

Centrum v Hostětíně postaveno – jak vlastně?

Yvonna Gaillyová, ZO ČSOP Veronica; Ivo Stolek; Jan Hollan

Panská 9, 602 00 Brno

Tel.: 542 422 758, e-mail: yvonna.gailly@veronica.cz; <http://www.veronica.cz>

1. Abstract

Hostetin, a small village at the foot of White Carpathians, attracts many visitors by its wealth of environmental projects to be seen there. This year we have added a house of the “Centre of model environmental projects for countryside”, with a lecture (and community) hall, kitchen, office with a library, and a dormitory. We attempted to harmonize it with the surroundings, to achieve its passive standard (we will measure it) and to demonstrate various technologies for sustainable building. Georg W. Reinberg was the architect, Ivo Stolek the planner and supervisor.

The house foundations are in varying depths, so we were unable to put all building into an EPS basin. There are thermal bridges from the ground, in the concrete front part of the building. Otherwise they are almost excluded, with 16 cm XPS to the underground sides, 20 cm EPS under the floor, 28 cm mineral wool on the walls and 40 cm on the roof. One wall and most of the flat roof is insulated by 40 cm of straw in a novel way: 2-ply insulation in roof, 3 to 4-ply on walls. The straw layers are separated by paper. In roof, this should prevent convection, in walls it should reduce convective thermal flux to one tenth. Earth plasters applied in building supply the airtight layer.

Lot of glazing is fixed, with simple frames covered by added foam insulation. Heating of the building does not rely on fresh air alone – it would not fit the varying occupancy. Small radiators are installed in most rooms. Heat is supplied by two large collectors and by the village wood-chip heating plan. Cooling relies on night natural convection, with a possibility to include a water-cooled register into the air duct in future.

2. Úvod

Ve více Hostětín na moravském úpatí Bílých Karpat mezi Bojkovicemi a Slavičínem, se již léta rozvíjejí zajímavé projekty. Obec díky nim láká mnoho návštěvníků, od jednotlivců a školních výprav až po starosty. Letos pro ně vzniklo zázemí: budova Centra modelových ekologických projektů pro venkov.

Budova má přednáškový (společenský) sál, kuchyni, kancelář s knihovnou a ubytovnu. Snažili jsme se docílit pasivního standardu, souladu s možnostmi pozemku a okolními budovami, a navíc demonstrovat různé stavební a provozní technologie pro udržitelné stavění.

Složitost zakládání daná různými výškami podlaží a svažitostí terénu znemožnila plnou eliminaci tepelných mostů do podlaží. Jiná omezení vznikla vinou požadavků na požární bezpečnost. Dále popisujeme řešení, pocházející z kanceláře prof.

Reinberga (architekta budovy), od Ing. Stolka (projektanta, vykonávajícího i stavební dozor) a dalších.

3. Cíl projektu

Hostětín má necelé tři stovky stálých obyvatel, ale již léta funguje jako faktické centrum modelových ekologických projektů pro venkov. Rok od roku roste počet návštěvníků, kteří sem z tohoto důvodu zamíří. Jsou to starostové, odborníci z řady profesí souvisejících s komunálními technologiemi, zemědělci, studenti všech stupňů škol, učitelé, rodiny s dětmi a různí další lidé, které zajímá ochrana prostředí, udržitelný život, efektivní užívání energie, či obnova venkova. Hostětínskými lákadly jsou první kořenová čistírna odpadních vod v regionu, restaurovaná sušárna ovoce, využití slunečního záření pro ohřev vody, štěpková výtopna, na níž jsou napojeny téměř všechny domácnosti ve vsi, moštárna zajišťující využití úrody jablek ze širokého okolí, užití slámy coby tepelné izolace, začlenění dřevěných soch do krajiny, a nově též úsporné a minimálně škodící veřejné osvětlení. Co chybělo, bylo místo, kde by se o oněch zajímavostech dalo hovořit bez ohledu na počasí, případně k tomu promítat, nebo si prohlížet dokumenty. Sál na obecním úřadě byl jen nouzovým řešením, nepostačujícím pro větší výpravy. Stísněné prostory v podkroví moštárny stěžily stálým pracovníkům Veroniky a přidružených organizací, natož zájemcům o stáže. Obtížná situace byla s ubytováním i stravováním hojných hostů.

