

SBORNÍK

MEZINÁRODNÍ KONFERENCE CENTRA PASIVNÍHO DOMU 2016



GENERÁLNÍ PARTNER

ČESKÁ SPOŘITELNA

HLAVNÍ PARTNEŘI

e-on

ISOVER
SAINT-GOBAIN

YTONG

HELUZ

SCHIEDEL
Heating. Venting. Living.

Homes by
SKANSKA

PARTNEŘI A VYSTAVOVATELÉ

ADVANTAGE AUSTRIA

Ario
čistění a úprava vod

ASTING CZ
průmysl domy
www.asting.cz

CIKO
komínové systémy

dafeplast

evora
GREEN ENERGY

FITCRAFTENERGY

GT Energy
green technology

HAIDY
CENTRA A ÚSPORNÉ BYDLENÍ

konceptekotech

REKUPERAČE MARTINEK

ND PD
napájecí produkty.cz

eurookna PRAŽAK

PROPASIV
ŘEŠENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ

Slavona

zehnder

KONFERENCE CENTRA PASIVNÍHO DOMU 2016

SBORNÍK Z 12. ROČNÍKU MEZINÁRODNÍ KONFERENCE

Název Sborník z 12. ročníku Mezinárodní konference Centra pasivního domu 2016

Vydavatel



Údolní 33, 602 00 Brno
info@pasivnidomy.cz
www.pasivnidomy.cz
t +420 511 111 810

Editor publikace Veronika Máčová, Jan Bárta

Překlad Tomáš Staněk

Titulní strana Ivo Macek

Fotografie na titulní straně: JRD s.r.o.

Vydání první, 2016

Text publikace neprošel redakční ani jazykovou úpravou.

Kopírování jednotlivých příspěvků je možné jen se souhlasem autorů.

ISBN 978-80-904739-7-3

Nabídka České spořitelny

Ať už hledáte řešení pro nové bydlení, lepší financování stávající hypotéky, nebo investici na trhu s nemovitostmi, jste v České spořitelně na správném místě. K dispozici je Vám více než 170 profesionálů v rámci celé České republiky v Hypotečních centrech České spořitelny.

Kontaktní údaje společnosti

www.hypotecnicentrum.cz | www.csas.cz | Infolinka 800 207 207

Česká spořitelna patří mezi jedničky na trhu hypotečních úvěrů a dokáže nabídnout rozmanitá řešení podle potřeb svých klientů. Kromě široké nabídky produktů a služeb, které se vztahují k bydlení, nabízí i výhodné úrokové sazby. Klientům jde naproti také speciálními akcemi, které přesun do vlastního bydlení usnadní – ať už se jedná o garantované sazby, či doplňkové služby.



V České spořitelně naleznete řešení pro Vaše bydlení, ať už jde o sjednání nové hypotéky, refinancování stávající hypotéky, financování dřevostaveb a montovaných domů, zajištění peněz pro rekonstrukci, nebo financování družstevních bytů, rekreačních nemovitostí či investičních nemovitostí.

Hypotéka České spořitelny se Vám přizpůsobí

Hypotéka České spořitelny byla několikrát oceněna odborníky v soutěži Fincentra jako Hypotéka roku. Je totiž pružná, bez poplatku za vyřízení a s nízkou úrokovou sazbou. Díky službě Variabilita splátek je možné **podle aktuální situace až o 30 % zvýšit nebo snížit splátku** nebo například složit mimořádnou splátku. Vyřízení hypotéky je navíc snadné a například u bytů můžete využít on-line ocenění nemovitosti zdarma.

Refinancování jako cesta k úspoře

Zajistit si výhodnější hypotéku je díky nízkým úrokovým sazbám v České spořitelně skutečně možné. **Úrokovou sazbu Vám garantujeme až rok dopředu.** Nově je v České spořitelně možné refinancovat hypotéku z jiné banky online z pohodlí domova a získat tak při volbě fixace např. na 5, 8 či 10 let nízké splátky na dlouhou dobu dopředu. Refinancování je bez poplatku za vyřízení, navíc klient nemusí dokládat ocenění nemovitosti.

Hypotéka na dřevostavby a montované domy

Na stále rostoucí oblibu dřevostaveb a montovaných domů reagovala Česká spořitelna nabídkou, která zohledňuje specifický průběh financování. Klient tak má **možnost čerpat 90 % ceny díla ještě před dokončením výstavby** a zbylých 10 % pak po jejím dokončení. V novém tak můžete bydlet už za 1 až 3 měsíce.

Americká hypotéka zajistí finance na cokoliv

Americká hypotéka umožňuje získat **finance, na cokoliv potřebujete, bez dokládání účelu.** Může se jednat o rekonstrukci, auto, dovolenou nebo například rozvodové vyrovnání. Úvěr je zajištěn nemovitostí a díky tomu nabízí lepší sazbu než klasické spotřebitelské úvěry. Maximální doba splatnosti je 20 let a minimální výše úvěru je 150 tisíc korun.

Obsah

Školy s téměř nulovou potřebou energie – ukázky realizovaných staveb ze zahraničí	11
Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.	
Rekonstrukce historického objektu radnice v Kardašově Řečici zacílená na minimalizaci spotřeby primární neobnovitelné energie	25
Autoři textu : Ing.arch. Pavel Šmelhaus, Ing.arch.Jakub Žiška	
Těžká cesta investora	41
Tomáš Kašpar, Luka Living rental apartments	
Luka Living – zkušenosti z optimalizace bytového domu	45
Ing. Michal Čejka, PORSENNA o.p.s.	
Komplexní renovace řadového domu ze 30.let minulého století v památkově chráněné lokalitě do pasivního standardu	49
Martin Augustin, SUNFLYER	
Plusy plusových domů. Pasivní je základ, kam dál?	63
Ing. Rostislav Kubíček, Vize Ateliér, s.r.o.	
City Gardens – Net-Zero Energy Housing Complex, Aalborg, Dánsko	67
David Dražil, Pavlína Sedláková, Mathias Engelbreth Nielsen, Calina Manisor, Nadia Skræddergaard Frydkjær	
Řadový dům se zimní zahradou	71
Jakub Novotný	
Třetí pasivní rodinný dům v Česku	77
Ing. Jiří Čech	

Český ostrovní dům 2016 – Soběstačný dům podle studentů	84
Bc. Vojtěch Lichý	
Estetické a technické možnosti přestavby ZŠ Kněžmost na pasivní až téměř nulovou budovu s integrací FV systému do architektury a překvapivé překážky pro efektivní využívání OZE	94
Akad. arch. Aleš Brotánek, ABateliér	
Mestská zóna s nulovou potrebou energie - Passivhaus plus a prémium	112
Lorant Krajcsovics, Klára Macháčová, Fakulta architektúry STU	
Inteligentní město – strategie a rozvoj	118
DI Friedrich Kapusta, Energieinstitut der Wirtschaft	
ECR_Energy City Graz-Reininghaus	125
Ernst Rainer, Technická univerzita Graz	
Student vs. pasivní dům	130
Josef Hoffmann, student oboru Architektura a stavitelství, Katedra architektury, Fakulta stavební, ČVUT v Praze	
Roman Belov, absolvent oboru Architektura a stavitelství, Katedra architektury, Fakulta stavební, ČVUT v Praze	
Vzdělávání pro zvyšování udržitelné stavební kultury	137
Ing. arch. Dalibor Borák, Dobrý dům, s.r.o.	
Ing. arch. Josef Smola, ČVUT v Praze, Fakulta stavební	
Ing. arch. Ing. Petr Štěpánek, Ph.D., ČVUT, MÚVS	
Simulačné programy v architektonickej tvorbe	143
Ing. arch. Jakub Števanka, Fakulta architektúry STU	
spoluautor: Ing. arch. Lorant Krajcsovics, Ph.D.	

Zadání nové stavby s využitím kritérií certifikačního nástroje CESBA	147
Miroslav Misař, architektonický ateliér, energetické konzultační a informační středisko EKIS	
Tepelné čerpadlo kombinované s FV systémem v různých aplikacích	159
Tomáš Matuška, Yauheni Kachalouski, Jan Sedlář, Bořivoj Šourek	
Možnosti využití inteligentní elektroinstalace a systému inteligentního řízení ve Smart City	169
Filip Rezek, Haidy a.s.	
Klimatizace moderních administrativních a průmyslových budov	183
Miloš Lain, ČVUT	
Řešení pro vytápění pasivních domů – přehled a poslední vývoj	190
Fabian Ochs / Univerzita Innsbruck, oddělení energeticky úsporných budov	
Stav techniky pro rekuperaci tepla z odpadní vody ve sprchách / State of the Art of Drain-Water Heat-Recovery Products (DWHR)	210
Michael Schulze, Universität Innsbruck	
Pavel Sevela, Universität Innsbruck	
Experimentální hodnocení sprchového rekuperačního výměníku	223
Tomáš Matuška, UCEEB ČVUT v Praze	
Roman Vavříčka, Fakulta strojní, ČVUT v Praze	
Adaptace budov na změnu klimatu	236
Ing. Michal Čejka, Šance pro budovy	
Přidaná hodnota zelených střech	242
Vojtěch Hrachovina	

Zelené střechy od A do Z	258
Ing. Jitka Dostalová, předsedkyně odborné sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně	
Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV	263
Karel Plotěný, ASIO, spol. s r.o.	
EnviHut - Enviromentální experimentální přemístitelný objekt a jeho možnosti	275
Radim Kučera, David Bečkovský, Klára Nečadová, Petr Selník	
Vstupní hodnocení vývoje střešní vegetace na testovacím objektu EnviHut	280
Petr Selník, Klára Nečadová, Martin Mohapl; David Bečkovský	
OSEEB – optimalizovaný konstrukční systém pro energeticky efektivní a udržitelnou výstavbu	285
Ing. Jan Růžička, Ph.D., Ing. Ctislav Fiala, Ph.D., Ing. Martin Volf, prof. Ing. Petr Hájek, CSc., Ing. Vlastimil Bílek, CSc, Ing. Jaroslav Hejl	
Inteligentní zastávky	293
Bc. Tomáš Papoušek	

Školy s téměř nulovou potřebou energie – ukázky realizovaných staveb ze zahraničí

Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.
katerina.mertenova@email.cz

1. Úvod

Ve školách stráví většina populace několik let života. Jejich problémem je, a to nejen v České republice, zajistit při nízké energetické náročnosti provozu kvalitní vnitřní prostředí, které má vliv na zdraví a soustředěnost dětí. Jinde v Evropě přitom již byly realizovány četné novostavby, ale i přestavby takovýchto budov, ze kterých je možné se poučit a inspirovat a které mohou pomoci rozpohybovat toto aktuální téma i u nás, kde jsme s ním zatím na začátku.

Následující příspěvek představí několik zahraničních realizací škol s téměř nulovou potřebou energie, a to jak nových, tak i renovovaných. Ukáže jejich urbanistické začlenění, architektonické ztvárnění, materiálové pojetí, konstrukční řešení, koncepce větrání, vytápění, chlazení a výroby energie. Vybrané příklady mají také ukázat, že opatření přispívající k nízké energetické náročnosti lze úspěšně zkombinovat s kvalitní soudobou architekturou.

2. Situace a souvislosti v území

Z hlediska návaznosti na okolní území a stavby je zajímavé **gymnázium sv. Leonharda v německých Cáchách**. Tato přístavba ke stávající památkově chráněné budově školy oživila doposud nenápadný prostor před kostelem sv. Michaela. V roce 2009 zde vznikla moderní jednoduchá kompaktní hmota se zavěšenou fasádou, která je z podélných stran plně prosklená. Prosklení zde však není jen pouhým módním architektonickým prvkem, ale také tepelným kolektorem a zrcadlem.



Na jižní fasádě vede prosklená stěna do hlavního schodišťového prostoru, který osvětluje a zároveň vytápí. Proti přehřívání v letním období je ochráněna zvýšeným pokovením skel ($g = 40\%$) a také vnějšími žaluziemi, které umožňují rozptýlené osvětlení denním světlem. Severní skleněná fasáda ($g = 24\%$) vede do jídelny v přízemí a v horních podlažích do jednotlivých učeben – zrcadlový efekt je zde navržen z důvodu reflexe protilehlé fasády kostela, který byl doposud v městské struktuře nevýrazný. Pro letní chlazení jsou určena jednak otvíravá okna na jižní fasádě, jednak je provedena příprava pro chlazení geotermální energií v základových pilotách.

3. Architektonická koncepce – hmotové uspořádání

Architektonická koncepce **základní školy Mauth v hornorakouském Welsu** vychází ze specifického systému výuky, který byl jednou z podmínek architektonické soutěže. Jedná se o tzv. „školu v pohybu“ („moving school“), pedagogický systém, jehož smyslem je poskytnout dětem dostatek prostoru a možností k pohybu jak o přestávkách, tak i přímo během vyučování, protože pohyb je důležitý pro vývoj dětí, získávání znalostí a podporu paměti.

Druhým důvodem realizace školy v pohybu je to, že školu navštěvuje asi polovina dětí z imigrantských rodin, a tak bylo třeba zajistit dostatek flexibilního prostoru pro různé kulturně odlišné návyky výuky.



Základní škola Mauth ve Welsu - exteriér (Foto: M. Augustin)



Atrium (Zdroj: Marte.Marte Arch.)

Budovu tvoří dvoupodlažní kompaktní hmota s vnitřním atriem, kolem kterého vede široká chodba s věncem učeben a kabinetů osvětlených velkými okny s žaluziemi. V zadní části se nachází tělocvična, v patře knihovna a přímo v centru hned u vstupu do budovy víceúčelový prostor - aula, která slouží mimo jiné ke společným hrám o přestávkách.

Prostorová koncepce objektu **základní školy a gymnázia v Deutsch-Wagramu v Dolním Rakousku** je zcela odlišná. Kompaktní budova má tvar protáhlého tří- až čtyřpod-

lažního kvádru, výškově kopírujícího průběh terénu a opticky od něj odděleného prosklenou fasádou přízemí. Středem sto metrů dlouhého objektu prochází široká chodba, v uzlových bodech kónicky rozšířená. Po obou jejích stranách jsou uspořádány učebny a kabinety - pro 2. stupeň základní školy v prvním patře, pro gymnázium ve druhém patře a společně využívané prostory odborných učeben v přízemí, učebna výtvarné výchovy navíc s výhledem do inspirativního prostředí parku s vodní plochou. Jádru budovy tvoří společná třípodlažní knihovna se schodovitým uspořádáním využitelná i pro přednášky.



Základní škola a gymnázium v Deutsch-Wagramu - exteriér a pohled do knihovny (Zdroj: Franz Architekten)

Objekt tělocvičny tvoří samostatnou budovu, i když ve stejném architektonickém duchu, jako je hlavní budova školy. Je zapuštěna do terénu, aby nepřevyšovala okolní objekty, a s hlavní budovou je propojena podzemní chodbou. Je však provozně nezávislá, s možností přístupu veřejnosti přímo z exteriéru.

Základní (1.stupeň) a mateřská škola Valentina Sengera s tělocvičnou ve Frankfurtu nad Mohanem tvoří komplex tří samostatných budov uspořádaných kolem společného dvora s letitým bukem. Třípodlažní budova základní školy je podobně jako škola Mauth téměř čtvercového půdorysu s vnitřním atriem, toto atrium je zde ale součástí interiéru, komunikačním a ztuzujícím jádrem se schodišti, centrální třípodlažní halou prosvětlenou střešními světlíky. Kromě toho jsou zde zavěšena „hnízda“ poskytující intimní prostor pro žáky.



Škola ve Frankfurtu nad Mohanem (Zdroj: Baufrösche Architektur)



Atrium (Foto: K.Mertenová)

Budova **spolkového a reálného gymnázia v Korneuburgu** je koncipována jako městský prostor s ulicemi, cestami a náměstími jak v exteriéru, tak interiéru. Z částečně krytého školního dvora se vchází do dvoupodlažní vstupní haly, která propojuje trakt 28 učeben s tělocvičnou. Kmenové třídy jsou sdružovány do skupin po třech v oddělených pavilónech napojených na 86 metrů dlouhou třípodlažní chodbu, která má formu bohatě prosvětlené pasáže. Každá trojice učeben je doplněna společným otevřeným prostorem, který slouží jako další učebna pro malou skupinu studentů v době vyučování, či jako odpočinková zóna v době přestávek, a zároveň jako šatna.



Gymnázium v Korneuburgu - exteriér a pohled do chodby mezi pavilóny (Foto: K.Mertenová)

4. Obálka budovy bez tepelných mostů

Kromě systému obvodového pláště ve formě těžké masivní konstrukce s vnější vrstvou tepelné izolace se často objevují příklady smíšené konstrukce.

Ve **spolkovém a reálném gymnáziu v Korneuburgu** byl použit pro nosnou konstrukci budovy železobetonový skelet s masivním výztužným jádrem, zajišťujícím akumulaci tepla, a ten byl z vnější strany opláštěn dřevěnými prefabrikovanými panely lehké rámové konstrukce s tepelnou izolací. Vzduchotěsnou a parobrzdnou funkci převzala OSB deska na

vnitřní straně, která byla vzduchotěsně napojena na železobetonové konstrukce a doplněna instalační předstěnou. Vnější základ z minerální vlny se stal podkladem pro omítku.



Gymnázium v Korneuburgu - vstupní část (Foto: K.Mertenová), ŽB skelet a dřevěné panely (Zdroj: Hübner Arch.)

Již standardem je v rakouských a německých spolkových zemích zakládání novostaveb na masivní železobetonové desce uložené na šterku z pěnoskla či deskách extrudovaného polystyrénu.

Obdobné principy tepelně izolační obálky však nemusejí být pouze výsadou novostaveb, jak je možné doložit na následujících příkladech.

5. Přestavby a renovace

Samostatnou kapitolou jsou objekty renovovaných školních budov, na nichž je možné ukázat mnohotvárnost řešení jak obvodového pláště, tak například systému řízeného větrání, pro který bylo třeba hledat optimální řešení vzhledem k již danému dispozičnímu a prostorovému uspořádání.

Nevyhovující zděná budova **speciální školy Karlhofschule v Linci** z let 1959/1960 byla přestavěna a dostavěna tak, aby splňovala nejen aktuální funkční, prostorové a pedagogické požadavky, ale také přísná kritéria na energeticky udržitelnou výstavbu. Původní železobetonové žebrové stropy byly zbaveny zavěšeného podhledu a opatřeny akustickým nástřikem, aby stropy mohly sloužit jako konstrukce k akumulaci tepla či chladu. Mezi žebry stropu tak vzniklo místo pro pohledové potrubí vzduchotechniky. Původní okna byla vyměněna za nová se subtilním rámem, a tedy větší plochou prosklení, vybavená převážně pevnými částmi a jen úzkými otvíravými křídly.



SpŠ Karlhofschule v Linci (Foto: K.Mertenová)



Nástavba z CLT panelů (Zdroj: Grundstein Architektur)

Nástavba je kombinací dřevěné stěnové a skeletové konstrukce - dřevo bylo zvoleno kvůli své menší hmotnosti oproti jiným materiálům, skelet kvůli nutnému samostatnému založení nástavby mimo původní budovu. Poprvé ve školské stavbě byly použity dřevo-betonové spřažené stropy. Tepelně izolační plášť původní budovy i nástavby je tvořen dřevěným roštem s foukanou celulózou a provětrávanou fasádou z desek na bázi dřeva.

Základní škola ve městě Schwanenstadt byla postavena v 60. letech 20. století jako železobetonový skelet s fasádními panely z vymývaného betonu s vloženou tepelnou izolací. Nosná konstrukce touto izolací procházela a tvořila tepelné mosty. Komplexní přestavba měla zlepšit kvalitu vnitřního prostředí i z hlediska větrání, osvětlení, hlukové zátěže z vnějšího prostředí a vzhledu, a to při nižší energetické náročnosti provozu. Součástí projektu byla i přístavba budovy polytechnické školy, která logicky doplnila kompozici hmot a přispěla i ke zlepšení tvarového faktoru objektu.

Protože stavební práce musely probíhat během školního provozu a letních prázdnin, byl zvolen jak pro sanační práce, tak pro konstrukci přístavby systém prefabrikace a montáž bez použití lešení. Na původní skelet byly montovány prefabrikáty o výšce jednoho podlaží a v délce až cca 25 metrů, s vloženými okenními konstrukcemi a s dřevěným fasádním obkladem. Původní nosná konstrukce tak byla zahrnuta do tepelné obálky. Samotná montáž fasádních a střešních dílců trvala pouhé 4 dny. Panely byly na místě vyfoukány celulózou a proběhla kompletace obkladu.



Základní a polytechnická škola - Schwanenstadt (Foto: K.Mertenová) Montáž panelu (Zdroj: PAUAT Architekten)

Podařilo se i unikátní zateplení podlahy - dutina pod původní základovou deskou byla vyplněna foukanou drtí z pěnového skla. Okenní otvory v přesazené fasádě byly navrženy s vyšším nadpražím tak, aby nedocházelo k úbytku světla vlivem zvětšené tloušťky ostění. Pro zamezení oslnění a letnímu přehřívání byly na fasádu instalovány vnější žaluzie, které však nebrání průchodu denního světla do interiéru proměnlivým natočením lamel.

Pro zajištění dostatečného osvětlení denním světlem byl střešní plášť nad schodišťovou halou prolomen světlíkem a učebny dostaly sekundární prosvětlení okenními pásy v příčkách mezi chodbou a učebnami. Protože byl projektanty kladen důraz také na ekologickou bilanci použitých materiálů, byly i nově přistavěné části školy (polytechnická škola) navrženy jako dřevostavba - těžký dřevěný skelet opláštěný opět fasádními prefabrikáty s dřevěným obkladem.

Památkově chráněný objekt **základní školy (1. stupně) v Reichenbergu v Německu** z roku 1880 vyžadoval citlivý přístup renovace v souvislosti s požadavkem na zachování původního vzhledu budovy a zároveň při zohlednění tepelně vlhkostního chování zejména v případě trámových stropů. Architekt zvolil přístup kombinace vnějšího a vnitřního zateplení. Z exteriéru byla aplikována tepelně izolační omítka, která nechala vyniknout původní šambrány oken, v nárožní bosáži byla použita omítka s příměsí EPS. Z interiérové strany byla budova zateplena 5 cm tepelné izolace. Kolem zhlaví trámů byla ponechána vzduchová kapsa, spáry ve dřevě byly vytmeleny a jednotlivé trámy byly oplepeny vzduchotěsnými páskami napojenými na vzduchotěsnou vrstvu. Do okenních otvorů byla osazena historizující špaletová okna s dvojskly ve vnitřním křídle a žaluziemi v meziprostoru, aby příliš neovlivňovaly vnější vzhled objektu.



ZŠ v Reichenbergu s přístavbou (Zdroj: Reiter Architekten) Detail fasády s nárožní bosáží (Foto: K.Mertenová)

Pro další památkově chráněný objekt - **střední školu v Innsbrucku - čtvrti Hötting**, postavené ve 30. letech 20. století ve stylu Bauhaus, již vnější zásah do fasády nepřicházel v úvahu z důvodu zachování původní vápenocementové omítky či pohledové betonové struktury. Proto bylo navrženo vnitřní zateplení, a to ve dvou variantách. V první variantě se jedná o desky z polyuretanové pěny tl. 80 mm opatřené kolmými otvory vyplněnými kapilárně aktivním kalcium silikátem. Druhá varianta počítá s foukanou celulózou v dřevěném roštu na povrchu s hliněnou omítkou. Jako jeden ze základních principů ochrany památky je reverzibilita zásahů, proto byly oba systémy navrženy tak, aby je bylo možné později odstranit. PUR desky jsou lepeny jílovým lepidlem, které se odstraní pomocí vody, dřevěný rošt s celulózou je oddělen od původního zdiva tenkou dřevovláknitou izolací.



Škola v Innsbrucku - exteriér (Zdroj: 3encult)



Vnitřní schodiště (Foto: K.Mertenová)

6. Koncepce řízeného větrání s rekuperací tepla

Pro **základní školu Schwanenstadt** byl navržen decentrální systém řízeného větrání, kdy je každá učebna vybavena vlastní vzduchotechnickou jednotkou s rekuperací tepla. Tento

systém byl zvolen zejména z důvodu rozlehlosti areálu pro centralizované systémy, flexibility provozu a jednoduššího trasování v rámci požárních úseků.

Protože se jednalo o pilotní projekt přestavby školní budovy na pasivní standard, byl tento navržený systém ověřován, a to přímo na místě vytvořením zkušební třídy.



Základní škola Schwanenstadt - zkušební třída (Zdroj: PAUAT)



Decentrální jednotka (Foto: K.Mertenová)

Vzduchotechnická jednotka je oplášťena akustickými deskami, splňujícími požadovaný akustický útlum. Šatny a toalety jsou větrány samostatnou VZT jednotkou nezávisle na učebnách.

Obdobný systém decentrálního větrání byl instalován i v novostavbě **školy Mauth ve Welsu**, pouze s tím rozdílem, že vzduchotechnické jednotky pro jednotlivé učebny jsou umístěny v nábytkové stěně mezi učebnou a chodbou, takže v případě obsluhy či revize nemusí být rušeno vyučování.



ZŠ Mauth, VZT jednotka na chodbě (Zdroj: Marte.Marte Arch.)

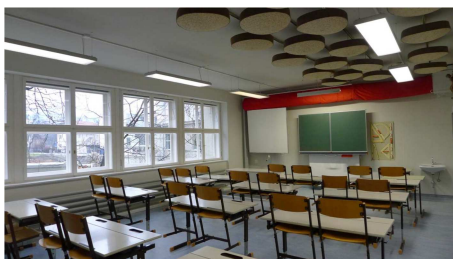


Gymnázium Korneuburg - decentrální jednotka pro 2-3 třídy a šatnu (Zdroj: Hübner Architekten)

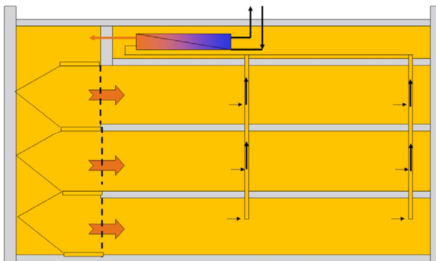
V budově **gymnázia v Korneuburgu** se jedná o jinou koncepci decentrálního větrání – na jednu jednotku jsou napojeny 2-3 učebny včetně prostoru šaten mezi nimi. VZT jednotka je umístěna v nische stěny na chodbě.

Ve střední škole v Innsbrucku - čtvrti Hötting bylo v rámci projektu 3encult kvůli minimalizaci stavebních zásahů a také kvůli zjednodušení trasování vzduchotechnického potrubí instalován specifický druh centrálního systému řízeného větrání s rekuperací tepla. Tzv. „přetokový“ (z ang. „overflow“) systém se obejde bez vertikálního i horizontálního potrubí pro rozvod čerstvého vzduchu, protože jejich funkci převezme přímo prostor schodiště a chodby. Jako požární předěly slouží dveře v chodbě, které jsou v běžném provozu otevřené, v případě požáru se automaticky uzavřou. Ve škole byly navrženy tyto centrální systémy dva, jednotka pro učebny je umístěna v podkroví, druhá je určena pro kuchyni a dílny.

Aktivní přetokový systém by měl být používán pouze v případě památkových objektů, nebo tam, kde je nemožné realizovat standardní řešení z konstrukčních, prostorových nebo ekonomických hledisek. Důvodem je to, že účinnost větrání je nižší než v případě kaskádového větrání kvůli míchání přírodního a odpadního vzduchu v prostorách chodby.



ZŠ Innsbruck - textilní potrubí ve třídě



Vertikální schéma přetokového systému (Zdroj: 3encult)

Vzduch je z chodby do učeben vháněn ventilátory, zpět do chodby se dostává přes štěrby ve dveřích nebo prepouštěcí klapku, přičemž chodba zde slouží jako rozvodná a směšovací zóna, ze které je vzduch odváděn do odtahového potrubí na toaletách a v šatnách.

Hlavním potenciálním rizikem tohoto systému s ohledem na velké množství větracího vzduchu byl průvan a také hluk jak z distribučních elementů, tak z přímého propojení chodby a učebny. Průvan byl eliminován textilními difúzéry s velkým množstvím rovnoměrně rozmístěných otvorů. K minimalizaci přenosu hluku mezi chodbou a učebnami byly prepustky vybaveny tlumiči.

7. Noční větrání - chlazení

Stejně jako **ve škole Schwanenstadt** i **ve speciální škole Karlhofschule** byla stará okna vyměněna za nová neotvíravá se subtilním rámem, a tedy s větší plochou prosklení, a s přídatným otvíravým křídlem. Tato křídla oken byla instalovaná v každé učebně a slouží nejen k nárázovému provětrání, ale také pro noční přirozené chlazení budovy. V průběhu letních nocí jsou ponechána ve ventilační poloze, čerstvý chladný vzduch proudí do budovy, ohřívá se a komínovým efektem je odváděn požárními střešními světlíky ven. Kvůli bezpečnosti jsou okna vybavena lamelovou konstrukcí. Pro zajištění průchodu vzduchu mezi učebnami a chodbou jsou dveře do učeben vybaveny speciálními zámky umožňujícími uzamknutí dveří i v pootevřené poloze.



SpŠ Karlhofschule - okno pro noční chlazení



ZŠ Schwanenstadt - zámek dveří (Foto: K.Mertenová)

8. Vytápění, chlazení, zdroje energie

Zdrojem energie pro vytápění a chlazení ve **spolkovém a reálném gymnáziu v Korneuburgu** je především podzemní voda. Ta je čerpána přímo na pozemku školy. V případě vytápění se využívá nízkoteplotního systému se dvěma tepelnými čerpadly a podlahovým vytápěním. Při venkovních teplotách nad 25 °C je možné spustit systém pasivního chlazení („free cooling“) bez kompresorů, podzemní voda pak ochlazuje přímo vzduch přiváděný do učeben. Budova je rozdělena na několik zón dle využití tak, aby bylo možno každou z nich regulovat dle individuálních podmínek. Umělé osvětlení je řízeno na základě změřené intenzity denního světla včetně čidla přítomnosti osob v budově.

Ve školním a sportovním centru v německém městě Lohr nad Mohanem, sestávajícím z budovy gymnázia, střední školy, plovárny a sportovní haly, byl po rozsáhlé přestavbě na téměř pasivní standard zvolen jako hlavní zdroj energie systém tepelných čerpadel, využívající elektrickou energii z fotovoltaických článků. Pro pokrytí špičkové potřeby slouží dva plynové kotle. Dalším zdrojem energie je kogenerační jednotka, která se využívá v době, kdy

jsou zapotřebí zároveň teplo a elektrická energie a právě není k dispozici elektřina z fotovoltaiky. Protože se nekryje doba výroby a potřeby energie, byl navržen systém jejího skladování.

Přebytek tepla se ukládá ve stratifikačním zásobníku vody o objemu 100 m³. Jako zdroj energie pro tepelná čerpadla slouží v zemi uložený neizolovaný zásobník ledu o objemu 1250 m³, který je nabíjen trubicovými fototermickými kolektory o ploše 1200 m² umístěnými na střeše sportovního centra. Jako otopné plochy slouží stropy obytných místností, které se dají využít i v létě pro pasivní chlazení. Dále je využíváno odpadní teplo z bazénové vody.



Školní centrum v Lohr nad Mohanem - pohled na areál

Stratifikační zásobník vody (Zdroj: Werner Haase)

Cílem realizované energetické koncepce bylo vyrobit co nejvíce tepelné energie a elektřiny, potřebných pro provoz areálu, přímo na vlastním pozemku.

Ve škole Schwanenstadt mohl být díky razantnímu snížení potřeby tepla na vytápění na cca desetinu nahrazen původní zdroj vytápění (plynový kotel) kotlem na obnovitelný zdroj energie - dřevěné pelety, čímž poklesly emise CO₂ o 95 %.

Pro přípravu teplé vody v tělocvičně se využívají fototermické panely na střeše. Do prosklené fasády ve vstupní části areálu byly integrovány fotovoltaické články (7 kWp), které částečně pokrývají potřebu elektrické energie. Umístění tohoto aktivního solárního systému na hlavní fasádu má i edukativní funkci.



ZŠ Schwanenstadt - fotovoltaické panely na vstupní fasádě



Kotel na dřevěné pelety (Foto: K.Mertenová)

9. Základní technické parametry

9.1. Novostavby:

Spolkové a reálné gymnázium - Korneuburg (Rakousko)

- Architekt: Hübner Architekten, Vídeň
- Realizace: 2010-2011
- Vytápěná plocha: 8.797 m²
- Potřeba tepla na vytápění: 11,79 kWh/m²·a (dle OIB)

Gymnázium sv. Leonharda - Čáchy (Německo)

- Architekt: pbs Architekten, Čáchy
- Realizace: 2009
- Vytápěná plocha: 1.071 m²
- Potřeba tepla na vytápění: 19 kWh/m²·a (dle PHPP)
- Potřeba primární energie: 80 kWh/m²·a (dle PHPP)

Základní škola Mauth - Wels (Rakousko)

- Architekt: Marte.Marte Architekten, Weiler
- Vytápěná plocha: 3.740 m²
- Realizace: 2008-2009
- Potřeba tepla na vytápění: 14 kWh/m²·a (dle OIB)

9.2. Přestavby a renovace:

Základní škola (2. stupeň) a polytechnická škola - Schwanenstadt (Rakousko)

- Architekt: PAUAT Architekten, Wels - Heinz Plöderl
- Realizace: 2006-2007
- Vytápěná plocha: 4.951 m² původní část, 2.100 m² nová část
- Potřeba tepla na vytápění: 14 kWh/m²·a (165 kWh/m²·a před přestavbou) (dle PHPP)

Základní škola (2. stupeň) a gymnázium - Deutsch-Wagram (Rakousko)

- Architekt: Franz Architekten, Vídeň
- Realizace: 2012
- Vytápěná plocha: 5.157 m² (dle PHPP)
- Potřeba tepla na vytápění: 14 kWh/m²·a (dle PHPP)
- Potřeba primární energie: 110 kWh/m²·a (dle PHPP)

Základní (1. stupeň) a mateřská škola Valentina Sengera - Frankfurt nad Mohanem (Německo)

- Architekt: Baufrösche Architektur, Kassel
- Realizace: 2009-2010
- Vytápěná plocha: 2.759 m² (dle PHPP)
- Potřeba tepla na vytápění: 11 kWh/m²·a (dle PHPP)
- Potřeba primární energie: 99 kWh/m²·a (dle PHPP)

Základní škola (1. stupeň) - Reichenberg (Německo)

- Architekt: Reiter Architekten, Drážďany - Olaf Reiter
- Realizace: 2010
- Potřeba tepla na vytápění: 80 kWh/m²·a (250 kWh/m²·a před přestavbou)

Speciální škola Karlhofschule - Linec (Rakousko)

- Architekt: Grundstein Architektur, Vídeň – Michael Wildmann
- Realizace: 2008-2009
- Vytápěná plocha: 2.228 m²
- Potřeba tepla na vytápění: 12,9 kWh/m²·a (250 kWh/m²·a před přestavbou) (dle PHPP)

Školní a sportovní centrum Nägelsee - Lohr nad Mohanem (Německo)

- Architekt: Werner Haase, Karlstadt
- Realizace: 2014
- Vytápěná plocha: 18.162 m²
- Potřeba tepla na vytápění: 37 kWh/m²·a (178 kWh/m²·a před přestavbou) (dle EnEV)
- Potřeba primární energie: 80 kWh/m²·a (398 kWh/m²·a před přestavbou) (dle EnEV)

Střední škola Hötting - Innsbruck (Rakousko)

- Architekt / Projektant: Gerald Gaigg / Rainer Pfluger, Alexandra Troi – 3encult
- Realizace: 2014-2016
- Vytápěná plocha: 4.090 m² (dle PHPP)
- Potřeba tepla na vytápění: 38,5 kWh/m²·a (126,4 kWh/m²·a před renovací) (dle PHPP)

10. Literatura:

- (1) A school as it should be - Mauth primary school. State Prize for Architecture and Sustainability 2010 - Magazine. Kunstuniversität Linz, 2010, str. 10-13
- (2) EnergieAgentur.NRW: Energieeffizientes Bauen - Exkursionsobjekte im Rahmen der 18. internationalen Passivhaustagung. Düsseldorf, 2014, str. 25
- (3) Haase, W. - Currie, C.: Abschlussbericht über die Integrale Planungsphase zur nachhaltigen Erneuerung und Bewirtschaftung des bestehenden Nägelsee Schul- und Sportzentrums in Lohr am Main. Karlstadt, 2011
- (4) Hochbauamt der Stadt Frankfurt am Main: Neubau Valentin-Senger-Schule mit Sporthalle und Kindertagesstätte. In: Jahresbericht 2010-2012. Frankfurt am Main, 2013, str. 29
- (5) Pfluger, R. - Rothbacher, M.: Active overflow ventilation for refurbishing of school buildings. In: Internationale Passivhaus Tagung 2013 - Tagungsband. Frankfurt, 2013, str. 141-146
- (6) Reiter, O.: Grundschule Reichenberg - energetische Sanierung. Dresden, 2010
- (7) Troi, A. - Pfluger, R.: 3encult - Documentation of each study case, CS5 Primary School Hötting. Innsbruck, 2014
- (8) www.passivhausprojekte.de

Rekonstrukce historického objektu radnice v Kardašově Řečici zacílená na minimalizaci spotřeby primární neobnovitelné energie

Autoři textu : Ing.arch. Pavel Šmelhaus, Ing.arch.Jakub Žiška



1. Úvod – příprava záměru

Město Kardašova Řečice vypsal o počátkem roku 2013 soutěž o návrh na rekonstrukci své radniční budovy. Jednalo se o objekt z počátku 19. Století, který byl kdysi jako radnice postaven a téměř dvě století bez zásadnějších změn k tomuto účelu využíván. V průběhu staletí byly provedeny jen velmi drobné změny, původní dispozice a konstrukce tak zůstaly poměrně dobře zachované. Zajímavostí bylo, že založení radnice proběhlo dle archivních záznamů za starostování jednoho z prapředků současného starosty MVDr. Petra Nekuta. S postupem let budova přestávala vyhovovat měnícím se požadavkům správy města a začínaly se projevovat i degradující důsledky pronikající vlhkosti v přízemí, kde dočasně sídlila dobře fungující městská knihovna.

Proto se rozběhla široká diskuse s občany města na téma budoucí podoby radnice a po zvážení všech variant (přemístění radnice, demolice a novostavba na stejném místě, kompletní rekonstrukce) převládl názor na zachování a obnovu původního objektu na náměstí, který by měl pojmout všechny potřebné funkce.

Město nechala objekt důkladně zaměřit, provedlo podrobný stavebně historický průzkum, vypracovalo analýzu dosavadního fungování z hlediska provozních nákladů a sestavilo nezbytný stavební program. Ten mimo kancelářské vedení a správy města zahrnoval i zmíněnou knihovnu s více než 10 tis. svazky a bohatým doprovodným kulturním programem a dále by rekonstrukcí mělo město získat víceúčelový sál pro své akce a klubovnu, využitelnou pro městský spolkový život. Pro co nejtransparentnější nalezení optimálního provozně dispozičního a architektonického řešení byla počátkem roku 2013 vyhlášena veřejné anonymní architektonická soutěž, kterou podle regulí České komory architektů zorganizovala ing. Markéta Kohoutová. Cestu otevřené soutěže byla zvolena i přes svou organizační, časovou i finanční náročnost.



Že šlo o správnou cestu potvrdila vysoká účast a porota mohla vybírat z téměř 40ti zajímavých návrhů, a mezi třemi ve druhém kole soutěže nejvýše oceněnými si Město Kardašova Řečice v rámci jednacího řízení bez uveřejnění vybíralo zpracovatele dokumentace. Model jednacího řízení bez uveřejnění umožnil zadavateli jednat s vybranými uchazeči o možných úpravách návrhu, ekonomických parametrech a dalších kritériích, jejichž váhu si investor sám stanoví. Díky tomu, že nerozhoduje jen nejnižší cena nabídky, může si zadavatel vybrat optimální variantu z hlediska celkových investičních nákladů a stavebně technického řešení, byť by to znamenalo propracovanější a náročnější projekt.



K realizaci tak byl hodnotící komisí vybrán návrh ATELIERU Žiška s.r.o. od autorů Ing. arch. Jakuba Žišky a Ing. arch. Pavla Šmelhause. Kladně bylo hodnoceno zejména to, že se požadovaná stavební náplň velmi účelně umístila do stávajícího objemu budovy, bez nutnosti dostavby či výrazné nástavby objektu. Exteriér se změnil jen minimálně a funkce radnice je zdůrazněna proskleným vikýřem s hodinami. Vikýř je navíc v místě, kde se kdysi uvažovalo s věžičkou, jejíž „základy“ byly v průběhu stavby v klenbách nad patrem objeveny.

Nakonec se do podkroví stavby podařilo vrátit zpět jako funkční exponát i historický hodinový stroj, věnovaný městu koncem 18. století pány z Jindřichova, který však nikdy nebyl na radnici nainstalován (z důvodů zpoždění výstavby) a přes dvě století odbíjel hodiny na nedaleké kostelní věži, kam byl „dočasně“ umístěn...

2. Stávající stavební a technické řešení

Šlo o typickou klasicistní budovu navazující jednou štítovou stěnou na sousední přízemní dům. Konstrukce postavené ze smíšeného (převážně ale cihelného) zdiva se silou obvodových stěn 45 – 120 cm. Středem přízemí byl veden průjezd do dvora (užívaný však pouze k průchodu pěších). Nad přízemím různé druhy kleneb (valené, křížové, české placka), nad 2. NP byl převážně povalový strop shora zakrytý náspem s půdními dlaždicemi (bez jakéhokoli zateplení), jen ve středu objektu v místě plánované hodinové nástavby a v jihozápadním rohu byly stropy zaklenuté.



Okna nepůvodní špaletová s dodatečně doplněnými vnějšími křídly v líci zdiva – mezi interiérem a exteriérem tak byly dvě dutiny vymezené třemi liniemi zasklení (!). Tento atypický stav vzniknul doplněním vnějších historií evokujících osmitabulkových oken před moderní dvoukřídla nečleněná z 20. století – proto byly parametry oken z celého obvodového pláště nejbližší současným normovým požadavkům.

Nad celým objektem byl původní valbový krov s krásnou – a dle předaného posudku i dobře zachovanou – konstrukcí ležatých a stojatých stolic, který byl proto od počátku uvažován jako cenný prvek uvažovaný k zachování a přiznání v interiéru.

Pod menší částí radnice bylo nízké nevyužívané podsklepení zaklenuté valenými klenbami, které jak se ukázalo, byly v minulosti pravděpodobně opravovány – přezdívány. Pro vysokou hladinu podzemní vody se o dalším intenzivnějším využívání sklepa neuvažovalo.

Zdivo neprokazovalo výraznější statické poruchy a zvýšená vlhkost přízemí byla dána relativně vysokou hladinou podzemní vody a absencí jakýchkoli hydroizolačních opatření. Vzhledem k tomu, jak velký vliv má vlhkost zdiva na tepelně-izolační vlastnosti, se předpokládalo výrazné zlepšení parametru zdiva po sanačních opatřeních.

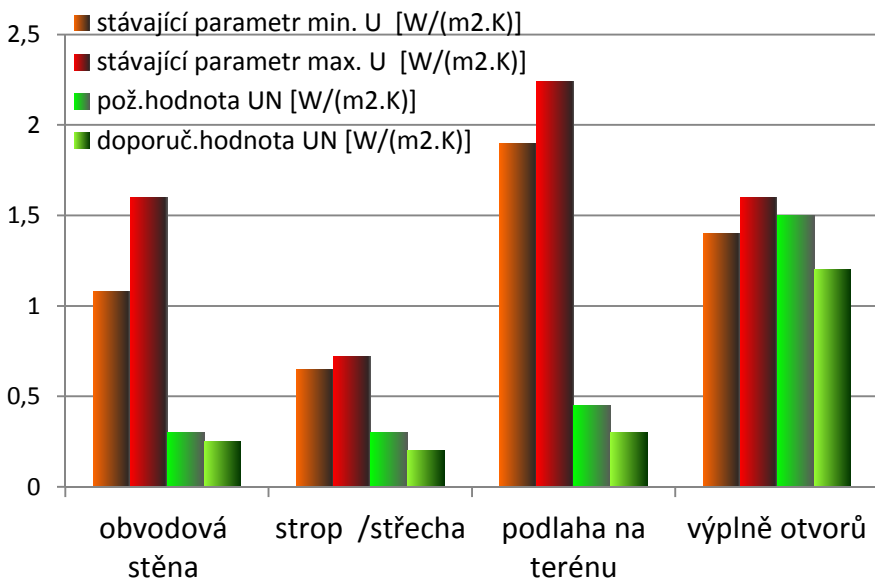




Radnice měla teplovodní vytápění s litinovými radiátory s mechanickou regulací v každé místnosti. Celý systém napojen na centrální zásobování teplem provozované ve městě soukromou společností. Centrální kotelna spaluje biomasu a cena za GJ byla poměrně příznivá – cca 410 Kč. Výměňíková stanice a kalorimetrické měření bylo umístěno v suterénním prostoru radnice. Dle požadavku zadavatele měl být tento způsob vytápění pro svou jednoduchost, environmentální příznivost a nízké provozní náklady zachován i do budoucna.

Energetické parametry objektu-parametry obvodového pláště dle ČSN 730540-2:2011

obvodová stěna	$U = 1,08-2,8 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$	Požadované $U_N = 0,30 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$
strop /střecha šikmá	$U = 0,65-0,72 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$	Požadované $U_N = 0,30 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$
podlaha na terénu	$U = 2,24-2,73 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$	Požadované $U_N = 0,45 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$
výplně otvorů	$U = 1,4-1,6 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$	Požadované $U_N = 1,5 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$



S výjimkou atypických oken byly vypočtené parametry tepelného prostupu obvodového pláště oproti minimálním normovým požadavkům 5 – 10x vyšší, proto se od počátku prací uvažovalo o jejich zásadním zlepšení.

Technicky snadno se zateplily podlahy a střecha, došlo k výměně oken. Pro charakteristickou fasádu s bohatou bosáží se však nenašla vhodná technologie, která by nepoškodila vzhled a zachovala tradiční štukované provedení. Koncepčně bylo tedy postupováno v souladu s platnou legislativou, kdy veškeré nové součásti obvodového pláště mají své tepelně-izolační vlastnosti na úrovni normou doporučených hodnot a původní konstrukce obvodových stěn tak mohly zůstat zachované ve svých parametrech. Alespoň dílčím zlepšením parametrů zdiva bylo důsledné užití tepelněizolačních omítek.

3. Navržené architektonicko-stavební řešení

Koncept realizovaného návrhu umístil veškerý provoz radnice do přízemí, v patře je knihovna (prakticky přes celé podlaží) a v podkroví vzniknul víceúčelový sál a klubovna pro městské spolky. Nově jsou všechna podlaží bezbariérově spojena výtahem vedeným ve středu trojramenného schodiště vycházejícího ze vstupní haly – bývalého průjezdu.

Exteriér zůstal prakticky nezměněn, stranu do náměstí oživuje prosklený střešní vikýř s hodinami (původně navržená varianta s výraznější vyšší věží působila dle mínění poroty

soutěže i místních občanů kontroverzně) a do dvora jsou ve střeše doplněna střešní okna přisvětlující podkrovní prostory.

Při rozvržení místností hrály prvořadou úlohu dispoziční požadavky a prostorové možnosti budovy, orientace ke světovým stranám nebyla výrazněji posuzována – kancelář starosty je proto na sever do náměstí, příslušenství do dvora (na jih), knihovna má okna ze severu i jihu.

Nad 2. NP je zcela nový strop, kde se původní povaly uložené na zdivu nahradily moderní celodřevěnou konstrukcí z kolíkových panelů (od společnosti Chytrý dům) podpíraných systémem lepených průvlaků a sloupů.

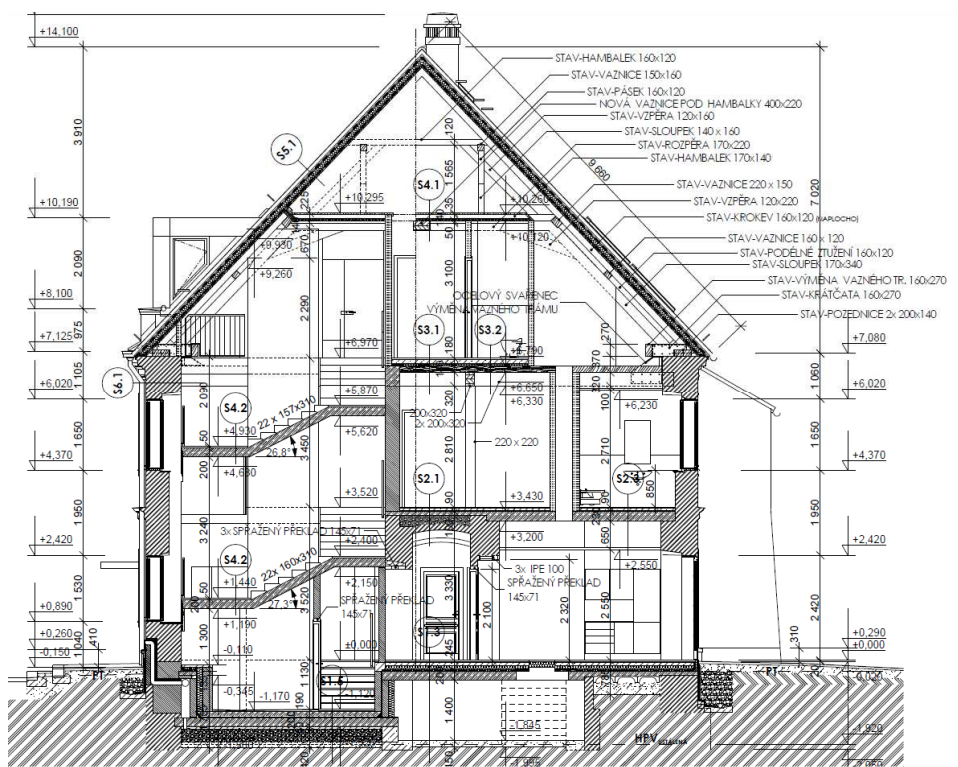


Krov byl na základě podrobnějšího průzkumu provedeného dodavatelem v průběhu stavby označen za nevyhovující a musel být nahrazen replikou. Původní koncept zateplení pomocí nadkrokevního systému z PIR desek však zůstal pro svou funkčnost zachován i po této změně projektu. Samozřejmostí pak byla náhrada střešních vlnovek taškovou krytinou – tradičními bobrovkami.



Do líce obvodových stěn byla vsazena špaletová okna (z exteriéru dvojsklo, v interiéru jednoduché sklo), vnitřní i vnější omítky byly provedeny v kombinaci jako sanační a tepelně-izolační – takto byla opravena i bosáž přízemí. Sokl s odvětrávaným kamenným obkladem zajistí účinné vysychání původní vlhkosti ze zdiva i jeho ochranu před srážkovou vodou.

Provedená sanace zdiva byla náročnou kombinací odvětrání podpodlahového prostoru s injektáží a plošnými izolacemi. Dané řešení účinně sníží vlhkost zdiva a v kombinaci s tepelně-izolačními omítkami dojde k žádanému zvýšení uživatelského komfortu ve všech místnostech radnice.



Výměník tepla napojený na CZT zůstal umístěn v suterénu, distribuce tepla převážně teplovodními tělesy a doplňkově podlahovým vytápěním u vstupu. Ohřev TUV (jejíž spotřeba je zcela minimální) je lokální v několika bojlerech u odběrných míst (umyvadel). Velmi nízká potřeba teplé užitkové vody ekonomicky vyloučila použití např. solárního systému, který by byl na historickém objektu i esteticky problematický.

Do druhé úrovně krovu byla vestavěna technologická místnost se dvěma aktivními VZT jednotkami značky Nilan a doplňkovým cirkulačním ohřevem (pro rychlé vytopení sálu v podkroví). Jedna jednotka obsluhuje prostory radnice a knihovny, kde je podobný provozní režim, druhá jednotka slouží pro větrání a teplovzdušné vytápění podkroví (společenský sál a klubovna). Obě jednotky jsou v provedení umožňující i letní chlazení. Nasávání větracího vzduchu je provedeno pomocí rozměrné atypické hlavice na střeše budovy, esteticky připodobněné k tradičnímu komínu.

Pečlivě bylo navrženo vzduchotěsné provedení všech detailů krovu ukládaného na sanované a zpevňované zdivo. To bylo poměrně složité, zejména s ohledem na reálný postup prací a

přísné požární požadavky, kladené na veřejnou budovu se spalnými stropy a příznaným krovem.

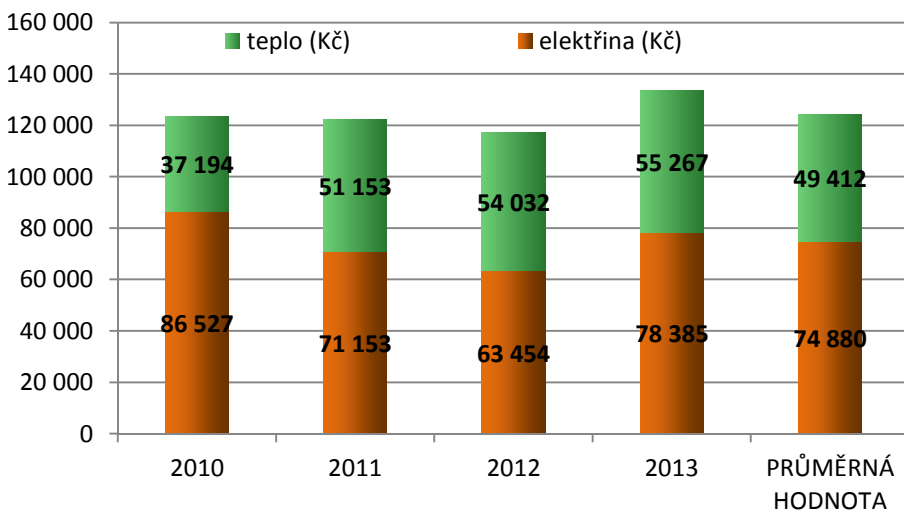


4. Energetická koncepce a provozní náklady

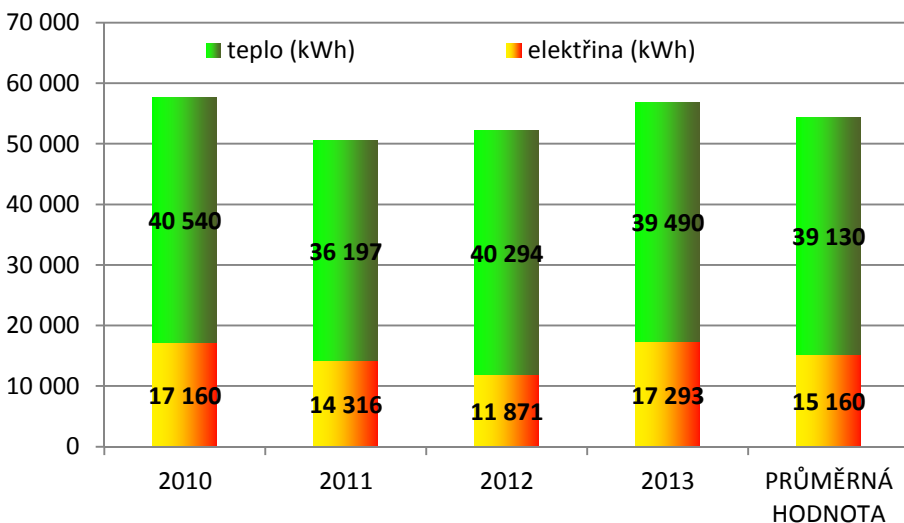
Jak vyplynulo už ze zadávacích podkladů, tak výdaje za energie nebyly pro město nejdůležitějším podnětem pro rekonstrukci, přesto však nemělo být toto hledisko opomenuto. Při zvažování efektivity navržených úsporných opatření bylo vycházeno ze stávajících provozně – ekonomických ukazatelů. Náklady i energetická potřeba byly pro porovnání následně přepočteny na užitnou a vztahnou plochu budovy a porovnávány s různými normovými požadavky.

Tabulka s provozními výdaji (absolutními i přepočtenými na užitnou plochu místností) ukazuje poměrně stabilní výši nákladů za roky 2010-2013. Překvapivě velký je ale rozdíl v jednotkových cenách za kWh/GJ tepla a elektřiny – u tepla to bylo meziročně až 35 %, u elektřiny okolo 15 %, což výsledné provozní náklady ovlivnilo více než kolísání vlastní spotřeba ve sledovaném období.

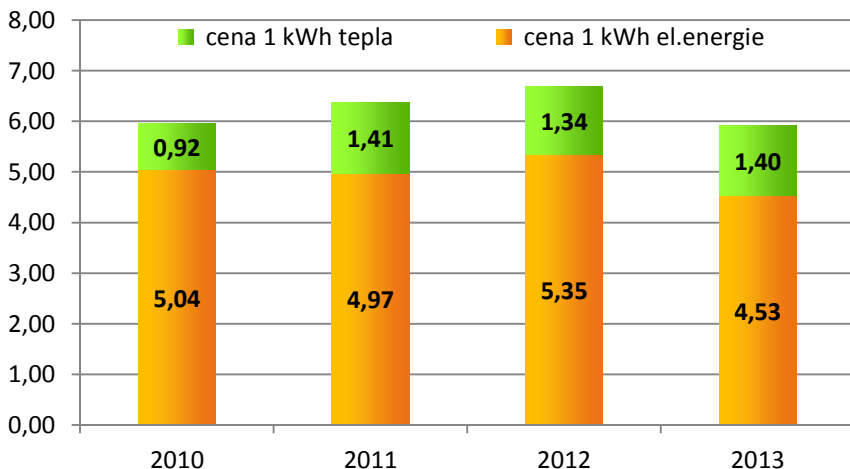
4.1. Roční náklady na energie:



4.2. Roční spotřeby energií:



4.3. Vliv ceny energií:



4.4. Měrná spotřeba energie a vliv provedených opatření

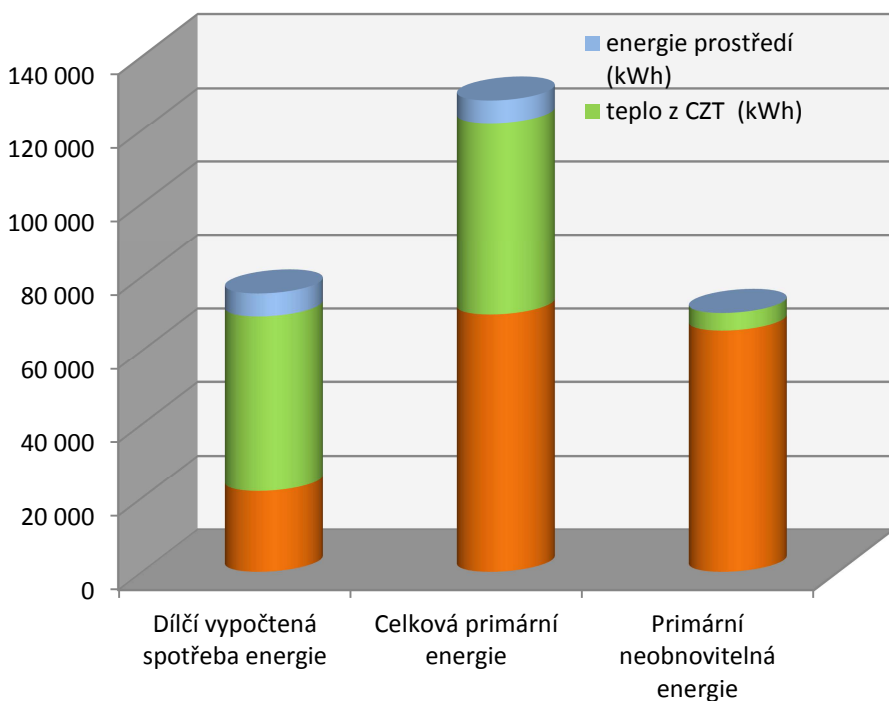
Užitná plocha původní radnice byla cca 415 m², energeticky vztažná plocha 677 m² – masivní zdivo představuje cca 40 % půdorysné plochy a to velmi zkresluje porovnání v přepočtu měrné spotřeby energie mezi užitnou a vztažnou plochou. Prostým vydělením průměrné spotřeby 39 130 kWh/rok vztažnou plochou vyjde cca **58 kWh/m²a**, což je překvapivě nízká hodnota, jen málo se lišící od požadavku na dnešní „nízkoenergetické“ domy a malákdoby ji u objektu starého 200 let před provedením úprav očekával. Společná hodnota pro teplo a veškerou el. energii pak představuje cca 80 kWh/m²a.

Provedením všech navržených opatření (zateplení střechy, odvlhčení zdiva, regulace otopné soustavy, nucené větrání s rekuperací atd.) se jednak zvýší uživatelský komfort, ale zároveň se dá objektivně předpokládat snížení celkové energetické spotřeby.

Soustředíme-li se na faktor využívání obnovitelné a neobnovitelné energie – o něž by nám mělo jít především – pak se i v budoucnu velmi pozitivně projevuje napojení na centrální zdroj tepla na biomasu. Zde se díky stanoveným přepočítacím koeficientům dostáváme k následujícím výpočtovým hodnotám:

Díličí vypočtená spotřeba energie	elektrina	21 810 kWh/rok
	soustava CZT (>80% biomasy)	47 430 kWh/rok
	energie okolí	6 176 kWh/rok

	CELKEM	75 416 kWh/rok
Celková primární energie	elektřina	69 763 kWh/rok
	soustava CZT (>80% biomasy)	52 173 kWh/rok
	energie okolí	6 176 kWh/rok
	CELKEM	128 142 kWh/rok
Neobnovitelná primární energie	elektřina	65 431 kWh/rok
	soustava CZT (>80% biomasy)	4 743 kWh/rok
	energie okolí	0 kWh/rok
	CELKEM	70 147 kWh/rok



Při aktuální vztažné ploše 1009 m², která vznikla novým využitím podkroví (nad částí půdorysu dokonce ve dvou úrovních) se potřeby energií snadno přepočítávají a hodnota měrné

neobnovitelné primární energie (uvedená rovněž v PENB) je cca 70 kWh/m² rok, takže splňuje kategorii B – velmi úsporná. To je u historické radnice, jejíž obvodový plášť nebylo možné dostatečně zateplit velmi dobrý výsledek, na němž se však výpočtově nejvýrazněji projevil „ekologický“ systém vytápění biomasou z CZT.

Lze tedy konstatovat, že tento způsob vytápění je environmentálně vhodným řešením pro všechny stávající stavby, které nemohou být z technicko-estetických důvodů plně přizpůsobeny současným požadavkům na energeticky úsporné budovy.

Porovnáme-li původní měrnou spotřebu tepla na vytápění (58 kWh/m²a) s velmi podrobně propočítanými projekčními předpoklady (47 kWh/m²a), pak je vzniklá úspora relativně nízká – představuje jen cca 20 % oproti reálnému původnímu stavu. Jde o poněkud překvapivý výsledek ve srovnání s náklady, které byly na důkladnou rekonstrukci vynaloženy a byly plně podřízeny splnění celé řady normových a legislativní požadavků (např. tepelné, hygienické, požární bezpečnostní atd.). S ohledem na údaje o spotřebě z předešlých let očekáváme hodnoty ještě o něco nižší, než jsou výpočtové, ale toto nám může potvrdit až monitoring údajů v budoucích letech.

V každém případě jsme získali díky pečlivým záznamům investora přehled o předešlých energeticko-ekonomických nárocích stavby. Dále máme projektovou dokumentaci přesně dokládající realizovaná opatření a z budoucí spotřeby energií půjde vyhodnotit skutečný dopad této rekonstrukce. Všechny tyto údaje by pak měly posloužit odborníkům z oborů energetiky, stavebnictví a legislativy při dalším zpřesňování metodiky a kalibraci používaných výpočtových modelů.

Na závěr ještě jeden přepočít dle ČSN 73 05 40-2, kde se stanovují mezi jinými i kritéria pro neobytné budovy blízké nulovému standardu (což se někdy mylně zaměňuje za „nulové“ domy).

Historický objekt radnice pochopitelně nesplnil hodnotou 0,469W/m²K⁻¹ kritérium průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} , ani hodnotu měrného potřeby tepla na vytápění, ale díky napojení na CZT spalující biomasu se nepřekročení hodnoty měrné primární energie stalo splnitelným limitem.

A lze tedy konstatovat, že tato 200 let stará stavba splnila jedno z důležitých kritérií, stanovených pro budovy blízké nulovému standardu.

Závaznost kritéria		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m²K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m²a)]	Měrná primární energie [kWh/(m²a)]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25 Bytové domy ≤ 0,35	Rodinné domy ≤ 20 Bytové domy ≤ 15	0	0
	Blízký nulovému			80	30
Neobytné budovy	Nulový	≤ 0,35	≤ 30	0	0
	Blízký nulovému			120	90

5. Literatura a podklady

- (1) Zadávací dokumentace Veřejné architektonické soutěže „Radnice a knihovna v Kardašově Řečici“ 2013, vč. fotografií
- (2) Studie, stavební část dokumentace pro stavební povolení a dokumentace pro provedení stavby, Atelier ŽIŠKA s.r.o., Ing. arch. Jakub Žiška, Ing. arch. Pavel Šmelhaus, 2013-2015
- (3) Projekt ústředního vytápění, Ing. Jan Kocourek 2014
- (4) Projekt vzduchotechnického zařízení, Ing. Kettner 2014
- (5) PENB Radnice a knihovna Kardašova Řečice, Ing. Robert Kůta, 16.1.2014
- (6) TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy. ÚNMZ, srpen 2010
- (7) ČSN 730540-2
- (8) Zák. 406/2000 a vyhl. 78/2013 Sb.
- (9) Vlastní fotodokumentace z průběhu stavby

Těžká cesta investora

Tomáš Kašpar, Luka Living rental apartments

Firemní vize : Tvoříme pěkné věci... bydlení „jinak“

Strategie: Ukázat lidem, jak mohou bydlet

Nájemní bydlení: i v nájemním bydlení se dá pěkně bydlet (dnes paneláky, vybavení Ikea, obývací s edačka po babičce... nebo v novém developerském projektu v poli).

Trendy:

- Chceme určovat trendy v nájemním bydlení.
- Chceme nabídnout klientům rozhodně více, než je dnes běžné a než oni sami očekávají a než si sami dovedou představit.
- Chceme postavit nízkoenergetické nájemní bydlení v Praze.
- Chceme být revoluční.

