

Pořekadlo: „Dvakrát měř, jednou řež!“, platí u pasivních domů dvojnásob. Nejen u větších objektů se vyplácí zpracovat více variant, kterých porovnáním se optimalizuje chování budovy, energetická náročnost, ekologická zátěž a návratnost vynaložených financí.

Stejně jako u kvalitních aut nebo jiných technologií se u pasivních domů staví na základě dokonale propracovaného návrhu. Právě ve fázi prvotního návrhu, při vytváření studie, se nepochybně rozhoduje o budoucích vlastnostech budovy. Na vytvoření dokonale fungujícího a energeticky co nejúspornějšího řešení by měl celý projekční tým pracovat společně. Zejména u větších objektů je prakticky nezbytná koordinace všech profesí, jako vzduchotechnika, topení a jiné. Integrované navrhování se však velmi často zanedbává. Chyby vzniklé jednostranným návrhem, nezohledňujícím ostatní vlivy a profese, se v dalších fázích projektu již těžce odstraňují. Ukázkovým a bohužel častým příkladem jsou architektonické návrhy bez jakéhokoliv napojení na stavebně-technická řešení. Následně energeticky úsporné opatření pak mnohdy nelze provést v potřebné míře. V dalších fázích projektu se už „jen“ zpřesňují původní rozhodnutí, a na zásadní změny v prvotním konceptu pak ani většinou nezbyvá čas, chuť nebo i finance. Běžné navrhování, kde si jednotlivé profese předávají návrh a doplňují svá řešení, je nutné u pasivních domů pozměnit. Návaznost a komplexnost řešení zaručí návrh, který vytvářejí všechny profese společně.

Pořekadlo: „Dvakrát měř, jednou řež!“, platí u pasivních domů dvojnásob. Nejen u větších objektů se vyplácí zpracovat více variant, kterých porovnáním se optimalizuje chování budovy, energetická náročnost, ekologická zátěž a návratnost vynaložených financí. Je známo, že chytré řešení dokáže ušetřit nemalé peníze, které pak lze investovat třeba do obnovitelných zdrojů energie.

Není pravidlem, že pasivní domy jsou o hodně dražší. Na druhé straně to, že je dům dražší, nemusí vůbec znamenat, že je energeticky úsporný. Cenu domu mnohem více 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 současně se snižováním energetické náročnosti budovy se snižují také požadavky na výkon zdroje energie a další technologie.



*Obr. 1 Objekty je pro dosažení vyšší kompaktnosti vhodné sdružovat do větších celků. Snižuje se tím celková ochlazovaná plocha.*

Vybavení a forma pasivních domů je skutečně různorodá. Použito může být moderní hi-tech řešení nebo naopak řešení umírněnější s důrazem na ekologickou stopu použitých materiálů. Konečné rozhodnutí však vždy zůstává na investořovi a jeho volbě přístupu. Dobrý projektant by měl zvládnout různorodá řešení návrhu pasivního domu.

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

- kompaktní, málo členitý tvar;
- největší plochu oken na na jih případně na jihovýchod nebo jihozápad, nejmenší na severní straně
- solární zisky nezastíněny okolní zástavbou, terénem či nevhodně umístěnou pergolou
- letní stínění proti přehřívání interiéru
- místnosti umístěné s ohledem na světové strany
- kvalitní izolační obálku
- řízené větrání s rekuperací tepla, popř. malý zdroj tepla
- efektivní využití vytápěného prostoru uvnitř domu

## 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 energii doslova plýtvají, tyto faktory natolik neovlivní energetické 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! Výslednou energetickou náročnost a chování budovy ovlivní zejména:

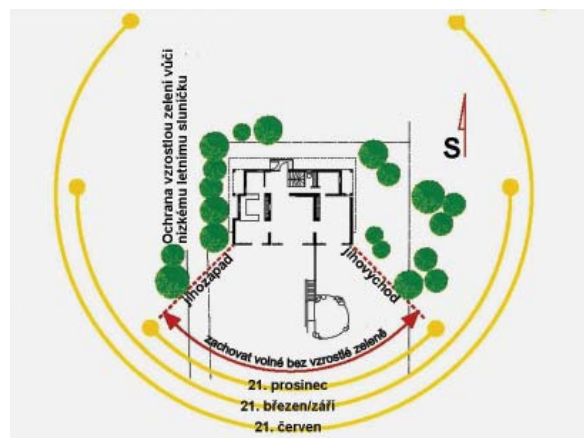
- volba pozemku
- orientace a osazení budovy na pozemku s ohledem na přímé sluneční záření, případné zastínění okolní zástavbou nebo terénem nebo předsazenými konstrukcemi (pergoly, přesahy střechy)
- klimatická oblast – hory, nížiny, hluboké stinné údolí
- exponovanost objektu vůči větru
- velikost 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, tepelné mosty a vazby
- velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách
- způsob větrání
- množství vnitřních tepelných zisků
- vhodná volba, přiměřená velikost a kvalitní regulace otopné soustavy
- způsob, jakým je zajištěna pohoda prostředí v letním období – přirozené chlazení
- efektivnost ohřevu teplé vody a energetická účinnost elektrických spotřebičů
- skutečný způsob užívání budovy.

Každý objekt má rozdílné podmínky a vyžaduje jiné řešení. Neměli bychom však zanedbávat žádný z uvedených faktorů, i když v daném případě se mohou projevovat v odlišné míře. Často nemůžeme některé faktory výrazně ovlivnit, při optimalizaci řešení i ve výpočtu by však měly být zohledněny. Může se stát, že kvůli negativním okolním vlivům standard pasivního domu nemůžeme dosáhnout, jedná se zejména o nevhodný pozemek a stínění okolní zástavbou.

## Volba pozemku, umístění a orientace budovy

Při volbě pozemku určitě hrají významnější roli i jiné faktory, než jen energetické úspory. Přístupnost pozemku se také může v budoucnu odrazit na provozních nákladech, zejména u rodinných domů. Tam kde chybí budovy občanské vybavenosti jako školy, služby atd. a místo není snadno dosažitelné veřejnou dopravou, mohou emise škodlivin (zejména CO<sub>2</sub>) spojené s dojížděním vlastním autem být výrazně vyšší než z provozu domu.

Vhodná orientace budovy na pozemku je velmi důležitá. V ideálním případě by měl dům stát na pozemku nestíněný, 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. 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.



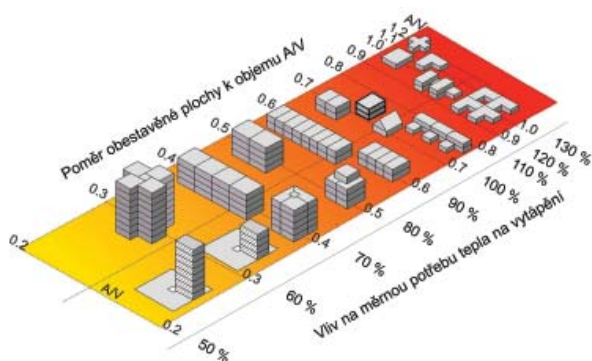
Obr. 2 Příklad ideálního umístění domu na pozemku. Jižně orientovaná fasáda zůstává bez stínění.

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 nepřípadá 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 něco jiného?

Značnou mírou se na výsledných energetických vlastnostech podílí tvar budovy a její členitost. Nejjednodušším způsobem jak omezit tepelné ztráty je zmenšit podíl ochlazovaných ploch konstrukcí vůči objemu vnitřní vytápěné zóny. Tento způsob rovněž přináší finanční úspory – čím méně konstrukcí, tím nižší jsou i náklady. Pokud by tvar byl podřízen jen fyzikálním parametrům, byla by ideální koule. Z hlediska technického, dispozičního a ekonomického je taková varianta těžko dosažitelná. Jestliže budeme naopak stát pevně na zemi, pro současný pasivní (nejen rodinný) dům bude optimálně vyhovovat kvádr delší stranou obrácenou k jihu se střechou mírně skloněnou k severu.