V polovině devadesátých let proto vznikla myšlenka, že by v Hostětíně měla vzniknout nová budova, která by sloužila jako seminární a ubytovací středisko. Nadace Veronica totiž tehdy zakoupila v centru obce pozemek se starým statkem, kde by taková výstavba měla být možná. Z původních budov jsme na pozemku ponechali jen stodolu, která byla nákladně upravena a rozšířena na dnešní moštárnu. Menší hospodářská budova a původní dům byly během několika mezinárodních letních brigád rozebrány a materiály z nich uskladněny nebo použity – hlavně kámen a nepálené cihly. Léta jsme pak rozmýšleli, jak na pozemku umístit nové potřebné budovy, nejprve ve spolupráci s architektem Tomášem Zlámalem, pak i s architektem Georgem W. Reinbergem. Situace se dále zkomplikovala tím, že se ukázalo potřebné přistavit k moštárně i sklad moštu. Zdálo se, že se na pozemek dostatečně velká víceúčelová budova s potřebným zázemím nevejde, nebo alespoň ne tak, aby nebyla v konfliktu s dalšími využitími pozemku.

Zkušenost, invence, úsilí a autorita architekta Reinberga nakonec zvítězily. Podařilo se všechny funkce na pozemek dostat, a to způsobem, který je adekvátní charakteru obce – způsobem, který dává dobrý příklad pro obnovu venkova. Reinbergovo řešení vycházelo nejen ze studia dnešní obce, ale i starých plánů, odhalujících postup její zástavby. Konečně, o tom byli odborná veřejnost i hostětínští občané už léta informováni, jak v různých tištěných publikacích (např. Trnka (1)), tak i na přednáškách. Pro budovu Centra byl už v roce 2001 vybudován na střeše moštárny tehdy asi největší český hi-tech kolektor o ploše absorberu 36 m² (hi-tech proto, že jeho materiálem byly pruhy TiNOX s emisivitou jen čtyři procenta). V roce 2004 byl postaven sklad, i když ne zcela dle doporučení prof. Reinberga (Správa CHKO trvala

na strmé sedlové střeše, která budovu nefunkčně zvyšuje, takže např. zakrývá výhled na moštárnu). Zajímavostí skladu je, že jeho delší stěny jsou tepelně izolované balíky slámy, sklad totiž slouží jako nadzemní sklep s pokud možno stálou teplotou. Jediné, co chybělo, byla samotná budova Centra. Zdržení působily diskuse o alternativách zadního ubytovacího traktu (počet podlaží, zastřešení) a samozřejmě chybějící finance k pořízení projektu a k výstavbě. Obé se vyřešilo až v roce 2005.

4. Použité technologie

Od počátku spolupráce s prof. Reinbergem jsme počítali s tím, že budova má sloužit nejen k teoretickému vzdělávání ohledně udržitelného stavění, ale také jako praktický příklad vhodných řešení. K tomu také vybízely tři části budovy: velké veřejné prostory, podkrovní pracovna s knihovnou a ubytovací trakt. Vždy bylo také jasné, že budova musí mít mnohem nižší spotřebu tepla, než je u nás běžné, a že ta musí být hrazena z obnovitelných zdrojů. Postupně se všichni zúčastnění ztotožnili s myšlenkou, že by budova měla splňovat základní standard kvality, tj. standard pasivní.

Docílit toho není pro budovu s takovým využitím a takové dispozice zrovna snadné. Problémem je velmi proměnný počet uživatelů, kdy lze čekat, že zejména v zimě bude klidně celý týden, ne-li i více týdnů, budova poměrně prázdná, až na několik přítomných zaměstnanců. Tehdy nelze počítat s výraznými vnitřními tepelnými zisky, a není také vhodné všude topit čerstvým nebo cirkulačním vzduchem, kvůli přesušení budovy i spotřebě elektřiny. Je naopak rozumné nechat části budovy stydnout. Jiným problémem byla členitost budovy, nejen viditelná, ale i výšková směrem do podloží, které je málo únosné. Vzhledem k orientaci, dané charakterem parcely i zástavby obce, budova nemohla mít velké zimní pasivní solární zisky.