Hodně za středně: za přijatelné peníze v nadstandardu.

1. Cíl: Luka Living rental apartments

Luka Living je ojedinělý projekt v ČR, který nabízí spojení 215 nájemních bytů a tři podlaží obchodních ploch přímo na metru B, stanice Luka.

Vytváříme moderní nájemní bydlení s hotelovými službami, v plně vybavených bytech a nízkoenergetickém standardu, což je ve střední Evropě zcela unikátní myšlenka.

Nestavíme pouze byty, stavíme i celé okolí stanice metra Luka a obchodní centrum. V podstatě tvrdíme, že novým komplexem změníme život v lokalitě.

Projekt je jedinečný, přímo revoluční. Samotná myšlenka dlouhodobého nájemního bydlení s hotelovými službami takového rozsahu, jako je Luka Living, je ojedinělá. A navíc: kde najdete byt, do kterého si dojdete z metra suchou nohou? Kde si jen tak v „bačkorách“ nakoupíte v obchodním centru skoro všechno, co Vás napadne a co potřebujete? Zajdete do restaurace, fitka, wellness? Kam můžete přijít jen tak s taškou, protože byty jsou plně vybavené, včetně TV, myčky, pračky, sušičky, sedačky, ložnice nebo třeba nádobí? Kde najdete v nájemním bydlení recepci s ostrahou? Kde se na své televizi můžete podívat, jak jste na tom se spotřebou energie? A můžete si být jisti, že na tom budete určitě dobře, minimálně ve

srovnání s jinými projekty, protože bydlíte v nízkoenergetickém standardu A, s rekuperací, nadstandardními izolacemi a shozem tříděného odpadu přímo na Vašem patře. Nemusíte sjíždět ani k popelnicím...

2. Těžká cesta investora

Projekt ve výstavbě, dokončení září 2017. Na optimalizace a kontrolu kvality se podílel tým odborníků ve spolupráci s Centrem pasivního domu, energetický standard dle PENB „A“, mimořádně úsporný, v bytové části nejlepší hodnoty na trhu dle PHPP v kategorii bytových domů. Důraz na kvalitní zateplení a těsnost obálky, okna s trojskly, potlačení tepelných mostů, řízené větrání s lokálními VZT jednotkami s rekuperací tepla, rekuperace odpadních vod, tříděný shoz odpadu, aplikace pokročilých tepelných izolací VIP panelů, zamezení přehřívání, využití OZE – jako hlavní zdroj energie CZT.

Skladby obvodových konstrukcí jsou navrženy na úrovni doporučených a převážně i pasivních součinitelů prostupu tepla s důrazem na správné řešení detailů např. fasáda je řešena teplenou izolací tl. 240 mm z minerální vaty, přerušení tepelného mostu v úrovni balkónů řešeno pomocí isonosníků a v místě boxů pro žaluzií řešení pomocí vakuové izolace. Zateplený strop garáží (nevytápěný prostor) je řešeno z desek z minerální izolace tl. 200 mm, na střechy jsou použity polystyrenové desky.

Stěny vč. zdiva řešeny z materiálů s vysokými akumulačními schopnostmi (železobeton a vápenopískové zdivo) .

Okenní výplně jsou plastové s izolačním trojsklem, předsazené před nosnou kci s $U_{w,max} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stejný parametr splňují také hliníkové prosklené fasády.

Zelená střecha je navržena s retencí vody 70 – 95 procent.

V bytové části objektu je navržena rekuperace řešená pomocí lokálních rekuperačních jednotek pro jednotlivé byty s účinnostmi min. 75 procent, také vzduchotechnické jednotky komerčních prostor jsou navrženy s rekuperací.

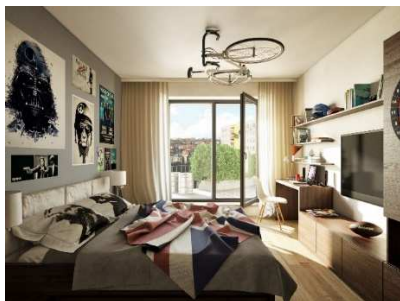
Vytápění objektu je řešeno přes CZT pomocí bytových stanic pro minimalizaci tepelných ztrát v rozvodech.

V rámci rozvodů zdravotnické techniky je objekt vybaven rekuperačními výměníky v rámci bytových jednotek a rekuperační výměník, jež efektivně využívá teplo z odpadní vody z vybraných provozů.

Osvětlení v celém objektu je řešeno pomocí led světel.

3. Závěr

Přesvědčit architekty, projektanty, ale často i naše „okolí“ o naplnění naší vize bylo a stále je náročným úkolem. Někdy z důvodu neznalostí, jindy z nedůvěry nebo z důvodu až přílišné odlišnosti. Nicméně naplnit si vizi je to nejlepší, co se vám může v podnikání stát.



Příklad: úprava výplní

Architektonická soutěž (1.obrázek)

Skutečná realizace po optimalizaci na nízkoenergetický standard (obrázek 2 a 3)



Luka Living – zkušenosti z optimalizace bytového domu

Ing. Michal Čejka, PORSENNA o.p.s.

Michalská 18/12a, 140 00 Praha 4 – Michle, 736 767 344, cejka@porsenna.cz

1. Proces optimalizace

Optimalizace projektu je proces, jehož úkolem je zajistit hospodárné využití finančních prostředků investora a maximalizovat jeho užitek, neboli s přiměřenou výši útraty / investice pokrýt maximum potřeb investora.

Aby mohl být projekt řízen hospodárně a v průběhu jeho návrhu učiněny zásadní rozhodnutí, musí mít investor k dispozici dostatečné množství relevantních informací o potenciálu a možnostech řešení. Tyto informace mu poskytnou optimalizační proces, hledající nejefektivnější způsob návrhu.

1.1. Kontrola kvality

Výhodou optimalizačního procesu může být i pozice oponenta projektu, který vede diskusi s architektem, projektantem a jednotlivými profesemi o vhodnosti jejich návrhu. Konzultant zajišťující optimalizaci projektu se tak stává odborným zástupcem investora, kterému předkládá nezávislé a ucelené informace, tolik potřebné k řízení kontroli kvality projektu.

Aby byl správně nastaven proces optimalizace, a oponentního posouzení je vhodné, aby objednatelem služeb konzultanta byl přímo investor. V případech, kdy je objednatelem služeb dodavatel projektu, nelze ze strany oponenta zajistit nezávislost vůči investorovi, se kterým nemá smluvní vztah. V tomto případě pak konzultant chrání zájmy objednatele (dodavatele) proti investorovi.

Jsou-li součástí smluvního vztahu kvalitativní požadavky na projekt a stavbu samotnou, pak musí být kontrola plnění těchto požadavků zajištěna osobou nezávislou na dodavateli projektu. V případě energetické náročnosti to znamená, že energetické hodnocení projektu (např. průkaz energetické náročnosti budovy, vyhodnocení plnění požadavků investora) nesmí zpracovávat dodavatel projektu, ale zástupce investora.

Kladné stanovisko stavebního úřadu není možné považovat za ověření kvality projektové dokumentace, protože stavební úřad k tomuto nemá potřebnou odbornost. Státní energetická inspekce má za povinnost zkontrolovat pouze soulad průkazu energetické náročnosti

budovy s platnými legislativními dokumenty, nikoliv odbornou stránku použitým vstupních údajů.

2. Luka living

V rámci projektu Luka living byl vytvořen oponentní tým, který se účastnil přípravy projektové dokumentace pro provedení stavby a chránil zájmy investora ve věci dosažení plnění požadavků na energetickou náročnost budovy a kvalitativní úroveň jejího provedení. Díky zařazení procesu optimalizace a oponenta až v úrovni dokumentace provedení stavby docházelo k tvorbě silných třecích ploch mezi dodavatelem a oponentním týmem.

2.1. Jak optimalizace začala

Požadavkem investora z pohledu energetické náročnosti budovy bylo dosažení kategorizace v úrovni A na celkové dodané energii, deklarované průkazem energetické náročnosti budovy. Průkaz energetické náročnosti budovy zpracovaný v úrovni projektu pro stavební povolení této kategorizaci odpovídal. Přesto investor přizval zkušeného konzultanta, který se měl na jeho straně do projektu zapojit. Předběžnou analýzou projektu byly vzneseny pochybnosti o souladu návrhu s desaterem návrhu pasivních budov a odborné kvalitě zpracovaného energetického vyhodnocení. Podrobná analýza prokázala prvotní předpoklady a nesplnění požadavků investorem požadované kategorizace na úrovni A.

Požadavek na kategorizaci dle PENB se ukázal jako stěžejní bod, kterým bylo možné dodavatele projektu tlačit k potřebným úpravám projektu.

V rámci optimalizace bylo zpracováno podrobné hodnocení zohledňující reálný návrh a předpokládaný budoucí provoz tak, aby na základě funkčního modelu bylo možné správně analyzovat slabé a silné stránky projektu a navrhnout opatření, které budovu přiblíží energeticky pasivnímu standardu, kategorizují ji na úrovni A a umožní splnění podmínky připravovaného programu Nová zelená úsporám v oblasti novostaveb bytových domů.

2.2. Silné a slabé stránky

Jako slabá stránka se ukázala složitost návrhu s ohledem na vzájemné propojení jednotlivých zón a jejich návazností na temperované či nevytápěné prostory. Tento koncepční nedostatek nebylo již možné napravit jinak než technickými opatření zajišťujícími plnění závazných požadavků na tepelnou ochranu. Vnikla tak celá řada rizikových a velmi složitých detailů, které musejí být při realizaci individuálně kontrolovány. Návrh a optimalizace těchto detailů se ukázala jako velmi náročná disciplína pro všechny zúčastněné.

Silnou stránkou objektu byla jeho velikost a kompaktnost, která umožňovala plnění přísných požadavků na energetickou náročnost i v případě větší architektonické volnosti ztvárnění. Tepelně izolační úroveň obálky u takových objektů nehraje hlavní roli a je možné se držet i nad horní hranicí hodnot součinitelů prostupu tepla doporučených pro pasivní domy. Na celkové energetické bilanci se tak méně projevila i nízká kvalita navržených detailů. Přesto byly detaily pečlivě optimalizovány. Jako zásadní se ukázalo optimalizovat detail napojení balkonů a ozdobných prstenců tvořících podstatu architektonického návrhu. Celková délka ISO-nosníků přesahovala 2 km. Cílem bylo eliminovat jejich délku a zajistit kvalitu provedení.

Koncept větrání bytové části objektu byl upraven tak, aby bylo v jednotlivých bytech realizováno řízené větrání s rekuperací tepla. Tepelná ztráta větráním u takto kompaktního objektu se i v případě instalace centrálních bytových jednotek s protiproudým výměníkem podílí na celkových ztrátách 30 % (u pasivního rodinného domu se podíl pohybuje do 10 %).

2.3. Kategorizace A-A

Abychom u takto kompaktního objektu docílili kategorizace A v průkazu energetické náročnosti budovy, bylo nutné řešit energetický koncept komplexně a upravit i koncept přípravy teplé vody, návrh osvětlení a spotřebu pomocných energií.

Spotřeba energie na vytápění referenční budovy, od které se kategorizace odvíjí, tvořila jen 50 % celkové spotřeby energie. Budeme-li chtít dosáhnout kategorie A (odpovídá 50% hodnoty referenční budovy), musíme dosáhnout i velmi nízké spotřeby energie v ostatních dílčích spotřebách.

Druhou nejvýznamnější spotřebou je spotřeba energie na přípravu teplé vody. V rámci návrhu tedy byla navržena optimalizace spočívající v její decentrální přípravě bytovými předávacími stanicemi, čímž došlo ke snížení ztrát rozvodů a odstranění energeticky náročné cirkulace teplé vody. V rámci konceptu byl navržen i systém rekuperace tepla z odpadní vody a instalace úsporných výtokových baterií.

Optimalizace osvětlovací soustavy představovala úpravu řízení osvětlení garážových prostor a návrh úsporných svítidel do bytové části budovy.

Snížení spotřeby energie na chlazení bylo dosaženo požadavkem na instalaci vnějších stínících prvků.

3. Závěr

Jako stěžejní prostředek investora pro zajištění plnění požadavků na energetickou náročnost je správné nastavení „pravidel hry“ již úrovni architektonické soutěže. Podmínky pro energie-

tickou náročnost by měly být nastaveny zkušeným konzultantem tak, aby zajistili plnění požadavků investora v průběhu celé realizace záměru.

Správným okamžikem zapojení oponentního týmu je návrh ideového konceptu budovy (studie). Zde lze správným výběrem vítězného návrhu a následnou vzájemnou diskusí zajistit hospodárnost projektu a nastartovat proces společné tvorby, čímž nejsou významně narušeny vzájemné vztahy dodavatele a oponenta.

Samotná optimalizace je odbornou diskusí nad koncepčním návrhem a širokou škálou technických opatření, které je možné na objektu realizovat. Odborná diskuse vedená v průběhu optimalizace je právě tím cenným procesem, který v dnešním konkurenčním prostředí a době soutěží na cenu téměř vymizel. Zajistí tak investorovi správně řídit kontrolu kvality již od prvních tahů tužkou.

Komplexní renovace řadového domu ze 30.let minulého století v památkově chráněné lokalitě do pasivního standardu

Martin Augustin, SUNFLYER
tel.: 602 147 442, agtin@email.cz

1. Autoři projektu

Ing. arch. Martin Augustin, Ph.D.; Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.

2. Východiska a zadání projektu

Řadový městský dům byl postaven ve druhé polovině třicátých let. Je součástí obytné zástavby v Praze, která vznikala jako soubor unifikovaných a poměrně drobných objektů s vlastními malými zahradami, které byly stavebním podnikatelem prodávány ještě před výstavbou koncovým majitelům. Jednotlivé domy prošly v průběhu desetiletí nejrůznějšími úpravami, ale celkově jednotný ráz území je ještě ve velké míře zachován.



Stav objektu před renovací v roce 2010

V roce 2009 jeden z domů, který od doby svého vzniku prošel jen malými změnami, zakoupili noví majitelé s úmyslem adaptovat ho pro bydlení pětičlenné rodiny s nároky odpovídající současné době. Původní záměr provést pouze nejnutnější opravy, drobné úpravy dispozice a základní opatření pro snížení provozní náročnosti se postupně po diskuzích s architekty a odhalení špatného technického stavu posunul k náročnějšímu cíli: celý objekt komplexně renovovat s cílem dosáhnout zásadního zlepšení provozních a dispozičních vad, co možná nejlepšího vnitřního prostředí a vlastností energeticky pasivního domu.

Jednou z celé řady podmínek stavebního povolení pak bylo, s ohledem na památkovou hodnotu celého okrsku, zachovat beze změny vnější objem hmoty domu a až na malé výjimky také členění fasád včetně výškových kót.

Byl proveden podrobný průzkum zahrnující sondy do konstrukcí a odkrytí některých skladeb a na tomto základě byly stanoveny konkrétní cíle a limity projektu:

- zachování vnější hmoty a členění fasád objektu s ohledem na lokalitu
- využití převážné části autentických stavebních konstrukcí objektu
- úpravy nebo náhrada nevyhovujících a zhavarovaných částí konstrukce
- úpravy konstrukcí s ohledem na kvalitu vnitřního prostředí (prostorový komfort a provozní vazby v interiéru, tepelná pohoda, větrání, úroveň přirozeného osvětlení, akustické vlastnosti)
- redukce energ.spotřeby a emisí CO₂ alespoň o 90 %
- snížení relativní průvzdušnosti obálky alespoň o 90 %
- využití solární energie, dešťových vod, aplikace vegetační střechy
- v designu interiéru využít alespoň zčásti inspirace z období vzniku

Jednotlivé oblasti mohou být při konkrétním návrhu vzájemně provázány a ovlivňují jedna druhou. Zvláště při takto malých rozměrech objektu, stísněných podmínkách interiéru a omezené stavební situaci v kontaktu se sousedními objekty běžně docházelo k tomu, že nové stavební řešení v návaznosti na původní konstrukce hledalo rovnováhu mezi přísnými požadavky tepelné techniky pasivního standardu, které měly vliv na statický koncept, jenž byl zase ovlivněn konceptem vzduchotěsnosti a to vše v mezích architektonických a provozních požadavků. Tento stav, který nastává vlastně u každé stavby, byl zde ale významně zdůrazněn a přinesl nutnost skutečně integrovaného navrhování. Přesto, jak to bývá v podobných případech běžné, byly v průběhu celé realizace stavby odhalovány nové poznatky o původním objektu, které byly někdy v rozporu se zachovanými podklady i prvotně zjištěnými informacemi a bylo nutno na ně reagovat úpravami projektu.

Dům byl v době vzniku postaven za použití co nejlevnějších materiálů a technologických postupů. Na původní nosné zdivo byly použity plné cihly a částečně historické lehčené dutinové tvárnice „Jestavky“, z kterých byly vystavěny i příčky a štítové stěny o velmi špatné kvalitě zdění. Stropy byly provedeny ze železobetonu (nad suterénem a nad částí 2.NP) nebo byly dřevěné trámové se záklopem (ve zbylých traktech).

3. Architektonický a dispoziční koncept



Původní zdivo z dutinových tvárnic

Architektonická opatření se zaměřila v rámci podmínek stavebního povolení na revitalizaci fasád včetně nových detailů v exteriéru, úpravy stísněné dispozice (šířkový modul řadové sekce je pouze 5 m), scelení fragmentovaných malých prostorů, doplnění prostor hygienického a technického příslušenství, nové komunikační a prostorové vazby suterénu, 1.NP a zahrady a na kvalitu designu soudobého interiéru.

4. Statický a konstrukční koncept

Bylo zachováno kvalitní zdivo z plných cihel, vyhovující ŽB konstrukce vce

tně stropu suterénu a většiny dřevěných trámových stropů. Nahrazeny byly nevyhovující stropní konstrukce jako například druhotně přetížený ŽB strop nad částí 2.NP a trámový strop nad jedním traktem v 1.NP, jehož původní trámy byly ale použity pro posílení zbylých trámových stropů. Toto bylo umožněno unifikovanými rozměry jednotlivých původních traktů. Nevyhovující svislé konstrukce z lehčeného zdiva byly nově provedeny z VPC tvarovek. Do zdiva objektu byly integrovány některé ztužující konstrukce - nové ŽB věnce, prahy, překlady a vzhledem k různým podmínkám a konceptu vzduchotěsnosti bylo nutno využívat kombinované provazování rohů na příponky nebo na tradiční vazbu. Zastřešení bylo provedeno zcela nové z KVH krokví podepřených středovým průvlakem s vyvěšenými latěmi na OSB příložkách vymezujícími komory pro tepelnou izolaci a rovinu vzduchotěsnosti. Zcela nové je schodiště ve 3.NP tvořené visutými jednostranně vetknutými konzolami.



Původní trámové stropy vetknuté do zdiva

5. Tepelně technická opatření

Při návrhu tepelnětechnických opatření bylo zásadním rozhodnutím začlenění suterénu do vytápěné obálky. Vznikla jedna tepelná zóna a tak se eliminovala celá řada obtížně řešitelných nebo neřešitelných detailů především u schodiště do suterénu. Dalším zásadním krokem bylo termické oddělení řadové sekce od sousedů za pomoci vložené vrstvy EPS grafit do styku sekcí, čímž došlo ke scelení tepelně izolační obálky a vyřešení problému tepelného mostu ve styku sekcí u fasády. Na svislý plášť byl navržen ETICS (30cm EPS grafit a XPS) - u starého cihelného zdiva na lepící kotvy a u nového vápenopískového zdiva bez kotev. V suterénu je nově vnitřní izolace z kalciumsilikátu a na terénu je vzhledem k omezené podchodné výšce jako kompromis mezi výkonem a dosažitelnou cenou použita izolace PIR. Šikmá střecha je řešena jako difúzně otevřený větráný dvouplášť s komorami vyplněnými foukanou celulózou, kde jsou exponované detaily izolované MV s lambdou 0,032. Režim nové jednopláštové střechy nad původní malou terasou izolovanou masivní vrstvou EPS je vylepšen aplikací vegetační střechy. Kompletně byly vyměněny výplně otvorů a použity nové moderní profily v pasivním standardu typu Smartwin. Vzhledem k rozdílným situacím v renovované stavbě byly použity 3 varianty osazení - předsazené, polopředsazené s vazbou

na vnitřní vzduchotěsnící vrstvu a polopředsazené s vazbou na vnější vzduchotěsnící vrstvu. Tento různorodost není u tak malé stavby obvyklá. Byly minimalizovány tepelné vazby a mosty pomocí posílení některých nároží vloženými bloky EPS, a u základové spáry vložením tvarovek ISO-kimm pod schodiště a vnitřní stěny suterénu. Na řadě detailů obálky budovy byly použity prvky a materiály eliminující tepelné mosty (kotvy Dosteba, tvrzený polystyren CF, purenit, aerogel, kompozitové profily).



Termická separace od sousedních sekcí

6. Vzduchotěsnící opatření



Dočasně odbourané styky stěn a protahování vzduchotěsnící vrstvy na nových VPC blocích

Koncept vzduchotěsnících opatření se musel vyrovnat s řadou nástrah. Především šlo o vliv stropních trámů vetknutých do původního zdiva, nehomogenní zdivo z dutinových tvarovek, staré zděné komínové těleso a původní výplně otvorů. Výsledkem měření relativní neprůvzdušnosti před zahájením renovace byla hodnota $n_{50} = 6,06$. Kromě nových výplní otvorů byla jako svislá hlavní vzduchotěsnící vrstva použita nová celoplošně vyztužená omítka a to částečně na vnitřním a částečně na vnějším líci nosné vrstvy zdiva podle situace tak, aby byl vytvořen potřebný bypass zhlaví původních trámů.

Jako spojky mezi vnitřním a vnějším lícem byl pak používán ztuhněný beton nových ztužujících konstrukcí ve zdivu nebo byla protahována omítková vzduchotěsnící vrstva přes dočasně odstraněné styky stěn a stropů v koutech v půdorysu i po výšce tak, aby byla úplně spojitá. Takto mohly být též zcela odseparovány problematické ponechané původní příčky i staré komínové těleso, které tak mohlo být bez obav využito pro mnoho nových tras svislých instalací.

Toto propojování vzduchotěsnící vrstvy v koutech a nárožích muselo být včetně konkrétních rozhodnutí o vnitřním nebo vnějším vedení vzduchotěsnící vrstvy v souladu s požadavky na prostorovou tuhost budovy a proto bylo nutno podle situace kombinovat výše zmíněné provazování na vazbu nebo příponky. Vzduchotěsnící vrstva v rovině střechy byla provedena standardně prostřednictvím protmelených a přelepovaných OSB desek a v suterénu novou asfaltovou hydroizolací proti zemní vlhkosti. Styky jednotlivých materiálů s prostupy byly samozřejmě opatřovány k tomu určenými páskami a dilatačně nebo mechanicky namáhaná místa byla pojišťována trvale pružnou vzduchotěsnou stěrkou. Elektroinstalace u vzduchotěsnící roviny byly nově prováděny i v původním zdivu v omítaných drážkách do maltového nebo tmeleného lože. Určitou raritou je použití vzduchotěsného průlezu pro kocoura směrem do zahrady. Výsledná neprůvzdušnost při Blowerdoor testu „A“ byla naměřena v hodnotě $n_{50} = 0,48$ a jde tedy více než o dvanáctinásobné zlepšení oproti původnímu stavu. Dodava-

tel stavby vzhledem k celkem příznivému výsledku kontrolního Blowerdoor testu „B“ v hodnotě $n_{50} = 0,65$ z důvodu vlastního sebeuspokojení a v rozporu s pokyny autorského dozoru bohužel neodstranil některé identifikované a snadno opravitelné průniky vzduchu a výsledek tak mohl být ještě lepší. Přesto je možné považovat dosažený stav neprůvzdušnosti u komplikovaného objektu s podílem konstrukcí starých téměř 80 let za velký úspěch a v porovnání s publikovanými zahraničními příklady realizací podobného charakteru se řadí na nejvyšší příčky.

7. Vnitřní prostředí budovy a koncept TZB

Návrh se podrobně zabýval tepelnou stabilitou objektu v návaznosti na efektivitu vytápění a chlazení. Novým zdrojem tepla pro vytápění a ohřev vody je malý plynový kotel (topná zátěž objektu po renovaci pouze cca 2kW), pro který byla pro zjednodušení využita původní plynová přípojka. Nová akumulární nádoba o objemu 500 l může být také dohřívána doplňkovým zdrojem PV instalace na střeše, jehož využití je navrženo v hierarchii preferencí 1/ okamžitá spotřeba silové elektřiny v domě, 2/ dohřev vody v akumulární nádobě, 3/dobíjení domácí akumulátorové větve. Původní litinová tělesa pod okny byla nahrazena stěnovým, resp. podlahovým vytápěním a provedeny nové rozvody ÚT. Kvůli eliminaci letního přehřívání a zvýšení tepelné stability objektu byly nově použity materiály se schopností akumulace tepla (těžké plovoucí podlahy, jílové omítky, VPC zdivo) a zajištěno vnější stínění oken žaluziemi integrovanými v nadpražních fasádních boxech. Navrženo bylo letní pasivní dochlazování pomocí cirkulace média v systému s využitím potenciálu podloží (samostatná větev vně izolované obálky pod suterénem) pro vyrovnávání přirozené tendence stratifikace teplot ve výškově členěném čtyřpodlažním objektu s volným schodišťovým prostorem.

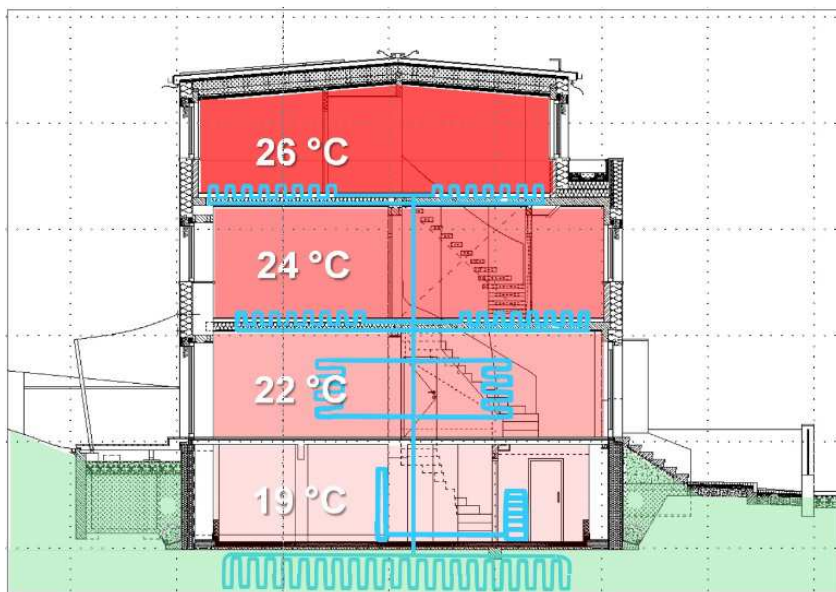


Schéma nového systému vytápění a dochlazování v řezu objektem po renovaci s přehledem přirozené stratifikace teplot po podlažích v letním období před renovací

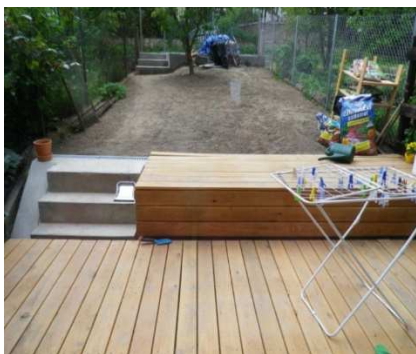


Svislé trasování nových instalací před zaklopením a minimalizovaný vodorovný rozvod VZT

Do objektu bylo samozřejmě nutno implementovat systém řízeného větrání. Větrací jednotka s rekuperací tepla o vysoké účinnosti a možností osazení entalpickeho výměníku byla umístěna do suterénu blízko fasády do prostoru bývalého skládku na uhlí. Z tohoto důvodu byla vzhledem k omezené světlé výšce suterénu snižována úroveň původní podlahy celého suterénu. Rozvody VZT jsou z potrubí Spiro a mají minimalizovanou délku horizontálních tras na nejmenší možnou míru.

K tomu dopomáhá dílčí kaskádové uspořádání systému. Velká část rozvodů je integrována včetně výustek v nově vestavěném nábytku. Vnější prostupy jsou v úrovni soklu a svislé rozvody využívají v zásadě původní trasy vnitřních instalací, jež byly všechny prováděny také zcela nově a navíc kromě vzduchotechnického potrubí jsou ještě nově doplněny shozem na prádlo. Proto bylo nutné veškeré rozvody vnitřních instalací pečlivě koordinovat v průběhu projektování i výstavby. Regulace čidly CO₂ v ložnicích je kombinována ovládáním prostřednictvím TFT displeje v obytném prostoru a spínači VZT v koupelnách a kuchyni.

V konceptu TZB nelze opomenout využívání dešťových vod prostřednictvím akumulační nádrže, která byla osazena do nově vzniklého prostoru, kde byl odstraněn původní terén, vytvořeny opěrné zdi s novým vstupem a schodištěm do suterénu, osazena zahradní terasa a odhalena původní suterénní zeď. Tento prostor nyní zároveň slouží jako zahradní skládek a také jako opatření proti zemní vlhkosti, které umožňuje postupné vysychání původně velmi promáčeného zdiva v části suterénu.



U problematiky vnitřního prostředí budovy byla velká pozornost věnována akustickým opatřením a zlepšení úrovně vnitřního přirozeného osvětlení a tím kromě zvýšení bezpečnosti a komfortu užívání také snížení energetické a finanční náročnosti při provozu umělého osvětlení. Akustické poměry ve vztahu k vnějšímu prostředí byly zásadně zlepšeny osazením okenních výplní v pasivním standardu a náhradou lehčených keramických tvarovek vápenopiskovým zdivem.

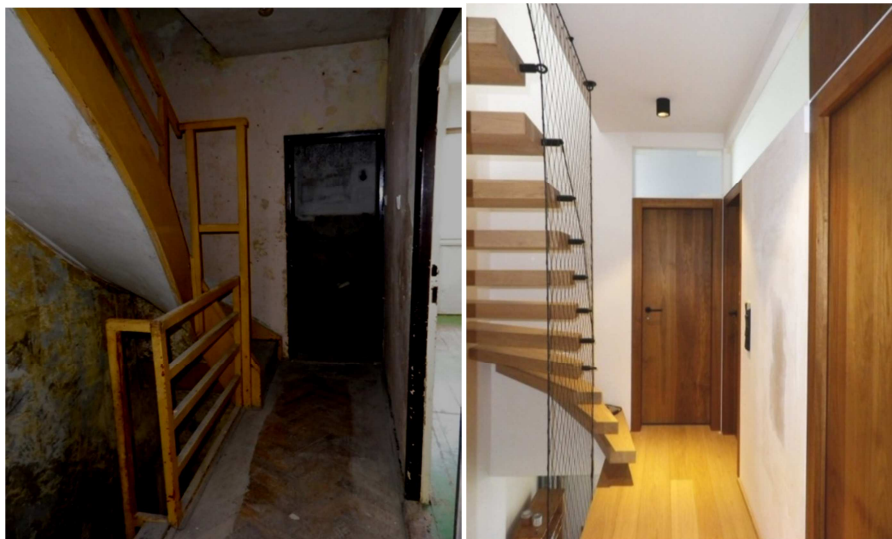
Nová skladba stěny na styku se sousedy

Termická separace od sousedních řadových sekcí šla ruku v ruce s akustickým oddělením, kde místo vylehčené keramické konstrukce štítových zdí vznikl těžký sendvič, kde po prvních zkušenostech z užívání je možné říci, že došlo k naprosté změně a k dokonalé ochraně z hlediska kročejové i vzduchové neprůzvučnosti. Přitížení posílených trámových stropů novými těžkými plovoucími podlahami a nové ŽB stropy zásadně zlepšilo akustické poměry i v rámci samotného objektu.

Zvýšení vnitřní hladiny přirozeného osvětlení bylo dosaženo jednak použitím výplní s minimalizovanými šířkami ráků nejnovější generace, které jsou výhodné nejen z hlediska energetických solárních zisků, ale také z hlediska vysoké míry prostupu viditelné části spektra. Kromě toho svou konstrukcí umožnily, při zachování předepsaného původního vnějšího rozměru okenního otvoru, vnitřní rozměr otvoru zvětšit o 20cm ve svislém i vodorovném směru, zmenšit tak také výšku překladu a získat o desítky procent více světla procházejícího do interiéru v porovnání s předchozím stavem. Další opatření pak pomáhají k tomu, aby bylo získané světlo propuštěno dále do nitra budovy. Jedná se především o změny dispozice, kdy původně oddělený vnitřní schodišťový prostor byl buď zcela spojen se sousedními osvětlenými prostory zrušením dělících příček, nebo byly v dělících příčkách osazeny průběžné nadsvětlíky s bezrámovým zasklením. Dveřní otvory byly zvýšeny pod strop a také opatřeny bezrámovým nadsvětlíkem. Volné průchody v nosných stěnách byly rozšířeny a zvýšeny. Prostor schodiště není oddělen od podest zábradlím, ale subtilní ocelovou sítí, která netvoří pro světlo téměř žádnou překážku. Významnou pomocí pro horní přisvětlení schodišťového prostoru je také nové nejhorejší schodišťové rameno, kde původní celistvou truhlářskou konstrukci s trámkovým zábradlím nahradily poměrně subtilní žiletky samostatně vykonzoloovaných stupňů, které mezi sebou propouštějí světlo do spodních podlaží.



Okenní výplně osazené u sousední sekce v minulém desetiletí (vlevo) v porovnání s výplněmi nejnovější generace použitými u renovovaného objektu (vpravo)



Porovnání jádra dispozice před a po renovaci

8. Bilance projektu

Po několikaleté přípravě probíhala realizace stavby 15 měsíců při intenzivním autorském dozoru. Základních cílů stanovených na počátku se při projektu a realizaci podařilo dosáhnout s následujícími výsledky:

Potřeba tepla na vytápění - zlepšení o 94,3 % oproti původnímu stavu

původní stav 210 kWh/(m²a) (dle PENB)

nový stav 11 kWh/(m²a) (dle PENB) 12 kWh/(m²a) (dle PHPP)

Potřeba primární energie po renovaci 90 kWh/(m²a) (dle PHPP)

Relativní neprůvzdušnost - zlepšení o 92,1 % oproti původnímu stavu

původní stav - $n_{50} = 6,06$ ($q_{50} = 6,4$ m³/hod/m²)

nový stav - $n_{50} = 0,48$ ($q_{50} = 0,48$ m³/hod/m²)

9. Společenské souvislosti



Stav objektu po renovaci v roce 2016

V době zadání projektu v roce 2009 se téma energeticky pasivní výstavby v České Republice spojovalo téměř výhradně s novostavbami a dosažení definovaných parametrů pasivního domu u starších objektů se nepovažovalo za příliš reálné. Architekti po svých pozitivních zkušenostech ze zahraničí podporovali v souladu se stavebníky záměr komplexní renovace více než obvyklé úpravy starších staveb spočívající v takzvaném zateplení a úpravě vnitřních povrchů s drobnými dispozičními změnami. Projektová příprava tak postupovala tímto ambicióznějším směrem.

Realita v našem prostředí ale byla poněkud odlišná a tak od přípravy stavby, přes její projednání, prosazení k úspěšné realizaci uběhlo téměř sedm let. V průběhu doby došlo zásadnímu posunu v obecném vnímání této problematiky a obnova starých staveb do co nejlepšího energetického standardu se stala jedním z hlavních témat ve stavebnictví ve vyspělé Evropě a čím dál tím více se prosazuje také u nás.

Pokud by naše společnost byla schopna pružněji reagovat na aktuální vývoj tohoto oboru v zahraničí nebo dokonce měla za cíl být v kontaktu s jeho špičkou, přineslo by to řadu výhod, příležitostí a zároveň by bylo ušetřeno mnoho sil a energie, které musejí být někdy zbytečně vydávány na prosazení změn a nových přístupů.

10. Spolupráce na projektu:

Architektonická studie, DUR, DSP, DVD, DPS, energetická koncepce, koncept vnitřního prostředí, koncept TZB, projekt interiéru, projekt zahradních úprav:

SUNFLYER - Martin Augustin, Kateřina Mertenová, Petr Parýzek

Statika: Martin Stránský, Jiří Čech

Požárně-bezpečnostní řešení: Alena Bílková

Dokumentace pro NZÚ: EKOWAT, SUNFLYER

Projekt TZB: EKOSTEP, SUNFLYER, FELI v.o.s., El-projekt, SELM s.r.o., Solarinvest

Inženýring: Marie Vojáčková, Jaroslav Havlík

Hlavní dodavatel stavby: W-komplet s.r.o.

Vedení stavby: Jakub Vachuda

Technický dozor stavebníka: Jaroslav Havlík

Autorský dozor: SUNFLYER

Blower-door testování: Stanislav Paleček

Autoři fotografií: Kateřina Mertenová, Martin Augustin

11. Retrofit of the 80 years old residential row house to the passive in a heritage protected area

Author: Martin Augustin

Refurbishment of the house from year 1937 in Prague moreover took into account requirements of the monument care. State authorities have not allowed almost any change of the external shape and the original layout of the facades. Nevertheless project has successfully achieved passive house standards in the particulars of the structure and in the parameters of the whole building as well. Row section was thermally separated and building envelope was newly insulated using numerous kinds of materials and systems according to the part of the structure – ETICS EPS/XPS, blown cellulose, mineral wool, PIR, calcium silicate inner insulation etc. Thermal bridges were solved or reduced using CompacFoam, Purenit, Aerogel, glass fibre composite anchors, Dosteba anchors etc. The new requirement for air tightness besides others has brought a problem of old timber beamed ceilings penetrating the walls. It was solved by a bypass of new airtight layers connected inner and outer surface of the brickwork.

Heating energy demand was decreased almost 20 times and air permeability circa 12 times compared to the original state. Mechanical ventilation with heat recovery system, heating system and all other technical systems were newly implemented into the old structure. The design conception of refurbishing includes green roof, rain water accumulation, PV panels, passive cooling by a subsoil potential using wall and floor heating system during summer-time. The goals of the project were not only the energy and operational cost reduction but also indoor quality increasing. Internal layout and some of the structures were changed to get free spaces, high level of natural lightning and acoustic comfort. Artistic concept of new interior design took inspiration not only from contemporary architecture but partly also from the thirties of the 20th century. The project was conducted from 2009. The construction took 15 months and finished in 2016. Architectural, technological and energetical concept: SUN-FLYER – Ing. arch. Martin Augustin, Ph.D. and Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.

11.1. Results

Heating energy demand

- 210 kWh/m².a – before (according to Czech Energy Performance Certificate)
- 11 kWh/m².a – after (according to Czech Energy Performance Certificate)
- 12 kWh/m².a – after (according to PHPP)

Primary energy demand

- 90 kWh/m².a – after (according to PHPP)

Air permeability

- $n_{50} = 6,06$ - before
- $n_{50} = 0,48$ - after

Plusy plusových domů. Pasivní je základ, kam dál?

Ing. Rostislav Kubíček, Vize Ateliér, s.r.o.

Brno, Běhounská 22, 602 00

Tel: 777 887 839, e-mail: kubicek@vizeatelier.eu

www.VizeAtelier.eu, www.facebook.com/VizeAtelier.eu

Pasivní dům nám dává hlavně kvalitní vnitřní prostředí, minimalizuje potřebné energie pro vytápění a směřuje nás k využívání obnovitelných zdrojů energie.

Když se pro nás Pasivní dům stane samozřejmostí můžeme se posunout dál k vyšším cílům.

To jsou domy nulové plusové a prémiové.

1. Nulové, Plusové, Soběstačné

1.1. Teorie

Energie dům spotřebovává pro:

- A. vytápění (aby nám v zimě nebyla zima)**
- B. teplou vodu (aby nás voda z kohoutku nestudila)**
- C. spotřebiče (abychom v noci viděli, abychom si dali do zásuvky nabít telefon, aby čerpadla čerpali)**

Tuto spotřebovanou energii je možné vyjádřit v místě stavby, nebo v absolutních číslech v hodnotách primární energie.

1.2. Pohled laika

Na otázku co jsou to nulové a plusové domy mi několik dotázaných odpovědělo přibližně takto:

„Nulový nebo plusový dům je ten co nepotřebuje žádnou energii.“

Tedy veškerou energii pro „A, B i C“ si sami zajistí a nemusí být napojeny na veřejné síť.

Pohled lajka je vlastně cíl, kterého chceme dosáhnout abychom byli více nezávislí. K tomuto cíli je ale nutné dojít postupně.

Tyto domy se nazývají Soběstačné a vede k nim cesta přes domy Nulové a Plusové.

PASIVNÍ / NULOVÝ / PLUSOVÝ / SOBĚSTAČNÝ



Obr. 1 Příklady Pasivních (P) Nulových (O) Plusových (+) a Soběstačných (S) domů (autor Vize Ateliér, s.r.o.)

2. Nulové, Plusové, Prémiové

2.1. Postaru

Nenechte se zmást hodnoceními, která dávají přívlastky chybně, pouze podle energie na vytápění. Tedy když si jen část energie „A“ zajistí dům sám tak jej chybně nazvou nulovým nebo plusovým.

Toho se dá dosáhnout lehce. Energie na vytápění může tvořit u Pasivního domu méně než 1/5 celkové energie. Všechna ostatní energie, tedy její většina, je u takto chybně označených domů zajištěna z veřejné sítě (ze zásuvky).

2.2. Aktuálně / V budoucnu

2.2.1. ČSN 730540-2

Norma mluví o domech Nulových. Nulovým dome se může stát budova splňující několik kritérií. Je to potřeba energie na vytápění, tepelně izolační vlastnosti obálky budovy a v neposlední řadě bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách tzv. primární neobnovitelné energie.

Do poslední jmenované bilance je počítáno s veškerou energií „A, B i C“. Vyjádření v primárních energiích je zjednodušený přepočít, kterým se do výpočtu zahrnou ztráty jednotlivých druhů energie, ke kterým dochází při jejich výrobě a distribuci.

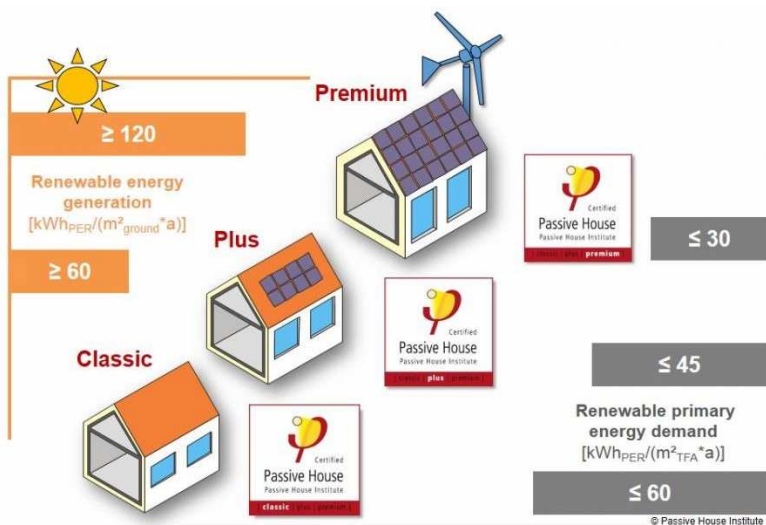
Např. účinnost výroby elektřiny pomocí jaderné elektrárny je jen 30 až 40%.

Účelem přepočtu na primární neobnovitelné energie je upřednostnit účinnější zdroje než je elektřina ze sítě.

2.2.2. PHPP 9.1

V posouzení je nejdále PHI. Ten zavedl po Pasivních domech tzv. Pasivní domy Plus a Pasivní domy Premium. Již z názvu vyplývá, že základem je Pasivní dům.

Aby dům získal hodnocení Plus nebo Premium musí splnit základní kritéria Pasivního domu, a dále hodnoty primární obnovitelné energie jak pro výrobu tak i spotřebu.



Vyádření v hodnotách tzv. primární obnovitelné energie je zjednodušující. Je zde lépe možné postihnout účel, upřednostnění účinnějších a místních zdrojů energie (např. FVE).

Výsledné hodnoty primární obnovitelné energie jsou oproti hodnotám primární neobnovitelné energie nižší. To je způsobeno mimo jiné posunem stupnice přepočtu kdy např. elektrická energie je přepočítávána koeficientem 1 u obnovitelné a koeficientem 2,6 u neobnovitelné energie.

Nevýhodou přepočtu na primární energie je vždy těžká představitelnost pro lajky a někdy i samotné odborníky. Je to ale důležitý krok, kterým se do výpočtu dostává vyšší smysl v užívání lokálních zdrojů energie nezatížených nároky distribuční soustavy.

3. Závěr:

Už jako dospívající jsme se snažili osamostatnit od rodičů. A tento pud nezávislosti nás popoháněl stále dál k domům budoucnosti.

4. Literatura

- (1) ČSN 730540-2
- (2) PHI: <http://www.passiv.de>

City Gardens – Net-Zero Energy Housing Complex, Aalborg, Dánsko

David Dražil, Pavlína Sedláková, Mathias Engelbreth Nielsen, Calina Manisor, Nadia Skræddergaard Frydkjær

Adresa: Vejlegade 6, 1-4, 2100 Kodaň, Dánsko

Tel.; e-mail: +420 774 35 26 22, +45 50 29 35 43, david.drazil@gmail.com

1. Popis projektu

1.1. Předmluva

Tento projekt byl vytvořen 5členným týmem studentů v rámci 2. semestru Magisterského programu oboru Architektura a Design na Aalborg University v Aalborgu v Dánsku v období od 16. března 2015 do 27. května 2015. Projekt byl po závěrečné obhajobě ohodnocen nejvyšší možnou známkou 12 a dále prezentován jako vzorový příklad úspěšného návrhu udržitelné architektury.

1.2. Zadání

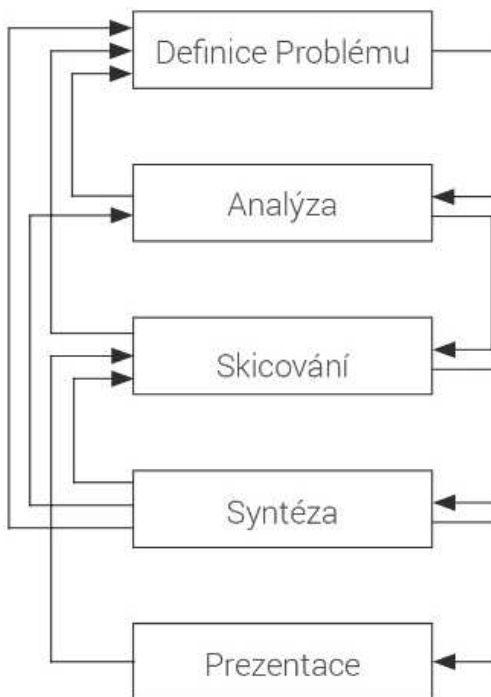
Cílem tohoto semestrálního projektu bylo navrhnout komplex budov s převládající obytnou funkcí v centru města Aalborg v severním Dánsku. Tématem semestru byla udržitelnost v architektuře a její aplikování za pomoci integrovaného návrhového procesu. Tento proces a jeho metodologie jsou blíže popsány v další kapitole.

Z hlediska environmentální složky udržitelnosti měl komplex budov za cíl dosáhnout nullového energetického standardu s využitím jak pasivních, tak aktivních návrhových strategií. Kromě zaměření na energetickou náročnost a kvalitu vnitřního prostředí budov byl kladen důraz i na sociální složku udržitelnosti, která se soustředila na výzkum a analýzu cílových skupin návrhu a jejich koexistování v rámci daného kontextu.

1.3. Metodologie

Na aalborgské univerzitě byl vyvinut vzdělávací model nazvaný „Problem-Based Learning (PBL)“, jehož hlavní metodou je Integrovaný návrhový proces. (1) Tento proces spočívá v integraci velkého počtu aspektů návrhu zároveň a již od počátku návrhu. Samotný návrh potom probíhá v 5 fázích, které nenavazují pouze lineárně, ale cyklicky se vrací a navzájem

se ovlivňují. Návrh tedy probíhá ve smyčkách, v průběhu kterých se integrují všechny důležité aspekty a návrh se optimalizuje.



Obr. 1 Integrovaný návrhový proces

2. Projekt

2.1. Úvod

Na základě pečlivé analýzy zadání a vlastního průzkumu kontextuálních podmínek projektu byl jako problém definován fakt, že mladí lidé po dokončení studia v Aalborgu nezůstávají ve městě, ale stěhují se na předměstí a do menších měst. Tyto lokality jim přinášejí více zeleně, vlastní zahrádky a větší komunitní vyžití spolu s ideálním (z pohledu dánské mentality) prostředím pro založení rodiny a výchovu dětí.

Cílem a vizí tedy bylo vytvořit obytný komplex, který sice bude v centru města – nabízející služby, kulturu a pracovní příležitosti, ale bude mít architektonické kvality předměstí.



Obr. 2 3D řez komplexu

Urbanismus projektu navazuje na stávající strukturu města a doplňuje ji. Vytváří pestrou paletu prostorů od těch veřejných až po soukromé, a nabízí tak náměstí s komerčními prostory, polo-veřejný prostor pro sociální interakce i prostor pro soukromý rodinný život.

Na začátku projektu byla vypracována „Návrhová kritéria“ definující technické i estetické kvality a nároky návrhu. Jako návrhový nástroj pro tato kritéria byl použit certifikační systém pro udržitelnou architekturu DGNB.

V technické sféře určovala tato kritéria například třídy, které měly být dosaženy v rámci dánských stavebních regulativů pro rok 2020, a to např. pro vnitřní prostředí navržených bytů (rozsah teplot pro zimu i léto, max. počet přehříváných hodin v létě, maximální koncentraci CO₂, proslunění a činitel denního osvětlení).

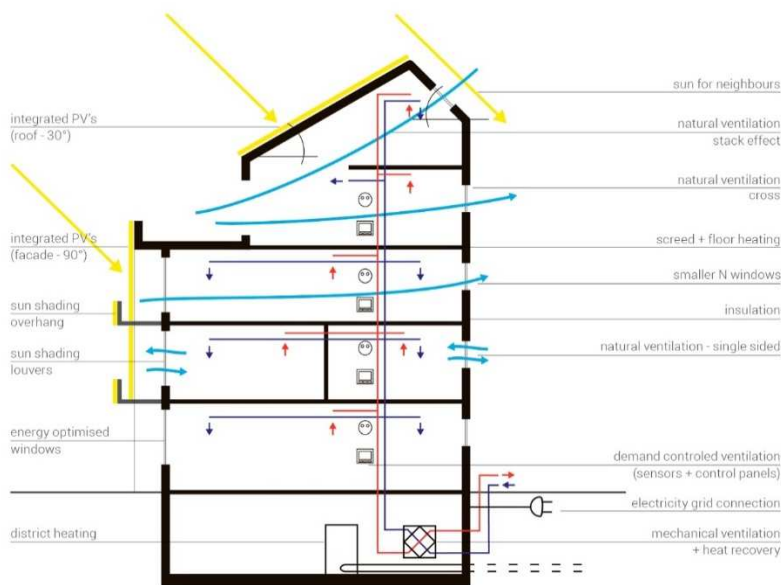
2.2. Enviromentální složka udržitelnosti

Enviromentální složka udržitelnosti architektury byla řešena ve dvou měřítkách - první jako celková energetická náročnost budov v komplexu (zahrnující použité TZB systémy, skladbu obálky budov, plochu oken vůči světovým stranám, vytápěnou plochu atd.)

Druhé měřítko zahrnovalo vnitřní prostředí zejména kritických bytů, konkrétně tepelný a vizuální komfort (počet přehříváných hodin za rok, činitel denního osvětlení apod.) a kvalitu vzduchu v místnostech vyjádřenou jako koncentraci CO₂, která byla závislá na způsobu ventilace (v zimě mech. ventilace se ZTT, v létě přirozené větrání).

Integrace několika aspektů se projevila ve faktu, že obě měřítka se navzájem velmi ovlivňovala – např. zvolený typ ventilace hraje velkou roli v celkové energetické spotřebě budovy.

Pasivními strategiemi návrhu (orientace budov, procento prosklení, dostatečná tepelná izolace obálky budov, pasivní solární zisky v zimě, stínící systémy zabráňující přehřívání v létě aj.) se docílilo energetické spotřeby komplexu 20 kWh/m²*rok (počítáno bez spotřebičů). Po dopočítání reálné spotřeby komplexu bylo možno navrhnout plochu a účinnost fotovoltaických panelů Kromatix, které byly architektonicky integrovány do fasád a střech. Díky tomuto aktivnímu prvku bylo možno dosáhnout nulové energetické bilance komplexu.



Obr. 3 Energetický koncept

3. Literatura

- (1) Knudstrup, Mary-Ann, (2004), Integrated Design Process in PBL, article in The Aalborg PBL Model, Aalborg University Press 2004. Denmark.

Řadový dům se zimní zahradou

Jakub Novotný

Na kuchyňce 1316, Třebachovice pod Orebem 503 46

Tel: 737 048 034, e-mail: j.nn@seznam.cz

1. Řadový dům se zimní zahradou

Dvoupodlažní řadový dům se zimní zahradou reaguje na myšlenku soběstačnosti města. Město je zranitelné a každodenně závislé na dodávkách potravin, proto běžnému řadovému domu je navržena zimní zahrada pro celoroční pěstování zeleniny, obyvateli poskytuje určitou soběstačnost. Vlastní řadový dům má tepelnou obálku striktně oddělenou od zimní zahrady. Mezi těmito prostory jsou propustky pro průchod vzduchu pro temperování zahrady na požadovanou teplotu.

2. Architektonickourbanistické řešení a dispoziční řešení

2.1. Architektonickourbanistické řešení



Konceptem objektu je co nejvíce propojit obyvatele s přírodou, poskytnout jim celoroční pěstování zeleně, bylinek ve vertikálních zahradách v zimní zahradě a být více soběstační. K tomuto konceptu mě inspirovala studie na internetových stránkách thewhyfactory.com, konkrétně Food City. Tato studie poukazuje, jak samotné město je zranitelné a každodenně závislé na dodávkách potravin. Zimní zahrada přináší i další klady, jako je osvětlení denního světla v centru dispozice, zajímavé průhledy v interiéru, neustálý kontakt s přírodou a také neustálý přísun čerstvé zeleně, ovoce pro obyvatele.

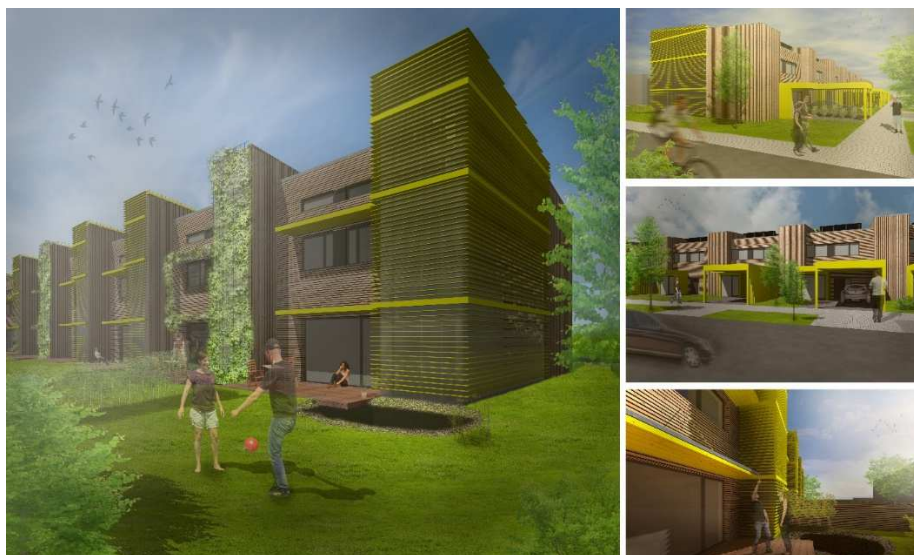
Urbanistická orientace fasád řadové zástavby je sever/jih pro využití maximální sluneční energie.

Hmotové řešení se skládá z dvou funkčních celků, z dvoupodlažní obytné části s pultovou střechou a převýšenou zimní zahradou, taktéž s pultovou střechou. Tato výšková odlišnost i půdorysný přesah zimní zahrady oproti obytné části nám profiluje, zpestřuje jinak monotónní řadovou zástavbu.

Fasáda respektuje konstrukční materiál objektu, dřevo. Hmotové rozdělení se propisuje i do fasád, hmota bydlení má vodorovné kladení, hmota skleníku má svislé kladení. Akcentem objektu je žlutá či jiná pestrá barva užita ve vstupních partiích a na jižní fasádě pro pevné clonící prvky. Možnost stínění jižní fasády pevnými prvky lze nahradit pro větší pestrost i subtilní ocelovou konstrukcí pro popínavé rostliny, které v létě stíní a v zimě propouštějí sluneční paprsky do interiéru.

2.2. Dispoziční řešení

Objekt je dvoupodlažní, 1.NP denní část s technickým zázemím, 2.NP noční část domu. Zimní zahrada je otevřená přes obě podlaží. Společenská část objektu je srdce domu, setkání rodiny, proto v tomto prostoru je schodiště do 2.NP, aby se rodina potkávala. Z tohoto vzdušného prostoru můžeme být v kontaktu se zahradou i zimní zahradou, která prosvětluje interiér a propojuje obě patra.



Obr. 1 Vizualizace

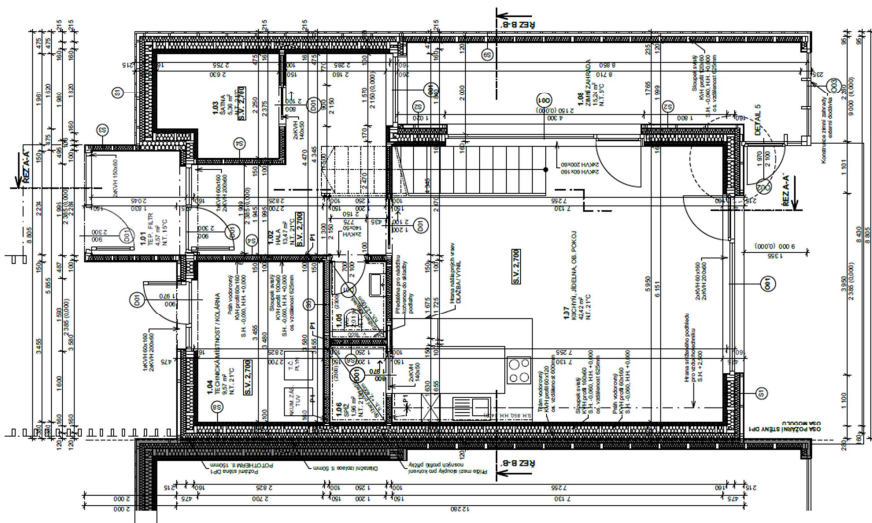


Obr. 2 Půdprys 1.NP, Půdorys 2.NP, Řez příčný, Řez podélný

3. Konstrukční řešení

Dřevostaba systému TWO BY FOUR. Objekt je založen na základové desce tl. 300 mm. Sloupky jsou z profilů KVH 160x60 mm, prahy KVH 60x160 mm. Prahý nesoucí stropní a střešní nosníky jsou zdvojeny pro ztužení a lepší rozklad sil. Stropní nosníky jsou 300x80 mm, střešní

nosníky s přerušeným tepelným mostem 300x80mm. Konstrukce je navržena jako difúzně otevřená pro lepší provedení a provoz.



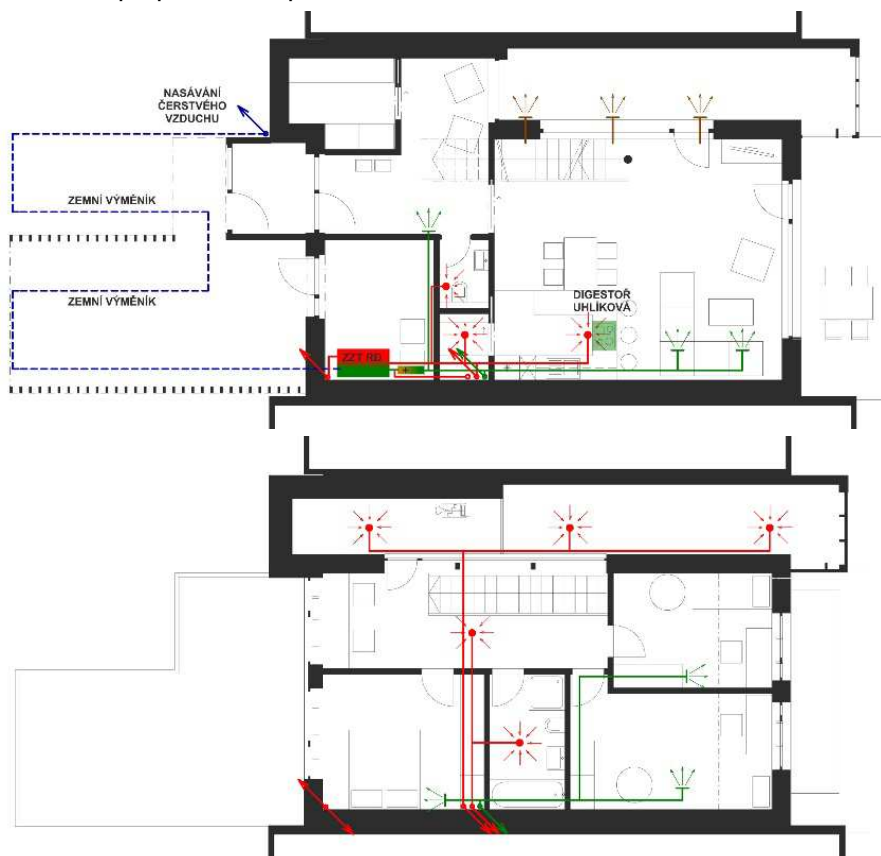
Obr. 3 Půdprys 1.NP DSP

4. Technické řešení

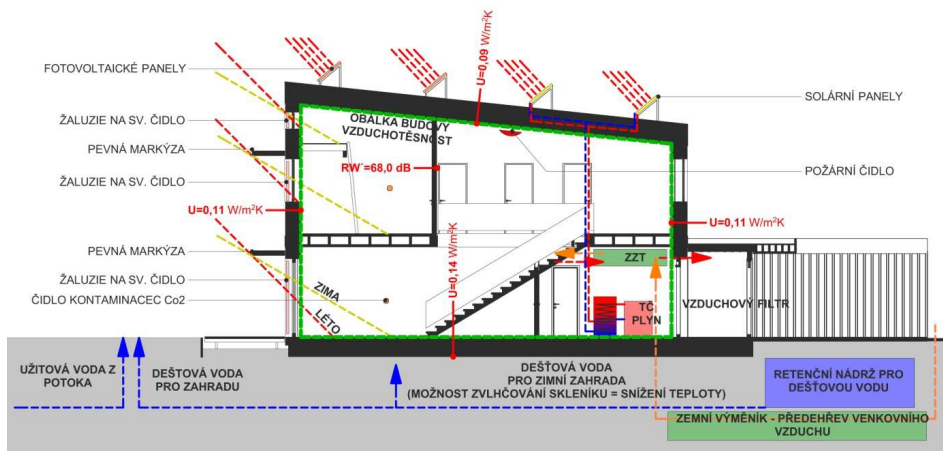
Předpokládá se zdroj pitné vody z řádu. Pro splaškové vody u sprchových van, van, dřezu v kuchyni bude instalováno zpětné získávání tepla pro setření TUV před zavedením do kanalizační sítě. Dešťová voda je svedena do retenční nádrže a následně využita jako užitková voda (závlaha zahrady, závlaha zimní zahrady - regulace vlhkosti a teploty v letních měsících).

Vytápění objektu je navrženo teplovzdušné. V objektu jsou dvě tepelné zóny. První tepelnou zónu s tepelnou obálkou tvoří obytná část, druhá zóna je zimní zahrada. Mezi těmito dvěma zónami je navržena standartní obvodová KCE s $U=0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Průměrný součinitel prostupu teplotou obálkou obou zón je $0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Teplovzdušné vytápění bylo zvoleno na základě konceptu vytápění zimní zahrady. Veškeré výústky teplovzdušného vytápění jsou umístěny v obytné zóně, odsávání vzduchu bude jak z obytné zóny, tak ze zóny zimní zahrady. Do zimní zahrady bude odcházet již mírně znečištěný vzduch přes propustky v dělicí konstrukci těchto zón. Regulaci odtahu vzduchu ze zimní zahrady se bude regulovat průtok vzduchu mezi zónami a tím i teplota v zimní zahradě pro celoroční pěstování bude minimálně 12°C .

Zelenina, bylinky a ostatní plodiny je možno pěstovat jak v záhoně v zimní zahradě tak i ve vertikální zahradě ze systémových květináčů. Alternativně může být navržena i popínací vertikální síť pro pěstování, například okurek.



Obr. 4 Půdorys 1.NP, Půdorys 2.NP s teplovzdušným vytápěním



Obr. 5 Řez podélný s ukázkou technologie

5. Literatura

- (1) The Why Factory. The Why Factory [online]. Rotterdam: Prof. Winy Maas at the TU Delft Faculty of Architecture. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://thewhyfactory.com/>

Třetí pasivní rodinný dům v Česku

Ing. Jiří Čech

Sedlice 46, 262 42

Tel. 736 705 155, e-mail: jiri.cech@email.cz



1. Úvod

Rodinný dům v Podlesí u Příbrami byl navržen jako souhra představ investora o vlastním bydlení, možností místa stavby a požadavků pasivního domu. Projekt probíhal v letech 2013-2014 a od letošního dubna probíhá vlastní realizace. V současné chvíli jsou dokončovány interiéry stavby a bude montována kompaktní jednotka. Dokončení se předpokládá na přelomu roku 2016-2017. „Pasivita“ domu je ověřena certifikací od Passivhaus Institutu v Darmstadtu.

2. Urbanistické architektonické řešení a dispoziční řešení

Dům se nachází v nově zastavovaném území na okraji obce Podlesí, kde jsou regulačním plánem předepsány sedlové střechy, což významně určilo výsledné architektonické řešení. Dům je umístěn u severovýchodní hranice pozemku. Blíže ke komunikaci je navržena garáž a

další prostory nevytápěné části objektu. Tato část je přízemní, s plochou ozeleněnou střechou a je orientována rovnoběžně s ulicí, zachovává uliční čáru. Na vstupní přízemní část objektu navazuje samotný rodinný dům.