Obr. 3 Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění. Porovnání velikosti ochlazovaných ploch (povrchu) při stejném objemu stavby. Seskupené objekty jako řadová zástavba, nebo bytové domy dosahují pasivního standardu snadněji než samostatně stojící objekty.

### Stavět dům jednopatrový nebo vícepatrový?

Z hlediska kompaktnosti stavby je výhodnější více-patrová varianta. V poslední době se však zvýšila poptávka po malých jedno-patrových domech pro seniory nebo mladé rodiny. Tato řešení jsou rozumná, pokud se půdorysná plocha domu vejde do 120 až 140 m<sup>2</sup>. U větších ploch je pak dosažení standardu pasivního domu problematické.

## 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 jsou i levnější (méně izolace, krytiny) a konstrukčně jednodušší. Plochým střechám bylo často vytýkáno, že jsou nekvalitní a často do nich zatéká. Použití současných kvalitních materiálů tento problém úspěšně odstranilo.

Mírný sklon střech se současně nabízí pro použití zelených vegetačních střech (optimálně bezúdržbových). Zpomalují odtok vody z krajiny, a tím přispívají k jejímu ochlazení, jsou vhodné do přehřátých měst. Toto řešení současně prodlužuje životnost střešního pláště.



Obr. 4 Pasivní domy lze postavit s jakýmkoli typem střechy. Fakt, že většinou mají pultové nebo rovné střechy není jen záležitost stylu. Jednodušší detaily napojení, izolování, menší objem, plocha a také 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 vysloveně nutné, je vhodné různé vystupující prvky a místnosti volit jako nevytápěné nebo je sdružovat a spojovat do větších objemů. Také výstavba samostatně stojících rodinných domů je už ve své podstatě energeticky nevýhodnější při srovnání s řadovou nebo bytovou zástavbou. Sdružování do větších celků poskytuje také možnost napojení na společný zdroj tepla.

Velikost domu je klíčový parametr, který předurčí spokojenost jeho obyvatel i výslednou spotřebu energií. Zbytečně předimenzovaný dům má velké nároky na uklízení, pořizovací náklady i celkovou spotřebu energie. K tomu je třeba si dobře ujasnit všechny požadované funkce domu, možnost uspořádání a flexibilitu, případně vícegenerační soužití.

Pasivní domy je samozřejmě možné realizovat i jako podsklepené. Spojuje se s tím ovšem řada technických i energetických komplikací a stavba se tím zpravidla prodražuje. V případě návrhu sklepu je nutno dodržet několik zásad: tepelně oddělit konstrukce s vyloučením tepelných mostů (podobně jako u základů) a vstup navrhovat mimo vytápěnou část domu (samostatný vstup zvenku nebo z nevytápěného zádveří, které musí být tepelně odděleno od vytápěné zóny).

### Možnosti změn

Během životnosti domu, která bývá víc než 100 let, s největší pravděpodobností dochází ke změně požadavků na vzhled nebo dispozici a k případným opravám či výměnám prvků s kratší životností. Je proto vhodné, aby v komplexním návrhu pasivního domu bylo s takovými změnami počítáno.

Promyšlené umístění prvků a rozvodů technického zařízení budov, stejně jako i konstrukční řešení by mělo v případě potřeby umožňovat změny bez většího zásahu nebo porušení konstrukce budovy. Nejedná se jen o možnost rozšíření – nadstavby, ale i o případnou výměnu prvků s kratší životností (oken, apod.), nebo potřebné opravy. Během životního cyklu může také dojít ke změně užívání, nebo mohou vystat požadavky na změnu vnitřního uspořádání (např. posun vnitřních nenosných příček). Počítáno by mělo být také s možností osazení dalších prvků, na které během výstavby nezbyly finanční prostředky (solární systém na ohřev TUV, zdroj vytápění na pelety, fotovoltaické panely apod.). Dům může obsahovat připravené instalační vedení a další potřebné náležitosti, které v budoucnosti značně zjednoduší instalaci daného prvku.

