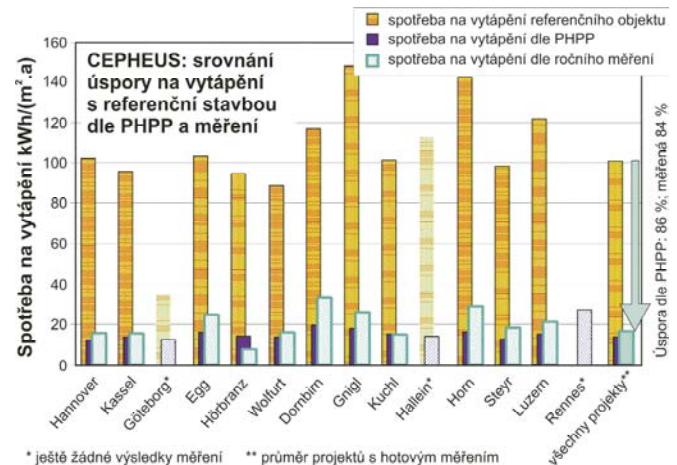
Vlhkost se přes zimu vyvíjí typickým způsobem. Čím je nižší venkovní teplota, tím je venkovní vzduch sušší (má nižší absolutní obsah vody). Přivedeme-li jej ohřátý do interiéru, jeho relativní vlhkost bude velmi nízká, napravit to mohou jen zdroje vodní páry, které jsou v interiéru k dispozici. Hodnoty vlhkosti vzduchu se v měřených interiérech v nejchladnějším období pohybovaly mezi 30 a 40 %, ve dvou bytových jednotkách byly zjištěny ještě nižší hodnoty relativní vlhkosti, mezi 20 a 30 %. Zvýšení tak nevhodně nízkých vlhkostí (příjemná vlhkost je alespoň 40 %) přineslo až snížení tempa výměny vzduchu za nejchladnějších dnů. Alternativou by bylo užití rekuperátoru se slanými membránami, které kromě tepla přesouvají do čerstvého vzduchu i vodní páru.

Investiční náklady

Přestože přiřazení nákladů k jednotlivým projektům je možné jen částečně, výsledky ukazují, že výstavba pasivních domů je realizovatelná bez významného zvýšení investic; to se pohybuje v rámci, který lze obhájit. Investiční náklady rakouských projektů jsou v průměru o 8 % vyšší než náklady referenčních budov. V přepočtu na specifické zvýšené náklady na metr čtvereční vytápěné obytné plochy se jedná o zvýšení o nula až tři sta eur. Zvýšené investice byly zjištěny porovnáním s budovou stejného typu a architektury, avšak bez možnosti využití odpadního tepla, bez oken pro pasivní standard a s redukovanou tepelnou izolací.



Srovnání výsledků měření využití energie, celkové energie a primární energie v objektech z projektu CEPHEUS s vypočtenou spotřebou v referenčních objektech. Srovnání potvrzuje, že v pasivních domech lze docílit výrazných úspor energie na vytápění



Srovnání výsledků měření úspor energie na vytápění v objektech CEPHEUS a referenčních objektech. Měření ukazují, že v průměru mají pasivní domy z projektu CEPHEUS o 84 % nižší spotřebu tepla než referenční objekty

Některé pasivní domy z projektu CEPHEUS



Upozornění na možné problémy při výstavbě a v počáteční fázi užívání

Obstarání ekologicky nezávadného stavebního materiálu (např. instalační materiály bez obsahu PVC apod.) si může vyžádat poměrně více času, což by mělo být bráno v potaz při plánování doby výstavby. Pasivní dům, do kterého se obyvatelé nastěhují v období tuhé zimy, potřebuje dodat přibližně 1 000 až 2 500 kWh energie, aby skutečně mohl fungovat energeticky bez závad. Tato počáteční fáze může v případě stoprocentního vytápění vzduchem trvat až 4 týdny, lze ji však bez problémů překlenout pomocí malého elektrického topidla. Při automatickém větrání se stává větrání okny zbytečným, jde-li jen o zlepšení kvality vzduchu, a proto v něm není vhodné pokračovat pouze ze zvyku. I v pasivním domě lze v případě potřeby otevírat okna, při horkých letních dnech bývá noční větrání otevřenými okny účinnou metodou pro ochlazení budovy.

Spokojenost obyvatel

Organizace Institut pro bydlení a životní prostředí (Institut Wohnen und Umwelt), Institut pro environmentální komunikaci Lüneburg (Institut für Umweltkommunikation) a Univerzita Kassel provedly k projektům pasivních domů doprovodné sociologické studie. Ty jsou veřejně přístupné a jako výsledek udávají:

Spokojenost obyvatel v pasivních domech je velmi vysoká. Někteří obyvatelé si přejí vyšší vlhkost vzduchu v obytném prostoru. Nelze shledat žádné skutečnosti, které by poukazovaly na zásadní nedostatky konceptu. Naopak, jsou oceňovány především tepelný komfort a vysoká kvalita vzduchu.

Šetření provedená v rámci projektu „Pasivní dům v praxi“ rovněž dokládají vysokou spokojenost obyvatel s pasivními domy. Všemi respondenty je zdůrazňováno pohodlí v zimě i v létě, světlé prostory vzniklé tím, že dům je otevřen slunci, jakož i čerstvý, ideálně temperovaný vzduch nacházející se v obytných prostorách i v ložnicích 24 hodin denně.

Pro ty, kteří chtějí být informováni ještě přesněji:

K dispozici jsou detailní zprávy o pasivních domech vybudovaných v rámci projektu CEPHEUS, a to na www.energcity.de/cepheus. Údaje o spotřebě těchto budov v dalších letech jsou pak v dokumentech dostupných na stránce www.passivhaustagung.de.



CEPHEUS Hallein: Bytový dům pasivní kvality s 31 bytovými jednotkami

Podpora výstavby pasivních domů v Rakousku

Ve všech rakouských spolkových zemích existují různé formy podpory bytové výstavby a oprav obytných budov, jejichž cílem je snížení spotřeby energie. Týkají se proto jen budov, které docílí spotřeby znatelně menší, než požadují stavební normy. V roce 2008 začíná v tomto dávat nejlepší příklad spolková země Burgenland, kde se dotace týkají až domů se spotřebou na topení menší než $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ vztaheno na vnější rozměry budovy, tedy zhruba $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ počítáno na podlahovou plochu obývaných interiérů (tedy jen domů v dnešním slova smyslu nízkoenergetických). Ještě podstatnější je ale zvýhodnění těch nejlepších, pasivních. V Burgenlandu činí 25 tisíc eur pro novostavby a 30 tisíc eur pro opravy, jde přitom o dlouhodobou půjčku s nepatrným úrokem. Dolnorakouský zemský sněm schválil v roce 2001 systém podpor, který se vztahuje na budovy s měrnou spotřebou na vytápění menší než $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, vztaheno na vnější rozměry budov. V roce 2003 byl systém novelizován, přičemž při dosažení pasivního standardu podpora mohla narůst i o 35 tisíc eur. Od začátku roku 2006 se systém podpor poněkud změnil, nicméně i tak narůstá výše výhodné půjčky pro nejkvalitnější projekty běžně o 15 tisíc eur.

Díky silným motivačním příspěvkům podporujícím energeticky šetrná stavební opatření se Dolní Rakousko zařadilo k pionýrům v oblasti trvale udržitelného a energeticky efektivního stavitelství. Jak počtem pasivních budov, tak i zlepšením stavební praxe vůbec. Např. v roce 2007 bylo u tří tisíc takto podpořených bytů v nových bytových domech dosaženo průměrné měrné spotřeby na úrovni necelé dvojnásobku pasivního limitu. U šesti tisíc opravovaných bytů se jejich spotřeba na topení snížila průměrně o sedmdesát procent. Pasivního standardu dosahovala osmina dotované výstavby.

Úsporné náklady na vytápění lze primárně dosáhnout pomocí kvalitnější tepelné izolace venkovních zdí, stropu v nejvyšším poschodí, sklepního stropu, jakož i oken a venkovních dveří. Do energetické bilance však patří nejen tepelné ztráty pláštěm budovy, ale i solární zisky díky oknům a proskleným prvkům a také vnitřní tepelné zisky dosažené v obytném domě díky elektrickým spotřebičům, vaření, praní, pobytu osob apod.

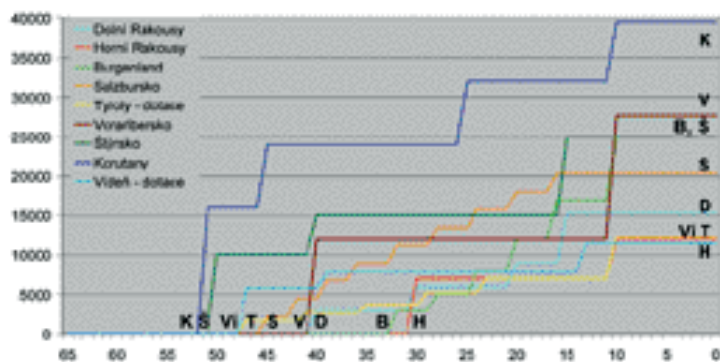
Pro získání příspěvku je nutné dosáhnout minimální hodnoty ukazatele spotřeby energie na referenčním stanovišti 2523 Tattendorf. Vztah k referenčnímu stanovišti Tattendorf je nezbytný, neboť vzhledem k rozdílnému počtu denostupňů (různá délka topného období i průměrné venkovní teploty) by jinak jedna a tatáž budova postavená na různých místech v Dolním Rakousku získala rozdílné vysoké příspěvky.

Základní příspěvek je tvořen půjčkou na dobu 27,5 roku, která je úročena dekurzivně roční úrokovou sazbou 1 %. Výše půjčky je určena podle ukazatele spotřeby energie v dané budově na základě výpočtové metody Rakouského institutu stavební techniky (Österreichisches Institut für Bautechnik – OIB), která je přizpůsobena dolnorakouským podmínkám.

Dalším zásadním krokem dolnorakouské vlády se stalo rozhodnutí, že budovy v zemském vlastnictví se musí jako pasivní stavět všechny.

Ve dvou spolkových zemích, Vídeň a Tyrolsku, má podpora jiný charakter – nejde o půjčku s malinkým úrokem, ale o nevratnou dotaci. V roce 2008 činilo takové zvýhodnění pasivních rodinných domů oproti pouhým nízkoenergetickým 12 tisíc eur. Pokud jde o podlahovou plochu v pasivním standardu, Vídeň již začíná v Rakousku vést. To je i proto, že pro výstavbu některých bytových domů, a nově i celých čtvrtí klade dosažení pasivního standardu jako podmínku výběrových řízení.

Ve všech spolkových zemích se ukazuje, že pro rychlý nárůst podílu výstavby v pasivním standardu jsou nezbytné jak finanční podpory soukromým subjektům, tak i vyžadování takového standardu při výstavbě financované přímo veřejnými prostředky.



Graf znázorňuje, o kolik se v jednoilových rakouských spolkových zemích zvyšuje půjčka, resp. dotace na novostavbu rodinného domu oproti její základní výši, a to v závislosti na tom, jak se stavba blíží pasivnímu standardu. (Stav v květnu 2008.)

Vodorovná osa: měrná spotřeba tepla na vytápění [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] vztahená k hrubé podlažní ploše (viz přehled pojmů, s. 54);
svislá osa: zvýšení výše půjčky, resp. dotace (v eurech).

Poznámka k textu:

denostupeň – jednotka charakteristiky teplotních poměrů v daném místě a čase pro účely srovnávání nebo určování spotřeby tepla k vytápění;

hodnota této charakteristiky je součinem počtu dní a rozdílu průměrných vnitřních a vnějších teplot ve zvoleném časovém intervalu, jímž je zpravidla topné období;

podle konkrétního účelu se vybírá z různě definovaných průměrných teplot a z jejich hodnot buď reálně změřených, nebo stanovených normou;

u nás se mimo horské oblasti roční úhrn denostupňů pohybuje od 2 000 do 3 500 kelvinodní

Cesta k pasivnímu domu – podle čeho se rozhodovat

Rozhodnutí o stavbě vlastního domu většina lidí učiní pouze jednou za život. Na tak zásadní krok s tak velkým trvalým účinkem je proto třeba se dobře připravit, neboť by mělo vést k osobnímu pohodlí a vysoké spokojenosti s bydlením. Při svém rozhodování se můžete nechat vést následujícími otázkami a výkladem.

Jak by měl dům vypadat? Kdo by měl dům projektovat?

Požadavek minimalizace tepelných ztrát pláštěm budovy podmiňuje v případě pasivního domu použití co nejvíce celistvého tvaru s přímými liniemi, což se odrazí i při plánování půdorysu stavby. Jednoduché tvary a úsporné nakládání s prostorem jsou pro pasivní domy typické. Při použití nových materiálů, jako například zasklení s výbornými tepelně izolačními vlastnostmi, se také pro projektanty nabízejí zcela nové možnosti, které poskytují dostatek volného prostoru pro individuální plánování. Komplikovaným prvkům, arkýřům apod. bychom se ostatně měli vyhnout již z finančních důvodů. Technicky jsou realizovatelné všechny formy budov i střech. Pokud však zvolený tvar vede ke zvětšení ochlazeného povrchu, je k realizaci stavby potřebný vyšší rozpočet, podobně jako při konvenční výstavbě.

Tip:

Hleďte architekta, jehož domy se Vám líbí, který je příznivcem ekologického a energeticky úsporného stavění a který může vystihnout Vaše prostorové požadavky a dát jim jednoduchou, ale nezaměnitelným způsobem krásnou formu. Na přípravu si nechejte dostatek času a pohovořte s lidmi, kteří již v podobných domech bydlí. České projektanty, kteří již mají s pasivními domy zkušenost, najdete na s. 56 .

Velmi důležitá je poloha stavebního pozemku. Z jižní strany by neměl být zastíněn budovami, kopci ani jehličnatými lesy. Některé obce nepovolují žádné odchylky od tradičních forem střechy. Plochá pultová střecha stoupající směrem k jihu má svůj smysl z mnoha důvodů, pro stavbu pasivního domu však není bezpodmínečně nutná.

Pro pultovou střechu hovoří následující argumenty:

- Stavíme-li patrový dům, získáme nahoře celé obytné podlaží namísto jen polovičního prostoru, a to ještě méněcenného vinou častého přehřívání střešními okny.
- Budova může být otevřena zimmému slunci, může mít střechu z izolovanou silnou vrstvou materiálu a zůstává – k radosti sousedů – přesto nízká.
- Pomocí dostatečného přesahu střechy lze podstatně snížit letní přehřívání budovy.
- Konstrukci střechy a krytinu lze vyrobit s nejnižšími náklady.

Tip:

Včasně navázání kontaktu se stavebním úřadem a sousedy Vám umožní stavět bez konfliktů.

Která stavební opatření dávají optimální předpoklady pro útulný dům?

Stavba pasivního domu se vydaří pouze tehdy, když budou splněna všechna kritéria, která již byla popsána v předchozích kapitolách.

Podstatným a typickým prvkem pasivního domu je automatické komfortní větrání obytných prostor s vysoce efektivním využitím odpadního tepla, které současně splňuje funkci vytápění tím, že přivádí ohřátý čerstvý vzduch. Při výměně vzduchu přibližně 0,5 objemu interiéru za hodinu, která je nutná z hygienického hlediska, lze do domu s obytnou plochou o velikosti 140 m² dodávat výkon maximálně 2 kW (při dodržení maximální teploty příchozího vzduchu 50 °C). Maximální tepelná ztráta budovy proto nesmí být vyšší, pokud ji chceme vytápět pouze pomocí ventilačního zařízení.

Podle zkušeností uživatelů lze sestavit souhrn priorit pro jednotlivá kritéria pasivního domu:

- Vysoká vzduchotěsnost pláště budovy: doporučená hodnota nejvyšší 0,6-násobné výměny vzduchu za hodinu při tlaku 50 pascalů by měla být za všech okolností dodržena a prokázána ještě před dokončením stavby.
- Doporučená horní mez $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pro součinitel prostupu tepla okna (včetně rámu a napojení do zdi či střechy) by měla být dodržena především v místnostech s velkou prosklenou plochou a menším množstvím tepelných zisků (vytvářených lidmi, popř. elektrospotřebiči). I u nejlepšího zasklení se součinitelem prostupu tepla U nižším než $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ jsou nezbytná speciální tepelně izolující křídla a rámy oken nebo jiné navázání skleněné výplně na okolní tlustou tepelnou izolaci.
- Tepelná izolace beze spár a vyloučení tepelných mostů a děr v obvodovém plášti, např. v místě východu ze sklepa, schodů na půdu nebo u nouzových komínů.
- Optimalizace komfortu v letních měsících vyžaduje nemít příliš veliké prosklené plochy bez pohyblivého mechanického zastínění, takových by mělo být nejvýše 40 % jižní fasády, kde stačí často stín od přesahující střechy. Západní a východní okna musí mít možnost mechanického zastínění. Dům musí obsahovat hmotu pro akumulaci chladu a možnost nočního větrání okny napříč budovou.

Jaké jsou Vaše osobní požadavky na komfort?

Podstatným předpokladem pro dobré zdraví a pocit pohodlí je hygienicky nezávadný čerstvý vzduch. Proto představuje komfortní ventilace obytných prostor spojená s vysoce efektivním využíváním odpadního tepla hlavní přínos pasivních domů. Přitom se jedná o technologii, jejíž uplatnění při výstavbě domů v současné době narůstá. Všechny budovy, které jsou v této publikaci popsány, jsou takovou ventilací vybaveny. Rozhodně doporučujeme navštívit několik pasivních domů v rámci organizovaných exkurzí a pohovořit s jejich obyvateli o provozních zkušenostech. Aby bylo možno maximálně využít pozitivní efekty ventilační technologie a zamezit možným rizikům, vyjasněte si v procesu plánování následující otázky:

- Odpovídá plánovaná budova svou velikostí, celistvostí konstrukce a energetickou kvalitou možnostem celkového vytápění přiváděným vzduchem, nebo bude potřebný dodatečný zdroj tepla? Takovým doplňkovým zdrojem může být malé topidlo na biomasu (peletová či polenová pokojová kamna). To může navíc splnit potřebu sálavého tepla.



*Nízkoenergetický dům v Dolním Rakousku, kompaktní stavba a velkorysá otevření k jihu.
Na dolním obrázku pohled na stejný dům od západu*

- V koupelně je žádoucí vyšší teplota. Lze jí dosáhnout bez velkých dodatečných investic elektricky vyhříványými drážky na ručníky apod. Přímé elektrické přitápění by však nemělo z cenových a ekologických důvodů překročit 10 % spotřeby topné energie (což je přibližně 200 kWh za rok).

Tip:

Postavte své vlastní požadavky na komfort do centra pozornosti při plánování topného systému. Vše je dovoleno: od vytápění výhradně čerstvým vzduchem přes kombinované systémy s topnými plochami využívajícími teplou vodu až po malé centrální topné zařízení na biomasu. Je třeba dbát na výši nákladů a na sladění komponent (většina běžných křbových kamen není vhodná pro pasivní domy). Jednoduché systémy jsou levnější a jejich provoz je spolehlivější.

Dbejte na dostatečnou zvukovou izolaci ventilačních instalací a zabudujte tam tlumiče zvuku. V žádném případě by neměla být překročena zvuková hladina 22 decibelů, v lepším případě 20 decibelů. Tichosti větracího systému (a nízké spotřebě elektřiny) pomůže, když se v něm vzduch pohybuje rychlostmi pod 2 m/s.

Samozřejmě lze i v pasivním domě kdykoliv během 365 dnů v roce v případě potřeby otevřít okna. Při výběru ventilačního systému dbejte na to, aby bylo možno jeho regulaci přizpůsobit různým nárokům: vypnutí ventilátoru přivádějícího vzduch při otevření oken, obtoky rekuperátoru a zemního kolektoru pro využití v letních měsících apod. Rekuperátor a rozvody by měly být zvoleny tak, abyste byli schopni provádět jejich údržbu (výměnu filtru, čištění) jednoduše a sami.

Jakým zdrojům tepla a tepelným médiím dáváte přednost?

Když jsou naplněny výše zmíněné předpoklady, je vlastně jedno, z jakých zdrojů je dům vytápěn. Z ekologických důvodů je však vhodné dát přednost obnovitelným zdrojům energie. Pokud je voda ohřívána pomocí termického solárního zařízení, je význam topného systému přesunut do úrovně „nouzového vytápění“. Současně je tím umožněno vyzdvihnout opět zcela jiné aspekty výroby tepla a vyhledat takové zařízení, které jim odpovídá.

