

# Pasivní domy

## Technické a dispoziční řešení

### Nejlepší základ domu je propracovaná koncepce

Stejně jako u kvalitních aut nebo technologií, se u pasivních domů staví na základě dokonale propracovaného návrhu. Právě v počátečním období přípravy projektu – při zadání a vytváření studie se naprosto jednoznačně rozhoduje o budoucích vlastnostech budovy. V dalších fázích se už „jen“ zpřesňují úvodní rozhodnutí a řeší jejich důsledky. Jen málokdy jsou pak zainteresovaní schopni a ochotni vracet se k počátečním rozhodnutím a činit větší změny v konceptu. Často to ani z časových, nebo finančních důvodů není možné. Proces navrhování pak obvykle pokračuje rutinní cestou, předávání si podkladů mezi jednotlivými profesemi, bez zpětné vazby ke původnímu návrhu. U pasivních domů a zejména u větších objektů je prakticky nezbytné, aby došlo ke **koordinaci celého projekčního týmu**, který se společně podílí na vytváření jednotlivých řešení. Dvojnásobně to platí při zavádění inovativních řešení, kde nelze použít zaběhnutý přístup ani empiricky ověřené zkušenosti. Kromě jiného je nutné pro pasivní objekty vypracovat studii, popisující energetické vlastnosti budovy a její provozní náklady. Od návrhu koncepce se taky odvíjí výsledná cena objektu. Je známo, že chytré řešení dokáže ušetřit nemalé peníze, které pak lze investovat třeba do obnovitelných zdrojů energie. Není pravidlem, že pasivní domy jsou vždy o hodně dražší a na druhé straně to, že je dům dražší nemusí znamenat že je energeticky úsporný. Cenu domu mnohem víc ovlivní prostorové nároky investora a jeho nároky na vybavení než to, že dům bude v pasivním standardu. Například jednou ze zažitých falešných představ je, že pasivní dům musí být vybavený spoustou drahých technických zařízení. Platí pravý opak, protože cílem je snižování počtu technologií a rozvodů v závislosti od radikálně snížené spotřeby energie. Nicméně vše se děje na přání investora, který má možnost volby přístupu. Jeho přáním

může být moderní hi-tech řešení, aneb klasické, přírodní nebo jiné řešení.



**Obr.1** Sdružené objekty jako bytové domy nebo řadová zástavba mají výhodu objemové kompaktnosti a tím i menších tepelných ztrát.

### Ideálně navržený a umístěný pasivní dům by měl mít:

- kompaktní tvar budovy s málo členěním
- hlavní fasádu otočenou od jihovýchodu až po jihozápad
- největší plochu oken na jižní nejmenší na severní straně
- solární zisky nezastíněny okolní zástavbou nebo terémem
- letní stínění proti přehřívání interiéru
- malý sklon střechy 0,5-20°
- místnosti umístěné s ohledem na světové strany, vzduchotechniku a vytápění

### Co ovlivňuje energetické vlastnosti objektů v pasivním standardu?

Nízká spotřeba energie pasivních domů není zabezpečena jenom výrazně tlustší izolací, kvalitními okny a rekuperací odpadního vzduchu. Rozhodně se na malých tepelných ztrátách a vysokých pasivních ziscích výrazně podílí víc faktorů, které je potřeba při návrhu domu zohlednit. U běžných domů, které energií doslova plývají, tyto faktory natolik neovlivní energetické

ké vlastnosti stavby. Navýšení nebo úspora 5 až 10 (i víc) kWh/(m<sup>2</sup>a) u domů se spotřebou 150 kWh/(m<sup>2</sup>a) nehraje velkou roli, ale u pasivních domů, kde je spotřeba tepla na vytápění menší než 15 kWh/(m<sup>2</sup>a), se to odrazí velice! Výsledné energetické vlastnosti budovy ovlivní zejména:

