

# TRENDY

## V PASIVNÍM A EKOLOGICKÉM STAVĚNÍ

PŘIPRAVILI IRENA TRUHLÁŘOVÁ, MARTIN JIRSA ■ FOTO ARCHIV AUTORŮ

### O VYTÁPĚNÍ – BUDOUCNOST V ELEKTŘINĚ?

Sálavé panely ze skla na stěně a stropu



Pasivní domy mají tak malé tepelné ztráty, že instalace teplovodního systému ztrácí smysl, proto ve většině našich projektů směřujeme k vytápění elektřinou ve formě sálavých panelů nebo topných rohoží. Teplo ze sálavých panelů je specifické a nemusí každému vyhovovat. Zpětná vazba od našich zákazníků je však pozitivní. V praxi jsme si ověřili, že v ložnicích pasivních domů postačí vyvést pouze zásuvku na mobilní přímotop pro případ extrémních mrazů.

Výhodou systémů na elektřinu jsou nízké pořizovací náklady, nejlepší regulace s rychlým nástupem teploty (platí pro sálavé panely) a v současné době také levnější elektřina pro všechny spotřebiče v domácnosti. Také instalace elektrických systémů je jednodušší – v podlaze se nekříží rozvody vzduchotechniky, vody a teplovodního topení.

Rozmístění panelů musí být co nejrovnoměrnější. Nejefektivnější jsou panely na stropě, kde nejsou ničím stíněny, z architektonického pohledu to však v obytném prostoru není optimální řešení kvůli vizuální kolizi se světly nebo s přiznaným dřevěným stropem, proto toto řešení volíme spíše pro ložnice, pracovní či chodby. V obytném prostoru dáváme přednost umístění sálavých panelů na stěnu – sálavá složka tepla se však částečně mění na radiační. V místnostech s velkými prosklenými plochami lze panely umístit i vodorovně. Do prostor, kde je primárně navržena dlažba, doporučujeme elektrické rohože.



AUTOŘI ČLÁNKU



### DVA PŘÍKLADY VYTÁPĚNÍ OBYTNÉHO PROSTORU V PASIVNÍM DOMĚ

- 1. kompaktní tvar:** obytný prostor (17,8 m<sup>2</sup>) s jídelnou (18,3 m<sup>2</sup>) a kuchyní (8,4 m<sup>2</sup>) lze vytápět sálavým panelem 800 W (cca 600 x 1000) a topnou rohoží pod dlažbou v kuchyni o výkonu 562 W (cca 3,75 m<sup>2</sup>).
- 2. méně kompaktní tvar – více ochlazovaných ploch:** obytný prostor (24,6 m<sup>2</sup>) s jídelnou (14,6 m<sup>2</sup>) a kuchyní (9,3 m<sup>2</sup>) lze vytápět sálavými panely 4 x 630 W (1000 x 600 mm)

**V NAŠEM PROJEKTOVÉM ATELIÉRU SE SPECIALIZUJEME ZEJMÉNA NA ARCHITEKTONICKÉ A PROJEKTOVÉ SLUŽBY V OBORU PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ PRO BYDLENÍ A OBČANSKOU VYBAVENOST. V NAŠÍ PRAXI SE OPAKOVANĚ SETKÁVÁME S ŘADOU TÉMAT, KTERÁ ZAJÍMAJÍ NEJEN ODBORNOU VEŘEJNOST, ALE STÁLE ČASTĚJI I STAVEBNÍKY RODINNÝCH DOMŮ. V TOMTO PŘÍSPĚVKU SI JE DOVOLÍME SHRNOUIT A PODĚLIT SE O NAŠE PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI.**

## KONSTRUKCE Z POHLEDU VZDUCHOTĚSNOSTI – ZDĚNÉ NEBO DŘEVOSTAVBA?

Pro pasivní dům v Čakovicích jsme použili systém voštinových cihel tloušťky 240 milimetrů zateplený grafitovým polystyrenem. Stropní konstrukci tvoří předpjaté panely, střecha je navržena z I-nosníků zateplených minerální vatou, na překrytí tepelných mostů je použita tuhá dřevovláknitá izolace.