Několik příkladů, které Vás mohou inspirovat k sestavení individuálního plánu:

- Žádný komín a téměř žádné vytápění: Pokud tomu výpočty a Vaše rozumné osobní požadavky na komfort odpovídají, můžete v domě vystačit s malým tepelným čerpadlem, např. v kompaktní ventilační jednotce a se solárním zařízením pro ohřev vody.
- V obytných místnostech lze mít viditelný plamen: Při otevřeném půdorysu budovy Vám mohou peletová pokojová kamna nebo křbová kamna přinést do Vašeho domu zážitek z ohně. Kamna musí umožňovat přívod vzduchu pro spalování zvenku, aby nebyl ovlivněn provoz ventilačního zařízení.
- Kachlová kamna: Odběr tepla lze jen špatně regulovat. Není-li budova masivní, měla by být použita jen velmi malá kachlová kamna, jinak se byt nutně přehřeje.
- Je rovněž možné přenechat část distribuce tepla teplovodnímu systému (např. stropnímu nebo stěnovému vytápění), aby nemuselo větrání při nízkých teplotách běžet naplno a aby bylo možno vystavit se sálání dle přání.

- Díky nízké spotřebě energie je pohodlnou možností i vytápění pomocí kotle na kusové dřevo s tepelným zásobníkem. Zásobník i potrubí by měly být dobře izolovány, aby z nich teplo neunikalo, když není potřeba topit.

Kdo má budovu postavit?

Pasivní dům umožní domácnosti nízký energetický rozpočet. Dosažení hraničních hodnot, které jsou k tomu nutné, musí být zaručeno na mnoho let dopředu. Kvalita provedení stavby je tak pro fungování domu podstatně důležitější než výpočtové hodnoty U .

Z tohoto důvodu je vhodné dát si co největší část budovy postavit odbornými firmami s odpovídajícími zárukami kvality.

Oproti německy mluvícím zemím není v Česku zaveden certifikát kvality pro stavební prvky a systémové součásti pasivního domu. Pokud není pro daný produkt k dispozici zahraniční certifikát, je vhodné alespoň konzultovat odborníky např. z Centra pasivního domu nebo Ekologického institutu Veronica.

Tip:

Stanovte si jasná kritéria pro výběr nejlepšího dodavatele a nešetřete na opatřeních k zajištění kvality. Ve smlouvě požadujte dosažení předepsaných hodnot a provedení odpovídajících testů. K nim patří termografie pro zjištění tepelných mostů, nutné je měření vzduchotěsnosti, vhodný je výpočet spotřeby energie, který bude proveden nezávisle na dodavateli.

Dalším kritériem je zajištění optimální souhry mezi firmami navzájem. Vynaložené vyšší náklady se zde jistě zúročí v kvalitě budovy a tím i ve Vaší spokojenosti s výsledkem zakázky. Pečlivý výběr dodavatele, detailní plánování a stavební dozor, vyšší výdaje za odborné provedení a souhru mezi firmami navzájem, jakož i doplňková měření pro kontrolu kvality jsou v dnešní době stále ještě důležité, když chceme skutečně dosáhnout požadovaného standardu.

Tip:

Firmy se zkušeností se systémem pasivních domů jsou zde ve výhodě. Pokud zapojíte firmy z nejbližšího okolí svého staveniště, můžete tak přispět k propojení regionálního ekonomického řetězce (tedy k tvorbě hodnot přímo v regionu), jakož i k vybudování know-how ve svém regionu.



Kompaktní zařízení s tepelným čerpadlem a zásobníkem určené pro pasivní dům. Veškerá domovní technika pro vytápění, přípravu teplé vody a větrání je integrována do jediného kompaktního přístroje velikosti mrazničky. Na tepelný zásobník v pravé části obrázku může být dále připojen solární systém

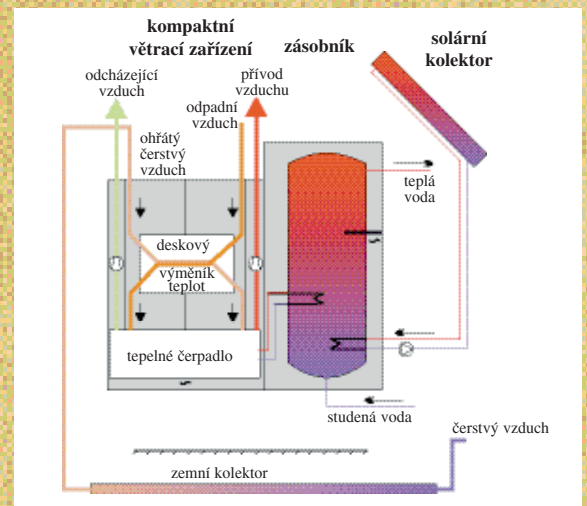


Schéma domovní techniky: Kompaktní ventilační zařízení v kombinaci se solárním systémem

Cesta k pasivnímu domu – kontrolní seznam pro plánování a realizaci stavby

1. Zastavovací plán pozemku

- Lze zvolit kompaktní tvar budovy?
- Může být hlavní fasáda orientována na jih (odchýlení od jižního směru $\pm 30^\circ$) a mít velké prosklené plochy (zhruba až do 40 %)?
- Pro pasivní využívání solární energie je výhodné, když stavební pozemek není zastíněn stavbami, horami ani jehličnatými lesy.

2. Předběžné plánování

- Minimalizace zastínění v zimě (žádný popř. jen velmi malý stín vrhaný parapety, zábradlím, výstupky budovy, balkony, přesahem střechy, dělicími stěnami apod.).
- Kompaktní tvar stavby a využití možností nástavby.
- Optimální je orientace prosklených ploch na jih (zhruba až do 40 % plochy stěny), okna vedoucí na východ, západ a sever poněkud malá.
- Jednoduchá struktura a plocha pláště budovy (pokud možno bez vikýřů, arkýřů, zapuštění apod.).
- Půdorys: umístění různých zón v budově podle světových stran, koncentrace zón s technickými instalacemi (např. koupelny nad kuchyní nebo vedle ní).
- Brát ohled na potřebné ventilační kanály.
- Zabezpečit tepelné oddělení přízemí od eventuálního sklepního podlaží (včetně východu ze sklepa): vzduchotěsnost, nepřítomnost tepelných mostů.
- První energetické odhady pomocí výpočtu ukazatele spotřeby energie.
- Ověřit možnost získání příspěvku na stavbu pasivního domu či jeho součástí.
- Odhad nákladů.
- První rozhovor na stavebním úřadě pro zmapování situace.
- Sepsání smlouvy s architekty včetně přesného popisu plnění.

3. Projekt stavby a žádost na stavební úřad

- Učinit rozhodnutí o energetickém konceptu pro ventilaci, vytápění a ohřev vody, o půdorysu stavby, architektovi, typu stavby – tzn. lehká (dřevo) nebo masivní.
- Napláňovat tloušťku izolace pro plášť budovy a zabránit tepleným mostům.
- Zjistit prostorové požadavky pro technické vybavení budovy a solární zařízení.
- V půdorysu napláňovat krátké potrubní vedení (teplá voda, studená voda, odpadní voda) a krátké ventilační kanály. Studený vzduch vést vně tepelně izolovaného pláště budovy, teplý vzduch uvnitř termického pláště.
- Výpočet pomocí PHPP (Passivhaus-Projektierungs-Paket) – projekčního balíčku pro pasivní dům.
- Stavební řízení.
- Provést výpočty potřebné pro podání žádosti o příspěvek na stavbu domu a žádost podat. – Pozn.: Dotační tituly různých institucí se v České republice rychle mění. Vedle dotačních programů na obnovitelné zdroje energie neexistuje v době vydání publikace žádný komplexní program dotací pro novostavby pasivních nebo nízkoenergetických obytných domů, v budoucnu však lze očekávat jeho vznik.

4. Prováděcí projekt stavební části

- Velmi dobře tepelně zaizolované konstrukce (pravidlo: požadujte součinitel prostupu tepla $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nebo raději $U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).
- Pamatovat na přípojovací detaily bez tepelných mostů.
- V detailech různých připojení zajistit vzduchotěsnost.
- Optimalizovat provedení oken (typ skla, speciální rámy, podíl prosklených částí, ochrana před sluncem).

5. Prováděcí projekt ventilace

Promyslete možnost přizvání specialistů:

- Krátké ventilační kanály; hladké stěny; rychlost proudění vzduchu nižší než 3 m/s; studený vzduch vést vně tepelně izolovaného pláště budovy, teplý vzduch uvnitř termického pláště.
- Napláňovat měřicí zařízení a vyvažovací prvky; zabezpečit zvukovou izolaci a protipožární ochranu.
- U vyústění vzduchu: zabránit vzniku zkratového proudění, dbát na dosahovou vzdálenost výpustí vzduchu; odpadní vzduch nenasávat přes topná tělesa (jsou-li instalována).
- Centrální ventilační přístroj včetně dohřívacího registru instalovat do teplé části budovy případně do suterénu a zajistit dostatečnou izolaci. Dbát na dobrou zvukovou izolaci přístroje. Koefficient rekuperace nad 80 %; vzduchotěsné provedení (oběhový vzduch < 3 %); účinné využití elektřiny (maximálně 0,4 watthodiny na 1 m³ prošlého vzduchu).
- Uživatel by měl mít možnost nastavit a regulovat ventilaci.
- Instalovat digestoř s cirkulačním provozem, kovové lapače tuku.
- V případě instalace zemního kolektoru tepla zajistit vzduchotěsnost a dostatečnou vzdálenost potrubí od stěny sklepa a vodovodu; pro provoz v jarních a letních měsících umožnit vyřazení (by-pass).

6. Prováděcí plán pro ostatní domácí techniku

- Teplá voda: krátké a dobře izolované potrubí umístěné uvnitř termického pláště budovy. Studená voda: krátké potrubí, běžná izolace proti srážení vodních par na potrubí.
- Armatury šetřící vodu; přívod teplé vody do praček a myček s úspornými programy.
- Odpadní voda: krátké potrubí (pouze jedno odpadní potrubí), půdní odvětrání.
- Při instalaci sanitární techniky a elektrotechniky pokud možno nenarušovat vzduchotěsný plášť budovy, v nezbytných případech zabezpečit utěsnění!
- Používat domácí přístroje, které šetří energii. Soupis přístrojů viz PHPP (Passivhaus-Projektierungs-Paket – projekční balíček pro pasivní dům).

7. Výběr dodavatele a udělení zakázky

- Zajistit smluvně výše jmenované záruky kvality!
- Sestavit časový plán stavby.

8. Zabezpečení kvality provedení stavby stavbyvedoucími

- Nepřítomnost tepelných mostů: termíny kontroly kvality na stavebníšti.
- Těsnost: vzduchotěsné vedení všech instalací, potrubí a kanálů zajistit pečlivým omítnutím nebo oblepením. Elektrické vedení procházející pláštěm budovy utěsnit rovněž mezi kabelem a instalační trubící. Krabice elektrických zásuvek zasadit na těsně do sádry nebo malty.

- Tepelně izolovat ventilační kanály a potrubí s teplou vodou.
- Spoje kolem oken utěsnit speciálními lepicími páskami, vnitřní omítku nanést na hrubou stavbu od podlahy až po nosný strop.
- Netěsnost n_{50} : dát provést tlakový test v průběhu takové fáze stavby, kdy je vzduchotěsný plášť zcela hotov, ale ještě přístupný. Tedy před instalací vnitřních obkladů, ale již po dokončení elektrické instalace (je nutná dohoda mezi různými řemeslníky). Najít a opravit netěsnosti.
- Ventilační přístroj; přístupnost filtru za účelem výměny. Možnost regulace proudění vzduchu při běžném provozu prostřednictvím měření proudění příchozího a odváděného vzduchu; dosažení rovnováhy; vyrovnaná distribuce příchozího a odváděného vzduchu; měření spotřeby elektřiny ve ventilačním přístroji.
- Provést kontrolu kvality provedení veškeré domovní techniky.

9. Převzetí zakázky, kontrola účtů



Pasivní dům v Rapottensteinu, smíšená konstrukce. Dům získal od dolnorakouské vlády ocenění Energyglobe 2000

2. část

Vybrané příklady rakouské i české

Úvod druhé části

Za čtyři roky od prvního vydání publikace Pasivní dům se praxe stavění v pasivním standardu mohutně rozvinula u našich jižních i západních sousedů a nesměle začala i v českých zemích.

Stálo by za to popsat desítky rakouských realizací, tolik je jich tam pozoruhodných. Rozsah naší publikace nám ale velem omezit se na takové, které ve stavební praxi znamenaly přelom. Začínáme příkladem rekonstrukce a dostavby velké budovy, školy v hornorakouském Schwanenstadtu. Ta dává příklad, jak se mají školy opravovat, aby se nemarnily veřejné prostředky – dělat to hůře než k pasivní úrovni je dnes již nezodpovědné. Díky velkému půdorysu lze pasivního standardu u škol dosáhnout téměř vždy. Nejenom že jde o tu neúčinnější ochranu klimatu, ale také se zásadně zlepší prostředí v budově, a tím i účinnost výuky. Klíčový prvek, větrání s rekuperací s jednotkou umístěnou pod stropem v každé učebně, lze ale doporučit i tam, kde se na zateplení pláště budovy teprve čeká nebo kde už nějaké proběhlo. Druhý příklad je S-House v Böhleimkirchenu, budova s výstavou o využití obnovitelných, to jest dorůstajících, surovin pro stavění, „výkladní skříň“ vídeňské Techniky. Následuje první vídeňský „pasivní“ projekt sociální výstavby, zahrnující téměř dvě stovky bytů, a první rakouská rekonstrukce starého domku na pasivní rodinný dům.

České příklady mají mimo jiné za úkol ukázat, že pasivní standard předepisuje jen meze pro měrné spotřeby energie, ale pokud jde o vzhled budov, architektury nesvazuje. Z prvního vydání jsme ponechali „Archu“ v Nenačovicích, protože jde o veřejně přístupnou budovu. Pasivní standard jí ušel vinou toho, že v roce 2003 na českém trhu nebyla ještě dobře dostupná patřičná zasklení. Další příklad, bližší pasivní laťce, je z Hradčan u Brna, kde postupně vyrůstají další domy a konají se i letní dílny pro zájemce o stavění z přírodních materiálů. Následuje „neofunkcionalistická“ vila v Letovicích, nenápadný dům v Litovli využívající stavebnice ze sendvičů OSB-EPS-OSB, levný přízemní domek v Šebetově a doposud největší pasivní projekt v Koberově, kde vyrostlo 13 domů geometricky napodobujících okolní starší zástavbu. Příkladem ze Židlochovic popisuje pokračování výstavby řadových domů, největší české pasivní budovy, příkladem z Kosorže pak stavbu, která dosáhla nejlepší změřené těsnosti. Zbývají dva příklady jsou z jiného soudku. Vracíme se k regeneraci obecních panelových domů v Novém Lískovci v Brně, jejíž první etapa skončila v roce 2006 a z níž jsou známy výsledky. Tím se liší od všech jiných dotovaných oprav v České republice. Liší se bohužel i tím, že se ani na její, z dnešního pohledu naprosto nedostatečnou úroveň, žádné jiné české rekonstrukce doposud nedostaly; pokračující plýtvání veřejnými prostředky bez ohledu na potřebu ochrany klimatu (i v programu Panel) je zkrátka ostudné. Nakonec popisujeme výstavbu první české veřejné budovy aspirující na dosažení pasivního standardu, v níž již proběhla řada seminářů a konferencí (mj. o stavění v nejlepší kvalitě a užívání přírodních materiálů): jde o Centrum Veronica v Hostětíně.

Zbývá se těšit, že druhé vydání Pasivního domu je tím posledním, které bylo schopno zahrnout skoro polovinu českých realizací. Že příště už budeme vybírat jen ty technicky nejpozoruhodnější z desítek a stovek českých novostaveb a rekonstrukcí. Snad naše publikace přispěje k tomu, aby se i u nás pasivní standard prosadil jako jediný opravdový, bezpečný, trvalý a udržitelný pro budovy, kde v zimě i v létě mají lidé bydlet, studovat či pracovat. Aby jiné stavění začalo být považováno za substandard, po němž lidé sahají jen z nevědomosti nebo z bída, z níž jim ovšem rostoucí účty za teplo a elektřinu nedovolí vyběhnout. „Pasivní opravování“ je tou nejlepší sociální politikou.

Vraťme se ale k příkladům. Říká se, že kdo neviděl, neuvěří. Proto můžeme velmi doporučit, abyste co nejvíce takových budov sami navštívili a s jejich uživateli si promluvili. Jde to nejen v rámci podzimních světových dnů pasivních domů (v roce 2008 ve dnech 7. až 9. listopadu), ale i v rámci dalších exkurzí (aktuální informace o přístupnosti objektů naleznete na www.pasivnidomy.cz) organizovaných u nás i v cizině – vč. dní otevřených dveří v seminárním centru Veronica v Hostětíně (viz <http://hostetin.veronica.cz/pozvanky>). Totéž doporučte všem, s nimiž byste na opravách či stavění rádi spolupracovali. Není nad to, poučit se z chyb i z úspěchu jiných. Studium následujících příkladů vaše pasivní cesta teprve začíná...



Rekonstrukce průmyslovky a základní školy ve Schwanenstadtu na pasivní standard

Důvody rekonstrukce

Ve škole v hornorakouském Schwanenstadtu byl zatuchlý vzduch, nedostatek světla i prostoru. Renovace byla nezbytná. Betonový skelet potřeboval obnovu nejen z důvodu lepšího vzhledu a prostorové funkčnosti, ale především proto, aby se stavba stala ekologicky šetrnější a efektivně využívala přírodní zdroje. Škola rovněž potřebovala dostavbu.

Náklady a výsledky rekonstrukce

Sanace na pasivní standard znamenala nárůst investičních nákladů o 8 % oproti konvenční sanaci. A výsledek: enormní redukce emisí CO₂ oproti původním hodnotám a značné zvýšení komfortu.

Vícenáklady ve výši 3,6 % padají na vrub promyšleného konceptu využívání denního a umělého světla. Ve srovnání s moderními světlými školními budovami byly v této starší budově relativně menší plochy oken. Úspora tepla daná pasivním standardem však neměla být promarněna vyššími nároky na elektřinu pro umělé osvětlení. Situace se zlepšila využitím denního světla jednak zvětšením plochy oken, jednak vytvořením rozměrných světlíků nad schodišti, chodbami a výtahovou šachtou. Okna jsou vysazena do roviny izolace, takže na ně dopadá hojnost světla. Zároveň se myslelo na to, aby v létě nebylo potřebné chlazení.

Ve školách se běžně o přestávkách větrá otevřenými okny a trvale tak dochází ke ztrátám energie. V nově sanované škole ve Schwanenstadtu je každá třída vybavena větrací jednotkou s výměníkem pro rekuperaci tepla. Otevřená okna v topném období stejně jako špatný vzduch patří minulosti.

Konstrukční řešení

Sanace vnějších stěn byla provedena pomocí prefabrikovaných dřevěných stěnových dílů vyrobených ve standardu pro pasivní domy. Na rozdíl od původního stavu je nyní celá statická konstrukce uvnitř izolované obálky. Tepelné mosty jsou vyloučeny tím, že místo průchozích žebér jsou ve dřevěné konstrukci použity jen zkřížené elementy. Pevné skleník, okna, větrání i fasáda byly finálně provedeny již v dílně. Izolovalo se částečně minerální vatou, částečně celulózou, která optimálně přiléhá ke staré konstrukci.

Architektura

Co se týká architektury, byl požadavek zachovat skromnou šedost stavby, která připomíná původní železobeton. Proto bylo dřevěné obložení školy i tělocvičny (na péro a drážku) před montáží ponecháno, aby přirozeně zešedlo.

Dalším významným prvkem je pestrobarevný koncept celého interiéru, který vyjadřuje radost ze života.

Zapojení studentů

V ukázkové třídě, která získala u žáků velkou oblibu, byl koncept pasivního domu několik měsíců testován a vylepšován. Studenti průmyslovky se také mohli aktivně účastnit přestavby. Mohli pomáhat při montáži stěn a rovněž se podíleli na montáži vnitřního vybavení a solárních kolektorů na ohřev vody pro tělocvičnu.