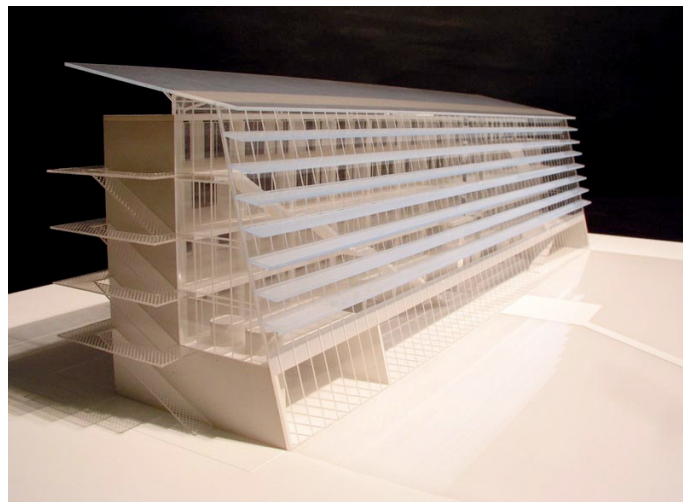
- volba pozemku nejlépe s jižní orientací
- orientace a osazení budovy na pozemku s ohledem na přímé slunečné záření, případné zastínění zelení, okolní zástavbou nebo terénem
- převládající směr a intenzita větru
- velikost budovy – přiměřenost danému účelu
- tvarové řešení (tvarová kompaktnost a členitost stavby)
- vnitřní uspořádání s ohledem na vytápěný a nevytápěný prostor i orientaci ke světovým stranám – zónování místností
- vlastnosti obvodových stěn
- velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách
- řešení potřebné výměny vzduchu
- vnitřní tepelné zisky podle charakteru provozu v budově
- otopná soustava – vhodná volba, přiměřená velikost, kvalitní regulace atd.
- způsob, jakým je zajištěna pohoda prostředí v letním období - chlazení
- efektivnost ohřevu teplé vody a energetická účinnost elektrických spotřebičů
- skutečný způsob užívání budovy.

Významné jsou všechny tyto faktory, i když v odlišné míře, podle povahy konkrétního projektu. Ne vždy je můžeme všechny výrazněji ovlivnit, ale i tak bychom se jimi měli zabývat. Investor by měl být vždy včas a dobře informován o souvislostech a důsledcích svých rozhodnutí, i když má odlišné priority nebo nám dosud neznámá omezení.

### Volba pozemku, umístění a orientace budovy

Při volbě pozemku určitě hrají významnější roli i jiné faktory, než jen energetické úspory. Přístupnost pozemku se taky může v budoucnu odrazit na provozních nákladech, zejména u rodinných domů. Tam kde chybí vybavenost, jako škola, služby atd. a místo není rozumně dosažitelné veřejnou dopravou, může spotřeba energie i emise škodlivin (zejména CO<sub>2</sub>) spojená s docházkou být výrazně vyšší než z provozu domu.

Vhodná orientace budovy na pozemku je velmi důležitá. V ideálním případě by měl dům stát na pozemku nestíněném, hlavní fasádou s největší prosklenou plochou otočenou směrem k osluněné straně (od jihovýchodu přes jih po jihozápad). To kromě výhody využívání pasivních solárních zisků, skrývá i riziko přehřívání budovy. U administrativních budov a staveb občanského vybavení, které často využívají velkých prosklených ploch, je proto zapotřebí pečlivě navrhnout stínící prvky (Obr.1). Kanceláře a jiné místnosti je možné navrhnout na místa bez přímého slunečního záření s jižním přesvětlením přes komunikační prostory. Je ovšem nutno brát ohled na dostatek denního osvětlení a jeho pozitivního vlivu na psychiku a výkonnost.