Dům je klasické koncepce, přízemní s podkrovím, se sedlovou střechou. Je vzhledem k nevytápěné části (a k ulici) pootočen o 35° tak, aby jeho hlavní fasáda společně se šikmou střechou směřovala k jihu. Toto uspořádání bylo zvoleno pro dosažení energeticky pasivního standardu objektu, tedy pro efektivní využití sluneční energie jak v samotném domě pro jeho provoz v podobě solárních zisků skrz jižní okna, tak i pro možné budoucí využití plochy sedlové střechy pro výrobu elektrické energie. Díky tomuto konceptu má objekt v budoucnosti možnost stát se energeticky nezávislým, nulovým nebo plusovým domem.



3. Konstrukční řešení

Vzhledem k jílovitému podloží s extrémně malou propustností bylo zvoleno klasické založení na základových pasech s následnou hydroizolací a tepelnou izolací v tl. 28 cm v podlahovém souvrství.

Stěny jsou zděné z vápenopískových cihel, pro přerušení tepelného mostu v patě všech stěn jsou použity pórobetonové bloky. Stěny jsou zateplené grafitovým fasádním polystyrenem v tl. 32 cm, který je pouze celoplošně lepen, bez mechanického kotvení, dále bude aplikována difúzně otevřená strukturální omítka.

Stropní deska je železobetonová monolitická tl. 160 mm, s těžkou plovoucí podlahou.

Krov je nesen vrcholovou vaznicí, pod krokve je podvěšen OSB plášť s výplní fukanou celulózou v tl. 42 cm.

Okna jsou dřevohliníková typu Alphawin se zasklením 0,6/62 %.

Vzduchotěsnou rovinu tvoří klasické asfaltové pásy na základové desce, vnitřní OSB plášť ve skladbě střechy a celoplošné „natažení“ domu do stavebního lepidla z vnější strany stěn. Výhodou tohoto řešení je minimum prostupů, zejména elektroinstalačních a zároveň možnost kontroly provedení ve chvíli měření relativní průvzdušnosti (BDtestu).



4. Technologie

Hlavním zdrojem tepla mělo být podle původního projektu tepelné čerpadlo se zemními kolektory a akumulací nádrží. Teplo mělo být distribuováno teplovodním podlahovým vytápěním v přízemí a koupelnách a nástěnnými radiátory v podkroví. Vzhledem k technické náročnosti, vysoké ceně a nemožnosti letního přichlazení došlo na začátku realizace ke změně. Bude instalována kompaktní jednotka PICHLER PKOM4, která zajišťuje řízené větrání s rekuperací tepla a pomocí vzduchových tepelných čerpadel ohřev vzduchu, ohřev teplé vody a letní přichlazení. Všechny hlavní technologie jsou tedy integrovány do jednoho zařízení o velikosti větší ledničky a navíc s jediným systémem regulace. Topný výkon jednotky je doplněn o topné podlahové kabely a lokální plynnule regulovatelné elektrické dohřevy integrované v koncových prvcích vzduchotechniky. Dalším inovativním a zároveň jednoduchým prvkem na stavbě je rozvod vody. Zde jsou použity víceplášťové ohebné trubky Rautitan s bezpečnými lisovanými spoji a nižším objemem vody v potrubí, což zvyšuje komfort při odběru teplé vody.



5. Průběh výstavby, zkušenosti s certifikací

Tak jako na každé stavbě, i na této pasivní dochází ke změnám během realizace. Krov byl původně navržen ze dřevěných I-nosníků, ale z důvodu náročnosti provedení přesahů střechy došlo ke změně na klasické hranoly s podvěšeným vnitřním OSB pláštěm. Zajímavé bylo, že rozpočtově se ukázaly obě varianty jako cenově shodné.

Po finálním usazení všech výrobků a detailů, tedy v době před zahájením stavby, došlo k tomu, že dům splňoval kritéria PD pouze s průvzdušností na hodnotě $n_{50} < 0,35 \text{ h}^{-1}$. Tento stav jsem jako autor projektu věděl jen já. Ale i se všeobecným cílem „0,6“ provázelo kontrolní dny lehké napětí a i sázky na výsledek. Po drobných peripetiích s montáží oken a koordinací všech profesí byl proveden BDtest (měření průvzdušnosti) se skvělou hodnotou $n_{50} = 0,14 \text{ h}^{-1}$. Výsledkem bylo dosaženo vysokou kázní dodavatele stavby, který si v základním rozpočtu vyčlenil zvláštní částku na dosažení požadované průvzdušnosti. Potřeba tepla je nyní na hodnotě $14,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, v případě standardních $n_{50} = 0,6$ by potřeba tepla činila $17,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, což je nárůst o 22 %!

6. Parametry stavby

- nadmořská výška

525 m n. m.

▪ zastavěná plocha	99 + 79 m ² (dům + garáž s přístřeškem)
▪ obestavěný prostor	761 + 238 m ³
▪ podlahová plocha (PHPP)	149,2 m ²
▪ celk. energ. vztažná (NZÚ)	198,0 m ²
▪ měrná potřeba tepla na vytápění dle PHPP	14,7 kWh/(m ² a)
▪ měrná potřeba tepla na vytápění dle NZÚ	8 kWh/(m ² a)
▪ průměrný souč. prostupu tepla U _{em}	0,14 W/(m ² a)
▪ celková cena domu „na klíč“	4,3 mil. Kč, tj. 5700 Kč/m ³ + DPH

Součinitele prostupu tepla

▪ podlaha (28 cm grafitového EPS)	0,115 W/(m ² K)
▪ stěny (32 cm grafitového EPS)	0,099 W/(m ² K)
▪ střecha (42 cm celulózy)	0,105 W/(m ² K)
▪ okna a dveře Alphawin U _f = 0,79 W/(m ² K), Stolařství Vašíček	
▪ izolační trojskla U _g = 0,6 W/(m ² K), g = 62 %	
▪ světlovody s izolačním dílem s trojsklem	
▪ stínící žaluzie ve všech oknech ovládaná inteligentní instalací	
▪ systém inteligentního řízení domácnosti Loxone	
▪ řízené větrání a zdroj tepla a chladu: kompaktní jednotka Pichler PKOM4	
▪ dotápění jednotlivých místností ve výústkách vzduchotechniky: Climecon	
▪ rozvody vody v tenkých lisovaných víceplášťových potrubích Rautitan	
▪ dodavatel technických zařízení: Evora CZ, s.r.o.	

Dům dosáhl na vyšší dotaci v hodnotě 550+35 tis. Kč z programu NZÚ 2014.

Dům bude teprve třetím certifikovaným pasivním rodinným domem v ČR.

Charakteristické ukazatele budovy				
Vytápění	Energeticky vztažná plocha m ²	149,2		
	Potřeba tepla na vytápění kWh/(m ² a)	15	≤	15
	Tepelná ztráta W/m ²	13	≤	-
Chlazení	Potřeba chladu a odvlhčení kWh/(m ² a)	1	≤	15
	Tepelná zátěž W/m ²		≤	-
	Překročení nejvyšší přípustné teploty (> 25 °C) %	-	≤	-
	Překročení požadované vlhkosti (> 12 g/kg) %	0	≤	10
Neprůvzdušnost	n ₅₀ 1/h	0,14	≤	0,6
Primární energie z neobnovitelných zdrojů (PE)	Ukazatel PE kWh/(m ² a)	72	≤	-
Primární energie z obnovitelných zdrojů (PER)	PER-potřeba kWh/(m ² a)	32	≤	60
Výroba energie z OZE vztahovaná na zastavěnou plochu	kWh/(m ² a)	0	≥	-
				Splněno?
				ano
				ano
				-
				ano
				ano
				-
				ano

7. Závěr

Projekt byl od samého počátku koncipován tak, aby byl splněn standard pasivního domu, což byl společný cíl stavebníka i autora projektu. V rámci ceny projektové dokumentace již byla zahrnuta certifikace v CPD, tato služba ale byla zrušena. Nejen z tohoto důvodu bylo rozhodnuto pro mezinárodní certifikaci u PHI, zpracovanou slovenským Institutem pro pasivní domy. Po výběru hlavního dodavatele stavby bylo dohodnuto, že náklady na tento proces budou neseny rovným dílem mezi stavebníkem, autorem projektu a stavební firmou, čímž byly všechny zúčastněné strany motivované ke splnění požadavků kvalitního a pasivního domu.

Pasivní rodinný dům není utopie, je to v podstatě běžná stavba, která se opírá o pečlivou přípravu, dobře odvedené stavební práce a zájem investora. Samotná certifikace dává majiteli nezávislou kontrolu kvality jak navrženého řešení, tak i vlastního provedení stavby.

Český ostrovní dům 2016 – Soběstačný dům podle studentů

Bc. Vojtěch Lichý

Adresa: Příbyslavská 1400, Nové Město nad Metují

Tel: +420 604 529 860

E-mail: vojtech.lichy@gmail.com

1. Anotace

Studentská soutěž Český ostrovní dům 2016 přinesla zkraje tohoto roku možnost studentům univerzit ČVUT v Praze a VŠTE v Českých Budějovicích navrhnout dvě soběstačné apartmánové jednotky v kontextu krásné přírody nedaleko Šumavy. V této práci vám představím jeden ze dvou vítězných návrhů z pohledu autora.

2. Studentská soutěž Český ostrovní dům 2016

Začátkem roku 2016 se všem studentům ČVUT v Praze a VŠTE v Českých Budějovicích naskytla možnost zapojit se do soutěže Český ostrovní dům 2016 jejímž účelem a posláním bylo nalézt a ocenit nejvhodnější architektonické, provozní a energetické řešení dvou samostatných off-grid (ostrovních) apartmánových jednotek v kontextu šumavské krajiny. Primární požadavkem tedy byla soběstačnost, nezávislost na inženýrských sítích, při zachování nejmenší možné potřeby energie v celém životním cyklu objektu.

Jednomu ze dvou vítězných návrhů se věnuje tato práce, ve které se vám budu snažit přiblížit z pohledu studenta a autora, jak takový koncept vznikl.

3. Průběh soutěže

Soutěž od počátku vyhlášení doplnilo několik kvalitních přednášek od odborníků z řad CPD, UCEEB či firem zabývajících se fotovoltaickými systémy, bateriemi a dalšími komponenty, které v rámci návrhu každý ze soutěžících měl možnost uplatnit. Tyto přednášky byly dokonce dostupné nejen pro soutěžící, ale pro všechny studenty, kteří měli zájem se něco více dozvědět o pasivních nebo soběstačných domech a jejich systémech. Nutno podotknout, že ve studentech (především architektury) vzbudily z počátku velký zájem, který však časem po zjišťování požadavků na návrh upadal. Především požadovaná technická stránka návrhu byla v očích studentů brána, jako nelehký úkol.

Soutěž byla rozvrhnutá do dvou kol. Z prvního anonymního kola vzešlo sedm návrhů postupujících do druhého, finálového kol, kde se později v rámci tří denního workshopu návrhy doplňovaly a reagovaly na námítky poroty. Finálním výstupem kromě posteru, portfolia byla i digitální prezentace s obsahovou. Následně pak odborná porota vybrala dvě první místa. Jsou to návrhy Bc. Daniela Brýdy (FSv ČVUT, obor A+S) a návrh Bc. Vojtěcha Lichého (FSv ČVUT, obor A+S), tedy můj návrh, kterým se tento příspěvek zabývá a na kterém jsem v oblasti energetické koncepce spolupracoval s Bc. Petrem Pávkem (FSv ČVUT, obor Budovy a prostředí).

4. Místo stavby a požadavky

Místo stavby pro dvě apartmánové off-gridové jednotky, každá pro čtyřčlennou rodinu, se nachází v blízkosti rekreačního areálu Kramolín a obce Lipno nad Vltavou, ale zároveň si zachovává charakter volné šumavské krajiny v údolí Hodslavského potoka. Pozemek se mírně svažuje k jihovýchodu.



Výhled na jihovýchod

5. Idea plynoucí z místa

Při návrhu pasivního nebo soběstačného domu jsem si byl vědom většiny požadavků, které ovlivní architektonickou formu a řešení. S vědomím všech důležitých bodů bylo nutné vžít se do místa, jenž není úplně typické pro většinu dnešních staveb rodinných domů či rekreačních objektů. Krásná parcela s kusem lesa a dokonalými výhledy tak nabídla vcelku přirozenou odpověď a to maximálně využít přírodních podmínek a kvalit místa. Cílem tedy bylo zcela spojit vnitřní prostor s okolním prostředím a jeho energií v jeden celek. Momenty v krajině se tak lehce stanou součástí interiéru.

6. Architektonický koncept

Ne úplně mírný svah vybízel domy navrhnout jako boxy proplovající krajinou, tedy je umístit na místy až 2,5 m vysoké sloupy. Od této myšlenky se pak dále odvíjí jednopodlažní forma podpořená seřezáváním jednotlivých ploch. Tímto řešením se pak celá architektura odlehčuje. Černá barva fasád pak nejen v sobě ukrývá integrovanou fotovoltaiku všude, kde to má smysl, což bylo jedním z úvodních cílů, ale především domy jemně skrývá ve stínu lesa. Naopak interiér z přírodních světlých materiálů prostupuje navenek.

Úvodní skica a myšlenka designu byly vytvořeny za velmi krátký časový úsek. Stěžejní idea se tedy již neměnila do konce návrhu.



Vizualizace vlastního návrhu

7. Architektonické řešení

Umístění domu je závislé na úvodní idee a to nepatrně dům skryt v okraji lesa tak, aby jen lehce vystupoval z této úrovně. V místě domu se nachází v současnosti spíše keře a několik menších stromů, které by domu ustoupily. Toto řešení však nijak neovlivní kvalitu lesa.

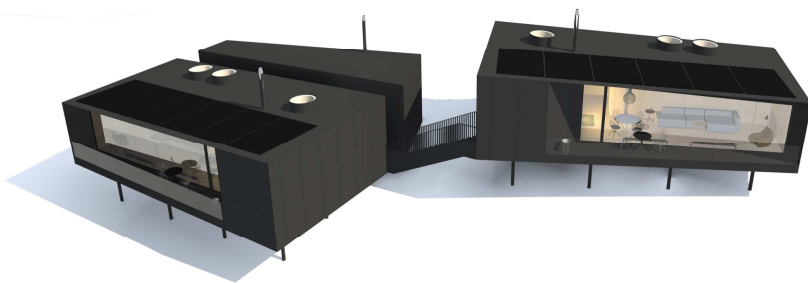
Apartmánové jednotky jsou řešeny jako dva „krajinou plovoucí boxy“ a jeden objekt technického zázemí. Díky tomu se tedy celá architektura odlehčuje a vzhledem k morfologii terénu je pak toto řešení velmi ekonomické oproti jiným způsobům založení.

Cílem konceptu je však v první řadě dokonale propojit okolní krajinu s lidmi v interiéru. Z této myšlenky pramení celý design z jedné strany otevřeného a v několika směrech zešíkmeného

apartmánového boxu. Nerušený výhled přináší fixní zasklení se zapuštěnými rámy a pouze jedny otevíravé dveře, jimiž se uživatel dostane na lodžii a čerstvý vzduch. Díky lodžii, jenž je jakou si další úroveň, před samotnou prosklenou stěnou, nemusí uživatel uvnitř trpět pocítem uzavřenosti. Naopak má nerušený výhled a přitom možnost ihned vykročit do venkovního prostoru. Zešikmené plochy od prosklené stěny, která mimo jiné získává i spoustu pasivních solárních zisků, ještě více otevírají výhledy a celému boxu přináší jedinečný a zapamatovatelný design. Horní zešikmená plocha pak navíc slouží jako stínění v letních měsících, kdy je jižní slunce velmi vysoko.

Oba apartmánové boxy jsou tedy zrcadlově otočené a až na pár drobností stejné. Apartmán A je výškově umístěn níže a má na své fasádě dvě plochy tvořené obkladem z CIGS fotovoltaických panelů. Jednu na jih a druhou na východ. Apartmán B je kvůli svahu umístěn o necelé dva metry výše a jeho jihozápadní strana je též tvořena obkladem z fotovoltaických panelů. Integrovaná fotovoltaika do svislých ploch pak má jednu velkou výhodu, a to že v zimě velmi dobře funguje bez nutnosti uklízet sněh. Správce apartmánu tak nemusí vždy dojíždět čistit fotovoltaiku dříve, než by bylo nutné zapnout záložní zdroj elektrické energie. V létě pak svislé plochy produkují pouze tolik elektrické energie, kterou lze využít.

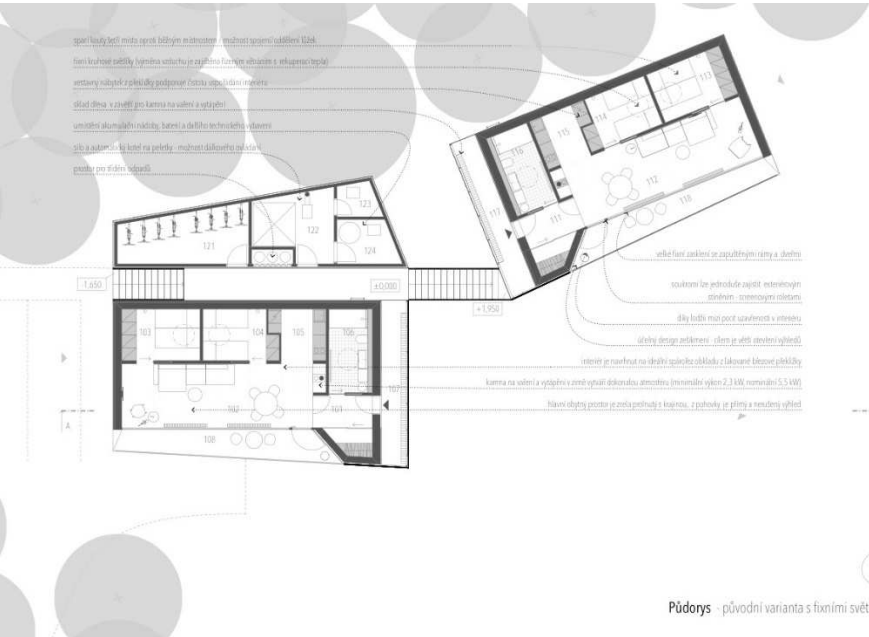
Velmi designově čistý exteriér se prolíná s koncepčně stejně řešeným interiérem avšak za přítomnosti kontrastu hlavních materiálů. Pro uspořádání vnitřního prostoru je pak zásadní myšlenka jednoho velkorysejšího hlavního prostoru, jenž je spojený s krajinou a jednotlivých „koutů“. Konkrétně kuchyňského a dvou spacích koutů, kam světlo dopadá díky velkým fixním kruhovým světlíkům. Toto procentuální rozdělení jednotlivých ploch vede k tomu, aby téměř veškerý život probíhal v hlavním prostoru s prosklenou stěnou. Díky exteriérovému stínění, konkrétně screenovým roletám, lze pak velmi jednoduše regulovat stupeň soukromí uživatelů a letní přehřívání.



Z pohledu architektury tak nejde o převratné myšlenky. Nicméně design který z nich vyplývá již není tak běžný a to ostatně byl i vzhledem k soutěžní práci cíl, na který jsem se velmi soustředil.



Situace



Půdorys

8. Provozní a energetická koncepce

Soběstačně a co nejvíce ekologicky. To jsou od začátku zásady návrhu energetické koncepce. V každém směru bylo navíc nutné hledat uživatelský komfort. Již od začátku návrhu bylo jasné, že hlavními zdroji energie bude biomasa a sluneční zařízení.

Vyplývající podmínkou celého energeticky-provozního řešení byla od počátku snaha o minimální potřebu elektrické energie v zimních měsících při zachování uživatelského komfortu. Vzhledem k faktu, že běžně by byla elektřina získávána pouze z fotovoltaiky, je nutné s ní v zimě opravdu šetřit a naopak v létě ji ideálně rozumně využít bezezbytku tak, aby celé řešení bylo co nejvíce elegantní a úsporné.

Proto jedním z prvních výpočtů, které byly v projektu provedeny, byla potřeba elektrické energie v zimních měsících. Z těchto výpočtů vzešla i například potřeba instalovat velmi malá kamna na zimní vaření (výkon 2,3 kW). Elektřinu v zimě tak spotřebovává především řízené větrání, čerpadla (topení, vodárna), osvětlení a zařízení uživatelů. S tohoto rozhodnutí vzešla průměrná minimální potřeba elektrické energie na jeden apartmán 2,7 kWh/den. Od těchto čísel se pak odvíjel návrh fotovoltaického systému, který nakonec vyplnil všechny použitelné svíslé plochy.

Naopak v letních měsících, kdy je slunečního svitu dostatek je elektřina používána na vše od vaření po ohřev TV. Další možností využití elektřiny je dobíjení zapůjčeného elektrického vozítka nebo možnost zapojení domu do programu e-Sumava.cz, což je program v jehož rámci si můžete vypůjčit vhodný dopravní prostředek (kolo, skútr, vozítko, automobil) jenž je poháněn výhradně elektřinou. Dům by tak mohl fungovat jako dobíjecí místo pro veřejnost. Díky mobilní aplikaci by pak bylo možné například zjistit aktuální elektrickou energii k dispozici.

8.1. Biomasa - ohřev teplé a topné vody

Pro zajištění dostatku energie pro ohřev teplé a topné vody jsme již nemohli počítat s elektrickou energií a tím pádem ani například s tepelným čerpadlem. Proto pro ohřev teplé a topné vody byl zvolen automatický kotel na peletky o výkonu 8kW, který je společný pro oba apartmány. Zařízení splňuje požadavky na minimální potřebu elektrické energie, ale i komfortu. Kotel je standardně vybaven ekvitermní regulací a lze jej ovládat dálkově prostřednictvím internetu. Uživatel objektu, jenž přijede na pobyt, tak nemusí být nutně seznámen, jak celý systém funguje. Důležité je, že když přijede například v zimní večer promrzlý se ubytovat do apartmánu, který byl přes týden prázdný, bude mít teplou vodu právě díky zmíněnému dálkovému ovládání, které má správce objektu. Zdrojem energie je tedy biomasa, což je nejlepší možná volba vzhledem k minimalizaci potřeby energie v zimním

období. Peletky se budou dovážet jednou ročně pomocí cisterny například z 21 km vzdálené výroby, což je v podstatě lokální záležitost.

Kotel ohřívá akumulační nádobu s objemem 1000 l s vloženým nerezovým výměníkem pro teplou (užitkovou vodu). Teplo uložené v akumulační nádobě tak slouží jednak k vytápění objektů (dále pomocí radiátorů) a ohřevu teplé (užitkové) vody. Vzhledem k faktu, že kotel je umístěn v objektu technického zázemí, bylo by nutné rozvody teplé a topné vody realizovat pomocí kvalitně izolovaných rozvodů v exteriéru.

V letních měsících při nadbytku elektrické energie je pak kotel mimo provoz a energii k ohřevu dodává fotovoltaika.

8.2. Biomasa – lokální zdroj tepla

Vzhledem ke snaze o minimalizaci elektrické energie v zimním období, bylo nutné zvolit v tomto období jiný způsob tepelné přípravy pokrmů než pomocí elektřiny. Pokud bychom si přáli vařit například pouze pomocí elektřiny, plocha fotovoltaiky by musela být při zachování soběstačnosti cca dvojnásobná a výnosy v létě bychom pak ani neuměli využít. Dále existovala možnost využití bioplynu. Nakonec i k vzhledem k nízké tepelné ztrátě objektu bude možné tento problém vyřešit umístěním malých litinových kamen – každý apartmá jedny kamna (existující výrobek na našem trhu) s malým výkonem 2,3 kW, jenž mohou být nárazově provozována při potřebě delšího vaření a především také pro dotvoření večerní atmosféry díky prvku ohně, jenž je nenahraditelný. V případě přehřívání interiéru je možné teplotu regulovat díky řízenému větrání.

8.3. Řízené větrání

I k podmínce maximální úspory elektrické energie v zimním období, je navrženo řízené větrání s rekuperací tepla a to především kvůli komfortu, které toto řešení nabízí. V každé apartmánové jednotce je umístěna pak v podhledu koupelny jednotka řízeného větrání s rekuperací. Jednotka s výkonem 100 m³/h má příkon 50 W. Uvažovaná doba provozu jednotek je v průměru 18 hodin/den v různých intenzitách výkonu. Pokud by nastala situace kdy je nutné vařit na litinových kamnech a objekt by se začal přehřívat, tak větrací vzduch půjde trasou mimo tepelný výměník a tím pádem do objektu (přímo ke kamnům) půjde studený vzduch z exteriéru. Takovýto by-pass je samozřejmý i pro provoz letního větrání.

8.4. Výroba elektrické energie

Při hledání obnovitelného zdroje k výrobě elektřiny bylo samozřejmě prvním krokem samotné snížení její potřeby. V návaznosti na tento fakt byl již pak hledán nejlevnější bezúdržbový

systém i s ohledem na životní prostředí. Vzhledem k poměrně nestálým a ne příliš dobrým větrným podmínkám byla zamítnuta větrná elektrárna. Ostatní zdroje elektrické energie jako mikrokogenerační jednotka na biomasu nebo metanolový palivový článek a další byly zamítnuty již v počátku.

Nejlepším způsobem, jak vyrobit i v zimních dnech alespoň průměrně 3,2 kWh je fotovoltaická elektrárna.

8.5. Fotovoltaická elektrárna

Návrh FV byl velmi důmyslně zpracován do celkového architektonického řešení domu, tak aby dům svým designem umožňoval instalaci fotovoltaické fasády. Náklon 90° od vodorovné roviny je vhodný pro zimní měsíce, kdy je slunce nízko a je potřeba vyrobit co nejvíce elektřiny.

Pro koncepční návrh byly zvoleny panely o rozměrech 1198x798 mm založené na CIGS (copper indium gallium selenide) filmové technologii. V ideálním případě je výkon instalace 125 Wp/m². Lichoběžníkové panely jsou pak nahrazené běžným způsobem a to skleněným obkladem.

Panely ve svislé poloze jsou instalovány celkem na třech plochách s různým vodorovným natočením. Při výpočtu je uvažováno stínění větvemi stromů. Kombinovaná ztráta systému se u jednotlivých ploch pohybuje okolo 20 %.

Následující výpočty byly provedeny pomocí webového formuláře na portálu PVGIS. (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>)

Číslo plochy	Plocha [m ²]	Natočení od jihu [°]	Špičkový instalovaný výkon [Wp]	Průměrný denní výkon v kWh v jednotlivých měsících											
				I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	9,4	-5	1175	0,79	1,27	2,01	2,35	1,95	1,84	1,84	2,07	2,02	1,83	1,15	0,84
2	30,55	-100	3820	1,01	1,92	3,7	5,56	7,43	5,94	5,98	5,26	3,86	2,56	1,3	0,89
3	9,4	-30	1175	0,9	1,45	2,39	2,9	2,54	2,41	2,43	2,6	2,38	2,08	1,3	0,94
celkem	49,35		6170	2,7	4,64	8,1	12,3	11,9	10,2	10,2	9,93	8,26	6,47	3,75	2,67

8.6. Hodnocení denních výkonů svislé FV

Z tabulky můžeme jasně vyčíst průměrné denní výkony FV. Z tabulky potřeby elektrické energie zase minimální potřebu elektrické energie za den, která činí 2,7 kWh, což je o 0,03 kWh denně více, než by měla vyrobit fotovoltaika v prosinci. Na druhou stranu nemůžeme počítat se zcela 100% obsazením apartmánu. To znamená, že pokud bude apartmán v měsících prosinec a leden obsazen přibližně 28 dnů z měsíce (při uvažované potřebě elektrické energie) nebude potřeba zapínat záložní zdroj. Další podporou je baterie, která při kapacitě 15 kWh pomůže pro začátek zimního období.

8.7. Vodorovná instalace

Na střešní roviny o spádu 3° je možné instalovat doplňkovou fotovoltaiku a to konkrétně amorfní fotovoltaické fólie o výkonu $50 \text{ Wp} / \text{m}^2$. Na střechu lze pohodlně umístit až 12 folií o rozměru $3300 \times 2050 \text{ mm}$ s celkovou plochou $81,2 \text{ m}^2$. K této instalaci lze přikročit při přání investora. Pro samotné fungování domu není nutná. Vzhledem k téměř vodorovné instalaci by se výkon zvedl hlavně v letních měsících a to až o 15 kWh/den , v prosinci by pak fólie produkovaly přibližně 2 kWh/den . Výkon této fotovoltaiky by však dal možnost například více dobíjet elektromobil nebo více používat elektřinu k vaření, či se zapojit například do programu e-Sumava.cz jako dobíjecí místo pro elektrická kola, skútry či vozítka.

8.8. Akumulátory

K uložení elektřiny se počítá s akumulátory na bázi LiFePO_4 a systémovým napětím 24 V. Kapacita akumulátorů v je přibližně 12 kWh. Baterie je pak vhodné vybíjet do zůstatku 30 % elektrické energie, tím se prodlouží životnost a cena za jeden cyklus. Baterie jsou uloženy v technické místnosti společně akumulací nádrží. Tato místnost je tepelně izolovaná, kvůli optimálnější teplotě pro baterie. Zdrojem tepla je povrch kotle pokud je v provozu.

8.9. Benzínová elektrocentrála

Jako záložní zdroj elektrické energie je zvolena benzínová elektrocentrála s výkonem 2000 W, která je umístěna v objektu technického zázemí. Prostor technické místnosti je odhlučněn a odkouření je vyvedeno nad střechu. Vzhledem k tomu, že se jedná o neekologický zdroj elektrické energie, tak její provoz bereme ve výpočtech v potaz pouze v extrémních situacích a spíše jako určitou jistotu, která nemusí být nikdy použita.

8.10. Parametry domu – energetické údaje

Design domu plynoucí z konceptu propojení krajiny s interiérem byl upřednostněn navzdory ne zcela ideální parcele z hlediska orientace. Domy jsou tak z určité části v odpoledních hodi-

nách zastíněny, což se podepsalo i na ideálních pasivních solárních ziscích. Již od začátku bez výpočtu bylo tak jasné, že měrná roční potřeba na vytápění nebude nižší než hranice 15 kWh/(m²a). Do článku jsem tedy zařadil i pár vypočtených hodnot domu.

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období $\theta_e = -18^\circ\text{C}$

Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

Celková energeticky vztažná plocha	126,1	m ²
A/V	0,99	m ² / m ³
Měrná potřeba tepla na vytápění (měsíční metoda)	20	kWh/m ² *a
Měrná roční potřeba energie	61,75	kWh/m ² *a
Celková denní spotřeba energie (průměrná)	21,3	kWh
Špička odběru elektrické energie	3936	W
Celková denní maximální spotřeba elektrické energie (zimní období)	2,7	kWh
Celková minimální denní spotřeba elektrické energie (letní období)	5,7	kWh

9. Závěr

Výsledkem soutěže je nejen několik konkrétních návrhů, jak by měl takový ostrovní dům v kontextu přírody vypadat, ale i větší zájem studentů a veřejnosti o soběstačné domy, což je hlavním posláním celého konceptu. Soutěž Český ostrovní dům 2016 však již od začátku byla dále výjimečná tím, že nabídla vítězným autorům možnost podílet se na realizaci skutečného ostrovního domu společně s profesionály ze řad architektů a odborníků na soběstačné domy nebo jejich technologie. V současné době se tak již začalo pracovat na návrhu skutečného ostrovního domu, jenž má být ideálně realizován na jaře 2018.

Estetické a technické možnosti přestavby ZŠ Kněžmost na pasivní až téměř nulovou budovu s integrací FV systému do architektury a překvapivé překážky pro efektivní využívání OZE

Akad. arch. Aleš Brotánek, ABateliér

Sedlice 81, 262 42 Rožmitál P. Tř.

Tel: 604713426, e-mail: abrotanek@abatelier.cz

1. Výchozí situace

Areál základní školy v Kněžmostu se nachází v blízkosti centra vedle empírového kostela sv. Františka Serafinského. Kostel stojí při hlavní silnici II. třídy procházející obcí.

Celý areál školy nese znaky nekoncepčního rozvoje, kdy v průběhu dvou století nahodile vznikala chaotická struktura budov dle aktuálních možností a potřeb. Budova staré obecní školy je dnes již historická budova s osobitým kouzlem doby přelomu 19. a 20. století. Je postavená s mírným odstupem od komunikace, ze které ve své době byl logický hlavní vstup do školy. Budova je stále využívána pro školní účely a nachází se zde učebny pro I. stupeň a jídelna školy s kuchyní. S rozvojem silniční dopravy a nárůstem frekvence aut směřujících okolo školy na náměstí se zrušil tento hlavní vchod a tím i logika původní architektonické kompozice.

Za starou školou je stávající přízemní budova pro druhý stupeň a šatny základní školy, která byla postavená v druhé polovině minulého století a kde je současný hlavní vstup z vedlejší obecní komunikace Na Františku. Tato budova nejen neefektivně zabírá značnou část pozemků, ale při její stavbě byly použity i zdravotně závadné materiály, pro které je nevyhnutelné její odstranění. Rozbředlost stávajícího stavu podtrhuje začlenění původní samostatně stojící stodoly, ve které se nachází centrální kotelna s komplikovanými rozvody tepla a učebna dílen pracovní výchovy. V nedávné době byl areál doplněn o novou tělocvičnu. Budova staré školy, školní budova, jež musí být zbourána a budova tělocvičny na sebe navazují a jsou vzájemně komplikovaně dispozičně propojené.

Pozemek je svažité východním směrem k nivě potoka Kněžmostka. Vstupní podlaží staré školy v západní části areálu je o cca 1,93 metru výše než podlaha v tělocvičně nacházející se v části východní a proto tato situace komplikuje i nové řešení logického propojení

v horizontální úrovni, což ještě komplikuje niveleta záplavového území potoka, které se dotýkají základy tělocvičny.

Při stavbě tělocvičny se v této části pozemku projevily složité základové poměry, které situaci komplikují i pro přestavbu, kterou na navážkách a naplaveninách bude nutné zakládat na pilotech.



Obr. 1 Současný pohled na vstup z ulice na Františku



Obr. 2 Situace současného stavu

2. Urbanistický koncept

2.1. Jak do původní maloměstské zástavby začlenit školu pro nezávislé 21.století

Stav, kdy přízemní dostavba z druhé poloviny 20.století má být odstraněna, umožnil se znovu zamyslet nad koncepcí areálu v nových souvislostech.

Obecná škola má své nesporné historické architektonické kvality, určující měřítko zástavby. Novostavba tělocvičny je pojata velmi utilitárně a není situovaná zcela ideálně, ale jde o nedávnou investici, kterou je nutné zachovat.

Základním požadavkem zadání ze strany obce bylo harmonické začlenění školy právě do tohoto měřítka historické struktury obce, ale s využitím všech aktuálních poznatků efektivního stavění na principech pasivního domu a požadavků směrnice EU EPBD II. směřující k větší nezávislosti energeticky efektivních budov.

Navržená dostavba svým rozmístěním a hmotovým řešením respektuje nejstarší i nejmladší stavbu areálu, ale navrhované řešení propojuje zachované budovy novými objemy podél severní hranice pozemku od přístupové komunikace.



Obr. 3 Navrhovaný pohled na vstup z ulice na Františku



Tato koncentrace hmot podél severní hranice pozemku uvolňuje většinu původně zastavěného prostoru pro vznik nového zahradního parku s potenciálem expanze přestávkových, školních i mimoškolních aktivit do zeleně.



Obr. 5 Amfiteátr v zahradě u učebny dramatické výchovy.

Podélný tvar odvrácenou stranou od ulice většině výukových učeben umožňuje jižní orientaci a zároveň nabízí možnost integrovat do pláště architektury fotovoltaické technologie, aniž by se narušil původní kontext vnímání školy z uličních pohledů. Fotovoltaika na šikmých střešních plochách a částech fasády umožňuje využít elektrickou energii z OZE pro soběstačnější provoz školy, s nezanedbatelným didaktickým vlivem na výuku.

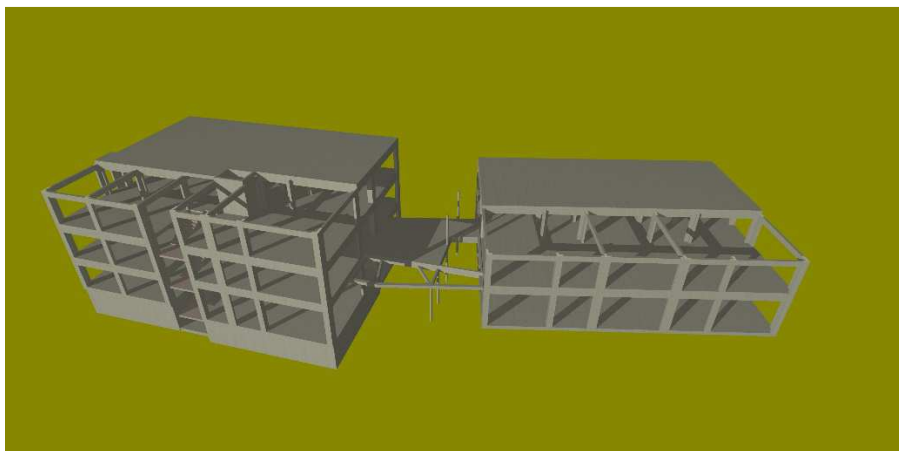
Výsledný celek vzniká z bloku staré školy a budovy tělocvičny, doplněný je o další dvě hmoty podobného objemu a ty propojují odsazené propojovací krčky do jednoho celku odpovídajícího vnitřnímu provozu. Navrhovaným řešením se vytváří jeden kompaktní provoz s měřítkem odpovídajícím okolní zástavbě se sedlovými střechami a klasickou střešní krytinou. Nově se dotvoří uliční linie hmot podél ulice Na Františku a pokračující ulicí Na Podolci, která ze severu působí konzervativním dojmem, ale z jihu jsou použity prvky architektury pro 21. století, aniž by byl poškozen historický kontext obce.



Obr. 6 Výstup do zahrady z foyer, terasa od družiny s přístřeškem a amfiteátr u učebny dramatické výchovy.

3. Stavební, technické a inteligentní řešení

Hlavním a zásadním požadavkem je rychlost, protože ani během bourání stávající školní budovy a následné dostavby nebude přerušena výuka ZŠ. Započetí bouracích prací nastane v prázdninovém období a v následném roce po prázdninách má být přestavba uvedena do provozu. Vyučování bude pokračovat v historické budově Obecné školy a v improvizovaných náhradních prostorách. Těmto požadavkům byl podřízen výběr konstrukčního systému z železobetonového prefabrikovaného skeletu pro hlavní stavební objekty S0-01 a S0-02, které jsou dispozičně racionálním trojtaktem se středovou chodbou.



Obr. 7 Schéma prefabrikovaného ŽB skeletu pro SO-01 a SO-02

Vytvoření organicky poskládané struktury z pravoúhlých kubusů umožňují propojující krčky nepravidelných kosých tvarů, jejichž vznik umožňuje konstrukce z monolitického železobetonu. Všechny skelety jsou dozděné výplňovým zdívem z vápenopískových cihel. Hlavní vzduchotěsnou rovinu tvoří vnější omítka s výztuží. Hlavní materiál pro zateplení objektů zajišťuje šedý EPS.

Pro dosažení zdravého hygienického prostředí budou jednotlivé prostory školy řízeně větrány pomocí dvou semicentrálních větracích jednotek s rekuperací tepla umístěných v SO 01 a 02. Okna při jižní, západní a východní straně objektů budou opatřena inteligentním stíněním pomocí venkovních, automaticky nastavitelných žaluzií. Inteligentní systém řízení celé budovy předpokládá i vlastní meteostanici. Systém řízení budovy nahrazuje několik samostatných podsystémů řízení (teperace, aktivní stínění, umělé osvětlení, větrání a tepelná pohoda vnitřního prostředí, efektivní využívání vlastní el.energie z fotovoltaiky, ostraha objektu i jistá míra hlídání poruch systémů a havarijních situací). Toto vše je řízeno koordinovaně a výsledný provoz i instalace může být neefektivnější. Je to i díky tomu, že dnes v konkurenčním prostředí jsou již i čeští dodavatelé, na projektu se podílela firma HAIDY a.s.. Vzhledem ke způsobu užívání (veřejná budova) je dobré, aby systémy byly vzájemně propojeny a řízeny centrálně systémem užívaným v tzv. inteligentních domech.

Výsledné řešení takto naplňuje všechny požadavky investorského zadání na rychlou realizaci, kontextuální estetické začlenění, příjemné prostředí s odpovídající kvalitou vnitřního prostředí, energetické efektivity s minimalizací nákladů na provozu i minimalizace produkce emisí CO₂, s významným zajištěním energetických potřeb z OZE, tak jak vytyčují cíle směrnice EU (EPBDII) a agenda 2020. Návrh proto počítá s energeticky efektivním řešením prověřeným optimalizačním programem PHPP podle principů navrhování PASIVNÍCH DOMŮ).

4. Optimalizace je základem racionálního výsledku

Optimalizace pomocí návrhového programu PHPP je základním návrhovým nástrojem, který umožňuje snížit základní potřebu tepla návrhem tepelné obálky nákladově optimálně, provádí korekci návrhu pro zajištění vnitřní tepelné pohody během celého roku a je základním podkladem pro přesné dimenzování veškeré techniky pro zabezpečení optimálních podmínek vnitřního prostředí budovy. To umožnilo navrhnout všechna zařízení v míře nezbytně potřebné a proto opět nákladově optimálně. Údaje z optimalizačního výpočtového modelu PHPP prokazují, že návrh dosáhl měrné potřeby tepla na vytápění dle PHPP: $13 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

- Umístění: 241 m. n. m.
- Faktor A/V: 0,35
- Obestavěný objem vytápěné části: 13913 m^3
- Vytápěná podlahová plocha dle PHPP: $2605,5 \text{ m}^2$
- Stěny $U_{\min} 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Střecha těžká $U_{\min} 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Střecha lehká $U_{\min} 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Podlaha / sokl $U_{\min} 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Okna: $U_f = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, trojsklo, $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $g = 50 \%$

5. Architektonické a výtvarné řešení

Škola bude po dostavbě vytvářet členitý soubor hmot, který si přes svůj celkový objem zachová měřítko a formy blízké okolní zástavbě a i přes svoji optickou členitost zůstává kompaktní, jak prokázal výpočetem udávaný poměr objemu a plochy, faktor A/V: 0,35. Architektonická vize tak zůstává v harmonickém souladu s fyzikálními principy výhodnými pro energeticky efektivní stavbu.

Do ulice Na Františku přístavba navazuje na měřítko staré školy. Hlavní dostavované objekty (SO 01 a SO 02) jsou do této strany natočeny polosedlovými střechami s klasickou střešní krytinou. Rozmanité členění oken vychází ze současných potřeb konkrétních místností a minimalizuje počet okenních otvorů ze severní strany, ale optimalizovaně zajišťuje světelné podmínky.



Obr. 8 Pohled severní

Do strany chráněného uzavřeného prostoru – školního dvora - bude mít dostavba odlišný charakter vycházející z funkčního uspořádání. Při této straně jsou umístěny téměř pouze učebny. Ty potřebují mít z hlediska osvětlení maximální okenní otvory. Jsou zde navržena pásová okna v celé šíři učeben od výšky parapetů a ta jsou ve fasádě doplněna o menší okna kabinetů. Návrh areálu vytváří podmínky pro optimální využití obnovitelných zdrojů na provoz, a proto je tato jižní strana kompozičně doplněna o fotovoltaicky aktivní plochy v kombinaci šikmo a svisle. Šikmé plochy doplňují severní šikmou střechu na téměř sedlovou formu, na kterou z jihu navazuje kubusový tvar, který má v horní části svislý fotoaktivní obklad stěn přecházející v minimálním rozsahu i na východní a západní plochy. Tento design reaguje na potřeby rovnoměrnějšího odběru produkované energie za proměnlivých klimatických podmínek v průběhu roku. Cílem je rozostření výkonové křivky do ploššího denního výkonového diagramu.



Obr. 9 Pohled jižní

Nižší objekty mají propojovací úlohu. Jsou v nich umístěny vstupy do budov a dle významu jsou tyto vstupy i zvýrazněny. Dominantní je hlavní vstup v centrální pozici v objektu SO 03. Vstup je natočen do směru přístupu z ulice, vystupuje z hlavní hmoty a láká barevnými posuvnými dveřmi i barevností zabudovaných kontejnerků na separovaný odpad (sklo, papír, elektro, hliník a železo). Starost o třídění by se měla stát součástí výukového programu školy a další místa jsou v každé třídě.

Různé odstíny probarvených omítek zvýrazňují hmotové členění dostavby. Kubusy hlavních hmot SO-01a 02 mají být barevně totožné s barvou staré školy a krčky spolu s jižní fasádou v barvě téměř bíle kontrastní. Pásová instalace FV na svislé fasádě opticky snižuje hlavní hmoty a modrošedým odstínem se hlásí k soudobému výrazu. Vstupní objekt SO 03 a další parterové prvky předprostoru školy budou z pohledového betonu v kombinaci s trelážemi s popínavou zelení. Dřevěné treláže stejného charakteru budou užity i na dalších místech dostavby, kde budou mít funkci venkovního zábradlí.

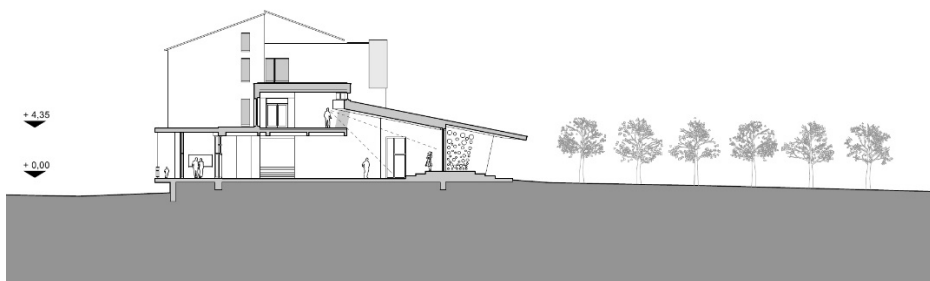


Obr. 9 Hlavní vstup do školy

Architektonické řešení zvýrazňuje hlavní vchod, opticky člení budovy měřítkem okolní zástavby z pohledů od veřejného prostoru, odkud působí konzervativně. Vedle toho návrh z jihu používá prvky moderní architektury a špičkové technologie s fotoaktivními povrchy pro využívání OZE, které začínají být samozřejmé pro 21. století, aniž by to poškozovalo historický kontext obce. Vstupní hala je přirozeným komunikačním centrem i shromažďovacím prostorem s průhledem a výstupem do zahrady.



Obr. 10 Pohled na výstup do zahrady ze vstupní haly



Obr. 11 Řez vstupní halou

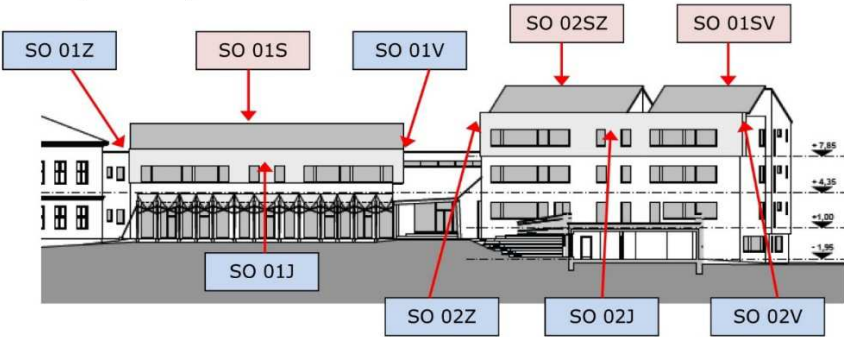
6. Potřeby energie pro zajištění provozu budovy a možnosti využití OZE

Návrh s minimalizovanou potřebou energie pro zajištění provozu budovy vytváří předpoklady pro racionální využití OZE, které se stávají stále rychleji ekonomicky návratnou investicí, jak roste jejich účinnost a klesá cena. Rozhodující je, že přestavba je inteligentně řízena a tím připravena pružně reagovat na proměnlivé podmínky, případně se rozvíjet a být doplňována o další technologické elementy. Je tím připravena stát se součástí chytrých sítí (Smart grid -

podpora EU). Chytré budovy, schopné plynule přecházet do nezávislého provozu, jsou pro kompatibilitu s chytrými sítěmi nezbytným předpokladem na cestě k významnější nezávislosti.

Zdrojem tepla je automatický kotel na spalování biomasy ve formě přesně dávkovatelných peletek a vedlejším záložním zdrojem je kotel na plyn.

Zdrojem elektrické energie z OZE je fotovoltaický systém. Ten se skládá z deseti funkčních souborů FV modulů, které se liší svým umístěním, sklonem, orientací, velikostí a typem použitých fotovoltaických modulů. Sestavy fotovoltaických modulů jsou umístěny na střechách a fasádách dvou budov.

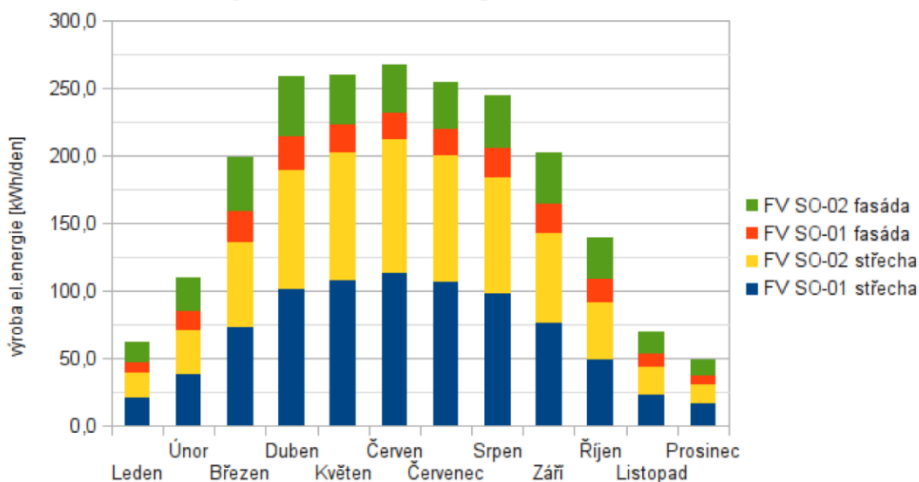


Obr. 12 Poloha FV modulů

Celkový instalovaný výkon 88 425 Wp, výkonově rozostřený diverzifikovanou orientací panelů, umožní celoroční produkci až 66 599 kWh.

Stavební objekt	Označení	Orientace	Sklon	Instalovaný výkon
-	-	°	°	Wp
SO-01	Fvstřecha 01.1	170	20	16 200
SO-01	Fvstřecha 01.2	170	20	16 200
SO-01	Fvfasáda 01.1	170	90	8 428
SO-01	Fvfasáda 01.2	80	90	1 548
SO-01	Fvfasáda 01.3	260	90	1 548
SO-02	Fvstřecha 02.1	183	20	16 200
SO-02	Fvstřecha 02.2	183	20	10 800
SO-02	Fvfasáda 02.1	183	90	15 179
SO-02	Fvfasáda 02.2	93	90	1 161
SO-02	Fvfasáda 02.3	273	90	1 161
Celkem				88 425

Obr. 14 poloha FV modulů s uvedením předpokládaných výkonů



Obr. 15 Denní výroba el.energie FV ŽŠ Kněžmost

Z grafu denní výroby je vidět výrazně plošší výkonová křivka, která se i v zimních měsících pohybuje nad 50kWh/den, což znamená, že i při ostrovním režimu je schopna zajišťovat klíčové provozní funkce.

Nejefektivnější využití el.energií z FV je přímou spotřebou při provozu budovy a provoz školy se v naprosté většině kryje s dobou slunečního svitu. V letním období lze významné přebytky akumulovat převodem na teplou vodu v integrovaných zásobnících tepla. Pak je možné odstavit provoz kotlů až na 2/3 roku - od jara do podzimu. Vyšší úroveň užití vlastní produkce el. energie umožní bateriový systém, zatím pouze minimální, který dokáže plynule řídit nejvýhodnější užití energie. Pro tyto technologie je rezervovaný prostor v 1.PP v SO 02, kam je možné systém rozšiřovat. Takto nastavený koncept by mohl během deseti let dorůst i k plné soběstačnosti, v souladu s cíly směrnice EPBD II. a závazky o snižování produkce CO₂.

7. Překvapivé překážky pro efektivní využívání OZE

Při úvahách o maximálně efektivním využití vyprodukované energie je jádrem problému, co s energií, která se vyrobí v nepracovní dny a o prázdninách?

Překvapivé je, že nejde o technický problém, ale jen problém nastavení pravidel v systému dominantního vlastníka správce přenosové sítě.

Jaká technická řešení jsou již dnes dostupná a možná?

1. v rámci logiky plnění evropských cílů politiky 2020 by byl nejlogičtější režim “NETT METERING”. Jde způsob obchodování elektřiny z obnovitelných zdrojů a zároveň funguje jako účinná pobídka k pořízení vlastního obnovitelného zdroje. Nekorumpovatelnou formou stimuluje vyrábět v celoroční bilanci tolik, kolik jsou potřeby. Nejsnadněji ho lze popsat jako „točení elektroměrem oběma směry“ a vlastní síť zprostředkovává směnu přebytků za vhodně nastavených podmínek. Energie ze slunce vzniká ve dne, v hodinách špičkové potřeby. NETT METERING by byl významná akcelerace rozvoje produkce OZE bez potřeby vlastního bateriového zdroje. Bohužel zatím tento primitivní motivační systém naráží na odpor ERU, který dělá obstrukce i jen s pouhými přetoky do sítě, i když za ně producent nic nedostane. Přetoky pro nelicencované producenty jsou zakázány pod vysokou sankcí. Komplikacemi tak motivuje investory promýšlet vlastní nezávislá ostrovní řešení, bez vzájemně výhodné kooperace, tedy vzdalování se chytrým sítím.
2. Druhé chytré řešení by umožnilo přenášet produkci el.energie do ostatních objektů v majetku města za pomoci stávající sítě a softwaru. Tento program umí synchronizovat vtok a odběr ze sítě v reálném čase u vlastních objektů, aniž by síť jakkoli zatěžoval. Vlastník sítě, který by přenos umožnil, by logicky vybíral pouze adekvátní poplatek za přenos a údržbu sítě. Technicky jednoduché a nákladově minimalistické vytvoření chytré sítě naráží opět pouze na ochotu ERU a správců sítě nastavit pravidla, aby existující technické řešení dostalo prostor.
3. Propojit objekty města mezi sebou vlastní nezávislou sítí je v tuto chvíli nejreálnějším řešením, bez administrativních komplikací. Možná že by se do ní časem rády přidaly i další subjekty, a tak by spontánně začala vznikat paralelní chytrá síť, která by upřednostňovala místně vyráběnou energii. Kam by to mohlo dospět? Možná zánikem původní sítě nebo nakonec vynucenou kooperací? Těžko věštit.
4. Poslední alternativou je řešení, které již realizuje několik měst v Německu. Odkoupily do majetku města místní distribuční síť (začínající za trafostanicí) a vlastní vyrobenou el.energii v tomto prostoru poskytují přednostně. K tomu je třeba odvaha města, stát se obchodníkem s energií. Má to ale logiku. Pokud míříme k místní soběstačnosti, je přirozené řídit tento proces místně, nikoli nadregionální strukturou, která má své priority postavené jinak.

Ve všech alternativách je výhodné řešení přebytků realizovat v kooperaci s vlastní elektromobilitou, elektrokoly počínaje a automobily konče.

8. závěr

Jak to prakticky dělat už víme.

Obr.16 Protokol PHPP pro ZŠ Kněžmost, (autor Jiří Čech pro STS)

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Na Františku č. p. 32

PSC, místo: 294 02 Kněžmost

Typ budovy: Budova pro vzdělávání

Plocha obálky budovy: 5034,6 m²

Objemový faktor tvaru A/V: 0,36 m²/m³

Energeticky vztáhná plocha: 3448,1 m²



ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie

(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie

(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)

Mimořádně úsporná **A**

29

A

45

11

Velmi úsporná **B**

32

B

67

Úsporná **C**

48

C

90

Méně úsporná **D**

64

D

135

Nehospodárna **E**

96

E

179

Velmi nehospodárna **F**

128

F

224

Mimořádně nehospodárna **G**

160

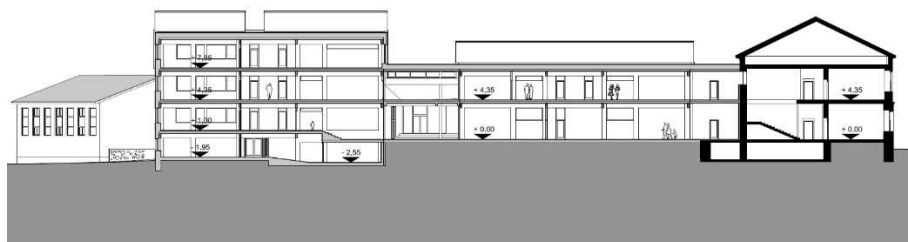
G

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

99,799

39,364

Obr. 17 Průkaz energetické náročnosti ZŠ Kněžmost (autor Pavel Minář)



Obr. 18 Podélný řez, který ukazuje propojení všech objektů na různých horizontálních úrovních



Obr. 19 Retardovaný vstupní předprostor ZŠ Kněžmost



Obr. 19 Výstup na terasu družiny kryto membránou



111

Mestská zóna s nulovou potrebou energie - Passivhaus plus a prémium

Lorant Krajcsovics, Klára Macháčová, Fakulta architektúry STU

Námestie slobody 19,815 45 Bratislava

Tel: +421 907 667 024, e-mail: lorant.krajcsovics@stuba.sk

Abstract

The strategies how to reach nearly zero energy balance of a building are known. In some cases to reach this level is a problem, because of shape or difficult surrounding conditions of a building. The aim of this research was to analyse the potential of solar energy use (solar potential) in a structure to reach settlement with zero energy balance.

The subject of the research was the existing housing estate realized in the 50's of the last century in Bratislava, entitled "old" Krasňany. This case study we present comparison of current energy demand of the existing housing structure, the possible energy savings potential as well analysis of the active use of sun radiation, to reach nearly zero energy balance

1. Energeticky sebestačná mestská zóna

1.1 Budova s takmer nulovou potrebou energie

To, či budova s takmer nulovou potrebou energie využívajúca slnečnú energiu na výrobu elektriny je spotrebiteľ alebo producent je premenlivé v čase – počas dňa a roka. Najväčšia spotreba a najnižšia výroba energie je počas noci a v zimných mesiacoch, počas vykurovacej sezóny. Počas letného dňa je možné vyrobiť najväčšie množstvo prevyšujúcej energie.

Množstvo vyrobenej energie sa líši v závislosti od okolitých podmienok, tvaru a veľkosti budovy. Doba najväčšej spotreby závisí hlavne od funkcie danej budovy. Bytové domy majú najväčšiu spotrebu v poobedňajších hodinách, zatiaľ čo pri administratívnych či školských stavbách je to počas pracovného dňa. Vzájomný časový posun spotreby a výroby pri rôznych funkčných využitíach budov, vytvára potenciál pre ich vzájomnú energetickú kooperáciu [1]. Rozhodujúce je tiež, ako transferovať prebytok energie do doby s prevyšujúcou spotrebou.

1.2 Koncepcia a možnosti

Zaujímala nás otázka, za akých podmienok by mohla mestská zóna s rôznorodou skladbou budov dosiahnuť nulovú, alebo až plusovú energetickú bilanciu, s využitím solárnej energie. Pre náš experiment sme si vybrali bratislavské sídlisko Krasňany. Toto prvé povojnové bratislavské sídlisko bolo koncipované ako „záhradné mesto“, s trojpodlažnými bytovými domami s veľkými vzájomnými rozstupmi a s malou občianskou vybavenosťou, reprezentovanou hlavne školskými stavbami. Územie má veľmi nízky koeficient zastavania 0,14, index podlažných plôch je 0,45 a hustotu obyvateľov len 104 na hektár. Tieto hodnoty sú príliš malé na úspešné umiestnenie služieb do územia a pre vytvorenie mestského prostredia [2]. Keďže hustota obyvateľstva je jedným z meradiel udržateľnosti, zaoberali sme sa aj týmto aspektom obnovy sídliska a hľadali sme možnosti, ako hustotu obyvateľstva primerane zvýšiť, vytvorenie mestského prostredia.



Obr. 1 Obytný súbor Krasňany

1.3 Scenáre obnovy

Navrhli sme niekoľko scenárov obnovy existujúcej štruktúry a tiež jej prestavby s ohľadom na energetickú efektívnosť a porovnali sme tieto scenáre so súčasným stavom.

Scenár 0 predstavuje súčasný stav spotreby energie na kúrenie, prípravu ohriatej teplej vody a spotrebu elektrickej energie, pričom si treba uvedomiť, že v súčasnosti sa v území nevyužíva žiadny obnoviteľný zdroj energie.

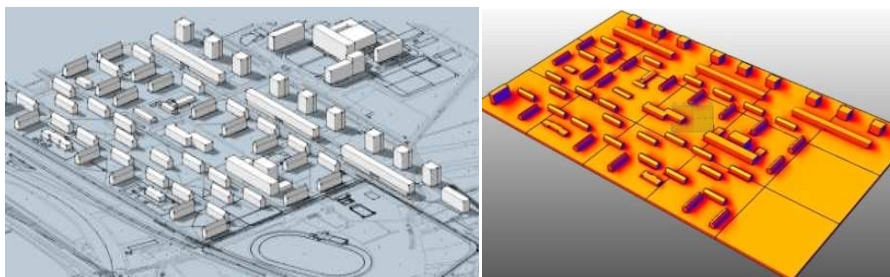
Scenár 1 predstavuje obnovu korešpondujúcu so súčasnými požiadavkami na energetickú efektívnosť, zateplením a vyregulovaním vykurovacieho systému sa zníži potreba tepla na vykurovanie, použitím úsporného osvetlenia a spotrebičov sa zníži aj spotreba elektrickej energie – v našej bilancii údaj o spotrebe elektriny nechávame zámerne rovnaký ako v scenári 0, lebo predpokladáme modernizáciu domácností a nárast používania nových elektrických spotrebičov.

Čo sa týka využitia obnoviteľných zdrojov energie, príprava ohriatej pitnej vode je na 50 % zabezpečená slnečnými termálnymi kolektormi, ktoré pokrývajú 15% plochy striech. Výroba elektrickej energie je v celoročnej bilancii na 100 % zabezpečená fotovoltickými panelmi s 15 % účinnosťou, ktoré pokrývajú 45 % plochy striech.

Scenár 2 napĺňa predstavu o stave stavebnej produkcie po roku 2020 v zmysle európskej smernice EPBD II, budovy by sa po významnej obnove priblížili k nulovému energetickému štandardu. V tomto scenári uvažujeme o 90% pokrytí striech fotovoltikou s 15 % účinnosťou, termické panely sa nepoužijú. Množstvo vyprodukovanej elektrickej energie je dvojnásobné v porovnaní s jej potrebou pre územie.

V ročnej bilancii vytvárame prebytok energie, ktorý je možné poskytnúť do siete.

	Energetická spotreba budov v sektore [MWh/a]	Energetická produkcia solárnych zariadení [MWh/a]	
		Termálne kolektory	Fotovoltické články
Scenár 0			
Vykurovanie	5,230		
Príprava OPV	2,176		
Elektrina	2,039		
Scenár 1			
Vykurovanie	4,118		
Príprava OPV	2,176	1,219 (≈50%)	
Elektrina	2,039		2,087 (≈100%)
Scenár 2			
Vykurovanie	2,436		
Príprava OPV	2,176		
Elektrina	2,039		4,175 (≈200%)

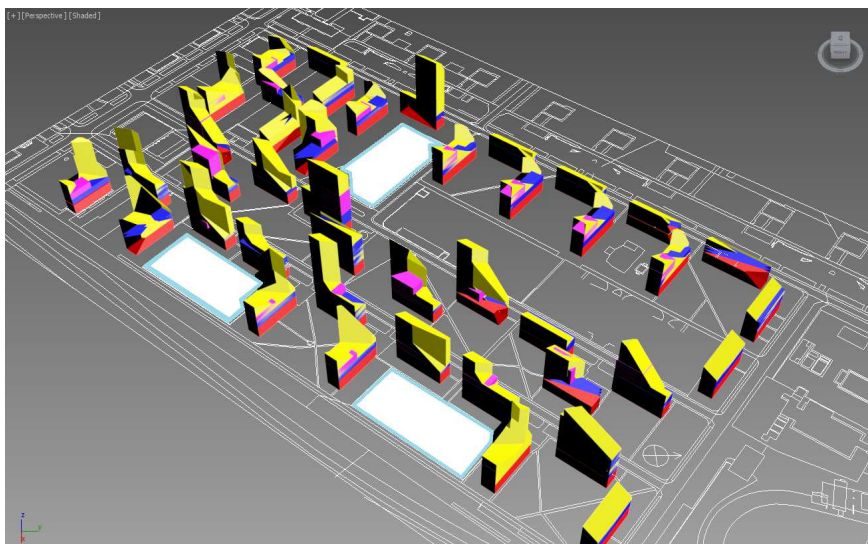


Obr. 2: Staré Krasňany, Bratislava – solárny potenciál urbánnej štruktúry

Vráťme sa k faktu, že územie má malú hustotu obyvateľov, nízky index zastavania

a pridajme zistenie, že máme veľký možný prebytok elektrickej energie, ktorý môžu využiť pridané domácnosti, alebo služby. Ako rozumne zvýšiť hustotu, t. j. de facto pridať stavebný objem a pritom zachovať preslenie v existujúcich budovách? Uvažovali sme o dvoch alternatívach – buď sa existujúce budovy nadstavujú tak, aby si navzájom netienili, alebo sa štruktúra zahusťuje novostavbami na voľných priestranstvách medzi existujúcimi budovami, a to opäť v takom objeme, aby neprišlo k nežiaducemu tieneniu. V oboch alternatívach sme použili na zistenie limitov nadstavieb či novostavieb metódu slnečného obalu (slnečný obal je priestorový limit, ktorý určuje maximálny objem budovy tak, aby netienil okoliu vo zvolenom časovom intervale) [3].