Přes poměrně příznivý poměr objemu a obsahu budovy, daný přes její členitost tím, že je o dost větší než rodinný domek, bylo rozhodně nutné užívat poměrně 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. Více jsme se ale snažili šetřit na tloušťce nosných zdí. Logickou odpovědí by byla lehká dřevěná konstrukce vyplněná tepelně izolačním materiálem. Takovou jsme chtěli použít v zadním traktu. Narazili jsme ale na předpisy pro ubytovací zařízení a ohledně blízkosti sousedních budov: konstrukce z jiných než ohnivzdorných materiálů nebyla přípustná.

4.1. Nosné a tepelně izolační materiály

Přední část centra je proto konstruována z betonu (podlaha, zdi a strop kuchyně), zadní pak z cihel, obé v tloušťce 20 cm. Tenčí cihelný systém nebyl dostupný, tenčí betonovou zeď v takové délce a výšce (ve štítě 9 m) s velkými okenními otvory také nebyl nikdo schopen navrhnout a garantovat. I takové tloušťky jsou ale ještě přijatelné, i když tepelně už zbytečné (u betonu by tepelně, na denní stabilizaci teploty interiéru, stačila polovina, u cihel třetina).

Větších tloušťek dosahuje nadzemní tepelně izolační vrstva, na všechny konstrukční vrstvy přidaná zvenčí. S výjimkou jedné zdi a střechy jde o minerální vatu, na zdech v tloušťce 28 cm, na střeších 40 cm.

Na zdech jsou tepelné izolace vkládány mezi „žebříky“ tvořené dvojicí latí 3 cm × 5 cm propojené čverci z OSB desky tloušťky 2 cm. Žebříky jsou ke zdem připojeny krátkými plechovými úhelníky. Prostor mezi latěmi je v žebřících vyplněn pěnovým polystyrénem, čímž vznikl téměř „pasivní“ levný rošt. Pod izolační vrstvou je levná parozábrana, na izolační vrstvě šikmé bednění, rákos a omítka.

Západní zeď ubytovacího traktu má izolaci ze slámy. Slámou jsme původně chtěli izolovat celou ubytovací část, z požárních důvodů to bylo možné jen u zdi obrácené do sadu, pryč od sousedů. Slaměná vrstva má větší tloušťku, 38 cm, jak proto, že na této zdi nebyla nouze o místo, tak i proto, že je coby izolační materiál levná. Asi poprvé na světě byl použit systém kladení několika tenčích vrstev slámy oddělených svislými vrstvami papíru. Cílem bylo rozdělit konvekci v prodyšné izolační vrstvě do tří až čtyř buněk napříč tepelného toku, aby teplotní spád v konvektivní buňce klesl na třetinu až čtvrtinu. Stejně se sníží rychlost proudění a teplo přenesené na jednotku objemu. Konvektivní transport tepla se tím sníží na necelou desetinu toho, který by tam probíhal při použití homogenní slaměné vrstvy, např. celých balíků. Ten v mrazech, když na tepelných izolacích záleží nejvíce, zhoršuje vlastnosti slámy i více než dvakrát oproti situaci bez konvekce (pro niž se udávají tabelované hodnoty tepelně izolačních vlastností materiálů). U porézních (vláknitých) materiálů s mnohem jemnějšími vlákny (a dostatečně stlačených) existuje takové zhoršení také, je ale mnohem menší, takže je většinou lze zanedbat (Hollan (2)).