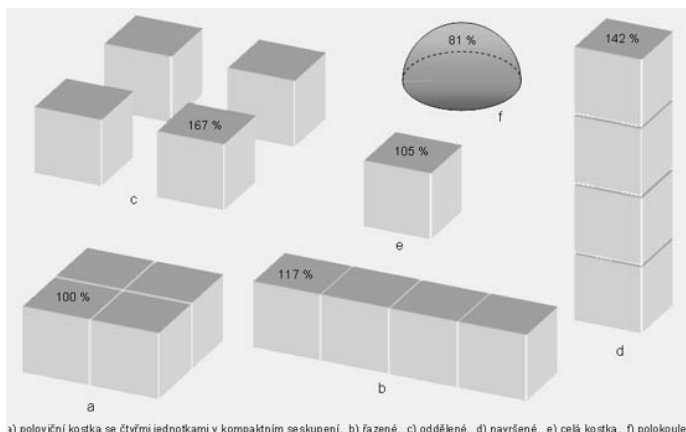
**Obr. 2.** Příklad letního stínění u kancelářské budovy. Kanceláře umístěny v severní části jsou přesvětleny přes chodbu a zimní zahradu, která současně zvlhčuje vzduch. Horizontální slunolamy v létě stíní a v zimě propouštějí sluneční světlo až do kanceláří. Návrh: Georg W. Reinberg.

Někdy však volbu pozemku nebo umístění budovy nemůžeme ovlivnit. Poloha budovy může být regulována určitými pravidly (např. řadová zástavba, uliční čára), nebo jiný pozemek jednoduše nepřipadá v úvahu. V takových případech lze alespoň prověřit zastínění okolní zástavbou, terénem i vzrostlou zelení a pak navrhnout optimální prosklení jednotlivých fasád vzhledem k pasivním solárním ziskům. Pasivní dům je možné postavit i v hlubokém stinném údolí, ale zde by velká prosklená fasáda mohla způsobit více tepelných ztrát než zisků. Zastínění menšími stromy a obrostlou zelení jako vinná réva a podobné může být i výhodné, jestliže se jedná o rostliny a stromy v zimě opadající. V létě tvoří příjemný stín a v zimě zas volně propouštějí sluneční záření. V případě omezení ve formě stínění, nevhodné orientace pozemku nebo budovy, je zapotřebí tyto podmínky přesně definovat (nebo alespoň předvídat do budoucna) a zahrnout je do úvah případně i výpočtů.

Budovy velice exponované vůči větru mají zpravidla vyšší tepelné ztráty infiltrací (přes netěsnosti ve vzduchotěsné obálce). Na exponované pozemky bez přirozené terénní ochrany se doporučuje umístit větrolamy.

### Tvarové řešení – krychle, kvádr nebo i něco jiného?

Značnou mírou se na energetických ztrátách a ziscích podílí i tvar budovy a její členitost. Nejjednodušším způsobem jak omezit tepelné ztráty, je zmenšit podíl ochlazovaných ploch konstrukcí vůči objemu. Tento způsob rovněž přináší finanční úspory - čím méně konstrukcí, tím nižší jsou i náklady. Pokud by tvar byl podřízen jen technickým parametrům, byla by ideální koule. Pokud nebudeme stavět dům na oběžné dráze okolo země, asi takový tvar pro praktický život nebude použitelný. Jestliže budeme naopak stát pevně na zemi, pro současný pasivní (nejen rodinný) dům bude optimálně vyhovovat kvádr, podle celkového objemu více nebo méně podélného tvaru, delší stranou obrácenou k jihu se střechou mírně skloněnou k severu.



a) poloviční kostka se čtyřmi jednotkami v kompaktním seskupení, b) řazené, c) oddělené, d) navršené, e) celá kostka, f) polokoule

**Obr. 3** Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty. Velikost ochlazovacích povrchů bez základové plochy při stejném objemu objektů je uvedena v %. U pasivních domů je vliv tvaru budovy menší, protože malý je i podíl ztrát tepla prostupem na celkové energetické bilanci objektu. Seskupené objekty jako řadová zástavba, nebo bytové domy ovšem dosahují pasivního standardu omnoho snáz, než samostatné jednotky.