Informace o objektu

Škola ve Schwanenstadtu

Užitná plocha: 4 951 m² sanace, 2 100 m² dostavba

Rok výstavby: 2007

Architektura:

Architekt DI. Heinz Plöderl, PAUAT Architekten

Potřeba tepla na vytápění:

před sanací: 165 kWh/(m²a)

po sanaci: 14 kWh/(m²a) (vypočtená i změřená)

Konstrukce:

kombinovaná

obvodová stěna: 58 cm celulóznové izolace v prefabrikované dřevěné stěně umístěné před původní stěnou

střecha: dřevěné panely s 40 cm celulóznové izolace nad původní střechou

podlaha: 60 cm nafoukaného šterku z pěnového skla do vyhloubené dutiny

Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna: 0,08 W/(m²K)

střecha: 0,10 W/(m²K)

podlaha/strop nad sklepem: 0,13 W/(m²K)

Okna:

U_w : 0,80 W/(m²K)

zasklení izolačními trojskly U_g : 0,70 W/(m²K)

Větrání:

decentrální větrací jednotka s rekuperací tepla v každé třídě

Vytápění a ohřev teplé vody:

peletový kotel, solární kolektory, fotovoltaika

Celkové náklady: 7,2 mil. eur (1 020 eur/m²)



S-House, Böhmeikirchen

Efektivní využití zdrojů: Dům s faktorem 10

V S-House je dosaženo konceptu „faktor 10“ a jsou splněna kritéria udržitelného stavitelství. Snížení spotřeby energie na jednu desetinu dnešní běžné praxe bylo dosaženo použitím technologií vhodných pro pasivní domy. Užitím obnovitelných surovin a minimalizací fosilních a minerálních materiálů se také značně snížila spotřeba zdrojů.

Technologie pasivního domu a inovativní postup – stavění z balíků slámy

V rámci studie „Stěny z obnovitelných surovin“, kterou provedl GrAT (Gruppe Angepasste Technologie), byly prokázány dobré stavebně-fyzikální vlastnosti slámy jako stavební látky. Vysoká schopnost izolovat umožňuje využívat slámu v pasivním stavitelství. V S-House byly spojeny přednosti pasivního domu se stavěním ze slámy a tím bylo dosaženo moderního a ekologického stavitelství za současné minimalizace spotřeby zdrojů.

Odstranění tepelných mostů a vzduchotěsnost pláště budovy jsou hlavními předpoklady pro dosažení pasivního standardu. Ve vypracovaném řešení konstrukce domu, které tyto požadavky splňovalo, byl kladen velký důraz na co největší upotřebení obnovitelných surovin, znovupoužitelnost a recyklovatelnost materiálů stejně jako na vyvážení se kovových komponent a plastů fosilního původu. Konstrukce jsou optimalizovány z hlediska stavební fyziky a nabízejí bezpečnost a vysoký komfort.

Informační centrum se stálou výstavou o obnovitelných surovinách

S-House se stal centrem obnovitelných surovin a udržitelných technologií. Na budově samé je demonstrována funkčnost stavebních látek z obnovitelných surovin. Jsou demonstrovány ekologické povrchové materiály (např. omítky, dřevěné bednění, textilie) a použity přirozené povrchové ošetřující materiály (laky, vosky, glazury).

Formou stálé výstavy „Balanced Technologies“ je multimediálně zpracována tematika udržitelného stavitelství s využitím obnovitelných surovin a jsou ukázána řešení realizovaná v S-House vyhovující různým cílovým skupinám. Je tu názorně demonstrována cesta surovin až k hotovému produktu a rozmanitost využívání biogenních stavebních látek. Tím jsou široké veřejnosti představeny tradiční vědomosti ve světle nejnovějších trendů stavebnictví.

Měřicí program pro ověřování dlouhodobé funkčnosti nových stavebních postupů

Paleta stavebních materiálů a produktů z obnovitelných surovin je pestrá. Internetová databanka, www.nawaro.com, kterou dle různých skupin stavebních látek (izolační materiály, náhrady povrchových materiálů, stěny/stropy/střechy, bytové textilie, pomocné montážní prostředky, okna/dveře...) sestavuje do katalogu a hodnotí podle technických a ekologických kritérií organizace GrAT v kooperaci s Institutem pro stavební biologii a ekologii (IBO), obsahuje již více než 400 produktů z obnovitelných surovin. V S-House jsou vybrané stavební produkty nejen představeny, ale jsou i nepřetržitě sledovány jejich technické parametry. Plánovaný koncept měření proto obsahuje měření a dokumentaci nejdůležitějších stavebně-fyzikálních a mikro-





klimatických parametrů. Tím se bude demonstrovat funkčnost konstrukce budovy a dlouhodobé chování stavebních materiálů. Výsledky měření jsou vyhodnocovány a jsou dostupné na výstavě nebo na internetu. Kromě stěn z balíků slámy byly použity ještě další typy stěn s izolačními látkami, které jsou též podrobeny dlouhodobému sledování a měření.

Informace o objektu

Kancelářská budova
 Užitná plocha: 332,5 m²
 Rok výstavby: 2004

Architektura:
 Architekti Scheicher ZT Ost

Energetická náročnost:
 potřeba tepla na vytápění: 5,0 kWh/(m²a) dle PHPP,
 5,7 kWh/(m²a) skutečně změřená
 normová tepelná ztráta: 8,90 W/m²

Konstrukce:
 Celodřevěná. Lepené velké dřevěné díly z křížem kladených desek (tzv. KLH, ve stěnách tl. 9 cm), doplněné na stavbě 50 cm tlustou vrstvou z balíků slámy. Pro jejich přitlačení k nosné dřevěné vrstvě jsou ve stěnách použity konopné provazy navázané na roubíky vetknuté do nosné vrstvy.
 Dolní KLH vrstva spočívá na betonových sloupcích opřených o základové patky oddělené od zeminy PE fólií.
 Vegetací pokrytá střecha s kaučukovou membránou tl. 1,3 cm na dřevěné konstrukci, mezi budovou a střechou je vzduchová mezera.

Součinitele prostupu tepla U:
 obvodová stěna: 0,08 W/(m²K)
 střecha: 0,08 W/(m²K)
 podlaha/strop nad sklepem: 0,08 W/(m²K)

Okna:
 celodřevěné rámy
 U_w : 0,79 W/(m²K)
 zasklení izolačními trojskly U_g : 0,5 W/(m²K)

Větrání:
 křížový předavač tepla (účinnost 75 %), zemní kolektor (2 PE roury délky 35 m se spádem alespoň 1 %), vzduchové kanály v budově ze dřeva borovice limby

Vytápění a ohřev teplé vody:
 biomasová akumulární kamna (na kusové dřevo i pelety, výkon do 5 kW, účinnost alespoň 85 %) pro přehřívání odpadního vzduchu

Bytové domy na Kammelweg ve Vídni

Nová cesta vídeňské bytové výstavby

S prvním výběrovým řízením na dodavatele stavby v pasivním standardu začala nová éra udržitelné bytové výstavby ve Vídni. První vídeňské sídliště sestávající ze dvou objektů se 176 byty bylo navrženo několika architekty a postaveno firmou Mischek Systembau GmbH. Na základě pozitivních zkušeností následovalo v létě 2007 další „pasivní“ výběrové řízení, tentokrát hned na 900 bytů čili na celé sídliště.

Koncept stavby zahrnuje i volné prostranství, díky němuž má každý nájemník bytu ve standardu pasivního domu přístup do rozmanitých společných prostor i k zeleným plochám.

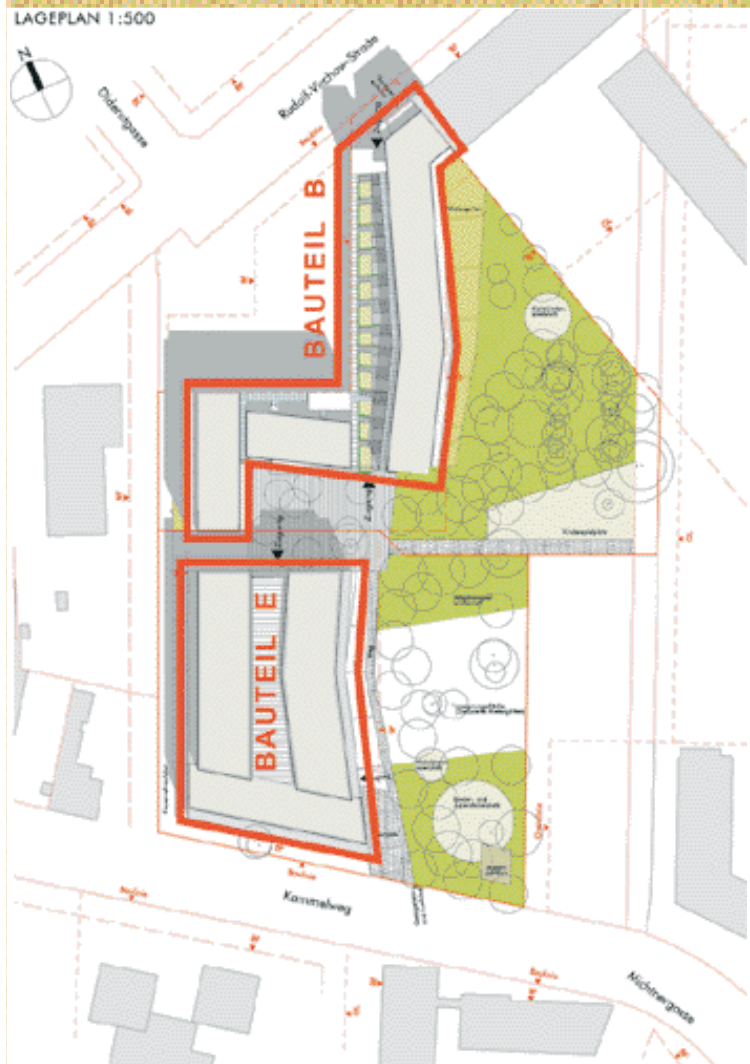
Blok B / Rudolf-Virchow-Straße 12

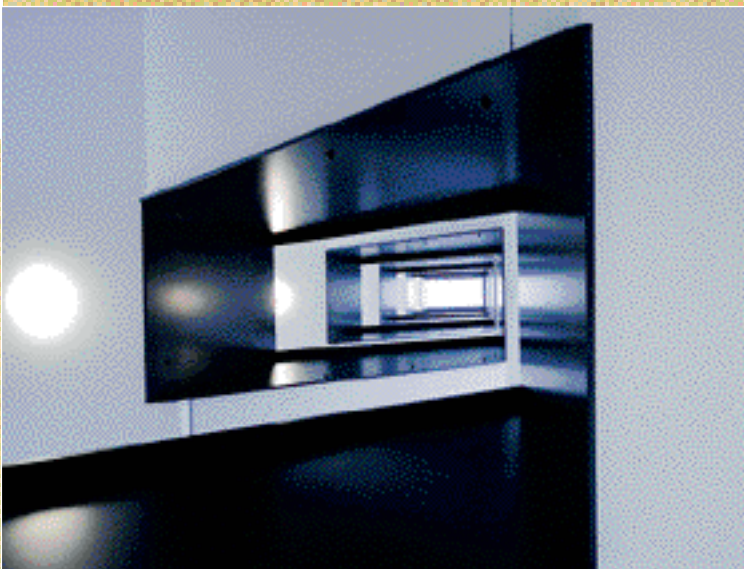
Na severní části pozemku bylo podle návrhu kanceláře Schindler a Szedenik postaveno 89 dotovaných nájemních bytů. Dvou- až čtyřpokojové byty mají obytnou plochu 55 až 117 m² a individuální volné plochy lodžii, teras, zahrady nájemníků nebo zahrady na střeše. Centrální větrací jednotka s rekuperací tepla obstarává čerstvý vzduch pro byty, přehřívání přiváděného vzduchu se děje v zemním kolektoru, který je pod základovou deskou.

Blok E / Kammelweg 10

Na jižním pozemku bylo postaveno 87 dotovaných bytů do osobního vlastnictví podle návrhu týmu architektů Johannes a Hermann Kaufmann. Dvou- až čtyřpokojové byty mají obytnou plochu 56 až 98 m² a opět individuální volné plochy jako lodžie, terasy či vlastní zahrady.

Bytový dům byl postaven kombinovaně z betonu a ze dřeva způsobem, který stavebně-technickými stejně jako ekologickými vlastnostmi odpovídá soudobým nárokům. Železobetonové panely jsou základem konstrukce, nenosné fasádní elementy jsou charakteru dřevostavby. To umožnilo vyrobit výborně tepelně izolovaný fasádní systém lehké stavby v hale. K přípravě teplé vody a případnému dotápnění slouží dálkové teplo. Větrací jednotky decentralního systému se nacházejí za dveřmi jednotlivých bytů a slouží rovněž k dohřátí vzduchu.





Informace o objektu

Bytové domy ve Vídni

Užitná plocha: blok B: 8 260 m², blok E: 7 104 m²

Rok výstavby: 2007

Architektura:

blok B: s&s architekten, Vídeň

blok E: Johannes Kaufmann Architektur, Dornbirn

Energetická náročnost:

potřeba tepla na vytápění: blok B: 13 kWh/(m²a),

blok E: 11 kWh/(m²a)

normová tepelná ztráta: blok B: 7,9 W/m²,

blok E: 8,6 W/m²

Konstrukce:

blok B: masivní, blok E: kombinovaná

obvodová stěna:

blok B: 39 cm EPS na biobeton

blok E: dřevěná konstrukce s přepážkami se 45 cm minerální vaty

střecha:

blok B: 34 cm minerální vaty na železobetonovém stropě

blok E: 40 cm XPS na železobetonovém stropě

podlaha:

blok B: 45 cm polystyrenového betonu pod železobetonovou deskou

blok E: 30 cm EPS pod železobetonovou deskou

Součinitele prostupu tepla U :

	blok B	blok E
obvodová stěna:	0,10 W/(m ² K)	0,12 W/(m ² K)
střecha:	0,09 W/(m ² K)	0,07 W/(m ² K)
podlaha/strop nad sklepem:	0,09 W/(m ² K)	0,11 W/(m ² K)

Okna:

dřevěné rámy kryté hliníkem

U_w : 0,80 W/(m²K)

zasklení izolačními trojskly U_g : 0,50 W/(m²K)

Větrání:

blok B: centrální jednotka

blok E: malá decentrální jednotka pro každý byt

Vytápění a ohřev teplé vody:

dálkové teplo pro ohřev vody a přitápění

Rodinný dům Schwarzových, Pettenbach

Přestavba rodinného domu Schwarzových v Pettenbachu představuje rakouskou premiéru, jak příkladně ozdravovat staré rodinné domy na standard a komfort pasivního domu. Vedle výsledného zmenšení spotřeby energie a emisí CO₂ o 95 % byla v popředí tohoto demonstračního projektu – jenž byl realizován v rámci vědeckého programu „Haus der Zukunft“ (Dům pro budoucnost) rakouského spolkového ministerstva pro dopravu, inovace a technologie (BMVIT) – novátorská sanace s vysokým podílem předem zhotovených kompletních dílů, závěsných dřevěných stěn. Nový plášť domu byl díky tomu smontován za tři dny.

Pilotní projekt nechtěl vyhovět pouze nejmodernějším energetickým kritériím, nýbrž také zachovat ráz původního bungalovu v architektonické podobě z roku 1960. Úprava na zvýšený uživatelský komfort, zřetelné zlepšení kvality místností stejně jako přehledná a jasná organizace pokojů respektovaly požadavky stavebníka.

Objem výstavby se projevuje svou čistou prostotou, je členěn na dva do sebe zakloubené kvádry. Do fasády v okenní stěně domu je zasazeno integrované fotovoltaické zařízení, které harmonicky prodlužuje horizontální uspořádání oken a jaksi mimochodem každému pozorovateli připomíná energetický význam projektu. Přání majitele, aby se úzké, tmavé a stísněné místnosti starého domu otevřely, bylo naplněno jasnou a světle prolitou architekturou s velkoryse otevřeným jídelním a obývacím prostorem.

Dvojnásobná plocha při méně než osminové spotřebě energie

V přízemí byl nad podsklepenou částí docílen vysoký tepelný standard i při nutně omezené tloušťce možné izolace vložení 2cm vrstvy vakuových panelů. Tepelné mosty představované průběžným zdívkem přízemí sahajícím až do základů byly zmírněny tím, že 24 cm tlustá izolační vrstva z extrudovaného polystyrenu nepokračuje pod terémem podél zdi do hloubky, ale místo toho se jen mírně šikmo svažuje směrem ven až do vzdálenosti 1,2 m (tzv. protimrazový štít). Tak byla spotřeba tepla i při zdvojnásobení nadzemní podlahové plochy z 97 na 217 m² redukována z 27 100 kWh/a (z propanbutanu) na konečných 3 170 kWh/a (elektriny).

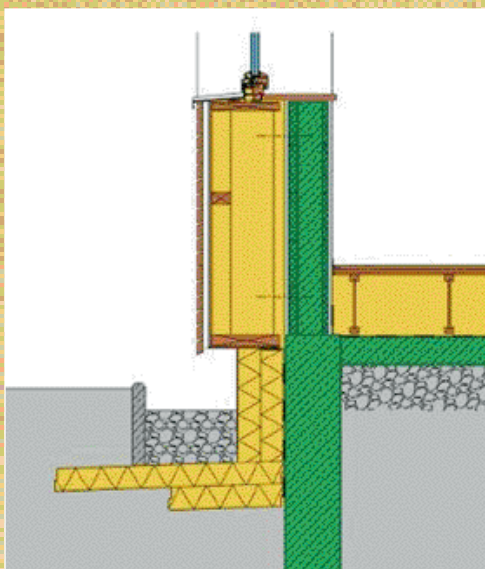
Optimalizovaný větrací systém s vysoce účinnou centrální jednotkou zajišťuje stálý přísun čerstvého vzduchu do celého domu a zajišťuje dle potřeby dohřev vzduchu i přípravu teplé vody pomocí integrovaného malého tepelného čerpadla a zásobníku ohřáté vody; teplo se přitom získává z odpadního vzduchu. Fotovoltaické panely s maximálním výkonem 2,4 kW integrované do fasády vrátí za rok dvě třetiny elektřiny spotřebované k vytápění.

Maximální využití obnovitelných surovin a ozdravení starého domu namísto demolice a nové výstavby snížilo mimo jiné o 80 % spotřebu neobnovitelných surovin a energie vložené do stavby (tzv. šedé energie).

Ozdravení domu na pasivní standard se vyplatí

Důsledná přestavba na pasivní dům dala vzniknout oproti konvenční sanaci 15 % a použití ekologických opatření 9 % vícenákladů. Díky dramatickému snížení energetické náročnosti, splnění podmínek pro nejvyšší stupeň státní podpory a očekávanému růstu cen tepla se důsledná sanace majiteli domu vyplatila již prvním rokem. Obyvatelé si tak již nebudou muset lámat hlavu nad stoupajícími cenami energie. „Tepelně udržitelné“ ozdravení starých domů představuje s odstupem





nejdůležitější přínos pro účinnou redukci emisí CO₂. Zároveň se nabízí šance přivést ostatní budovy vyžadující sanaci na stejně vysoký standard uživatelského komfortu. Jde o podstatné zlepšení oproti konvenčně sanovaným budovám jak v ohledu ochrany proti zimním mrazům a letním vedrům, tak i díky komfortnímu větrání s vysoce účinnou rekupe-
rací tepla, které garantuje permanentně čerstvý vzduch ve všech míst-
nostech a bytovou pohodu jako v té nejlepší novostavbě.