Během instalace vrstvené slaměné izolace se ukázalo, že to není pracnější než užití běžných malých balíků. Ty totiž nejsou pravoúhlé a pro vytvoření homogenní vrstvy je nutné docpávat jejich rohy, ty u zdi i ty zvenčí. My jsme většinu slámy odlupovali coby nízké (tloušťky osm až dvanáct centimetrů) pěkně pravoúhlé hranoly z velkých balíků o hraně asi 85 cm. Na takový modul byly také většinou přichystané rošty na zdi. Po manipulaci s hranolem (odloupnutí z velkého balíku, transportu na překližkové „lžiči“, přiložení ke zdi a překrytí vrstvou papíru) jeho tloušťka poněkud vzrostla, takže z původní objemové hmotnosti velkých balíků asi 110 kg/m³ klesla objemová hmotnost celé izolační vrstvy asi na 90 kg/m³. Slaměnou izolaci jsme překryli lepenkou (odpadní, z obalů lahví pro moštárnu). Na tu pak přišlo šikmé bednění ob desku, fólie s ekvivalentním difúzním odporem max. 0,2 m vzduchu, svislé latě a vodorovný modřínový obklad. Nebyla instalována žádná parozábrana, difúzní odpor samotné cihlové zdi a vnitřní omítky je vyšší než odpor souvrství vně cihelné zdi.

Slaměná izolace má plochu dvě stě metrů čtverečních a její instalace zabrala asi dvě stě osmdesát osobohodin. Zkušeným pracovníkům (takovými jsme se stali až koncem práce) používajícím dokonalé balíky by mohla zabrat polovinu času. Lze říci, že díky úsporám na ceně materiálu (pod dvě stě korun za kubický metr) vyjde při plně profesionální práci tlustá izolace ze slámy levněji než tlustá izolace z dosud běžných „tržních“ materiálů. Je ale potřeba dbát na důkladné vzduchové oddělení

oněch alespoň tří vrstev slámy a jejich dobré stlačení, jen tehdy bude slaměná izolace ekvivalentní izolaci z materiálů dražších. Ta naše, věříme, taková bude.

Pro srovnání jsme na stěně ponechali jeden modul v horním patře bez papírového proložení, jen pečlivě vyskládaný z doplněných malých balíků. Uvidíme, jaký rozdíl nám ukáže zimní termografie...

Sláma byla také použita na většinu plochy vodorovné střechy, totiž nad celou ubytovací částí. Tam byla aplikace ještě jednodušší, čtyřicetimetrová vrstva byla rozdělena papírem jen na dvě poloviny. V takové situaci by se konvekce neměla rozvinout, ač je zimní zvrstvení metastabilní (dole teplý vzduch, nahoře hustší studený). Ve slámě není žádná podpůrná dřevěná konstrukce. Sláma je překryta OSB deskami spojenými na pero a drážku, na deskách je vyskládaná klínovitá vrstva z tvrdé minerální vaty vyspádovaná k odtokům a zakrytá fólií proti dešti. Do tohoto bazénu pak přišla vrstva oblázků a hlíny (10 cm). Pracnost instalace slámy na vodorovnou střechu byla mnohem nižší než instalace na zeď, bohužel s ní bylo nutno spěchat vzhledem k nestálému počasí. 360 m² (170 m³) bylo položeno za jediný den. Pro budoucí obdobné instalace lze doporučit, aby případný spád střechy byl vytvořen přímo pečlivým urovnáním slaměného povrchu, místy provizorně zatíženého.

Na vodorovných střechách je pod tepelně izolační vrstvou důkladná parozábrana z pokoveného polyetylénu. V případě slámy je navíc využito její difúzní otevíření do té zdi (a atiky nad ní), která je rovněž izolována slámou a obsahuje pod obkladem provětrávanou vzduchovou vrstvu.