### Stavět dům přízemní nebo patrový?

Z hlediska kompaktnosti stavby je výhodnější patrová varianta a kolik pater, o tom rozhoduje celkový řešený objem. Tím, že stále více při stavbě domu se začíná myslet na pohybová omezení důchodového věku a tím, že přibývá staveb pro jedno až dvoučetné domácnosti, roste poptávka po přízemních řešeních. Ta jsou ještě rozumná, pokud se vejdou do 120 - 140 m<sup>2</sup> zastavěné plochy vytápěné části. U většího přízemního půdorysu se pak složitěji dosahují energetické parametry pasivního domu.

### Střecha pro pasivní dům

Pasivní domy nejsou omezeny tvarově jen na jeden typ střechy. Výhodnější jsou však střechy s malým sklonem 0,5-20°, ať už střechy ploché, pultové nebo sedlové. Vytvářejí menší ochlazovanou plochu a tím pádem jsou i levnější (méně izolace, krytiny) a konstrukčně jednodušší. Při použití střešního krytu se skladbou zelené střechy (optimálně bezúdržbové) zpomalují odtok vody z krajiny a tím přispívají k jejímu ochlazení, a současně tato skladba prodlužuje životnost střešního pláště. Strmé sedlové střechy se sklonem 35-50° dnes již nejsou využívány pro uskladnění sena a pro účely bydlení v podkroví jsou místnosti prostorově omezené nižší pochozí výškou. Vznikají zde obtížně nebo zcela nevyužitelné prostory a zbytečně se navyšuje objem stavby. V historii byla půda vždy především na seno a sedlová střecha vycházela z materiálových omezení použití došek a šindelů. Dnes jejich mechanické opakování znamená stavět za vyšší cenu a vytvářet nižší užitnou hodnotu. O sedlových střechách se traduje, že jsou lepší kvůli sněhu. Zkušenosti dokumentují pravý opak. Sedlové střechy trpí sesuvy sněhu, jeho měštnáním a transformací na ledový krunýř, který zatěžuje střechu extrémně nerovnoměrně. Zatíženy sesuvy jsou zejména žleby, kde často dochází k poruchám. Naopak střechy rovné nebo s mírným sklonem jsou zatěžovány rovnoměrně a většina sněhu je odváta, protože střecha nemá

závětrnou stranu, kde by se tvořily závěje. Z uvedeného jsou střechy s malým sklonem vhodnější, avšak v některých oblastech (na vesnicích) je jejich použití regulováno.



**Obr. 4** Pasivní domy lze postavit v podstatě s jakýmkoli typem střechy. Fakt, že většinou mají pultové nebo rovné střechy není jen záležitostí stylu. Jednodušší detaily napojení, izolování, menší objem, plocha a taky cena jsou hlavní důvody jejich volby.

### Kompaktnost a objemová přiměřenost

Členité stavby přinášejí sebou mimo nárůstu ochlazovaných ploch i množství složitých detailů a napojení nosných konstrukcí komplikujících realizaci. Tvarová kompaktnost je základním pravidlem při navrhování pasivních domů. Pokud to není výslovně nutné, je vhodné různé vystouplé prvky a místnosti volit jako nevytápěné, nebo sdružovat je a spojovat do větších objemů. Taky jednotlivá výstavba samostatných rodinných domů, je už ve své podstatě energeticky nevýhodná oproti řadové a natož bytové zástavbě. Sdružování do větších celků, nebo bytová výstavba v pasivním standardu poskytuje taky obrovskou výhodu společného zásobování teplem a omnoho menší pořizovací náklady technologií v přepočtu na užitnou plochu. Mnoho pasivních domů je řešeno bez suterénu. Odpadá tím řada technických i energetických komplikací a stavba se tím zpravidla zlevňuje. Pokud investor přesto na podsklepení domu trvá, přednost by měl dostat oddělený vstup mimo vytápěnou část domu (samostatný vstup zvenku nebo z nevytápěného zádveří, které musí být tepelně odděleno od vytápěné zóny). Velikost domu je klíčový parametr, který předurčí spokojenost jeho obyvatel i absolutní spotřebu energií. Problém může být pokud bude malý, ale i pokud bude předimenzovaný a stane se pro majitele přítěží. Zbytečně velký dům vyčerpává nároky na uklízení, pořizovací náklady i celkovou spotřebou energie. K tomu je třeba si dobře ujasnit všechny požadované funkce domu, možnost uspořádání a flexibilitu, případně vícegenerační soužití.