V prvej alternatíve sme zistili, že všetky objekty je možné nadstavovať o minimálne dve podlažia (v súčasnosti skutočne prebieha nadstavba o jedno podlažie), v niektorých prípadoch teoreticky aj výrazne vyššie – až o osem podlaží. Pri päťpodlažných budovách by sa index podlažných plôch zvýšil na 0,64 a počet obyvateľov by sa zvýšil zo 104 na približne 200 na hektár. Táto alternatíva zahusťovania – nadstavovanie - má svoje limity. Treba si uvedomiť, že najväčší potenciál výroby elektrickej energie je na strechách. Čím má budova viac podlaží, tým je spotreba vyššia, plocha strechy pre umiestnenie solárnej techniky však zostáva rovnaká.



Obr. 3: Slniečny obal pre Krasňany - nadstavby

Pri druhej alternatíve zahusťovania sme pridali nové budovy, pričom tu by bolo zaujímavé okrem obytnej funkcie pridať funkciu inú – služby pre obyvateľov, obchod, administratívu... Pri zvýšení hustoty obyvateľstva v území by prítomnosť občianskej vybavenosti bola žiadúca, a z energetického hľadiska by sa spotreba energie rovnomernejšie rozložila počas dňa. Výhodou tejto alternatívy je fakt, že by sa zvýšil nielen index podlažných plôch (s ním úžitková plocha, počet ľudí v území, spotreba energie), ale zväčšila sa aj plocha striech, teda plocha, na ktorej môže byť inštalovaná ďalšia solárna technika.

2. Závery

Dnes všade okolo nás prebieha energetická sanácia budov. Aj v našom území sme sa mohli zaoberať každou jednotlivou budovou samostatne, bez vnímania súvislostí s celkom. Budovy majú rozličný objem, rôznu orientáciu ku svetovým stranám... Má význam sa za každú cenu snažiť, aby každá jedna budova mala nulovú energetickú bilanciu? Zistili sme, že v celoročnej bilancii elektrickej energie skúmaná zóna dokáže produkovať viac elektrickej energie ako sama spotrebuje. Tak ako má zóna jednotný architektonický koncept, pri jej obnove bol použitý jednotný energetický koncept predpokladajúci vzájomnú kooperáciu. Ak tento prístup trochu zovšeobecníme môžeme vysloviť tézu, že každé urbanizované územie má svoj energetický potenciál, s týmto potenciálom je potrebné kalkulovať rovnako pri návrhu konceptu novej zástavby, ako pri rekonštrukcii urbánnej štruktúry.

V tomto kontexte by bolo potrebné prehodnotiť metodiku energetického hodnotenia budov, ktoré do finálnej potreby primárnej energie započítava aj množstvo energie vyrobené z fotovoltických článkov. Táto energia dokáže byť len čiastočne využitá v budove a na budove a ukazuje sa, že je efektívnejšie ju využívať vo vzájomnej synergii v sieti. Malopodlažné budovy majú potenciál výroby v porovnaní so svojou spotrebou veľmi veľký, zatiaľčo výškové budovy majú tento potenciál obmedzený ale intenzita využitia územia pri výškových budovach je omnoho vyššia.

Preto hodnotím novu metodiku kategorizácie pasivných budov na triedy klasik, plus a prémium, ktoré oddelujú spotrebu v budove a výrobu elektriny ako krok správnym smerom. Ukazuje sa, že cieľom nie je dosiahnuť energeticky autonómne budovy, ale mestá, ktoré dokážu svoju spotrebu energie pokryť z veľkej časti vlastnou produkciou, teda smart cities.

3. Literatúra

- (1) LEGENY, J. - MORGENSTEIN, P., Solárna stratégia udržateľného mesta, Slovenská technická univerzita, Bratislava 2015.
- (2) VITKOVA, L., Effective Urban Density as Ecological necessity of City development in Slovakia, Proceedings of 14th SGEM GeoConferences on Nano, Bio and Green – Technologies for Sustainable Future, Sofia 2014, Bulgaria.
- (3) MACHÁČOVÁ, K. - KEPPL, J. - KRAJCSOVICS, L. Slnečný obal. In Pasivní domy 2011. Brno : Centrum pasivního domu, 2011, s.105-115. ISBN 978-80-260-0563-6

Intelligentní město – strategie a rozvoj

DI Friedrich Kapusta, Energieinstitut der Wirtschaft

Webgasse 29, 1060 Vídeň

+43 1 3433430, f.kapusta@energieinstitut.net

1. Jak se stát „intelligentním městem nebo obcí“

Evropské inovační partnerství – Strategický prováděcí plán

Skupina odborníků na vysoké úrovni v rámci Evropského inovačního partnerství pro inteligentní města a obce předložila koncem roku 2013 „Strategický prováděcí plán“ (Strategic Implementation Plan, SIP)¹ pro urychlení transformace evropských měst na „intelligentní města“. Intelligentní města „je třeba považovat za systémy lidí, kteří účinkují v interakci s toky energií, materiálů, služeb a financování a využívají je k zajištění udržitelného hospodářského rozvoje, odolnosti a vysoké kvality života; tyto toky a interakce získávají svůj inteligentní rozměr prostřednictvím strategického využívání informační a komunikační infrastruktury a služeb v procesu transparentního městského plánování a řízení, které reaguje na sociální a ekonomické potřeby společnosti“.¹

Vzhledem k rozloze a složitosti měst a s ohledem na zjištění obsažená v předkládaném SIP musí transformace na „intelligentní město“ brát v potaz tři ‚vertikální‘ domény a osm ‚horizontálních‘ nosných témat (viz obr. 1). Těchto jedenáct vnitřně propojených prioritních oblastí je považováno za nejdůležitější aspekty inteligentních měst a obcí a za styčný bod s oblastmi energií, dopravy a informačních a komunikačních technologií.



Obr. 1: Strategický prováděcí plán – prioritní oblasti¹

2. Smart City Wien: Rámcová strategie

V polovině roku 2014 vydalo město Vídeň materiál „Smart City Wien: rámcová strategie“². Tato strategie vychází z časového horizontu do roku 2050 a je výsledkem zapojení širokého okruhu zúčastněných stran včetně zájmových uskupení, státní správy, odborníků a nevládních organizací: „Rámcová strategie Smart City Wien představuje dlouhodobou strategii a nenabízí detailní soubory opatření. Je spíše orientační pomůckou pro příští generaci specializovaných strategií v oblastech jako jsou ochrana klimatu, inovace, územní plánování, mobilita atd. V každém případě však budou formulovány a realizovány konkrétní dílčí projekty s kratším časovým rámcem, jež také poslouží k objasnění samotné podstaty možné podoby „inteligentního města Vídně“.²

Příslušenství inteligentního města ve Vídni

Smart City Wien definuje svůj rozvoj (podle prioritních oblastí SIP) na ose energie, mobilita, budovy a infrastruktura:

- radikální ochrana zdrojů
- vývoj a produktivní využití inovací a nových technologií
- vysoká a sociálně vyvážená kvalita života

Vysoké cíle strategie Smart City Wien

- Zdroje: Snížení emisí skleníkových plynů na jednoho obyvatele Vídně nejméně o 35 % do roku 2030 a o 80 % do roku 2050 (v porovnání s rokem 1990).
- Inovace: v roce 2050 se Vídeň v důsledku špičkového výzkumu, silné ekonomiky a kvalitního vzdělávání stane lídrem v inovacích.
- Kvalita života: Vídeň má koncepci, která zachovává stávající vynikající úroveň kvality bydlení a pokračuje v důrazu na sociální začleňování: v roce 2050 je tak městem s nejvyšší kvalitou života a spokojeností obyvatel v Evropě.

Ukutečnění ambiciózních cílů má podle rámcové strategie Smart City Wien napomoci řada dílčích cílů.

Co se týče zdrojů, jsou formulovány konkrétnější dílčí cíle týkající se energií:

- Zvýšení energetické účinnosti a snížení konečné spotřeby energie na jednoho obyvatele Vídně o 40 % do roku 2050 (oproti roku 2005).
- Současně by primární energetický vstup na osobu měl poklesnout z 3000 na 2000 wattů.
- V roce 2030 bude více než 20 %, v roce 2050 pak 50 % hrubé spotřeby energie ve Vídni pocházet z obnovitelných zdrojů.

V oblasti zdrojů jsou dále formulovány konkrétnější dílčí cíle pro budovy:

- Nákladově optimalizované stavební normy pro nulovou spotřebu energie u všech nových budov, přístaveb a rekonstrukcí počínaje obdobím let 2018 – 2020 a další rozvoj systémů zásobování teplem směrem k ještě vyšší úrovni ochrany klimatu.
- Komplexní činnost v oblasti rekonstrukcí zahrnuje snižování spotřeby energie stávajících budov u vytápění, chlazení a ohřevu vody o jedno procento na jednoho obyvatele a rok.

Na základě Rámcové strategie Smart City Wien byla realizována nebo právě vzniká řada projektů, např.:

Aspern Vienna's Urban Lakeside:

Projekty výstavby v blízkosti někdejšího severního nádraží (Nordbahnhof). V budoucnu zde získá bydlení 20 000 obyvatel v 8 500 bytových jednotkách. Kromě toho bude vytvořeno 20 000 pracovních míst v oblasti služeb, obchodu a průmyslu, vědy, výzkumu a vzdělávání. Projekt vzal plně za své myšlenky a vize „inteligentního města“: při plánování a výstavbě

stojí v centru pozornosti lidí. Nové technologie jsou šetrné ke zdrojům a zároveň zajišťují sociálně vyváženou kvalitu života.

Inteligentní město v oblasti sociálního bydlení:

Město Vídeň je největším vlastníkem sociálního bydlení v Evropě (cca 220 000 obytných jednotek). V rámci projektu vznikla strategie organizace a realizace rekonstrukce dvou budov pro sociální bydlení s využitím koncepce „inteligentního města“.

Smarter Together:

Tento projekt financovaný z prostředků EU (partnerskými městy jsou Lyon a Mnichov) bude podporovat renovaci zateplení budov, integraci obnovitelných zdrojů energií a inovovat řešení mobility v městské oblasti Simmering.

Technologické centrum Aspern IQ:

Energeticky pozitivní budova v oblasti Aspern Vienna´s Urban Lakeside

Boutiquehotel Stadthalle:

Městský hotel s nulovou energetickou bilancí.

Řadu dalších naleznete na adrese <https://smartcity.wien.gv.at/site/en>

3. Rekonstrukce a modernizace infrastruktury

Již 78 % obyvatel Evropy žije ve městech a ve městech je také generováno 85 % HDP Evropské unie. Inteligentní propojování a modernizace infrastruktury, technologií a služeb v klíčových oblastech života ve městech (doprava, budovy, energie, výpočetní a komunikační technika) zvýší kvalitu života, konkurenceschopnost a udržitelnost našich měst. V zájmu snížení rizika vyžadují mnohá inovativní řešení nové obchodní modely a způsoby financování. Vzhledem k tomu, že poptávka po lepší infrastruktuře a službách je vysoká a nadále roste, ale veřejný rozpočet je pod tlakem, je nutné efektivní sdílení znalostí a rozvíjení kapacit.

Koncept inteligentního města pro projekty rekonstrukce sociálního bydlení³

Energieinstitut der Wirtschaft spolu s městem Vídeň (Wiener Wohnen) a dalšími odborníky uskutečnily projekt hodnocení, jehož zastřešujícím cílem je vytvořit základnu pro strukturovaný postup činností, kdy se v rámci rekonstrukcí sociálního bydlení v Rakousku uplatňují cíle a řešení konceptu inteligentního města.

Hlavními parametry, s nimiž tento projekt pracuje, jsou možnost replikovat výsledky, ochrana zdrojů, využití nových technologií, zvyšování kvality života, aktivní zapojení nájemníků a dostupnost. Zvláštní důraz byl kladen na podmínky právní a finanční podpory a alternativní obchodní modely pro zajištění finanční dostupnosti plánované inteligentní adaptace pro nájemníky.

V rámci mezioborového týmu expertů byla projednána opatření inteligentní adaptace na dvou konkrétních bytových domech, definováno pět klíčových oblastí konceptu inteligentního města a vypracováno pět potenciálních oblastí inteligentní adaptace spolu s příslušnými parametry. Pro konkrétní bytový dům byly navrženy tři možné postupy adaptace. Na základě standardního postupu přestavby byl navržen postup zapojení zúčastněných stran při přípravě a realizaci inteligentní adaptace.

Byly vypracovány tyto dokumenty:

- Příručka s postupem činností: Standardní postup činností při rekonstrukci budovy byl rozšířen o složky a náplň koncepce inteligentního města, které jsou klíčové pro inteligentní adaptaci. Příručka má v budoucnu poskytovat podporu a metodické vedení pro strukturovaný přístup a realizaci projektů inteligentní adaptace v oblasti sociálního bydlení.
- Příručka opatření pro inteligentní město: Na základě rámcové strategie pro inteligentní město bylo vymezeno pět akčních oblastí, které by u projektů inteligentní adaptace měly vždy být brány v potaz. Každá akční oblast obsahuje řadu typických opatření, která provádějí inteligentní adaptaci bytového domu. Cílem příručky je předkládat nejružnější opatření inteligentní adaptace, přispívat k uskutečňování cílů tohoto úsilí a realizovat rámcovou strategii inteligentního města v této konkrétní oblasti.
- Katalog kritérií inteligentního města: Za účelem standardizovaného zhodnocení potenciálu inteligentní adaptace u konkrétního komplexu budov pro sociální bydlení bude použit katalog kritérií sloužící jako podpůrný nástroj pro zahájení projektu adaptace umožňující standardizované hodnocení a porovnávání bytových domů určených k adaptaci.
- Koncepce komunikace: S ohledem na kritéria inteligentního města byla vytvořena koncepce komunikace nabízející osvědčený postup pro projekty adaptace sociálního bydlení, jenž se zaměřuje na optimalizaci udržitelné komunikační struktury a na komunikaci s nájemníky. Koncepce komunikace má účinkovat jako podpůrný nástroj umožňující strukturovat a optimalizovat komunikaci mezi hlavními zúčastněnými stranami při budoucích projektech adaptace budov. Kromě koncepce komunikace byl vypracován vzorový dotazník s otázkami uspořádanými do deseti tematických celků.

- Koncepce realizace: Na základě katalogu opatření a zkušeností získaných v rámci průzkumného projektu byly s využitím standardních forem adaptace budov navrženy tři možné modifikace pro účely inteligentní adaptace sociálního bydlení.
- Právní a finanční podpora a obchodní modely: S ohledem na skutečnost, že adaptace vedou k vyšším nájmům, byly shromážděny podklady týkající se právních aspektů a možností podpory a vypracovány obchodní modely zaměřené na finanční dostupnost realizovaných opatření. Tyto materiály budou k dispozici jako metodika a zdroj informací pro budoucí projekty adaptace.

4. Conclip: Bezplatná osvětová platforma s online videoklipy na téma výstavby pasivního domu⁴

Pasivní dům je přední evropskou technologií výstavby, která představuje nejrychleji rostoucí standard energetické účinnosti na světě; doposud bylo realizováno 30 000 staveb tohoto druhu. Pasivní domy šetří náklady na energii, jsou ekologické a svým obyvatelům poskytují mimořádně zdravé prostředí pro život. Bez ohledu na svoji úspěšnost jako vůdčí stavební technologie budoucnosti čelí pasivní dům třem závažným výzvám, které je nutné řešit, má-li být tento koncept úspěšný i z dlouhodobého hlediska:

Kvalitní stavební provedení pasivního domu

Vzhledem k novým technickým řešením, které se uplatňují při výstavbě pasivních domů, např. tepelné chování, mimořádná neprůvzdušnost a mechanická ventilace, přibývá při výstavbě a dokončovacích pracích na pasivních domech stavebních vad, které mají záporný vliv na kvalitu stavebního provedení.

Školení řemeslníků a stavebního dozoru

Druhou problematickou oblastí je nedostatek řemeslníků a pracovníků stavebního dozoru proškolených v řádných metodách výstavby pasivních domů. Zejména migrující pracovníci (20 % z 11 milionů lidí přímo zaměstnaných v evropském stavebnictví tvoří migranti) mají nedostatek příležitostí k rozvíjení nových a doplňování stávajících dovedností v jazyce, který ovládají.

Evropský standard kvality pro výstavbu pasivních domů

Třetí výzvou pro pasivní domy jsou různé úrovně standardů kvality pro stavbu pasivního domu v Evropě. Pro realizaci přeshraničních projektů a mobilitu pracovní síly je nezbytné,

aby projektanti a stavební firmy i jejich pracovníci v Evropské unii měli mít stejnou úroveň oborových znalostí.

ConClip soustřeďuje do jednoho místa odbornost deseti evropských organizací v oblasti stavebnictví a nabízí formát, jež mohou využít instituce středního odborného a dalšího vzdělání v různých evropských zemích, neboť je k dispozici bez poplatku v 8 jazycích na internetových stránkách iniciativy ConClip.

5. Literatura

- (1) Evropské inovační partnerství v oblasti inteligentních měst a obcí – Strategický prováděcí plán, listopad 2013 (http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip_final_en.pdf)
- (2) Rámcová strategie Smart City Wien, červenec 2014 (https://smartcity.wien.gv.at/site/files/2014/09/SmartCityWien_FrameworkStrategy_english_doublepage.pdf)
- (3) Smart City im Gemeindebau, srpen 2016 (<http://www.energieinstitut.net/en>)
- (4) Conclip: Bezplatná osvětová platforma s online videoklipy na téma výstavba pasivního domu (<http://conclip.eu/>)

ECR_Energy City Graz-Reininghaus

Ernst Rainer, Technická univerzita Graz
ecr@tugraz.at Tel: 0676 966 45 65



Řízení pilotního projektu: Ernst Rainer, Technická univerzita Graz

Město Graz: Stadtbaudirektion Graz: Bertram Werle, Kai-Uwe Hoffer, Heike Falk

Výzkumný tým rámcového plánu pro energie:

Technická univerzita ve Štýrském Hradci Ústav urbanismu

Technická univerzita ve Štýrském Hradci Ústav tepelné techniky

Technická univerzita ve Štýrském Hradci Ústav elektrotechnických systémů

Technická univerzita ve Štýrském Hradci Ústav technologie a zkoušení stavebních materiálů

V případě potřeby lze zapojit i další ústavy Technické univerzity ve Štýrském Hradci

Partneři vlajkového projektu

+ERS Plus-Energy Interlock Reininghaus jih:

společnost s ručením omezeným Aktiv Klimahaus
společnost s ručením omezeným WEGRAZ
AEE INTEC
Technická univerzita ve Štýrském Hradci Ústav urbanismu
společnost s ručením omezeným Nussmüller architects ZT
Technická univerzita ve Štýrském Hradci Ústav technologie a zkoušení stavebních materiálů

1. Pilotní projekt ECR_Energy City Graz-Reininghaus **Městská strategie pro nové koncepční řešení, provoz a restrukturalizaci energeticky soběstačné místní části Štýrský Hradec-Reininghaus.**

Na základě spolupráce mezi městským útvarem územního plánování (Stadtbaudirektion) města Štýrský Hradec, Technickou univerzitou ve Štýrském Hradci a spolkovou zemí Štýrsko bylo zahájeno zpracování předkládaného pilotního projektu. Další odborné vstupy do projektu přináší odbor životního prostředí města Štýrský Hradec a organizace „Energie Graz“. V případě potřeby budou do projektu zapojeni i další odborníci a útvary města.

Výzkumný tým tvoří odborníci z Technické univerzity v Grazu zastoupené Ústavem urbanismu, Ústavem tepelné techniky a Ústavem technologie a zkoušení stavebních materiálů. V případě potřeby se do týmu zapojí i další vědci z Technické univerzity ve Štýrském Hradci. Rozšíření týmu bude financováno s přispěním města Štýrský Hradec a spolkové země Štýrsko. V projektovém týmu působí organizace ECO-World Styria, několik firem a externích odborníků.

Rámcový plán Energie pro Energy City Graz-Reininghaus přináší:

- Koncepti energeticky soběstačné místní části Reininghaus ve Štýrském Hradci
- Zahájení a dozor při vytváření energeticky optimalizované a udržitelné místní části Štýrský Hradec-Reininghaus.
- Vytváření hodnot v oblasti energetiky, jež lze uplatnit ve smluvních vztazích mezi městem Štýrský Hradec a budoucími investory.
- Koncepti vhodného začlenění hodnot v oblasti energetiky do místních plánů a předpisů (koncepte rozvoje města STEK Graz, koncepte rozvoje místní části Reininghaus a plány rozvoje 20 městských obvodů).

- Vypracování doporučení pro budoucí energeticky optimalizovaný městský rozvoj ve Štýrském Hradci a spolkové zemi Štýrsko a
- Vytváření znalostní základny pro budoucí energeticky optimalizovaný rozvoj měst ve spolkové zemi Štýrsko.



Pohled na oblast realizace projektu Rámcový plán Energie s hlavními budovami + ESR, Plus-Energy Interlock Reininghaus jih, zdroj: tým ECR

2. Řízení pilotního projektu je rozděleno do následujících dílčích projektů

Dílčí projekt 1 – Řízení pilotního projektu

Dílčí projekt 2 – Celková energetická koncepce Rámcového plánu Energie pro energeticky soběstačnou místní část Štýrský Hradec-Reininghaus.

Dílčí projekt 3 – Velkokapacitní projekt výstavby energeticky pozitivních obytných staveb + ESR, Plus-Energy Reininghaus jih

Dílčí projekt 2 – Rámcový plán Energy Graz-Reininghaus

- Dílčí projekt je strukturován takto:
- Průzkum nabídky a poptávky, energetický potenciál v lokalitě oproti poptávce
- Vypracování energetické koncepce pro širší pojetí hospodaření s energiemi
- Rozvoj energeticky specifických hodnot pro Štýrský Hradec-Reininghaus
- Organizace a komunikace

Hlavním předmětem zkoumání je úsilí o propojení budov s provozy, které produkují udržitelné energie. Řešení centrálního zásobování budou konfrontována s částečně centralizovanými a decentralizovanými možnostmi propojení.

V celkovém energetickém pojetí budou zkoumána následující hlavní témata:

- Spotřeba energií a zásobování (pro klíčovou oblast, tj. rozvoj bydlení a služeb)
- Distribuce energií (úsilí o vytváření sítí při propojování staveb)
- Urbanistické úsilí (aktivace potenciálních zdrojů energie, přírodní geotermální energie, hustota zástavby, nejlepší možné řešení členění budov (orientace ke světovým stranám), využití střech a fasád k zachycování solární energie, využití technologického tepla, bloková tepelná elektrárna, použití energetických přebytků v komunálních sítích)
- Budovy (propojení s energetickým potenciálem chlazení stávajících pivovarských sklepů, energeticky optimalizované fasády, aktivace tepelné kapacity vnitřní hmoty, snižování množství energie nutné pro chlazení)
- Technické zařízení budov (energeticky úsporné systémy vytápění a větrání, vyloučení klimatizace)

Dílčí projekt 3 – základní kámen městského rozvoje ve Štýrském Hradci, místní část Reininghaus. Vlajkový projekt „Plus-Energy Interlock Reininghaus jih“

Jižně od ulice Petera Roseggera v 9. městském obvodu staví firma WEGRAZ Aktiv Klimahaus obytnou čtvrť. Bude zde přibližně 140 obytných jednotek.

Projekt je nyní ve fázi žádosti o stavební povolení a je rozdělen do čtyř stavebních okruhů. První okruh bude stavět firma WEGRAZ, druhý, třetí a čtvrtý má financovat a realizovat společnost Aktiv Klimahaus.

V rámci realizace +ESR a Plus-Energy Interlock Reininghaus jih bude uvedena do provozu vlajková budova, která bude vytyčovat ekonomicky, technicky a organizačně novátorská řešení pro budoucí výstavbu propojených budov s energeticky pozitivní bilancí. Úsilí o energeticky pozitivní bilanci (Plus-Energy) nebude omezeno na jednotlivé budovy, nýbrž chce vytvořit celou koncepci multifunkčního propojení staveb. V rámci prvního kroku bude optimalizována první budova a proběhne její proměna z místa, které energii spotřebovává, na místo její výroby. Ve druhém kroku přinášejí synergie v rámci koncepce propojování staveb další optimalizaci systému.

3. Odkazy na projekt

- (1) <https://nachhaltigwirtschaften.at/en/hdz/projects/ecr-energy-city-graz-reininghaus-urban-strategies-for-the-new-conception-construction-operation-and-restructuring-of-an-energy-self-sufficient-city-district.php>
- (2) <https://nachhaltigwirtschaften.at/en/hdz/projects/ecr-energy-city-graz-subproject-2-framework-plan-energy-city-graz-reininghaus.php>
- (3) <https://nachhaltigwirtschaften.at/en/hdz/projects/ecr-energy-city-graz-subproject-3-ers-plus-energy-network-reininghaus-sued.php>
- (4) http://www.aktivklimahaus.at/de/projekte/graz_zentrum_reininghaus_sued/

Student vs. pasivní dům

Josef Hoffmann, student oboru Architektura a stavitelství, Katedra architektury, Fakulta stavební, ČVUT v Praze

email: hoffmann.jf@gmail.com, tel.: +420 724 284 478

Roman Belov, absolvent oboru Architektura a stavitelství, Katedra architektury, Fakulta stavební, ČVUT v Praze

email: r.j.belov@gmail.com, tel.: +420 608 361 710

1. Anotace

Jak vnímá problematiku pasivních domů dnešní student? Výuka na vysoké škole je komplexní a dotýká se mnoha oblastí. Jedna oblast se postupně dostává též do popředí a je jí energeticky efektivní výstavba. Někdy se dá hovořit o procházení hlavou zdí, pokud student chce se této oblasti věnovat mimo standartní tok výuky. A přesto, díky některým učitelům se lze této oblasti věnovat a dokonce pod jejich vedením se dostat na soutěže nejen národního měřítka. Proto se chceme věnovat v našem příspěvku úspěchu projektů bytového domu do Astany v mezinárodní studentské soutěži Isover – multikomfortní dům. Stručně shrnout poznatky a zkušenosti z těchto projektů z pohledu studentů.

2. Úvod

Představujeme a referujeme školu, která nám dala teoretické znalosti. Bez které bychom dnes o pasivních domech nemohli nic povědět. Touto důležitou složkou v našem profesním životě tvoří České vysoké učení technické, Fakulta stavební, Katedra architektury, obor Architektura a stavitelství. Cesta k pasivu byla plná nástrah a pořád je, ale nakonec jsme tu, kde jsme nečekali, že budeme a kde čekáme, že bude více než hrstka studentů.

3. Studium vs. pasivní dům

Na bakalářském stupni vzdělání, na naší alma Mater, se nám dostávalo velmi obsáhlého vzdělání. Počínaje studiem matematiky a konče výukou grafického vyjadřování rukou. Nejedna katedra, nám do vínu vložila prepozice pro naše působení v řemeslu architektů či inženýrů. Informací bylo mnoho. Čas od času našli i společného jmenovatele, a tím byla energeticky úsporná výstavba se svým „králem“, pasivním domem. Zároveň docházelo k umocnění těchto jmenovatelů zpříšňujícími se vyhláškami o energetické náročnosti budov.

Jak bylo řečeno výše, teorie se nám dostávalo dostatečně. Nicméně je nutno podotknout, ač byla tato teorie ve velmi kvalitní podobě, tak bohužel nedocházelo k propojování informací od jednoho předmětu k druhému. Výsledkem se stalo získávání informací bez souvislostí, návazností a praktického použití. Např.: sluneční diagramy jsou pro rychlé ověřování osvětlenosti místnosti dobré, ale jak pomocí nich a dalších diagramů zakomponovat dráhu slunce pro optimalizaci zastínění a co neefektivnější využití slunečních zisků v pasivním domě? Cihelné vazby ve stavitelství je dobré znát, jedná se o všeobecnou informačně-řemeslnou hladinu, ale v 21. století je mnoho dalších a progresivnějších technologií, kdy některé technologie zažívají neobvyklou renesanci. Jako jsou kupříkladu dřevostavby. S touto renesancí ale přichází i omyly a těm se musíme vyvarovat. Jak je možné se jim vyvarovat, bez teoretického základu z akademické půdy? To samé, platí i pro návrh pasivního domu. Podle nás, je nepřístojné, aby projektant, ať vzdělán v oboru architekta či inženýra, doháněl svůj neefektivní návrh pasivního domu drahými technologiemi a tím zatěžoval investora po finanční stránce, ale i v konečném důsledku životní prostředí. Samozřejmě je nepopíratelné, že je možno tyto informace získat samostudiem. Tady si musíme, my studenti, dát ruku na srdce, kolik z nás je zvládne samostudium, nad rámec svých povinností, když někteří z nás si musí při škole přivydělávat, aby mohli finančně pokrýt studium. Navíc v záplavě nesouvisejících a často rutinních zadání domácích úkolů, často nezbývá motivace pro samostudium. Kdokoliv by mohl namítnout, že student se má plně věnovat studiu. To je ale na jinou diskuzi, která nesouvisí a naším tématem.

Ne jednou jsme snažili o, byť malé, vyzkoušení principů pasivního domu na ateliérové tvorbě. Jak už tak bývá ale zvykem, každý dobrý skutek je po zásluze potrestán. Někdy jsme nesouhlasili s negativními reakcemi pánů učitelů. A když už rozumná a logická diskuze se zdála být ve vítězném tažení proti odpůrcům energeticky efektivní výstavby, došlo ke zhoršení výsledné známky a to i třeba při obhajobě bakalářské práce či diplomové práce. A tímto epilogem skončil student studium, dokonale odrazen od jakékoliv snahy na projektování energeticky efektivních domů.

Po letních prázdninách si onen student uvědomí, že mu chybí navrhování a projektování energeticky efektivních domů a tak se do toho opět ponoří. Znova naráží na stejné tendence odporování nízkooenergetické výstavbě, ale tentokrát je odolnější a jde si více za svým cílem. Ovšem jednou nohou zůstává na pevné podlaze, používá pouze znalosti, které získal při minulém studiu a prostor na samostudium se ještě více zužuje. Do vedoucí role se dostává pomalu praxe.

4. Studium vs. praxe

Teprve v praxi, kdy se ze studentů stávají opravdoví inženýři je vidět, co se navrhuje a jak se myšlenky z papíru přenáší do hmotného modelu. V praxi člověk zjistí a doplní si vazby mezi kategoriemi, které se na škole učil zvlášť. Vše má najednou smysl a studenti pochopí, jak byli dobře připravováni na své povolání. Také se doví, že stavitelství není jen teoretický obor zabývající se stavební fyzikou, ale zároveň spleť byrokratický labyrint, psychologická a sociální bublina a především ekonomický otazník. Domnívám se, že jediné co při studiu studentům chybí je vazba mezi projektovaným a hmotným. S praxí přichází jistota, pokud inženýr nezapomene na svojí vysokoškolskou přípravu a nezapomene ji samostudiem velmi nízké energetické náročnosti budov rozvíjet, stane se nepostradatelným.

5. Úspěchy/soutěže

Pro každého studenta je jakákoliv soutěž příjemný zpestřením studentské rutiny. Toto zpestření samozřejmě musí student vybírat velmi obezřetně, aby se z něj nestala tížící koule při běhu semestrem. A proto každá účast v soutěži je pečlivě zvažována a s postupujícím semestrem se stává nedosažitelným cílem. Výjimku tvoří osvětlení pedagogové, kteří se snaží zapojovat své studenty do těchto soutěží při výuce a tím spojit akademické úlohy se zajímavým zadáním. Nám se díky ateliéru pana Ing. arch. Ladislava Kalivody, CSc. a Ing. arch. Josefa Smoly podařilo zúčastnit 11. ročníku mezinárodní studentské soutěže Isover. Byla to pro nás ohromná zkušenost a úžasná příležitost si vyzkoušet znalosti a teorii pasivních domů na velkorysém zadání. Od zevrubných analýz prostředí jsme se posouvali k finálnímu řešení, které skončilo v českém kole na 1. místě Hoffmann&Stark a 3. místě Záhorovská&Belov. Na mezinárodním kole jsme získali čestná uznání. Následující rok se povedlo zopakovat dvojici Hoffmann&Stark předchozí úspěch v dalším ročníku soutěže Isover, avšak opět pouze v národním kole. Zároveň část z tohoto projektu získala 3. místo. Na mezinárodní soutěži SBDE 2016 v Šanghaji 3. místo, zaměřené na energeticky úspornou výstavbu a ekologické aspekty s ní spojené.

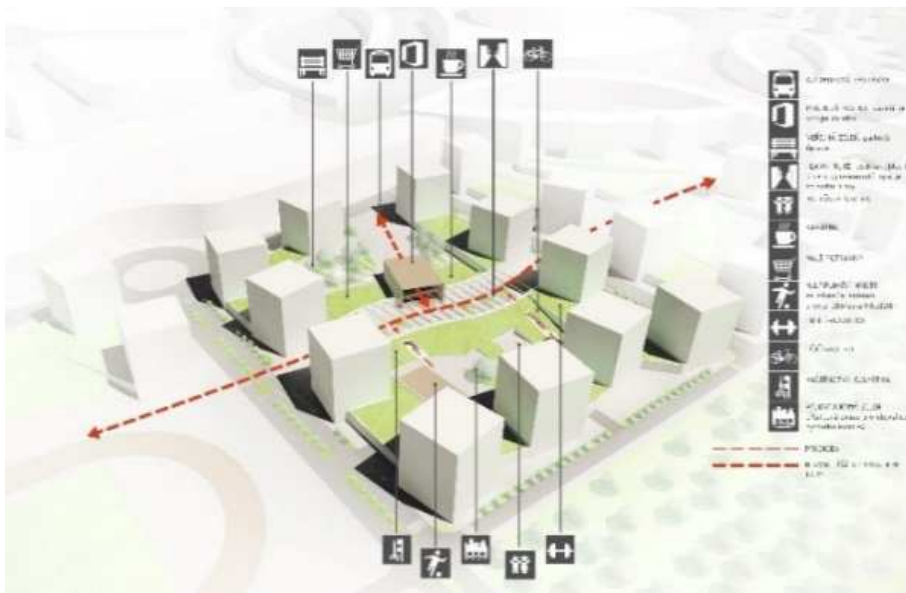
JH: „Výše uvedené účasti na soutěžích mi přinesly mnoho nových poznatků, zkušeností a známostí. Asi nejvíce přínosnou bylo pro mě účast v soutěži Studentská vědecká odborná činnost 2015, kde jsem se svým drobným výzkumem vlivu skladby obvodového pláště na vnitřní mikroklima pasivního domu, získal 1. místo a 3. místo na mezinárodní soutěži SBDE 2015, kdy tato práce byla doplněk komplexního projektu pasivního domu. U těchto soutěží jsem plně pochopil tíhu komplexnosti návrhu pasivního domu. Nestačí, aby dům pěkně vypadal, ale aby i dobře fungoval. Proto projektanta kvalitních pasivních domů lze přirovnat k renesančnímu člověku, u kterého musí přesahovat znalosti i mimo svůj primární obor.“

RB: „Nejvyšším přínosem pro mě bylo porovnání prací studentů z celého světa. Při mezinárodním kole soutěže Isover bylo vidět, jak pracují studenti ze všech koutů světa a jejich nezávislost oproti nám. Novým zážitkem bylo pro mě zpracování některých návrhů, byly zpracovány pouze v grafice tvořené rukou, přesto návrh mluvil sám za sebe, i bez velké fantazie bylo možné si ho představit. Přínosná byla zároveň komunikace se zahraničními studenty a zjištění jejich pohledu na energeticky úspornou výstavbu.“

Každá soutěž přinášela jak úspěchy, tak zklamání, ale zůstávaly zkušenosti a dovednosti, které dalece převyšují zklamání. Například, jak odprezentovat projekt v pěti minutách před v angličtině odborným plénem a při tom prokázat výjimečnost svého návrhu oproti ostatním či vzájemné respektování a úcta vůči ostatním odborníkům stavařské praxe.

6. Závěr

Nepřejeme si, aby tento článek vyzněl jako znevažování naší alma Mater. Naopak si nesmírně vážíme vzdělání, které nám bylo poskytnuto ve velmi vysoké kvalitě. Chápeme, že změna studijních plánů a předmětů je běh na dlouhou trať byrokratickými nástrahami. Proto jsme rádi, že v závěru našeho studia jsme začali zaznamenávat určité změny, na našem oboru A+S, které vedou ke komplexnosti návrhu a propojení ho s ostatními obory stavitelství, jako je například stavební fyzika či technické zařízení budov, a to především zásluhou atelieru Ing. arch. Ladislava Kalivody, CSc. a Ing. arch. Josefa Smoly. Věříme v zářivou budoucnost úsporných a efekektivních budov, kdy konečně začneme si vážit práva žít na této planetě a prostřednictvím těchto opatření odkázat našim potomkům krásné prostředí pro život, mez které jsme zdědili my.



Obr. 1 Záhorovská&Belov – návrh urbanismu obytného souboru v Astaně, Isover 2015



Obr. 2 Záhorovská&Belov – vizualizace obytné budovy v Astaně, Isover 2015



Obr. 3 Záhorovská&Below – detail konstrukce v oblasti kontaktu se zemínou s teplotním polem vytvořeným v Area 2014 EDU, Isover 2015



Obr. 4 Hoffmann& Stark – návrh urbanismu obytného souboru v Astaně, Isover 2015

Obr. 5 Hoffmann& Stark – vizualizace obytné budovy v Astaně, Isover 2015

[illegible]

FRANÉ KAMENIVO
32/64

OSTĚLEC BOVANI
PŘEVRŮK

SMYČKOVÁ KOHOŽ

OSTĚPESKA

VĚTRACÍ MŘÍŽKA

„Z“ PROFIL

FASÁDNÍ DESKA
110/10/100

NÁŠET OVŠ KLIN
STALAČNÍ PASÍK

NOSNÝ ROŠT FASÁDY

ISOVER MULLIMAX 30

ZÁVĚSNÝ STROPNÍ

IRIN NÁVNÍ SUKŠTÁT OP IGRIFIN

BETONOVÉ DLAŽDICE

FODKLADNÍ SUBSTRÁT OPTIGREEN

ISOVER STYRODUR 3000C

NOPOVÁ FOLIE

GLUTIX BUL

ASFAŤOVÁ HYDROIZOLACE

ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE

ISOVER MERINO

PARO IŠNÁ IZOLACE

SPADOVÁ VĚSTVA

136

Vzdělávání pro zvyšování udržitelné stavební kultury

*Ing. arch. Dalibor Borák, Dobrý dům, s.r.o.
Minská 60, 616 00 Brno
www.dobrydum.cz, borak@dobrydum.cz*

*Ing. arch. Josef Smola, ČVUT v Praze, Fakulta stavební
Thákurova 7, 160 00 Praha 6
www.fs.cvut.cz, kadet.kadet@volny.cz*

*Ing. arch. Ing. Petr Štěpánek, Ph.D., ČVUT, MÚVS
Kolejní 2a, 160 00 Praha 6
www.cvut.cz, petr.stepanek@centrum.cz*

1. ÚVOD

Tento text reflektuje výsledky výzkumného projektu TAČR TB030MMR003 Výzkum vhodných nástrojů ke zvyšování stavební kultury, který byl ukončen v červnu 2016. Cílem projektu bylo napomoci realizovat pozitivní změny ve výuce týkající se stavební kultury a urbanismu, na školách všech úrovní, formou změn Rámcových vzdělávacích plánů. Záměrem nebylo pouze působit na vzdělávání odborníků a úředníků, ale především na vzdělávání budoucí laické veřejnosti, vzdělávání stávajících i budoucích uživatelů města. Projekt, v rámci svého rozsahu, současně řeší problémy, které formuloval dokument Analýza stavební kultury v ČR. Zásadní dopad by výsledky projektu měly mít na kvalitu participativního plánování a řízení sídel.

Projekt realizoval výzkumný tým složený z odborníků z STU Bratislava, ČVUT Praha, VUT Brno, UTB Zlín a TU Liberec, realizátorem a koordinátorem projektu byl BEZK, z.s., který funguje již přes 20 let v oblasti environmentálního vzdělávání, poradenství a publicistiky.

2. DEFICIT POVĚDOMÍ O PROBLEMATICE STAVEBNÍ KULTURY A DOPADY NA PARTICIPATIVNÍ PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ SÍDEL

Deficit vzdělání v oblasti stavební kultury, tedy v oblasti architektury, urbanismu, prostorového plánování, designu, zahradní architektury, zelené infrastruktury, udržitelného rozvoje sídel apod. se negativně projevuje ve více oblastech a má dopady na poměrně širokou škálu fungování sídel. Nedostatek znalostí limituje schopnost implementovat koncepty tzv. chytrých měst (smart cities), projevuje se na nedostatečné a neefektivní úrovni participace mezi

stakeholders při schvalování a realizaci rozvojových projektů a budování fyzického veřejného prostoru, brání přejímání zahraničního know-how, negativně se projevuje na schopnosti interdisciplinárního vnímání problematiky výstavby a udržitelnosti sídel. A to navzdory tomu, že úroveň fyzického prostředí měst a obcí, jejich ekonomická, sociální a environmentální udržitelnost jednoznačně determinují i jejich konkurenceschopnost a kvalitu života v nich.

Stavební kultura se jako pojem týká především estetické kvality staveb a veřejného prostoru, jejich energetické a environmentální udržitelnosti, životnosti, začlenění do území a kontextu prostředí, prostorového uspořádání sídel atd. To vše je však dnes předmětem přirozené či i vynucené participace a konsenzu všech participantů na budování, řízení a užívání staveb i veřejného prostoru.

Participace veřejnosti v řízení a plánování obcí, měst i rozsáhlejších regionálních celků je totiž jedním ze základních předpokladů funkční a městotvorné a samozřejmě demokratické samosprávy a determinuje především ekonomickou a sociální udržitelnost sídel, kvalitu života v nich, má vliv na konkurenceschopnost, přísun investic i transformační procesy jako je např. implementace konceptů smart cities.

Participace zajišťuje zpětnou vazbu veřejnosti k investičním záměrům, koncepčním dokumentům a pod. Je důležité, aby se neodvíjela pouze na platformě užšího (povinného) legislativního rámce či byla chápána jako tzv. nutné zlo. Naopak, dobře realizované participační aktivity mohou mít pozitivní vliv na soudržnost obyvatel s místem, kde žijí, na profilaci identity lokality, komunitní rozvoj, kvalitu sociálních vazeb apod.

Participace však naráží často na znalostní limity jak laické, tak odborné veřejnosti. Ještě více ji však limituje sektorové vnímání problematiky. K překonání této bariéry by měl napomoci i projekt Výzkum vhodných nástrojů stavební kultury. Schopnost participativního plánování a řízení sídel je limitována mj. právě znalostním deficitem aspektů stavební kultury. Právě nízká znalostní úroveň o fungování sídel je důvodem tenzí mezi stakeholdres, obvykle samosprávou, občanskou veřejností a developery/investory při plánování a řízení sídel i regionů. Ke zlepšení a zefektivnění participace má ambici přispět i projekt Výzkum vhodných nástrojů ke zvyšování stavební kultury a to skrze zlepšení povědomí o fungování sídel a aspektech, které je ovlivňují.

Schopnost participace by měla být posilována již od nejnižších stupňů vzdělávání s tím, že je třeba odlišovat samotnou metodiku a obsahovou náplň. protože podíl na řízení obce v nejširším slova smyslu je podmíněná také přiměřenými znalostmi i schopnostmi s nimi nakládat v dialogu s ostatními. Cílovou skupinou jsou především municipality, ale také nevládní organizace a školy. Rozpracované téma participace je pak nedílnou součástí studijní plánů s průni-

kem do tématu stavební kultury. Při výuce lze využít jak zahraniční příklady, zkušenosti a materiály, tak již hotové dokumenty zahrnuté do aktualizovaných informačních zdrojů na informační platformě www.stavebnikultura.cz.

Pojem participace v kontextu stavební kultury zahrnuje aktivity zapojující veřejnost do procesu přípravy, navrhování a adjustace veřejného prostoru vč. územního a strategického plánování. Vychází z městotvorného principu sdílení veřejného prostoru všemi jeho uživateli. Participace může mít jak konzultační, tak rozhodovací charakter. Sama o sobě pak generuje širší sociální vazby v prostoru, ke kterému se vztahuje. Může být realizována jak institucionálně, tak spontánně, občansky (tzv. zdola). Zapojení aktéři se považují za rovnocenného partnera jak rozhodovacího, tak i předchozího plánovacího procesu.

Tradičněji je participace, byť v zúženém smyslu, ukotvena v legislativním rámci jako prvek umožňující spolurozhodovat. Stejně podstatný se však jeví (má-li plánování a tvorba sídel harmonizovaně reflektovat potřeby všech zájmových skupin) konzultační rozměr participace, zpřístupňující zpětnou vazbu k navrhovaným řešením a plánovaným rozhodnutím. Participace by měla zohledňovat a vyvažovat i možnosti aktérů se do ní zapojit, eliminovat snahy o její zneužití k partikulárním zájmům či o legitimizaci projektů nevhodných.

V rámci vzdělávání by participace samotná měla být spojená s tématem stavební kultury měla být spojená s následujícími tématy:

- uvědomění si participace jako způsobu, kterým lze spolurozhodovat o místě, kde žijeme,
- propojení participace s plánovacími procesy a znalost rolí aktérů participace,
- znalost benefitů, které participace přináší,
- povědomí o metodice participace, komunikaci s ní spojené, legislativním rámci,
- efektivní realizace participace,
- zapojení participace do metod plánování a tvorby sídel.

Cílové skupiny těchto aktivit jsou:

- tvůrci města (architekti, projektanti, plánovací instituce, vedení municipalit),
- investoři,
- širší odborná veřejnost, profesní sdružení, nevládní organizace,
- veřejnost v politickém slova smyslu, organizovaná i neorganizovaná veřejnost, jednotlivci,

- zájmové skupiny, podnikatelská sféra,
- veřejná správa.

Cíle, příležitosti a funkce participace v oblasti stavební kultury podporované vzdělávacími projekty v této oblasti:

- využití širší znalostní báze pro plánování a rozhodování,
- posílení sociálních vazeb a koheze,
- zohlednění (často neznámých) požadavků aktérů veřejného prostoru,
- zvýšení efektivity, kvality a užité hodnoty projektů,
- propojení lokálního a odborného know-how,
- předcházení konfliktů mezi aktéry,
- zvýšení politické legitimacy investic, projektů a rozhodnutí,
- posilování identity místa, rozvoj komunitního života,
- zkvalitnění dialogu mezi aktéry,
- posílení povědomí o fungování sídla,
- informační fáze (popis problému, návrhy řešení, odůvodnění, benefity apod.),
- kooperativní (návrhy řešení od aktérů, oponentura, implementace do institucionálních plánů, zapojení veřejnosti do plánování (např. strategického) sídla,
- konzultační,
- evaluační.

3. VZDĚLÁVÁNÍ V OBLASTI STAVEBNÍ KULTURY

Projekt Výzkum vhodných nástrojů ke zvyšování stavební kultury v souladu s požadavky zadavatele (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Technologická agentura ČR) formuluje nutný rozsah vzdělávání pro relevantní cílové skupiny. Mezi ty patří zejména:

- 1) Žáci mateřských škola a základních škol (formou rámcových vzdělávacích plánů, školských vzdělávacích plánů a skupinových vzdělávacích plánů) apod.
- 2) Žáci gymnázií, střední odborných škol a ostatních středních škol (formou rámcových vzdělávacích plánů, školských vzdělávacích plánů) .

- 3) Studenti vysokých škol diferencovaní do 12 skupin studijních programů/oborů (formou pro akreditaci předmětů).
- 4) Studenti Univerzity třetího věku (formou sylabů).
- 5) Veřejná správa, instituce, které participují na rozhodování ovlivňující kvalitu fyzického veřejného prostoru
- 6) Pedagogové (formou sylabů pro celoživotní vzdělávání).
- 7) Odborníci (mj. z řad ČKAIT, ČKA).

Výsledky projektu pak jsou pak zpracované formou úprav rámcových vzdělávacích plánů pro MŠ, SŠ, sylabů pro VŠ, U3V a ČŽV, vzorových školských vzdělávacích plánů a modulů, v některých případech pak i jednotlivých lekcí. Tato, klíčová, část projektu se koncentruje na podporu výuky témat identifikovaných v rámci projektu a témat vyplývajících z implementace Politiky architektury a stavební kultury v České republice (tedy stavební kultury v různém rozsahu zaměřené na prostorové plánování, marketingu a ekonomiku měst, fungování sídel a krajiny, problematiku udržitelnosti sídel a regionů apod.) a na pedagogickou přípravu architektů.

Realizován byl i výzkum implementační kapacity na základních a středních školách pro toto téma. Součástí projektů je i dotační audit mapující možnosti financování těchto aktivit, komunikační plán, manuál participace a především otevřená informační platforma www.stavebnikultura.cz.

4. ZÁVĚR

Kvalita stavení, fyzického prostředí okolo nás je syntézou kvalifikované poptávky na straně klienta (stavebníka, investora, obce) a dodavatele (architekta, stavební firmy), ale také kvality územního plánování (2). Reflektuje hodnotový systém uživatele, obyvatel, samosprávy i státní správy. Vyšší úroveň znalostí všech aspektů stavební kultury vede k vyšší kvalitě sídel i života v nich, udržitelnosti, konkurenceschopnosti i odolnosti a schopnosti reagovat na ekonomické, technologické, sociální i environmentální změny. Cesta ke zvýšení stavební kultury v České republice vede vzdělávání, osvětu a kvalitativní změně hodnotových paradigmat, tak, aby zahrnovala i kritéria estetické kvality, environmentální udržitelnosti a kvality života spojené s městotvorným životním stylem akcentujícím sdílení veřejného prostoru.

5. LITERATURA A ZDROJE

- (1) MMR, Politika architektury a stavební kultury České republiky. Ministerstvo pro místní rozvoj, Ústav územního rozvoje. Praha, Brno 2015.

- (2) MAIER, K. (ed.): Analýza stavební kultury. Ministerstvo pro místní rozvoj, Ústav územního rozvoje. Praha, Brno 2012..
- (3) ŠTĚPÁNEK, P. (ed.): Rámcové problémy správy města. Analytická část SP. URM. Praha 2013.
- (4) Kol. aut.: Analytická část aktualizace Strategického plánu hl. m. Prahy. IPR, Praha 2015.
- (5) BEZK (ed.): Výzkum vhodných nástrojů na zvyšování stavební kultury (TB030MMR003). BEZK, z.s., Praha 2016.
- (6) STARÁ, K., ŘÍHOVÁ, J., KLÍMA, P., SIVÁK, M.: Memorandum Architektura ve vzdělávání. OTTA, Plzeň 2015.
- (7) www.architektuveskole.cz
- (8) www.stavebnikultura.cz
- (9) www.ekolist.cz

Simulačné programy v architektonickej tvorbe

Ing. arch. Jakub Števanek, Fakulta architektúry STU

spoluautor: Ing. arch. Lorant Krajcsovics, Ph.D.

Nám. Slobody 19, 811 45 Bratislava

+421 908 470 804, stevankajakub@gmail.com

1. Simulačné programy v architektonickej tvorbe

Minimalizácia potreby energie v administratívnych budovách tvorí jednu z hlavných úloh pri koncipovaní nových budov s takmer nulovou potrebou energie. Potenciál prírodných fenoménov a súčasné simulačné programy, dávajú možnosť už pri tvorbe konceptu analyzovať potenciál využitia slnečného žiarenia a vetra na energetické účely. Jednou zo skúmaných otázok bola analýza potenciálu výroby energie obnoviteľnými zdrojmi energie a ich vplyv na formu.

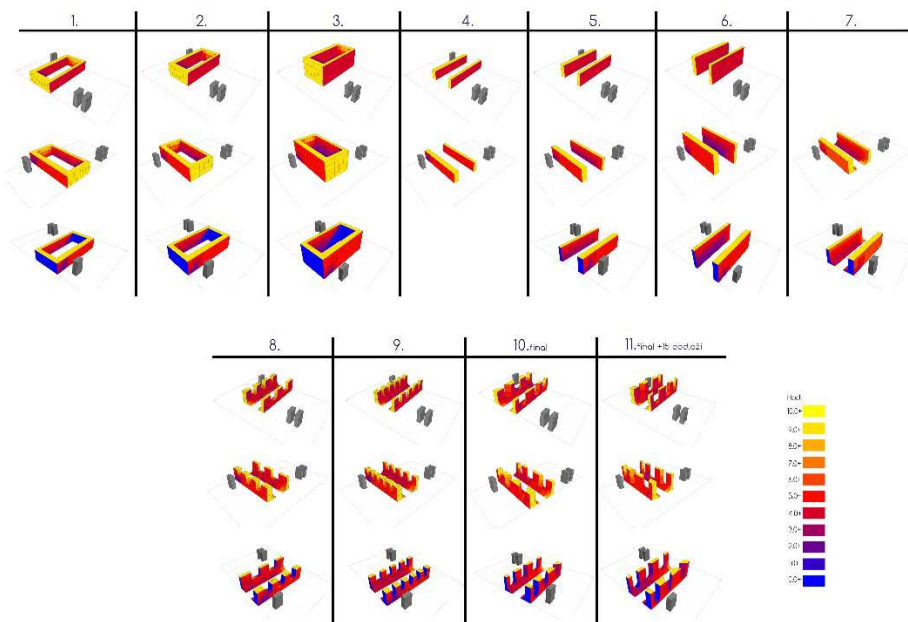
1.1. Slnečné žiarenie

Využitie analýz slnečného žiarenia pri tvorbe urbánnej štruktúry.

Aplikovať simulačný nástroj sme využili pri formovaní urbanistickej štruktúry, tvorbe hmotovo-priestorového konceptu a následne aj pri konkrétnom formovaní tvaru fasády a tienenia.

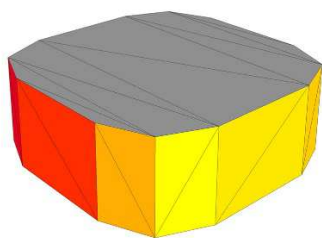
Prvou úlohou bolo nájsť vhodné miesto pre výstavbu výškovej budovy v Bratislave s vhodnou funkčnou skladbou a dopravným napojením. Obdĺžnikový pozemok, ktorý sme vybrali pre našu analýzu sa nachádza v zastavanej časti Bratislava – Petržalka v kontakte zo severu na diaľnicu a z juhu na rekreačnú oblasť Chorvátske rameno. Veľkou výhodou tohto pozemku bola aj jeho orientácia, keďže veľká časť vzniknutého zatienenia z novej výstavby dopadá na monofunkčnú plochu diaľnice a železnice.

Pri koncipovaní hmotovo-priestorovej štruktúry sme vychádzali z tradičného bloku, ktorý bol podľa vyhodnocovania analýz postupne formovaný do výslednej podoby. Variantne boli spracované 3 bloky s rôznymi výškami (20 podlaží, 30 podlaží, 40 podlaží,) Výsledná podoba štruktúry je podmienená optimálnemu využitiu slnečného žiarenia na verejných plochách pozemku a na budove z fyziologického a energetického hľadiska. Zaoblenie podnože budov v spodnej časti umožňuje vytvoriť dostatočné priestranné a presvetlené priestory pre komerčne aktivity.



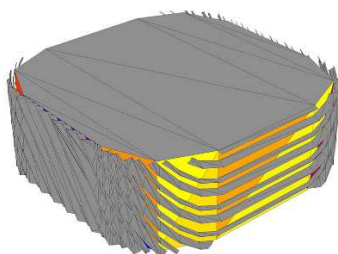
Obr. 1.: Rôzne varianty stavebnej hmoty a množstvo hodín slnečného žiarenia naň dopadajúce. Analyzované pomocou AutodeskEcotect. Archív autora.

Energetické využitie fasády vychádzalo z fyzikálnych a estetických požiadaviek. Analýzou dopadajúceho slnečného žiarenia sme generovali tvar a overovali správnosť navrhnutého riešenia a efektívnosť využitia tieniacich prvkov s dopadom na mikroklima budovy, osvetlenie a zachovanie výhľadov. Výsledné hodnoty dopadu slnečnej energie na tieniace prvky boli spracované pre výpočet výroby elektrickej energie pomocou PV článkov inštalovaných na tieniacich lamelách.



SEGMENT TRUPU BUDOVY - ANALÝZA DOPADAJÚCEHO ŽIARENIA BEZ TIENIACICH LAMEL /ECOTECT/

100% = 581 kWh/m²/a



SEGMENT TRUPU BUDOVY - ANALÝZA DOPADAJÚCEHO ŽIARENIA S TIENIACIMI LAMELAMI

55,2% = 320 kWh/m²/a

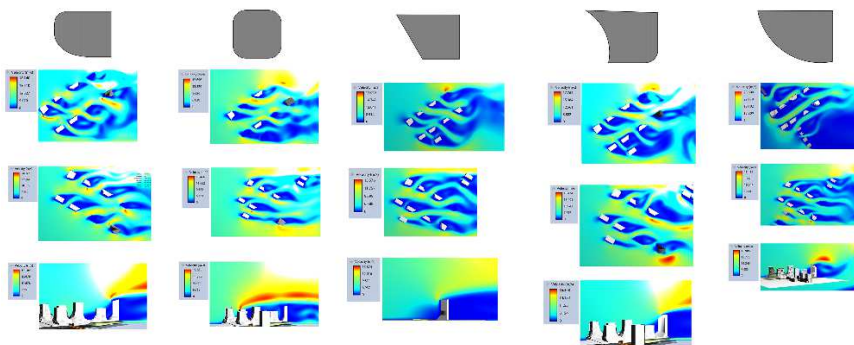
Obr. 2.: Abstrahovaný segment budovy bez tienenia / s tienением. Analyzované pomocou Autodesk Ecotect. Archív autora.

1.2. Energia vetra

Optimalizácia tvaru budovy pomocou programu Autodesk Flowdesign.

Pri tvorbe dipl. práce bolo jedným z cieľov optimalizovať v najväčšej miere tvar budovy voči vetru a tým sa vyhnúť neekonomickému riešeniu nosnej konštrukcie, silnému prúdeniu vzduchu na fasáde a anomáliám prúdenia v prízemí budovy.

K analýze bol použitý software AutodeskFlowdesign, ktorý je svojím užívateľským prostredím jednoduchý a prehľadný avšak výstup skôr informatívny (prezentačný). Prevládajúci vietor v našej riešenej lokalite Bratislava – Petržalka je severozápadný v zime, juhovýchodný v lete. Postupným analyzovaním modelu z vychádzajúceho z urbanistickej štúdie a jeho modifikácie sa dostávame k optimálnemu tvaru budovy. Prvotná hmota s výškou okolo 100m bola s výrazne ostrými vertikálnymi hranami. Prvé podlažia postupne vychádzajú z podstavy do úrovne 8. NP. Postupným analyzovaním grafického výstupu bol model modifikovaný do výsledného tvaru so štvorcovým pôdorysným priemetom so zaoblenými hranami a ostrým skosením najvyšších podlaží od severu smerom k juhu.



Obr. 3.: Výsledky analýzy prúdenia vzduchu na rôznych pôdorysných tvaroch výškovej budovy. Analyzované pomocou Autodesk Flowdesign. Archív autora

2. Záver

Simulačné nástroje predstavujú vhodný nástroj, ktorý je použiteľný od prvotných úvah pri tvorbe konceptu až po detail. Ich výstupy dávajú architektovi dôležitú informáciu o charakteristike budovy, ktorú vie implementovať do návrhu. Ako sme mali možnosť preukázať na

skúmanom príklade, vedú k netradičným a inovatívnym formám. Ich obmedzenie je v spoľahlivosti výstupov, ktoré poskytujú.

Integrácia prvkov obnoviteľných zdrojov energie do architektúry a požiadavka na výstavbu budov s takmer nulovou potrebou energie bude viesť k nevyhnutnosti integrácie takýchto postupov do procesu návrhu.

Zadání nové stavby s využitím kritérií certifikačního nástroje CESBA

Miroslav Misař, architektonický ateliér, energetické konzultační a informační středisko EKIS
Purkyňova 2570/3, 586 01 Jihlava

Tel: 777 103 940, e-mail: info@panarchitekt.cz, www.PANARCHITEKT.cz

Spoluautor: Dalibor Borák, Dobrý dům, s.r.o.

Motto:

Ekonomika spotřeby dává sama sobě pozitivní zpětnou vazbu. Pojďme společně vytvářet takové prostředí, které bude upřednostňovat jiný hodnotový systém.



1. CESBA

1.1. Úvod

Pro zadání stavebního záměru s cílem minimalizace energetické náročnosti a pro zajištění trvalé udržitelnosti díla je možné využít evropskou metodiku hodnocení budov CESBA (Common European Sustainable Building Assessment / Jednotné evropské hodnocení udržitelnosti budov).

Vybraná kritéria se mohou uplatnit při zadávání staveb z veřejných rozpočtů, soukromých investic nebo při zadávání kritérií v architektonických soutěžích.

Autoři příspěvku se podíleli na vývoji a lokalizaci nástroje v rámci grantového projektu ČKA.

1.2. Co je CESBA a k čemu ji lze použít

CESBA je metodika komplexního hodnocení budov zvláště doporučená pro hodnocení veřejných budov v Evropské unii. Vznikla v rámci evropského grantového projektu (CEC5) na základě již fungující metodiky Enerbuild používané v oblasti Vorarlberg. Pro použití v České republice je tato metodika lokalizována. Vzhledem k jednoduché dostupnosti může být používána pro všechny budovy.

CESBA není zamýšlena jen jako hodnoticí program, ale jejím hlavním přínosem je pomoc a vedení v procesu návrhu stavby s ohledem na udržitelnost. Jedná se o multikriteriální (celostní) přístup. Energetická bilance budovy může být posuzována na základě průkazu energetické náročnosti budovy (PENB), nebo mezinárodně uznávané metodiky pro pasivní domy programem Passive House Planning Package (PHPP), dále navazuje hodnocení ekologických dopadů použitých materiálů, ekonomická návratnost a další faktory jako dopravní dostupnost budovy, hospodaření s vodou a kvalita vnitřního prostředí.

Hodnocení budov má největší význam především ve fázi jejich návrhu, kdy lze ještě stavbu optimalizovat s ohledem na předběžné výsledky výpočtů a minimalizovat tak její nároky na energie a dopady na životní prostředí. Právě k tomu je CESBA určena (viz wiki.cesba.eu a cesba.cz).



CESBA.cz

Číslo	Název kritéria	Nepovinné (N)	Max. počet bodů
A	Kvalita místa a vybavení		max. 90
B	Architektonická soutěž, kvalita procesu plánování		max. 180
C	Energie a zásobování		max. 450
D	Zdraví a komfort		max. 180
E	Stavební materiály a konstrukce		max. 200
Součet			max. 1000



Obr. 1 Tabulka hodnocení CESBA¹

Základní mezinárodní nástroj CESBA obsahuje následující kritériální strukturu s rozdělením do 5 kategorií:

A Kvalita místa a vybavení

- A 1 Napojení na veřejnou hromadnou dopravu
- A 2 Ekologická kvalita místa
- A 3 Vhodnost pro cyklisty
- A 4 Provedené průzkumy a analýzy
- A 5 Vybavenost technickou infrastrukturou
- A 6 Urbanistická kvalita místa

B Architektonická soutěž, kvalita procesu plánování

- B 1 Rozhodovací proces a prověření variant
- B 2 Definování ověřitelných energetických a ekologických cílů
- B 3 Zjednodušený výpočet hospodárnosti
- B 4 Produktový management – zabudování nízkoemisivních stavebních výrobků a výrobků neobsahujících škodlivé látky
- B 5 Energetická optimalizace projektu a detailní přezkoumání energetických výpočtů
- B 6 Informace pro uživatele

C Energie a zásobování

- C 1 Potřeba energie na vytápění
- C 2 Potřeba energie na chlazení
- C 3 Primární energie
- C 4 Ekvivalentní emise CO₂
- C 5 Fotovoltaika
- C 6 Rozklíčování spotřeby energie (monitoring)
- C 7 Spotřeba vody a využití dešťové vody

D Zdraví a komfort

- D 1 Tepelná pohoda v letním období
- D 2 Řízené větrání – hygiena a ochrana proti hluku
- D 3 Denní osvětlení

E Stavební materiály a konstrukce

- E 1 Ekologický index obálky budovy (respektive OI3 v celkové hmotě budovy)

1.3. Způsoby využití metodiky CESBA

Energetická a ekologická kvalita budovy může být hodnocena jen v tom případě, pokud byly předloženy ze strany zadavatele přezkoumatelné cíle. Ty jsou písemně stvrzeny jako součást zadávacích podmínek projektu.

Zadání cílů se může uskutečnit třemi způsoby:

1. Udání min. celkového počtu bodů při hodnocení nástrojem CESBA
2. Udání min. celkového počtu bodů při hodnocení nástrojem CESBA a počty bodů v jednotlivých 5 hodnoticích kategoriích
3. Stanovení minimálních požadavků pomocí jednotlivých kritérií z CESBA katalogu nebo pomocí dalších rozšiřujících kritérií

První možnost nechává největší volnost při plánování budovy tam, kde nebyly nastaveny žádné požadavky kromě požadavků na energie. S možností 3 jsou stanoveny požadavky nejpresněji, avšak flexibilita je nejnížší.

Příklad pro stanovení požadavků podle varianty 3:

Ke stanovení energetické kvality je třeba specifikovat cílové hodnoty minimálně pro následující údaje:

- Specifická potřeba tepla (výpočet potřeby tepla dle PHPP, PENB)
- Specifická potřeba energie na chlazení (výpočet energie na chlazení dle PHPP, PENB)
- Celková neobnovitelná primární energie (PENB) / Primární energie dle PHPP
- Specifické CO₂ – emise
- Příspěvek fotovoltaického zařízení
- Vzduchotěsnost n₅₀

a další hodnoty jako např. hodnota účinnosti větracího zařízení (rekuperace) nebo účinnosti systému vytápění

Ke stanovení ekologických cílů mohou být užity například následující údaje:

- Vyloučené stavební materiály
- Užití regionálních stavebních materiálů
- Užití ekologicky certifikovaných materiálů

Energetická opatření nejsou často realizována, protože náklady na stavbu budovy jsou minimalizovány a návratnost zvýšených nákladů není dostatečně prozkoumána. Aby se tomuto postupu zabránilo, je doporučeno provést zjednodušené hodnocení životního cyklu.