### 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 pasivních domů. 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 použít jedině jako doplněk celkové koncepce pasivního domu. Navrhují se spíš z důvodů psychologických – jako „lék“ na jarní a podzimní deprese nebo pro zahrádkáře jako skleníků 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

U pasivních domů se již zónování neprojevuje na zvyšování tepelné ztráty budovy, ale spíše na provozní fungování objektu. Vnitřní uspořádání místností se volí s ohledem na teplotní režim, jeho regulaci, potřebnou míru denního osvětlení, funkční propojení, nebo jiné požadavky, jako možnost výhledu, dispozice pozemku, apod.

Základní rozdělení prostor v objektu je na vytápěné a nevytápěné, které většinou vychází z logicky a funkčně oddělených celků jako sklep, podkroví, garáž a obytné či jiné prostory. Vytápěnou a nevytápěnou zónu je nutné důkladně tepelně oddělit, a promyšlená volba konstrukcí zde značně usnadňuje řešení detailů.

Ve vytápěném prostoru dochází k dalšímu členění, dle účelu místností, provozního režimu a následné regulace vytápění. Nejen u pasivních domů se obytné místnosti umísťují k osluněné straně, od jihovýchodu po jihozápad s teplotami kolem 20 °C, ložnice pak k severovýchodu až jihovýchodu čímž může být případně dosažena i nižší teplota. Koupelny patří mezi nejteplejší místnosti v domě a je vhodnější je umístit do teplejší části objektu. Komunikační a skladové prostory se umísťují spíše na severní stranu objektu, případně do nevytápěné části. Takové uspořádání umožní lepší využití prostorů i s ohledem na přirozené osvětlení místností a využívání solárních zisků okny. Kromě energetických úspor může optimální zónování přinést uživatelům i zdravotní výhody.

Administrativní budovy a podobné objekty si vyžadují částečně odlišný přístup při návrhu teplotního zónování. Z důvodu rizika letního přehřívání a přemíry oslunění interiéru je vhodné umístit kanceláře na místa bez přímého slunečního záření s jižním přesvětlením přes komunikační a oddychové prostory. Solární zisky v zimním období jsou pak využívány pomocí systému větrání, který je rovnoměrně rozvádí po objektu. Při navrhování je ovšem nutno brát ohled na dostatek denního osvětlení a jeho pozitivního vlivu na psychiku a výkonnost. To je možné ověřit i výpočtově pomocí programů simulujících i případné letní přehřívání a použití stínících prvků.

### Chlazení budovy

Při snaze zabezpečit optimální solární zisky, se mnohdy dostávají budovy do rizika letního přehřívání. Jak mu nejlépe předejít? V první řadě je nutné optimalizovat velikost a umístění prosklených ploch. Asi nejproblematictější jsou celoprosklené budovy, u kterých je velice složité, a někdy až prakticky nemožné optimální zaregulování otopné a chladicí soustavy. V nejhorsích případech si takové stavby, u zabezpečení požadavků uživatelů, vyžadují současně chlazení na jedné straně budovy a vytápění na straně druhé.

K optimalizaci prosklení a návrhu vhodných stínících prvků se zejména u větších objektů využívají programy simulující denní osvětlení a případné přehřívání interi-

éru. Efektivní je navrhování velikosti prosklení podle potřeb na denní osvětlení, čímž se minimalizují tepelné ztráty okny v zimě a v létě možnost přehřívání. Každopádně by se k návrhu velikosti prosklení mělo přistupovat opatrně, což nepochybně přispívá i k snížení nákladů potřebných na stínící prvky.