Informace o objektu

Rodinný dům v Pettenbachu
Užitná plocha: 205 m²
Rok výstavby: 2005

Architektura:

LANG consulting, 1140 Wien
spoluúčast IG Passivhaus Oberösterreich & Ost

Energetická náročnost:

potřeba tepla na vytápění před sanací:	280,00 kWh/(m ² a)
potřeba tepla na vytápění po sanaci:	14,70 kWh/(m ² a)
normová tepelná ztráta:	10,70 W/m ²

Konstrukce:

kombinovaná

obvodová stěna:	hotové dřevěné díly zavěšené před dosavadními zdi s 36 cm celulózou
střecha:	hotové dřevěné díly se 44 cm celulózou
podlaha:	nad sklepem 5 cm staré izolace, 2 cm vakuové izolace a 6 cm EPS, nad zemí 24 cm XPS

Součinitele prostupu tepla U:

obvodová stěna:	0,10 W/(m ² K)
střecha:	0,09 W/(m ² K)
podlaha/strop nad sklepem:	0,13 W/(m ² K)

Okna:

dřevěné rámy kryté hliníkem	
U _w :	0,77 W/(m ² K)
zasklení izolačními trojskly U _g :	0,60 W/(m ² K)

Větrání:

kompaktní větrací zařízení (tepelná centrála) se zemním kolektorem tepla

Vytápění a ohřev teplé vody:

malé tepelné čerpadlo s příkonem max. 0,5 kW a elektrické topné panely; 2/3 jejich spotřeby poskytne za rok fotovoltaická fasáda

Archa firmy Country Life v Nenačovicích

Umístění a celkové pojetí stavby

Nenačovice leží 3 km severně od Loděnice u Prahy, která je na trase dálnice na Plzeň před Berounem. V této vesnici investor Country Life, s.r.o., obhospodařuje biofarmu. Součástí přestavby bývalého objektu kravína je přístavba se společenským sálem a vzorkovou prodejnou, provedená téměř na úrovni pasivní stavby. Vznikající areál také obsahuje velkoobchodní sklad biopotravin, vzniklý přestavbou seníku, a hospodářské zázemí farmy se sklepy na zeleninu a ovoce spolu s přístřešky na zemědělskou techniku. Areál má též kořenovou čistírnu odpadních vod.

Nový objekt dřevěné přístavby mění celý objekt v jakousi alegorii „archy“ přivázející alternativu šetrného životního stylu. V této části jsou hlavní reprezentační prostory společnosti.

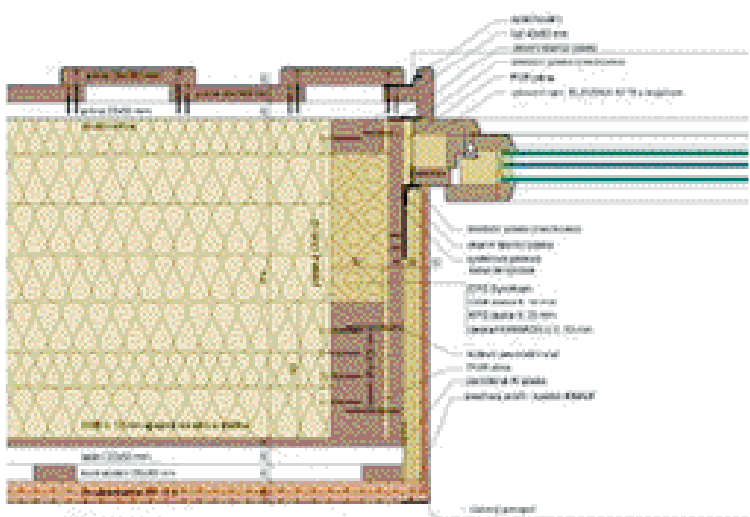
Koncepce nového využití podélné stavby původního kravína západovýchodní orientace umísťuje do přední části všechny administrativní proozy, školu a jídelnu s kuchyní. Ve střední části jsou ubytovací prostory a zadní část je vyhrazena pro proozy skladovací a výrobní. Komunikační spojení pater řeší přístavba zastřešených pavlačí se schodišti v jednotlivých požárních úsecích.

Pojetí rekonstrukce a přístavby demonstruje celkově šetrný postoj firmy k životnímu prostředí:

- Místo bourání a recyklace stavebních materiálů znovu využívá staré objekty a dává jim nový obsah.
- Nově dostavěné části jsou maximálně z přírodních materiálů, a kde to jde, je dřevo ponecháno v neopracovaném přírodním stavu a napuštěno roztokem včelího vosku ve lněném oleji.
- Nově přistavěné části nepoužívají spádovanou střešní krytinu rychle odvádějící vodu, ale vodorovné nebo pultové střechy s vegetačním krytím, tzv. bezúdržbové zelené střechy.
- Dešťová voda z původních taškových střech je zachycována v opravených hnojných jímkách a používá se na praní a splachování.
- Stavba směřuje k maximálnímu možnému snížení energetické náročnosti. Rekonstruovaná část je řešena v kvalitě nízkoenergetické stavby, přístavba se blíží stavbě pasivní.
- Zbývající tepelné nároky jsou zabezpečeny z obnovitelných zdrojů: fototermických kolektorů a dřevokotlů s akumulací v nádržích a bojlerech rozmístěných po objektu vždy nedaleko místa odběru vody.

Konstrukční řešení

Konstrukce obvodového pláště je z dřevěného trámkového skeletu zavětrovaného OSB deskami, které po přetmelení a přelepení parotěsnými páskami plní též funkci parozábrany. Výplň tvoří minerální vata o síle 375 mm uzavřená závětrnou kontaktní fólií s fasádou pobíjenou svislými prkny. Přístavba je zastřešena systémem plochých a šikmých vegetačních střech s výrazným přesahem říms. Ozeleněné střechy tvořivě kontrastují se sedlovou taškovou střechou a tvoří dominantní prvek podlouhlé jednotvárné hmoty. V přízemí je masivní akumulční betonová podlaha s natural-dlažbou, pod níž jsou rozvody vzduchotechniky uloženy ve 160 mm polystyrenu. Objekt kravína je zděný a je dodatečně zateplen minerální vatou o síle 200 mm. U oken jsou dodatečně sešikmené špalety zlepšující prosvětlení. Fasádní opláštění tvoří závětrná kontaktní fólie s diagonálním prkenným pobítkem a multibato-ovou omítkou s rabricovým pletivem na heraklitových deskách.





Informace o objektu

Sídlo firmy v Nenačovicích

Užitná plocha: A + B (izolovaná část bez skladových prostorů „seníku“ a sklepů) 1 900,8 m²

Rok výstavby: 2003–2004

Investor:

Country Life, s.r.o., Nenačovice

Architektura:

akad. arch. Aleš Brotánek, MgA. Jan Brotánek

AB Design studio, Rožmitál pod Třemšínem

Potřeba tepla na vytápění:

A: 20 kWh/(m²a)

B: 31 kWh/(m²a)

Netěsnost n_{50} : neměřena

Původní okenní otvory na jižní straně kravína jsou zvětšeny výškově vybouráním okenního nadpraží až pod stropní betonovou konstrukci a šířkově vybouráním boční strany otvoru. Otvory na severní straně objektu zůstaly v nezměněných rozměrech, případně jsou zmenšeny nebo přeměněny na dveřní otvory. Dřevěné rámy oken mají cca 30 % otvíracích částí a zbylé části jsou zaskleny napevno. Podkrovní prostory jsou prosvětleny střešními okny.

Energetický koncept

Vytápění objektu je centrální teplovzdušné s rekuperací tepla a řízeným větráním, zajištěným třemi větracími jednotkami. V části ubytovací a výrobní je ústřední teplovodní vytápění, a to z důvodu konstrukčních omezení. Ohřev vody a vytápění zajišťují tepelné zásobníky umístěné v technologických místnostech, využívající energii z dřevokotle, teplovodního solárního kolektoru a nouzové elektroohřev.

V létě sluneční kolektory přehřívají především pitnou a užitkovou vodu a v topném období dotují topení. Čtyři akumulční tlakové zásobníky tepla o objemech 950 l jsou doplněny o čtyři 250litrové bojler v blízkosti odběru. Devět kolektorů o plochách 2,5 m² je opatřeno selektivním absorberem. Kolektory jsou umístěny ve střední části na střeše a orientovány na jih se sklonem 45°.

Konstrukce:

A – novostavba: dřevostavba / rekonstruovaný objekt B: masivní stavba

obvodová stěna:	A – trámková konstrukce s 37,5 cm minerální vaty	B – zděná z pálených cihel s 20 cm minerální vaty
střecha:	A – pod OSB 60 mm + 40 mm XPS, trámková konstrukce s 18 cm minerální vaty	B – krokve s 18 cm minerální vaty + 60 mm XPS
podlaha:	A – betonová s 16 cm polystyrenu	B – betonová s odvětrávaným podložím se 100 mm XPS

Součinitele prostupu tepla U :

	A:	B:
obvodová stěna:	0,098 W/(m ² K)	0,113 W/(m ² K)
střecha:	0,124 W/(m ² K)	0,148 W/(m ² K)
podlaha:	0,249 W/(m ² K)	0,303 W/(m ² K)

Okna:

dřevěné rámy europrofil

U_w : 1,1 W/(m²K)

zasklení izolačními trojskly

Větrání:

tři větrací jednotky s rekuperací tepla a dvouzónovým teplovzdušným vytápěním, vzduchový zemní kolektor tepla

Vytápění a ohřev teplé vody:

teplovzdušné vytápění, v ubytovací a výrobní části teplovodní vytápění, dřevokotel, solární ohřev – kolektory 22,5 m², případně elektroohřev, akumulční zásobníky 4 × 900 l doplněny o 250litrové bojler v místě spotřeby

Přízemní rodinný dům na Sluneční ulici v Hradčanech u Tišnova

Umístění a celkové pojetí stavby

Rodinný dům je situován mimo souvisle zastavěnou část obce do Sluneční ulice, skupiny devíti domů v zahradách. Investor chtěl využít poznatků trvale udržitelné výstavby, ale ne za každou cenu. Nebyli jsme nuceni do používání sedlových střech (resentimentu vycházejícího z jiných historických a materiálových souvislostí), jak tomu většinou bývá, přestože to není praktické ani výhodné. Dům byl vystavěn pro investora jako místo určené k odpočinku v důchodu. Proto je přízemní. Není zcela ideální pro kompaktní tvar budovy, ale bezbariérový patrový dům se dělá obtížně.

Dispozice je zónována na obytnou vytápěnou část z jihu, na niž navazuje ze severní strany část nevytápěná, zádveří s úložným prostorem, komora, šatna, dílnička nebo sklad na zahradní náčiní a kola a dále přístřešek, sloužící jako manipulační prostor, třeba k odstavení auta. Toto zázemí, na které se často u domů zapomíná, je součástí jediného celku poskytujícího i venku závětrí, do nějž neprší. Zde lze provádět různé činnosti vyplývající ze života v domě se zahradou, aniž by bylo nutné na zahradu umísťovat další doplňkové stavby, které by narušovaly harmonické okolí domu s přírodním jezírkem a výhledy do okolí.

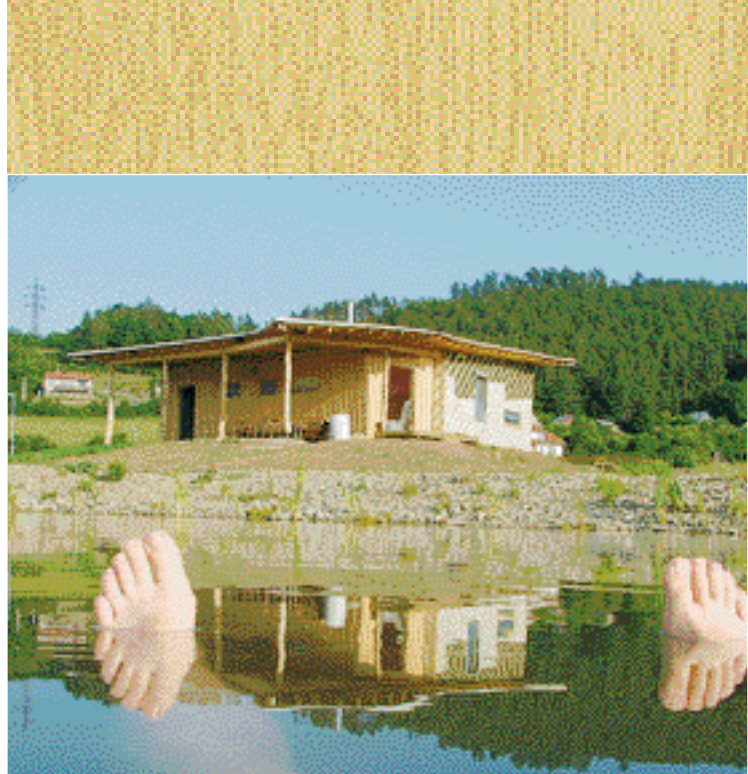
Rodinný dům je obdélníkového půdorysu z jihu formovaného úkosem tak, aby se vytvořilo snídaňové zákoutí orientované k východu. Tento detail vyplynul z potřeby uživatele domu intenzivně prožívat počínající den. Nad tímto místem je prostor zintimněný sníženým přístřeškem, nad kterým je zasazen do střechy integrovaný teplovodní kolektor – jako přirozená součást domu, za niž se není třeba stydět.

Přesahy střechy jsou hlavním nosným mottem domu a patří přirozeně k ozeleněné střeše. I když módní trendy míří k čistým (sterilním) tvarům bez přesahů, přesahy jsou v našem klimatickém prostředí významné především proto, že respektují extremitu našeho prostředí a významně snižují opotřebení vnějšího pláště. Výraznější přesah na jižní straně má také funkci protisluneční clony v letním období a částečně i ochrany proti dešti před výstupem z domu.

Konstrukční řešení

Dům stojí nad terénem na základových patkách a sloupcích, přechod na terén z jihu a západu tvoří pochozí terasa z dubových latí. Do takových bodových základů přijde méně betonu, po dožití se dají snáze odstranit a také není potřeba řešit hydroizolace, protiradonová opatření a tepelné izolace základů nenasákavými polystyreny s velkou ekologickou stopou. Přírodní charakter stavby má posílit využití rostlých nehraněných sloupů v konstrukci, nepálené cihly na přičky a hliněné omítky i na ostatních stěnách v interiéru, které vytvářejí pro člověka příznivé vnitřní prostředí. Hlavní konstrukční materiál je lehký fošinkový skelet uzavřený OSB deskami (po dotěsnění vnitřní parobrzda) a vyplněný 35 cm izolace z celulózy neboli recyklovaného papíru. Vnější opláštění tvoří kombinovaný modřínový obklad a vápenná omítka na heraklitu.

Střecha je s mírným sklonem a difuzně otevřenou skladbou, s provětrávaným prostorem na celou výšku nosných krůvků.





Povrch střechy s bezúdržbovou sukulentní vegetací se nechce přidávat k množství zpevněných a vodu z krajiny odvádějících ploch. Má to význam lokální – v letním období taková střecha snižuje přehřívání prostředí – a regionální – neochlazované urbanizované lokality bez vody v krajině výrazně zhoršují koncentrace smogu v letním období a zhoršují extremitu letního počasí (vichřice, přivalové deště, suchá období).

Informace o objektu

Rodinný dům na Sluneční ulici v Hradčanech u Tišnova
 Užité plocha: 106 m², z toho 21 m² mimo tepelný plán
 Rok výstavby: 2007

Architektura:

akad. arch. Aleš Brotánek, MgA. Jan Brotánek, Ing. arch. Jan Praisler

Potřeba tepla na vytápění: 18,4 kWh/(m²a)

Netěsnost n_{50} : 0,79 h⁻¹
 (měřeno po dokončení vzduchotěsné vrstvy)

Konstrukce:

dřevostavba

obvodová stěna: fošinková konstrukce s 35 cm foukané celulózy
 střecha: dvouplášťová s mírným sklonem s 38,5 cm foukané celulózy a extenzivním ozeleněním
 podlaha: trémová konstrukce s 33 cm foukané celulózy a 7 cm minerální vaty

Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna: 0,11 W/(m²K)
 střecha: 0,11 W/(m²K)
 podlaha: 0,10 W/(m²K)

Okna:

dřevěné rámy kryté PU a hliníkem
 U_w : 0,68 W/(m²K)
 zasklení izolačními trojskly

Větrání:

větrací jednotka s rekuperací tepla a dvouzónovým teplovzdušným vytápěním, vzduchový zemní kolektor tepla

Vytápění a ohřev teplé vody:

teplovzdušné vytápění, krbová vložka na biomasu 9 kW na temperování, ohřev teplé vody solárními kolektory a elektrodohřevem v integrovaném zásobníku tepla

Cena: 37 000 Kč/m²

Rodinný dům v Letovicích

Architektura a dispozice

Ambicí pasivního domu v Letovicích je maximálně využít příhodný krajinný ráz a členitost terénu. Z architektonického hlediska skýtala poloha stavební parcely velkou výzvu. Dům na svahu skloněném k jihu, který nabízí bohaté oslunění a výhled do krajiny. Propojení žádoucího výhledu do krajiny s příhodnou orientací je ideální stav, který umožňuje v tomto směru dům maximálně otevřít. Dispozice vychází ze zásad pasivního stavění, tj. obytné místnosti jsou situované v jižní a jihozápadní části domu, a naopak vstup, technická místnost, schodiště a chodba v severní části. Objekt je řešen velmi kompaktně, bez zbytečných říms a výčnělků. V druhém podlaží ustupují pouze na přání investora ložnice a terasa u koupelny, což umocňuje dojem modernity, jednoduchosti a praktičnosti. Jižní straně dominuje téměř desetimetrové rohové okno, které dům propojuje s vnějším prostředím a dřevěnou terasou, naopak severní fasáda je opatřena pouze malým oknem, které osvětluje prostor schodiště. Venkovní žaluzie a zemní kolektor by měly chránit před letním přehříváním.

Architektonické řešení domu je maximálně podřízeno krajinnému rázu a jen potvrzuje, že stavebně-technické nároky pasivních domů v žádném případě neomezují či nijak nezhoršují vzhled a celkový dojem z těchto typů staveb. Vzhled domu byl i vzhledem ke krajinnému rázu řešen maximálně jednoduše až s prvky funkcionalismu („pasivního neofuncionalismu“).

Řešení stavební konstrukce

Jedná se o masivní konstrukci z keramických bloků tloušťky 24 cm, kde zděný příčný systém spolu s konstrukcí stropu nad 1. NP zajišťují kvalitní tepelnou setrvačnost. Ve střeše jsou tepelné mosty redukovány na minimum pomocí důsledně izolovaných příhradových dřevěných vazníků, které překonávají celé rozpětí stavby. Velký důraz byl kladen na dodržení tepelně-technických detailů: základová konstrukce je od nosných zdí i přiček precizně tepelně oddělena pěnovým sklem – speciální izolací s vysokou pevností v tlaku.

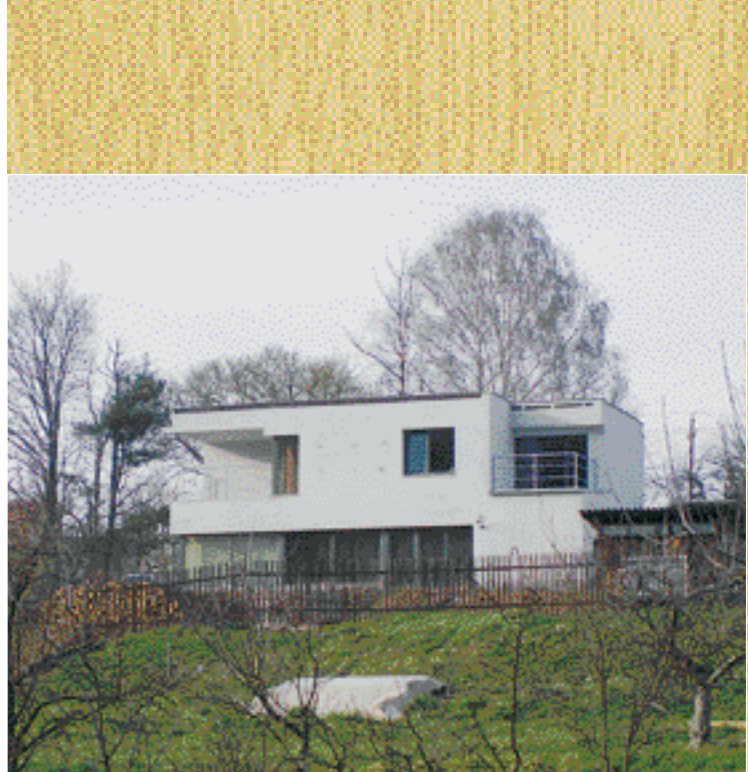
Technická zařízení budovy

Dům je vytápěn teplovzdušně, předehřev vzduchu v zimním období a chlazení v letním období jsou zajištěny zemním kolektorem dlouhým kolem 25 m a usazeným v hloubce dva metry.