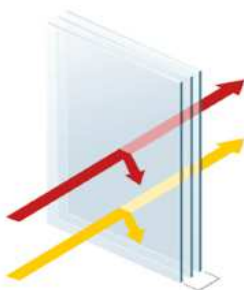
2. Zkušenosti s metodikou CESBA

2.1. Architektonická soutěž s využitím CESBA

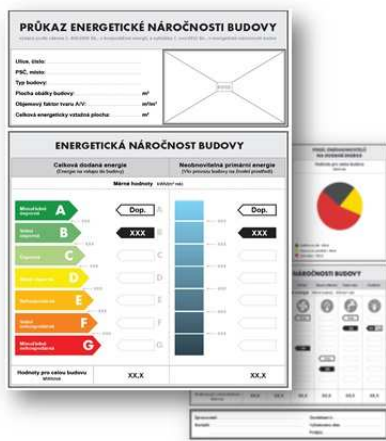
Aktuální zkušenosti s nástrojem při zadávání architektonických soutěží ukazují, že bez znalosti problematiky udržitelné výstavby a platné legislativy jsou předkládány návrhy, které mají k ideálu daleko.

Prakticky ve všech případech bývají naddimenzovány průsvitné výplně otvorů vzhledem k neprůsvitné části obvodového pláště. Navíc bývají otvory rozmístěny bez zjevné diferenciacce vzhledem k možným solárním ziskům (oslunění). Navržené zasklení na více než 50-60 % fasády obvykle vede k nesplnění požadavků na energetickou náročnost z hlediska PENB, případně k obcházení této zákonné normy. V každém případě se nevhodně zvolené výplně otvorů projeví zvýšenými nároky na zásobování energií a v potřebné velikosti zdrojů tepla a chladu.

Světlo		ENERGIE	
přenos	56	Solární faktor	35
odraz	29	ODRAZ	46



TEPELNÉ VLASTNOSTI (EN 673)	EN 673
Koeficient $U_g - W/(m^2 \cdot K)$	0,6



r. 2 Vlastnosti zasklení (příklad)

Obr. 3 Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB)

U dvou z pěti návrhů bývá podceněna kompaktnost formy neboli faktor A/V (povrch/objem) budovy. V rámci soutěžních návrhů jedné soutěže je tak zaznamenán nárůst tepelných ztrát

o 25 % a v některých případech dokonce o 100 % vzhledem k nejvýhodnějšímu tvarovému řešení. S nízkým objemovým faktorem budovy obvykle souvisí i nižší náklady na výstavbu a mírnější požadavky na zateplení.

Pro vyhodnocení plnění zadání je samozřejmě nezbytné zjistit potřebná data o návrhu budovy. Na následujících příkladech je předvedeno další možné využití nástroje při formulování zadání stavebního záměru a kontrole plnění jednotlivých parametrů.

Číslo	Kolo soutěže	Otázka	Ozn.	Hodnota	Měrná jednotka
1	1	Celková čistá podlahová plocha prostorů s upraveným vnitřním prostředím	=		(m ²)
2	1	Celková energeticky vztažná plocha (vnější půdorysná plocha všech prostorů s upraveným vnitřním prostředím v celé budově, vymezená vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	=		(m ²)
3a	1	Odhadovaná měrná potřeba tepla na vytápění budovy	E _A =		(kWh/m ² a)
5a	1	Plocha tepelné obálky - stěny (včetně výplní otvorů)	A=	0,0	(m ²)
5b	1	Plocha tepelné obálky - střecha (včetně výplní otvorů)	A=	0,0	(m ²)
5c	1	Plocha tepelné obálky - podlaha	A=		(m ²)
5d	1	Plocha tepelné obálky budovy (všechny konstrukce na systémové hranici z vnějších rozměrů)	A=	0,0	(m ²)
6	1	Objem budovy (zóny) s upraveným vnitřním prostředím (z vnějších rozměrů)	V=	0,0	(m ³)
7	1	Hodnota faktoru A/V	A/V=	2,00	(m ² /m ³)
8	1	Je v návrhu zajištěn a na výkresech vyznačen nepřerušovaný průběh tepelné obálky stavby?	–	☐ ANO ☐ NE	–
11	1	Navržený průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	U _{em} =		W/(m ² K)
14	1	Navržená hodnota U _w (U ₀) pro výplně otvorů celkem:	U _w =		W/(m ² K)
18	1	Probíhá tepelná obálka domů bez přerušení tak, že jsou eliminovány tepelné mosty (tepelné vazby), resp. jsou tepelné mosty záporné?	–	☐ ANO ☐ NE	–
19	1	Souhrnná plocha výplní otvorů a průsvitných částí fasády z celkové plochy fasády v m ² (v poznámce v procentech %)	A _w =		(m ²)

Obr. 4 Příklad dotazníku pro zjednodušené hodnocení návrhu budovy v 1. kole soutěže o návrh

No.	položka číslo			Název	Bodová dotace
1	1.			KOMPAKTNOST OBJEMU BUDOVY	1-10
2	2.			PRŮBĚH TEPELNÉ OBÁLKY BUDOVY	1-5
3	3.			PRŮBĚH VZDUCHOTĚSNÉ VRSTVY V KCÍCH OBÁLKY BUDOVY	1-5
4	4.			TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBÁLKY BUDOVY	1-15
5		4.1		Skladby konstrukcí	1-5
6		4.2		Výplně otvorů	1-5
7		4.3		Tepelné mosty a vazby	1-5
8	5.			PASIVNÍ ENERGETICKÉ ZISKY	1-15
9		5.1		Vnější pasivní tepelné zisky – sluneční energie	
10		5.1.1		Využití sluneční energie	1-5
11		5.1.2		Eliminace přehřívání budovy sluneční energií	1-5
12		5.2		Vnitřní pasivní energetické zisky	1-5
13	6			ÚSPORNOSTI	1-20
14		6.1		Zdroje energie	1-5
15		6.2		Nucené větrání	1-5
16		6.3		Chlazení	1-5
17		6.4		Topení a ohřev teplé vody	1-5
18	7			SVĚTLO	1-10
19		7.1		Denní osvětlení	1-5
20		7.2		Umělé osvětlení	1-5
21	8			DALŠÍ ASPEKTY UDRŽITELNOSTI	1-20
22		A.2		Ekologická kvalita místa	1-8
23		A2.1		Zelené střechy	3
24		A2.2		Vybavenost pro cyklisty	3
25		A2.3		Vybavenost pro cyklisty - šatny	2
26		A.3		Vhodnost pro užívání cyklisty	1-5
27		A.3.1		Použití materiálů s dlouhou životností	2
28		A.3.2		Nároky na údržbu	2
29		A.3.3		Nároky na úklid	1
30		B.3		Hospodárnost provozu budovy	1-2
31		B.3.1		Použití nízkoemisních výrobků	1
32		B.3.2		Použití materiálů bez škodlivých látek	1
33		B.4		Produktový management	1-3
		B.4.1		Výrobky s nízkou spotřebou vody	
34		B.4.1		Využití šedých vod	1
35		B.4.2		využití dešťových vod	1
36		E.1		Ekologický index použitých materiálů	1-2
37		E1.1		Vestavěné energie	1
38		E1.2		Obnovitelné materiály	1
39				CELKEM	

Obr. 5 Příklad vybraných kritérií při hodnocení návrhu budovy v architektonické soutěži o návrh

2.2. Modelové budovy s certifikátem CESBA

Na modelových příkladech budov s téměř nulovou spotřebou energie (ÚSP Lidmaň a INTOZA Ostrava) jsou představeny výsledky hodnocení budov zapojených do projektu CEC5.

Přístupy k nulové spotřebě byly při výstavbě obou budov rozdílné. Zejména absence optimalizace návrhu stavby se u budovy ÚSP v Lidmani projevuje téměř šestinásobně vyšší měrnou potřebou tepla na vytápění (vztaženo na m^2 vytápěné plochy) oproti koncepci budovy INTOZA realizované podle nejvýhodnější optimalizované varianty. Součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí přitom splňují doporučené hodnoty dle ČSN 73 0540-2 pro pasivní domy.

Budova ÚSP v Lidmani

konstrukce	součinitel prostupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]		
	budova	požadavek ČSN 730540	požadavek pro pasivní domy
obvodové stěny	0,17	0,30	0,18 až 0,12
podlaha	0,17	0,45	0,22 až 0,15
strop pod střechou	0,10	0,24	0,15 až 0,10
okna	0,92	1,50	0,8 až 0,6



Obr. 6 Budova ÚSP Lidmaň

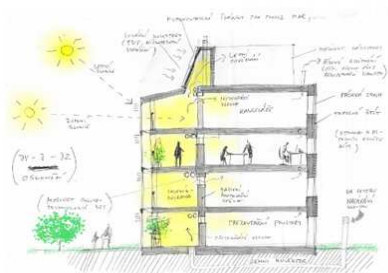


Obr. 7 Půdorys přízemí budovy ÚSP Lidmaň – autor Projekt Centrum NOVA, Ing. Jaroslav Rybář

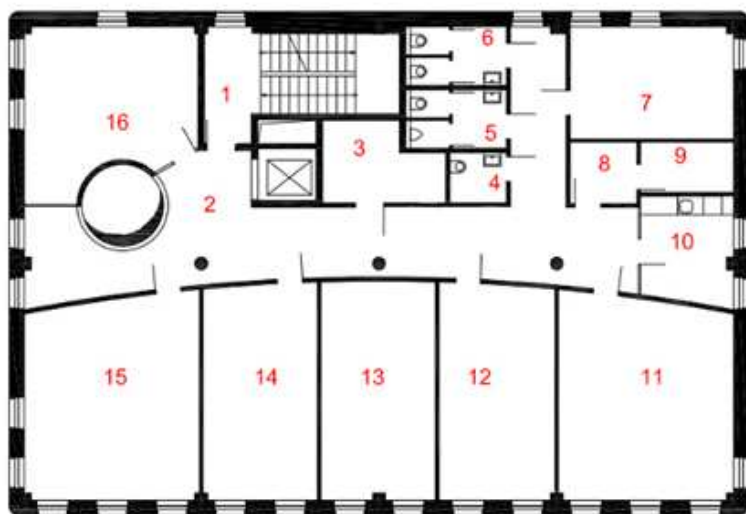
Přestože je pro vytápění budovy navržena dvojice tepelných čerpadel systému vzduch – voda a na střeše domu je instalována fotovoltaická elektrárna, je celková spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů ve výši 67 MWh/rok prakticky rovna energii dodané do budovy z elektrické sítě.

- vytápěná podlahová plocha 588 m²
- objemový faktor tvaru $A/V = 0,78 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em} = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- plocha průsvitných výplní otvorů k obvodovému plášti = 17 %
- měrná potřeba tepla na vytápění dle PHPP = 59 kWh/(m²a)
- měrná potřeba primární energie 106 kWh/(m²a)
- využitelná produkce energie FV = 10 611 kWh/rok

Budova společnosti INTOZA v Ostravě



Obr. 8 Koncepční varianty budovy INTOZA – autor ATOS 6, Ing. arch. Radim Václavík



Obr. 9 Půdorys typického podlaží budovy INTOZA – autor ATOS 6, Ing. arch. Radim Václavík

- vytápěná podlahová plocha 1058 m^2
- objemový faktor tvaru $A/V = 0,35 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- plocha průsvitných výplní otvorů k obvodovému plášti = 25 %
- měrná potřeba tepla na vytápění dle PHPP = $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- měrná potřeba primární energie $132 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- využitelná produkce energie FV = $10\,300 \text{ kWh/rok}$

3. Závěr

„Naše dnešní kvalita života, kterou považujeme za samozřejmost, je dar, nikoli „zboží“ určené k plýtvání a rozkrádání. O energii to platí obzvlášť.“ [Drábová, D. in Bárta et al., Povaha změny]

Stanovení energetických a ekologických cílů společně s kontrolou průběžné optimalizace návrhu stavby je klíčovým předpokladem pro dosažení trvalé udržitelnosti stavebního díla. Bez stanovení konkrétních požadavků a vyhodnocení jejich plnění se neobejdeme ani v případě uspořádání architektonické soutěže o návrh stavby.

4. Literatura

- (1) ČKA, PP 2. Demonstrace energetické efektivity a využití obnovitelných zdrojů energie ve veřejných budovách – Dovednosti a demonstrace. Praha – Česká komora architektů, 2014, 87 s.
- (2) Miroslav Bárta, Martin Kovář, Otakar Foltýn, Povaha změny – Bezpečnost, rizika a stav dnešní civilizace. Praha – Vyšehrad, 2015, 96 s.

Tepelné čerpadlo kombinované s FV systémem v různých aplikacích

Tomáš Matuska, Yauheni Kachalouski, Jan Sedlář, Bořivoj Šourek

UCEEB ČVUT, Trinecká 1024, Buštěhrad

tomas.matuska@uceeb.cz

1. Úvod

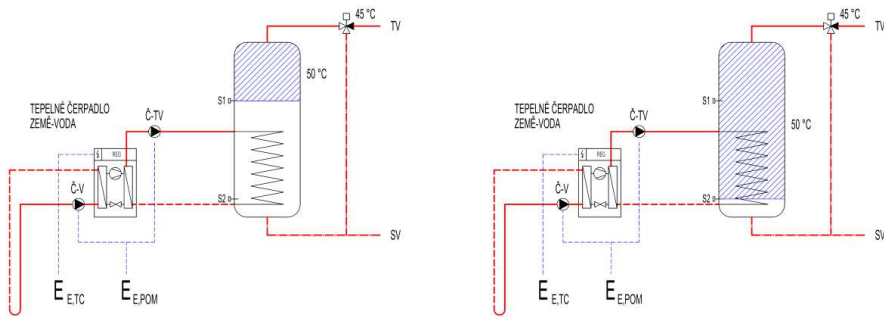
Vzhledem k vysokému konverznímu faktoru neobnovitelné primární energie a vysokému emisnímu faktoru pro elektrickou energii nejen v České republice, ale i v řadě evropských zemí může být v řadě aplikací problematizováno nasazení elektricky poháněných tepelných čerpadel s nízkou efektivitou, jako je tomu např. v energeticky úsporných domech s významnou potřebou tepla na přípravu teplé vody oproti vytápění. Kromě zvyšování efektivity využití elektrické energie pokročilými tepelnými čerpadly je významnou cestou ke snížení spotřeby elektrické energie z rozvodné sítě využití místní produkce el. energie z OZE. V posledních letech se realizace v oblasti místního využití obnovitelných zdrojů elektrické energie čím dál více soustředí na instalace FV systémů zejména pro účely maximalizace pokrytí vlastní spotřeby v budově s ohledem na legislativně a ekonomicky zproblematizovanou dodávku do nadřazené sítě.

Produkce elektřiny FV systémem a spotřeba elektrické energie tepelným čerpadlem se zdá být ideální kombinací, která povede k výraznému snížení externí dodávky z rozvodné sítě pro dodávku tepla pro vytápění a přípravu teplé vody během roku. Nicméně realita není až tak jednoduchá, jak se na první pohled zdá. Příspěvek ukazuje, do jaké míry je možné u soustavy s tepelným čerpadlem krýt její potřebu elektrické energie FV systémem. Příspěvek představuje dva základní systémy kombinující tepelné čerpadlo země-voda a fotovoltaický systém a vyhodnocuje s využitím počítačové simulace v TRNSYS [1] jejich potenciální přínosy z pohledu využití produkce FV systému pro snížení místní spotřeby tepla a snížení energetické náročnosti vytápění a přípravy teplé vody. Prostředí TRNSYS umožňuje matematické modelování chování dynamických systémů, zejména komplexních energetických (tepelných, elektrických) soustav budov. Simulační analýza je provedena pro stejné okrajové podmínky (klimatické podmínky ČR, tepelné čerpadlo země-voda o stejném výkonu). Prvním systémem je jednoduchý systém využívající tepelného čerpadla pouze pro přípravu teplé vody při daném odběrovém profilu a FV systému umožňujícího krýt spotřebu elektrické energie při použití jednoduché a pokročilé (adaptivní) regulace. Druhý systém je podobný avšak kromě

přípravy teplé vody zajišťuje i vytápění rodinného domu. Výsledky simulací ukazují na potenciál zvýšení efektivity systému a optimální nastavení regulace.

2. Tepelné čerpadlo země-voda pro přípravu teplé vody

Prvním příkladem aplikace je samotná příprava teplé vody tepelným čerpadlem doplněným fotovoltaickým (FV) systémem. Příprava teplé vody tepelným čerpadlem je zpravidla energeticky velmi náročná, tepelné čerpadlo pracuje s nízkým topným faktorem. V analyzovaném případě byl uvažován odběrový profil s denním odběrem teplé vody 200 l při teplotě 45 °C s výraznou ranní a večerní špičkou a dalšími menšími odběry během dne. Tepelné čerpadlo země-voda o výkonu 5.5 kW při B0/W35 je napojeno na zásobník teplé vody o objemu 200 l přes vnitřní trubkový výměník o ploše 1.3 m², umístěný v dolní části zásobníku. Roční odběr tepla v teplé vodě je cca 3060 kWh, roční tepelné ztráty zásobníku činí navíc okolo 290 kWh. Schéma systému přípravy teplé vody je uvedeno na obr. 1 (vlevo). Zásobník je nabíjen na požadovanou teplotu 50 °C (čidlo teploty je umístěno v 70 % výšky zásobníku) a termostatický směšovací ventil na výstupu zajišťuje požadovanou teplotu 45 °C. V systému přípravy teplé vody není uvažována cirkulace. Sezónní topný faktor systému *SPF* se pohybuje na úrovni hodnoty 2.4. Pokud k takovému konvenčnímu systému přípravy teplé vody je přidán fotovoltaický systém o různém instalovaném výkonu, bilance spotřeby elektrické energie ze sítě se zlepší a adekvátně i sezónní topný faktor.



Obr. 1 Konvenční systém přípravy teplé vody tepelným čerpadlem (vlevo) a systém s přizpůsobením provozu produkci FV systému.

Tab. 1 Výsledky simulace konvenčního systému pro přípravu teplé vody s tepelným čerpadlem

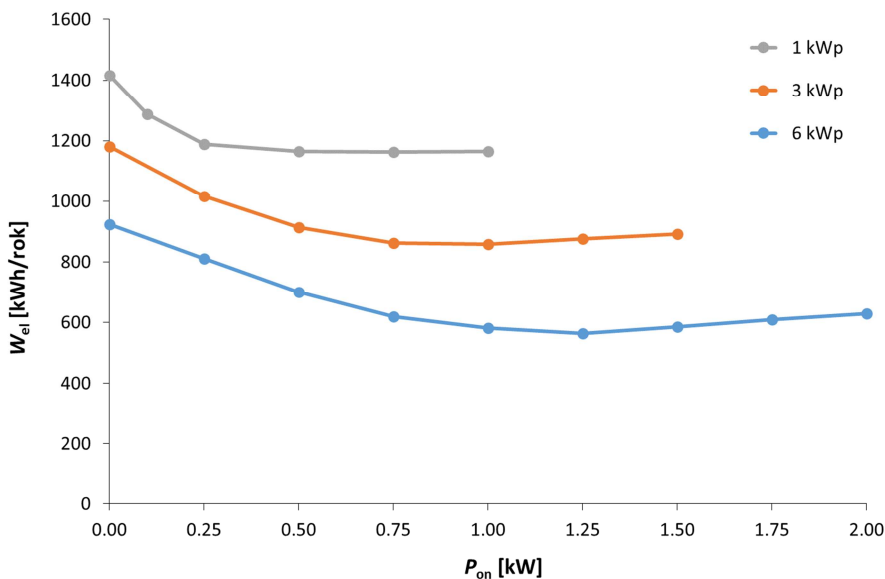
Parametr	Varianta bez FV	Varianta 1 kW _p	Varianta 3 kW _p	Varianta 6 kW _p
W_{el} [kWh/rok]	1279	1165	969	827

<i>SPF</i> systému [-]	2.4	2.6	3.2	3.7
Solární pokrytí f_{FV} [%]	-	9	24	35
Využití produkce r_{FV} [%]	-	11	10	8

V tab. 1 jsou uvedeny výsledky bilance spotřeby elektrické energie a hlavní sledované parametry pro referenční systém bez FV systému a dále konvenční kombinace s různě velkým FV systémem s instalovanými výkony 1 kW_p, 3 kW_p a 6 kW_p, kdy FV systém v případě současnosti provozu s tepelným čerpadlem kryje část jeho spotřeby bez jakékoli regulační vazby. Kromě spotřeby elektrické energie ze sítě W_{el} a sezónního topného faktoru systému *SPF* bylo sledováno i solární pokrytí f_{FV} , tj. podíl využití fotovoltaické elektřiny pro krytí spotřeby elektrické energie a využití produkce fotovoltaické elektřiny r_{FV} jako poměr využití FV elektřiny k roční produkci.

Pro zvýšení využití produkce elektrické energie byla uvažována adaptivní regulační strategie, která přizpůsobuje provoz tepelného čerpadla aktuálnímu výkonu FV systému. V případě dosažení definované prahové hodnoty výkonu FV systému regulátor nuceně spustí tepelné čerpadlo tím, že pro monitorování požadavku ohřevu vody na 50 °C použije teplotní čidlo ve spodní části zásobníku (viz obr. 1 vpravo). Cílem je v případě dostatečné produkce elektrické energie ohřát celý objem nádrže na požadovanou teplotu bez významného využití elektrické energie ze sítě (pouze FV).

Zatímco elektrický příkon celého systému s tepelným čerpadlem při nabíjení zásobníku teplé vody na 50 °C se pohybuje okolo hodnoty 2.2 kW, z výsledků představené simulační analýzy (viz obr. 2) nevyplývá, že by tato hodnota měla být prahovou hodnotou P_{on} pro zajištění minimální spotřeby elektrické energie systému odebírané ze sítě. Pro FV systém o instalovaném výkonu 6 kW_p je optimální prahovou hodnotou P_{on} pro spuštění nabíjení celého objemu zásobníku aktuální výkon FV systému 1.25 kW, pro FV systém o instalovaném výkonu 3 kW_p je to hodnota 1.0 kW a pro FV systém o instalovaném výkonu 1 kW_p je optimum velmi ploché okolo hodnoty 0.75 kW. V tab. 2 jsou pro srovnání uvedeny výsledky pro tyto optimalizované případy (srv. s výsledky bez adaptivního provozu v tab. 1). Pro srovnání je tab. 2 uvedena i základní referenční varianta. Je patrné, že pro FV systém 1 kW_p nepřináší adaptivní provoz žádnou výhodu ve snížení spotřeby elektrické energie systému. U varianty FV systému 3 kW_p se spotřeba sníží o 11 %. Největší přínos 32 % oproti konvenčnímu přístupu má adaptace provozu tepelného čerpadla u velkého FV systému 6 kW_p.



Obr. 2 Výsledky optimalizace prahové hodnoty aktuálního výkonu FV systému pro nucené spuštění tepelného čerpadla pro nabíjení celého objemu zásobníku teplé vody.

Tab. 2 Výsledky simulace systému pro přípravu teplé vody s tepelným čerpadlem s adaptivním provozem

Parametr	Varianta bez FV	Varianta 1 kW _p	Varianta 3 kW _p	Varianta 6 kW _p
W_{el} [kWh/rok]	1279	1163	858	564
SPF systému [-]	2.4	2.6	3.6	5.4
Solární pokrytí f_{FV} [%]	-	9	36	59
Využití produkce r_{FV} [%]	-	12	16	13

3. Tepelné čerpadlo země-voda pro přípravu teplé vody a vytápění

Druhou analyzovanou aplikací je kombinovaný systém pro přípravu teplé vody a vytápění. Byla provedena simulační analýza soustavy s tepelným čerpadlem země-voda pro pasivní rodinný dům s roční potřebou tepla 3400 kWh na vytápění a 3060 kWh pro přípravu teplé vody v podmínkách České republiky [2]. Pro systém bylo zvoleno výkonově stejné tepelné

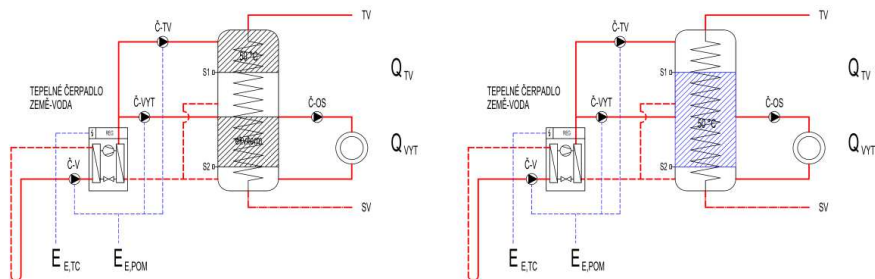
čerpadlo jako v prvním případě. Efektivita tepelného čerpadla v pasivním domě je relativně nízká vzhledem k významnému podílu ohřevu vody na teplotní úroveň 45 °C a více. V systému s tepelným čerpadlem je uvažován kompaktní kombinovaný zásobník tepla pro přípravu teplé vody a vytápění o objemu 900 l s ohřevem vody ve vnitřním trubkovém výměníku (viz obr. 3). Horní část zásobníku tepla je vyhrazena přípravě teplé vody (udržovaná trvale na teplotě 50 °C), dolní část zásobníku je určena pro přípravu otopné vody (v otopném období nabíjena na ekvitermní teplotu). Roční spotřeba elektrické energie systému je 2446 kWh a sezónní topný faktor *SPF* celého systému je 2.7. Takové nízké hodnoty efektivity tepelných čerpadel jsou v oblasti pasivních domů běžné [3].

Tab. 3 Výsledky simulace konvenčního systému s tepelným čerpadlem

Parametr	Varianta bez FV	Varianta 1 kW _p	Varianta 3 kW _p	Varianta 6 kW _p
W_{el} [kWh/rok]	2446	2370	2217	2061
<i>SPF</i> systému [-]	2.7	2.7	2.9	3.1
Solární pokrytí f_{FV} [%]	-	3	9	16
Využití produkce r_{FV} [%]	-	8	8	6

Zlepšení energetické bilance lze dosáhnout kombinací s FV systémem, kdy produkce elektrické energie může částečně krýt spotřebu elektrické energie systému s tepelným čerpadlem. Z tab. 3 vyplývá, že instalace FV systému sice pomáhá mírně zlepšit celkovou efektivitu zásobování teplem, nicméně využití produkce elektrické energie z FV systému je velmi nízké na úrovni procent.

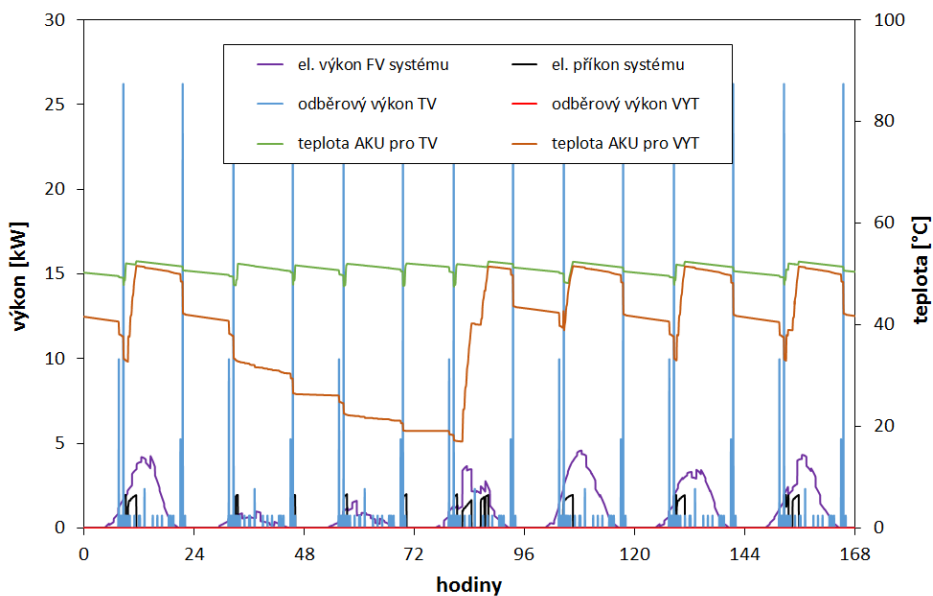
Důvodem nízkého využití FV elektřiny je jednak nesoulad mezi špičkami odběru teplé vody (odběrem elektrické energie tepelným čerpadlem) a dobou produkce elektrické energie FV systémem a podobný nesoulad mezi odběrem tepla pro vytápění, který se vyskytuje především v nočních hodinách, neboť denní tepelné ztráty domu jsou v uvažovaném pasivním domě z velké části hrazeny solárními zisky okny domu. Přizpůsobení provozu tepelného čerpadla produkci fotovoltaické elektrické energie s využitím akumulace tepla v zásobníku může podobně jako v předchozím případě zlepšit situaci. Pokud výkon FV systému překračuje v daném čase definovanou prahovou hodnotu, algoritmus systémového regulátoru změní nastavení požadavku pro ohřev spodní části zásobníku (zóna vytápění) a tím nuceně zapne tepelné čerpadlo.



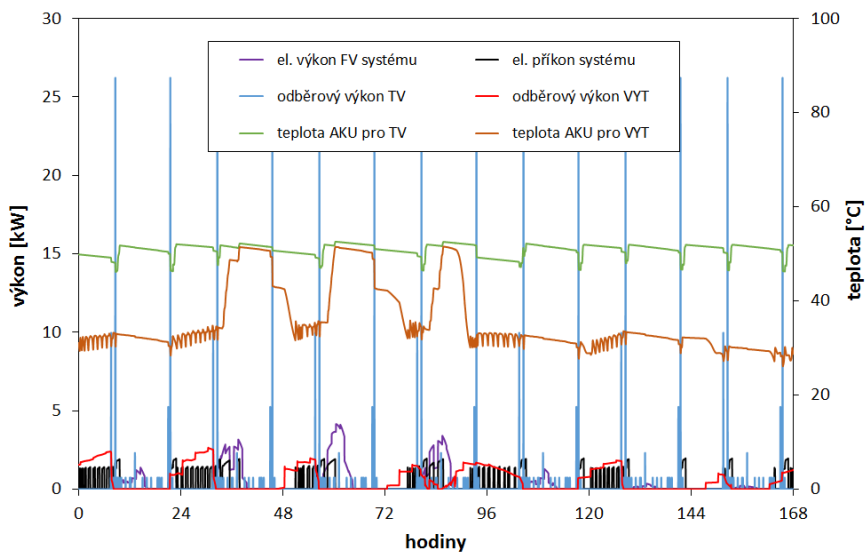
Obr. 3 Konvenční varianta (vlevo) a varianta s adaptací provozu tepelného čerpadla výkonu FV systému (vpravo)

Výše uvedené znamená, že v případě dostatečné produkce elektrické energie pro pokrytí provozu soustavy s tepelným čerpadlem při vysoké provozní teplotě (vysoký příkon), se tepelné čerpadlo zapne, je automaticky provozováno z velké části na elektrickou energii z FV systému a ohřívá definovaný objem zásobníku tepla na vyšší teplotu než je běžný požadavek (viz obr. 3 vpravo). Tím se teplo produkované tepelným čerpadlem s minimalizovanou spotřebou elektrické energie z rozvodné sítě akumuluje v zásobníku pro pozdější použití.

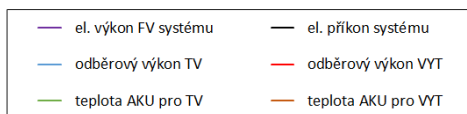
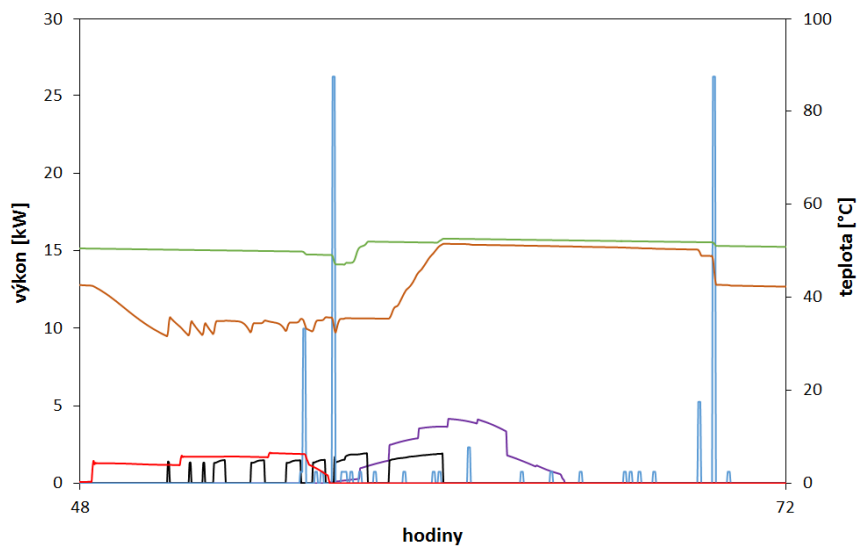
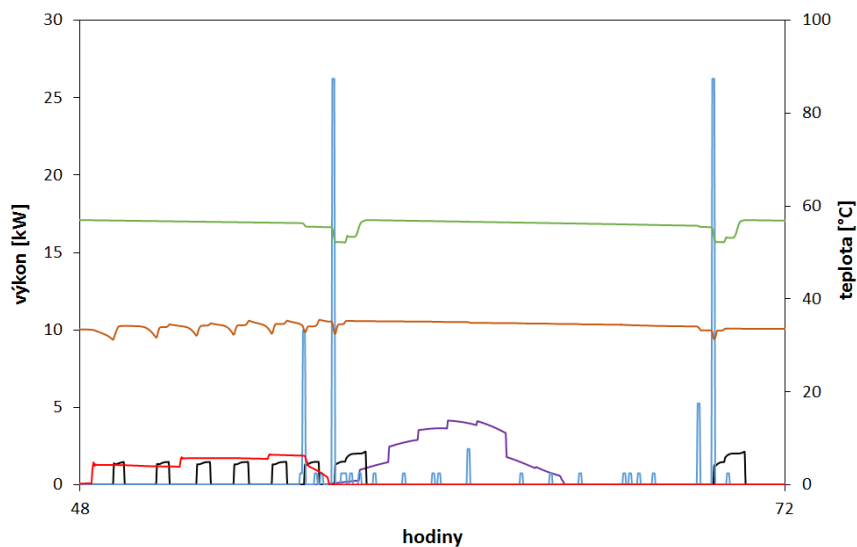
Na obr. 4 a 5 jsou pro ukázkou porovnány průběhy výkonových odběrů a teplot v kombinovaném zásobníku pro konvenční variantu a pro variantu s adaptací provozu tepelného čerpadla na produkci elektrické energie FV systémem pro vybraný letní a zimní týden. Regulační algoritmus v případě aktuálního výkonu FV systému vyššího než je prahová hodnota zvýší v dolní části zásobníku (v zóně ohřevu otopné vody pro vytápění) požadovanou teplotu na 50 °C. Tím se začne prakticky natápět celý objem zásobníku na vyšší teplotu než je požadavek. Vyšší teplota v celém objemu má za následek, že i přes večerní a ranní odběr teplé vody ze zásobníku, neklesá požadovaná teplota v zóně přípravy teplé vody pod nastavenou teplotu (voda se navíc předežhřívá již v dolní části zásobníku) a tepelné čerpadlo nespíná mimo denní dobu. Pouze v případě, kdy celý den není k dispozici dostatečný výkon FV systému ke spuštění tepelného čerpadla, dochází ve večerních hodinách již k poklesu požadované teploty a spuštění tepelného čerpadla.



Obr. 4 Průběh produkce a odběru energetického systému v letním období (varianta 6 kW_p)

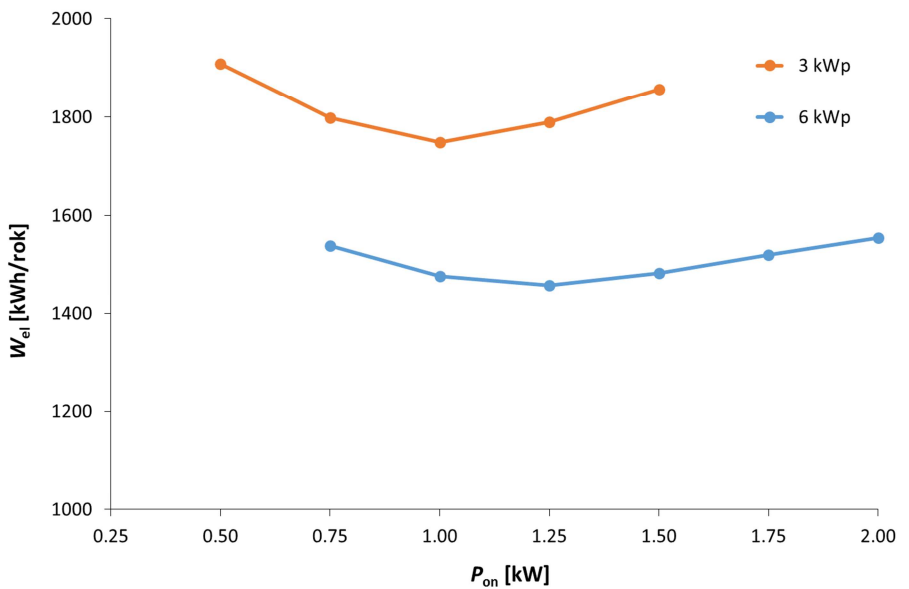


Obr. 5 Průběh produkce a odběru energetického systému v zimním období (varianta 6 kW_p)



Obr. 6 Porovnání produkce a odběru energetického systému pro vybraný zimní den v konvenční variantě (nahore) a ve variantě s adaptivním řízením (dole)

Z podrobného porovnání pro slunečný zimní den (viz obr. 6) je patrné, že i v zimním období lze využitím FV elektřiny pro nabíjení zásobníku tepla tepelným čerpadlem lze významnou část noční spotřeby elektrické energie ze sítě přesunout do denní doby s využitím produkce obnovitelné elektrické energie. Teploty znázorněné v grafech jsou teploty v místech teplotních snímačů určených pro regulaci nabíjení zásobníku tepla v obou zónách (teplá voda, vytápění).



Obr. 7 Výsledky optimalizace prahové hodnoty aktuálního výkonu FV systému pro nucené spuštění tepelného čerpadla v kombinovaném systému (příprava TV a vytápění).

Tab. 4 – Výsledky počítačové simulace varianty s adaptivním řízením provozu tepelného čerpadla

Parametr	Varianta bez FV	3 kW _p	6 kW _p
W_{el} [kWh/rok]	2446	1749	1459
SPF systému [-]	2.7	3.7	4.4
Solární pokrytí f_{FV} [%]	-	32	44
Využití produkce r_{FV} [%]	-	27	19

Podobně jako u systému s přípravou teplé vody byla i u kombinovaného systému s vytápěním provedena optimalizace prahové hodnoty pro přenastavení termostatu nabíjení spodní části zásobníku tepla. Jak je patrné z obr. 7, optimální prahové hodnoty jsou podobné případu samostatné přípravy teplé vody, nicméně se jedná o velice plochá optima. Výsledky pro systém s optimalizovaným nastavením adaptivní regulace jsou pak uvedeny v tab. 4. Pro FV systém s instalovaným výkonem 3 kW_p (prahová hodnota 1.0 kW) lze adaptivním provozem ušpóřit okolo 21 % spotřeby elektrické energie, u FV systému 6 kW_p (prahová hodnota 1.25 kW) je dosažitelná úspora okolo 29 %.

4. Závěr

Využití FV systému v kombinaci s tepelným čerpadlem může výrazně snížit spotřebu elektrické energie pro účely vytápění a přípravy teplé vody, pokud je využita tzv. adaptivní regulace provozu tepelného čerpadla podle aktuálního výkonu FV systému. Adaptivní regulace má význam především při použití FV systémů s vyšším instalovaným výkonem, u kterých umožňuje zvýšit úsporu elektrické energie až o 30 %. Prahová hodnota elektrického výkonu pro adaptivní regulaci nekoresponduje s maximálním provozním elektrickým příkonem systému s tepelným čerpadlem, ale je mnohem nižší na úrovni cca 50 %.

5. Poděkování

Vývoj energetického systému pro téměř nulové budovy probíhá s finanční podporou TA ČR v rámci projektu TA04021243 Udržitelný energetický zdroj pro téměř nulové budovy.

6. Literatura

- (1) Transient System Simulation Tool - TRNSYS 17.1, The University of Wisconsin, Madison, <http://sel.me.wisc.edu/trnsys>
- (2) Matuška, T., Šourek, B., Sedlář, J. Vytápění a příprava teplé vody s využitím kombinace tepelného čerpadla a FV systému - počítačová simulace, Topenářství, instalace, str. 18-23, 2016. ISSN 1211-0906
- (3) Matuška, T. Přínosy tpelných čerpadel v pasivních domech, Sborník konference Pasivní domy 2012, str. 280-287.

Možnosti využití inteligentní elektroinstalace a systému inteligentního řízení ve Smart City

Filip Rezek, Haidy a.s.

1. ÚVOD DO SVĚTA MODERNÍCH TECHNOLOGIÍ

Počítače v minulém století byly mozky bez smyslů, pracovaly pouze s tím, co jsme jim řekli. To ale bylo velmi hrubé omezení, protože všude kolem nás je mnohonásobně víc informací, než lze do počítačů zaznamenat přes klávesnici či naskenovat z čárových kódů.

Podle analytiků IDC mají do roku 2019 narůst výdaje na technologie spojené s internetem věcí (Internet of Things, IoT) na 1,3 trilionu dolarů.

V současnosti, právě díky internetu věcí, mohou počítače vnímat širší souvislosti samostatně. Prakticky k tomu došlo před pár lety, ale my už dnes bereme různé varianty zasíťovaných čidel jako samozřejmost. Jedním takovým příkladem je GPS (globální polohový systém), umožňující autonomní prostorové určování zeměpisné polohy pomocí družic. Civilní využití GPS bylo americkým Kongresem schváleno už v roce 2000, ale až do roku 2004 nebylo testováno pro použití v mobilních telefonech. Prostě to nikoho nenapadlo.

Dnes už je téměř nemožné představit si naši existenci bez navigace GPS.

A to je jen začátek...

2. Inteligentní město a inteligentní dům - co to je?

Konzultanti z Frost & Sullivan z kalifornského Mountain Dew a se čtyřiceti pobočkami po světě identifikovali osm klíčových aspektů definujících chytré město:

2.1. Inteligentní budova (smart building)

Dům, který dokáže uživateli zajistit komfort domova s maximální provozní bezpečností a minimální energetickou náročností. Centralizované řízení formou "inteligentního domu" uživateli poskytne maximální komfort bydlení i úsporný provoz budovy či rodinného domu. Budova žije vlastním životem, reaguje na vnější i vnitřní podněty (počasí, teplota, tlak, emise, den, noc, osvit, vítr, sníh, pohyb v objektu a jiné) a bez zásahu uživatele podle těchto proměnných uzpůsobuje svůj chod.

2.2. Inteligentní energie (smart energy, smart grid)

Systém řízení založený na oboustranné energetické bilanci, kde lze optimálně regulovat jak výkon zdroje, tak spotřebu koncového uživatele, případně využívat akumulaci energie. Díky chytrému měření veličin (smart metering) celé soustavy jsou známy okamžité hodnoty jednotlivých prvků. Řídící systém nepřetržitě vyhodnocuje celkový stav a pružně řídí vyvážení výkonovou bilanci.

2.3. Inteligentní technologie (smart technology)

Propojení domova, kanceláře, mobilního telefonu a například vozidla prostřednictvím unifikované bezdrátové IT platformy, včetně adopce inteligentních grid systémů a domácích řešení. To vše založené na vysokorychlostním širokopásmovém spojení s podporou 4G technologií.

2.4. Inteligentní řízení (smart governance)

Sada e-government řešení a zelené politiky pro řízení veřejné infrastruktury dodávaná občanům prostřednictvím informačních, komunikačních a mobilních technologií.

2.5. Inteligentní mobilita (smart mobility)

Umožňuje transfer lidí a zboží v optimálním udržitelném módu za pomoci komfortní a bezpečné multimodální dopravy a celé infrastruktury řízené komunikačními a informačními technologiemi s cílem zefektivnění dopravní obslužnosti při současném snížení nákladů na životní prostředí a významné redukci škodlivých zplodin.

Také to znamená skutečné snížení osobní automobilové dopravy a přechod na alternativní způsoby dopravy s využitím integrace dobře rozvinutých systémů hromadné dopravy s dalšími druhy dopravy (např. sdílení vozidel, park & ride a dalších) s cílem omezení individuálního používání motorových vozidel.

2.6. Inteligentní infrastruktura (smart infrastructure)

Integrovaná platforma sestávající z energetických a dopravních sítí, celé soustavy městských služeb, budov a jejich účinného a komplexního řízení pomocí měřicích, informačních a komunikačních technologií.

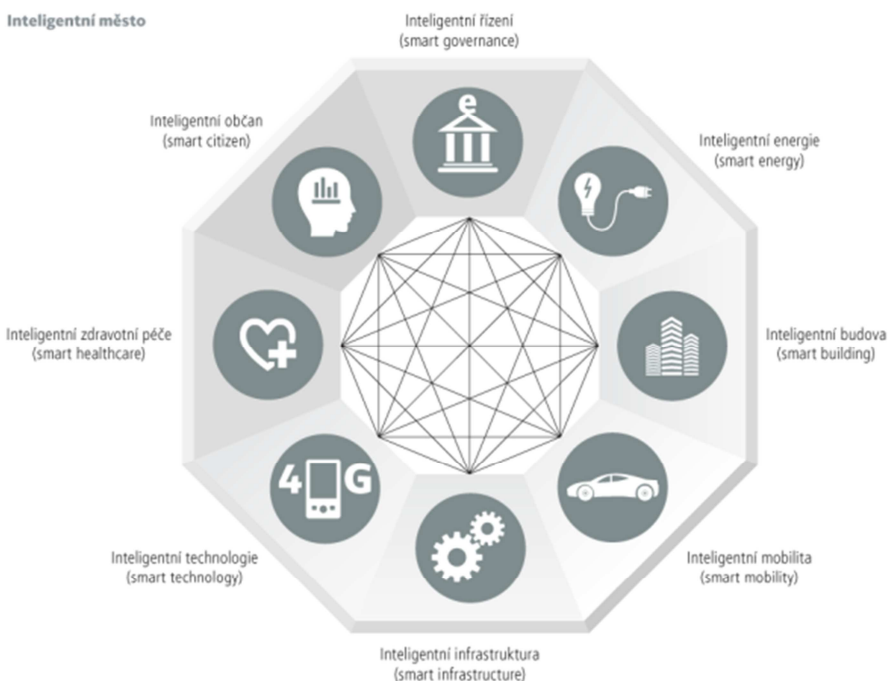
2.7. Inteligentní zdravotní péče (smart healthcare)

Informace jsou nedílnou součástí zdravotní péče. Jedná se o aplikace ICT technologií napříč celým spektrem funkcí ovlivňujících naše zdraví a obecně zdravotnictví. Zahrnuje nástroje, systémy a služby komplexní zdravotnické péče jak pro pacienty, tak pro zdravé občany.

2.8. Inteligentní občan (smart citizen)

V současnosti už každý z nás díky velkoobjemovým datům a informacím z mobilních zařízení může využívat širokou škálu on-line dat z veřejných (doprava, počasí, emise, programy různých akcí) či individuálních (osobní biometrická data, individuální zdravotní informace) zdrojů k své okamžité informovanosti.

Z tohoto rozdělení je patrné, že inteligentní město se neobejde bez inteligentní budovy.



3. Inteligentní budovy – domy

Asi jste se už střetli s pojmy inteligentní dům nebo chytrá elektroinstalace. Jde v podstatě o systém, který kombinací datové kabeláže, aktorů, prvků hardware a zejména proprietárním

software umožňuje obyvatelům budov (residenčních nebo komerčních) ovládat a řídit všechny elektrické spotřebiče a zařízení.

Tyto systémy, které mají svůj původ v průmyslové automatizaci, jsou na trhu již dlouho. Ale až v poslední době se jejich kvalita a hlavně cena dostali na úroveň, kdy se dá uvažovat o hromadném rozšíření v rámci různých tržních segmentů.

Jak trefně poznamenává ruský programátor Evžen Batov, všechny veřejně dostupné definice inteligentních budov a potažmo i měst lze rozdělit do dvou hlavních skupin.

První definice, kterou lze nalézt i v on-line Oxfordském slovníku (heslo: smart home), říká, že jde o bydlení vybavené osvětlením, vytápěním a mnoha dalšími elektronickými přístroji, jež lze dálkově ovládat pomocí chytrého telefonu či počítače, a jednoduše tak komunikovat se svým chytrým domovem přes internet a mít kdykoliv možnost ujistit se, že večere se už ohřívá v troubě, ústřední topení je zapnuté, závěsy stažené a v krbu bude po návratu domů vesele plápolat oheň.

Co je na této definici špatného?

Všechna rozhodnutí tu jsou spíše než chytrou budovou iniciována jejími obyvateli. Tato definice však, bohužel, odráží současný stav na trhu. Velmi často jsou inteligentní budovy zaměňovány s budovami automatizovanými. To není to samé. Většina komerčně dostupných produktů nabízí jenom možnost využít dálkové ovládání a předdefinované chování různých technologických celků.

Toto je minulost, která byla postavena na dostupných technologiích, moderní svět který dokáže propojit budovy a jejich technologie pomocí komunikační ethernetové sítě nám přináší daleko větší možnosti a rozšiřuje automatizaci budovy i o inteligentní řízení

Mnohem výstižnější definice chytrého bydlení konstatuje, že namísto pevného programu pro řízení domu či města si systém tyto programy vytváří sám na základě pozorování určitých vzorců chování obyvatel (domu, města) v kombinaci s dalšími vnějšími faktory (životní prostředí, meteorologické podmínky, ekologie aj.). Tímto se učí vhodně nastavit konkrétní zařízení (ovládání světel, nastavení termostatů, ohřev vody) a předvídat budoucí stavy řízené soustavy (domu, města).

Inteligentní budouva se tedy skládá ze dvou světů (svět automatizace a svět Software a moderní technologie) ten první svět se výrazně nevvvíjí, ale aktuální je nyní svět druhý, ten který umí komunikovat napříč všemi technologiemi a dělá z věcí a technologií věci inteligentní.

Jak vidno, mezi oběma definicemi je podstatný rozdíl, v té druhé se chytrý domov učí od svých obyvatel, přizpůsobuje se jejich chování a iniciuje všechna rozhodnutí samostatně. Pokud tedy hovoříme o chytrých budovách, městech a regionech, měli bychom umět spočítat i jejich inteligenční kvocient. K dispozici je už několik metodik, a dokonce i matematických vzorců, na základě kterých lze poměřovat chytrost věcí.

To, že této technologii patří budoucnost, je vidět i na vývoji trhu ve světě. Podle mezinárodních studií na toto téma se očekává růst ze současných zhruba 3 miliard dolarů ročně na víc než 10 miliard v průběhu několika málo let. Je to jednoznačně moderní, růstové odvětví, kterého potenciál se zvětšuje každým rokem, tak jak se vyvíjí různé technologie a zařízení, které jsou v residenčních a komerčních budovách.

V současnosti se inteligence instaluje převážně do nových budov. Hlavním důvodem je to, že pro bezchybné fungování je nezbytná dedikovaná kabeláž uvnitř objektu. Její instalace do již stojících domů v rámci rekonstrukce by byla moc složitá a nákladní.

4. Chytré město a jeho přínosy

Jednoduchá definice inteligentního města konstatuje, že takové město používá digitální technologie neboli informační a komunikační technologie (ICT) pro zvýšení kvality a výkonnosti městských služeb za účelem lepšího života svých občanů.

Jaké přínosy z toho ale mohou pro občany plynout?

- Nasazení inteligentních měřičů při hospodaření s vodou zajišťuje snížení individuální spotřeby, efektivnější monitoring kvality vody a okamžitou identifikaci průsaků vody v kombinaci s jejich účinnou prevencí.
- V energetické oblasti jde hlavně o inteligentní rozvodné sítě regulující okamžitou spotřebu s dodávkami elektrické energie, rozvoj a budování ekologických staveb při využití obnovitelných zdrojů energie.
- Lepší plánování a rozvoj města. E-government služby budou občanům poskytovány rychleji za nižších provozních nákladů. Bude podpořen místní ekonomický rozvoj, očekává se zvýšená produktivita města a jím poskytovaných služeb. Další benefity chytrých měst jsou například tyto:
- Mnohem efektivnější odpadové hospodářství orientované nejenom na hospodárny svoz odpadu, ale zejména na snížení množství odpadu a jeho recyklaci na nové energie.

5. Kritický pohled na inteligentní město

Koncepce inteligentních měst si s sebou nese i jisté nešvary. Nejfrekventovaněji zmiňované jsou tyto:

- Systematické chyby v prosazování jednoho strategického zájmu mohou vést k ignorování důležitých vedlejších alternativních směrů pro další slibný rozvoj města.
- Úzkostlivé zaměření na globální koncept smart city může vést k podcenění možných negativních dopadů v rozvoji nových technologií a městské síťové infrastruktury potřebné pro opravdu inteligentní město.
- Vysoká úroveň sběru velkoobjemových dat a analytických údajů vyvolává otázky týkající se kontrolovaného dohledu nad občany v tzv. inteligentních městech.
- Závislost na globálním obchodním modelu spojeném s kapitálem a jistým know-how může mít za následek ztrátu dlouhodobé lokální strategie.

Globální know-how v kombinaci s kapitálem, ženoucí se divoce od města k městu, diktuje své vlastní podmínky. To bude platit pro inteligentní města stejně, jako tomu bylo u podniků v průmyslové a výrobní oblasti.



6. Technologická platforma pro inteligentní domy

Technologie nám mohou pomoci hlídat naše rozpočty za provoz domu či bytu, u veřejných budov by se měly stát standardním vybavením, neboť ve finále ušetří peníze městu, tj. i nám všem. Veřejné investice do technologií pomohou konkurenceschopnosti našich firem a vytvoří nové služby pro občany. Technologie jsou budoucími tahouny jakékoliv ekonomiky, a proto nabídka široké škály provázaných řešení činí z každé firmy většího a konkurenceschopného hráče. Velmi silným odvětvím budou v blízké budoucnosti i technologie pro dům a byt, které nám bud' uspoří energie, nebo nabídnou další služby.

Chytrý dům integruje všechny aplikace a jejich inteligenci. Například je pohybové čidlo v rámci bezpečnostního systému integrováno do řízení osvětlení či topení. Systém je pak schopen tyto aplikace automaticky vypnout, pokud doma nikdo není. Stejně pohybové čidlo může samozřejmě stále plnit funkci zabezpečení domu. Chytrý dům je tak soustavou čidel zapojených do složitějších navzájem integrovaných systémů, tj. jeden systém používá detektory jiného systému, které lze následně ovládat skrze aplikace v mobilním telefonu nebo tabletu. Kromě těchto systémů starající se o optimální chod domácnosti jsou do takových platform integrovány i různé nabídky ze segmentu zábavy.

Software a moderní technologie jsou nutností pro umožnění konceptu chytrých budov a měst.

Nové technologie nám dávají nové možnosti, které pomáhají k rozvoji moderních infrastruktur

- Cloud
- Mobilní aplikace
- IoT
- SaaS

Podmínky pro plnohodnotné využití chytrých domů a měst.

- 100% autonomní řízení všech technologií v domě
- Rychlá a snadná integrace na všech úrovních - svět technologií počítá nespočet skvělých věcí a optimalizuje tak aby zůstalo vše jednoduché a přehledné
- Údržba a modernizace systému řízení musí být rychlá, levná a realizovatelná i po deseti letech
- IoT, Cloud, HealthCare, Datamining atd. jsou systémy moderní technologie které nám do budoucna umožní ustavičný růst systému

Nový trend propojování systémů pomocí cloudového řešení

- Integrace IoT pod jedním systémem
- Dům a systém je neustále kontrolován
- Systém nikdy nezestárne
- Monitoring a správa všech systému - servis a vzdálená pomoc zákazníků+
- Bezpečnost připojení do internetu.
- Vzdálený monitoring + odečty a následná fakturace za služby a energie
- Využití hotových cloudových řešení pro zpracování obrazových dat (detekce osob, SPZ...) a vstupních systémů
- ON-LINE všechny technické systémy a přístroje v domě
- Integrace bezpečnostních systémů (poruchy přístrojů, detekce úniků, zabezpečení ...)

7. Jak se navzájem chytré bydlení a chytré město prolínají?

Jedná se především o sběr informací jejich vyhodnocování a následné reakce.

Z malých technologických center – jako jsou domy, administrativní budovy, průmyslové haly vznikají větší – města.

Velmi dobře se navzájem doplňují např. rámci distribuce energií

Právě energetika je jednou z klíčových oblastí konceptu Smart City. S tím souvisí zaměření na optimalizaci spotřeby energie, minimalizaci emisí skleníkových plynů a znečišťujících látek, bezpečnost dodávek energie pro dané město, decentralizace výroby elektřiny a tepla apod. Dá se tedy hovořit o inteligentní energetice.

Do této oblasti se dá zahrnout velké množství dílčích projektů, u kterých je nutné respektovat vzájemné synergie. Jako jeden ze základních projektů v rámci inteligentní energetiky se nabízí využívání moderních, ekologických a vysoce účinných technologií, zaměřených na úsporné a efektivní využívání různých zdrojů energie. Jedná se například o kogenerační jednotky a tepelná čerpadla v oblasti vytápění objektů ve vlastnictví či správě města. Kogenerační jednotka je zařízení určené pro souběžnou výrobu elektřiny a tepla. Palivem je nejčastěji zemní plyn. Teplo, které se získává chlazením bloku motoru a spalín, lze efektivně využít například k vytápění budov, ohřevu vody nebo pro technologické procesy.

Dalším palčivým tématem ve městech je druhotné energetické využití odpadů, jakožto druhotných surovin při současném využití moderních technologií. Tyto projekty řeší energetickou efektivnost i minimalizaci ekologických dopadů při výrobě energie.

Veřejné osvětlení se podílí na spotřebě elektrické energie, kterou spotřebuje město na svůj provoz, v průměru asi čtyřiceti procenty. Je tedy žádoucí toto osvětlení optimalizovat, ideálně v synergii s inteligentními a komunikačními technologiemi. Na optimalizaci a organizaci provozu veřejného osvětlení je nutné nahlížet nejen z pohledu použité osvětlovací, ale i řídicí techniky a obchodního modelu pro dodávku souvisejících služeb, s cílem snížit jeho energetickou a finanční náročnost.

Toto řešení kromě úspor vytváří z veřejného osvětlení technologickou infrastrukturu. Veřejné osvětlení tvoří ve městě páteřní síť, která se stane základem pro veškeré hardwarové řešení a softwarové aplikace. Sloupy veřejného osvětlení se při osazení inteligentními čidly, senzory atd. stanou aktivními prvky v monitorování stavu například dopravy, parkování a bezpečnosti ve městě. Z hlediska snížení spotřeby v soustavě veřejného osvětlení je nutné prověřeni vhodného druhu svítidel pro použití v konkrétních lokalitách.

Pod pojmem Smart Grid neboli chytrá elektrická síť se skrývá nový koncept distribuční sítě, která využívá obousměrnou komunikaci mezi jednotlivými účastníky a tím umožňuje v reálném čase velmi pružně reagovat na aktuální zatížení sítě. Účastníky této inteligentní distribuční sítě jsou běžní spotřebitelé, výrobci energie a také tzv. prosumeri. Prosumer je nový typ zákazníka, který je současně producentem i spotřebitelem energie, reguluje své energetické nároky, může akumulovat nevyužitou energii a případně dodávat vlastní vyprodukovanou energii dále do rozvodné sítě. V praxi to znamená, že bude docházet k selektivnímu řízení:

- spotřebičů (náhrada HDO) pro ohřev teplé užitkové vody, řízení topení a klimatizace,
- malých elektrických zdrojů v domácnostech,
- lokálních zdrojů elektrické energie (např. kogenerační jednotky),
- nabíjení a akumulačních možností elektromobilů.

Základním předpokladem pro spolehlivé fungování Smart Grids je zavedení systému inteligentního měření a predikce spotřeby elektrické energie Energy Management. Chytré měření probíhá v reálném čase a díky obousměrné komunikaci mezi odběrnými místy a distributorem lze síť provozovat tak, že se spotřeba a výroba optimalizuje. To umožňuje distributorovi nebo obchodníkovi nabízet přebytečnou energii zákazníkům za zajímavější ceny.

8. Příklad využití energy managementu v praxi

Vytápění v zimě a chlazení v létě tvoří největší část spotřeby energie v domě a promítá se zásadně i do bilance energetické soustavy. Tvoří tedy zároveň i největší potenciál pro úspory, pokud je správně řídíme. Je zajímavé sledovat, jak se postupně vyvíjí pohled na úspory a s tím ruku v ruce jdoucí technologie:

Nejdříve snížíme úniky tepla. Domy tedy zateplíme izolací a okna utěsníme téměř absolutně. Zavedeme pojem nízkoenergetický a pasivní dům. Pak ale zjistíme, že daleko dříve vydýcháme vzduch v místnostech. Chybí nám přirozená mikroventilace dříve netěsných oken. Takže zavedeme novou technologii - řízené větrání. Tím si ale z pečlivě zatepleného domu vyfoukáme drazé vyrobené teplo.

Zavedeme tedy další technologii - větrání s rekuperací. V létě pak zjistíme, že z velmi dobře zatepleného pasivního domu neuniká teplo, které uvnitř generuje každý obyvatel, lednička, mrazák, sporák, televize i LED svítidly a hlavně ho přes den dodají sluneční paprsky dopadající přes velké i malé prosklené plochy. Přidáme tedy klimatizaci. A venkovní žaluzie. Ty se stanou jedinou zábranou pro pálicí sluneční paprsky.

Přitom zjistíme, že nám v létě nově narostl účet za energii. Hlavně za chlazení, za klimatizaci. Nasadíme tedy další již ověřenou technologii - fotovoltaické panely s měničem. Snížíme tím potřebu nákupu energie ze sítě, zvýšíme si tím soběstačnost. Tím jsme do domu ale zavedli zdroj energie, který je přímo úměrně závislý na počasí. Podle současných připojovacích podmínek a legislativy si musíme všechnu takto vyrobenou energii spotřebovat doma sami. Je to ale i v našem vlastním zájmu využít na 100 % energii, kterou dodá Slunce zdarma.

Je třeba tedy nasadit další technologii - řízení okamžité spotřeby podle okamžité výroby energie. Abychom to mohli udělat, musíme se poohlédnout po dalších technologiích, které to v domě vůbec umožní. Pračka, lednička, vařič nebo televize to jistě nebudou. Nelze je zapínat a vypínat podle toho, jak jdou zrovna mraky nad naším domem. První na řadě je zásobník na teplou vodu - bojler. Elektrický topný element je schopen kopírovat výkyvy v dodávce ze zdroje. Voda postupně tuto energii po malých dávkách naakumuluje a pak vydá kdykoliv později ke spotřebě. Dalším spotřebičem, další moderní technologií, která může využít elektřinu z vlastního zdroje na střeše je tepelné čerpadlo. Nejlépe to, které v zimě topí a v létě chladí. To už není sice tak flexibilní jako topná patrona v boileru, ale opravdu chytrý řídicí systém si s tím podle provozních pravidel výrobce poradí a využije. Dalším spotřebičem může být třeba čerpadlo na zavlažování, které pracuje jenom, když svítí slunce byť to z pohledu vlastní závlahy a nakládání s vodou není optimální čas.

Pokud ale máme více nainstalovaných panelů a již v poledne máme vodu v bojleru plně nahátou a tepelné čerpadlo vychladilo dům, že je v něm až nepříjemná zima, nezbyde nám, než snížit výkon střídače a nevyužít výrobu.

Energetikou chystaný Net Metering, kdy je umožněn přetok s „obchodním“ vyrovnáním komodity v jiný čas, této ztrátě zabrání, nicméně zachová prioritu vyrovnání energetické bilance v domě, protože cena takového vyrovnání je přijatelná jen jako jinak nevyužitý přetok do distribuční sítě.

9. ZÁVĚR

Koncept smart city se tedy netýká pouze používaných technologií, nýbrž si klade za cíl napomoci celkovému hospodářskému růstu měst a kvalitě jejich životního prostředí prostřednictvím jejich efektivního fungování, k čemuž patří i příznivé subjektivní vnímání života ve městě jeho občany. Využití moderních technologií v této souvislosti není samoučelné, nýbrž je technickým prostředkem k dosažení hospodářských cílů.

Inteligentní energetika a služby, zahrnující zejména:

- podporu využívání obnovitelných zdrojů energie nebo kombinované výroby elektřiny a tepla a jejich bezpečná integrace do městské energetické sítě,
- inteligentní řízení spotřeby energie, včetně energetického hospodářství budov a podpory jejich energeticky úsporných řešení,
- inteligentní řízení městských služeb směrem k efektivnímu využívání energie a přírodních zdrojů – především energeticky úsporné veřejné osvětlení, efektivní odpadové hospodářství a efektivní hospodaření s vodou.

Jak patrně, fungování smart city se prolíná s dalšími „inteligentními“ koncepty, zejména „chytrými sítěmi“ – smart grid a inteligentními budovami.

Koncept smart city je přednostně zaměřen na sídla velkoměstského typu s ohledem na naléhavost řešení jejich problémů. Může však být stejně dobře aplikován jak na malá města, tak na rozsáhlejší územní celky typu „smart region“.

Ačkoliv formálně je nositelem projektu smart city zpravidla vedení příslušného města, jeho faktickou hnací silou bývají často průmyslové společnosti z elektrotechniky, energetiky a informatiky. Zavádění tohoto konceptu pro ně totiž představuje jednak významnou tržní příležitost, a jednak cenný zdroj dat pro další zdokonalování jejich produktů a služeb. Projekty smart city tak často vznikají jako partnerství mezi daným městem a průmyslem.

10. Nejchytřejší světová města

Americký Forbes vloni zveřejnil těchto pět měst v kategorii špičkových smart cities:

Barcelona – hlavní město Katalánska je velmi vysoce hodnoceno po stránce životního prostředí a vysoce sofistikovaného centralizovaného parkovacího systému.

New York – "velké jablko", jedno z nejlidnatějších měst planety, boduje zejména díky inteligentnímu systému řízení veřejného osvětlení a městské dopravy.

Londýn – přední evropská metropole získává vysoká ocenění zejména díky efektivnímu nasazování nejnovějších technologií a otevřené datové politiky (open data).

Nice – jihofrancouzské město ležící na Azurovém pobřeží jasně dominuje v environmentální oblasti a pružnosti místní správy poskytující skvělé služby občanům i dočasným návštěvníkům regionu.

Singapur – do pětice špičkových měst se "lví město", jeden z nejvýznamnějších dopravních uzlů planety, řadí právě pro vyspělý systém řízení dopravy a tvůrčí implementaci moderních technologií do městského života.

Podle jiných hodnocení se mezi těmi nejlepšími, kromě výše uvedených, velmi často objevují další premianti: Vídeň, Paříž, Stockholm, Berlín, Amsterdam, Helsinky, Kodaň, Toronto, Tokio a Hongkong.