Správně navržené stínící prvky také napomáhají ke snižování chladicí zátěže. Horizontální stínící prvky se navrhuji s dostatečným přesahem, aby letní slunce, které dopadá pod úhlem 60 až 70° nesvítilo přímo do místností. Tyto prvky mohou současně plnit funkci předsažené terasy nebo balkonu. Další možností je umístění venkovních žaluzií, rolet nebo okenic s dostatečnou nastavitelností, případně automatickým provozem.

V našich klimatických podmínkách se správně navržené pasivní domy zpravidla obejdou bez strojního chlazení. Optimalizované prosklení a stínící prvky, spolu s efektivním nočním větráním a využitím předchlazení nasávaného vzduchu v zemním registru, jsou ve většině případů schopny zabezpečit vyhovující teploty v místnostech. Větší budovy mohou využít systému chlazení pomocí rozvodů umístěných v betonových stropcích, kterými protéká ochlazená kapalina tzv. aktivace betonového jádra. Dochází k předchlazení masivních konstrukcí, které pak jako plošné prvky uvolňují chlad a udržují příjemnou teplotu. V zimě jsou stejné rozvody využívány jako otopný systém.

Snižování vnitřních tepelných zisků také přispívá k omezení letního přehřívání. Zejména u provozů s větším počtem spotřebičů, např. v kancelářích, je vhodné použitím úsporného osvětlení, LCD monitorů a dalšího vybavení s co nejmenší spotřebou energie, snížit celkový příspěvek vnitřních zdrojů.

Teplotní špičky zmírňují i konstrukční materiály s větší akumulací schopností. Přebytkovou energii ukládají a s určitým zpožděním pak vydávají. Inovativní výrobky na bázi PCM materiálů (Phase Change Material) umožňují vázání velkého množství latentního tepla, neboli energie potřebné na změnu skupenství (např. z pevného na kapalné a obráceně). Využití je možno v omítkách nebo ve formě obkladových desek podobných sádkkartonu. Obsahují speciální vosk, který roztává při teplotě 26 °C (případně jiné), při tloušťce 1,5 cm mají desky stejnou akumulaci schopnost jako 9cm betonová zeď nebo 26cm zeď z lehčených cihelných bloků. Tím tento materiál může stát nejen důležitým stavebním prvkem budov, ale i významným tepelně akumulacím prvkem, který svými vlastnostmi aktivně ovlivňuje vnitřní klima.



Obr. 5 Systémy ztraceného bednění lze také využít pro stavbu pasivních domů. Systémy zpravidla obsahují tvarovky pro rohy, překlady nebo i základy, což značně urychluje výstavbu.

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

Pro pasivní domy jsou nejvhodnější konstrukce, které dokáží zabezpečit dostatečnou izolační schopnost při co nejmenší tloušťce stěn. Obecně lze rozdělit na těžké (masivní) a lehké (převážně dřevostavby). Volba konstrukčního materiálu bývá do značné míry ovlivněna náklady na stavbu nebo přímo užitnými vlastnostmi či jinými výhodami daného typu konstrukce. Co se týče konečného vzhledu stavby, dle konstrukčních materiálů nelze činit žádná rozdělení. Dřevostavby jsou po omítnutí k nerozeznání od běžných domů a některé masivní stavby obložené modřínem se zase tváří jako dřevostavby.

Každý typ konstrukce i druh materiálu má svá pro a proti. U dřevostaveb se investoři často neoprávněně obávají nebezpečí vzniku požáru, slabší odolnosti proti větru nebo horších akustických vlastností. 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 odhořívá na povrchu asi 1–2 cm, pak se snižuje přístup kyslíku a dál prakticky nehoří. Shořet či spíše úplně znehodnotit se může i masivní cihlová nebo betonová konstrukce a střešní dřevěné konstrukce. Zdrojem požárů bývají zejména závady na elektroinstalacích nebo neopatrné zacházení s ohněm, kde se oheň nejprve šíří interiérem. Protipožární ochranu tvoří u staveb omítka nebo vnitřní obklad, 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, zároveň by byla neúměrně drahá. Proto se pro pasivní domy používá dřevo jen jako konstrukční prvek v množství potřebném pro statickou únosnost. Nosné prvky jsou skryty uvnitř stěny a výsledkem je pak její menší tloušťka než u masivních staveb. Pro dřevostavby hovoří i větší rychlost výstavby, menší náročnost, a tím i nižší náklady. 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 také likvidace stavby po jejím dožití je velice jednoduchá.