Hlavní zdroj tepla je velmi malý krb, který svůj výkon ukládá do zásobníku sloužícího i k ohřevu pitné vody. Součástí vnější fasády bude do budoucna i vakuový trubkový solární kolektor, který více využívá difuzního záření. V koupelně jsou osazeny teplovodní žebříky na udržení požadované vyšší teploty.

První zkušenosti z bydlení

Obyvatelé se stěhovali do domu začátkem března. Bez topení byla teplota v domě 17 °C a vzhledem k tomu, že bylo nutné do domu dodat energii, aby se prohřálo vnitřní zdivo, topilo se tři dny. Od té doby už nebylo nutné topit, protože dům měl velké sluneční zisky. Během oblačných dnů, kdy zisky nebyly prakticky žádné, si dům pořád uchoval příjemnou teplotu díky masivní akumulaci. Přestože obyvatelé byli z původního bydlení zvyklí intenzivně větrat okny, potvrdilo se, že tento „reflex“ se v pasivním domě velmi rychle a nenuceně vytrácí.



Informace o objektu

Rodinný dům v Letovicích
 Užžitná plocha: 163 m²
 Rok výstavby: 2007–2008

Architektura:

Vize Ateliér, s.r.o.

Potřeba tepla na vytápění: 14,8 kWh/(m²a)

Konstrukce:

masivní stavba

obvodová stěna: keramické bloky 24 cm se 24 cm polystyrenu
 střecha: konstrukce z příhradových nosníků se 40 cm minerální vaty
 podlaha: beton a polystyren 24 cm

Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna: 0,13 W/(m²K)
 střecha: 0,10 W/(m²K)
 podlaha: 0,14 W/(m²K)

Okna:

dřevěné lepené rámy doplněné PU a hliníkem, nepohyblivé rámy zčásti zanořené v okolní tepelné izolaci budovy

U_w : 0,68 W/(m²K)

zasklení izolačními trojskly U_g : 0,50 W/(m²K)

Netěsnost n_{50} : neměřena

Větrání:

větrací jednotka s rekuperací a teplovzdušným cirkulačním vytápěním, předehřev a chlazení vzduchovým zemním kolektorem

Vytápění a ohřev teplé vody:

teplovzdušné vytápění napojené na integrovaný tepelný zásobník, zdroj krb s teplovodní vložkou, případně dohřev elektrospirálami, příprava na solární ohřev vody



PŮDORYS 1.NP



PŮDORYS 2.NP



Pasivní rodinný dům v Litovli

Architektura a funkčnost

Dům stojí na okraji města Litovel, z jedné strany je chráněn listnatým lesem, z druhé strany zástavbou rodinných domů a pobřežním porostem potoka. Orientován je delší stranou k jihu. Vzhledově a tvarově odpovídá běžné výstavbě přízemních domů s obytným podkrovím se sedlovou střechou se sklonem 40°. Při návrhu domu byla uplatňována maximální funkčnost a tvarová jednoduchost. Tomu odpovídají i použité materiály a konstrukce: skrytá pouzdra žaluzií a skleněné zábradlí. Barevné řešení vychází z představ a přání stavebníka. Pro minimalizaci odběru energie jsou na střeše osazeny solární panely. Dispozice domu vychází z potřeb investora při současné snaze o minimalizaci komunikačních prostor a minimalizaci zdravotně technických rozvodů. Dispoziční uspořádání umožňuje jak vzájemné propojení denních obytných prostor, tak i dostatek soukromí jednotlivých členů rodiny. Zajímavým oživením je výhled francouzským oknem z koupelny do okolní přírody.

Konstrukční řešení

Dům je řešen jako panelová dřevostavba z panelů K-kontrol (stavební díl je vrstva EPS oboustranně opláštěná OSB deskami tloušťky 15 mm, pevně přilepenými polyuretanovým lepidlem) s přidáním kontaktním zateplením na dosažení požadovaných izolačních parametrů. Jednoduchý stavební systém umožňuje rychlou výstavbu i přesnost vyhotovení.

Technické vybavení

Kvůli zjednodušení i zlevnění je dům navržen bez komínu a alternativního zdroje tepla (kamen). Vytápění je řešeno pouze teplovzdušně a postačuje na pokrytí tepelných ztrát objektu. Takové řešení bez komínu vychází obecně lépe při testu vzduchotěsnosti a zjednodušuje koncepci domu, což se projeví i cenovou úsporou.

Informace o objektu

Rodinný dům v Litovli
 Užitná plocha: 145 m²
 Rok výstavby: 2007

Architektura:

Karon, s.r.o.

Energetická náročnost:

potřeba tepla na vytápění: 14,5 kWh/(m²a)
 spotřeba primární energie: 102 kWh/(m²a)

Konstrukce:

dřevostavba
 obvodová stěna: panely K-kontrol s EPS jádrem tloušťky 14 cm, zvenčí s přidavnou vrstvou 20 cm polystyrenu (25 cm EPS na západní a východní straně domu)
 střecha: konstrukce z příhradových nosníků s 45 cm foukané celulózy
 podlaha: beton + polystyren 25 cm



Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna:	0,11 (0,10) W/(m ² K)
střecha:	0,08 W/(m ² K)
podlaha:	0,15 W/(m ² K)

Okna:

dřevěné lepené rámy kryté PU a hliníkem, pevné části z poloviny vnořené v okolní tepelné izolaci budovy

U_w :	0,68 W/(m ² K)
zasklení izolačními trojskly U_g :	0,50 W/(m ² K)

Netěsnost n_{50}:	0,31 h ⁻¹
---------------------------------------	----------------------

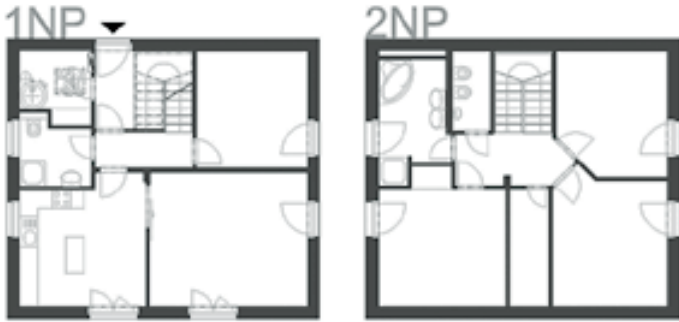
Větrání:

větrací jednotka s rekuperací tepla a teplovzdušným cirkulačním vytápěním, přehřev a chlazení vzduchovým zemním kolektorem

Vytápění a ohřev teplé vody:

teplovzdušné vytápění napojené na integrovaný tepelný zásobník objemu 615 litrů, solární ohřev pitné vody, 8 m² plochých vakuových kolektorů

Cena: 26 150 Kč/m²



Dům pro dva v Šebetově

Umístění a celkové pojetí stavby

Pasivní dům s použitím dřevěných I-nosníků, s izolací ze slaměných balíků a s využitím solární energie je řešením, které využívá dřevo – materiál minulosti – jako high-technologie, a má výrazně sníženou ekologickou stopu.

Jednou z cest k velmi důležitým energetickým a materiálovým úsporám je skromnost a přiměřenost. Projekt malého jednoduchého domu ukazuje jednu z možných variant. Nenáročná přízemní dřevostavba s pultovou střechou je navržena pro výstavbu svépomocí, kdy je možno bez problémů použít izolace slaměnými balíky a atypického kolektoru.

Dům má jednoduchou dispozici, ze zádveří s šatnou se vstupuje do obývacího pokoje s kuchyňským koutem a do ložnice. Sociální zařízení je umístěno uprostřed domu. Z obývacího pokoje a z ložnice jsou velké dvoukřídlé dveře na obytnou terasu.

Dům o užitné ploše 64 m² má pořizovací náklady 1,2 milionu Kč včetně použitých technologií.

Konstrukční řešení

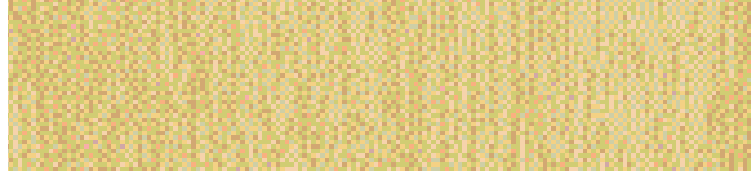
Stavba je založena na patkách vybetonovaných v otvorech vytvořených zemním vrtákem. Navazující železobetonové sloupky pod budovou v počtu 8 × 4 mají šířku 25 cm. Na nosnou nadzemní dřevěnou konstrukci jsou použity úsporné I-nosníky. Z těchto nosníků jsou vytvořeny rámy, které tvoří současně stěnu, strop a podlahu. Mezi rámy je umístěna izolace z balíků slámy, které jsou stlačeny na optimální hustotu 90 kg/m³. Tloušťka izolace všech obvodových konstrukcí je 400 mm, což je nejmenší možný rozměr balíku. Pouze ve stropu je přídavná izolace v podobě 70 mm minerální vaty. Skladby stěn i střechy jsou řešeny jako difúzně otevřené s provětrávanou fasádou a modřínovým obkladem. Obklad vnitřních stěn je ze sádkokartonu bez použití instalační rovin.

Energetický koncept

Jako ekonomicky přijatelná varianta vytápění domu bylo zvoleno použití malé větrací jednotky pouze s rekuperací a investičně nejlevnějšího způsobu dotápění přímotopy, k tomu v koupelně elektrický sušák na ručníky. Elektroohřev je ospravedlnitelný především s ohledem na minimální velikost domu, jeho prostorovou skromnost. Větrací jednotka je umístěna pod stropem WC, a tím nezabírá prostor. Zajímavostí je použití jednoduchého teplovzdušného kombinovaného kolektoru o ploše 12 m² umístěného v jižní fasádě svisle mezi okna. Ohřátý vzduch je ventilátorem vhnán do vnitřní dvojité příčky z vápenopískových cihel, která slouží jako tepelný akumulátor. Ventilátor je ovládán teplotním čidlem. V části kolektoru je současně umístěna jímací část teplovodního kolektoru (použitá z běžného teplovodního kolektoru). Vzhledem k velmi malým tepelným ztrátám domu je rozumně upuštěno od použití krbových kamen, která by přinesla víc potíží než prospěchu. Jde o součást koncepce minimalizace použitých prostředků.

Technické vybavení:

- jednotka řízeného větrání s rekuperací tepla,
- ručně prepínací zemní registr pro přehřev nebo předchlazení větracího vzduchu,
- kombinovaný teplovzdušný a teplovodní kolektor propojený s vytápěním,





- samotížné provedení malého solárního bojleru pro ohřev pitné vody,
- spotřeba teplé vody je snížena sprchovým rekuperátorem, který zachytává teplo odpadní vody s účinností cca 40 %.

Informace o objektu

Rodinný dům v Šebetově
 Užitná plocha: 64 m²
 Rok výstavby: 2007–2008

Architektura:

Ing. arch. Mojmír Hudec, ateliér ELAM

Potřeba tepla na vytápění: 14,8 kWh/(m²a)

Konstrukce:

dřevostavba z kompletních ráků (podlaha, stěny, střecha) z I-nosníků vyplněných 40 cm slaměné izolace

střecha: nad nosníky navíc 7 cm minerální vaty a extenzivní vegetační pokryv

podlaha: na betonových nosících nebo věnci zakončujícím sloupky

Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna: 0,13 W/(m²K)

střecha: 0,10 W/(m²K)

podlaha: 0,13 W/(m²K)

Okna:

eurookna, pevná část rámu je překryta tepelnou izolací budovy

U_w : 0,80 W/(m²K)

zasklení izolačními trojskly

Netěsnost n_{50} : neměřeno, byl však důraz na precizní přelepení spojů vzduchotěsné vrstvy

Větrání:

větrací jednotka s rekuperací tepla, vzduchový zemní tepelný kolektor

Vytápění a ohřev teplé vody:

vytápění elektrickými přímotopnými panely kombinované s teplo-vzdušným kolektorem, ohřev vody solárními kolektory a elektrodohřevem v solárním bojleru s použitím podsprchového rekuperačního předače tepla odpadní vody

Cena: 18 750 Kč/m²



Soubor 13 pasivních domů v Koberovech

V srpnu 2007 byl dokončen a předán k užívání pilotní obytný soubor 12 pasivních rodinných domů a školicího střediska v Koberovech jako první hromadně realizovaná experimentální výstavba v ČR na bázi úsporné dřevoskeletové konstrukce.

Urbanistická koncepce

zcela respektuje regulativy Chráněné krajinné oblasti Český ráj v intravilánu obce, tj. výhradně sedlové zastřešení, nástupy z podélných fasád, omezený rozsah prosklení atd. Situování hřebenů jednotlivých domů v ose západ až severozápad při postupném natáčení jejich hlavních průčelí od jihu až k jihozápadu zaručuje zcela nerušený výhled do zahrad a minimalizuje jejich vzájemné zastínění. Rozvolněná koncepce zástavby záměrně opouští monotónní charakter řadové „uliční zástavby“ a vytváří spíše opticky uzavřenou formu logicky odpovídající současnému charakteru zástavby obce.

Dispoziční řešení jednotlivých domů

zásadně orientuje podélný trakt hlavního obytného prostoru do jižního průčelí s prosklením přes 30 %, stíněným pomocí přesahu střechy. Do severní části domu jsou orientovány vstupní, sociální a technické prostory, schodiště, volně navazující přístřešky pro auto a zahradní kolna. Prostor podkroví je rozčleněn klasicky do 3–4 ložnic, koupelny a šatny, s orientací východ-západ, s rozsahem prosklení do 15 % zajišťujícím současně dostatečné denní světlo.

Stavebně-architektonické řešení

navazuje na jedinečnou typologii staveb regionu Českého ráje, charakterizovanou zcela jednoduchou tvarovou kompozicí. Nové objekty se logicky začleňují do stávající zástavby, se kterou v podstatě splývají. Hlavním jednotícím prvkem nové výstavby jsou dominantní plochy šedočerných krytin, na které navazuje variabilní řešení fasád s celoplošným či částečným obkladem ze sibiřského modřínu a dřevěné přístřešky pultového nebo plochého zastřešení s vegetačními střechami.

Konstrukční řešení

vychází z racionálního a úsporného systému unifikované dřevoskeletové konstrukce. Přízemní část vytváří soustava sloupků v rozteči 1,5 až 3 m uložených na základovém prahu. Podkrovní a střešní část objektu tvoří velkorozponové staveništní vazníky, jejichž spodní pásnice jako spojitý nosník vytváří přímo stropy přízemí. Tento bezvaznicový hambalkový systém zcela uvolňuje celý prostor podkroví bez jakýchkoliv podpor pro variabilní dispozici. Celá konstrukční soustava skeletu byla zhotovena přímo na stavbě.

Z hlediska spotřeby materiálu se jedná o velmi úsporný konstrukční systém, kdy pro dům o zastavěné ploše 9,6 m × 8,6 m činí spotřeba řeziva pro přízemí 3,1 m³ a pro celou podkrovní a střešní část (včetně stropů přízemí) je spotřeba řeziva 4,8 m³!

Obvodové stěny tloušťky 400 mm jsou sestaveny ze dvou samostatných nenosných plášťů se skládanou výplní deskami minerální vaty a instalační předstěnou. Venkovní plášť je řešen variantně buď s dřevěným obkladem na latě s provětrávanou dutinou, nebo s tenkovrstvou omítkou na fasádní izolaci. Parotěsná vrstva z fólie byla důsledně lepená ve spojích butylkaučukovými páskami a zajištěna latěmi. Před zaklopením všech vnitřních povrchů byly provedeny kontrolní blower-door testy.





Informace o objektu

Rodinné domy v Koberovech

Užitná plocha: 121 m² + 36 m² půdní prostor mimo tepelnou obálku budovy

Rok výstavby: 2006–2007

Architektura:

Ing. Petr Morávek, CSC., Atea, s.r.o.

Potřeba tepla na vytápění: 14,6 kWh/(m²a) až 14,9 kWh/(m²a)

Konstrukce:

dřevostavba

obvodová stěna: konstrukce z dřevěných nosníků se 40 cm minerální vaty

střecha: konstrukce z dřevěných nosníků se 40 cm minerální vaty

podlaha: beton a polystyren 20 cm

Podlahové konstrukce přízemí s tloušťkou izolace 200 mm jsou netradičně řešeny s využitím levných EPS Stabil 200, jejichž tuhost a stlačitelnost plošně vyhovuje mechanickým požadavkům, pod lokálními břemeny (krbová kamna, koupelnové vany) jsou navíc instalovány opěrné rošty.

Technické zařízení objektů

Teplovzdušné vytápění, větrání a chlazení zajišťuje dvojzónový systém rekuperační jednotky s napojením na zemní cirkulační tepelný kolektor a s rozvodem ohřátého vzduchu nad krbovými kamny do celého objektu.

Jako centrální tepelný zásobník je použit IZT 615, do kterého jsou napojeny solární panely a teplovodní vložky krbových kamen na kusové dřevo. Výstup z průtočného ohřevu pitné vody je napojen přímo do sociálních zařízení a dále přes termostatický ventil do myčky nádobí a pračky, kde zajišťuje až 60% úsporu přímotopné elektřiny! Solární termické panely jsou na sedlové střeše uspořádány do svislých pásů, čímž se v podhorské oblasti s vyšší pokrývkou sněhu odstraňuje tvorba spodní ledové krusty a následně trvalé sněhové vrstvy na kolektorech. Na střeše školicího střediska je instalován plošný fotovoltaický systém s maximálním výkonem 8,5 kW, napájející veřejnou síť.

Závěr

Tento pilotní projekt hromadné výstavby přinesl řadu zkušeností a zpětných vazeb. Zcela se potvrdila nezbytnost trvalé přítomnosti stavebního dozoru při přejímce jednotlivých stavebních etap a důležitost koordinace všech subdodavatelů při zavedeném proudovém systému výstavby. V praxi se velmi osvědčil investorem tvrdě zavedený systém pravidelných týdenních kontrolních dnů s denním rozpisem úkolů. I přes experimentální charakter celé výstavby bylo dosaženo vysoké produktivity výstavby, kdy montáž konstrukčního skeletu jednoho domu nepřesáhla 1 1/2 dne, přičemž kompletní výstavba 13 domů byla realizována v průběhu pouhých šesti měsíců!

Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna:	0,11 W/(m ² K)
střecha:	0,09 W/(m ² K)
podlaha:	0,17 W/(m ² K)

Okna:

eurookna

U_w : 0,84 W/(m²K)

zasklení izolačními trojskly

Netěsnost n_{50} : 0,6 h⁻¹ až 1,0 h⁻¹

Větrání:

větrací jednotka s rekuperací tepla a teplovzdušným cirkulačním vytápěním, přehřev a předchlazení vzduchovým zemním potrubím

Vytápění a ohřev teplé vody:

teplovzdušné vytápění napojené na integrovaný tepelný zásobník o objemu 615 litrů, vstupy ze solárních kolektorů, kamen s teplovodním okruhem, případně dohřev elektrospirálami, 30 m² fotovoltaických panelů na školicím středisku

Cena: do 20 000 Kč/m²

Pasivní „řadovka“ v Židlochovicích – 2. etapa výstavby

Důležitá volba – pasivní standard

V Židlochovicích v atraktivní lokalitě v sousedství zámecké zahrady vyrostl již druhý soubor osmi řadových rodinných domů. Výstavba je pokračováním úspěšné první etapy, která byla dokončena a obydlena v roce 2006. Myšlenka postavit úsporné řadové rodinné domy se zrodila u autorů projektu již v roce 2003. Projekt reaguje na developer-ské projekty nízké kvality, které budoucímu investorovi sice nabízejí bydlení, ale současně mu „vážou kouli na nohu“ v podobě velkých účtů za energie a nejistoty do budoucna. Po zkušenostech ze SRN z poloviny 90. let, kdy došlo během velice krátké doby k přesycení trhu s nemovitostmi spojenému s prudkým (až 25%) poklesem jejich cen, bylo jasné, že je třeba postavit objekty po všech stránkách atraktivní a výjimečné, domy, které budou i v období sníženého zájmu vykazovat vysokou konkurenceschopnost spojenou s přiměřenou komerční zdatností.

Priority výstavby

Priority, které tato stavba musí splňovat, byly seřazeny dle důležitosti v následujícím pořadí:

- hygienická nezávadnost objektu a pohoda panující v jeho interiéru,
- celková ekonomická bilance,
- ekologie stavby a jejího provozu,
- stálost a trvalost její hodnoty,
- prodejnost.