Jak je tomu s rozvojem projektů inteligentních měst u nás?

Smart city Písek – bezdrátová technologie IQRf přes flexibilní ovládání křižovatek zvýší dopravní komfort, chytré řízení veřejného osvětlení i navigaci veřejných parkovišť. Díky analýze dat o dopravě a pohybu chodců má dojít k řešení vybraných kritických míst v dopravě a optimalizaci služeb městské hromadné dopravy.

Smart region Vrchlabí – v rámci projektu smart region jsou tu nasazovány nejmodernější technologie do distribuční sítě, testuje se provoz inteligentních elektroměrů, včetně interaktivního zapojení spotřebitelů. Pro řízení sítě jsou široce využívány IT technologie a rovněž zapojovány lokální výrobní zdroje (např. kogenerační jednotky). Testována je tu též elektromobilita

11. Literatura

- (1) K. Mori, and A. Christodoulou, "Review of Sustainability Indices and Indicators: Towards a New City Sustainability Index (CSI)", Environmental Impact Assessment Review 32: 1 (2012) 94–106.

- (2) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, custom data acquired via website.
- (3) CIA. Online: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html>.
- (4) Kašparová, Ludmila a Milan Půček. Kohezní politika: osídlení v České republice: partnerství měst a venkova. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2009, 91 s. ISBN 978-80-903928-7-8.
- (5) IBM. Smarter Cities. Online: http://www.ibm.com/smarterplanet/ie/en/smarter_cities/overview/ [cit. 2016-16-01].
- (6) Santamouris, Matheos. Energy and climate in the urban built environment. Routledge, 2013.
- (7) Hillman, Tim, and Anu Ramaswami. "Greenhouse gas emission footprints and energy use benchmarks for eight US cities". Environmental science & technology 44.6 (2010): 1902-1910.
- (8) IEEE Smart Cities. Online: <http://smartcities.ieee.org/about.html> [cit. 2015-18-10].
- (9) Smart Cities Council Online: <http://smartcitiescouncil.com/smart-cities-information-center/definitions-and-overviews> [cit. 2015-19-10].
- (10) Department for Business Innovation & Skills. Online: <https://www.gov.uk/government/organisations/departement-for-business-innovation-skills> [cit. 2015-19-10].
- (11) Evropská komise. Online: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-cities> [cit. 2015-20-10].
- (12) BusinessDictionary.com. Online: <http://www.businessdictionary.com/definition/smart-city.html> [cit. 2015-19-10].
- (13) § 6 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí.
- (14) RIFKIN, J., 2005: Evropský sen. Praha: Evropský literární klub, 423 s.
- (15) P. Lombardi, S. Giordano, H. Farouh, and W. Yousef, "Modelling the Smart City Performance", Innovation: The European Journal of Social Science Research 25: 2 (2012) 137–149
- (16) CZECH SMART CITY CLUSTER. About us [online]. 2016 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z: <http://czechsmartcitycluster.cz/about-us/>
- (17) BRNO. Aplikace upozorní na blokové čištění [online]. 2016 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z: <https://www.brno.cz/brno-aktualne/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/a/aplikace-upozorni-na-blokovce-cisteni/>

- (18) ČERNÝ, A. Chytré technologie nejsou hračka ani cíl. Je to prostředek, říká expert 2016 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/v-chytrém-měste-projedete-méne-benzínu-dy-u-ekonomika.aspx?c=A160415_134107_ekonomika_chrs
- (19) POLANSKÝ, R. Inteligentní města bychom měli vytvářet pro lidi, proto je nutné s nimi diskutovat [online]. 2016 [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: <http://czechsmartcitycluster.cz/2016/06/15/rozhovor-s-ing-jirim-stichem-o-smartcity>

Klimatizace moderních administrativních a průmyslových budov

*Miloš Lain, ČVUT v Praze, UCEEB; Fakulta strojní
Třinecká 1024, Buštěhrad; Technická 4, Praha 6
e-mail: milos.lain@fs.cvut.cz*

Anotace

Príspevok sa venuje problematike klimatizácie (vytápění, chlazení, větrání) moderních administrativních a průmyslových budov s dobře zateplanou fasádou. Důraz je kladen na zimní provoz, vliv tepelných zisků a bilanci energie na vytápění, chlazení a větrání takovýchto budov. Budovy jsou posuzovány jak v kontextu požadavků na vnitřní prostředí tak ve spojení s minimalizací spotřeby energie. Príspevok sa zabývať i možnosťmi voľného chlazení v prechodovom období a zimných mesiacoch, a paralelnú výrobou tepla a chladu.

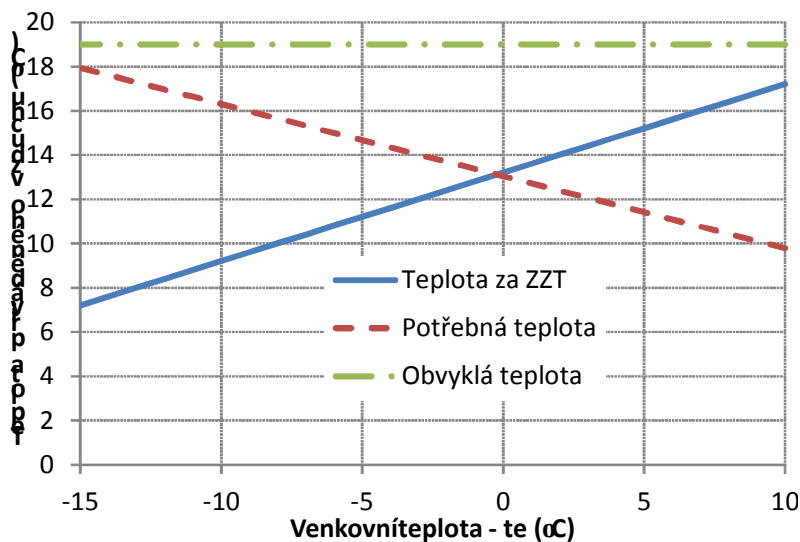
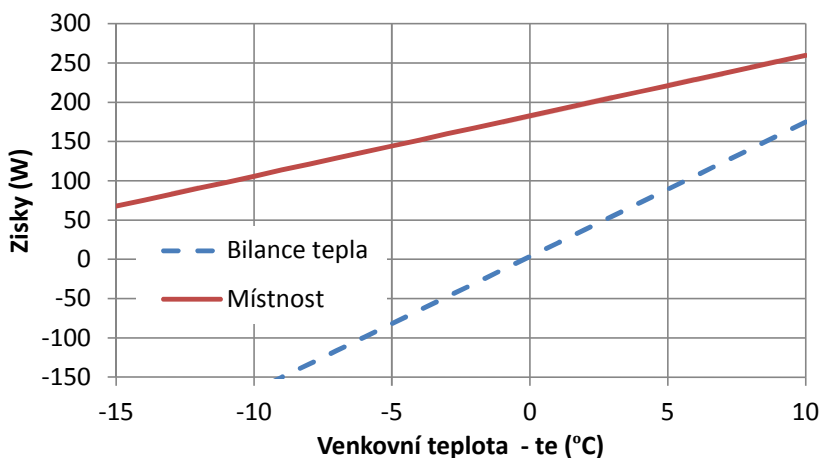
1. Úvod

Zkušenosti ze zimního provozu klimatizačních zařízení v nově stavěných, dobře tepelně izolovaných, administrativních i průmyslových budovách ukazují rozpor mezi poměrně vysokými vnitřními tepelnými zisky (lidé, kancelářská a výrobní technika) a malými ztrátami prostupem (dobře tepelně izolované budovy). Na jedné straně existuje potřeba tepla pro vytápění a ohřev větracího vzduchu, na druhé straně nastává přehřívání budovy. Proto se ukazuje problematika správné regulace a optimalizace provozu větrání a klimatizace ve spojení s akumulací energie často důležitější pro celkovou spotřebu energie než další teplé izolace. Z této skutečnosti vychází myšlenka, že by budova sama o sobě mohla být alternativním zdrojem tepla, a tím docílit radikálního snížení spotřeby energie na vytápění administrativních budov a zároveň zvýšit tepelnou pohodu a spokojenost osob v klimatizovaném prostoru.

2. Energetické bilance

Jak již bylo prezentováno v předchozích publikacích (1) pro typickou kancelář po většinu zimy jsou vnitřní tepelné zisky větší nežli tepelné ztráty. V předchozích publikacích byl zpracován bilance pro 3 varianty kancelářského prostoru. Jedna je základní a vychází z typických hodnot, druhá varianta s vyššími tepelnými zisky a lepší izolací a třetí varianta pro kancelář s nižšími zisky a horší izolací. V bilancích bylo uvažováno s větráním se zpětným získáváním

tepla s účinností 60%. Ve studii nebyly uvažovány zisky radiací z vnějšího prostředí. Pro další analýzy je rozhodující takzvaná bilanční teploty, při které jsou tepelné zisky shodné s tepelnými ztrátami (prostupem a větráním). Při teplotách nižších nežli bilanční teploty je pro kancelář třeba dodávat teplo pro vytápění, při teplotách vyšších by při optimálním provozu nebylo třeba dodávat tepla a naopak hrozí nárůst vnitřních teplot (přehřívání). Tato bilanční teplota je pro typickou kancelář 0 °C, pro druhou variantu se teplota posune na -10 °C a pro třetí variantu naopak na 8 °C.



Obr. 1 Výsledná bilance typické místnosti a požadavky na teploty přiváděného vzduchu

Z těchto energetických bilancí vychází fakt, že většina nových a zteplených budov má po většinu zimy vyšší tepelné zisky než ztráty.

3. Skutečná administrativní budova

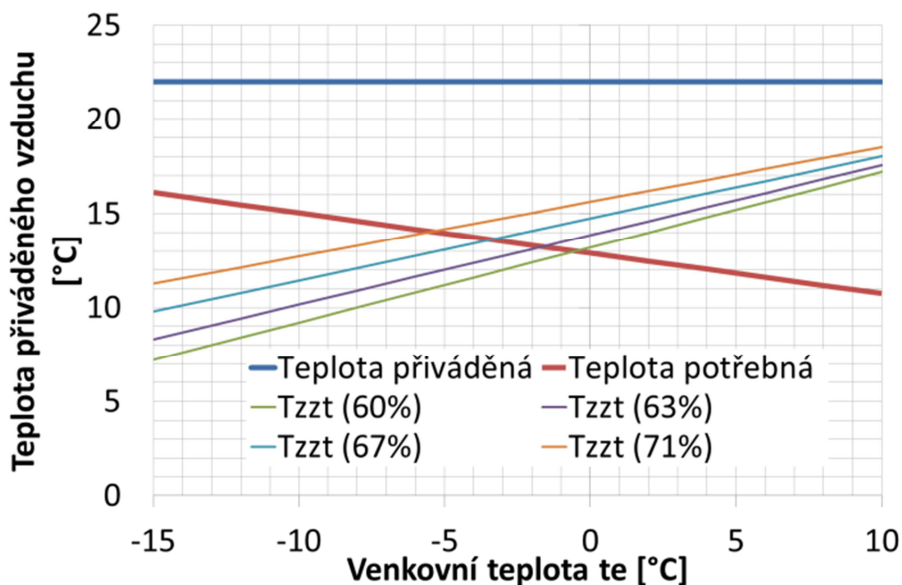
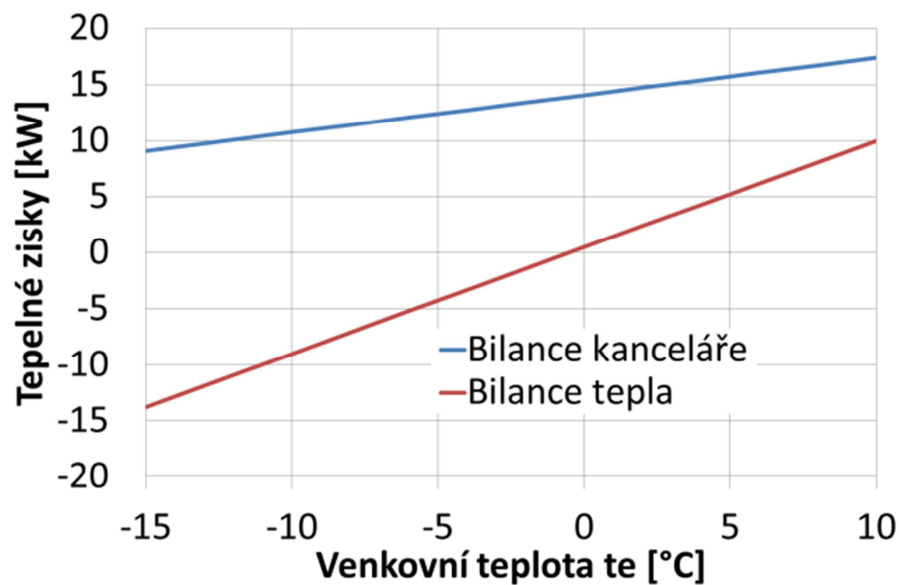
Pro administrativní budovu v Praze Chodov, byly vypočítány tepelné zisky a ztráty a stanovena bilance podobná jako pro typickou kancelář. Budova má celo prosklenou fasádu, kde jsou neprůhledné a tepelně izolované parapety. Součinitel prostupu tepla fasády jsou $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ a zasklení $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. V jednom patře je 85 pracovních míst a tomu odpovídají i vnitřní zisky se zahrnutím i tiskáren kopírek a osvětlení střední části, celkem 21 kW.



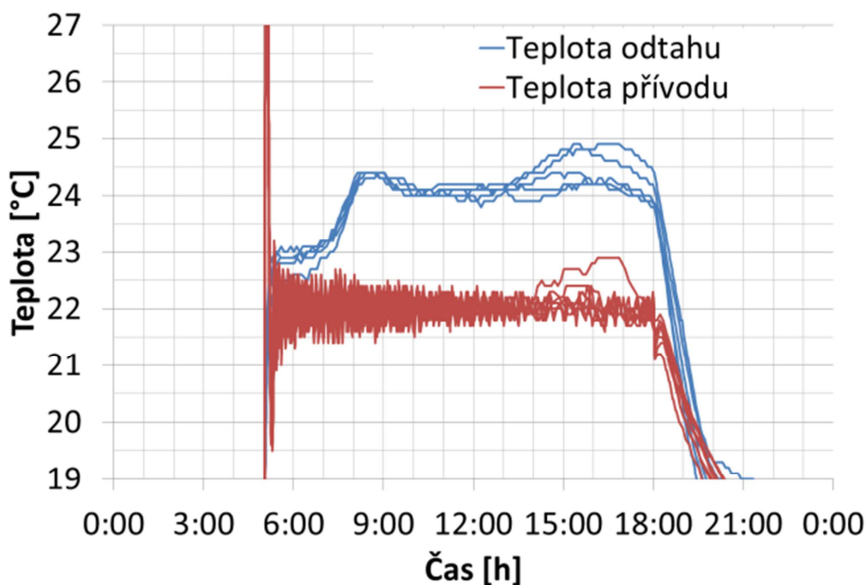
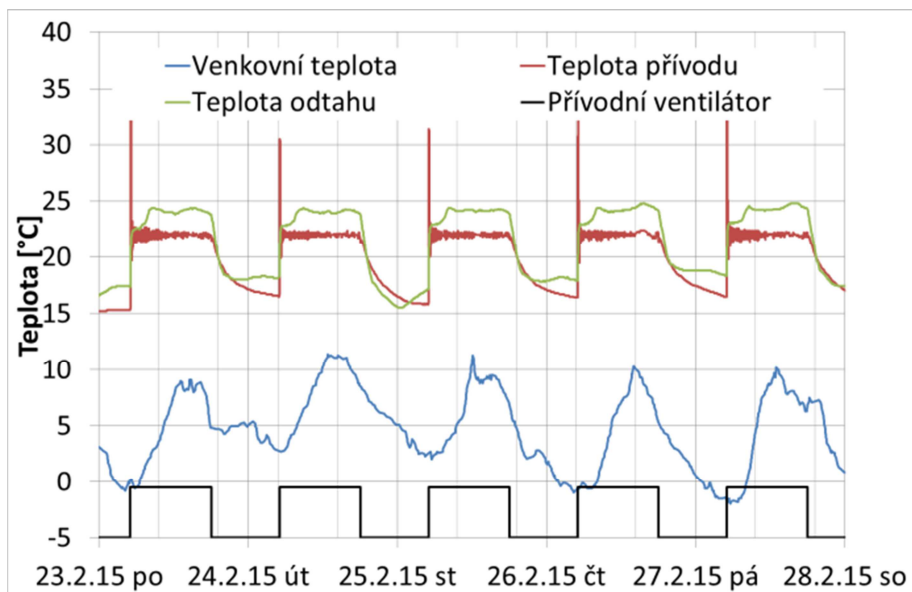
Obr. 2 Půdorys 2.NP. řešené budovy

Výsledná bilance je potom hodně podobná jako v referenční místnosti bilanční teplota je blízka nule a při přehřevu větracího vzduchu pak převládají zisky nad ztrátami a místnost se přehřívá.

Byla provedena analýza provozu budovy za vybraný zimní týden a z dat naměřených systémem měření a regulace. Je patrné, že data potvrzují trend přehřívání kanceláře. Teplota přiváděného vzduchu je 22°C v kanceláři teplota odpoledne narůstá až na 25°C .



Obr. 3 Výsledná bilance 2 podlaží řešené budovy.



Obr. 4 Průběh teplot vzduchu v administrativní budově a denní průběh teplot ze všech dní (vpravo)

4. Výrobní hala 1

Další případovou studií je výrobní hala v závodě zabývající se výrobou součástek do automobilů. V této výrobní hale jsou instalovány výrobní linky. Moderní výrobní haly jsou poměrně dobře tepelně izolované, plocha haly je plně využita pro výrobní technologie a pracuje se v několika směnách v řadě případů nepřetržitě. I když se nejedná o typický horký provoz s výraznými zdroji tepla, mohou být i u menších zdrojů s řadou motorů a elektronických součástí, díky intenzivnímu využívání, značné výsledné tepelné zisky.

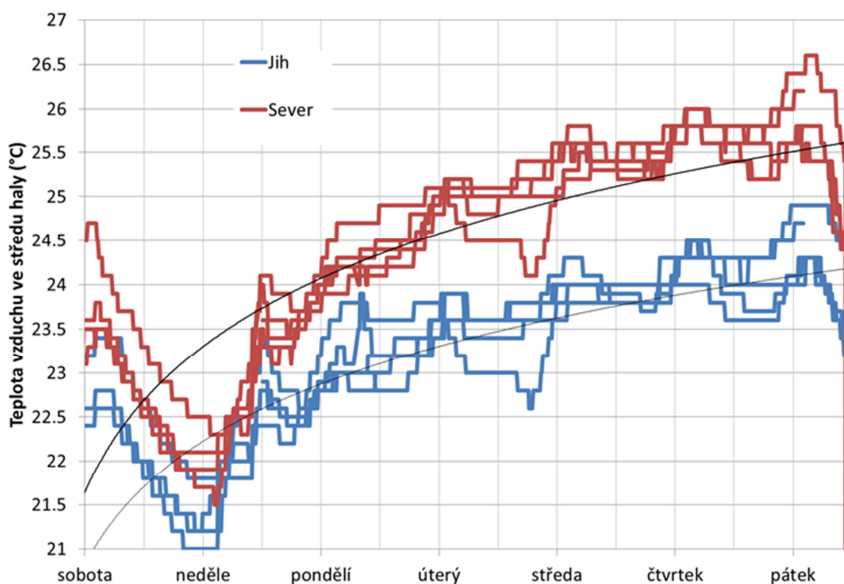
Tato případová studie vycházela z reálné situace naměřených dat. Prezentovaná data ukazovala, že pro dodržení požadovaných teplot v prostoru je třeba vceloročně téměř konstantní teploty přívodního vzduchu 15 °C. Původní řešení však umožňovalo maximální přívod čerstvého vzduchu 30 % a proto bylo pro venkovní teploty nad 5 °C v provozu strojní chlazení. Bylo prokázáno, že navýšením průtoku čerstvého vzduchu je možné provozovat strojní chlazení až při teplotách nad 15 °C a tím došlo k úspoře 291,2 MWh el. Energie při zachování tepelné pohody.

Tato případová studie potvrdila fakt, že problematika vysokých tepelných zisků a přehřívání je zásadní v této výrobní hale.

5. Výrobní hala 2

V druhé posuzované výrobní hale je situace jiná tato hala není klimatizována, je pouze nuceně větrána. V hale se vyrábí elektronické součástky a podobně jako v předchozí hale jsou ploše rozmístěny stroje produkující teplo. V hale dochází k předhřívání a zaměstnanci si stěžují na vysoké teploty. Paradoxní v tomto případě jsou dvě skutečnosti. Jednou z nich je, že v sousední starší výrobní hale je osazena stejná technologie a k problémům nedochází. Hlavní důvodem je, sousední starší hala je vyšší a výrazně hůře tepelně izolovaná. Ve starší hale jsou většinu roku tepelné zisky odváděny do okolí přes obvodové stěny a střechu. Dalším paradoxem nové haly je, že projektant kladl velký důraz na zimní provoz s vytápěním haly, ale skutečný provoz ukazuje, že hala nepotřebuje vytápět ani v zimním období a naopak chybí účinné chlazení a lepší distribuce vzduchu.

Postupný nárůst teplot v druhé hale během pracovního týdne ukazuje následující obrázek.



Obr. 5 Týdenní průběh teplot vzduchu v hale 2

6. Závěr

Jak vyplývá z předchozích kapitol, jsou v řadě moderních kancelářských a průmyslových budov, v době provozu po většinu zimy, tepelné zisky větší než tepelné ztráty. Vytápění je po většinu v provozu pouze krátkou dobu ráno, nebo v až v extrémech, při velmi nízkých venkovních teplotách. V přechodových obdobích a často i zimě teploty prostoru postupně rostou. Proto je třeba při návrhu a provozování systémů řádně zohlednit tepelné zisky. Klasický koncept vytápění a větrání vycházející z předpokladu vytápění v zimních měsících neplatí. Řešení umožňující přívod venkovního vzduchu o nízké teplotě přispívá jak ke snížení spotřeby energie na ohřev větracího vzduchu, tak k zvýšení tepelné pohody a zabránění přehřívání.

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I č. L01605.

Literatura

- (1) LAIN, M. Zimní provoz klimatizačních systémů., 21. konference Klimatizace a větrání 2014, ISBN 978-80-02-02520-7, STP, Praha 2014

Řešení pro vytápění pasivních domů – přehled a poslední vývoj

*Fabian Ochs / Univerzita Innsbruck, oddělení energeticky úsporných budov
Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Rakousko
0043 512 507 63603, Fabian.Ochs@uibk.ac.at*

1. Úvod a motivace

Pasivní domy jsou už mnoho let dobře zavedené a od doby před přibližně 25 lety, kdy byl postaven první pasivní dům, se technologie dosahující velmi nízké energetické náročnosti neustále zlepšují a nákladová efektivita výrazně zvyšuje (1). Pro další zvyšování ekonomické schůdnosti těchto velmi efektivních budov jsou však potřebné nákladově efektivní systémy vytápění. V nových pasivních domech, ale především v budovách zrekonstruovaných na pasivní domy nebo na standard EnerPHit (2) jsou dobrá a nákladově efektivní řešení vytápění a ventilace stále ještě vzácná. Není-li realizovatelné ústřední vytápění, jsou nutná decentralizovaná řešení.

Decentralizovaná řešení by měla být kompaktní s nízkými emisemi hluku a vyžadující co nejnazší instalaci. Kromě toho by měla vyžadovat minimální úsilí na údržbu a měla by být samozřejmě rentabilní jak z pohledu investice, tak provozu. Vzhledem k nedostatku vhodných alternativ, jsou tam, kde není možné zavést centrální systém vytápění a přípravy teplé užitkové vody (TUV), konečnou volbou často elektrické topné systémy jako například infračervené panely a pro TUV elektrické bojler. To platí zejména tam, kde vlastník nemovitosti neplatí náklady na provoz. V takovém případě se obvykle berou jako základ pro rozhodování investiční náklady a nikoli náklady životního cyklu, jak by to z ekonomického pohledu mělo být. Z pohledu investičních nákladů nemohou s elektrickým vytápěním a přípravou TUV soupeřit v podstatě žádná řešení.

Proto se hledají nákladově efektivní řešení, která by byla alternativou k vytápění elektrickou energií. Jinými slovy: systém vytápění, který má konkurovat elektrickému, musí mít nízké investiční náklady a účinnost je v pořadí důležitosti až druhořadá.

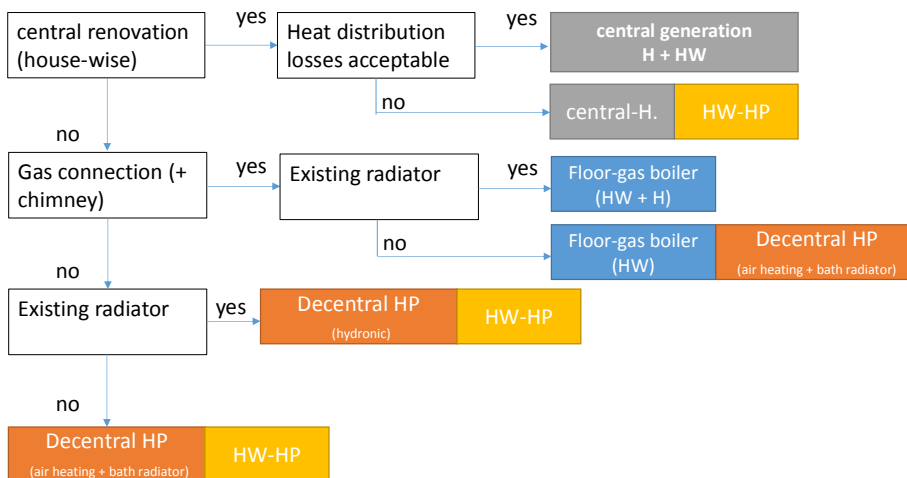
2. Rekonstrukce - centrální versus decentralizovaný systém

I přes relativně vysoké ztráty při skladování a distribuci a vyšší náklady na instalaci rozvodů by mělo být pokud možno vždy první volbou centrální řešení, tj. jeden systém na celou budovu (nebo schodiště). Nižší investice do zařízení, lepší výkon centrálního systému a nižší

náklady na údržbu obvykle převáží decentralizovaná řešení (tj. po jednotlivých bytech), viz obrázek 1.

Zkušenost však ukazuje, že při rekonstrukci bytových domů, které mají často malé byty a velmi různorodou směs systémů vytápění (plyn, nafta, elektrické bojler, kotle na dřevo – viz např. projekt EU Sinfonia) je kompletní rekonstrukce včetně přechodu na ústřední vytápění a ohřev TUV téměř nemožná. Byty se často renovují, až když jsou prázdné (poté, co odejde nájemce). Tomu pak padá za oběť snaha o komplexní rekonstrukci s centrální výrobou tepla například formou dálkového vytápění, kotle na biomasu, tepelného čerpadla či solárního ohřevu.

Alternativou mohou být decentralizované systémy se všemi výhodami jako je spolehlivé řízení, méně nákladná a invazivní instalace a snadná údržba bez placení. Pro domy s malými byty nejsou na trhu taková cenově dostupná a prostorově úsporná decentralizovaná řešení momentálně dostupná, jsou ale vyvíjena.



Obrázek 1: Rozhodovací schéma pro centrální versus decentralizované řešení (H: vytápění, HW: ohřev vody, HP: tepelné čerpadlo)

3. Vytápění pasivních domů - mezní podmínky

Kvůli vzduchotěsné konstrukci je v pasivních domech vyžadováno mechanické větrání. Mechanické větrání má v pasivním domě čtyři hlavní úkoly: a) zajistit dobrou kvalitu vnitřního ovzduší, b) chránit proti vlhkosti, c) formou rekuperace minimalizovat tepelné ztráty větrání d) vzduchem přepravovat nezbytný topný výkon.

Z pohledu stavební fyziky ani z hygienického hlediska není rekuperace tepla vyžadována, vysokou úroveň tepelné pohody lze ale zaručit pouze mechanickým větráním s rekuperací tepla (MVRT). MVRT dále snižuje tepelné ztráty z větrání. Splnit požadavky na tak nízké vytápění je jen stěží možné bez rekuperace tepla.

Konvenční vytápění se dá nahradit systémem ohřevu přívodního vzduchu, který nabízí velký potenciál snižování nákladů. V bytových domech existuje možnost zajistit výměnu vzduchu pomocí centrálního MVRT s regulací proudění na úrovni bytů. Alternativou je větrat každý byt samostatně. V tom případě zůstávají jednotlivé požární úseky oddělené. Je-li však pro účely údržby (výměny filtrů) nutný přístup do bytů, provozní náklady se zvyšují.

Výpočet tepelné zátěže v pasivních domech se obvykle provádí pomocí PHPP (passive house planning package). Horní mezí tepelné zátěže je 10 W/m^2 , a to na základě proudění vzduchu 20 až $30 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu a průměrné obsazenosti prostor 30 až $40 \text{ m}^2/\text{osobu}$. Při optimalizaci pláště budovy je ve středoevropském podnebí obvykle cílem dosažení spotřeby tepla $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$. Poznámka: $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ nemusí nutně odpovídat tepelné zátěži 10 W/m^2 . I ve středoevropském podnebí existují určité výjimky jako například v alpských oblastech. Kromě toho snížení spotřeby tepla nepředstavuje automaticky snížení tepelných ztrát a naopak.

V případě energetické rekonstrukce nebude ve většině případů dosažení spotřeby tepla $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ možné (nebo hospodárné) např. kvůli zbývajícím tepelným mostům, neizolovanému suterénu, zastínění, atd. Při rekonstrukci byl tedy zaveden standard EnerPHit (2). Certifikace je možná, je-li možné snížit spotřebu tepla na $25 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ nebo obsahuje-li rekonstrukce výhradně velmi účinné komponenty (izolační systém, okna, atd.).

V některých počátečních projektech docházelo k chybě, že se zvýšil objemový průtok tak, aby odpovídal tepelné zátěži, i v případě, že nebylo dosaženo standardu pasivního domu. Tak rychlá výměna vzduchu $0,5$ až $0,8 \text{ h}^{-1}$ měla v některých případech za následek extrémně nízkou vlhkost. Takové řešení nelze v žádném případě doporučit (6, 7). Určité zvýšení průtoku bez výrazného vysoušení vnitřního vzduchu může umožnit použití membránových tepelných výměníků, které nabízejí rekuperaci vlhkosti.

4. Tepelná pohoda a kvalita vnitřního ovzduší

Pro smysluplné srovnání spotřeby tepla z různých zdrojů, způsobů distribuce a systémů předávání musí být u prověřovaných variant kvalita vnitřního vzduchu a tepelná pohoda shodná. Kvalitu vnitřního vzduchu lze měřit například formou koncentrace CO_2 a vyhodnocovat např. podle klasifikace IDA1 až IDA4. Tepelnou pohodu lze hodnotit podle ISO 7730 (8) na

základě provozní teploty v obytné části (zpravidla ve středu místnosti), při maximální přijatelné teplotní asymetrii vyzařování a při zvažování rizika průvanu.

U systémů s přenosem tepla konvekcí jako například u konvektorů nebo klimatizačních jednotek s ohřevem se tepelná energie přenáší především (přirozenou nebo nucenou) konvekcí přímo do vzduchu. Naproti tomu takzvané radiační či sálavé systémy, tedy ohřívání plochy, kde dochází k přenosu více než 50 % tepla formou dlouhovlnného záření, se hlavně část tepla přenáší do okolních povrchů. Sálavé vytápěcí systémy jsou v zásadě nezávislé na formě dodávky tepla (tj. elektrické nebo teplovodní), často se však používají elektricky vyhřívané systémy (infračervené). Poznámka: Ohřev přiváděného vzduchu v pasivním domě je s ohledem na dodávku vzduchu do místností také systémem sálavého vytápění. Kvůli Coandovu jevu (5) proudí přiváděný vzduch pod strop. Tím se ohřívá strop v blízkosti odtahu vzduchu a v důsledku toho vyzařuje teplo na další povrchy formou dlouhovlnného záření.

U systémů sálavého přenosu tepla se teplota okolních povrchů ve srovnání se systémy s přenosem převážně konvekcí při stejném tepelném výkonu zvyšuje. V důsledku toho je pro dosažení stejné provozní teploty potřeba nižší konvektivní teploty (tj. teploty vzduchu). Provozní teplota se totiž skládá z asi 40 až 50 % konvektivní teploty a 50 až 60 % teploty povrchu okolních ploch. Z pohledu energetické bilance místnosti to znamená, že se systémem sálavého vytápění se dá oproti konvektivnímu vytápění dosáhnout stejné tepelné pohody s mírně nižšími ztrátami větráním. Přenosové ztráty jsou však vyšší (zvláště, když je sálavé topení namontováno na vnější zeď nebo když jsou v sálání zářiči ‚partnerem‘ vnější stěny). V budovách s velmi vysokou kvalitou tepelného pláště je nárůst přenosových ztrát téměř zanedbatelný (není-li ‚partnerem‘ přímého sálání okno). Ztráty větráním jsou nízké také v případě velmi úsporných budov dle požadavků EPBD (v důsledku rekuperace tepla nutného k dosažení vysoké míry tepelné pohody a nízkých nároků na vytápění), tím má menší význam také snižování ztrát větráním. Snižování a zvýšení ztrát se víceméně vyrovná. Rozdíl spotřeby tepla mezi sálavým systémem a konvektivním vytápěním se zvyšuje s lepší kvalitou pláště budovy a s vyšší mírou energeticky účinné výměny vzduchu (ekvivalentní výměna vzduchu, která není pokryta rekuperací tepla). V případě nekvalitního pláště se může spotřeba energie pro vytápění ve srovnání s konvektivním topením dokonce zvýšit (13).

Při dimenzování sálavého systému vytápění je třeba brát v potaz asymetrii sálané teploty (poloviční prostor a malé horké povrchy). ISO 7730 (8) (stejně jako ASHRAE 55 [6]) stanovuje maximální asymetrii sálané teploty u vyhřívaného stropu na 5 K a u vyhřívaných stěn na 23 K. Novější studie jako například (9) ukazují u vyhřívaných stropů mírně vyšší hodnoty – přibližně 8 K. Zde je důležité si uvědomit, že získané výsledky spotřeby tepla se mohou mírně lišit v závislosti na tom, zda je optimální teplotní pohoda požadována v nejnejpříznivějším

místě místnosti nebo v průměru s ohledem na obsazenou plochu. Pro smysluplné srovnávání je předpokladem stejná kvalita ovzduší v místnosti a stejná tepelná pohoda.

5. Přehled řešení vytápění a větrání v pasivních domech a při rekonstrukcích EnerPhit

V pasivních domech jsou obecně přijatelné všechny technologie vytápění a větrání:

- elektřina
- plynový kotel
- kotel na biomasu
- tepelné čerpadlo (zdroj vzduch nebo solanka)
- dálkové vytápění / dálkové chlazení

Existují i jiná, sofistikovanější (ale méně zralá) řešení, jako jsou tepelná čerpadla s absorpcí plynu, mikro-kogenerační jednotky, palivové články atd., které zde nejsou zvažovány, protože jejich význam na trhu je malý.

S lepšími energetickými standardy může být vytápění zajištěno při relativně nízkých teplotách (dle konkrétního systému pro předávání tepla mezi 55 °C u malých radiátorů a vzduchového topení a 28 °C u sálavých stropů). Naproti tomu u TUV musí být z důvodu komfortu na kohoutku zajištěno nejméně 45 °C. Z hygienických důvodů a z důvodu nařízení (která se mohou mezi členskými státy výrazně lišit) je třeba většinou zajistit teplotu nad 60 °C. U decentralizované přípravy TUV je obvykle povolena teplota 50 až 55 °C. Jsou-li vyžadovány vysoké průtokové teploty, využití tepelných čerpadel může být omezeno. Tabulka 1 nabízí přehled a uvádí výhody a nevýhody jednotlivých technologií generování tepla.

Tabulka 1: Přehled technologií generování tepla

	Klady	Zápory	Doporučení
Elektřina (dohříváč přívodního vzduchu, vyzářovací panel, konvektor, kotel)	+ nízké investiční náklady + flexibilní instalace + snadné ovládání + vysoká účinnost (žádné ztráty při skladování a v rozvodech) + připraven na „smart grid“	- vysoce kvalitní zdroj energie (exergie), celkově nízká účinnost - vysoký konverzní faktor primární energie	Pouze pro velmi nízkou tepelnou zátěž (< 15 kWh/(m ² a)) a nízký ohřev TUV, lepší v kombinaci se solárním ohřevem

	Klady	Zápory	Doporučení
Naftový kotel	+ vyspělá technologie	- výrazný dopad na životní prostředí - relativně vysoké provozní náklady	Ne
Plynový kondenzační kotel	+ relativně nízké investiční náklady + vyspělá technologie + dlouholeté zkušenosti + s plynem z obnovitelných zdrojů šetrné k životnímu prostředí + relativně malé, žádné skladovací prostory	- fosilní palivo ($f_{PE} = 1,1$) - plynová přípojka není vždy k dispozici (skladování) - náklady na údržbu	Ano, v kombinaci se solárním ohřevem TUV
Kotel na biomasu	+ nízký konverzní faktor primární energie + místní výroba	- nutné skladovací prostory - omezená dostupnost biomasy - vysoké investiční náklady - limitované zmenšování - částečně	Pro bytové domy a rekonstrukce
Dálkové vytápění	+ nízký konverzní faktor primární energie (dle konstrukce systému) + nízká údržba	- vysoké počáteční náklady - relativně vysoké energetické náklady	Ano, je-li k dispozici, zejména při „zeleném“ dálkovém vytápění
Tepelné čerpadlo ze zemního zdroje	+ relativně vysoká účinnost (COP) + možnost chlazení	- velká investice (kopání, vrtání)	Pouze v případě snadného a nákladově efektivního přístupu k zemnímu zdroji
Tepelné čerpadlo ze vzduchového zdroje	+ rozumná účinnost + relativně nízké investiční náklady + snadná škálovatelnost velikostí + připraveno na „smart grid“ s úložištěm	- zvukové emise - méně efektivní než TČ ze zemního zdroje - relativně vysoké provozní náklady - velké zásahy v případě vnitřní instalace - relativně nízká účinnost při instalaci venku	Ano, v kombinaci s FV

	Klady	Zápory	Doporučení
Dělené tepelné čerpadlo s chlazením	+ nízké počáteční náklady + flexibilní + umožňuje chlazení + žádné další náklady na distribuci a přenos tepla	- zvukové emise - v závislosti na státu chybí kultura cyklických instalací chladiva (tj. nedostatek kvalifikovaných firem)	Single split: distribuce tepla a chladu Multi-split: méně nákladově efektivní
Tepelné čerpadlo - kompaktní jednotka pracující s odvodem vzduchu	+ ohřev vzduchu, žádné další náklady na distribuci a předávání tepla	- zvukové emise - prostorové požadavky (pro instalaci vyžaduje technickou místnost nebo sklep)	Pro pasivní rodinné domy, ale obtížné v bytech a u rekonstrukcí
Tepelné čerpadlo pro TUV (kotel)	+ nízká investice	- relativně nízká účinnost (kaskádové TČ je-li zdrojem vnitřní vzduch) - zvukové emise	Ne, tepelná čerpadla pracující s vratným tokem jsou zajímavá v kombinaci s podlahovým topením.
Solární ohřev (velký s dlouhodobým skladováním)	+ energie z obnovitelných zdrojů	- vysoké investiční náklady - potřeba velkého úložiště (prostor, přehřívání)	Ne pro rodinné ani bytové domy. Možná pro čtvrti.
Kogenerační jednotka	+ vysoká celková účinnost	- vysoké investiční náklady - při současných cenách energií neekonomická - velmi omezené možnosti zmenšování	Ne
Tepelné čerpadlo s absorpcí plynu	+ relativně vysoká účinnost	- vysoká cena	Ne
Palivový článek	+ vysoká účinnost + H ₂ / plyn z OZ	- systém dosud není „zralý“	Ne

TČ: tepelné čerpadlo, TUV: teplá užitková voda, SO: solární ohřev, OZ: obnovitelné zdroje, FV: fotovoltaika

Při kvalitnějším plášti (a tím nižší spotřebě tepla i tepelném výkonu) je možný větší počet řešení pro generování a distribuci tepla. Naproti tomu vyšší spotřeba vytápěcího tepla omezuje využívání teplovodních systémů s relativně vysokou průtokovou teplotou. Tepelná čerpadla pak obvykle nejsou tou nejlepší volbou.

Elektrické topné systémy jsou nejflexibilnější možností s nejnižšími investičními náklady. Z důvodů termodynamických principů by se však elektřina neměla k vytápění používat. Nicméně pro velmi efektivní budovy (vytápění pod 15 kWh / (m² a) a malou spotřebu TUV) v kombinaci s vysokým podílem energie z obnovitelných zdrojů (SO nebo FV) mohou nároky na primární energii konkurovat nárokům budov s horším energetickým standardem a TČ nebo plynovým kotlem. Sálové panely mohou být dobrým doplňkem k cenově efektivnímu teplovzdušnému topnému systému, protože přinášejí regulaci teploty v jednotlivých místnostech (např. vyšší v obývacím pokoji a nižší v ložnici), což je jinak často vnímáno jako jedna z největších nevýhod teplovzdušného topení (3, 4).

V případě potřeby chladu, kterou nelze uspokojit pasivními opatřeními jako noční větrání, je vždy nutné tepelné čerpadlo. Je-li vyžadováno řádově stejně výkonné vytápění a chlazení, je možné doporučit reverzibilní TČ. V podnebí, kde převládá potřeba chlazení, může být nejlevnější investiční volbou dělená jednotka chlazení a příprava TUV přímým elektrickým ohřevem, a to v kombinaci s obnovitelnými zdroji tj. SO nebo FV.

Dálkové vytápění nebývá běžně dostupné. Ani plynová přípojka není s přiměřeným úsilím vždy dosažitelná. Dostupnost biomasy pro vytápění je obecně omezená a vyžaduje navíc skladovací prostory. Biomasa by se měla obecně volit pouze tam, kde je k dispozici z blízkých zdrojů. Kvůli omezené dostupnosti by se měla používat pouze v budovách s velmi nízkou spotřebou energie – navzdory nízkému konverznímu faktoru primární energie.

Možné jsou kombinace všech technologií jako plyn a TČ se solárními a FV zdroji, povedou k nízké spotřebě neobnovitelné primární energie, ale samozřejmě za cenu vysokých investic, vysoké složitosti a náročné údržby. Abychom se vyhnuli složitým a tím nákladným systémům, které jsou náchylné k poruchám, doporučují se jednoduché systémy tvořené jen několika komponenty.

6. Tepelná čerpadla – alternativy

V pasivních domech se z důvodu nízké spotřeby dají zkoumat nové a inovativní koncepce pro zachycování okolní energie pro tepelná čerpadla. Nákladově efektivní systémy TČ čerpající ze země nebudou výrazně lepší než TČ čerpající ze vzduchu. Jejich hlavní výhodou ve srovnání s TČ ze vzduchu je neviditelnost instalace a bezhlučnost (11).

Zvažovat lze několik koncepcí, jako například:

- Výměník tepla v podobě svislého vrtu
- Horizontální výměník zemního tepla

- Příkopový výměník tepla
- Energetické koše
- Energetické piloty
- Základový výměník tepla

Výměník tepla v podobě vertikálního vrtu je obvykle pro nízké zatížení jen jednoho pasivního domu příliš nákladný. Nicméně tam, kde jsou vhodné půdní podmínky, mohou být zajímavou možností šikmé vrtu. Z ekonomického hlediska jsou u nových budov nadějným řešením základové výměníky (12). Energetické koše nebo příkopové výměníky mohou být zajímavé tam, kde není k dispozici místo pro horizontální výměník zemního tepla.

7. Předávání a distribuce tepla

Optimální systém pro distribuci a předávání tepla, stejně tak jako řešení pro vytápění, chlazení a ventilaci, se bude lišit u rodinných a bytových domů u kanceláří, bude jiný v podnebí s převažujícím vytápěním nebo chlazením a bude závislý i na množství energie potřebné na přípravu TUV.

Volba jak vytápění, větrání a chlazení, tak systému distribuce a předávání tepla závisí na požadovaném výkonu pro vytápění, chlazení a ohřev TUV.

S vyšším standardem tj. s nižší spotřebou na vytápění se zvyšuje flexibilita systémů předávání tepla. Zatímco v budovách ve standardu pasivního domu se dají použít všechny emisní systémy, jako je teplovzdušné topení, radiátory, topná spirála s ventilátorem nebo sálavé stropní panely, v budovách s horší kvalitou může být při rekonstrukci jedinou volbou pro vytápění radiátor a pro chlazení klimatizační jednotka.

Bytové domy

Volba systému distribuce tepla a chladu závisí opět na typu budovy a potřebné energii:

- Elektrické topení s elektrickým ohřevem TUV
- Ohřev nebo chlazení (přiváděného) vzduchu s elektrickým ohřevem TUV (ohřev vzduchu: max. 52 °C)
- Dvoupotrubní topení plus další rozvod TUV s cirkulací (v mnoha zemích požadováno 60 °C)
- Dvoupotrubní rozvody: topení a TUV (obvykle 50 až 55 °C)
- Čtyřpotrubní rozvody: topení nebo chlazení a TUV (TUV 50 až 55 °C, rodinné domy 35 °C nebo nižší)

- Šestipotrubní rozvody: souběžné vytápění, chlazení a ohřev TUV
- Nutno brát v úvahu hygienické aspekty (legionella) a místní předpisy, normy a nařízení orgánů. Pokud se při rekonstrukcích dá využít stávající sítě, dají se provozovat jako nízko-teplotní systém.

8. Přehled kompaktních topných systémů pro pasivní domy

8.1. Kompaktní jednotky tepelných čerpadel

V praxi se ve většině případů používá buď vytápění tepelnými čerpadly (např. tzv. kompaktními jednotkami), nebo vytápění kotly na biomasu s podporou systémů solárního ohřevu. V pasivních domech představují kompaktní jednotky tepelných čerpadel jedno z nejčastějších řešení dodávky tepla a TUV. Tepelné čerpadlo využívá odpadního vzduchu z MVRT. Pro „normální“ pasivní domy jsou potřebná tepelná čerpadla s nízkým topným výkonem v rozmezí od 1,0 kW do přibližně 2,5 kW. Pokud slouží jen pro vytápění v malých bytech (TUV samostatně), pak ještě méně.

Myšlenka jednoduchého, levného, kompaktního systému pro decentralizované větrání, topení (chlazení) a přípravu TUV je téměř stejně stará jako sama myšlenka pasivního domu. Takových kompaktních jednotek (tepelných čerpadel) byla vyvinuta celá řada, na trhu byly nebo jsou dostupné různé verze - viz tabulku 1. Takové kompaktní větrací jednotky s rekupe- rací tepla obsahují malé tepelné čerpadlo čerpající z odpadního vzduchu pro vytápění a ohřev TUV. Kompaktní jednotky mohou kompletně zásobovat pasivní domy teplem a čerstvým vzduchem. Základní myšlenkou této technologie je sloučení vytápění, přípravy TUV a větrání do jedné kompaktní jednotky s optimálně sladěnými komponenty a maximální mírou prefabrikace.

TZWL (<http://www.tzwl.de/>) uvádí přibližně 50 výrobců větracích systémů. PHI Darmstadt, má seznam 168 MVRT od přibližně 50 výrobců (říjen 2016). Naproti tomu na trhu je kompaktních jednotek stále ještě jen několik. Certifikované kompaktní jednotky jsou k dostání pouze u 7 výrobců (výrobky od firmy Stiebel-Eltron a Tecalor jsou navíc shodné) - viz tabulku 3.

Kromě certifikovaných je k dispozici ještě několik dalších kompaktních jednotek (viz též (10)). Většina výrobců se zaměřuje na trh nízkoenergetických domů „téměř“ pasivních domů a má tedy odpovídající vyšší tepelný výkon v kombinaci s vyšší mírou ventilace - viz tabulku 2. Z pohledu topného výkonu a příslušného výkonu topných čerpadel lze dostupné systémy přibližně rozdělit do dvou tříd:

- ‚Klasické‘ kompaktní jednotky s certifikací PHI mají tepelný výkon v rozsahu 1,4 až 2 kW – viz tabulku 3.
- Kompaktní jednotky ‚XL‘ s regulací otáček kompresoru začínají přibližně na 4 kW a dodávají až 13 kW (Zehnder) nebo dokonce 22 kW (Effiziento).

Používáte-li ‚klasické‘ kompaktní jednotky s teplovzdušným vytápěním v koupelně (a třeba v dalších místnostech s odtahem vzduchu), měli byste mít ještě další systém předávání tepla (s regulací dle aktuální potřeby). Topný výkon je provázán s požadovaným hygienickým průtokem. Vyšším průtokům (proudění) byste se měli vyhnout kvůli riziku přesušení vzduchu. Nejkompaktnější jednotky nedosahují maximální povolené teploty přiváděného vzduchu (prach) 52 °C. V případě potřeby se může teplota přiváděného vzduchu zvýšit elektrickým dohříváčem. Pro vyšší komfort TUV je možné použít elektronický průtokový dohříváč. Pro předehřívání studeného vzduchu, které je často vyžadováno kvůli ochraně před námrazou, se často doporučuje solankový tepelný výměník (který, jak se zdá, čím dál víc nahrazuje výměník zem-vzduch). Náklady na tyto systémy jsou však s ohledem na nízké množství energie potřebné pro předehřívání relativně vysoké. Proto často nacházíme méně efektivní elektrickou ochranu proti námraze.

Tabulka 2: Přehled trhu s kompaktními jednotkami

Firma	Výrobek	Rekuperace	Kompaktní jednotka PD	Poznámka
Alpha InnoTec	Kompaktheizzentrale KHZ-SW 50 / 70			pouze WP
Bau Info Center Lüftungstechnik	ZG 334 / 134	Ano	Ano	pro ‚Schwörer Haus‘
Bösch	-	-	-	dodavatel D + W
Buderus	WPLS + Logalus H + Logavent HRV	Ano	?	
Caldyn Apparatebau GmbH	Freshercon	Ano	Ano	Už není na trhu.
Dimplex	TrendActiv			Už není na trhu.
Drexel und Weiss	aerosmart m X ² Xls	Ano Ano Ano	certifikován	Solankové TČ
Effiziento	HTZ 4	Ano	Ano	Viz Paul kompakt 350.
EMB Wohnbau und Projektmanagement	Kompaktgerät	Ano	Ano	Dostupnost nejasná.
EMCO	emcovent FLH			Pro terciární budovy
Genvex	Combi 185L	Ano	certifikován	
Gorenje	Aerogor HP AW 9-17	?	?	
Helios Ventilatoren	Helios Trio 3	Ano	Ano	Dostupnost nejasná.

Firma	Výrobek	Rekuperace	Kompaktní jednotka PD	Poznámka
Hautec				TČ pro odvádění vzduch
KNV	Kompaktgerät - F750			Viz Nibe
Krantz	LG-CZ M-SB	Ano		Začlenění do fasády/podhledu, nízká účinnost
Ochsner	3in1 combi	Ano		Už není na trhu.
Maico Haustechnik	Aerex BW 175	Ano	certifikován	
Nibe	Fighter 315 P Fighter 410 P			TČ pro odvádění vzduch; dec. přiváděný vzduch TČ pro odvádění vzduch
Nilan	Compact P VP 18 Compact	Ano Ano	certifikován Ano	
Paul Lüftung	kompakt 350 DC	Ano	Ano	Už není na trhu.
Pichler	PKom4	Ano	Ano	Nově certifikovaná jednotka
Spartec	Bravour			Oddělená jednotka - přímý výparník
Stiebel-Eltron	LWZ 304 LWZ 404 sol LWZ 504	Ano	Ano	
SystemAir	Genius	Ano	Ano	Regenerátor, rekuperace vlhkosti, sekundární vzduch
Tecalor	THZ 303/304 SO THZ 304/304 SOL THD 400 AL TVD 100-250 SOL	Ano	certifikován	TČ z okolního vzduchu bez rekuperace tepla
Viessmann	Vitotres 343	Ano	Ano	Není na trhu aktivní.
Wölfle Haustechnik	Wölfle-Kombi ZL 265 WP-BW	Ano	Ano	Už není na trhu.
Zimmermann	Proxon Combi Proxon PH-S	Ano Ano	Ano certifikován	Není k dostání.
Zehnder	ComfoBox	Ano	Ano	

PD: pasivní dům, RT: rekuperace tepla

Tabulka 3: Certifikované kompaktní jednotky (www.passiv.de, říjen 2016)

Výrobek	Výrobce	Rozsah použití [m³/h]		Účinná reku- perace	JVV / [Wh/m³]	COP vyt. / TUV (ϑ_{amb})	Akustické emise / [dB]
aerosmart m	Drexel und Weiss	137	204	78	0,29	2,73 / 2,39 (2 °C)	46
Combi 185L (150 m³/h)	Genvex A/S	110	175	76 %	0,31	2,35 / 1,98 (4 °C)	49
Combi 185L (200 m³/h)		110	190	76 %	0,31	2,35 / 1,98 (4 °C)	49
Compact P (92 m³/h)	NILAN A/S	52	120	77 %	0,43	2,55 / 2,5 (1,9 / 2,1 °C)	57
Compact P (172 m³/h)		120	205	80 %	0,4	2,55 / 2,5 (1,9 / 2,1 °C)	57
LWZ 304	Stiebel Eltron GmbH & Co. KG	160	230	87 %	0,42	2,86 / 2,76 (2 °C)	56
LWZ 504		160	230	85 %	0,37	3,49 / 2,7 (2 °C)	56
PHK 180	Aerex Haus- technik-systeme	130	220	80 %	0,28	3,02 / 2,42 (2 °C)	48
PKOM4	Pichler Luft	121	192	85 %	0,28	3,15 / 2,88 (2 °C)	48
Proxon PH-S	ZIMMERMANN	124	195	85 %	0,42	2,91 / 3,0 (2,1 / 3 °C)	48
THZ 304	Tecalor GmbH	160	230	87 %	0,42	2,86 / 2,76 (2 °C)	56
THZ 504		160	230	85 %	0,37	3,49 / 2,7 (2 °C)	56

vyt. = vytápění, JVJ = jmenovitý výkon ventiliátoru

Pro certifikované jednotky se jmenovitý výkon ventilátoru (JVJ) pohybuje od 0,28 do 0,42 Wh/m³. Koeficient výkonnosti vytápění (COP) se u jednotlivých produktů podstatně liší a pohybuje se pro vytápění od cca. 2,3 do 3,49 (při 2 °C) a pro ohřev zásobníku TUV od méně než 2 do 3 (při 2 °C). Rychlosti proudění vzduchu se u certifikovaných jednotek pohybují mezi 110 a 230 m³/h s výjimkou Nilan, která nabízí zařízení se sníženým průtokem mezi 50 a 120 m³/h.

Jak rychlosti průtoku vzduchu (200 až 350 m³/h např. v případě Zehnder a dokonce 500 až 600 m³/h v případě Systemair), tak rozměry XL-kompaktních jednotek např. cca 2x1x0,6 m jsou někdy výrazně nad tím, co by se běžně považovalo za kompaktní. Důvodem je někdy velmi velký zásobník TUV (např. Comfobox 400 I, D + W až 800 l).

Někteří výrobci již své produkty na trhu nenabízejí nebo jejich sortiment zredukovali. Současně s tím se na trhu objevují jiní výrobci nebo stávající optimalizují své produkty a svůj sortiment rozšiřují nebo vyvíjejí nové generace. Nicméně oproti jiným technologiím vytápění představují kompaktní jednotky stále ještě mezeru na trhu. Jedním z důvodů pomalého pronikání na trh jsou pravděpodobně stále ještě relativně vysoké investiční náklady těchto systémů. Ceny velmi liší a pohybují mezi nějakými 6000 € (Nilan) a 14 000 € (Drexel und Weiss, Stiebel-Eltron, Zehnder). Dosud existuje prostor pro optimalizaci jak účinnosti, tak nákladů.

Pro větší rodinné domy s nízkou obsazeností standardní topný výkon ‚klasických‘ kompaktních jednotek nestačí ani pro standard pasivního domu, protože je provázán s hygienickou výměnou vzduchu. Někteří výrobci pro tento trh vyvíjejí další kompaktní jednotky. Mezi ně patří Stiebel Eltron a Tecalor, aerosmart x² a xls od firmy Drexel und Weiss, stejně jako HTZ Effiziento nebo ComfoBox řady 5 od Zehnder. Topný výkon se pohybuje od 4 do 22 kW, což vyžaduje kombinaci teplovzdušného vytápění a teplovodního topného systému jako je podlahové nebo stěnové vytápění.

8.2. Dělené jednotky (split)

Protože jsou k dostání ve výkonovém rozsahu vhodném pro pasivní domy, a také díky extrémně velkému množství a nízkým cenám představují pro vytápění takzvané (mini) dělené jednotky zajímavou alternativu. Na rozdíl od tepelných čerpadel pracujících s odváděným vzduchem fungují jednotky typu split nebo multi-split nezávisle na větrání s recirkulací vzduchu. Tato dělená TČ vzduch-vzduch (obvykle reverzibilní s regulací rychlosti a samostatným kondenzátorem a výparníkem) nyní nabízí téměř všechny známé společnosti, a to s vysoce účinným invertorem. Vnitřní jednotky jsou však obvykle vizuálně málo atraktivní a za provozu při jmenovitých podmínkách hlučné. V takzvaném tichém režimu jsou hlukové emise většinou přijatelné, ale účinnost ve srovnání se jmenovitými podmínkami klesá (COP je při jmenovitém sezónním vytápění obvykle vyšší než 3 i při teplotách pod 0 °C). K zajištění dostatečné distribuce tepla (a chladu) uvnitř budovy nebo bytu je třeba pečlivě plánování. Varianta takzvaných multi-split systémů s několika vnitřními jednotkami představuje poměrně vysoké investiční náklady. Další nevýhodou jednotek multi-split je potřeba relativně velkého množství chladiva. Dělené jednotky (split) mají dlouhou tradici v Asii a v jižní Evropě jsou široce využívány ke chlazení, ve střední Evropě ale ještě není používání dělených systémů s chladivem tak zavedené. Tabulka 4 uvádí přehled dělených jednotek (split).

Tabulka 4: Nabídka dělených jednotek (chlادivo - split) – netvrdím, že kompletní

Firma	Výrobek	Tepelný výkon [kW] min./nom./max.	Chladicí výkon [kW] min./nom./max.
Argo	XFetto 245C Monoblock		2,45
Daikin	ATXS25K	1,3 /2,8 /4,7	1,3 /2,5 /3,2
Fujitsu	ASYG-07LEC Inverter		2,1
Haier	AC12CS1ERA(S)	1 - 4,8	0,9 - 4,5
Vaillant-Saunier Duval	SDH 17-050 M2NW	2,5 - 5,6	2,05 - 5,2
Junkers	Mono Split Mural	2,6 / 3,5 / 5,3 / 6,5	
LG	LG PRESTIGE INVERTER H12AK	0,3 / 4,0 / 6,8	0,3 / 3,5 / 4,0
Midea – Comfee	MSR23-09HRDN1-QE/12F	2,8	2,8
Mitsubishi Electric	MSZ-FH/MUZ-FH	3,0	2,5
Panasonic	Etherea CS-E7QKEW Inverter Plus		2,4
Samsung	Wall mounted Etesia Eco	2,2	2
Toshiba	RAS-10G2KVP-E	3,2 (0,45 - 5,8)	2,5 (0,55 – 3,5)

8.3. Tepelná čerpadla pro TUV

Tepelná čerpadla pro teplou užitkovou vodu (TČ-TUV TČ-kotel) představují způsob, jak efektivně ohřívat vodu nezávisle na systému ústředního vytápění. V zásadě lze rozlišovat mezi následujícími typy:

- a) monoblok, vnitřní instalace s vestavěným zásobníkem
- b) monoblok, vnitřní nástěnná instalace s vestavěným zásobníkem
- c) dělená jednotka s chlazením
- d) TČ-TUV se samostatným zásobníkem

Všechny typy se v zásadě dají kombinovat se systémem solárního ohřevu. Všechna dostupná tepelná čerpadla pro TUV jsou zásobníkové systémy, které mají jako zálohu nebo dohřev elektrické topné tyče. Průtokové typy neexistují. Bojlerová tepelná čerpadla mají tepelný výkon od 0,5 do 3 kW a zapojují se proto jako jednofázová. V současné době dostupná zařízení jsou určena k použití v rodinných domech nebo bytech, kde je k dispozici technická místnost nebo kde je dostatečný prostor v koupelně. Nejčastějším typem je monoblok s vestavěným zásobníkem. Existují i tepelná čerpadla čerpající z vratného toku a využívající jako zdroj např. zpátečky podlahového topení, ta jsou ale používána jen zřídka. Díky kompaktní konstrukci, která je v zásadě vhodná pro použití v malých bytech a pro rekonstrukce, představují alternativu k elektrickým bojlerům, které jsou sice nákladově velmi efektivní, ale mají nízkou účinnost.

8.4. Shrnutí přehledu

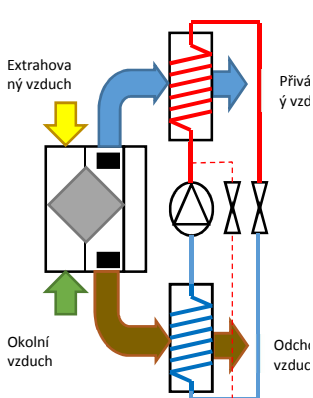
Tabulka 5 shrnuje výhody a nevýhody jednotlivých koncepcí tepelných čerpadel.

Tabulka 5: Souhrn koncepcí kompaktních TČ

Typ	Klady	Zápory	Poznámka
Jednotky split	levné	distribuce tepla, hlučnost	v některých zemích nízká kultura při instalaci chladiva
Jednotky multi-split	regulace v jednotlivých místnostech	nákladné	vyžadují další MVRT
Kompaktní jednotky	vše v jednom	zabírání prostoru, hlučnost	TČ omezeno hygienickým průtokem vzduchu
TČ pracující s odváděným vzduchem	vyšší účinnost TČ	žádné MVRT, horší účinnost systému, pohoda (proudění studeného vzduchu dolů)	
TČ-bojler	levné	nízká účinnost	pro TUV – vzduch v místnosti (kaskáda)
TČ-bojler pracující s okolním vzduchem	levné	velké zásahy, potrubí se studeným vzduchem	pro TUV
TČ pracující s vratným průtokem	levné, relativně vysoká účinnost	nízká celková účinnost	kaskáda pro TUV
Split pro TUV	levné, relativně vysoká účinnost	ztráty v kompresoru (kompresor vně)	v některých zemích nízká kultura při instalaci chladiva

9. Kompaktní systémy pro integraci do fasády

Nověji vyvíjené koncepce kompaktních tepelných čerpadel umožňují lepší integraci do bytů nebo do fasády. Několik koncepcí je předmětem prověřování, například v rámci projektu EU iNSPiRe nebo rakouského projektu SaLüH!. Obrázek 2 ukazuje příklad takzvaného mikro-tepelného čerpadla (15), který bylo testováno v laboratoři na UIBK a je v současné době sledováno v předváděcí budově v německém Ludwigsburgu.



MVRT s tepelným čerpadlem pracujícím s odchodím vzduchem (s obtohem horkého plynu pro odmrazování)

Funkční Model

předváděcí budova iNSPiRe, Ludwigsbürg (WB-L)

Obrázek 2: Kompaktní tepelná čerpadla pro integraci do fasády, projekt EU iNSPiRe (14, 15)

10. Místní integrace obnovitelných zdrojů versus ‚Smart Ready‘

Jako místní obnovitelné zdroje jsou relevantní pouze solární ohřev (SO) a fotovoltaika (FV).

Řešení s tepelnými čerpadly výhodněji integrují fotovoltaiku, zejména v případě chlazení. Naproti tomu solární tepelné technologie jsou efektivnější u systémů určených bojlerem a mají větší dopad na snižování energie potřebné na přípravu TUV.

- FV je vhodnější v případech s vysokým zatížením při chlazení.
- FV je vhodnější než SO, berou-li se v úvahu i spotřebiče.

SO připraví horkou vodu pro TUV (a pro vytápění) v závislosti na velikosti systému, podnebí a zatížení:

- Skladování (denní, případně týdenní) zajišťuje systém.
- Měrný energetický výnos závisí na solárním podílu a ve střeoevropském podnebí se pohybuje v rozsahu od cca 400 kWh/(m²_{SO} a) u malých systémů do 200 kWh/(m²_{SO} a) nebo méně u systémů s vysokým solárním podílem.
- Ve střeoevropském podnebí (v severnějších/jižnějších částech méně/více) se (u rodinných domů) dosahuje solárního podílu pro TUV až do výše 70 % a pro vytápění přibližně

30 % (u rodinných domů se spotřebou tepla od 45 do 70 kWh/m²); v bytových domech mnohem méně.

FV dodává elektřinu v závislosti na velikosti systému a klimatu, ale nezávisle na zatížení.

- Měrný energetický výnos se ve středoevropském podnebí pohybuje v rozmezí 120 až 140 kWh/(m²_{FV} a).
- Úložiště obvykle není součástí systému (a jeho investice), ale spadá pod rozvodnou síť.
- FV se dá použít pro spotřebiče, které se obvykle podílejí na celkové spotřebě primární energie z více než 50 % (obytné budovy).
- Je-li FV rozložena na ročním základě, nemusejí se brát v úvahu nestálé ceny elektřiny a sezónně kolísající podíly obnovitelných zdrojů.

Při volbě řešení by neměla být cílem naprosto nulová energie, ale snížení ‚zimního výpadku‘, tj. využívání neobnovitelné primární energie v zimě, když je nedostatek energie z obnovitelných zdrojů.

11. Závěry a výhled

Díky velmi nízkým nárokům na vytápění a nízké spotřebě tepla nabízejí pasivní domy pro vytápění širokou škálu možných řešení. Přesto jsou nákladově efektivní a doporučeníhodná řešení pro vytápění, větrání a chlazení stále vzácná. Díky své možnosti zmenšování představují pro pasivní domy jedno z nejzajímavějších řešení TČ. Kompaktní konstrukce umožňuje integraci do fasády, která nabízí několik výhod. V kombinaci obnovitelnými zdroji energie představují TČ efektivní řešení. Bylo by dobré podporovat další vývoj směrem ke zlepšení nákladové efektivity a zvýšení výkonu. Tématy výzkumu jsou navíc systémová integrace a zvýšení spotřeby FV energie. Některými z těchto aspektů se zabýval IEA SHC úkol 45 „Solární systémy a systémy tepelných čerpadel“, ostatním se věnuje nový IEA SHC úkol 56 „Sluneční pláště“ a IEA HPT příloha 49 „HP4nZEB“.