### Zimní zahrady?

Zimní zahrady se staly symbolem pro nízkoenergetické domy konce tisíciletí a někdy dochází k chybné interpretaci, že by snad měly být nezbytnou součástí i PD. Je nutné hned na

začátku upozornit, že tak tomu v žádném případě není. V našich klimatických podmínkách nelze uvažovat o možnosti vytápění sluncem z jednoho prostého důvodu: Za mrazivých zimních dnů, kdy je potřeba topit nejvíce, slunce svítí nejméně, zatímco prosklení způsobuje největší tepelné ztráty domu. V létě je pak nutno řešit někdy až extrémní přehřívání, nebude-li kvalitně vyřešeno jejich stínění a větrání. Zimní zahrady tedy lze považovat jedině jako doplněk, ne za nutnou součást pasivního domu. Navrhují se spíše z důvodů psychologických – jako lék na jarní a podzimní deprese, nebo pro zahrádkaře jako skleník na předpěstování sazenic. Zimní zahrada by však měla být od vytápěného prostoru dokonale tepelně oddělena. Podobně použití zasklených atrií a prosklených prvků pro využití solární energie (prosklené větrané fasádní prvky, dvojité prosklené fasády apod.) je sice možné, ale po pečlivém zvážení jejich přínosu ve prospěch budovy v průběhu celého roku.

### Zónování – uspořádání dle potřeb na vytápění

Vnitřní uspořádání má být voleno s ohledem na soulad vytápěcích režimů v jednotlivých místnostech nebo částech budov. Po stanovení účelu a provozního plánu místností, by měly být jasné požadavky na vnitřní teplotu, sluneční osvit, regulovatelnost vytápění, funkční propojení s jinými částmi, ale i jiné jako místní podmínky, atraktivnost výhledu nebo preference investora. I u pasivních domů platí obvyklá doporučení, že obytné prostory (obývací pokoj, kuchyň) mají být osluněny z jihu až jihozápadu s provozní teplotou 20 – 22°C, ložnice od východu až k jihovýchodu (teplota 18°C), kanceláře a pracovny mají mít okna spíše na neosluněnou stranu, a skladové prostory i spíše na severní stranu (nebo i mimo vytápěný prostor). Mimo energetických úspor uživateli může takové rozmístění přinést i zdravotní výhody. U administrativních budov je vhodný odlišný přístup. Kanceláře se umísťují na odvrácené, neosluněné straně s výhodou rovnoměrného denního osvětlení, bez rizika přehřívání. Sluneční energetické zisky zabezpečují prosklené místnosti jako chodby a další spojovací a přestávkové prostory. Navíc rozptýlené denní světlo z těchto prostor může pronikat i do kanceláří přes prosklené prvky např. nadsvětlíky.