O nadzemních tepelných izolacích lze říci, že jsou provedeny bez tepelných mostů. To už říci nelze o spodní izolaci přední části budovy. U ní byla značnou komplikací různá hloubka založení (prostřední část pod foyer je podsklepena) a tím nebezpečí různého sedání různých částí budovy. Statici nepřipustili možnost obvyklého založení rovnou na tepelně izolační vrstvu z patřičného EPS, která by i nahradila foliovou izolaci proti vlhkosti. Je použita základová deska vyztužená betonovými patkami. Na ní je tepelně izolační vrstva tloušťky 20 cm z EPS a betonová podlaha. Stěny nenavazují na základy průběžně, pod okny jsou odděleny XPS vrstvou. Tepelné mosty z podloží jsou tak omezeny jen asi na polovinu délky stěny. Možnost je snížit použitím nerezové vyztuže umístěné v polystyrénu místo použití běžného armovaného betonu jsme i z cenových důvodů zamítli. Jde „jen“ o tepelné mosty do podloží o stálé teplotě, izolovaného od okolí obvodovým XPS v tloušťce 16 cm, s pokračováním nad terénem až do hlavní nadzemní izolace ještě s další 8cm vrstvou.

I takové tepelné mosty, a vůbec užití armovaného betonu, mohou být nahlíženy kriticky. Pro sál takového rozponu a výšky, spojený pevně s podsklepeným foyer (podsklepení je nutné pro tepelnou a větrací techniku) jsme ale nenašli lepší řešení.

4.2. **Prosklené plochy**

Problémem nebyla běžná otvíravá okna, která splňují pasivní standard (až na čtveřici oken střešních, která v takovém standardu, který by platil i pro jejich šikmou polohu,

na trhu dosud nejsou), ale zasklení fixní. To by mělo být levnější a navíc i tepelně lepší, díky absenci komplikovaných rámců coby nejhůře izolujících částí budovy.

Je proto použito všude tam, kde otvíravé není potřeba, u většiny oken sálu, ve vstupní části a u světlíků nad kuchyní a ubytovacím traktem. Na světlících, kde je zasklení jen mírně skloněné, jsou trojskla jen zakončená zasklívacími lištami, a na jakýchsi rámech položená. Tento detail vyřešil projektant. Horší to bylo se svislým zasklením. Na začátku stavění se zdálo, že na českém trhu provedení v pasivní kvalitě nikdo nenabízí. Nakonec se řešení našlo: u oken v sále jsou použity běžné hliníkové rámy, které jsou zcela překryty vnější izolací, EPS ostěním se stěrkovou omítkou. Trojitě zasklení foyer je osazeno mezi sloupky, které budou v případě potřeby – až v mrazech kvantitativně termograficky prozkoumáme stav dnešní – přeizolovány. V zimním vstupu přes prosklenou komoru je použito i zasklení dvojité.

Před okny sálu a u střešních oken jsou instalovány venkovní žaluzie. U oken ubytovací části i u proskleného foyer počítáme s možností letního přidání vnějších záclon, které se v případě potřeby zatáhnou.

K zaskleným plochám patří i fasádní kolektor s plochou 22 m² na průčelí budovy, který bude instalován dodatečně. Moduly jsou tenké, většina tepelné izolace až do obvyklé tloušťky 28 cm je až za nimi.

4.3. **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 budou pobývat. Ani topení cirkulačním vzduchem jsme nemohli prohlásit za adekvátní, má zbytečně velkou spotřebu elektřiny.

Čerstvým vzduchem lze topit v podkroví i v sále, jsou ale přidány i běžné, avšak malé radiátory. V ubytovací části se větracím vzduchem netopí vůbec. Zadní trakt není připojen na společný ventilační systém, ale jednotlivé dvojice apartmánů budou mít společnou větrací jednotku s účinnou rekuperací. Ta bude v provozu jen dle potřeby. Větrání v přední části budovy též, navíc má možnost značné regulace průtoku.

Po mnoha úvahách jsme rezignovali na odběr tepla či chladu z podloží. Důvodem byla příliš vysoká cena zemních prací pro položení tlustého vzduchového či tenkého fridexového potrubí, a nedostatek vody ve studních pro využití takového nejjednoduššího zdroje. Zato jsme kladli důraz na možnost vydatného samotížného nočního provětrávání budovy, otevřením horních oken, přízemních klapek ve foyer a případně i vstupních dveří. Dalším zajímavým prvkem je nucená cirkulace vzduchu mezi podkrovními kanceláři (s nemalými solárními zisky) a sálem. Tak půjdou solární zisky využít beze zbytku a prostředí v podkroví zůstane příjemné.