12. Poděkování

Tato práce je součástí rakouského výzkumného projektu SaLüH! „Rekonstrukce bytových domů s malými byty, nízkonákladová technická řešení pro větrání, vytápění a teplou vodu“ (2015-18); Förderprogramm Stadt der Zukunft, FFG, číslo projektu: 850085. Podrobná zpráva o přehledu tepelných čerpadel v pasivních domech je k dispozici v němčině a k dostání na vyžádání.

13. Literatura

- (1) W. Feist, Passivhaus - die langlebige Lösung, Prof. Dr. Wolfgang Feist, PHI, 20th International Passive House Conference, Darmstadt (2016)
- (2) EnerPHit: http://www.passiv.de/en/03_certification/02_certification_buildings/04_enerphit/04_enerphit.htm
- (3) Rojas, Gabriel; Pfluger, Rainer; Feist, Wolfgang (2015): Behaglichkeit und Wirtschaftlichkeit der Luftheizung – ein Vergleich mit Radiator- und Fußbodenheizung. In: Feist, Wolfgang: 19. Passivhauskonferenz 2015. 17.-18. April 2015, Leipzig. Darmstadt: PHI, ISBN 978-3-00-048604-3, S. 133 - 138.
- (4) Berge M., Mathisen H. M., The suitability of air-heating in residential passive house buildings from the occupants' point of view – a review. Advances in Building Energy Research Volume 9, 2015 - Issue 2, 2015
- (5) Felder Anton, Untersuchungen zum Coanda-Effekt-mögliche Anwendung im Bauingenieurwesen. Diss., TU München 1993.
- (6) Krause, H., Passivhaus-Haustechnik - Heizung und Lüftung, 2. Passivhaustagung in Budapest, Februar 2009
- (7) Feist, W. (Hrsg): Passivhaus-Versorgungstechnik; Protokollband Nr. 20 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Auflage, PHI, 2000.
- (8) ISO 7730:2005, Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, 2005
- (9) Glück Bernd (1994). Zulässige Strahlungs-temperatur-Asymmetrie, Gesundheitsingenieur .115. Jg., H. 6. 285 – 293, 1994
- (10) Meyer M., Kompakt und komfortabel, Lüftungskompaktanlagen und Alternativen für das Passivhaus, heizen & lüften, 24-25, 2010
- (11) Ochs, F., Dermentzis, G., Feist, W., Investigation of New Concepts of Ground Heat Exchangers and Building Integrated Heat Exchangers for Passive Houses by Means of Dynamic Building and System Simulation, 13th International Conference of IBPSA, BS 2013, Chambery, 2013
- (12) Ochs, F., Peper, S., Schnieders, J., Pfluger, R., Feist, W., Neues Solar-Wärmepumpen-Konzept für die Wärmeversorgung von Passivhäusern - Beurteilung der Effizienz durch Monitoring und Simulation, 21. Symposium Thermische Solarenergie, 2011
- (13) Ochs F., Magni M., Bianchi, Janetti, Numerical Analysis of Comfort and Energy Performance of Radiant Heat Emission Systems, Comsol Conference 2016, Munich, 2016
- (14) Fedrizzi, R., Ochs, F., Weitlaner, R., Inspirierende Gebäudesanierung auf Europa-Level, EE, Erneuerbare Energie, 2014-2, AEE, Gleisdorf, 2014

- (15) Ochs, Fabian; Dermentzis, Georgios; Siegele, Dietmar; Feist, Wolfgang (2015): Retro-fitting with façade integrated micro-heat pump and MVHR - a European case study. In: Feist, Wolfgang: 19. Passivhauskonferenz 2015. 17.-18. April 2015, Leipzig. Darmstadt: PHI, ISBN 978-3-00-048604-3, S. 213 - 218.

Stav techniky pro rekuperaci tepla z odpadní vody ve sprchách / State of the Art of Drain-Water Heat-Recovery Products (DWHR)

Michael Schulze, Universität Innsbruck

Pavel Sevela, Universität Innsbruck

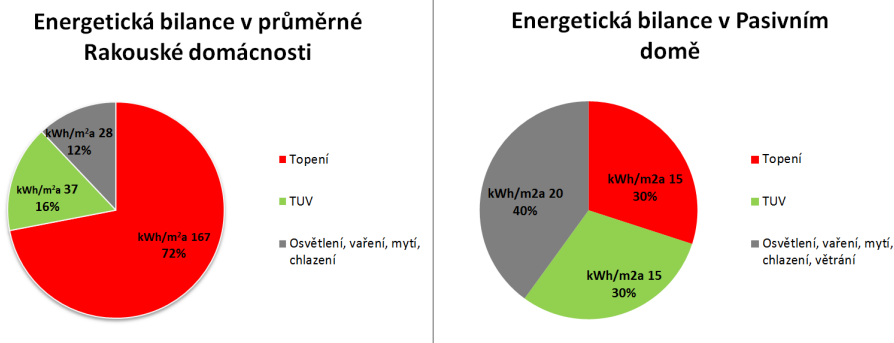
Techniker Str. 13, 6020 Innsbruck, Austria

Tel: +43 512 507-63618, pavel.sevela@uibk.ac.at, michael.schulze@student.uibk.ac.at

Tento článek popisuje základní principy zpětného získávání tepla při sprchování, informuje o nejčastějších způsobech certifikace a klasifikacích ve třídách účinnosti a uvádí možné způsoby instalace takového zařízení.

1. Úvod do problematiky

V rakouských domácnostech je použito na přípravu teplé vody přibližně 16% veškeré roční spotřeby energie. Zbýlých 72% připadá na vytápění a 12 % na osvětlení, vaření, praní a chlazení. (Ilustrace č.1)



Ilustrace 1: Energetická bilance v rakouských domácnostích (vlevo) [Statistik Austria] a v pasivním domě (vpravo) [Passivhaus Institut].

Skrze stále přísnější stavební standardy, závazné normy a vyhlášky bylo možné v posledních dvou desetiletích znatelně snížit potřebu energie na vytápění. Vývoj v technologiích zajišťuje stále nižší spotřebu energie a jejich provoz je stále ekologicky čistší. Budovy provedené nebo opravené dle pasivního standardu již tímto vývojem prošly a jejich potřeba tepla na vytápění díky precizní tepelné obálce budovy a větrání s rekuperací tepla nečiní hlavní náklad na provoz. Zájem se již delší dobu obrací na potřebu energie na přípravu teplé vody.

V komplexu pasivních bytových budov „Lodenareal“ v Innsbrucku s 354 bytovými jednotkami byla monitorována energetická bilance po dobu 2 let. Spotřeba energie na vytápění činila 24 % (21,6 kWh/m²a), kdežto příprava teplé vody celých 32 % (28,8 kWh/m²a). Přesto, že pasivní domy jsou značně pokrokové v porovnání s dřívější výstavbou, tak příprava teplé vody v nich dosud nebyla řešena odlišně, než jak bylo dosud běžné. Pro další snižování podílu budov na zhoršování klimatu hraje snižování spotřeby energie pro přípravu teplé vody významnou roli.

Jednou z možností řešení této otázky je rekuperace tepla z vody odtékající do odpadu / kanalizace. Odpadní vody v domácnostech mají z pravidla teplotu okolo 20°C a v případě sprch až okolo 35°C, nebo více. Vzhledem k vysoké tepelné kapacitě vody a také jejímu množství je značná část energie ztracena v kanalizační síti.

Dle evropského profilu odběru teplé vody a dalších měření je většina energie pro ohřev vody v domácnostech potřeba pro sprchování nebo koupání. Rekuperace tepla ve sprchách se tedy nabízí tuto ztracenou energii využít k současnému předeřhnutí studené vody a tak prakticky snížit množství potřebné teplé vody.

2. Základní principy zpětného získávání tepla z odpadní vody

Termín zpětné získávání tepla z odpadní vody (ZZTOV); v anglické literatuře označován jako „drain water heat recovery“; popisuje metodu pasivního snížení celkové „potřeby“ na přípravu teplé vody.

Jedná se tedy o tepelný výměník typu voda-voda, kterým prochází odpadní a vodovodního potrubí a předává tak teplo mezi vodou odtékající ze sprchy a přívodní vodou do sprchové baterie a / nebo ke zdroji tepla teplé užitkové vody (TUV). Dle normy EN 1717 musí být teplosměnná plocha provedena jako dvouplášťová z důvodu ochrany pitné vody před znečištěním.

Zařízení zpravidla nemají zásobník z důvodu zvýšení ztrát a nižších účinností a tak předání energie nastává jen za „současného“ protisměrného proudění odpadní a přívodní vody skrze výměník. Zařízení jsou tedy vhodná pro sprchování a nikoli pro koupele ve vaně, kdy napouštění a vypouštění nenastává současně.

Nejlepší dostupná zařízení dosahují účinnosti přes 70 %, což ovšem ale není ekvivalentní uspořené energii vzhledem ke snížení účinnosti celého sprchovacího cyklu vzhledem k dynamice tohoto jevu. Ze zkušenosti se ovšem dá říci, že zařízení se 70% stacionární účinností může uspořit přibližně jednu třetinu energie na přípravu teplé vody.

Zařízení se zapojuje do odpadního potrubí co nejbližší za sprchový sifon a také v blízkosti směšovací baterie. Doporučuje se vždy volit termostatickou sprchovou baterie na místo klasické pákové nebo kohoutkové baterie. Termostatický článek automaticky reguluje poměr teplé a studené vody jejíž teplotní úroveň se po celý proces sprchování dynamicky mění.

Vzhledem ke distribučním ztrátám se zařízení nejčastěji instaluje přímo v koupelně pod sprchovou vaničku či vanu, do podlahy a nebo do instalační šachty v závislosti na typu zařízení.

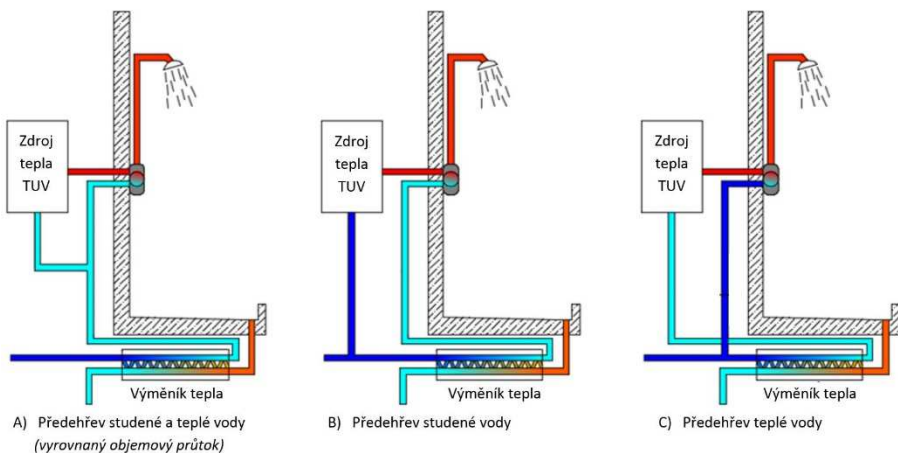
Zařízení ZZTOV jsou vhodná jak pro novostavby tak i rekonstrukce, ale kvůli nutnosti zásahu do odpadního a vodovodního potrubí se jejich instalace často pojí s kompletní opravou koupelny.

Tyto zařízení nejsou na trhu úplnou novinkou. První patenty na princip ZZTOV se datují již do 70 let 20. Století a například v Holandsku, skandinávských zemích a nebo Kanadě mají již dlouholetou tradici. V Německu a dalších evropských zemích se tento trh začíná postupně rozvíjet.

3. Způsoby zapojení a druhy certifikace

Obecně je možné uvést 3 možnosti hydraulického zapojení zařízení pro ZZTOV, ilustrace 2. Jak bylo již dříve řečeno, je možné zařízení zapojit do přírodního potrubí studené vody tak, aby předehříval studenou vodu do sprchové baterie (zcela vpravo), nebo vodu ke zdroji tepla TUV (varianta uprostřed) a nebo obě možnosti současně (zcela vlevo).

Tepelný výměník dosáhne nejvyšší možné účinnosti, pokud je objemový průtok protiproudých kapalin vyrovnaný. V opačném případě účinnost výměníku citelně klesá. Proto je varianta zapojení A), kdy výměník předehřívá studenou vodu pro baterii i zdroj tepla, nejlepší možnou a měla by být vždy použita, pokud okolnosti dovolí.



Ilustrace 2: Způsoby zapojení tepelného výměníku do systému TUV

Zjednodušená rovnice na výpočet účinnosti tepelného výměníku pro ZZTOV při zapojení s vyrovnaným objemovým průtokem (varianta A), [2]:

$$\eta_{\text{stacionární}} = (T_p - T_s) / (T_o - T_s)$$

T_p teplota předehřáté vody na výstupu z výměníku [°C]

T_s teplota studené vody na vstupu do výměníku [°C]

T_o teplota odpadní vody na vstupu do výměníku [°C]

Podrobně se tématem účinnosti výměníků a dynamickými vlivy zabývá článek [3].

Výrobci udávají účinnosti svých výrobků obvykle pro vyrovnaný objemový průtok a za stacionární situace, kde se jen omezeně projevuje snížení účinnosti dynamickými jevy, jako je postupné prohřívání sprchové soustavy a stále se měnící teplota výstupní předehřáté vody. Konkrétní postup a okrajové podmínky měření (teploty vody na vstupech do výměníku a jmenovité průtoky) však často nejsou zcela jasné.

Proto velká část výrobců takovýchto zařízení využívá podmínek měření definovaných dle atestačních norem. Mezi ty nejběžnější patří kanadská norma Norma CSA B55.1-15, která udává **stacionární účinnost** při $T_s = 10^\circ\text{C}$, $T_o = 38^\circ\text{C}$ a jmenovitém průtoku 9,5 l/min).

Většina výměníků dostupných na evropském jsou certifikovány holandskou společností Kiwa dle nizozemské normy NEN7120:2011/C2:2011. Tato norma neudává jako výsledek stacionární účinnost, ale **dynamickou účinnost** při jednom normovaném sprchovém cyklu, který trvá 8 minut, při $T_o = 40^\circ\text{C}$ a průtoku 9,2 l/min.

Passive House Institute (PHI) rozšířilo svou databázi certifikovaných komponentů o systémy ZZTOV a v roce 2015 byl certifikován první produkt. Přehled všech aktuálně certifikovaných výměníků a systémů je uveden v online databázi [3]. Pro tento účel byly vytvořeny „kriteria a algoritmy pro certifikaci zařízení pro zpětné získávání tepla z odpadní vody“ [1].

Produkt, který doloží informace uvedené ve výše zmíněném dokumentu může získat certifikát, na kterém je uvedena jak stacionární účinnost a veškeré informace potřebné pro zadání systému do PHPP, tak i dynamická účinnost při standardizovaném 6-ti minutovém sprchovém cyklu. Pro snadnější srovnání je pak produkt dle dynamické účinnosti zařazen do energetické třídy, viz Ilustrace 3.

Dynamická účinnost pro standardní sprchovací cyklus*	Třída energetické účinnosti dle PHI	Popis
$\geq 60\%$	phA+	Velice pokročilý komponent
$\geq 50\%$	phA	Pokročilý komponent
$\geq 40\%$	phB	Základní komponent
$\geq 30\%$	phC	Certifikovatelný komponent
$< 30\%$		Necertifikovatelný

*Vyrovnaný objemový průtok výměníkem, $T_s = 10^\circ\text{C}$, $T_o = 35^\circ\text{C}$ (teplota ve sprchové hlavici 40°C je snížena o 5K z důvodu ochlazení např. odpařením), délka potrubí je zanedbána, průtok vody 8 l/min .

Ilustrace 3: Třídy energetické účinnosti výměníku pro zpětné získávání tepla z odpadní vody dle PHI

Určení reálné úspory výměníku certifikovaného dle kritérií PHI je relativně snadné. Stačí zařízení zadat dle certifikátu PHI do programu PHPP (funkce dostupná od verze 9). Výpočet zohledňuje dynamické jevy, počet uživatelů a konkrétní zapojení výměníku do systému TUV pro uvažovaný objekt.

4. Dostupné produkty ZZTOV

V podstatě je možné rozlišit trh s tepelnými výměníky na vertikální a horizontální systémy.

4.1. Vertikální systémy

Svislé systémy typicky sestávají ze svislé dvoustěné trubky z mědi, jejímž středem gravitačně stéká teplá odpadní voda jako tenký film po vnitřních stěnách. Tento film zajišťuje dobrý přenos tepla konvekci do měděné trubky na jejíž vnější straně teče v protiporodu vzhůru proudí studená voda díky přetlaku z vodovodního.

Existuje několik technických verzí těchto výrobků, kde je část s vnější studenou vodou řešena hydraulicky různě. Jednou z možností je použití koaxiální vnější trubky (systém trubka v trubce). Druhou možností, která je běžnější v Kanadě, je použití tenkého obdélníkového potrubí, které je spirálově otočené okolo odpadní trubky vzhůru.

Vertikální systémy musí být výškově umístěny pod sprchovou vaničkou po spádu. Při běžných délkách těchto zařízení 1,6 m a nebo 2,2 m to znamená, že musí být výměník instalován o patro níže, což může působit komplikace především u bytových domů. Tato technologie se proto nejčastěji při novostavbách a nebo kompletních přestavbách, kdy je budova po dobu rekonstrukce neobydlená.

Naopak výhodou je jejich velice dobrá účinnost a dobrá cenová dostupnost. Jsou robustní a nepředpokládá se problém s jejich zanášením a nebo ucpáním. Výměníky využívající tenkého filmu musí být vždy instalovány vertikálně!

Výrobce	Model	Foto	Účinnost dle	Cena
Wagner Solar	ECOshower Pipe 15		66 % PHI 63,7 % Kiwa	460€
Power-Pipe	R4-120		72,8 % CSA	1143€
Hei-tech	Recoh-Vert V3		65,4 % Kiwa	485€

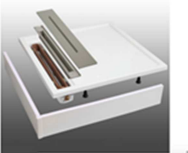
Ilustrace 4: Příklady vertikálních výměníků pro zpětné získávání tepla z odpadní vody

4.2. Horizontální systémy

K dispozici jsou také vodorovné systémy, které jsou na rozdíl od vertikálních systémů, však často řešeny technicky vzájemně velice odlišně. Jejich efektivnost a cena spojená s investicí se velmi různí.

Nesporná výhoda horizontálních systémů je jejich instalace přímo pod sprchovou vaničkou nebo v ní integrované. Horizontální zařízení tedy mohou být umístěny v úrovni jednoho podlaží.

Systémy dostupné v současné době jsou uvedeny na Ilustraci 5.

Výrobce	Model	Foto	Účinnost	Cena
Hei-tech	Recoh-Tray		39,6 % PHI	2024€
Wagner	ECOshower Drain 800		42 % PHI	1170€
Wagner	ECOshower Tray 900		54 % PHI 50,6 % Kiwa	1560€
Sakal	NELA		40,5 % dle výrobce	252€

Zypho	Double-Walled		31,1 % Kiwa	360€
Nicoll	Ecoshower		24 % dle výrobce	neznámo

Ilustrace 5: Příklady vertikálních výměníků pro zpětné získávání tepla z odpadní vody

V zařízení Recoh Hei-tech voda stéká po desce, která je umístěna pod sprchovou vaničku. Pod deskou je v několika smyčkách stočena měděná trubka, kterou proudí studená voda. Společnost nabízí systém jako samostatné výměník se sprchovou vaničkou. Přístup k výměníku je skrze sifon. Cena za více než 2000 euro je při účinnosti 42 % však ekonomicky odůvodnitelná především v regionech s vyššími cenami energií.

ECOshower Drain od společnosti Wagner Solar může být buď vložený přímo do dlažba nebo používán s for-navržený sprchové vaničky. Má přímý přístup do prostoru výměníku skrze vrchní odnímatelný kryt a tak se dá snadno čistit. Sprchová voda teče do 80 cm až 90 cm dlouhé štěrby, který jako funguje sifon a ta stéká jako tenký film po systém měděného potrubí. Zařízení dosahuje účinnosti 54 % a jeho cena je aktuálně € 1560.

Cenově mnohem dostupnější je rekuperační jednotka Nela od české firmy Sakal. Jedná se o deskový výměník, po kterém stéká odpadní voda. Výměník je umístěn v plastovém pouzdře a tedy k zabudovanému zařízení není přímý přístup. Použití jednostěnového výměníku, který je ovšem v rozporu s doporučením normy EN 1717 na ochranu pitné vody před znečištěním, umožnilo účinnost 40,5 % udávaného jen výrobcem. S cenou € 252 jsou investiční náklady nejnižší ve srovnání s ostatními systémy rekuperace tepla.

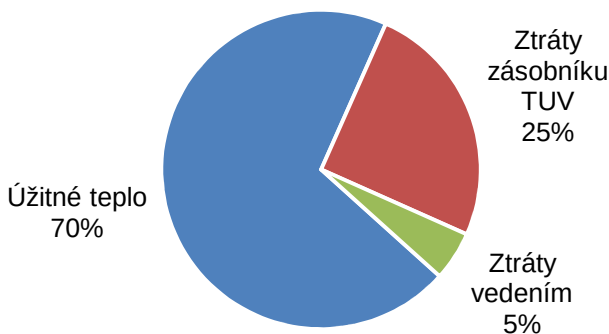
Portugalský výrobek Zypho je připojen přímo k odpadu z vaničky a slouží jako sifon. Skrze sifonu je možné čištění systému. Voda je předehřívána skrze potrubí ve formě spirály, okolo které proudí odpadní voda.

Podobný princip používá také výrobce Ecoshower u výměníku Nicoll, jehož výměník je ovšem plochý a serpentínovitě protkaný systémem potrubí. Obě poslední zařízení ovšem disponují relativně nízkou účinností.

5. Příklad použití ZZTOV

Zařízení pro ZZTOV se dá kombinovat se všemi druhy přípravy TUV. Použití výměníku snižuje spotřebu energie na ohřev TUV a tak v případě použití zásobníkového ohříváče může přispět k volbě menšího objemu, což mimo jiné sníží tepelné ztráty zásobníku do okolí. Přibližně $\frac{1}{4}$ energie potřebné na přípravu TUV je využita na udržování zásobníku v nahřátém stavu, viz Ilustrace 6.

Energetická bilance zásobníku TUV při sprchování



Ilustrace 6: Energetická bilance 120l zásobníku v domácnosti.

Zajímavá je tedy kombinace průtokového ohříváče a tepelného výměníku, který by snížil potřebný výkon ohříváče a eliminoval tepelné ztráty zásobníku TUV.

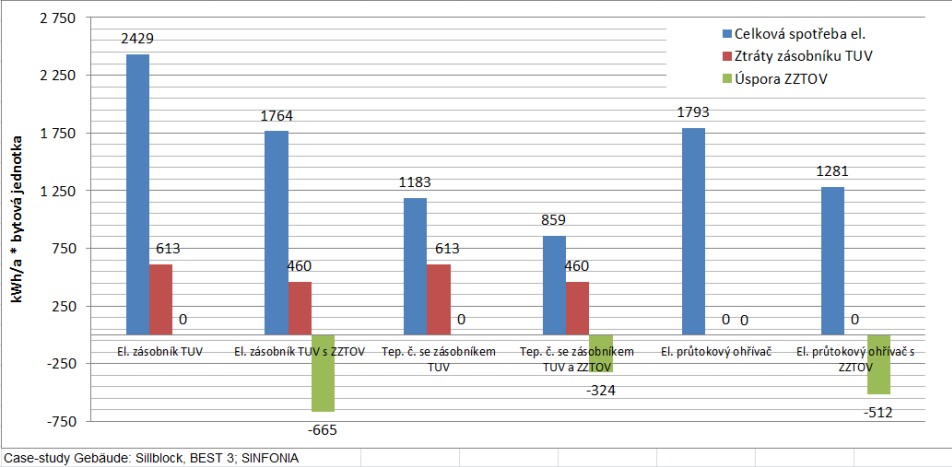
Další z možných kombinací je společné využití tepelného výměníku a tepelného čerpadla. Všechny tyto 3 možnosti řeší případová studie rekonstrukce bytového domu „Sillblock“ v Innsbrucku.

Na tomto příkladu více podlažního bytového komplexu byly vypočteny různé elektrické systémy (dům nemá zavedený plyn), které byly srovnávány pomocí výpočtu v PHPP (Ilustrace 8).

Byl použit evropský profilu odběru teplé vody pro průměrnou evropskou domácnost dle EN 16147:2011, který přibližně odpovídá domácnosti se 3-mi obyvateli. (Poznámka autora: energie na mytí nádobí a úklid se dají být v tomto profilu značně nadhodnoceny). Jeho součástí není jen koupel, ale i mytí nádobí, úklid a mytí rukou. Energetické úspory skrze tepelný

výměník, který je napojený pouze na sprchu, jsou tedy vztaženy k celkové spotřebě TUV a nejen ke spotřebě sprchování. Stacionární účinnost výměníku, který byl použit pro výpočet je 65 % při zapojený s vyrovnaným průtokem. Ztráty odparem (5K) a časová prodleva (5s) náběhu systému byly ve výpočtu zohledněny. Účinnost elektrického zásobníku TUV byla uvažována 100 % a nahřátá teplota vody 60°C.

		El. zásobník TUV	El. zásobník TUV s ZZTOV	Tep. č. se zásobníkem TUV	Tep. č. se zásobníkem TUV a ZZTOV	El. průtokový ohřivač	El. průtokový ohřivač s ZZTOV
Celková spotřeba el.	kWh/a*byt	2429	1764	1183	859	1793	1281
	%	100.0%	72.6%	48.7%	35.4%	73.8%	52.8%
Ztráty zásobníku TUV	kWh/a*byt	613	460	613	460	0	0
	%	25.2%	26.1%	51.8%	53.5%	-	-
Ztráty vedení	kWh/a*byt	67.6	67.6	67.6	67.6	45.1	45.1
	%	2.8%	3.8%	5.7%	7.9%	2.5%	3.5%
Úspora ZZTOV	kWh/a*byt	0	-665	0	-324	0	-512
	%	0.0%	-37.7%	0.0%	-37.7%	0.0%	-39.9%



Case-study Gebäude: Sillblock, BEST 3; SINFONIA

Ilustrace 7: Srovnání různých elektrických systémů na případové studii – bytovém komplexu Sillblock v Innsbrucku

V první variantě byl uvažován systém TUV s elektricky zásobníkem o objemu 120 l a v kombinaci s tepelným výměníkem byl objem zásobníku snížen na 80 l, čímž se také snížily jeho tepelné ztráty.

Tepelný výměník spojený se sprchovým koutem by uspořil 27,4 % celkové energie na přípravu TUV v dané bytové jednotce za rok. To odpovídá roční úspoře 665 kWh, což odpovídá finanční úspoře 133 euro ročně (0,2 euro/kWh elektřiny pro Rakousko) nebo respektive 2327 Kč ročně (3,5 Kč/kWh elektřiny pro Česko) což odpovídá prosté návratnosti v řádu několika let. Ceny energií jsou dle agentury Eurostat.

Druhá varianta spojuje tepelné čerpadlo se zásobníkem TUV a výměníkem tepla. Díky energeticky šetrné technologii tepelného čerpadla je spotřeba elektřiny pouhou změna zdroje tepla o

více než polovinu nižší než v případě el. zásobníku z první varianty. Úspora tepelného výměníku činí 324 kWh (1134 Kč nebo 65 euro) za rok. Úsporný efekt v kombinaci s šetrným tepelným čerpadlem je dle očekávání ekonomicky méně výhodný protože relativní úspora 27,4 % znamená v absolutní hodnotě méně. Nicméně absolutní spotřeba energie v kombinaci tepelného čerpadla, menšího zásobníku TUV a tepelného výměníku dosáhla nejnižší hodnoty a to 859 kWh za rok což znamená velice efektivní roční provoz s náklady přibližně 3000 Kč za rok.

Ve třetí variantě je uvažován el. průtokový ohřívač. Proveditelnost tohoto řešení by mohla vézt k diskusi vzhledem k vysokému potřebnému příkonu elektrického průtokového ohřívače. Nicméně pro úplnost je uvažována i tato varianta. Zajímavým údajem je srovnatelná roční spotřeba elektřiny v případě přípravy TUV pomocí tepelného čerpadla a průtokového ohřívače s tepelným výměníkem. Rozdíl může být viděn v odlišné investici při podobných provozních nákladech.

		El. zásobník TUV	El. zásobník TUV s ZZTOV	Tep. č. se zásobníkem TUV	Tep. č. se zásobníkem TUV a ZZTOV	El. průtokový ohřívač	El. průtokový ohřívač s ZZTOV
Úspory ZZTOV za rok	Cena za kWh						
El. Euro (AT)	0.2		-133	0	-65	0	-102
El. CZK (CZ)	3.5		-2327	0	-1134	0	-1791
Plyn Euro (AT)	0.105		-94			0	-73
Plyn CZK (CZ)	2.13		-1912			0	-1471
Provozní náklady za rok	Cena za kWh						
El. Euro (AT)	0,2	486	353	237	172	359	256
El. CZK (CZ)	3,5	8501	6174	4140	3007	6276	4485
Plyn Euro (AT)	0,2	344	250			254	182
Plyn CZK (CZ)	2,13	6984	5072			5156	3685

Ilustrace 8: Srovnání úspor a ročních nákladů na provoz systémů TUV

Na ilustraci 8 jsou pro úplnost uvedeny roční úspory tepelného výměníku v kombinaci s výše zmíněnými zdroji tepla a jejich roční provozní náklady. Byly uvažovány aktuální ceny energií dle agentury eurostat bez započítání nákladů na údržbu. Pro úplnost byly odhadnuty i náklady na provoz v případě provedení s plynovým zásobníkem na TUV, respektive plynovým průtokovým ohřívačem, které jsou také velmi běžné. Je třeba mít na paměti, že se jedná

případovou studii a pro přesný výpočet každého objektu a každého tepelného výměníku je třeba vytvořit individuální srovnání.

6. Závěr

Přestavba koupelen je dobrou příležitostí pro zahrnutí rekuperační jednotky, která může přispět ke snížení potřeby teplé vody v domácnostech. Jejich výhodou je nízká údržba a zcela pasivní provoz bez pohyblivých a mechanických částí. [4]

V souhrnu lze zhodnotit situaci na trhu s vodorovnými a svislými systémy rekuperace tepla následovně. Zatímco svislé systémy jsou si navzájem velmi podobné a také všechny dosahují podobné účinnosti. Dá se zjednodušeně říci, že vertikální systémy se více hodí pro novostavby a že horizontální systémy, které jsou méně invazivní pro vestavbu, se lépe uplatní pro rekonstrukce. Ceny horizontálních systémů jsou přímo závislé na jejich účinnosti. Na trhu je stále ještě prostor pro vývoj roustných, vysoce účinných výměníků, jejichž cena by byla srovnatelná s vertikálními výměníky.

Očekávaná tendence je, že ceny těchto zařízení budou postupně klesat, čím více se jich podá, tak jak jsme tomu byli svědky i u ostatních technologií. Nicméně příklad případové studie ukázal, že ZZTOV jsou nejen ekologické, ale i ekonomické řešení již nyní pro byty s více obyvateli a rodinné domy, které se vyznačují nižší spotřebou TUV než je tomu třeba u sportovišť. Zařízení pro zpětné získávání tepla z odpadní vody šetří energii ve všech budovách stejně a není nikterak vázán a nebo omezen na použití v pasivních domech.

Volba vhodného zařízení je zásadní s ohledem na bez problémový provoz zařízení po dobu jeho životnosti, která je 15–25 let. Měla by vždy být preferována zařízení s co nejvyšší možnou účinností vzhledem k dynamickým jevům, které účinnost zařízení snižují. Volba zařízení s vyšší účinností se vyplatí i při zvýšených investičních nákladech.

7. Literatura

- (1) Kriteria a algoritmy pro certifikaci zařízení pro zpětné získávání tepla z odpadní vody dle PHI, Passivhaus Institut Darmstadt, http://passiv.de/downloads/03_certification_criteria_dwhr_en.pdf
- (2) Matuška, T. Účinnost rekuperačního výměníku odpadní vody není rovna úspoře tepla, ČVUT, <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/14105-ucinnost-rekuperacniho-vymeniku-odpadni-vody-neni-rovna-uspore-tepla>
- (3) Seznam výměníku pro zpětné získávání tepla z odpadní vody certifikovaných dle Passivhaus Institut in Darmstadt, http://database.passivehouse.com/en/components/drain_water_heat_recovery

- (4) Schnieders J., Drain_Water_Heat_Recovery_in_Retro fits, projekt EuroPHit, Passivhaus Institut Darmstadt,
http://europhit.eu/sites/europhit.eu/files/Design%20briefs/EuroPHit_D5.1.12_DWH_R_PHI_b.pdf

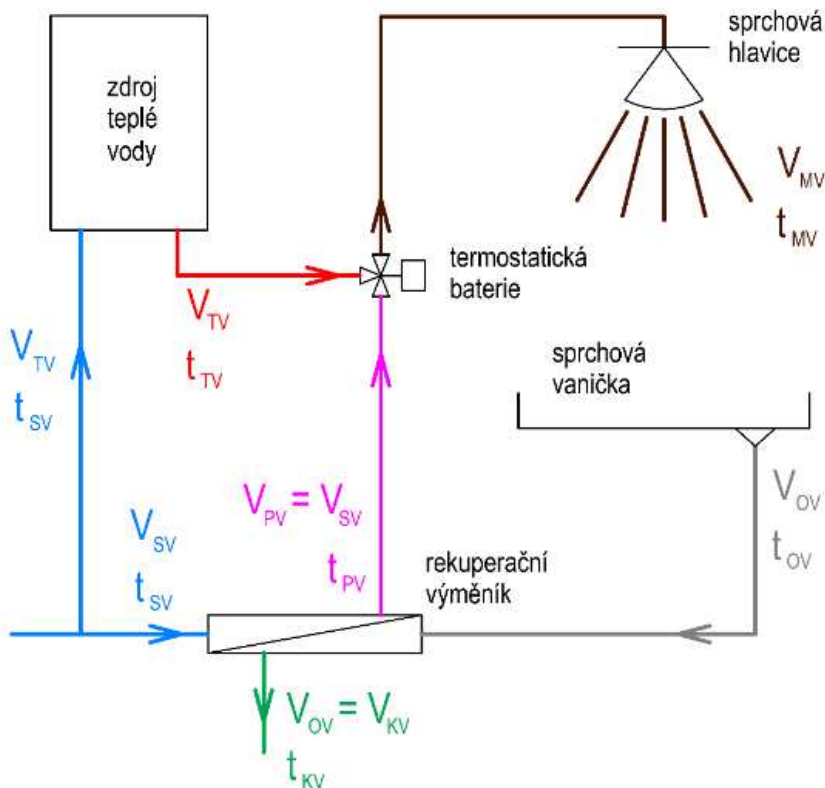
Experimentální hodnocení sprchového rekuperačního výměníku

*Tomáš Matuška, UCEEB ČVUT v Praze
Třinecká 1024, Buštěhrad*

*Roman Vavříčka, Fakulta strojní, ČVUT v Praze
Technická 4, Praha 6
E-mail: tomas.matuska@uceeb.cz*

1. Úvod

Pro zpětné získávání tepla z odpadní vody pro ohřev vody studené se používají více či méně složité rekuperační výměníky voda-voda. Mohou být instalovány centrálně v technické místnosti (u velkých systémů) nebo lokálně v místě odtoku, např. pod sprchovým koutem. Lokální systém zpětného získávání tepla využívá odpadní vodu aktuálně odtékající ze sprchového koutu při sprchování a teplo z ní přenáší přes teplosměnnou plochu do vody studené, která ve stejném okamžiku přitéká do vodovodní baterie. Protože se ve výměníku studená voda ohřeje na vyšší teplotu, pro dosažení požadované teploty smísené vody pro sprchování je potom zapotřebí menšího přítoku teplé vody ze zdroje do vodovodní baterie pro smísení s vodou studenou (předeřítou). To funguje automaticky za předpokladu osazení termostatickou vodovodní baterií s nastavitelnou teplotou, kterou zajišťuje vestavěný termostatický člen. Rekuperační výměníky tedy spoří odběr teplé vody ze zdroje (zásobník, kotel, výměníková stanice, rozvod teplé vody).



Obr. 1 Schéma lokální rekuperace tepla z odpadní vody

2. Účinnost výměníku a úspora tepla

Účinnost rekuperačního výměníku je dána poměrem předávaného výkonu (na jedné nebo druhé straně výměníku) k výkonu teoreticky maximálnímu. Z dosazení do vztahu vyplývá, že účinnost sdílení tepla bude v případě rekuperačních výměníků (zapojených podle obr. 1) záviset pouze na poměru rozdílů teplot [1] podle vztahu

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{\max}} = \frac{t_{PV} - t_{SV}}{t_{OV} - t_{SV}} \quad (1)$$

kde je

t_{SV} teplota studené vody na vstupu do výměníku [°C].

t_{PV} teplota předehřáté vody na výstupu výměníku [°C].

t_{OV} teplota odpadní vody odtékající ze sprchové vaničky do výměníku [°C].

Reálná účinnost rekuperačního výměníku je dána konstrukcí výměníku, především velikostí jeho teplosměnné plochy a způsobem obtékání teplosměnné plochy odpadní vodou. Pokud část teplosměnné plochy je jakýmkoli způsobem umístěna mimo proudění odpadní vody, potom účinnost výměníku samozřejmě klesá. Účinnost také závisí na průtoku, který ovlivňuje přestup tepla na obou stranách teplosměnné plochy. Jak je znázorněno na obr. 1, mezi teplotou výtoku mísené vody ze sprchové hlavice t_{MV} a teplotou vody odcházející z vaničky do odpadního potrubí t_{OV} je teplotní rozdíl Δt , který závisí na teplotě vzduchu ve sprše, teplotě vaničky, intenzitě větrání sprchového koutu, apod. Toto vychlazení vody zpravidla dosahuje od 2 do 5 K.

Při známé účinnosti rekuperačního výměníku η např. z experimentálního měření lze ze vztahu (1) stanovit teplotu předehřáté vody t_{PV} na vstupu do termostatické baterie pro sprchu. Teplota předehřáté vody přímo ovlivňuje přítok teplé vody $\dot{V}_{TV}$ o teplotě t_{TV} ze zdroje teplé vody (zásobník, kotel, výměníková stanice, rozvod teplé vody) pro dosažení požadované teploty mísené vody t_{MV} za termostatickou baterií a to podle vztahu

$$\dot{V}_{TV} = \dot{V}_{MV} \frac{[t_{MV} - t_{SV} - \eta \cdot (t_{OV} - t_{SV})]}{[t_{TV} - t_{SV} - \eta \cdot (t_{OV} - t_{SV})]} \quad (2)$$

kde je

$\dot{V}_{MV}$ objemový průtok mísené vody vystupující z baterie [m³/s];

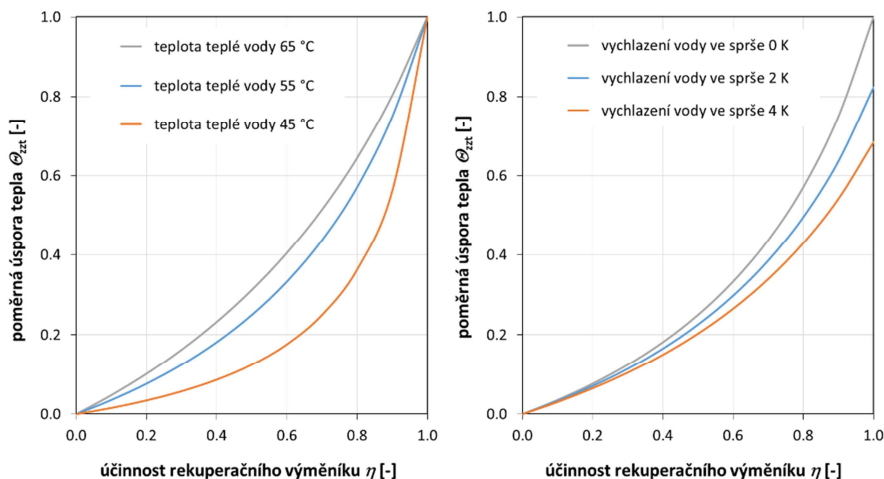
t_{TV} teplota přiváděné teplé vody ze zdroje [°C];

t_{MV} teplota mísené vody v termostatické baterii [°C].

Vyhodnocení poměrné úspory tepla Θ_{ZZT} nasazením rekuperačního výměníku oproti situaci bez rekuperačního výměníku je potom dáno zobecněným vztahem [1] upraveným při zohlednění vychlazení vdy ve sprše $\Delta t = t_{MV} - t_{OV}$

$$\Theta_{ZZT} = \frac{Q_0 - Q_{ZZT}}{Q_0} = 1 - \frac{1 - \eta \cdot \left(\frac{t_{MV} - \Delta t - t_{SV}}{t_{MV} - t_{SV}} \right)}{1 - \eta \cdot \left(\frac{t_{MV} - \Delta t - t_{SV}}{t_{TV} - t_{SV}} \right)} \quad (3).$$

Závislost poměrné úspory tepla na účinnosti rekuperačního výměníku a teplotě teplé vody ukazuje graf obr. 2, který platí pro požadovanou teplotu teplé vody na výstupu ze sprchové baterie 40 °C, teplotu studené vody 10 °C a $\Delta t = 0$ K (optimální bezztrátový případ). Z grafu vyplývá, že **úspora energie instalací rekuperačního výměníku není rovná jeho účinnosti** (pokud není zrovna 100%), ale je významně nižší, navíc je závislá na teplotě přiváděné teplé vody. Například pro teplotu teplé vody 55 °C bude v případě rekuperačního výměníku s účinností 40 % (při daných okrajových podmínkách) poměrná úspora tepla pouze 19 %.

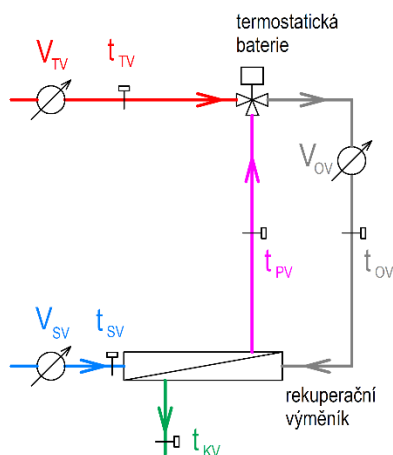


Obr. 2 – Poměrná úspora tepla v závislosti na účinnosti rekuperace, teplotě teplé vody (vlevo) a na vychlazení vody (pro $t_{TV} = 55$ °C)

Graf na obr. 2 (vpravo) pak ukazuje pro podmínky: teplotu teplé vody ze zdroje $t_{TV} = 55$ °C, teplotu mísené vody $t_{MV} = 40$ °C a teplotu studené vody $t_{SV} = 10$ °C reálnou úsporu tepla při nasazení výměníku o dané účinnosti η za předpokladu různého vychlazení vody ve sprše při sprchování. Z grafu vyplývá, že při vyšších hodnotách účinnosti rekuperačního výměníku je poměrná úspora tepla výrazněji závislá na vychlazení vody ve sprše.

3. Laboratorní měření rekuperačního výměníku

Pro experimentální zkoušení rekuperačních výměníků pro odpadní vodu byla v laboratoři Ústavu techniky prostředí, Fakulty strojní, ČVUT v Praze sestavena měřicí trať dle schématu na obr. 3. Trať je osazena ultrazvukovými průtokoměry (Qheat 5 od Qundis) a teplotními čidly do potrubí (PT100 od ZPA). V rámci smluvního výzkumu byl zkoušen konstrukčně jednoduchý a cenově levný výměník (viz obr. 4) určený pro místní rekuperaci tepla podle zapojení na obr. 1. Výměník byl zkoušen v souladu s okrajovými podmínkami metodiky pro certifikaci podle Passivhaus Institut [3]. Pro vyhodnocení účinnosti metodika stanovuje teplotu $t_{ov} = 40\text{ °C}$ a objemový průtok odpadní vody $V_{ov} = 8\text{ l/min}$. Pro následné analýzy byla účinnost vyhodnocována i pro řadu dalších podmínek, např. průtoky odpadní vody V_{ov} od 4 do 17 l/min s krokem 0,5 l/min a pro různé teploty odpadní vody $t_{ov} = 30$ až 42 °C s krokem 2 K. Po nastavení požadovaného průtoku odpadní vody a ustálení teploty odpadní vody byly odečítány hodnoty jednotlivých teplot v intervalu 10 s. Průtoky studené, teplé a odpadní vody byly odečítány v intervalu 1 minuty. Jeden měřicí cyklus trval 10 minut.



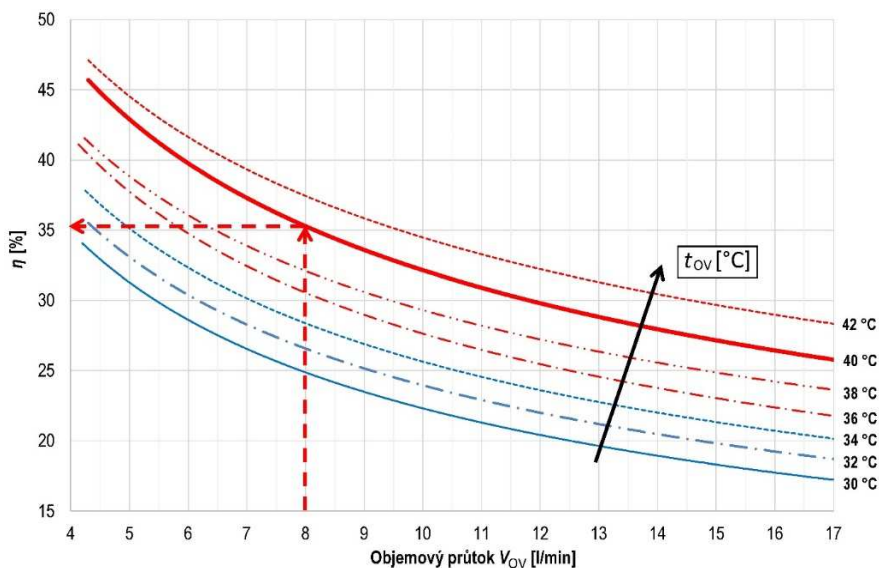
Obr. 3 Schéma zapojení měřicí trati a vlastní trať



Obr. 4 Zkoušený rekuperační výměník

Na obr. 5 jsou uvedeny výsledky laboratorního zkoušení rekuperačního výměníku. Pro vyhodnocení k certifikaci dle PHI je možné z grafu odečíst účinnost výměníku $\eta = 35,3 \%$. To řadí tento výrobek podle tab. 1 do klasifikační třídy pH - certifikovatelný výrobek. Na základě podrobné analýzy vycházející ze zkoušení výměníku byly navrženy úpravy výměníku, které později znamenaly posun do klasifikační třídy pHB - základní výrobek [2].

Experiment navíc ukázal, že s klesajícím průtokem sprchovou hlavici (tj. průtokem vody v odpadním potrubí) účinnost výměníku roste. To je dáno tím, že při nižším průtokem V_{ov} v zapojení podle obr. 3 zároveň výrazně klesá průtok studené vody V_{sv} v rekuperačním výměníku a roste teplota přehřáté vody t_{pv} .



Obr. 5 Grafická závislost účinnosti výměníku na teplotě odpadní vody t_{OV} a průtoku odpadní vody V_{OV}

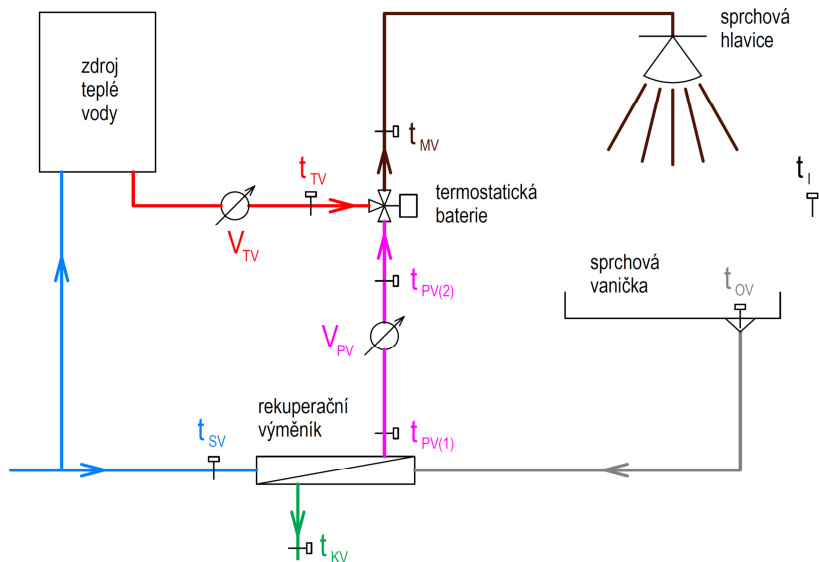
Tab. 1 Hodnocení výrobků pro zpětné využití odpadního tepla dle PHI

$\eta_{\text{stationär}} [\%]$	Třída	Označení
≥ 60	phA+	Velmi pokročilý výrobek
≥ 50	phA	Pokročilý výrobek
≥ 40	phB	Základní výrobek
≥ 30	phC	Certifikovatelný výrobek
< 30	-	Necertifikovatelný výrobek

4. Měření na reálné instalaci v domácnosti

Pro zjištění chování rekuperačního výměníku za reálných provozních podmínek byla v konkrétní domácnosti sestavena měřicí trať. Rekuperační výměník je zde využíván cca 1 rok pro sprchový kout, který se nachází v přízemí rodinného domu, zatímco samotný výměník je umístěn o patro níže pod stropem v suterénu přímo pod sprchovým koutem a je tak přístupný pro instalaci čidel. Pro měření byly instalovány dva indukční průtokoměry (Sitrans MAG, Siemens) a celkem 8 teplotních čidel do potrubí (PT100, ZPA) podle schématu na obr. 6. Sprchový kout má hmotnou keramickou vaničku. Pro porovnání dosažitelné úspory byly zvoleny tři sprchovací sekvence: a) jednorázová sprcha - sprchovací cyklus o délce cca

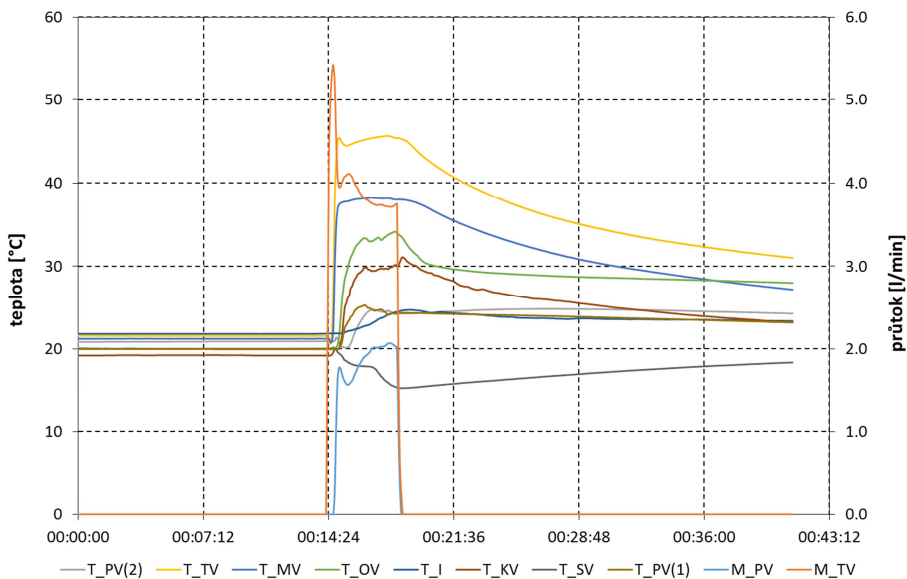
4 minuty začínající ze „studeného stavu“, b) sprcha po sprše - dva po sobě jdoucí sprchovací cykly, každý o délce cca 4 minuty, c) dlouhá sprcha - sprchovací cyklus s délkou trvání více než 10 min. Pro sprchování byla nastavena na termostatické baterii teplota okolo 38 °C. Průtok sprchovací hlavice byl ve všech sekvencích okolo 5.6 l/min. Teplota přitékající teplé vody ze zásobníku se pohybuje na úrovni 45 až 47 °C.



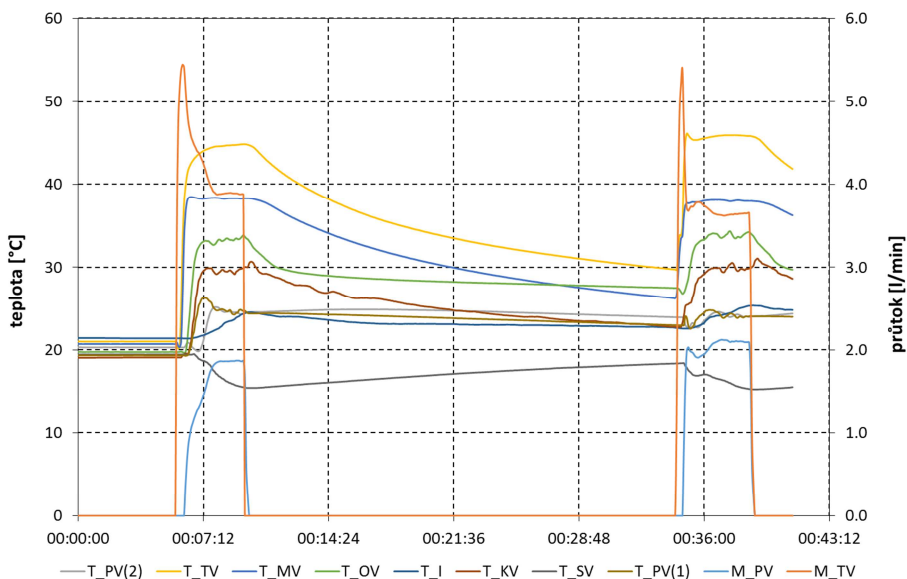
Obr. 6 Schéma zapojení měřicí trati ve sprchovém koutu v domácnosti



Obr. 7 Výměník tepla pod stropem (vlevo, otočeno o 90°), termostatická baterie, průtokoměry a teplotní čidla ve sprchovém koutu (vpravo)

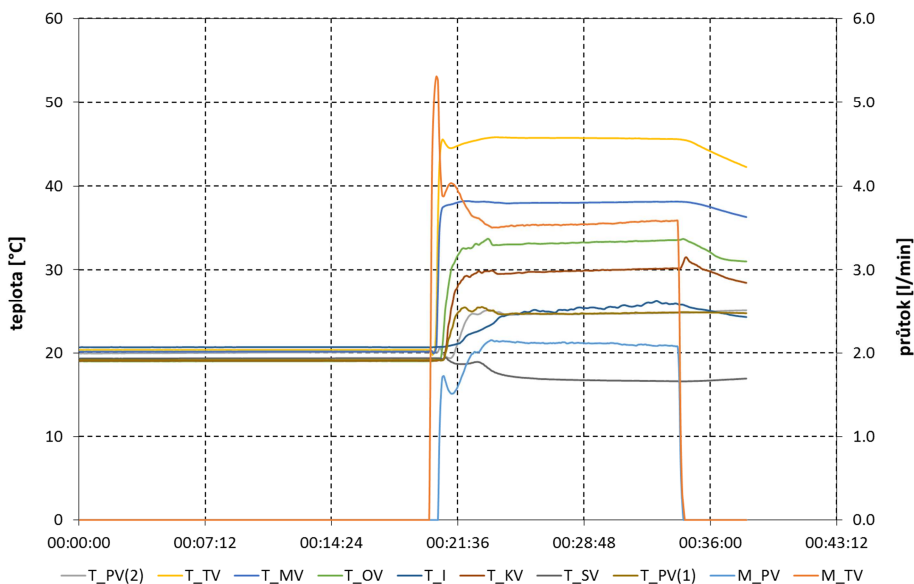


Obr. 8 Naměřené údaje v sekvenci jednorázová sprcha



Obr. 9 Naměřené údaje v sekvenci sprcha po sprše

Na obr. 7 až 9 jsou uvedeny sledované sekvence, ze kterých lze odvodit některé dílčí poznatky. Z rozdílu mezi průběhem průtoku teplé vody a předehřáté vody do baterie je patrné určité dopravní zpoždění reakce výměníku jednak vlivem dopravního zpoždění přívodu teplé vody a také tepelné setrvačnosti cesty vanička-odpadní potrubí-výměník. Je patrný relativně vysoký rozdíl mezi teplotou mísené vody ze sprchové hlavice a teplotou odpadní vody odcházející z vaničky mezi 4 a 5 K. Teplota ve sprchovém koutu se u sledovaných sekvencí pohybuje zpočátku okolo 20 °C, během sprchování roste až na 24 °C. Teplota studené vody se pohybuje 15 a 20 °C.



Obr. 10 Naměřené údaje v sekvenci dlouhá sprcha

Jako úspora ΔQ byla vyhodnocována energie předaná rekuperačním výměníkem natékající studené vodě. Referenční potřeba energie Q_0 bez rekuperačního výměníku byla zpětně stanovena z průtoku, který by byl dodán do směšovací baterie v případě, že by výměník nebyl instalován (natékala by studená voda namísto predehřáté).

Tab. 2 Dosažená poměrná úspora tepla v různých sekvencích odběru

Typ odběru	Q_0 [Wh]	ΔQ [Wh]	Θ_{ZZT} [%]
Jednorázová sprcha	503	52	10
Sprcha po sprše	1077	119	11
Dlouhá sprcha	1870	242	13

V tab. 2 jsou uvedeny výsledky energetické bilance sledovaných sekvencí. Podle předpokladu je nejnižší úspora dosažena pro krátký sprchovací cyklus “ze studeného stavu” zatížený velkou změnou teplot a nejvyšší úspora pro dlouho sprchu s ustáleným provozem.

Teoretické předpoklady lze rámcově porovnat s reálným chováním, přestože nebude zohledněno dynamické chování celého systému zpětného získání tepla. Pro podmínky experimentálního měření na instalaci v domácnosti byla nejprve stanovena z naměřených laboratorních údajů (viz obr. 5) odpovídající účinnost výměníku. Pro teplotu odpadní vody 34 °C a průtok odpadní vody 5.6 l/min (zjednodušeně uvažován jako průtok mísené vody - odpar, vynešení voda na těle koupajícího a zbytek vody ve vaničce po sprchování byl zanedbán) je odečtena účinnost výměníku 33 %. Po dosažení do vztahu (3) se poměrná úspora teoreticky stanovená pro průměrné podmínky měření domácnosti pohybuje na úrovni 9 až 10 % v podstatě ve všech případech sekvencí, což více méně odpovídá experimentálně stanoveným hodnotám (při zohlednění nejistot měření).

5. Závěr

Úspora dosažitelná instalací rekuperačního výměníku v domácnosti vyhodnocená z laboratorního měření při zohlednění reálných podmínek a z měření na reálné instalaci při běžném používání sprchového koutu ukazuje zhruba stejné hodnoty. Každopádně je velký rozdíl mezi vlastní účinností výměníku (udávanou výrobcí) a dosaženou poměrnou úsporou tepla jeho nasazením. Ve sprše dochází k odparu a snížení využitelné teploty odtékající vody a dále k ohřevu celé cesty odpadní vody (vanička, odpadní potrubí, objem rekuperačního výměníku), což jsou ztráty tepla nevyužité k ohřevu přírodní studené vody. Úspora tepla nasazením výměníku, jehož laboratorní účinnost se pro dané podmínky pohybuje okolo 33 %, je v závislosti na podmínkách sprchování (teplota vzduchu, průtok, nastavení teploty, délka sprchovacího cyklu, pořadí cyklu, apod.) okolo 10 %. Navíc je úspora významně závislá na teplotě teplé vody přitékající ze zdroje do sprchové baterie. V případě nátoky teplé vody o

teplotě nižší než 45 °C může dokonce poměrná úspora klesnout až na hodnoty v řádu jednotek procent. Pro běžné použití v domácnostech či hotelových zařízeních tak nevykazuje lokální rekuperační výměník významnou úsporu. Daleko vyšší potenciál mohou mít lokální rekuperační výměníky v aplikacích s častým odběrem teplé vody na jedno sprchovací zařízení a zároveň požadavkem na vysokou teplotu připravované teplé vody (požadavek na ochranu proti legionelle, legislativní nebo smluvní požadavek na teplotní úroveň přiváděné teplé vody). Takovými aplikacemi jsou např. veřejná sportoviště, lázně, koupaliště, apod.

6. Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I č. L01605

7. Literatura

- (1) VAVŘIČKA, R., MATUŠKA, T. Zpětné získávání tepla v oblasti přípravy teplé vody. Vytápění, větrání, instalace, 2016, č. 3, str. 114-199, Společnost pro techniku prostředí.
- (2) MATUŠKA, T., VAVŘIČKA, R. Účinnost rekuperačního výměníku odpadní vody není rovna úspoře tepla. Portál TZB-info, 2016, <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/14105-ucinnost-rekuperacniho-vymeniku-odpadni-vody-neni-rovna-uspore-tepla>.
- (3) Passivhaus Institut – Component database of drain water heat recovery systems http://database.passivhouse.com/en/components/drain_water_heat_recovery

Adaptace budov na změnu klimatu

Ing. Michal Čejka, Šance pro budovy

Na Bělidle 30, Praha 5, CZ-15000

736 767 344, michal.cejka@sanaceprobudovy.cz

1. Úvod

Změny klimatu a jejich dopady nejsou pouze otázkou budoucnosti, ale již nyní musíme čelit jejich nepříznivým projevům. Jedním z hlavních problémů, který se v oblasti střední Evropy projevuje, a do budoucna bude dále dle předpokladů vědců sílit, jsou extrémní výkyvy počasí: vedra a sucha v letních měsících, vlny mrazu v zimě, silné bouřky, poryvy větru a s tím spojené přívalové deště a záplavy.

Oblast adaptace budov na změny klimatu zatím není přes svou důležitost v České republice rozpracována. Projekt adaptace budov na změnu klimatu řešený aliancí Šance pro budovy a podpořený z EHP fondů tedy přináší jedinečné výstupy, které nemá státní správa v tuto chvíli k dispozici. Zároveň je nutné poznamenat, že úspory energie pro provoz budov a chytré řízení dodávek energie, jako jedny ze zřejmých adaptačních opatření, mají další synergické efekty: Jsou také opatřeními mitigačními, snižujícími emise skleníkových plynů, a přispívají omezení geopolitických rizik a dovozní závislosti. Cílem projektu je podpora státní správy (zejména Ministerstva životního prostředí) a samospráv (krajů a měst) v analýze rizik a návrhu opatření v oblasti adaptace budov na změny klimatu, začlenění navržených opatření do Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (případně její pozdější aktualizace, pokud bude schválena před realizací předkládaného projektu) a Akčního plánu k ní a zejména přispět k odborné diskuzi a tím i skutečné realizaci jednotlivých opatření. Výsledkem projektu bude zpracovaný návrh národní strategie adaptace budov na změnu klimatu, který bude prodiskutován se státní správou a zainteresovanými skupinami obyvatel.

2. Shrnutí očekávaných dopadů změny klimatu v podmínkách České republiky

Česká republika bude podle studie Univerzity Karlovy [1] a dalších relevantních studií [2] patřit k oblastem méně postiženým změnou klimatu. I přesto její dopady přivodí řadu problémů, které se budou bezprostředně dotýkat i sektoru stavebnictví a lidských sídel.

- Do roku 2040 se průměrná roční teplota vzduchu na našem území zvýší cca o 1 °C, průměrná roční teplota vzduchu v ČR stoupne do r. 2060 až o 2,5 °C.

- Zvýší se pravděpodobnost výskytu, intenzity i délky trvání souvislých vln extrémně vysokých teplot až na dvojnásobek oproti období do roku 2000.
- Počet tropických dní (nad 30 °C) a nocí (nad 20 °C) vrostе v některých oblastech až na dvojnásobek.
- Počet arktických (maximální teplota během dne nepřesáhne -10 °C), ledových (teplota se během celého dne drží pod bodem mrazu) a mrazových (minimální teplota během dne klesne pod bod mrazu) dnů bude klesat.
- Budou se zvyšovat zimní srážkové úhrny, letní srážkové úhrny budou naopak klesat, významně vzroste počet dnů bezsrážkového období a riziko vzniku sucha, zvýší se riziko vzniku požárů.
- Vzroste riziko příválových dešťů a následných lokálních povodní, zvýší se maximální průtoky, ale nejspíše poklesnou průměrné a minimální průtoky řek, případně bude docházet k úplnému vyschnutí toků.
- Vzroste riziko vzniku městských tepelných ostrovů, tedy městských oblastí se znatelně vyšší teplotou než je v jeho okolí.
- Zvýší se četnost extrémních povětrnostních jevů (vichřice, tornáda).

3. Souhrn opatření adaptujících stavby na změnu klimatu

Mezi základní adaptační opatření patří vysoce izolovaná obálka budovy, prevence proti letnímu přehřívání interiéru, účinné a efektivně navržené technické systémy, využití šedých vod včetně přírodně blízkého hospodaření s dešťovou vodou a vhodně navržený parter budovy, který zmírní negativní dopady klimatických změn v jejím nejbližším okolí. Opatření adaptující stavby na změnu klimatu jsou popsána obecným způsobem se snahou zohlednit jejich vzájemné synergické vlivy. Podrobnější informace k jednotlivým opatřením a příklady správné praxe jsou uvedeny v dílčích rešerších [3] [4] [5] [6] doprovázejících celou studii [7].

Budova adaptovaná na změnu klimatu by měla být realizována s kvalitní, vysoce izolovanou obálkou budovy, zajišťující nejen velmi nízkou spotřebu energie na vytápění v zimě a chlazení v létě, ale i vysokou celoroční stabilitu vnitřního prostředí objektu (včetně případu přerušení dodávky tepla a chladu). Míra prosklení jednotlivých fasád objektu a akumulační schopnosti budovy mají umožňovat získávání energie ze slunečního záření v zimních měsících, ale současně předcházet nadměrné tepelné zátěži v letních měsících.