Souhrn výše uvedených potřeb a požadavků a úvaha o tom, jak jsou jednotlivé způsoby provedení RD schopny takový souhrn naplnit, jednoznačně rozhodly pro alternativu pasivního domu.

Architektura

Dům je koncipován jako dvoupodlažní s dobrým využitím vnitřního prostoru, kde pod sedlovou střechou vzniká zvýšený prostor, jakási palanda na hraní pro děti nebo na spaní. Největší prosklení je orientováno na jihozápad, severní fasáda je naopak kvůli snížení tepelných ztrát jen s minimem oken. Jednoduchost řešení doplňuje i střecha bez střešních oken či jiných prostupů, jako třeba komínů.

Zkušenosti z první etapy výstavby jsou pozitivní a pomohly autorům ověřit navrhovaná řešení v praxi. Mnohé z nich fungují na jedničku, ale našly se i důvody pro malé změny. Architektura zůstala stejná, jednoduchý kompaktní tvar, sedlová střecha a hlavní prosklení na jihozápad, ale zvětšila se užitná plocha a byly vychytány některé mouchy. Standardně jsou instalovány solární kolektory na ohřev vody s třílitrovým bojlerem. Použité vakuové trubkové kolektory lépe využívají tzv. difuzní záření při oblačném počasí. Na všech jižních oknech jsou vnější žaluzie s elektrickou regulací. Jsou zabudovány v skrytých žaluziových boxech nad všemi okny; tepelný most byl potlačen užitím polyuretanové izolace. Předtím bylo ponecháno na zákazníkovi, zda si žaluzie dokoupí. Ne všichni je doplnili a domy bez žaluzií se v létě přehřívaly. Proto jsou v nové výstavbě už žaluzie integrovány. Chrání nejen před letním přehříváním, ale v zimě pomáhají v noci ještě snížit tepelné ztráty. Kvůli estetice byly revizní šachty s filtračním boxem přesunuty ze zahrady na okraji pozemku k fasádě. Samotná konstrukce zemního tepelného kolektoru zůstala stejná.





Informace o objektu

Soubor řadových rodinných domů v Židlochovicích

Počet bytových jednotek: 8

Užitná plocha jednotky: 137 m²

Rok výstavby: 2007–2008

Architektura:

Ing. Petr Mareček, Passive house, s.r.o.

Energetická náročnost:

potřeba tepla na vytápění: 13 kWh/(m²a)

spotřeba primární energie: 83 kWh/(m²a)

Konstrukce:

masivní stavba

obvodová stěna: pórobetonové tvárnice s 30 cm EPS
 střecha: masivní betonová střecha s 35 cm EPS
 podlaha: betonová, 20 cm extrudovaný polystyren

Použité konstrukční řešení a materiály

Šlo o stanovení základních konstrukčních materiálů a výrobků pro stavbu s ohledem na jejich následující vlastnosti:

- hloubku propracování systémového řešení,
- kompletnost nabídky,
- schopnost eliminace faktoru lidského selhání,
- dlouhodobé zkušenosti s aplikací a následným užíváním,
- ekologickou náročnost a nezávadnost,
- požární bezpečnost,
- ochranu před hlukem,
- cenu.

Výběr veškerých materiálů a výrobků byl společně s celkovou pečlivou kalkulací rozhodující pro naplnění všech pěti výše uvedených priorit. Pasivní dům lze realizovat prakticky jako každou jinou stavbu, v úvahu připadala nejrůznější technologicko-technická řešení. Ze všech možností či jejich kombinací jsme se z důvodů nižší řemeslné náročnosti a především lepší ochrany před letním přehříváním rozhodli pro stavbu masivního domu z pórobetonových tvárnic.

O hygienickou nezávadnost vnitřního prostředí se stará řízené větrání s rekuperací tepla a teplovzdušným vytápěním. Díky speciálnímu rekuperačnímu výměníku jednotka umožňuje i zpětný zisk vlhkosti, což v zimním období zabraňuje přílišnému vysušování vzduchu.



Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna: 0,10 W/(m²K)

střecha: 0,09 W/(m²K)

podlaha: 0,15 W/(m²K)

Okna:

dřevěné rámy

U_w : 0,72 W/(m²K)

zasklení izolačními trojskly U_g : 0,55 W/(m²K)

Netěsnost n_{50} : 0,6 h⁻¹

Větrání:

větrací jednotka s rekuperací tepla a teplovzdušným vytápěním se zpětným ziskem vlhkosti, předehřev a chlazení vzduchovým zemním tepelným kolektorem

Vytápění a ohřev teplé vody:

tepluvzdušné vytápění napojené na bojler 300 l, solární ohřev 3 m² vakuových trubcových kolektorů, dohřev elektrina

Cena: 24 850 Kč/m²

Pasivní dřevostavba v Kosoři

Umístění a celkové pojetí stavby

Dům v nově zastavovaném území, věcně praktický, se zachováním forem místně předepsané sedlové střechy (investor by preferoval střechu rovnou zelenou i na RD), s nejmenším možným místně přijatelným sklonem, navenek v úsporném přísnějším stylu. Vnější vzhled je více výsledkem „mužského racionálního“ vlivu, ale v dispozici se rozvinul „měkký ženský princip“ v ladných křivkách příček a v požadavku umístění točitého schodiště do patra volně v obytném prostoru.

Konstrukční řešení

Jde o dům, jehož konstrukce je vyrobena z počítačově připraveného modelu přesnou technologií a kde se poprvé plně uplatnily možnosti minimalizace kovových spojovacích prvků pomocí čepování a samo-svorných rybinových spojů. Zvýšené výrobní náklady kompenzuje snížení pracnosti dokonale přesné stavby, což se projevilo i vynikajícím výsledkem testu těsnosti, který dosáhl hodnoty $n_{50} = 0,21 \text{ h}^{-1}$, což je u nás rekord u dřevěných konstrukcí.

Hlavní objekt je dřevěný s použitím celulózové izolace, celý nad terémem, opřený o rastr betonových sloupků na základových patkách. Součástí domu je menší nevytápěné zázemí u domu a přístřešky nad vchodem a nad stáním pro dvě auta. Důvodem pro zakládání domu nad zemí je zejména ochrana dřeva před zemní vlhkostí bez potřeby hydroizolace, ale také finanční a ekologické aspekty. Takové základy jsou jednodušší, s menší spotřebou betonu a po dožití stavby je jednodušší je odstranit. Doplnkové nevytápěné hospodářské stavby s použitím keramických tvárníc jsou založeny klasicky, na základových pasech.

Obytná část je z dřevěného fošinkového skeletu schovaného v izolaci, záklop OSB deskami plní funkci parobrzdy, která byla navíc posílena latexovým nátěrem. Vnitřní příčky jsou z plných cihel kvůli tepelné akumulaci, té pomáhá i 50 mm tlustá betonová vrstva ve skladbě podlah. Difuzně otevřená skladba pláště je doplněna tenkovrstvou certifikovanou omítkou na vápenné bázi použitou přímo na dřevovláknité desce. Zevnitř jsou použity hliněné omítky o tloušťce 60 mm pro další zvýšení tepelné stability a zlepšení vnitřního mikroklimatu.

Informace o objektu

Rodinný dům v Kosoři u Prahy

Rok výstavby: 2005–

Architektura:

akad. arch. Aleš Brotánek, Ing. arch. Jan Praisler

AB design studio, Rožmítal pod Třemšínem

Potřeba tepla na vytápění: 14,5 kWh/(m²a)

Konstrukce:

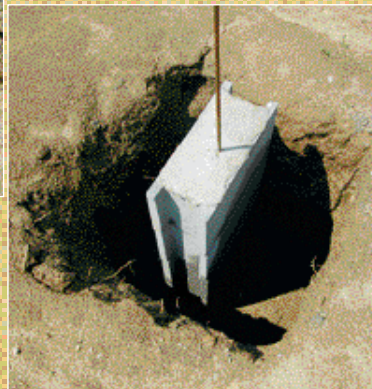
dřevostavba

obvodová stěna: fošinková konstrukce s 35 cm foukané celulózou a 5 cm dřevovláknité desky

střecha: konstrukce z dřevěných I-nosníků s 40 cm foukané celulózou

podlaha: dřevěná trámová konstrukce s 35 cm foukané celulózou





Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna:	0,10 W/(m ² K)
střecha:	0,09 W/(m ² K)
podlaha:	0,11 W/(m ² K)

Okna:

dřevěné rámy kryté PU a hliníkem	
U_w :	0,68 W/(m ² K)
zasklení izolačními trojskly	

Netěsnost n_{50}:	0,21 h ⁻¹
---------------------------------------	----------------------

Větrání:

větrací jednotka s rekuperací tepla a teplovzdušným cirkulačním vytápěním, předehřev a předchlazení vzduchovým zemním potrubím

Vytápění a ohřev teplé vody:

teplovzdušné vytápění napojené na integrovaný zásobník o objemu 615 litrů, vstupy ze solárních kolektorů, 9kW kamínek předávajících 5 kW do teplovodního okruhu, případně dohřev elektrospirálami



Regenerované panelové domy v Brně – Novém Lískovci

V Novém Lískovci měli na konci minulého tisíciletí občané a někteří místní politici zájem opravit obecní budovy pořádně, na špičkové světové úrovni, a současně se našli odborníci, kteří byli ochotni se na tom podílet. K tomu se přidala iniciativa česko-rakouské energetické spolupráce. Pod vedením tehdejší zastupitelky a nyní starostky Ing. Jany Drápalové se zájem proměnil v realizované projekty.

Docílit pasivního standardu je u starých velkých budov možné díky dobrému poměru povrchu a objemu domu, tehdejší cílem bylo ale jen dosažení standardu nízkoenergetického domu. Podmínkou realizace bylo vejít se do cenových limitů, které jsou pro regeneraci panelových domů běžné, s přijatelným navýšením s ohledem na pilotní charakter celé akce. Cílem nebylo mít dva domy, na jejichž napodobení si nikdo netroufne, ale vytvořit nový standard, který by mohly ihned a bez váhání použít i všechny další obce – především pro daný typ domu, T 06 B. Zkušenosti z regenerací dokončených na podzim 2001 (Oblá 2 a Kamínky 6) dokázaly, že dům zateplený vysoko nad současné české standardy přináší svým obyvatelům novou kvalitu.

Technické parametry

Zvolená izolační tloušťka byla výsledkem tehdejší omezené nabídky firem, co ještě dokáží ukotvit k dosavadní fasádě. Použit byl polystyren objemové hustoty 25 kg/m^3 , tedy s měrnou vodivostí $0,035 \text{ W/(m K)}$. Na štítech šlo o (tehdy bílý) polystyren tloušťky 16 cm, na členitých fasádách byla průměrná tloušťka stejná (střídavě 18 a 14 cm). Výška domů je na hranici, kdy požární předpisy ještě připouštěly použití polystyrenu. Přízemní, zčásti suterénní „sklepní“ podlaží bylo izolováno šesticentimetrovou vrstvou XPS. Střechy byly izolovány 30cm vrstvou EPS, do níž se již vešly rozvody vzduchotechniky. Na okrajích u atiky, kde byla střecha změněna na dvojplášťovou, byla místo polystyrenu použita minerální vata z dřívějších tenkých izolací štítů. Stropy sklepa byly opatřeny šesticentimetrovou vrstvou z kaširovaných desek minerální vaty.

Původní balkony byly nahrazeny novými, opět zavěšenými, místo alternativního, ale dražšího návrhu balkonů se samostatnými základy.

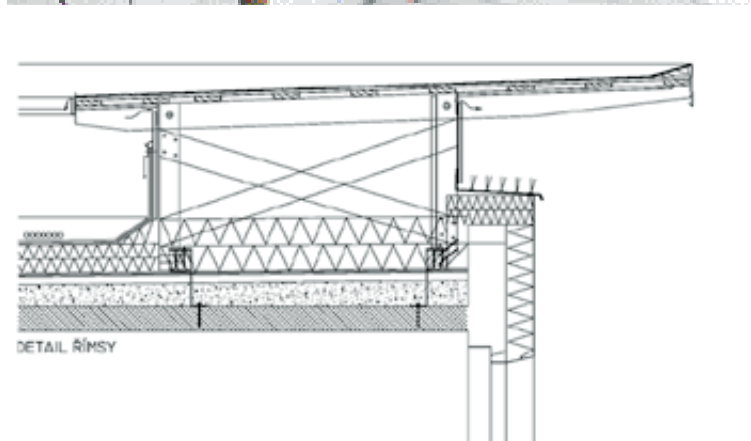
Další kompromis se týká oken. Byla použita okna s pouhými dvojskly, i když těmi nejlepšími. Rámy neměly žádné zvláštní izolační vlastnosti, jen se podařilo užít příjemného dřeva místo PVC. Okna byla umístěna až do líce původních zdí a tepelný most tvořený rámy se snížil jejich částečným překrytím vnější izolační vrstvou. Ostění jsou mírně zkosena, o 3 cm při tloušťce 18 cm. Výsledný součinitel prostupu tepla oken se blíží $1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Pro větrání byla zvolena centrální rekuperace umístěná na střechu budovy. Rekuperační jednotka obsahuje jen křížový předavač tepla s 60% účinností.

Výsledky regenerace

Cena pilotních regenerací byla 450 tisíc korun na byt (72 m^2). V jejich rámci byla také zcela nahrazena původní bytová jádra. Topná soustava nebyla měněna, jen opravena dle potřeby. Nájemníci nový stav přesto charakterizovali tak, že je to, jako by se nastěhovali do nového domu.

Mechanické větrání nefunguje dokonale. V šachtách byla umístěna větrací potrubí kruhového průřezu, která nevyužila prostor bezzbytku. Rychlosti proudění jsou velké, vedou k potřebě vyššího výkonu ventilátorů a k vyšší hlučnosti oproti řešením v pasivních domech. Tlakové





Informace o objektu

Panelové domy v Brně – Novém Lískovci, typu T 06 B, po komplexní regeneraci

První dvě regenerované budovy mají technické, zčásti podzemní podlaží a 8 nadzemních, po čtyřech bytech o užitných plochách 72 m². Celková podlahová plocha bytů v takovém domě je 2 309 m², Treated Floor Area (odhad) 2 464 m², ta je základem pro výpočet měrných spotřeb, BGF před regenerací 3 238 m².

Rok realizace: 2001, další až do roku 2006 (celkem 384 bytů)

Projekt: Ateliér Zlámal a Stolek

Energetický audit: Ing. Jiří Hirš,

monitorování spotřeby: Ing. Radka Tichavská (Weiszová),

Stavební fakulta VUT v Brně

Měrná spotřeba:

na vytápění: před regenerací asi 130 kWh/(m²a)

po regeneraci kolem 35 kWh/(m²a)

na přípravu teplé vody: kolem 33 kWh/(m²a)

Součinitele prostupu tepla U:

obvodová stěna: před regenerací 1,7 W/(m²a)

po regeneraci 0,2 W/(m²a)

střecha: před regenerací 0,8 W/(m²a)

po regeneraci 0,1 W/(m²a)

Cena (vztažená na podlahovou plochu bytů, ne TFA):

2001: 6 750 Kč/m²

2003: 7 300 Kč/m²

2004–6: 5 200 Kč/m² a 8 800 Kč/m² (menší byty, cena daná bytovým jádrem)

ztráty komplikují seřízení přívodu a odvodu z bytů. I tak ovšem současné větrání poskytuje komfort, který doposud mají sotva které české bytové domy.

Změny byly potřeba u řízení topné soustavy. U tak dobře izolovaného domu se stará pravidla nehodí. Únik tepla je tak malý, že chladnutí interiérů by i za mrazu bylo jen stupeň denně a při slunném počasí by teplota i bez vytápění rostla. Je-li venku dvanáct stupňů, stačí výkon domácích spotřebičů a lidských těl, teprve při chladnějším počasí může být potřeba topit. Obvyklá regulace teploty topné vody vede k častému přetápění. Jinak si nelze vysvětlit počáteční roční měrnou spotřebu na vytápění asi 50 kWh/(m²a), vztaženo na tzv. Treated Floor Area (vztaženo na plochu bytů by to bylo o sedm procent více – viz přehled pojmů, s. 54). Byly to sice „jen“ dvě pětiny spotřeby původní, která činila asi 130 kWh/(m²a), ale při daných parametrech izolace a větrání měla spotřeba klesnout na 33 kWh/(m²a). Během let našťastí spotřeba postupně klesla až k hodnotě 34 kWh/(m²a), tj. 27 % původní úrovně, zřejmě díky tomu, že si obyvatelé zvykli dům správněji používat (i když v roce 2007 k nízké spotřebě přispěly i teplé zimy). Celková spotřeba na vytápění a teplou vodu je dvě pětiny původního ročního úhrnu.

Objekt	Kamínky 6								
	UT			TV			Celkem		
	GJ	kWh/m ²	(%)	GJ	kWh/m ²	(%)	GJ	kWh/m ²	(%)
Před realizací	1141	129	100	510	58	100	1651	186	100
2001	963	109	84	415	47	81	1378	156	83
2002	467	53	41	377	41	74	844	95	51
2003	436	49	38	357	40	70	793	90	48
2004	407	46	36	350	40	69	757	85	46
2005	395	45	35	322	36	63	717	81	43
2006	357	40	31	327	37	64	684	77	42
2007	303	34	27	314	35	61	616	69	37

Taková, stále ještě poměrně velká spotřeba je bohužel dosud daleko nejnižší, jaká byla u panelových domů v České republice dosažena. Jediný jiný příklad, kde byly spotřeby energie dostupně zveřejněny, jsou regenerované domy v Brně-Lišni: ty na vytápění metru čtverečního spotřebují více než dvojnásobek.

Další projekty

Začátkem roku 2003 se připravoval projekt na regeneraci panelového domu Oblá 14 na úroveň domu pasivního. Na osluněném jižním štítu byl projektován fasádní kolektor, dům měl být obalen tlustější izolací, topit se mělo přihříváním čerstvého větracího vzduchu. Nakonec bohužel kvůli odmítnutí slíbených finančních příspěvků z České energetické agentury i od rakouských partnerů se projekt realizoval dokonce jednodušeji než dva předchozí, totiž bez instalování úplného větracího systému. Alespoň se mohly porovnávat rozdíly. Ty ukázaly, že „starodávná“ rekuperace s velmi špatnou účinností a ve vysokém domě, kde se při rekonstrukci nedbalo na těsnost (zůstaly např. otvory do spížních skříní, i když termografie ukazuje, že si je většina nájemníků našťastí na zimu ucpává), se nijak zjevně na snížení spotřeby domu neprojevuje. Velmi podobným způsobem byly pak do roku 2006 komplexně regenerovány i další obecní domy typu T 06 B, celkem jde o 384 bytů. Jejich měřené spotřeby jsou velmi podobné.

Seminární centrum Hostětín

Urbanismus

Stavební pozemek je v sousedství návsi obce. Urbanistický návrh řeší situaci tak, že dva stavební objekty (sklad pro moštárnu a hlavní budova) stojí kolmo k silnici a jsou tedy obráceny štítem k návsi.

Architektura

Centrum je tvořeno třemi objekty: budovou se sedlovou střechou, v níž je seminární, resp. společenská místnost v přízemí a kancelář v patře, dále ubytovacím objektem jednoduchého tvaru se zelenou plochou střechou (pokoje pro hosty) a jednopodlažním podlouhlým objektem kuchyně. Ty spojuje otevřený prostor vstupní haly, sloužící i jako tepelný nárazník.

Seminární budova navazuje svým tvarem na tradiční pojetí obytného domu, pouze směrem k návsi (tedy k jihu) bude opatřena fasádním kolektorem. V seminární místnosti lze díky vrchnímu osvětlení a jižní pozici dobře využívat denní světlo.

Dvoupodlažní ubytovací budova poskytuje v každém podlaží pět pokojů hotelového typu (dvou-, tří- i čtyřlůžkové), celkem pro 25 hostů.

Rozdíl mezi seminární budovou a ubytovnou je zvýrazněn způsobem odpovídajícím stávajícímu architektonickému výrazu obce: seminární budova, jako hlavní část komplexu Centra, je masivní omítnutou stavbou, zatímco ubytovna má ze strany do sadu dřevěný obklad – působí jako lehčí a méně významná stavba, vytváří dojem přístavby.