### Chlazení budovy

Při snaze zabezpečit optimální solární zisky, se mnohdy dostávají budovy do rizika letního přehřívání. Jak nejlépe předejít přehřívání? V první řadě umístěním účinných stínících prvků zabránit co nejúčinněji pronikání přímého slunečního záření, při snaze zabezpečit nejlepší možné přirozené osvětlení vnitřních prostor. Už při návrhu koncepce budovy i jejího vnitřního uspořádání je potřeba zohlednit nutnost stínění a efektivního větrání dotčených prostor. Horizontální stínící prvky je potřeba navrhovat s dostatečným přesahem aby letní slunce, které dopadá pod úhlem 60 až 70° nesvítilo přímo do místností. Ty kromě jiného mohou plnit i funkci předsazené terasy nebo balkónu. Další možností je umístění venkovních žaluzií, rolet nebo okenic s dostatečnou nastavitelností. Stínící prvky spolu s nočním větráním přes by-pass a využitím předchlazení nasávaného vzduchu v zemního registru jsou schopny zabezpečit

dostatečné chlazení (více v části Větrání a teplovzdušné vytápění).

## Masivní konstrukce nebo dřevostavba? Jaký typ konstrukce je nejvhodnější?

Pro pasivní domy jsou nejvhodnější konstrukce, které dokážou zabezpečit dostatečnou izolační schopnost při co nejmenší tloušťce stěn. Obecně lze rozdělit na těžké - masivní a lehké - dřevostavby. Investoři ve většině případů inklinují k jedné nebo druhé skladbě konstrukcí. Někdy je to způsobeno předsudky, cenou anebo přímo užitnými vlastnostmi. Každý typ konstrukce i druh materiálu má své pro a proti. U dřevostaveb se investoři obávají že jim může snadno shořet, nebo že lehká konstrukce špatně odolává větru a horší akustické vlastnosti. Dřevo historicky dokázalo, že je velice kvalitním materiálem pro stavbu, stačí si všimnout více než stoleté dřevěné „roubenky“. To, že dřevo hoří, je jasný fakt. Vně konstrukcí však dřevo ohořívá na povrchu asi 1 - 2 cm, pak se snižuje přístup kyslíku a dál prakticky nehoří. Ovšem shořet či spíše úplně znehodnotit se může i masivní cihlová nebo betonová konstrukce (a střešní konstrukce stejně bývají většinou dřevěné). Zdrojem požárů bývají zejména závady na elektroinstalacích, nebo neopatrné zacházení s ohněm (svíčky a pod.) a oheň se pak bleskově šíří nejprve interiérem. Protipožární ochranu tvoří u staveb omítka nebo vnitřní obklad (sádrokarton nebo jiné), který je obvykle nehořlavý.

### Dřevostavby

U pasivních dřevostaveb nemůže být použita jen dřevěná konstrukce bez izolace. Stěna by na splnění tepelně-izolačních vlastností musela být tlustá asi 1,2 m a byla by neúměrně drahá. Proto se pro pasivní domy používá dřevo jen jako konstrukční prvek v množství potřebném pro statickou únosnost. Nosné prvky jsou obsaženy uvnitř stěny a výsledkem je pak menší tloušťka stěn, než u masivních staveb. Kladem je i větší rychlost výstavby, menší náročnost a tím pádem i cena. Lehká konstrukce dřevostavby umožňuje postavit dům nad terénem (odpadá nutnost hydroizolace, protiradonových opatření a eliminují se tepelné mosty při napojení na základy). Přinejmenším nevyžadují natolik staticky únosné základy, které lze zredukovat v případě potřeby jen na základové patky. Použití dřeva méně zatěžuje životní prostředí, zejména je-li z lokální produkce a taky likvidace stavby po jejím dožití je velice jednoduchá.

Pasivní dřevostavby nejčastěji využívají panelové nebo fošinkové konstrukce vyplněné izolací. Výhodou **panelových konstrukcí** je rychlá výstavba a menší cena, vzhledem k velice efektivní tovární prefabrikaci. V prostředí výrobních hal, v klimaticky příznivém prostředí lze pomocí mechanizace dosahovat nižší pracnosti a zároveň vyšší přesnosti, která je důležitá zejména pro zajištění vzduchotěsnosti. Panely je možné připravit pro instalační vedení už přímo ve výrobě, což zjednodušuje následnou montáž. Po dovozu panelů je samotná výstavba záležitostí několika málo dnů. Osvědčené panelové systémy je možné doplnit o další souvrství - vnější izolační systém

s tenkovrstvou omítkou (ETICS), vnější obklad (rošt, izolace a obklad), nebo vnitřní instalační vrstvu.