Praxe ukázala, že vytvoření vzduchotěsné roviny, kterou tvoří vnitřní omítka, není zcela jednoduché. Za nejproblematictější považujeme vedení instalací v obvodových konstrukcích, které vzduchotěsnou rovinu nesystematicky narušují (voda, kanalizace, elektro). Přes veškerou snahu projekce i realizace a provedení základních vzduchotěsnících opatření (například omítnutí niky za rozvaděčem, omítnutí stěny před osazením geberitů, neprovázání příček do obvodového zdiva) se vyskytují četné obtíže.

Za další nevýhodu voštinových cihel považujeme malé stavební dílce, které mají systémově hodně spár. Výrobce pro zvýšení účinnosti vzduchotěsní vrstvy doporučuje zatření vnějších spár, což opět zvyšuje pracnost.

Zděný pasivní dům v Čakovicích



Vizualizace pasivního domu v Lysolajích z vápenopískových cihel

Při návrhu pasivního domu v Lysolajích jsme použili technologii vápenopískových cihel. Oproti voštinovým cihlám zde spatřujeme mnohé výhody. Skladební dílce jsou větší (500 x 500), díky tomu je menší čestnost spár, materiál je homogenní – nevznikají proto nekontrolovatelné dutiny uvnitř konstrukce. Elektroinstalace jsou vedeny v dutinách instalačními kanály – je tak minimalizováno frézování a zahazování drážek. Nosné stěny jsou štíhlé s vysokou únosností (tloušťka stěny 175 milimetrů) – díky tomu lze získat více užitého prostoru na stejné zastavěné ploše nebo lepší tepelné parametry konstrukce při stejné tloušťce stěny oproti jiným zdicím systémům.

Těžiště našich projektů však spočívá v dřevostavbách z masivních dřevěných panelů. S výhodou vedeme veškeré instalace v předstěných, čímž nenarušujeme vzduchotěsnou rovinu, kterou tvoří vlastní panel. Přes vzduchotěsnou rovinu procházejí pouze prostupy do exteriéru, které jsou systémově utěsněny. Jednotlivé konstrukce (například panely na stěnách a OSB desky ve střeších) jsou na sebe lépe vzduchotěsně napojitelné, protože se jedná o styk materiálů na bázi dřeva, které není třeba před aplikací vzduchotěsných pásek penetrovat. S našimi dřevostavbami z masivních dřevěných panelů (DEKPANEL) jsme dosáhli vynikajících hodnot Blower door testů (například pasivní dům Jílové 0,18 h<sup>-1</sup>, pasivní dům Kladno 0,27 h<sup>-1</sup>).

## PRIMÁRNÍ ENERGIE – FOTOVOLTAIKA – ŘEŠENÍ PRO BUDOUCNOST?



Fotovoltaické panely v nízkém sklonu 15 stupňů

Zdroj ARCHCON atelier a Porsenna

Hodnotu primární energie (veškerá energie k provozu domu včetně všech domácích spotřebičů), kterou udává Nová zelená úsporám, splňujeme v naprosté většině návrhem fotovoltaického systému. Přesný počet panelů lze stanovit až na konci energetického hodnocení ve finální fázi projektu, kdy je známa hodnota primární energie. Tuto hodnotu ovlivňuje celá řada faktorů – délka cirkulace teplé užitkové vody nebo typ zvolené rekuperace. Jsou-li v objektu lokální krbová kamna (bez teplovodní vložky), lze uvažovat, že pokryjí 20 % potřeby tepla na vytápění.

Fotovoltaické panely lze využít pro ohřev teplé užitkové vody. Výhodou je, že v tomto systému není třeba měnit stejnosměrný proud na střídavý, odpadá nutnost pořizovat střídač a napojovat systém na veřejnou distribuční soustavu.