Pasivní dřevostavby nejčastěji využívají prefabrikované panelové systémy nebo systémy stavěné přímo na stavbě. Výhodou panelových systémů je rychlá výstavba a menší cena, vzhledem k velice efektivní tovární prefabrikaci. V prostředí výrobních hal bez vlivu počasí, lze pomocí mechanizace dosahovat nižší pracnosti a zároveň vyšší přesnosti. 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 rovinu.

Systémy stavěné přímo na stavbě vycházejí z tradičního systému rozšířeného v USA, označovaného jako two-by-

four (2 x 4 palců). Při dostatečné zručnosti tesařů tento systém umožňuje velkou variabilitu prvků i rychlost výstavby. Svislé dřevěné prvky dohromady s velkoformátovými konstrukčními deskami (OSB, sádrovláknité desky apod.) tvoří staticky pevnou a velice kompaktní konstrukci. Jako svislé prvky jsou nejčastěji použity masivní fošny, kombinované I-nosníky (se stojinami z OSB či tvrdých dřevovláknitých desek) nebo jednoduché příhradové vazníky. Vytváří se tím rošt, do kterého je umísťována izolace, z vnější strany pak zaklopená nejčastěji difúzně otevřenými dřevovláknitými deskami. Výhodou I-nosníků, oproti masivním fošnám, je menší spotřeba dřeva, omezení tepelných mostů a větší variabilita tloušťky až do 400 mm. Konečnou vrstvu tvoří omítkový systém či odvětrávaná fasáda (více v části Tepelné izolace). Častý bývá dřevěný obklad ze severského modřínu, který si nevyžaduje žádnou povrchovou úpravu.

Izolací u dřevostaveb mohou být konvenční izolační materiály 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 neustálému zvyšování množství zkondenzované vodní páry v konstrukci a následným poruchám. Častěji se využívají izolace na bázi minerálních vln, foukané celulózy nebo pak přírodní alternativy – dřevovláknité, lněné a konopné či slaměné izolace. Pro zabránění průniku vlhkosti z interiéru do vrstev konstrukcí je požadavkem precizně provedená parotěsná vrstva tvořená OSB deskami nebo folií – parozábranou, která současně slouží k zajištění neprůvzdušnosti (viz článek Neprůvzdušnost, zkoušky kvality). Skladba stěn by současně měla být navržena s ohledem na větší difúzní otevřenost vrstev směrem ven.

### Akumulace tepla u dřevostaveb

Akumulační schopnost u lehkých staveb v pasivním standardu již nehraje takovou roli jako u běžných lehkých staveb. Ochranu proti krátkodobým zátěžím zabezpečuje vysoký stupeň zaizolování, který teplo nepouští ven, ale ani dovnitř. Je ovšem nutné pečlivě navrhnout stínění, aby sluneční zisky nezpůsobily přehřívání interiéru, když se přebytečné teplo nemůže ukládat do masivních prvků. Některé akumulující prvky lze s úspěchem využít také u dřevostaveb. Například jílová omítky v tloušťce 40 až 60 mm, dokáží 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 regulace vlhkosti. Hlina má vysokou sorpci vlhkosti a dobrou schopnost jejího zpětného výdaje bez změny užitných vlastností nebo životnosti. Je samozřejmě citlivá k delšímu přímému působení vody, a proto bez úprav není vhodná do prostor, kde může často docházet k častému styku s vodou. Akumulaci tepla mohou jednoduše zabezpečit i další konstrukční prvky jako masivní betonová podlaha, přízdívky, zděné vnitřní příčky nebo akumulací stěny (k tomuto účelu přímo navržené, ve kterých proudí ohřátý nebo ochlazený vzduch a způsobuje tím jejich tzv. „aktivaci“). S určitým zpožděním, podle druhu materiálu, jsou tyto prvky následně schopny sálat teplo nebo chlad zpětně do prostoru.