**Fošinková konstrukce** vychází z tradičního systému rozšířeného v USA, označovaného jako two-by-four (2 x 4), což označovalo původní rozměry fošen v palcích. Svislé dřevěné prvky dohromady s velkoformátovými konstrukčními deskami (OSB a pod) tvoří staticky pevnou a velice kompaktní konstrukci. Jako svislé prvky jsou nejčastěji použity masivní fošny nebo kombinované I – nosníky (stojiny z OSB či tvrdých dřevovláknitých desek). Vytváří se tak rošt do kterého je umísťována izolace, z vnější strany pak zaklopená dřevovláknitými nebo OSB deskami, s možností přímého omítnutí nebo roštu a dřevěného obkladu. Výhodou I – nosníků je menší spotřeba dřeva, omezení tepelných mostů a větší variabilita tloušťky až do 400 mm.



**Obr.5** Příklad dřevostavby s použitím I nosníků. Konstrukce je pak zevnitř zavětrána OSB deskou a izolace je vkládána do připraveného roštu. Výhodou takového řešení je jednoduchost a rychlost provedení.

Izolaci u dřevostaveb mohou být konvenční izolační materiály, nebo i přírodní alternativy. Vhodnější jsou materiály s menším difúzním odporem, neboť dřevo jako přírodní materiál potřebuje dostatečné odvětrání, aby vlhkost měla možnost odpařit se z vrstev konstrukce. V opačném případě může dojít k napadení konstrukcí dřevokaznými houbami a následně k jejich destrukci. Proto se zde častěji využívá izolací na bázi minerálních vln, foukané celulózy, nebo přírodní - dřevovláknité, lněné a konopné či slaměné izolace. Pro zabránění průniku vlhkosti z interiéru do vrstev konstrukcí je požadavkem precizně provedená vzduchotěsná vrstva tvořená OSB deskami nebo folií – parozabranou (viz list „Vzduchotěsnost“). Současně skladba stěn by měla být navržena s ohledem na větší difúzní otevřenost vrstev směrem ven.

### Akumulace tepla u dřevostaveb

Nevýhodou oproti masivním stavbám je nižší akumulační schopnost, tedy rychleji chladnou a taky se ohřívají. Navržením vhodných masivních vnitřních prvků lze tyto nedostatky celkem úspěšně řešit. Jílová omítky v tloušťce 40 až 60 mm, dokáže mimo jiné zabezpečit dostatečnou akumulaci a pomáhá zamezit nepříjemnému pocitu z chatového charakteru stavby (dutých

stěn). Tento materiál je stále populárnější, a to nejen kvůli svému příjemnému vzhledu, ale i kvůli své přirozené schopnosti vynikající regulace vlhkosti. Hlína má vysokou sorpci vlhkosti, dobrou schopnost jejího zpětného výdaje, beze změny užitných vlastností nebo životnosti. Je samozřejmě citlivá k delšímu přímému působení vody, a proto bez úprav není vhodná do koupelen nebo prostor přicházejících k častému styku s vodou. Akumulaci tepla mohou jednoduše zabezpečit i další konstrukční prvky jako podlaha, přízdívky, zděné vnitřní příčky, nebo akumulační stěny (k tomuto účelu přímo navržené, ve kterých proudí ohřátý nebo ochlazený vzduch a nabíjí je). S určitým zpožděním, podle druhu materiálu, jsou tyto prvky následně schopny sálat teplo nebo chlad zpětně do prostoru.