Pokud je potřeba instalovat větší výkon, zbývající panely potřebné pro splnění primární energie v současnosti napojujeme

### PŘÍKLAD: POROVNÁNÍ FOTOVOLTAIKY A MALÉHO TEPELNÉHO ČERPADLA:

**Charakteristika objektu:** členitý dvoupodlažní pasivní dům (v přízemí půdorys L, v horním podlaží obdélník) s užitnou plochou přibližně 210 m<sup>2</sup>, vytápěním na elektřinu (sálavé panely + rohože) a doplňkovým zdrojem tepla – krbem (podílí se na vytápění z 20 %), opatřený řízeným větráním s pasivní rekuperací tepla.

**Varianta 1:** 29 FV panelů orientovaných na jihozápad (sklon 15°) o výkonu 7,25 kWp, plocha panelů 46,4 m<sup>2</sup>. Osm panelů bude použito na fotovoltaický ohřev (2 kWp), zbývající panely budou napojeny do distribuční sítě. V objektu je dále osazen přímo ohřívavý zásobník na 5 l pro dřež.

**Pořizovací cena systému (FV, elektrický ohřivač a zásobník) je přibližně 335 000 Kč.**

**Celkové provozní náklady za rok: 31 400 Kč**

**Varianta 1:** Tepelné čerpadlo podílející se na přípravě teplé vody z 85 %, elektro ohřev podílející se na přípravě teplé vody z 15 %, zásobník o objemu 200 litrů + přímo ohřívavý zásobník teplé vody pro dřež o objemu 5 litrů. 16 FV panelů s jihozápadní orientací (sklon 15°) od vodorovné roviny o výkonu 4,0 kWp, plocha 25,6 m<sup>2</sup> (přibližně 4,0 kWp), s napojením do veřejné distribuční sítě.

**Pořizovací cena systému (FV, elektrický ohřivač, zásobník s tepelným čerpadlem) je 245 000 Kč.**

**Celkové provozní náklady za rok: 28 400 Kč**

*Pozn.: provozní náklady zahrnují: vytápění elektro, dřevo na topení, přípravu teplé užitkové vody, osvětlení, spotřebiče, pomocnou energii, výrobu elektřiny z fotovoltaiky a pevnou platbu.*

Zdroj ARCHCON atelier a Porsenna

do veřejné distribuční sítě, v připravovaných projektech však uvažujeme s prostorem pro umístění baterií, které by měly být v horizontu dvou až pěti let podstatně dostupnější. V současnosti se pro výkon přibližně 7 kWp jedná o investici zhruba 140 až 170 tisíc korun do bateriového systému. V návrzích připravujeme také první zásuvky na nabíjení elektromobilů.

Panely lze osadit často i do sklonu 15 stupňů, kdy nejsou vidět na střeše z ulice nebo vizuálně neruší v dálkových pohledech. Jejich účinnost však klesá přibližně o 10 %. Náš tým ověřoval i jiné možnosti – například umístění panelů na fasádu do svislé polohy nebo použití amorfních panelů ve vodorovné poloze, ale v aktuálně řešených projektech neměla tato alternativní řešení technický ani finanční smysl.

Kromě fotovoltaického ohřevu teplé užitkové vody je zajímavou možností malé tepelné čerpadlo podílející se na přípravě teplé vody z 85 % – zbytek tvoří elektroohřev. Tepelné čerpadlo pomůže snížit potřebu fotovoltaických panelů až o 45 % a má výhodné pořizovací i provozní náklady.