Použité technologie

Od počátku bylo počítáno s tím, že Centrum má sloužit nejen k teoretickému vzdělávání ohledně udržitelného stavení, ale i jako praktický příklad vhodných řešení. Samozřejmostí bylo, že by mělo splňovat pasivní standard. Docílit toho není pro stavbu s takovým využitím a takové dispozice zrovna snadné. Vzhledem k orientaci, dané charakterem parcely i zástavby obce, nemohla mít budova velké zimní pasivní solární zisky. Problémem je i velmi proměnný počet uživatelů, kdy lze čekat, že zejména v zimě může být dlouho prázdná – až na několik přítomných zaměstnanců. Je proto rozumné nechat části budovy stydnout.

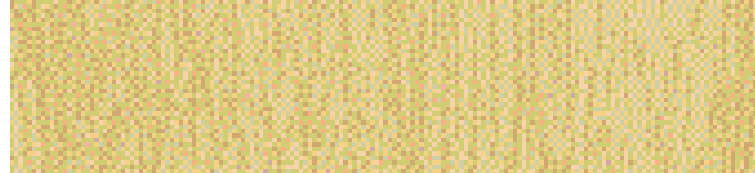
Přes poměrně příznivý poměr povrchu a objemu budovy ($A/V = 0,59 \text{ m}^{-1}$) bylo nutné užít tlustých izolačních vrstev. Na druhé straně se na jejich tloušťce muselo šetřit, vzhledem k malému prostoru, který byl pro stavbu k dispozici, a velkým požadavkům na vnitřní objem.

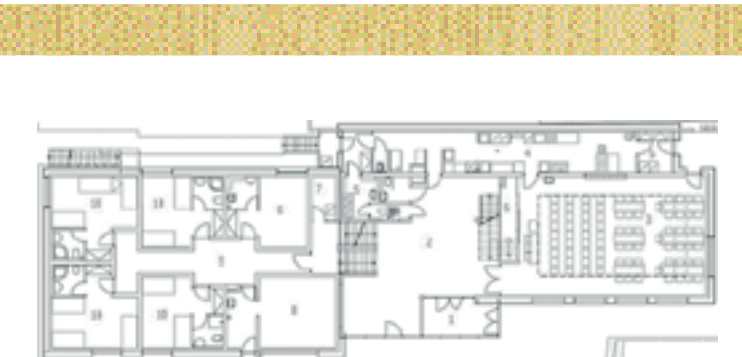
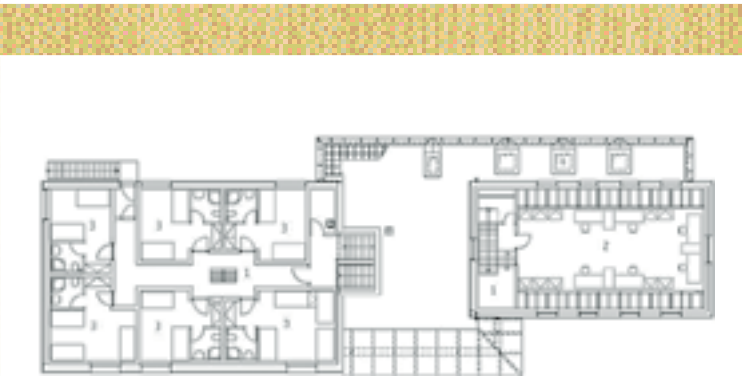
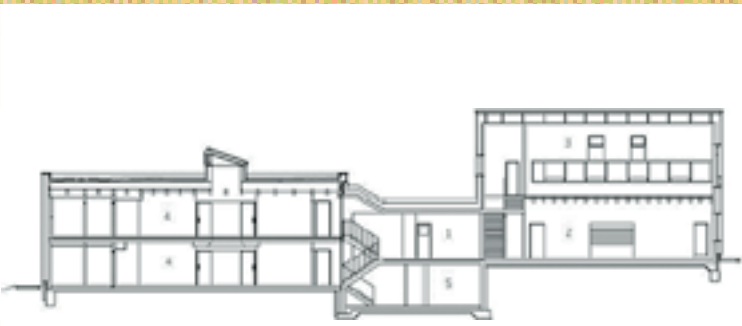
Použité konstrukční řešení a materiály

Přední část centra je konstruována z betonu (podlaha, zdi a strop kuchyně), zadní pak z cihel, obé v tloušťce 20 cm. Tenčí (a tepelně dostačující) cihelný systém nebyl dostupný, tenčí betonovou zeď v takové délce a výšce (ve štítě 9 m) s velkými okenními otvory nebyl také nikdo schopný navrhnout a garantovat.

S výjimkou jedné zdi a rovné střechy je budova nad zemí izolována minerální vatou, na zdech v tloušťce 28 cm, na střеше 40 cm.

Západní zeď ubytovacího traktu je izolována slámou. Slaměná vrstva má větší tloušťku, 38 cm. Byl použit vlastní nový systém kladení několika tenčích vrstev slámy oddělených svislými vrstvami papíru. Cílem bylo rozdělit konvekci v prodyšné izolační vrstvě do tří až čtyř buněk napříč tepelnému toku, aby teplotní spád v konvektivní buňce klesl na třetinu až čtvrtinu. Stejně se sníží rychlost proudění a teplo přenesené





na jednotku objemu. V celých balících se v mrazech, kdy na tepelných izolacích záleží nejvíce, zhoršují vlastnosti slámy i více než dvakrát oproti situaci bez konvekce, pro niž se udávají tabelované hodnoty tepelné izolačních vlastností materiálů. Sláma není od zdi oddělena parozábranou, difúzní odpor samotné cihlové zdi a vnitřní omítky je vyšší než odpor souvrství vně cihelné zdi.

Sláma byla použita také na vodorovné střeše ubytovací části. Tam byla aplikace ještě jednodušší, čtyřicetcentimetrová vrstva byla rozdělena papírem jen na dvě poloviny. V takové situaci by se konvekce neměla rozvinout. Pod slámou je parozábrana s kovovou vrstvou, pro odvod páry postačí difúze do slaměného souvrství na zdi.

Prosklené plochy

Otvírává okna splňují pasivní standard, kromě čtveřice oken střešních, která v takovém standardu, který by platil i pro jejich šikmou polohu, nejsou dosud na trhu.

Horší parametry má svislé fixní zasklení. Na začátku stavění se zdálo, že provedení v pasivní kvalitě na českém trhu nikdo nenabízí. Nakonec se řešení našlo: u oken v sále jsou použity běžné hliníkové rámy, které jsou zcela překryty vnější izolací – EPS ostěním se sěrko-ovou omítkou. Zasklení je nicméně výrazně horší, než mělo být: místo $U = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (taková jsou skla v otvírávých oknech) má udáno $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (při orientačním termografickém měření byl rozdíl velmi nápadný).

Před okny sálu jsou instalovány venkovní žaluzie, deficit v izolační vrstvě je kompenzován vakuovou izolací. U oken ubytovací části i u proskleného foyer počítáme s možností letního přidání vnějších záclon, které se v případě potřeby zatahnou. Nad střešními okny se na léto zatahují černé rolety propouštějící jen menšinu slunečního záření.

K zaskleným plochám bude patřit i členitý fasádní kolektor na průčelí budovy, s plochou 22 m^2 .

Ventilace, vytápění, teplá voda

Typickou technologií pasivních domů je topení čerstvým vzduchem, potřebným beztak pro větrání. V našem případě to nestačilo vzhledem k velmi proměnnému počtu osob, které v různých částech budovy pobývají. Ani topení cirkulačním vzduchem by nebylo adekvátní, má zbytečně velkou spotřebu elektřiny.

Čerstvým vzduchem lze topit v podkroví i v sále, jsou ale přidány i malé radiátory. V ubytovací části se větracím vzduchem netopí vůbec. Jednotlivé dvojice apartmánů tam mají společnou větrací jednotku s účinnou rekuperací. Dimenzování větracích jednotek je záměrně voleno tak, aby proudění vzduchu v potrubí bylo co nejpomalejší. Kromě omezení hlučnosti to má vliv zejména na poměrně dobrou účinnost rekuperace – kolem 85 %.

Budova nemá instalovaný systém odběru tepla či chladu z podloží. Důvodem byla příliš vysoká cena zemních prací a nedostatek vody ve studních pro využití takového nejjednoduššího zdroje. Zato je kladen důraz na možnost vydatného samotížného nočního provětrávání budovy otevřením horních oken, přízemních klapek ve foyer a případně i vstupních dveří.

Teplo pro vytápění i pro ohřev pitné vody pochází ze dvou zdrojů: z obecní biomasové výtopy a ze dvou velkých kolektorů, fasádního a kolektoru na střeše sousední moštárny. Systém využívá tepelného zásobníku, který již léta stojí za tamější moštárnou.

Omítky a těsnost budovy

Stěny jsou zevnitř omítnuty hlinou. Jedním z úkolů omítky bylo (zejména u cihelné zdi, v níž nebyly maltovány vislé spáry) zajistit vzduchotěsnost stavby. Za hranici vzduchotěsnosti samozřejmou pro pasivní domy se budova zatím nedostala, jen na hodnotu $n_{50} = 0,7 \text{ h}^{-1}$. Příčinou je zejména netěsná zeď z nepálených cihel, která je zevnitř záměrně neomítnuta a zevně je již nepřístupná (probíhá za ní dilatační spára mezi přední a zadní budovou). Pro úplnost zmiňme ještě další environmentálně motivované technologie použité ve stavbě. Jedná se zejména o využití dešťové vody pro splachování – v objektu je nádrž na $5,6 \text{ m}^3$ dešťové vody. Toto opatření je významné i proto, že v obci není vodovod – využívá se voda ze studní a navíc je oblast Bílých Karpat nepříliš bohatá na srážky, což působí nedostatek vody ve studnách zejména v letních měsících. Za významnou považujeme rovněž pozornost věnovanou výběru materiálů pro vybavení – požadavek FSC certifikace pro vybavení pokojů, podlahy z přírodního linolea, kaseinové nátěry hliněných omítek.

Financování a realizace

Investorem stavby byla nezisková organizace ZO ČSOP Veronica. Prostředky na projekt a stavbu proto pocházely z řady zdrojů – dotací, darů a komerčního překlenovacího úvěru. Realizace stavby proběhla na základě veřejného výběrového řízení.

Celkové náklady na stavbu dosáhly výše 24,1 mil. Kč a přesáhly jen (!) o 7 % náklady na hypotetický objekt uvažovaný v ekonomickém vyhodnocení, který by pouze vyhovoval požadavkům normy.

Informace o objektu

Seminární centrum v Hostětíně

Užitná plocha: 713 m^2

Objem soustavy budov: $3\,585 \text{ m}^3$

Rok výstavby: 2006

Architektura:

Architekt Georg W. Reinberg

Architekturbüro Reinberg ZT GmbH

Ateliér Zlámala a Stolek

Projektant:

Ing. Ivo Stolek

Potřeba tepla na vytápění: $16,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
(dle měření v prvním roce provozu)

Netěsnost n_{50} : $0,70 \text{ h}^{-1}$

Konstrukce:

masivní

seminární část: obvodová stěna – železobeton 20 cm,
minerální vata 28 cm
sedlová střecha – 40 cm minerální vata

ubytovací část: omítnutá stěna – porotherm, 28 cm minerální vata
stěna obložená dřevem – porotherm, 38 cm sláma
rovná střecha – OSB, 40 cm sláma, OSB, 8 cm minerální vata, vegetace
podlaha: beton 10 cm, 18 cm EPS

Součinitele prostupu tepla U :

obvodová stěna ubytovací části omítnutá: $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
obvodová stěna ubytovací části obložená: $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
obvodová stěna seminární části: $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
vodorovná střecha: $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
sedlová střecha: $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
podlaha: $0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Okna:

okna otvíravá
(dřevěný rám, PU, hliník $U_f = 0,87$; $U_g = 0,5$) $0,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
fixní zasklení $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Větrání:

větrací jednotky centrální s rekuperací a dohřevem pro sál, kuchyň, kancelář

větrací jednotky s rekuperací bez dohřevu vždy pro 2 pokoje společně

Vytápění a ohřev teplé vody:

vytápění z biomasové obecní výtopy, ohřev vody – solární systém na mostárně (36 m^2);

další na fasádě (22 m^2) – doposud (2008) neinstalován

Cena: $32\,000 \text{ Kč}/\text{m}^2$





3. část Přílohy

Stručný přehled fyzikálních a technických pojmů

Spotřeba tepla e [Wh nebo J – wathodina nebo joule, častěji kWh nebo MJ] – kolik energie na topení a ohřívání spotřebujeme. Převod mezi jednotkami je např. 1 kWh = 3,6 MJ. Uvádí se též spotřeba za určitou časovou jednotku, ta je pak doplněna za lomítkem; např. spotřeba za rok (latinsky annus, značka a) se uvádí v jednotkách kWh/a nebo GJ/a. Ta může být vztažena jen na určitou plochu, to je pak **měrná spotřeba** (za rok na jeden metr čtvereční) a vyjadřuje se v jednotkách kWh/(m²a) nebo GJ/(m²a). (Někdy se místo značky „a“ v takovém zlomku setkáme se slovem „rok“, to je ale chyba, vyjadřování jednotek slovy a značkami se nemá míchat.) Obdobně se kilowathodinami vyjadřuje též spotřeba elektřiny a paliv.

Tepelná ztráta (tepelný zisk, tepelný tok) Q [W] – jaký tepelný příkon musíme do objektu průběžně dodávat (nebo z něj teplo odebrat) pro zachování předpokládané vnitřní teploty při velmi nízké zimní, resp. vysoké letní teplotě exteriéru. Poměrnou veličinu získáme vztažením na metr čtvereční [W/m²]. Někdy se sousloví „tepelná ztráta“ používá pro veličinu, kterou je přesněji označit jako *normová tepelná ztráta*, totiž pro tepelný tok z objektu za podmínek stanovených v normě (např. „normového mrazu“ činícího pro většinu českých lokalit -12 °C).

Tepelný výkon P [W] – veličina jistě jednoduchá a srozumitelná. Pro hloubavé k ní ale lze říci pár poznámek. U čistě topných zařízení je to prostě jejich celý výkon, tedy tok energie jimi dodávaný (zpravidla jen do daného objektu, bez výkonu dodávaného komínem do ovzduší, pak je na místě i přívlastek „topný“ místo „tepelný“). Teprve u kogeneračních jednotek a jiných zdrojů elektřiny nebo u strojů konajících mechanickou práci je přívlastek „tepelný“ důležitý, neb bez něj má mluvit často na mysli jen jejich výkon elektrický nebo mechanický (u kogeneračních jednotek a „dieselagregátů“ i všech větších tepláren je tepelný výkon vždy vyšší než elektrický, jen výjimečné hi-tech procesy mohou mít podíl elektrického výkonu na výkonu celkovém mírně přes padesát procent). V případě elektrických spotřebičů, nemají-li vývod mimo budovu, je jejich tepelný výkon shodný s jejich elektrickým příkonem (i když třeba dodají část tepla prostřednictvím viditelného záření). Tepelný výkon tepelných čerpadel bývá dvakrát, v nejlepším případě čtyřikrát vyšší než jejich elektrický příkon (tj. k odebrané elektřině přidají ročně stejné až trojnásobné množství tepla, které odeberou z nějakého chladnějšího prostředí).

Tepelný příkon [W] – tepelné toky dodávané do objektu (ať již zářením, prouděním nebo vedením).

Teplo [J] – úhrn tepelných toků za nějakou dobu, tedy energie dodaná soustavě jinak než prací.

Práce [J] – součin síly a dráhy, na níž působila, nebo součin elektrického napětí, proudu a času. Je to energie dodaná soustavě takovými procesy, jejichž charakteristiky lze průběžně měřit.

Geometrická charakteristika budovy A/V [m²/m³] – poměr ochlazovaných ploch A ku obestavěnému prostoru V . Dobře navržená budova má $A/V < 0,7$ m²/m³.

Faktor difuzního odporu μ – jaký odpor klade materiál průchodu vodní páry. Hodnota znamená, kolikrát klade materiál větší odpor než vzduch.

Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m K)] – charakteristika materiálu – tepelný tok jednotkovou plochou materiálu o tloušťce jeden metr při jednotkovém rozdílu teplot na jejích opačných stranách. Čím je nižší, tím jsou tepelně izolační vlastnosti materiálu lepší.

Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)] (dříve označovaný k) – charakteristika konstrukce – tepelný tok jednotkovou plochou daného souvrství při jednotkovém rozdílu teplot na jeho opačných stranách. Nižší součinitel znamená lépe izolující souvrství. V případě oken se veličina uvádí s indexy g, f a w – míní se tím charakteristika zasklení (daleko od jeho okrajů, g jako glass), rámu (umístěných v hypotetickém tepelně nevodivém okolí, f jako frame) a konečně celého okna (w jako window) tak, jak alternuje okolní „obyčejnou“ stěnu – hodnota U_w pak závisí na tom, jak velké je zasklení (u menšího bude vyšší vinou tepelného mostu na okraji skleněného souvrství i geometrického tepelného mostu kolem rámu okna) a jak navazuje na okolní tepelnou izolaci. Velmi pomůže, když ta přesahuje alespoň přes většinu nepohyblivé části rámu (v zásadě může těsnějším přecházet až na samotné zasklení).

Podíl prostupu slunečního tepla g – bezrozměrná veličina označující, jaký podíl slunečního tepla projde do interiéru z veškerého slunečního záření, které dopadne na plochu skla. Veličina je závislá zejména na podílu železa obsaženého ve skle, dále na počtu a tloušťce skel, na vrstvách nízké emisivity a jejich umístění v souvrství.

Netěsnost objektu n_{50} [h⁻¹] – objem vzduchu proniknuvšího do (nebo z) objektu netěsnostmi za jednu hodinu při rozdílu tlaků uvnitř a vně 50 pascalů dělený objemem interiéru. V technické literatuře se používá pojem průvzdušnost.

Poznámky k chybným souslovím a některým pojmům

„tepelné záření“

Smysl má jen jako označení pro mechanismus svého vzniku: je to záření vydávané prostředím o dané teplotě, tím silnější, čím je ona teplota vyšší. Jako netepelné tak můžeme v případě potřeby označit záření výbojek (ne, že by nebyly uvnitř horké, ale většina světla pochází z částic pohybujících se ve výboji usměrněně), zářivek (totéž, navíc s využitím přeměny krátkovlnného záření na světlo delších vlnových délek na povlaku trubice), svítících diod, světlušek. **Smysl nemá** pro vyjádření svých tepelných účinků: **každé záření** totiž předmětům, na které dopadá nebo jimiž prochází, **dodává teplo**. Zda je také vidět, zda disociuje molekuly, ionizuje nebo přenáší televizní či telefonní signál, je přitom jedno. Pokud je v daném prostředí pohlcováno, vždy je ohřívá.

„elektrická energie“

Na rozdíl od správných sousloví jako kinetická energie, mechanická energie, vnitřní energie apod. je to sousloví nesmyslné, které nemůže nic označovat. Energie je stavová veličina popisující nějakou soustavu, a najít takový význam pro sousloví „elektrická energie“ se zatím nikomu nepodařilo... V případě elektrických dějů můžeme mluvit o práci, zcela přesně např. o práci střídavého sinusového elektrického proudu. Kratčeji lze takovou veličinu, měřenou v joulech nebo wattodínách, označit jako **elektrickou práci**, ale často se dvojslovnému označení veličiny lze vyhnout a říkat prostě **elektrina**. Tedy např. stručně a správně: „naše spotřeba elektriny za uplynulý rok byla pět megawattodin“.

„tepelná energie“

Opět veličina neexistující. I když na rozdíl od „elektrické energie“ nikoli v principu nesmyslná: je to totiž staré, dávno nepoužívané označení pro veličinu zvanou *vnitřní energie*. Ve většině případů, kdy se s tímto nesmyslným souslovím setkáváme, jej lze nahradit stručným **teplo**. Jindy lze prostě vypustit ono „tepelná“, pokud se nepotřebujeme vyjadřovat vyloženě vědecky (pak může místo o *vnitřní energii* jít častěji o *entalpii*). Často se lze užití (správných) fyzikálních veličin vyhnout a mluvit prostě o ohřívání apod.