### Masivní stavby

V současnosti mají ještě stále masivní stavby vyšší kredit na trhu nemovitostí a proto i mnoho investorů volí tento typ konstrukce. Pasivní domy je možné postavit v podstatě ze všech materiálů – cihla pálená nebo vápenopísková, beton i odlehčené cihly a silikátové tvárnice. Jestliže chceme využít veškerých dobrých vlastností masivních staveb (akumulace tepla, akustický útlum), měli bychom volit materiály s větší objemovou hmotností i pevností, které zabezpečí v co nejmenší tloušťce statickou únosnost. Zvenčí pak zateplovat materiály s velkou tepelně-izolační schopností. Odlehčené tvárnice nejsou pro pasivní domy moc vhodné. Snaží se spojit vlastnosti nosního materiálu a izolantu, ale nejsou pořádně ani jedno ani druhé. Pro splnění požadavků na prostup tepla, musí být i ty nejlepší tvárnice dodatečně izolovány, což navyšuje jejich cenu i celkovou tloušťku stěny. Navíc přitom ještě pozbývají akumulační schopnost. Asi nejčastějším důvodem pro jejich volbu je rychlost výstavby a znalost postupů u většiny stavebních firem. Dalším vhodným a tradičně ověřeným materiálem je cihla. **Vápenopísková cihla** je energeticky méně náročnou alternativou cihly pálené a vyrábí se i ve větších formátech pro rychlejší mechanizované zdění. V tloušťce 175 mm dokáže zabezpečit dostatečnou statickou únosnost pro pětipodlažní dům a při použití 300 mm izolace celková tloušťka oboustranně omítnuté stěny nepřesáhne 500 mm. Dosahuje přitom koeficientu přestupu tepla  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Na porovnání nejlepší tvárnice co se týče tepelně-izolačních vlastností dosahují při tloušťce 500 mm menší hodnoty  $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a současně i slabší míru akumulace tepla. Dalším systémem je použití **ztraceného bednění** - štěpkocementových tvárníc s izolací nebo tvárníc z polystyrenu, které se po vystavění vyplní betonem. Výhodou je rychlá a jednoduchá montáž, přicházíme však o část akumulační schopnosti betonového jádra kvůli vnitřní vrstvě izolace.



*Obr.6 Masivní konstrukce z vápenopískových cihel je pro pasivní domy ideální. Velká objemová hmotnost zabezpečuje vysokou únosnost, výborné akustické vlastnosti a akumulační schopnost při malé tloušťce stěn. Současně se jedná o materiál s velmi nízkou spotřebou primární energie při výrobě. Větší vápenopískové bloky umožňují rychlé mechanizované zdění*

*pomocí minijeřábu. Zateplování se pak realizuje běžnými kontaktními systémy.*

## **Závěrem**

Pro pasivní domy lze zvolit většinu materiálů i tvarových řešení. Přitom je potřeba zdůraznit, že neexistuje žádné univerzální ideální řešení. Ve snaze o maximální úspory energií při zachování či zlepšení kvality vnitřního prostředí, se musí hledat individuální řešení, které však bude pro každého uživatele jiné. Dodržením uvedených technických a dispozičních pravidel však lze zásadně ovlivnit správné fungování a výsledné energetické parametry pasivního domu.

## **Doporučená a použitá literatura**

- [1] TYWONIAK, J.: Nízkoenergetické domy. Grada, 2005
- [2] BROTÁNEK, A.: Kudy vedou cesty k návrhům rodinných energeticky pasivních domů, Zborník z konferencie Energeticky pasívny dom 2007, IEPD, Bratislava 2007
- [3] [www.kalksandstein.cz](http://www.kalksandstein.cz)
- [4] [www.archiweb.cz](http://www.archiweb.cz)
- [6] [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [7] ISOVER: Multi-Comfort House, Saint – Gobain Isover, 2007

Vydal:

Centrum pasivního domu, Údolní 33, 602 00 Brno, [www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz)

Autoři textů: Jiří Cihlář, Juraj Hazucha,

© 2007 Centrum pasivního domu. Všechna práva vyhrazena

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracován v rámci

Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2007 – část A – PROGRAM EFEKT.