**Příklad výkonu fotovoltaiky pro rodinný dům: pro kompaktní dvoupodlažní pasivní dům orientovaný jižním směrem, s užitnou plochou 146 m<sup>2</sup>, vytápěním na elektřinu (sálavé panely + rohože) a doplňkovým zdrojem tepla – krbem lze předběžně uvažovat 13 FV panelů orientace jih (sklon 30°) o výkonu 3,25 kWp a ploše panelů 20,8 m<sup>2</sup>. Pořizovací cena systému je přibližně 130 tisíc korun**

Většinu našich staveb zakládáme na pěnoscle. Toto zakládání dává smysl zejména v oblastech s jílovitými zeminami, kde by zakládání do nezámrazné hloubky znamenalo založení až 1,6 metru pod úroveň upraveného terénu a tím výrazné navýšení ceny základů. Při založení na pěnoscle není třeba objekt zakládat do nezámrazné hloubky.

Tento typ zakládání je výhodnější pro těžké stavby, kde je z tepelného hlediska založení zdiva na klasické desce větším tepelným mostem než v případě dřevostaveb. Při založení na pěnoscle není tepelná obálka přerušena, díky tomu není nutné zakládat zdivo na izolačních tvarovkách či na deskách z pěnoscly. Při založení dřevostavby na pěnoscle vzniká vhodnější a bezpečnější detail osazení konstrukce – pata konstrukce není utopena v silné vrstvě izolace (200 až 300 milimetrů) a vyskytuje se tak mimo kondenzační zónu.

V naší praxi sledujeme posun při řešení tepelných mostů – sofistikovaná řešení jsou v současnosti cenově dostupnější a pro stavební firmy běžnější. Ke slovu se dostává purenit (osazení vchodových dveří, francouzských oken, další tlakově namáhané prvky), univerzální montážní desky s přerušeným tepelným mostem (návaznosti pergol, markýz, zastřešení vstupů), zateplené kastlíky žaluzií jako systémový výrobek, nebo air gelové či PIR izolace (pro citlivé detaily v místech, kde potřebujeme dosáhnout velmi velkého tepelného odporu v malé tloušťce – například nárožní sloupek). V případě zděných staveb považujeme za standard použití grafitového polystyrenu (na zdivo i do podlah).

## BOJ S TEPELNÝMI MOSTY



Založení na pěnoscle

# ŘÍZENÉ VĚTRÁNÍ – DNES JIŽ STANDARD

Při rozhovorech s našimi klienty jsme se již dávno přesunuli od témat „vzduchotechnika ano, či ne“ k diskuzím o tom, jestli „aktivní, či pasivní“. Klienti se podrobněji zajímají o vlastnosti systému a požadují již určitou kvalitu. V návrzích směřujeme k využití kaskádových systémů, které minimalizují objemy vzduchu a délky rozvodů. Klademe důraz na uživatelský komfort z pohledu akustiky (stanovení limitu hlučnosti například na 25 dB) – to zajistíme zejména kontrolou rychlosti proudění vzduchu v potrubí. Přivádění vzduchu do místnosti řešíme vhodnými vyústkami, které nezpůsobují průvan. Dalším vhodným doplňkem systému větrání jsou čidla CO<sub>2</sub>, která zajistí výměnu vzduchu, ve chvíli, kdy koncentrace CO<sub>2</sub> překročí nastavenou hranici.

Systém větrání vždy oddělujeme od systému vytápění. V aktuálních projektech pracujeme s aktivní rekuperací, která má schopnost větrací vzduch lehce dochladit (chladicí výkon je asi 1,0 až 1,5 kW – ochlazení v celém domě asi 1 až 2 °C, záleží na objemu stavby) či přehřát (topný výkon asi 3,5 kW) a odpadá díky ní potřeba řešit dohřev přiváděného vzduchu či zemní výměník, na rozdíl od pasivní rekuperace.