Teplo pro vytápění i ohřev pitné vody pochází ze dvou zdrojů: z obecní výtopny a ze dvou velkých kolektorů, nového fasádního a kolektoru na střeše moštárny. Systém využívá tepelného zásobníku, který již léta stojí za moštárnou. V zásobníku je devět krychlových metrů topné vody, nad kterou je jeden krychlový metr dusíku coby

expanzní nádrž. V případě napojení na výtopnu pracujeme se zásobníkem proto, že využíváme jen malé domovní přípojky jdoucí k sousedům – teplo budeme odebírat jen tehdy, když to nenaruší jejich zásobování. Pokud jejich odběr klesne, budeme naopak moci nabíjet náš tepelný zásobník.

4.4. **Omítky a těsnost budovy**

Holé betonové zdi mají sice své příznivce, my jsme se však rozhodli vylepšit je na pohled i funkčně hliněnými omítkami. Ty jsou použity i na cihlových zdech. Vesměs pocházejí od firmy Natur und Lehm.

Dalším úkolem vnitřních omítek bylo (zejména u cihelné zdi, v níž nebyly maltovány svislé spáry) zajistit vzduchotěsnost budovy. Obtížným místem jsou hlavně přechody z omítek na stropní trámy, které procházejí cihelným zdívkem. V době psaní příspěvku výsledek ještě neznáme, na konferenci jej už budeme schopni sdělit.

5. **Financování a realizace**

Investorem stavby je nezisková organizace – Veronica je součástí Českého svazu ochránců přírody. Zejména z tohoto důvodu je jasné, že prostředky na projekt a stavbu pocházely z řady zdrojů – dotací a darů. V úvodu byly důležité prostředky rakouské vlády, na financování činnosti architekta Reinberga a jeho spolupracovníků a zejména nizozemský vládní fond MATRA, který podpořil jak veškerou práci na projektu, tak i potřebné prostředí pro spolufinancování. Investiční prostředky jsme získaly jednak ze strukturálních fondů – z fondu SROP ve Zlínském kraji, kde jsme uspěli v programu na budování infrastruktury pro rozvoj lidských zdrojů v regionech, jednak ze Státního fondu životního prostředí. K nim přibyly peníze i dary od firemních dárců – zejména Českomoravského cementu a Philips ČR. Celý finanční management projektu představuje neobyčejně náročný proces prověřování a hledání možností využití strukturálních fondů jednak pro takto inovativní projekt (nejde o budování silnice...), jednak pro použití v neziskovém sektoru, který je svým financováním velmi blízký i prostředí malých obcí. Určitě i z tohoto pohledu je náš projekt důležitým pilotem, doufejme, že s dobrým přistáním...

Stavba z veřejných prostředků a navíc tak velkého objemu už nemohla být, na rozdíl od předchozích na našem pozemku, stavěna svépomocí. S pomocí specializované firmy jsme uspořádali veřejnou soutěž, vycházející z prováděcího projektu na tuto náročnou stavbu. Do soutěže se nakonec přihlásila jen jediná firma, Skanska CZ, divize Technologie, která poté Centrum postavila. Jako obvykle, činila to značné míry prostřednictvím dalších firem, z velké části regionálních. Vzduchotechniku realizoval přímo generální dodavatel.

6. **Literatura**

- (1) TRNKA, L. (ed.): *Pasivní dům – zkušenosti z Rakouska a české začátky*. Brno, ZO ČSOP Veronica 2004, 44 s. ISBN 80-239-3048-6. <http://www.veronica.cz/?id=73>
- (2) HOLLAN, J.: *Fyzikální vlastnosti izolace ze slaměných balíků a jejich úprava pro pasivní domy*. Sborník semináře Praktické zkušenosti z výstavby pasivních domů" Praha 23. 11. 2005. Též http://amper.ped.muni.cz/jenik/passiv/slama/aquath_05.htm