## Masivní stavby

Masivní stavby mají stále podstatně vyšší podíl na trhu s novostavbami. Pasivní domy je možné postavit v podstatě ze všech materiálů - pálených plných cihel, vápenopískových bloků, betonu či plynosilikátových tvárníc. Jestliže chceme využít 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 a zvenčí pak zateplovat materiály s velkou tepelně-izolační schopností.

Odlehčené tvárnice nejsou pro pasivní domy úplně ideální. Snaží se spojit vlastnosti nosného materiálu a izolantu, ale nejsou pořádně ani jedno, ani druhé. Pro splnění požadavků na vstup tepla musí být i ty nejlepší tvárnice dodatečně izolovány, což navyšuje jejich cenu i celkovou tloušťku stěny. Navíc přitom pozbývají kvalitní akumulaci schopnost. Asi nejčastějším důvodem jejich volby zůstává rychlost výstavby a znalost postupů u většiny stavebních firem.

Dalším vhodným a tradičně ověřeným materiálem je plná 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 půt-podlažní dům a při použití 300 mm izolace celková tloušťka oboustranně omítnuté stěny nepřesáhne 500 mm. Dosahuje přitom koeficientu přestupu tepla  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Pro porovnání i 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. Výhodou oproti lehčeným materiálům je i možnost použití levnějšího a jednoduššího železobetonového stropu.

Dalším systémem je použití ztraceného bednění - tvárnice z polystyrenu (neoporu), nebo štěpkocementových tvárníc s izolací, které se po vyskládání coby stavebnice vyplní betonem. Celistvou izolační obálku zabezpečují výrobci systémovými řešeními pro zakládání, stropy, překlady a další potřebné detaily. Výhodou je rychlá a jednoduchá montáž, přicházíme však o část akumulaci schopnosti betonového jádra kvůli vnitřní vrstvě izolace. V současné době již výrobci zavádějí tvárnice, jenž mají veškerou izolaci umístěnou na venkovní straně, a tudíž nedochází k tepelnému oddělení betonové konstrukce.

## Závěr

Pro pasivní domy lze zvolit většinu materiálů. Přitom je potřeba zdůraznit, že neexistuje žádné univerzální nebo 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 v integrovaném, komplexním návrhu, lze zásadně ovlivnit správné fungování a výsledné energetické parametry pasivního domu.

Vydalo:

Centrum pasivního domu  
Údolní 33, 602 00 Brno

Autor textů: Juraj Hazucha

Fotografie: Aleš Brotánek, Jan Bárta, Martin Žižka,

GO-SOL, Asting, Mojmir Hudec

© 2010 Centrum pasivního domu

[www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz)



Obr. 6 Příklad dřevostavby s použitím I nosníků. Konstrukce je zevnitř zavětrována OSB deskou a izolace je vkládána do připraveného roštu. Výhodou takového řešení je jednoduchost a rychlost provedení.



Obr. 7 Masivní konstrukce z vápenopískových cihel je pro pasivní domy ideální. Velká objemová hmotnost zabezpečuje vysokou únosnost, výborné akustické vlastnosti a akumulaci 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 minijebu. Zateplování se pak realizuje běžnými kontaktními systémy.

### Doporučená a použitá literatura

- [1] TYWONIAK, J.: Nízkoenergetické domy. Grada, 2005
- [2] BROTAŇEK, A.: Kudy vedou cesty k návrhům rodinných energeticky pasivních domů, Zborník z konferencie Energeticky pasivny 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-Komfortní dům ISOVER – postaveno pro budoucnost, Saint-Gobain Isover, 2007