## ORIENTAČNÍ POŘIZOVACÍ NÁKLADY PASIVNÍCH DOMŮ

Název stavby	Popis KCE	Popis objektu bez základů (Kč)	Užitná plocha m <sup>2</sup>	Cena bez DPH/m <sup>3</sup> bez základů (Kč)	Cena domu bez DPH/m <sup>2</sup> užité plochy (Kč)	Cena založení bez DPH/m <sup>2</sup> (Kč)
PD 1	masivní dřevěné třívrstvé šroubované panely, kombinace minerální izolace a dřevovlákná, založení na pasech, konstrukce střechy - dřevěné příhradové vazníky, tepelná izolace z foukané celulózy, cementovláknitá krytina	5 + kk, dvoupodlažní dům se sedlovou střechou o sklonu 20°, v přízemí je půdorys rozšíření o hmotu pracovny a jídelny, která přechází v krytou terasu. Fasáda kombinace omítka a dřevěný obklad, podbití střechy biodeska	141,28	6 343,81	33 227,79	3 500
PD 2	keramické zdivo Porotherm, izolace kombinace EPS GREY a PIR, dřevovlákná, založení na pasech, konstrukce střechy - dřevěné nosníky STEICO JOIST, tepelná minerální izolace, plechová falcovaná krytina	5+ kk, třípodlažní dům s pultovými a plochými střechami navazující celou štítovou stěnou na sousední objekt, jednoduchý kvádr, ze kterého směrem do zahrady vystupuje dvoupodlažní natočený kubus	168,95	5 696,53	27 108,67	2 144,59
PD 3	masivní dřevěné třívrstvé šroubované panely, kombinace minerální izolace a dřevovlákná, založení na pěnoskle, konstrukce ploché střechy - KVH nosníky, tepelná izolace EPS, krytina PVC folie	5 + kk, dvoupodlažní dům s plochými střechami, z hlavní jednoduché hmoty vystupuje v přízemí pracovna s krytou terasou. Fasáda kombinace omítka a cembrit	142,26	6 653,94	30 664,44	3 500
PD 4	masivní dřevěné třívrstvé šroubované panely, minerální izolace, založení na pěnoskle, konstrukce střechy - dřevěné příhradové vazníky, tepelná izolace z foukané celulózy, cementovláknitá krytina	4+1, dvoupodlažní kompaktní dům se sedlovou střechou, sklon střechy 25°. Ideální orientace ke světovým stranám. Fasáda kombinace omítka, cembrit a modřínový dřevěný obklad. Podbití střechy biodeska	119,66	5 957,76	29 709,12	3 500



### NAŠE ZKUŠENOST

Tropická vedra náš dům zvládl na výbornou. Drželi jsme se zásady nepustit slunce do domu, proto jsme přes den měli vždy stažené rolety. Při kombinaci dochlazení přes den vzduchotechnikou s přirozeným provětráváním domu v noci jsme v domě udrželi

příjemné klima. Překvapilo nás, že i v horním podlaží byla teplota velmi komfortní. Nejvíce se prohřála koupelna, ve které je standardní střešní okno. Předpokládáme, že situace se ještě zlepší, až bude hotová zahrada – na kovové treláži plánujeme popínavky a v zahradě listnaté stromy.

*Martin, Lucie a Danny*



Poznámka: Cena je ovlivněna vnitřním vybavením staveb. Zdroj ARCHCON atelier

A/V	Měrná spotřeba tepla (kWh/m <sup>2</sup> rok)	Neobnovitelná primární energie	Okna		Vytápění	TUV	VZT	FV (kWp)
			Popis	Parametry Uw W/(m <sup>2</sup> .K)				
0,77	15	50	dřevohliník Internorm	0,79	elektrické sálavé	elektro ohřev	pasivní rekuperace	4,6
0,63	15	59	plastová okna DAFE PROGRES	0,68 resp. 0,75	plynový kondenzační kotel, krbová vložka, teplovodní soustava	kombinovaný FV zásobník teplé vody	aktivní rekuperace	2
0,74	14	58	dřevohliník Internorm	0,70 resp. 0,77	elektrické sálavé, krb	elektro ohřev	aktivní rekuperace	4
0,74	15	60	plastová okna DAFE PROGRES	0,68 resp. 0,75	elektrické sálavé	elektro ohřev	pasivní rekuperace	5