Komplikované vyjadřování se v případě elektrických a tepelných dějů vyvinulo historicky, během staletí, a často teprve ve dvacátém století dostaly příslušné fyzikální veličiny přesné obsahy a názvy. Nedorozumění vznikají tím, že jde většinou o slova z běžného jazyka, která mají i jiné významy: např. „je mi teplo“ jistě není vyjádřením ohledně fyzikální veličiny *teplo*. Asi to šťastně zvolený název pro fyzikální veličinu není (už proto, že teploměrem neměříme teplo, ale teplotu), ale co naplat. Jen slovo *energie* se do dnešního běžného jazyka dostalo naopak z fyziky (ta pro název veličiny sáhla kdysi do antické jazykové pokladnice) a rozšířilo se v něm až neuvěřitelně. Důvodem trvajících zmatků ve vyjadřování je jistě i to, že se jedná o děje, jejichž průběh jaksi nevidíme a jakžtakž přesnou představu o nich mají snad jen někteří znalci fyziky.

„ohřev TUV“

je sousloví, kterému jsme se snažili vyhnout. Zkratka „TUV“ znamená „teplá užitková voda“ a je poněkud matoucí. Myslí se jí obvykle voda, kterou použijeme a necháme odtéci pryč, na rozdíl od té, která cirkuluje v teplovodním topení. Zpravidla jde o vodu pitnou, jen zřídka u velkých systémů chemicky změkčenou, jako prevence usazování vodního kamene. Samotný pojem „užitková voda“ však označuje vodu z alternativního zdroje, který nároky na pitnou vodu nespĺňuje, vednou samostatným potrubím, např. vodu dešťovou nebo znečištěnou studniční. Její rozvody mají být provedeny tak, aby mohla být použita jen na splachování, praní a zalévání.

Místo „TUV“ lze srozumitelněji a přesněji říkat teplá voda, jen někde dle potřeby rozlišovat ohřátou vodu pitnou a užitkovou či explicitně dešťovou.

Výměník teplot alias předavač tepla

je zařízení, které předává teplo z jedné tekutiny do druhé, aniž by došlo k jejich promísení. O výměníku teplot lze správně hovořit jen tehdy, když se výstupní teplota ohřívané tekutiny přibližuje vstupní teplotě tekutiny ochlazované, tj. **když si obě tekutiny své teploty skutečně téměř vymění**. Toho lze docílit, když ona média proudí opačně, tj.

když je předavač **protiproudý** (a dostatečně dlouhý, s dostatečně velkou plochou oddělující obě tekutiny, tím větší, čím kratší dobu v něm tekutiny setrvají).

Protiproudé předavače tepla jsou známé z chemických laboratoří, běžné jsou deskové (nebo trubcové) předavače pro kapaliny v tepelné technice, zatím vzácné jsou protiproudé deskové předavače pro vzduch – právě takové jsou ale potřeba pro větrání v pasivních domech. Ty nejlepší mají účinnost např. 95 %, tj. má-li venkovní vzduch teplotu 0 °C a vnitřní 20 °C, po průchodu předavačem tepla má ohřátý čerstvý vzduch teplotu 19 °C a ochlazený odpadní vzduch teplotu 1 °C, teploty jsou skutečně takřka vyměněné.

Označení „výměník tepla“ je matoucí, výměna je něco za něco (jedna teplota za druhou), předání tepla je akt jednosměrný. **„Tepelný výměník“** či krátké „výměník“ je označení přijatelné, ale hodí se **jen pro protiproudé předavače tepla**.

Jde-li o jiný předavač, je možné jej označit alternativně jako **ohříváč, chladič, „had“, „žebrovaný had“** (had = sada závitů trubky ponořená v kapalině, kterou má ohřívát), registr (sada rovnoběžných trubek omývaných proudem vzduchu jako v automobilovém chladiči nebo např. zahrnutá zeminou), **kolektor** (sběrač tepla třeba přímo solárního nebo ze zeminy).

Jde-li o předavač, kdy teplo odebíráme z tekutiny, která by jinak bez užitku odtékala pryč, mluvíme také o **rekuperátoru** – ten by ovšem protiproudý měl být a skutečně co možná nejlépe teploty přitékající a odtékající tekutiny vyměnit.

Máme podezření, že používání rekuperátorů s pouhým křížovým předavačem tepla (s ubohou účinností jen málo přesahující padesát procent) je zčásti zaviněno právě tím, že se i takovému zařízení se špatnou geometrií říká hrdě, ale nesprávně „výměník“. Teploty se v něm nevymění, ale spíše jen vyrovnají. Může-li přesnější vyjadřování přispět k prosazení lepší techniky, stojí za to si na něj zvyknout. Taková technika je pro pasivní domy nezbytností.

Kompaktní tepelná centrála

Novým typem domácího spotřebiče, který byl vyvinut speciálně pro pasivní domy, je taková větrací jednotka, která obsahuje nejen ventilátory a rekuperátor, ale i zařízení pro případné dohřívání vzduchu vypouštěného do interiéru (a tím zajišťuje vytápění) a pro ohřev pitné vody. Některé typy dokonce mohou v létě zajišťovat dochlazování vzduchu, taková funkce má smysl tehdy, když není použit zemní kolektor. Centrála má rozměry větší chladničky, což je dáno tím, že obsahuje i tepelný zásobník. Až doposud obsahovaly všechny takové kompaktní centrály malé tepelné čerpadlo (o elektrickém příkonu do 0,5 kW), které v zimě dále ochlazovalo vzduch vypouštěný z domu. Protože ale v mrazech je tepelný příkon, který tak lze získat, po průchodu účinným rekuperátorem už jen nevelký, přibírají některé kompaktní jednotky na pomoc část proudu čerstvého vzduchu, který pouští neznečištěný, jen ochlazený opět ven. Topný výkon centrály bývá do 2 kW na jednu bytovou jednotku. Tepelný zásobník může být připojen i na solární okruh. Tepelné čerpadlo není jedinou možností, jak kompaktní jednotku realizovat. Budoucí jednotky mohou místo toho užívat metan (zemní plyn či bioplyn) nebo dokonce pelety. Od dosavadních kamen či kotlů se musí lišit tím, že vystačí s tím přívodem a odvodem vzduchu, který je užíván pro větrání. To je u výkonu do 2 kW dobře možné.

Pro všechny běžné domácí spotřebiče máme jednoslovné názvy. V němčině se v technické hantýrce pro kompaktní tepelnou centrálu

užívá označení Kompaktgerät nebo Kompaktaggregat, i to je ale označení provizorní, které nebude stačit, až takových spotřebičů budou v provozu miliony. Ke „sporáku“, pračce, chladničce, mikrovlnce, žehličce atd. tak možná přibude „teplička“.

Zemní kolektor

v chladném období roku odebírá teplo ze zeminy pod domem nebo kolem něj, v horkém období naopak teplo do země předává. U malých budov se zpravidla realizuje jako hladké, vyspádané vzduchové potrubí průměru kolem dvou decimetrů, z jehož nejnižšího místa může odtékat voda – za dusných letních dní se totiž z ochlazeného vzduchu sráží na jeho stěnách. Do interiéru pak přijde vzduch nejen ochlazený, ale i poněkud odvlhčený, takže se lidem z pokočky snáze odpařuje pot. U velkých budov je obvyklejší do zeminy uložit jen plastové hadice, kterými protéká nemrzoucí kapalina (podobně jako u topných soustav s velkým tepelným čerpadlem), obvykle solanka. Čerstvý vzduch se pak přehřívá či ochlazuje zařízením podobným automobilovému chladiči. Při zimním provozu má zemní kolektor funkci obdobnou kolektoru solárnímu. Protože ale v létě naopak zeminu ohřívá, lze jej označovat i jako **zemní akumulátor** – v zimě se vybíjí, v létě nabíjí; tak lze jeho funkci chápat hlavně tehdy, je-li uložen pod tepelnou izolací podlahy rozlehlé budovy. Zemní kolektor poskytuje spolehlivou protimrazovou ochranu rekuperátoru a je podmínkou výborné zimní účinnosti obvyklé kompaktní tepelné centrály. Pokud je taková jednotka hlavním či jediným zdrojem pro ohřev vzduchu a vody, je soustava kolektoru a kompaktní jednotky vlastně miniaturizovanou obdobou velkých topných systémů s tepelným čerpadlem, používaných u domů špatně izolovaných. Se změnou klimatu bude stále důležitější letní funkce zemního kolektoru, poskytující levné chlazení i bez tepelného čerpadla.

Vztažné plochy

Posláním pasivních domů je poskytovat nejvyšší komfort při minimalizované potřebě dodávek energie; výchozím kritériem je tak malá tepelná ztráta, aby stačilo topit čerstvým vzduchem beztak nutným pro větrání, ohřátým nejvýše na 50 °C. Takové kritérium se snáze plní u budovy, v níž pobývá hodně osob, naopak je splnit nelze, pokud bývá v zimě budova většinou téměř liduprázdná. Porovnat kvantitativně budovy, které mají různý způsob využití nebo různou velikost, lze tak, že se jejich tepelná spotřeba na vytápění vydělí velikostí plochy, kterou poskytují. Jde ovšem o to, jaké plochy.

Největší užívanou vztažnou plochou je tzv. **BGF**, Brutto-Grundfläche, „hrubá podlažní plocha“ čili součet půdorysných ploch všech podlaží. Počítají se do ní jen ty části podlaží, které jsou od exteriéru stavebně odděleny a nejsou tak nízké, že by v nich nešlo stát. Půdorys se bere ve výšce podlahy a sahá až po rozhraní s exteriérem (typicky povrch vnější omítky), není to reálně přístupná plocha. Jde-li o dům tvaru hranolu bez lodžii či balkonů, je BGF prostě jeho půdorys násobený počtem podlaží. Nevýhodou BGF pro porovnávání energetických náročností budov je už to, že samotným přidáním vnější tepelné izolace velikost BGF vzroste. Dále pak to, že se jako úspornější jeví bytový dům, v němž jsou rozměrné chodby a schodiště, ač jde o prostory, které by vůbec nemusely být uvnitř tepelné obálky budovy a u starých i nových pavlačových domů skutečně nejsou. Přesto se např. v rakouském systému dotací na bytovou výstavbu taková veličina užívá; pak se ale za limit pro pasivní dům nepovažuje hodnota 15 kWh/(m²a), ale 10 kWh/(m²a).

Pokojovou teplotu je v zimě žádoucí doopravdy udržovat jen tam, kde skutečně lidé pobývají, tj. uvnitř bytů. **Součet podlahových ploch místností v bytech** je tou „nejspravedlivější“ a také nejmenší užívanou vztažnou plochou pro bytové domy.

Větší vztažnou plochou je „**užitná plocha budovy**“. Citujeme z nařízení Komise (ES) č. 1503/2006:

„Užitná plocha budovy se měří uvnitř vnějších stěn, ale nezahrnuje:

- konstrukční plochy (např. plochy komponent, které vytýčují hranice stavby, podpěry, sloupy, sloupky, šachty, komíny),
- funkční plochy pro pomocné využití (např. plochy, kde jsou umístěna zařízení topení a klimatizace nebo energetické generátory),
- průchozí prostory (např. schodišťové šachty, výtahy, eskalátory).

Součástí celkové užitné plochy obytné budovy jsou plochy používané jako kuchyně, obývací pokoje, ložnice a místnosti s příslušenstvím, sklepy a společné prostory používané majiteli bytových jednotek.“

Aby bylo možné budovy porovnávat mezinárodně, bez ohledu na národní či oborové zvyklosti způsobu výpočtu podlahové plochy, byla pro pasivní domy zavedena veličina **TFA**, **Treated Floor Area**:

- Do TFA se počítají jen místnosti uvnitř tepelné obálky budovy.
- Sečte se podlahová plocha obytných prostor. Za obytné se považují všechny prostory uvnitř bytových jednotek, které nejsou suterénní nebo jejichž okenní plocha je alespoň 10 % podlahové plochy. Schody s více než 3 stupni, podesty a výtahy se mezi obytné prostory nepočítají.
- Sklepy, technické prostory atd. uvnitř tepelné obálky, které nejsou prostorami obytnými, se započítávají ze 60 %.
- Komíny, sloupy apod. zabírající méně než 0,1 m³ se od podlahové plochy ohraničené zdmi místnosti neodečítají.
- Ke dveřním a okenním nikám se nepřihlíží.
- Podlahová plocha prostor se světlou výškou v rozmezí 1,00 m až 1,99 m se započítává jen z jedné poloviny.

Některé stavební prvky a materiály

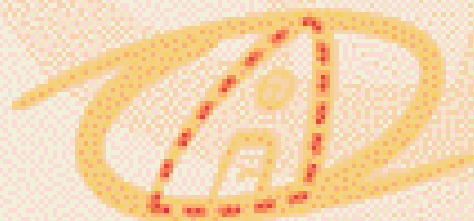
Ve stavebnictví se užívá spousta pojmů a zkratk, které nemusí být srozumitelné a jednoznačné pro ty, kdo nejsou zrovna specialisté na danou věc. Naše publikace ale má usnadnit porozumění všem svým čtenářům. Některé v ní užívané pojmy proto stručně popíšeme:

Eurookno: okno s vícevrstevným lepeným nerozebíratelným dřevěným rámem (výhodou lepeného hranolu je tvarová stálost).

OSB: Oriented Strand Board, deska z dlouhých plochých dřevěných třísek, které jsou na jejich površích orientované zejména podél delší strany desky. Pět procent objemu desky tvoří vosk a pryskyřičné lepidlo.

EPS: expandovaný pěnový polystyren vytvářený expanzí původních zrn, v závěru pak složený z více či méně nahuštěných „kuliček“. S rostoucí objemovou hmotností klesá jeho poréznost a nasákavost. V dosud častější bílé verzi také klesá tepelná vodivost, protože tenké stěny bublinek polymeru jsou nedostatečnou překážkou pro zářivý tepelný tok, pomůže ale jejich větší množství. Lepší je však potlačit tepelný tok přidáním nanočástic grafitu. Výsledný šedý či stříbrný pěnový polystyren s objemovou hmotností 15 kg/m³ pak izoluje lépe než bílý EPS s hustotou 30 kg/m³.

XPS: extrudovaný pěnový polystyren, bez pórů mezi bublinkami, nenasákavý, pro použití i ve zvodnělém prostředí. Obvykle se nabízí s vyššími objemovými hmotnostmi, lze jej pak i značně mechanicky zatěžovat.



Centrum pasivního domu



Informace, vzdělávání, podpora vývoje a výzkumu

Centrum pasivního domu je neziskovým sdružením právnických i fyzických osob, které vzniklo se účelem podpory a propagace standardu pasivního domu a za účelem zvýšení kvality pasivních domů.

Cíle sdružení jsou:

- prosazování standardu pasivního domu u novostaveb i u rekonstrukcí
- zajištění kvality realizace pasivních domů a kvality stavebních prvků a materiálů pro stavbu pasivních domů
- zavedení systému certifikace pasivních domů a souvisejících výrobků a služeb
- medializace výsledků
- ověřování legislativního prostředí

Cíle jsou realizovány pomocí propagace, vzdělávání a pořádání pro veřejnost i pro odborníky a podpory výzkumu a inovací v podnicích vyrábějících stavební materiály a prvky pro stavbu pasivních domů (např. okna, tepelné izolace, větrachotechnické systémy...) ve spolupráci s vysokými školami, výzkumnými a zkušebními ústavy.

Důležitou součástí činnosti je také spolupráce se zahraničím. Sdružení se zapojuje do řady mezinárodních projektů a navazuje spolupráci se zahraničními partnery.

Aktivity:

Vlajkovou lodí aktivit Centra pasivního domu je **mezinárodní konference Pasivní domy**, která přináší nejnovější informace o vývoji a dění na poli pasivních domů. Akce svým zaměřením láká nejen stavební odborníky z celé Evropy, ale především širokou laickou veřejnost. Součástí konference jsou doprovodné výstavy a exkurze po nově realizovaných i rekonstruovaných pasivních stavbách v zahraničí.

Do projektu **Stř center pasivního domu** je zapojeno 12 partnerů. Hlavním cílem projektu je rozšíření účelových nabídek poradenských služeb o problematiku úspor energie ve stavebnictví, s cíleným zaměřením na pasivní domy. Poradnictví o pasivních domech je pro všechny zájemce poskytováno zdarma a ve všech zapojených krajích probíhají i tematické semináře. Investoři, kteří již řeší projekty vlastních domů, mají tak příležitost získat odpovědi na své konkrétní otázky v rámci poradenských fór, kterých se jako konzultanti účastní odborníci z více oborů. Projekt je financován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu ČR. Více informací na www.stp.pasivnidomy.cz.

Dalšími aktivitami Centra pasivního domu jsou realizace vzdělávacích seminářů, veřejných diskusí, výstav, prezentace pasivních domů na veletrzích. Pravidelně také probíhají exkurze do zahraničí.



www.pasivnidomy.cz

Rozsáhlý informační portál, který je zdrojem informací a inspirace jak pro laiky zájemce o principy energeticky šetrného stavění, tak pro odborníky působící na poli pasivních domů. Součástí webu je podrobná databáze výrobků a služeb pro pasivní domy a příklady realizovaných staveb u nás i v zahraničí.



Ekologický institut Veronica je profesionální pracoviště Základní organizace Českého svazu ochránců přírody Veronica. Svou expertní a vzdělávací činností poskytuje interpretaci odborných environmentálních témat. Působí v Brně a v Hostětíně, zabývá se jak městským, tak venkovským prostředím. Aktivity rozvíjí v širokém záběru od místního detailu po mezinárodní souvislosti „z Hostětína po Evropu“.

Veronica vydává od roku 1986 stejnojmenný environmentálně kulturní časopis, založila a rozvíjí ekologické poradenství v České republice a vybudovala Centrum Veronica Hostětín, kde ověřuje teoretické poznatky na modelových projektech udržitelného rozvoje.

Odborná a vzdělávací činnost je určena pro nejširší veřejnost, odborníky, představitele a pracovníky veřejné správy, vzdělávací instituce, jiné nevládní organizace, učitele a studenty středních i vysokých škol, malé a střední podniky.

Naším posláním je podpora šetrného vztahu k přírodě, krajině a jejím přírodním i kulturním hodnotám.

Věnujeme se výzkumu a vzdělávání v tématech

- ochrana přírody a krajiny
- udržitelná spotřeba – zelená domácnost, zelený úřad a firma
- ochrana klimatu, úspory energie a obnovitelné zdroje
- zapojování veřejnosti do plánování a rozhodování
- udržitelný regionální rozvoj

Poskytujeme

- ekologické poradenství a expertní analýzy
- vzdělávání odborné a laické veřejnosti – přednášky, semináře, exkurze, konference, panelové diskuse, kulaté stoly, besedy
- exkurze modelovými projekty v Hostětíně: kořenová čistírna, obecní výtopena na biomasu, moštárna a sušárna ovoce, příklady ekologického stavitelství, pasivní dům, solární panely, šetrné veřejné osvětlení
- pobyty v pasivní budově Centra Veronica Hostětín
- zprostředkování mezioborových setkání
- službu Zelený telefon města Brna

Pořádáme

- konference Venkovská krajina, Letní školu v Hostětíně, Jablečnou slavnost v Hostětíně, Dny Země, Biojarmark v Brně, Oslavu Světového dne pasivních domů, Evropskou noc pro netopýry, Brněnský strom roku aj.
- setkání přátel přírodní zahrady, dny otevřených dveří v Centru Veronica Hostětín, prodej vánočních jedliček a jejich jarní výsadbu v lesích u Brna, soutěž diplomových prací, diskuse k územnímu plánu Brna aj.
- výstavy obrazů, fotografií a dalších uměleckých předmětů, environmentálně-osvětlová divadelní představení

Nabízíme

- předplatné časopisu Veronica
- ubytování v certifikovaném ekopenzionu – pasivní dům
- knihovnu a videotéku s tematikou životního prostředí, studovnu s připojením na internet
- prodej odborné literatury, i přes internet
- vedení a konzultace diplomových prací
- studijní pobyty a stáže, možnost dobrovolnické práce
- členství v ZO ČSOP Veronica

Zakládali jsme tato občanská sdružení a podílíme se na jejich činnosti

- Tradice Bílých Karpat
- Síť ekologických poraden (STEP)
- Unie pro řeku Moravu

Kontakt:

ZO ČSOP Veronica
Panská 9, 602 00 Brno
tel. +420 542 422 750, fax +420 542 422 752
veronica@veronica.cz, www.veronica.cz

Centrum Veronica Hostětín
Hostětín 86, 687 71 Bojkovice
tel. +420 572 630 670
hostetin@veronica.cz, hostetin.veronica.cz



veronica