Nutností aplikace systému chlazení je vhodné předcházet vhodným zasazením budovy do krajiny, využitím okolní zeleně, koncepčním návrhem samotné stavby, volbou materiálů a

barevností jednotlivých konstrukcí uvnitř i vně budovy, vnějším stíněním prosklených částí a využitím možností nočního předchlazení. Je-li pro dané funkční využití objektu i po realizaci těchto opatření návrh chladicího systému nezbytný, je vhodné hledat optimální řešení z pohledu investičních nákladů, energetické náročnosti systému a uživatelského komfortu. V rámci celkového energetického konceptu je vhodné zajistit pokrytí části potřebné energie místními obnovitelnými zdroji energie. Pro stabilní a kvalitní vnitřní prostředí je důležitá instalace systému řízeného větrání s rekuperací tepla.

Mimo zajištění nízké energetické náročnosti budovy adaptované na změnu klimatu, musí její koncept obsahovat i systém šetrného hospodaření s vodou. Důraz je kladen na snížení spotřeby pitné vody a její významné nahrazení šedou či dešťovou vodou. Má být umožněna dostatečná retence vody pro delší časové období bez srážek a na druhou stranu zajištěna schopnost pojmout přívalový déšť. Spotřebu dešťové vody a recyklaci použité pitné vody lze řídit pomocí filtračního zařízení, jež umožní vícenásobné využití vody. Důraz by měl být kladen na využití a případné zasakování vody v místě dopadu srážek s minimalizací nároků na její odvod kanalizací. Dešťová voda může být využívána k zavlažování zeleně vnitrobloků a zahrad či postřikům zpevněných ploch v letním období.

Mimo adaptační opatření mající vliv na samotnou budovu, musí návrh objektu obsahovat i prvky ovlivňující mikroklima v jeho okolí. Takovými prvky jsou např. vegetační plochy a vzrostlé stromy či integrace vegetace přímo na budově formou zelených střech či fasád. Zpevněné plochy s vysokými akumulacími schopnostmi je vhodné stínit (např. zelení) a doplnit je o volně přístupné vodní prvky (fontány, dešťová jezírka, pítka, apod.), případně je z větší části nahradit půdou či plochami umožňujícími přirozené zasakování vody co nejbližše jejímu dopadu. Důležitou součástí prevence tepelných ostrovů ve velkých aglomeracích je i volba barevnosti povrchů a jejich odrazivosti.

4. Specifika přístupu novostavby / renovace

4.1. Novostavba

Téměř neomezené tvůrčí možnosti v případě návrhu a realizace novostaveb nekladou významnou technickou a ekonomickou bariéru výstavbě budov adaptovaných v plném rozsahu na změnu klimatu. Omezujícími faktory návrhu novostavby jsou charakter pozemku (svah, hustě zastavěné území, proluka, apod.) a místní územně plánovací regulace. I přesto se lze, až na výjimky, těmto omezením přizpůsobit úpravou koncepčního řešení objektu.

Těžiště hospodárného návrhu novostavby leží na bedrech koncepčního architektonického návrhu v počátečních fázích přípravy projektové dokumentace – tzn. ve studii. Nevhodné

zvoleným konceptem stavby se významně zvyšuje nákladovost a snižuje možný rozsah aplikace adaptačních opatření.

V principu nesmí novostavba zatížit své okolí vlivy zhoršujícími adaptaci sídla na změnu klimatu. Naopak, nová budova by měla vzhledem k velké šíři možných realizovatelných opatření překračovat rámec požadavků platné legislativy a vyvažovat omezené možnosti použitelných opatření v případě renovací stávajících budov. V případě novostaveb je možné aplikovat všechny principy adaptačních opatření s maximálním možným efektem a současně minimálními investičními vícenáklady.

4.2. Renovace

Přízpůsobení se změně klimatu ve stejném rozsahu jako v případě novostaveb je u renovací buď nemožné, nebo podmíněné vysokými investičními náklady. U renovací tak bude vždy hledán způsob, jakým dosáhnout optimálního poměru mezi zmírněním následků souvisejících s klimatickou změnou na budovu a přípustnou vyšší investičních nákladů.

Celková renovace

Jedná se o renovaci objektu zahrnující koncepční, dispoziční a konstrukční úpravy, v rámci které lze aplikovat ucelená opatření s vysokým vlivem. Aplikovaná opatření jsou ekonomicky efektivnější, protože mají vyšší účinnost, využívají synergických vlivů a koncepčních změn. Současně je možné vybírat investičně dostupnější řešení ze širší palety technologických možností. Tento způsob renovace však vyžaduje vysokou počáteční investici, což bude u některých vlastníků hlavní bariérou pro tento přístup.

Dílčí renovace

Jedná se o objekty s právně či konstrukčně omezenými možnostmi realizace komplexních opatření (např. památková ochrana, omezení prostorových možností, apod.). V případě objektů bez těchto omezení představuje dílčí řešení nižší míru investice s ohledem na nekomplexnost řešení (kromě chybějících koncepčních opatření často není přístupováno k úpravě interiéru a konstrukčního systému, instalaci řízeného větrání s rekuperací, renovaci celé obálky budovy, apod.), případně rozložení celkové renovace do delšího časového úseku (postupnými kroky). Jednotlivé dílčí kroky renovace musejí být plánovány tak, aby realizací jednoho opatření nebyla zablokována efektivní realizace opatření následujícího.

Dílčí renovaci často nelze zajistit adaptaci stavby na změnu klimatu v dostatečné míře, lze jen omezit následky klimatických jevů dle finančních možností stavebníka. Zpravidla je její

ekonomická efektivita horší, protože lze vybírat jen z omezeného počtu opatření s celkově nižším vlivem.

Přesto existuje i v oblasti dílčích opatření optimální řešení s parametry vysoké konečné kvality. Tím je odvíjení dílčích renovací od komplexního návrhu – dílčí renovace pak budou časově oddělenými etapami plnit konečný cíl, kterým je komplexní řešení. Tento přístup vyžaduje mírně vyšší investici do sofistikovanější přípravy (na počátku je třeba navrhnout komplexní řešení a z něho vyčlenit první dílčí etapu vzájemně provázaných opatření, jejíž základ tvoří obvykle nejúčinnější opatření z komplexního řešení).

5. Závěr

Do popředí návrhu novostaveb a renovací se tak současně s tématem jejich adaptace na změnu klimatu, dostává i důraz na kvalitní koncepční přístup od prvních skic. Tento způsob řešení, by měl být do budoucna upřednostněn před dnes často využívaným spoléháním se na dokonalost technických systémů, které zakryjí koncepční chyby v návrhu.

Důležitým faktorem uplatnění adaptačních opatření v praxi je vzájemné propojení a spolupráce různých specialistů ve fázi předprojektové přípravy. Již v těchto počátečních fázích je třeba optimalizovat vlivy jednotlivých opatření a vzájemně koordinovat různé specializované profese. Tento přístup není v současnosti běžný (specialisté jsou k projektu přizváni až v pokročilých fázích projektové přípravy). Lze tak předpokládat zvýšení požadavků na odbornost a ucelenost přístupu u projekčních a realizačních společností, i v jejich vzájemné spolupráci.

Zpracováno v rámci projektu „Národní strategie adaptace budov na změnu klimatu“ podpořeného grantem z Islandu, Lichtenštejnska a Norska.



6. Literatura

- (1) Mgr. Michal Belda, Ph.D., doc. RNDr. Petr Pišoft, Ph.D., Mgr. Michal Žák, Ph.D. - Katedra fyziky atmosféry Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Výstupy regionálních klimatických modelů na území ČR pro období 2015 až 2060, Praha 2015
- (2) Glopolis, o.p.s., Rešerše Klimatických modelů a studií dopadu změn klimatu, Praha 2015

- (3) Ing. Kateřina Mertenová Ph.D., Ing. Arch. Martin Augustin, Ph.D., Rešerše - Stavby adaptované na změnu klimatu, 10/2015
- (4) Ing. Miloš Lain, Ph.D. - Univerzitní centrum energeticky efektivních budov, ČVUT v Praze, Energeticky efektivní chlazení budov, 2015
- (5) Ing. Karel Plotěný, Ing. Adam Bartoník, ASIO, spol. s r.o., Rešerše – hospodaření s vodou, 8/2015
- (6) Ing. Štěpánka Lubinová, Sdružení výrobců stínící techniky a jejích částí, Stínící prvky a jejich účinnost, říjen 2015
- (7) Ing. Michal Čejka, Ing. Jan Antonín, Šance pro budovy, Návrh opatření pro adaptaci budov na změnu klimatu, říjen 2015

Přidaná hodnota zelených střech

Vojtěch Hrachovina

1. ÚVOD

Význam zelené střechy sahá daleko dál než jen do stavebních oborů. Dokonalé pochopení funkce zelených střech nevyžaduje pouze pokročilé znalosti z technických disciplín, ale také zpracování informací z mnoha oborů, kterých se existence zelených střech dotýká. Pokud se podíváme na dopad vegetačních střech na celek, dozvíme se o určitých výhodách, kterými zelené střechy disponují oproti klasickým plochým střechám. Smyslem tohoto příspěvku je zhodnotit dosavadní poznatky a studie o vegetačních střechách a zhodnotit existenci určité přidané hodnoty ozelenění, která vyplýne ze srovnání zelené střechy s klasickým typem zastřešení jednoplášťové ploché střechy. Posuzovanými veličinami byly trvale udržitelná výstavba, technika prostředí, retence srážkových vod, pohlcování emisí a estetika. Další součástí je pak dotazníkové šetření zkoumající povědomí a motivaci veřejnosti v ČR stavět zelené střechy.

Vegetační střechy velmi pomáhají velkým světovým metropolím, které trpí v důsledku velké dopravní zátěže, geometrie (členitost povrchu) a materiálů povrchu v letních měsících přehříváním center (New York City, Boston, Chicago, Toronto, Vancouver, městský stát Singapur, ad.). Většina těchto metropolí se o přidané hodnotě vegetačních střech přesvědčila na vlastní kůži. Následně pak některá města zakotvila vegetační střechy do legislativy nebo zvolila strategii podpory formou daňových zvýhodnění či dotací.

V New York City jsou zelené střechy velmi rozšířené. Jejich použití zvýhodňuje sleva na dani pro majitele ozeleněných objektů (min. pokrytí objektu zelenou střechou je 50%). Úleva na dani se udává na 48USD/m² zelené střechy, maximálně může činit 100 000USD.

Mimo ozelenění střech se v NYC v letech 2009 až 2011 použilo ozelenění také pro revitalizaci staré nadzemní dráhy (Highline, západní část Manhattanu, délka 2,3 km), na které je dnes vysázena parková zeleň a slouží jako komunikace pro pěší. Ze zapomenutého brownfieldu se tak stala nová ozeleněná promenáda, která mezi Newyorčany nachází velkou oblibu.

Příkladem města kde je použití vegetační střechy zakotveno v legislativě je Toronto. Požadavek města Toronto platí pro všechny industriální, státní, komerční a rezidenční budovy s plochou větší než 2000 m². Stanovuje povinné % pokrytí půdorysné plochy vegetační střechou. Pro nejmenší plochy 2000 až 4999 m² nařizuje 20%, škála končí 60% pro objekty s plochou nad 20000 m².

V německém Darmstadt vlastníci zelené střechy obdrží dotaci 5000€. Dánské hlavní město Kodaň nařizuje ozelenění všech nových střech se sklonem $< 30^\circ$.

V době expanze rozlehlých nízkopodlažních hal se přichází také na to, že zelené střechy mohou zmírňovat dopady efektu Urban Sprawl, kdy se zástavba rozšiřuje do volné krajiny (logistická centra, nákupní centra ad.) tím, že zabranou půdu nahradí zpátky ve střechní konstrukci objektu.

2. SPECIFIKA NÁVRHU ZELENÉ STŘECHY

2.1. Nosná konstrukce

Návrh nosné konstrukce musí být proveden s vědomím, že střešní konstrukci tvoří zelená střecha. Důvodem jsou zejména statické účinky vyvozené vegetační vrstvou zelené střechy, která reprezentuje značné přídavné zatížení. Přetížení vegetační vrstvou se promítne do vyšších dimenzí vodorovných a svislých prvků. S mezními stavy použitelnosti a únosnosti musíme uvažovat takové zatížení, které předpokládá nejnepříznivější působení na konstrukci, u vegetační střechy se jedná zejména o substrát, který je trvale ve styku s vodou a mění svou objemovou hmotnost.

Plošné hmotnosti vegetačních vrstev kolísají v závislosti na typu ozelenění (každé vyžaduje různou hloubku substrátu viz. Tab. 1). Důležitá je představa o údržbě a budoucím stavu vegetace, je také žádoucí zohlednit variantu kdy nebude o zeleň pečováno a nekontrolovatelně začne narůstat její hmota oproti původnímu plánu.

Stálé zatížení vegetačních střech

DRUH VEGETACE	TL.SUBSTRÁTU [cm]	ZATÍŽENÍ [kN/m ²]
Extenzivní (skalničky)	2 - 10	0,01 – 1
Extenzivní (včetně drenáže)	6 - 8	0,08
Extenzivní (plné nasycení substrátu vodou)	10	1
Trávník a trvalky	13 - 15	1,5 – 2
Vegetace o výšce 0,5m	16	2,7
Trvalky a traviny	15 - 20	2,7
Trávník a keře o výšce do 1m	20 - 26	3,4
Keře o výšce 1 až 3m	30 - 36	4,8

Nahodilé zatížení střech představují osoby, sníh, teplotní zatížení a vítr. Dle přístupu osob střechy rozdělujeme na nepřístupné (extenzivní střechy, rovnoměrné nahodilé zatížení $q_k = 0,75 \text{ [kN/m}^2\text{]}$), přístupné (obytné plochy, obchodní prostory) a se zvláštním provozem (helip-ort). Postup výpočtu zatížení sněhem stanovuje ČSN EN 1991 – 3, zahrnuje vliv sněhové oblasti (I až V) a vliv tvaru střechy.

Zatížení větrem stanovuje ČSN EN 1991 – 4. Vegetační vrstva zelené střechy působí svou hmotností proti sání větru a současně tvoří stabilizační vrstvu. Při použití stromů je dobré brát na vědomí, že přenášejí zatížení větrem a vzniká účinek momentové dvojice (jedna část kořenů tlačí, druhá zvedá vegetační vrstvu), která by se měla do výpočtu zatížení větrem zahrnout. U ostatních ozeleněných střech se díky drsnosti povrchu (vlivem ozelenění) tlak větru částečně vyrovnává.

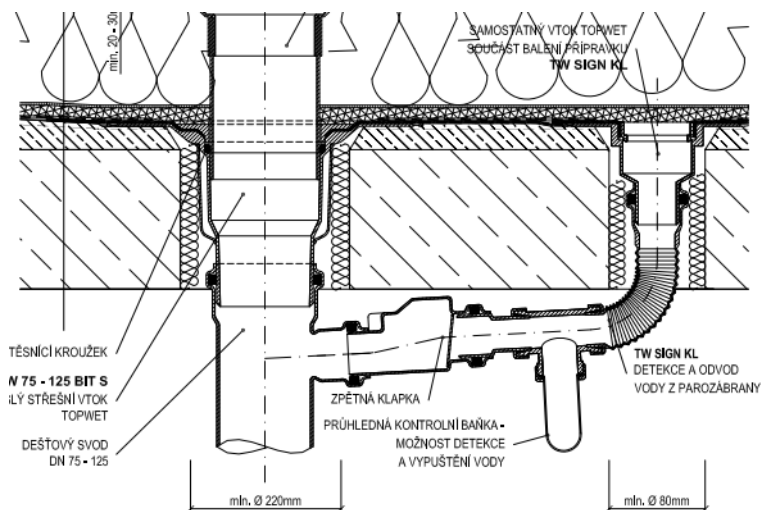
Pokud je konstrukce vystavena klimatickým změnám (krátkodobé velké změny teplot) pak posuzujeme zatížení teplotou. Konstrukce má pod vegetačním souvrstvím stálou teplotu. Vlivem tepelné setrvačnosti substrátu dochází k dobré akumulaci tepelné energie, velké teplotní výkyvy jsou pak vyloučeny.

2.2. Parozábrana

Správný návrh parozábrany a tepelné izolace ověříme dle požadavků v ČSN 73 0540 – 2:2011 Tepelná ochrana budov, Část 2 upřesňuje požadavky na oblast šíření vlhkosti konstrukcí.

V problematice odparu kondenzátu je důležité brát na vědomí zhoršený odpar vlivem nepřístupnosti slunce do konstrukce vlivem vegetační vrstvy.

Často se parozábrana pojmenovává jako pojistná hydroizolace. Pojistná HI pojímá vodu, která byla buď zkondenzována, nebo došlo k nežádoucímu zatečení do střechy, proto je předpokladem použití tohoto pojmenování řádné odvodnění vrstvy, spočívající ve vyspádování pojistné vrstvy ke vtoku a v ideálním případě použití přidavného odvodňujícího systému.



Odvodnění pojistné hydroizolace

2.3. Tepelně izolační vrstva

Tloušťka a typ aplikovaného tepelného izolantu má největší vliv na tepelně technické parametry celého souvrství. Vegetační vrstva se při tepelně technických výpočtech zanedbává, protože je ve styku s vodou (systémovou hranici obálky budovy tvoří izolace). Z hlediska tepelné techniky je při projektování vegetační střechy (stejně jako klasické ploché střechy) hlavním cílem navrhnout takovou skladbu střechy, která zajistí dosažení požadovaného stavu vnitřního prostředí a současně příznivého tepelně-vlhkostního režimu střechy při daných parametrech vnitřního a vnějšího prostředí. Řídíme se požadavky platných technických norem (ČSN 73 0540 – 2:2011 Tepelná ochrana budov, Část 2 (tzn. $U_{REQ} = 0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$, $f_{Rsi} < f_{Rsi,m}$)).

U navržené konstrukce vegetační střechy je nutné prokázat splnění požadavků norem na hodnotu součinitele prostupu tepla $U_{REQ} = 0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ (střecha plochá a šikmá se sklonem

do 45°). Součástí posouzení je i splnění požadavků teplotního faktoru vnitřního povrchu, normový faktor $F_{Rsi,m}$ závisí na relativní vlhkosti vzduchu (80% - výskyt plísní, 100% - povrchová kondenzace). $F_{Rsi} < F_{Rsi,m}$. Ověření požadavků na množství zkondenzované vodní páry viz ČSN 73 0540 – 2:2011.

Správnou volbou parametrů a umístění izolace můžeme velmi razantně ovlivnit bezporuchový provoz a trvanlivost střechy i prostoru, nad kterým se plánovaná střecha nachází. V minulosti se tepelně izolační vrstva umísťovala tradičně pod hydroizolační vrstvu anebo obráceně – ležela pod substrátem. Jak se ukázalo, ze zkušeností **inverzní střecha není spolehlivým řešením**. Pod izolační vrstvou jsou vhodné podmínky pro rozvoj kořenového systému rostlin (stálá teplota a vlhkost) což může vést k tomu, že růst kořenů bude dál postupovat nahoru do tepelné izolace, naruší její strukturu a izolace ztratí izolační vlastnosti.

Při volbě materiálu tepelně izolační vrstvy je nutné se soustředit na **pevnost izolantu v tlaku**. Materiál musí být odolný proti stlačení vrstvami nad ním. Vhodné jsou stabilizované tepelně izolační desky z pěnového polystyrenu např. EPS 150S – pevnost při 10% stlačení je 150 kPa. Doporučeným postupem při volbě izolace je provést posouzení výpočtem a ujistit se zda navrhovaný izolant vyhoví na namáhání v tlaku vyvozené vrstvami ležícím nad ním.

2.4. Hydroizolační vrstva

Nežádoucím vlivem působícím na vodotěsnost hydroizolace je prorůstání kořenů z vegetační vrstvy. Jádrem problému prorůstání kořenů je přítomnost biologických organismů na konci kořenů, které rozkládají živinovou hmotu. Pak tedy vzniklou netěsností v hydroizolační vrstvě pronikne voda, vlhkostní senzor špičky kořínku rostliny ihned zafunguje a dochází k prorůstání. Dobře funguje opatřit hydroizolaci herbicidy, které prorůstání zabraňují.

K případným opravám při poruchách hydroizolačního souvrství nemůže dojít z důvodu přítomnosti vegetační vrstvy. **V návrhu se tedy hydroizolace předimenzovává.** Vegetační vrstva však vytváří ochranu vrstev ležících pod ní a tím prodlužuje jejich životnost.

Za zvážení stojí použití fólií z měkčeného PVC, jelikož životnost takové fólie může být v zelených střechách zkrácena vlivem **biokoroze**. Pokud se materiál mPVC dostává do styku s cizím nekompatibilním materiálem typu EPS nebo v případě vegetačních střech případné nečistoty ve formě mikrobiologických činitelů, může dojít k migraci změkčovadla a postupnému zmenšování tloušťky fólie. Poznávacím znakem bývá postupné odhalování výztužné mřížky. Takový to proces vyústí v degeneraci fólie, která vede k brzké ztrátě její pevnosti a vodotěsníkové funkce.

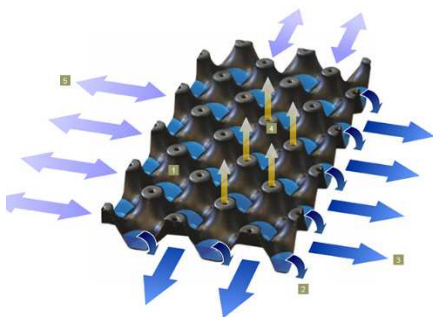
Použití měkčeného PVC přináší větší riziko jak u obrácené střechy, tak u vegetační střechy s klasickým pořadím vrstev. V obrácené střeše eliminujeme biokorozi přidáváním separač-

ních vrstev z netkaných textilií pro oddělení EPS od mPVC. Vyrží však netkaná textilie po celou dobu životnosti střechy? Ve vegetační střeše můžeme spekulovat o tom, jestli se nečistota dostane přímo k hydroizolačnímu souvrství. Praktické zkušenosti tomu nasvědčují. Doposud je problematika biokoroze fólií nedostatečně prostudována a tak zbývá jako bezpečné řešení místo mPVC aplikovat ostatní typy hydroizolačních materiálů.

2.5. Ochranná vrstva

Při výběru asfaltových pásů do hydroizolačního souvrství je žádoucí opatřit celé souvrství ochrannou vrstvou, která zabráňuje protlačení nopů drenážní vrstvy do hydroizolace, v tomto případě spolehlivě funguje netkaná textilie. Ochranná vrstva také někdy může fungovat jako vrstva, která zamezuje prorůstání kořínků. Předpokladem je pak ale použití PVC folie, která zamezuje prorůstání. Tato vlastnost ochranné vrstvy se vyžaduje, pokud provádíme ozelenění střechy a původní hydroizolační souvrství není proti prorůstání odolné.

2.6. Drenážní vrstva, hydroakumulační vrstva



Perforovaná nopová drenážní rohož

Úkolem drenážní vrstvy je podržet vodu, odpařit nebo pomalu odvést do vtoku, pokud je však zabudována v tzv. retenční střeše tak pouze zachycuje vodu (max do 2/3 výšky nopu), která se používá pro závlahu. Protože zadržuje vodu, je někdy také nazývána hydroakumulační vrstvou. Svůj podíl má i na ochraně hydroizolačního souvrství.

Použitým materiálem obvykle bývá drenážní rohož, která může být tvořena např. nopovou nebo smyčkovou fólií, méně se pak používají násypy z lehkého kameniva o hrubé zrnitosti (drcený keramzit, expandovaná břidlice ad.) Dalším provedením může být drenážní deska, která výrazně odlehčí celou konstrukci. Sortiment drenážních desek tvoří kaučukové nopové desky, tvarované desky z tvrzeného nebo pěnového plastu s horní stranou opatřenou drážkami pro odvod vody. Odvod vody bývá často řešen pomocí perforace. Při volbě materiálu drenážní vrstvy je dobré vzít v úvahu jeho chemické vlastnosti, které mohou ovlivňovat složení odváděné vody. Vysoké pH násypů z lehkých kameniv (6 až 8,5) může kompenzovat kyselé deště. Naopak nežádoucí je přítomnost uhličitů (recyklovaná betonová drť, vápenkové šterky).

2.7. Filtrační vrstva

Drenážní vrstva má být pokryta filtrační vrstvou (netkaná textilie), která zabraňuje vyplavování substrátu z vegetační vrstvy a tím brání ucpání drenážní vrstvy. V historii se jako materiál používaly šterkové násypy, jejich nevýhodou byla vysoká hmotnost. V současné době nachází uplatnění netkaná textilie, která se pokládá zvláště na drenážní vrstvu nebo je integrovaná v drenážní vrstvě. Důležitým parametrem textilie je její vodopropustnost a umožnění prorůstát kořenům rostlin.

2.8. Substrát

Účelem návrhu substrátu je dosažení souladu substrátu a vegetace. Substrát musí rostlinám umožnit zakořenit, nést rostliny (výška substrátu) a poskytovat jim živiny ze svých zásob. Abychom docílili těchto požadavků, postupujeme substrát řadou zkoušek. Zkoumáme fyzikální a chemické vlastnosti. Pokud prodejce prodává substrát pod názvem střešní substrát, zavazuje se k dodržení limitů stanovených ve vyhlášce Hodnocení střešních substrátů a jejich zařazení do systému typových substrátů 131/2014 Sb. Tato vyhláška udává max. přípustné limity fyzikálních a chemických vlastností substrátu. Její vznik by měl přispět k používání kvalitních substrátů do vegetačních střeš.

Fyzikální parametry substrátu výrazně ovlivňuje jeho zrnitostním složení, které udává zastoupení pórů různé velikosti a má dopad na další důležité vlastnosti jako je retence, obsah vzduchu a drenážní schopnost. Dobrou radou pro složení substrátu je použití částic max. velikosti 12 mm, pro střechy s mocností substrátu do 10 cm. U větších mocností substrátů se doporučují částice s max. velikosti 16 mm.

Střešní substrát	MVK (% obj.)	Vzduch při MVK (% obj.)	Kfmod* (mm/min)	Kfmod** (mm/min)
extenzivní	35–65	>10	0,6–70	8–70
intenzivní	45–65	>10	0,3–30	5–30
jednovrstvý extenzivní	20–65	>10	60–400	–
jednovrstvý intenzivní	30–65	>10	60–400	–

* doporučení podle FLL, **doporučená změna rozsahu podle VÚKOZ

3. VZTAH K MIKROKLIMA

Tepelné toky ovlivňující mikroklima ve vegetační střeše:

3.1. Infračervené záření (dlouhé vlnové délky)

Odražené infračervené záření z listů do okolního prostředí

Infračervené záření mezi povrchem substrátu a olistěním

Infračervené záření o dlouhých vlnových délkách je delší než viditelné světlo, jehož část je pohlcena a část rovněž vyzařena zpátky do atmosféry.

3.2. Evapotranspirace

Opařování vody z listů a substrátu = evapotranspirace tzn. odnímání energie latentního tepla ve vzduchu vlivem fázové přeměny vody na páru = princip pasivního chlazení (vývin latentního tepla), která roste s LAI (leaf area index), intenzitou světla, vlhkostí - směšovacím poměrem vzduchu, rychlostí větru, dále se snižující se průduchovou rezistencí jednotlivých rostlin

Význam vegetační střechy coby pasivního chlazení se zvyšuje s počtem denostupňů na chlazení, tedy v místech s celoročně převažující vysokou teplotou venkovního vzduchu (subtropická a tropická pásma).

3.3. Konvekce

Okolí a vzduchová vrstva mezi vegetací

List - okolní vzduch

Vedení tepla v substrátu – v závislosti na obsahu vlhkosti ($\lambda_{\text{vlhký substrát}} = 0,7 \text{ W/m.K}$)

Tepelný tok střešní konstrukcí z exteriéru do interiéru (popř.: z int. do ext.)

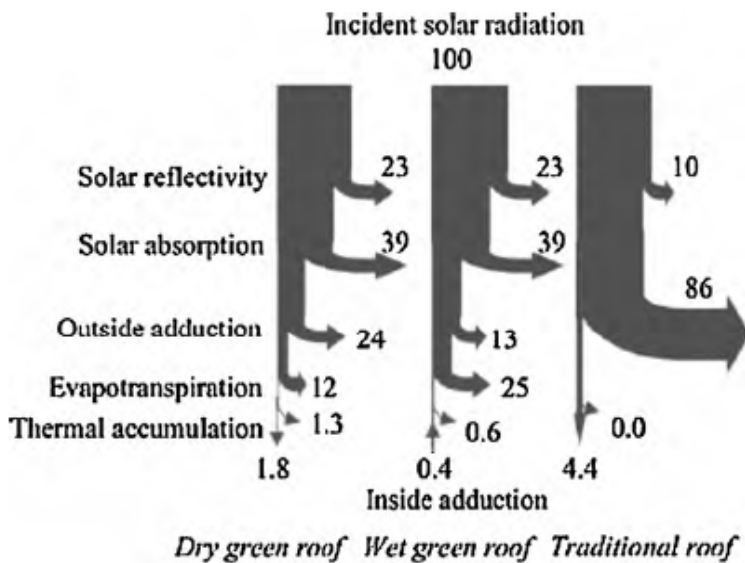
Ozeleněním střechy zvětšujeme tepelnou kapacitu celé střešní konstrukce ve srovnání s klasickým typem střechy. Vegetační vrstva pak tedy tvoří masu s delší tepelnou setrvačností a následně přispívá k tepelné stabilitě prostor pod střechou (pokud se bavíme o intenzivní střeše). Akumulační vlastnost vegetační vrstvy přispívá rovněž k úsporám energií v případech s delším přerušením zátopy a v letních měsících snižuje tepelnou zátěž při chlazení kdy, velká intenzita sluneční radiace v poledních hodinách nedokáže nárazově ohřát substrát, který je ještě částečně vychlazen z nočních hodin.

3.4. Sluneční záření (krátké vlnové délky)

Odraz slunečního záření a absorpce na povrchu substrátu

Odraz slunečního záření a absorpce na povrchu listů

Na střešní plášť působí radiace o krátké vlnové délce, kterou máme na mysli sluneční záření. Část sluneční radiace je zpátky odražena do atmosféry vlivem reflektivity povrchů zelené střechy, zeleň je tmavé barvy, tudíž pohlcuje většinu sluneční záření, pohlcená energie a intenzita světla zajišťují evapotranspiraci, zelená střecha odráží 20 – 30% sluneční radiace.



Distribuce sluneční radiace dle typu střechy

3.5. Úspory energie

Efekt zelené střechy z hlediska úspory energií objektu, záleží na váze její ztráty prostupem tepla na celkové ztrátě objektu záleží dle vzorce $Q = U \cdot A \cdot (t_i - t_e)$, snižuje se s kvalitou tepelné technických parametrů ostatních konstrukcí a s její zmenšující se plochou.

Střecha s odrazivým povrchem dosáhla při úspoře v chlazení lepších výsledků, než zelené střechy. V zimním období však vykazovala nejhorší výsledky ze všech, jelikož svou dobrou reflektivní funkcí nepřipouští v zimě žádoucí tepelné zisky.

Zelené střechy mohou snížit tepelný tok střechou v létě až o 70-90% a v zimě o 10-30%. Zelená střecha odráží 20 až 30% sluneční radiace a absorbuje 60% skrze fotosyntézu, zatímco pod 20% tepla je předáno do rostoucího média – substrátu.

Evapotranspirace tvoří v zimním období tepelnou ztrátu, z hlediska úspory tepla zvítězily v zimě rozchodníkové střechy.

S celoročně převažujícím a rostoucím počtem denostupňů na vytápění se snižuje tepelně-technický efekt zelené střechy, v této chvíli jsou důvodem pro její výstavbu estetické vlastnosti, schopnost pohlcovat škodlivé látky z ovzduší a dobrá retence srážkových vod.

4. VZTAH K VENKOVNÍMU KLIMA

Zelená střecha pomáhá snižovat přehřívání světových velkoměst. Pokud se po jejich vzoru v českých městech začne více koncentrovat výstavba a přijde globální oteplování, pomůžou v této oblasti i u nás.

Zelené střechy umožňují snižování koncentrace škodlivin (O_3 , NO_2 , CO_2 , SO_2). Efektivně působí tam, kde existuje vysoká koncentrace škodlivin a nelze vysadit zeleň.

Snížení znečištění vzduchu sekundárně působí na zvětšení biodiverzity a zemědělské výnosnosti.

5. ŽIVOTNÍ CYKLUS VEGETAČNÍ STŘECHY

Vyšší životnost střechy (cca 40 let) je podmíněna kvalitním návrhem a provedením

Substrát s vegetací má environmentální přínos v podobě dodatečně přidané tepelné izolace a akumulací vrstvy s evapotranspirací

Objekt se zelenou střechou se stává menším znečišťovatelem ovzduší (jak při zvážení úspory materiálu vlivem delší životnosti střechy, tak vlivem přidané tepelné izolační vrstvy)

Preference recyklovaných materiálů do hydroizolačních, drenážních a filtračních vrstev v lepším případě vývoj nových materiálů

Větší tloušťka substrátu = vyšší nároky na statickou únosnost konstrukce = menší hospodárnost (efekt nižší hospodárnosti se ztrácí s vyšším počtem podlaží objektu)

Brát na zřetel použité hnojivo a jeho environmentální dopad znečišťováním ovzduší a vod (při provozní fázi a likvidaci)

Provedení zelené střechy vhodné hlavně u novostaveb, rekonstrukcí dobře zvážit a neprovádět zelenou střechu na místě, kde je zřízena ještě stále fungující šikmá střecha

6. RETENCE

Vegetační střechy umí zadržovat a zpomalovat odtok dešťových srážek a tím klást menší požadavky na kapacity městské kanalizace. Při ozelenění 50% střech města NYC by se docili-

lo 9 až 10% redukce celkového ročního odtoku. Z hlediska retence taktéž roste efekt zelené střechy s horšími vsakovacími poměry území.

7. ZVUKOVÁ IZOLACE

Zvukově izolační působení zelené střechy s 20cm substrátem dokáže pohltit až 46dB.

8. PSYCHOLOGICKÝ EFEKT VEGETAČNÍCH STŘECH



Brno ul. Skácelova před a po ozelenění

Estetika a psychologické působení patří stále mezi největší přednosti vegetačních střech.

Existuje studie o působení zelených střech na koncentraci lidí. Výzkumná studie se prováděla na dvou skupinách studentů v Melbourne. Oběma skupinám byl zadán nudný úkol, avšak

jedna skupina pracovala ve třídě s výhledem na zelenou střechu (jednalo se o obrazy zelené a ploché střechy) a druhá s výhledem na klasickou betonovou střechu. Větší úspěšnost v řešení úkolu prokázala první skupina, což naznačuje dopad zelených střech na lepší koncentraci.

9. VEŘEJNOST ČR A VEGETAČNÍ STŘECHY

V dotazníkovém šetření, kterého se zúčastnilo 440 osob z toho 253 městských obyvatel, by více jak polovina investovala více jak 500Kč/m² na ozelenění střechy. Stejně tak by pro polovinu obyvatel měst bylo motivující dotací pro výstavbu zelené střechy méně jak 50% z ceny ozelenění.

9.1. Efekt zelených střech je nejvíce patrný ve městech

Úkolem tedy bylo vyselektovat respondenty z měst hned ze začátku. Kategorii obyvatel vesnic však nelze zanedbat, je stejně tak důležitá, jelikož patří mezi plátce daní, které putují do veřejných zakázek staveb. Ve výsledku se ukázalo, že i když lidé z vesnice mají dostatek zeleně ve svém okolí, podporují výstavbu zelených střech, možná se jedná o důsledek toho, že spousta lidí z vesnic tráví většinu času ve městech (práce, škola, volný čas, lékař, nákupy ad.) a můžou lépe posuzovat jaký je rozdíl života mezi zelení a bez zeleně.

INVESTICE DLE VĚKU MĚSTO	počet resp.	průměr/medián investice do ozelenění střeby objekt 120m² [Kč]	průměr/medián investice do ozelenění střeby na 1m² [Kč]	průměr / medián min. motivující procento dotace [% z ceny ozele- nění]	reálná cena 1m² ozelenění na klíč [Kč]	
					extenzivní střeby	intenzivní střeby
do 25	98	75 171,- / 60 000,-	626,- / 500,-	47,4% / 50%	600,-	1200,-
26 – 35	73	73 908,- / 60 000,-	616,- / 500,-	47,5% / 50%		
36 – 45	35	74 435,- / 60 000,-	620,- / 500,-	47,9% / 50%		
46 – 55	27	73 297,- / 60 000,-	611,- / 500,-	47,7% / 50%		
56 +	18	70 981,- / 60 000,-	592,- / 500,-	49,3% / 50%		

V konečné bilanci dosáhly všechny skupiny podobného výsledku.

9.2. Medián investice na 1m² zelené střechy u každé ze skupin neklesl pod 500Kč/m²

Což znamená, že více než polovina lidí je ochotna investovat min. 500 Kč/m² zelené střechy (60 000 Kč na ozelenění objektu 12m x 10m), a to bez dotace (otázka na dotaci přišla ve formuláři až následně po vyplnění této otázky).

INVESTICE DLE VZTAHU K NEMOVITOSTI MĚSTO	počet resp.	průměr/medián investice do ozelenění střechy objekt 120m² [Kč]	průměr/medián investice do ozelenění střechy na 1m² [Kč]	průměr / medián min. motivující procento dotace [% z ceny ozele- nění]	reálná cena 1m² ozelenění na klíč [Kč]	
		extenzivní střecha	intenzivní střecha			
BYDLÍM S VLASTNÍKY	78	75 647,- / 60 000,-	630,- / 500,-	47,52% / 50%	600,-	1200,-
VLASTNÍK DOMU	41	72 783,- / 60 000,-	607,- / 500,-	48,32% / 50%		
BYDLÍM V PRONÁJMU	78	75 494,- / 60 000,-	629,- / 500,-	47,56% / 50%		
VLASTNÍK BYTU	49	75 194,- / 60 000,-	627,- / 500,-	48% / 50%		

9.3. Motivace stavět vegetační střechu u vlastníků bytů či administrativních budov

Může být ještě zajímavější, když se vynaložené náklady na zelenou střechu vydělí počtem bytových jednotek domu. V případě využívání zelené střechy jako střešní zahrady, se v dotazníku vyskytla připomínka, že jsou do jisté míry „zvýhodňováni“ obyvatelé posledního podlaží a to blízkostí střešní zahrady. Proti argumentem by mohlo být, že tito lidé také stráví více času ve výtahu při dopravě na střechu, mají o to delší docházkovou vzdálenost do venkovního parku a mohou užívat prostor pod rozpálenou střechou, který se mj. po ozelenění může proměnit v prostor s dobrou tepelnou stabilitou.

9.4. 87 % zúčastněných motivuje pro výstavbu zelených střech dotace

Zajímavým zjištěním je také, že tato hodnota převyšuje 80 % respondentů, kteří mají povědomí o užitku zelených střech (V dotazníku se vyskytla zkoumající povědomí respondenta o zelených střechách). Tato skutečnost může působit dojmem, že se část lidí obvykle rozhodne investovat do věci, aniž by si byli vědomi jejího užitku a pro investici se rozhodnou z velké

části jen kvůli možnosti dotace. V případě zelené střechy je však toto rozhodnutí chvályhodné, protože tato část lidí může nevědomě zlepšit život celé společnosti. Více než půlka osob u každé z posuzovaných skupin se cítí být motivována do výšky dotace, která pokryje 50% investice do ozelenění.

Dotace může být vstupní branou pro zelené střechy v ČR. Avšak v každém případě je nutná větší informovanost o zelených střechách (prostřednictvím architekta, stavebního inženýra, médií), protože pokud lidé budou obeznámeni s výhodami a na vlastní kůži se přesvědčí o efektu vegetačních střech, výstavba půjde i bez dotací.

I když si myslím, že dotace mohou pomoci protlačit zelené střechy, velká část lidí k nim cítí odpor po minulých zkušenostech (př.fotovoltaika), mají nálepku byrokratické pasti a často s sebou nesou riziko výskytu podvodného chování. Sofistikovaným nástrojem pro zvýhodnění vlastníků zelených střech, mohou být odměny za výkon střechy (úlevy na daních, platbách stočného). Tento způsob odměny pomůže lidem k uvědomění, že mimo svého majetku zvelebují i prostředí kolem sebe.

10. ZÁVĚR

10.1. Největší efekt vegetačních střech

Vlivem tepelně technických vlastností v letním období, retencí srážkových vod, zmírňování přehřívání velkoměsta a znečištění ovzduší nachází své největší uplatnění ve světových metropolích, s nemožnou dodatečnou výsadbou zeleně a převažujícím počtem denostupňů na chlazení.

10.2. Pomoc sobě i druhým

Investor může výstavbou zelené střechy zlepšit stav prostředí nejen ve svém prostoru, ale i stav prostředí širšího celku.

10.3. Příležitost pro zlepšení životních podmínek

V naší zemi může vyšší výstavba vegetačních střech přispět ke zlepšení životních podmínek. Zvýšení páky efektu ozeleňování budov může být docíleno ozeleněním obvodových plášťů. Potenciál existuje a je jen otázkou času kdy ze západních zemí přijde vlna vegetačních střech do naší země. Rychlost této vlny může zvýšit informovanost lidí o benefitech zelené střechy, zavedení dotačních programů či zakotvení zelených střech do legislativy.

10.4. V ČR neexistuje dostatek zkušeností s užíváním vegetačních střech

Řada lidí se domnívá, že jsou jen uměle protlačovány jako ekologické opatření. U zelených střech je obtížné stanovit, zda jsou ekologické či ne, závisí to na množství proměnných (životnost, hnojení, závlahy, klima, druh vegetace, druh použitých materiálů ve funkčních vrstvách). Množství studií, z kterých jsem čerpal bylo vždy zaměřeno na určitý segment problematiky zelených střech a zanedbávalo ostatní. Z mých poznatků si trůfám říct, že v nejhorším případě jsou zelené střechy nepatrně více ekologické jako klasické ploché střechy (vlivem svých benefitů, které klasická střecha postrádá). Co však přinášejí nad rámec je jejich ceněná estetická funkce. Dle mého názoru by pomohlo životnímu prostředí měst ČR ozeelenění střech ve větší míře. Svůj užitek by mohly zelené střechy přinést i na venkov. V době zvýšených prostorových nároků člověka a jeho touze po kvalitní relaxaci v sídle, s vědomím dnešních tržních cen pozemků, může zelená střecha na malém drahém pozemku dobře kompenzovat nedostatek zeleně.

10.5. Vliv pořizovacích a provozních nákladů

Hraje v ČR vyšší roli oproti západním zemím (vliv menší kupní síly) a dle dotazníku se jeví jako dost klíčová (50 % lidí je ochotno investovat 500 Kč/m² a více – cena extenzivního ozeelenění na klíč je 600 Kč/m²).

10.6. Prostředí, které nás obklopuje





Řada lidí je neschopna se plně soustředit, zahlcena informacemi, ve stresu možná i dílem prostředí, kterým se většinu času obklopuje. Lidé pociťují vliv kvality svého prostředí na fyzické a psychické zdraví (viz.dotazníkové šetření) a tedy by jim neměla být lhostejná jeho kvalita. Přísloví „Jste průměrem pěti lidí, s kterými se nejčastěji stýkáte“ popisuje, jak nás formují osoby, s kterými jsme nejčastěji v kontaktu. Jsem si jistý, že určitá spojitost platí i ve vztahu člověka ke svému prostředí. Jsem hluboce přesvědčen, že lidé dnes chtějí žít v prostředí, které je vitalizuje. Zelená střecha takové prostředí může vytvořit.

10.7. Estetika a psychologické účinky zelených střech se nedají vyčíslit

Estetika a psychologické účinky často bývají hlavním důvodem pro výstavbu zelených střech. Navzdory tomu se ale nevyskytují jako proměnné ve všech bilancích a srovnáních, protože se jednoduše nedají vyčíslit.

Zelené střechy od A do Z

Ing. Jitka Dostalová, předsedkyně odborné sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně

*Údolní 33, 602 00 Brno, jednatelka firmy GreenVille service s.r.o., Jahodová 20, 620 00 Brno
Tel: +420 606658099, e-mail: zelenestrechy@szuz.cz, greenville@greenville.cz*

1. Od historie zelených střech k současným trendům

Se zelenými střechami se setkáváme už odedávna, příkladem jsou např. pověstné visuté zahrady Semiramidiny ve starověkém Babylóně. Ve Skandinávii a na Islandu jsou součástí tradičních i nových staveb. Dnešní moderní architektura může díky kvalitním hydroizolačním materiálům využít potenciálu a výhod zelených střech opravdu naplno. Tím, spíš, uvědomíme-li si kromě estetického a ekologického hlediska i jejich ekonomický přínos, spočívající v ochraně hydroizolace a prodloužení její životnosti. Např. životnost živičné krytiny je 9 až 18 let, poté vyžaduje totální sanaci. Oproti tomu stav krytiny u střech chráněných rostlinnými biotopy je při stáří 17-18 let prakticky jako nový. Horizont návratnosti investice je však minimálně 10 let.

Významná je i úspora energie především na chlazení v letním období: odpaření jednoho litru vody představuje ekvivalent cca 0,7 kWh energie potřebné pro provoz chladicího zařízení. Tedy 1 mm srážek zadržенých na 100 m² zelené střechy odpovídá úspoře 70 kWh energie potřebné na chlazení budovy.

Zelené střechy lze využít k pobytu i ke komerčním účelům. V hustě zastavěných lokalitách představují další cenný prostor.

Jsou i důležitým adaptačním opatřením, zmírňujícím dopady probíhajících změn klimatu (např. vlny veder, přívalové deště) v urbanizované krajině a ve městech.

To vše samozřejmě vedle ostatních, obecně známých pozitivních dopadů zelených střech, jako je zlepšení mikroklimatu v okolí budov, snížení prašnosti a hluku, zadržování srážkové vody, zvýšení biodiverzity a návrat přírody do měst, dobrý vliv na psychiku člověka. Náklady na údržbu odborně ozeleněných střech s extenzivní nízkoudržbovou vegetací jsou přitom téměř nulové.

2. Vegetačního souvrství jako vodoakumulační prvek

Jedním z hlavních úkolů vegetačního souvrství je zadržování srážkové vody. Substrát vsakuje vodu až do nasycení, přebytečnou vodu propouští přes filtrační vrstvu do vrstvy drenážní.

Tam se akumuluje další část vody a zbytek odtéká drenáží k odvodňovacím prvkům. Vycházejme z předpokladu, že extenzivní střešní substrát je schopen naakumulovat cca 30% svého objemu vody a drenážní vrstva, např. běžná 2cm nopová fólie, zadrží průměrně 5 litrů/m². Pro běžné extenzivní vegetační souvrství s 10 cm substrátu a 2cm nopovkou se tak dostaneme k teoretické vodoakumulační schopnosti cca 35 l/m² (vodoakumulační schopnost ochranné a filtrační geotextilie kvůli zjednodušení pomineme). Tato hodnota odpovídá 35 mm srážek což je víc, než by odpovídalo lijáku o vydatnosti 300 l/s/ha, trvajícimu 15 minut (napršelo by 27 mm).

3. Vegetačního souvrství jako tepelná ochrana

Vlhké vegetační souvrství zelené střechy odpařuje vodu – tedy chladí. Substrát (sypký a porézní materiál) působí jako izolant i v opačném případě, tj. za sucha. Rostliny zastíňují povrch, zabraňují jeho přehřívání, odpařují vodu, a tedy rovněž chladí.

Na povrchu hydroizolace šedé barvy dosahuje teplota při přímém osvitu sluncem běžně 60° až 70°C. Kolísání teplot v průběhu dne i roku je značné. Na povrchu hydroizolace kryté vegetačním souvrstvím přitom teplota zcela výjimečně dosáhne 30°C. Teplota zde s mírným útlumem kopíruje průběh venkovní teploty, kolísání je minimální.

4. Základní typy zelených střech

Podle účelu, mocnosti souvrství a druhu vegetace a nutnosti údržby rozdělujeme zelené střechy na extenzivní a intenzivní. Přechodovou variantou mezi oběma typy jsou polointenzivní zelené střechy, někdy také nazývané „jednoduché intenzivní zelené střechy“.

Zde je charakteristika obou základních typů:

Extenzivní:

- Mocnost od 6 cm
- Hmotnost od cca 80 kg/m²
- Nenáročná suchomilná vegetace
- Minimální údržba
- Bez závlahy
- Nepochozí
- Vhodné pro šikmé střechy

Intenzivní:

- Mocnost od 25 cm
- Hmotnost od cca 350 kg/m²
- Vegetace jako v okrasné zahradě nebo parku
- Pravidelná údržba a hnojení
- Automatický závlahový systém
- Pobytové plochy,
- pochozí trávníky

5. Zásady správného návrhu a realizace

Při volbě typu vegetačního souvrství musí být splněny základní předpoklady pro realizaci. Také je třeba si uvědomit možná rizika, jejich příčiny a možné následky.

Základní předpoklady pro realizaci zelené střechy

- Ochrana proti prorůstání kořenů
- Vhodné a kvalitní materiály, dlouhodobě stabilní a odolné
- Dostatečná drenážní schopnost
- Dostatečný sklon střechy (doporučení pro extenzivní zelené střechy: 3%)
- Vhodný typ a forma vegetace
- Protierozní opatření (voda, vítr)
- Požární bezpečnost
- Bezpečnost osob
- Správná údržba

Rizika

- Prorůstání kořenů
- Zatížení (průhyb konstrukce apod.)
- Neodborný návrh a provedení

- Nevhodné / nekvalitní materiály
- Nevhodná skladba / nevhodná vegetace
- Eroze (vítr, voda)
- Sesouvání vrstev na šikmých střechách
- Zanedbaná údržba
- Absence bezpečnostních prvků a opatření

Je důležité zkorigovat svůj výběr podle reálných a dlouhodobých možností. Nemá smysl uvažovat např. o pěstěném zeleném trávníku na střeše, která bude nevyužitá a nepřístupná. Pro tyto podmínky je správnou volbou extenzivní suchomilná vegetace na minimální vrstvě substrátu. Naopak pro pobytovou a pochozí střechu nebo terasu, kde se počítá s větší mocností souvrství, s automatickou závlahou a pravidelnou údržbou, může být právě trávník ta správná volba. V rozhodování pomůže, odpovíme-li si na následující otázky:

- Jakého vzhledu chci dosáhnout?
- Jaké bude využití plochy? (nepochozí, nevyužitá => extenzivní)
- Jaké zatížení si mohu dovolit? (do 180 kg/m² => extenzivní)
- Kolik péče chci / mohu věnovat údržbě? (minimum => extenzivní)
- Jaký je přístup na střechu? (omezený, žádný => extenzivní)
- Kolik peněz chci / mohu do zelené střechy investovat? (< 1000 Kč/m² => extenzivní)

Případná pochybení v rozhodování lze dodatečně jen velmi obtížně napravit, proto se vyplatí svědomitě zvážit všechna kritéria i svoje vlastní možnosti.

6. Ze světa

V zahraničí jsou zelené střechy již dlouhá léta běžnou a mnohdy i finančně podporovanou součástí rozvoje a výstavby. Zde je uvedeno jen několik příkladů z mnoha:

Londýn

- Zelené střechy a stěny jsou součástí strategií udržitelného rozvoje, strategií na udržitelnou a energeticky nenáročnou výstavbu, strategií na podporu biodiverzity, podkladů pro plánování veřejných míst pro rekreaci a sport a strategií na snižování rizika povodní
- Minimálně 70 % plochy musí tvořit vegetace definovaná standardy Green Roof Code

- Minimálně 25 % plochy střechy musí být přístupných
- Retence vody podle místních srážkových úhrnů

Meinz

- Pokud dojde k výstavbě nebo podstatné změně střechy, střechy do 20° sklonu a větší než 20 m² musí být alespoň extenzivně ozeleněny. Pokud z podstatného důvodu nemohou, musí být ozeleněna fasáda.

Kodaň

- Všechny nové střechy do 30° sklonu, veřejné i soukromé musí být ozeleněné

Basilej, Curych a Luzern

- Každá nová plochá střecha musí být ozeleněná

7. Závěr

Zelené střechy a střešní zahrady si pro své výhody, význam pro člověka, životní prostředí i stavbu samotnou a pro potenciál možného využití rozhodně zaslouží pozornosti jak architektů a investorů, tak i veřejnosti a úřadů. Zřízením zelené střechy nebo střešní zahrady prospívá investor především svému okolí. V sousedním Rakousku, Německu i mnoha jiných zemích existuje systém dotací a podpory zelených střech a snad se ho brzy dočkáme i u nás. Města jako Praha, Plzeň i Brno už pracují na strategiích, jejich součástí jsou i zelené střechy. Poslední vývoj nasvědčuje, že snad dojde i na finanční podporu. Není přece spravedlivé, aby osvědčený investor nesl tíhu veškerých nákladů sám, zatímco z výhod profitují všichni.

Literatura

- (1) Liu, K.; Baskaran, B.: Thermal performance of green roofs through field evaluation, National Research Council, Canada
- (2) https://www.mainz.de/medien/internet/downloads/dir-7/a260_fnp15_begr.pdf
- (3) http://www.greenroofs.com/Greenroofs101/industry_support.htm
- (4) http://www.greenroofs.com/Greenroofs101/industry_support.htm

Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV

Karel Plotěný, ASIO, spol. s r.o.

Adresa: Kšírova 45, 619 00 Brno

Tel.; e-mail: 548428118, poloteny@asio.cz

1. Úvod

Úspory. Magické slovo posledních let, které hýbe stavebnictvím, energetikou a poslední dobou i obory vodního hospodářství. Postupně nastává odklon od letité filozofie nakládání s odpadními vodami, co nejrychleji se jich zbavit za téměř jakoukoliv cenu. Rostoucí ceny energií a cen i vody samotné pomohly ke změně obecného náhledu na odpadní vody jako na komoditu, kdy je možné zpětně využívat nejenom vodu samotnou, ale i energii v ní obsaženou. Přičemž jednoznačně ekonomicky jvýznamnější je energie tepelná. Teplá voda odtékající do kanalizace odvádí z domu až 30 % tepelné energie dodané do domu.

Při snaze šetřit na energetické spotřebě domů byly dosud preferovány především dvě cesty úspor: zkvalitnění obálky domu a udržení dodaného tepla uvnitř domu, a snaha o vybavení domu úspornými spotřebiči s co nejmenšími nároky na vlastní provoz. V domech se vyměňují okna, instaluje se dodatečná tepelná izolace, izolují se základy, používají se materiály s co nejmenším koeficientem propustnosti tepla, zatepluje se střecha, zavádí se řízená výměna vzduchu v domě za použití rekuperačních jednotek. Pro výrobu tepla se využívají úsporné zdroje, využívají se alternativní zdroje energie, zavádí se tzv. energetický management. Ale na odtékající odpadní vody se jaksi pozapomnělo...

A přitom to není zas až tak složité. Vypouštěné vody je možné využít k předeřevu vody provozní, případně jako zdroj tepla pro např. primární okruh tepelného čerpadla. Základem těchto technologií je využití vhodného tepelného výměníku, který je vhodně zaimplementován v topném systému domu. Jako nejperspektivnější se ale jeví využití kombinovaného využívání odpadních vod, kdy část vypouštěné vody (až 50 %) upravíme a opakovaně použijeme v objektu (například na splachování toalet), a zároveň z této vody získáváme energii rovněž vrácenou zpět do objektu.

U tohoto způsobu pak dochází k výraznému zkrácení doby návratnosti pořizovací investice, což výrazně napomáhá k nárůstu zájmu o takovéto systémy. I zde (jako u všech úsporných opatřeních) platí ono známé: „čím více topíš, tím více šetříš“. Tak zatímco u rodinných domů je návratnost kolem deseti roků, u hotelů již kolem pěti let a v některých průmyslových provozech je možné dosáhnout návratnosti v již za dva roky i méně.

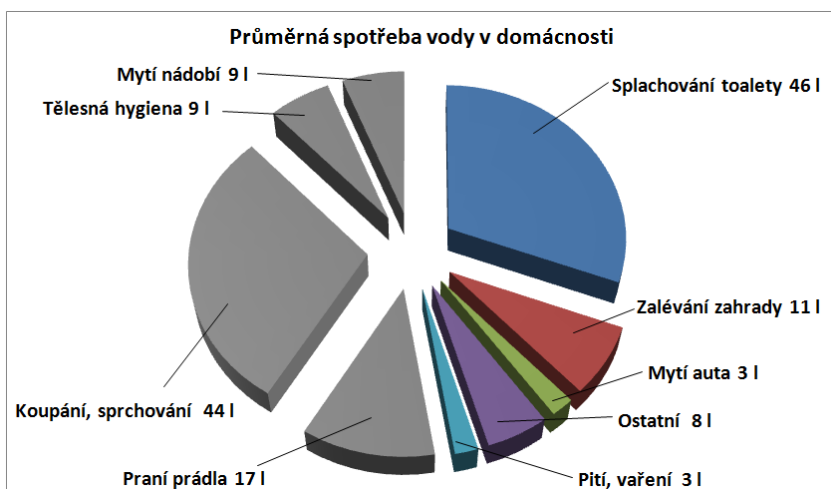
Snad nejzajímavější se ale jeví fakt, že využívat teplo z odpadních vod lze téměř všude, ve všech možných objektech. V rodinných domech, hotelech, penzionech, v kempech a rekreačních střediscích, v lázeňství a balneoterapii vůbec, v administrativních budovách i také v průmyslových objektech.

2. Využití šedých vod

2.1. Využití recyklovaných vod v domácnostech

Využití šedých vod

Pokud se odpadní vody v objektech dělí, tak jako ekonomicky nejzajímavější pro recyklaci se jeví především využití tzv. šedých vod. Do těchto vod zařazujeme odpadní vody vzniklé užíváním především sprch, van a umýadel. Zařazení odpadních vod z praní prádla a z kuchyní do šedých vod je sice v určitých případech možné, ale zde je vždy nutné zvážit vyšší míru znečištění vody, nárůst nákladů na jejich úpravu a celkový přínos k ekonomické bilanci. Šedé vody tvoří až o 50% spotřeby vody v domácnosti. Tyto vody je možné akumulovat a po jednoduché úpravě znovu použít, například pro splachování toalet, zalévání zahrady či mytí automobilu. Tím šetříme nejenom životní prostředí, ale i provozní náklady. Nejenom, že spotřebujeme méně pitné vody, ale výrazně (až 50%) ušetříme i na stočném nebo na odvážení odpadních vod na čistírnu odpadních vod. V těchto případech je využití šedých vod nejefektivnější.



Obr. 1 Spotřeba vody v domě

Různé firmy už dnes zařízení pro zpětné využívání šedých vod nabízí zařízení. Výrobky (např. vláknové membrány) jako AS-GW/AQUALOOP jsou určeny pro menší objekty, pro větší objekty pak výrobky (deskové membrány) jako AS-GW/SiClaro, které jsou připraveny jako typové až na průtok 30 m³/den.



Systém pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP



Obr. 2 Zařízení na recyklaci šedých vod

2.2. Využití šedých vod v administrativních budovách a bytových domech

Využití šedých vod v hotelích, bytových domech, administrativních budovách a výrobnách

Zde se šedé vody mohou využít obdobně jako u rodinných domů – na splachování záchodů, ale lze je kombinovat s využitím srážkových vod a pak využít i na udržování zeleně nebo dokonce i v provozu. Obvyklá návratnost v případě rekonstrukcí administrativních budov nebo hotelů je kolem deseti roků. Často uváděná reference pro bytový dům – Block 6 na Podsdamerplatz – pro 200 osob je provozně udržitelná, i když návratnost recyklace u bytových domů bude obecně delší než např. u hotelů.



Obr. 3 Bytový dům na Podsdamerplatz – zařízení na recyklaci šedých vod pro 200 obyvatel.

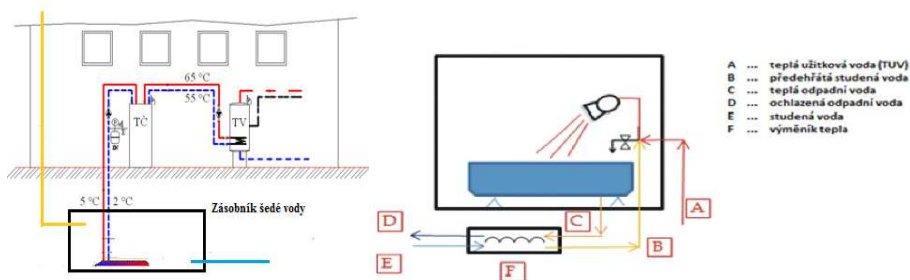
3. Využití tepla z šedých vod

3.1. Využití tepla obecně

Přímé využití

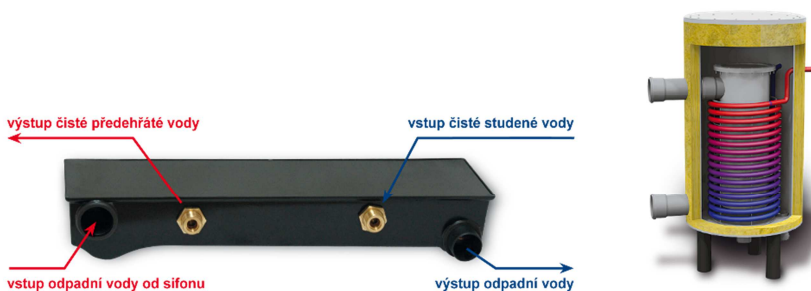
Víme, že asi 30 % všech tepelných ztrát objektu odchází odpadním potrubím. Je to škoda. Zvláště, když si uvědomíme, že díky poměrně levným zařízením jsme schopni téměř 40 % veškeré odpadní energie rekuperovat zpět.

Zjednodušeně lze říci, že energii můžeme odebírat lokálně (u zařizovacího předmětu nebo přímo v místě, kde teplá voda vstupuje do kanalizačních svodů) nebo centrálně.



Obr. 4 Recyklace tepla z šedých vod přímo ve sprše nebo u vany, případně na odtoku z domu

Celkové energetické zisky jsou tím větší, čím větší je spotřeba teplé vody. Proto se jako hlavní oblast využívání energií z teplých vod nejeví ani tak rodinné domy, jako spíš objekty s větším počtem ekvivalentních obyvatel: aquaparky, lázně a wellness zařízení, hotely, penziony, nemocnice, prádelny a další objekty. Na trhu jsou k dostání zařízení jak pro lokální užití (např. sprchové výměníky), tak i pro centrální rekuperaci (např. spirálové výměníky).



Obr. 5 Sprchový výměník a spirálový výměník pro použití např. na odtoku z domu

Při použití speciálních výměníků lze teplo rekuperovat z jakýchkoliv odpadních vod, včetně vod technologických. Jedná se nejenom o vody odcházející z ČOV, ale o veškeré technologické odpadní vody. Pro výběr správného výměníku a jeho napojení je rozhodující složení odpadních vod (OV), jejich množství, kontinuálnost nátoky a jejich teplota. Výměníky lze také s úspěchem využít, máme-li za požadavek snížit teplotu OV, například kvůli tepelně limitovanému nátoky na ČOV. Nejenom, že tím docílíme požadované maximální teploty, ale ještě získáme nezanedbatelný díl energie, kterou můžeme dál využít.

I když většinou není nutná žádná podstatná úprava těchto odcházejících vod, doporučujeme stupeň předčištění vždy řešit s ohledem na místní specifické podmínky. Využití rekuperačních deskových výměníků (AS - ReHeater) je jak v oblasti občanské vybavenosti, tak zejména v průmyslu a ve větších provozech, jako jsou potravinářské, textilní a technologické provozy,

prádelny, lihovary, pivovary, vývařovny, lázně, bazény, wellness, aquaparky a také větší kanalizační sítě a sítě s technologickou odpadní vodou.



Obr. 6 Deskové výměníky na odpadních vodách

Použití výměníků umožňuje predehřev natékající vody před jejím ohřevem. Tím obvykle dojde k navýšení této vody o cca 6 – 10°C. Snížením potřebné Δt lze získat významné energetické úspory při výrobě teplé vody, což v celkové bilanci znamená ušetřené značné prostředky. Samotné úspory lze samozřejmě predikovat a tím relevantně odhadnout dobu návratnosti investice, což napomáhá při samotném rozhodování investora.

Recyklace tepla s využitím výměníků a tepelných čerpadel

Samostatnou kapitolou ve využívání odpadního tepla jsou ztepelná čerpadla. Zde se přímo nabízí řešení, kde se teplé odpadní vody napojí přes výměník přímo na primární okruh tepelného čerpadla. Díky vysokým COP (například čerpadlo MT AQ60 Inverter dosahuje COP 9,4 – při teplotě vstupní vody na výparníku 20° C a 30rps/35°C) tak získáváme teplo často pokrývající veškeré tepelné potřeby objektu. Tepelná čerpadla ale můžeme používat i při odvodu teplého vzduchu z výrobních prostor (chlazení objektu), popřípadě při využívání přebytečného chladu. Pro řešení jednotlivých situací doporučuji obrátit se na odborníky.



Obr. 7 Tepelná čerpadla

Při použití tepelných čerpadel většinou ale nevystačíme s běžně vyráběnými domovními tepelnými čerpadly. Jsme zde limitováni především teplotou odpadních vod. Maximální přípustná teplota na primárním okruhu je u většiny dodavatelů čerpadel deklarována kolem 20°C, výjimečně čerpadla akceptují i teploty kolem 35°C. Při vyšších teplotách OV pak dojde k zastavení chodu čerpadla.

Další požadavek, vyřazující domovní čerpadla z možností využit, je i jejich nízký výkon. Obvykle je požadovaný výkon za hranicemi jejich možností. Můžeme samozřejmě zapojovat čerpadla do funkčních kaskád, ale tím zase narůstají požadavky na regulaci celého systému. V každém případě je nutné používat čerpadla, která budou vyhovovat daným požadavkům.

3.2. Využití tepla ze šedých v praxi

Využití v rodinných domech

Mohlo by se zdát, že díky zatím poměrně nízkým cenám vody a energie (v porovnání s okolními zeměmi) není využívání odpadového tepla v domácnostech zajímavé. Při předpokládaném nárůstu cen vodného, stočného a cen energií se ale tento pohled brzy bude měnit. Předpokládá se, že již v horizontu několika let. Typická spotřeba energie v běžném rodinném domě (cca 150 m²) je přibližně 30 – 35 GJ/rok. Při obvyklé spotřebě vody při čtyřech ekvivalentních obyvatelích proteče domem více než 130 m³ vody. Při uvažovaném Δt 10° C nám pak za rok odpadním potrubím oteče více než 5 GJ za rok, což je 25 – 40 % všech nákladů na vytápění objektu. Prostě více než třetina veškeré energie vyteče do kanálu.

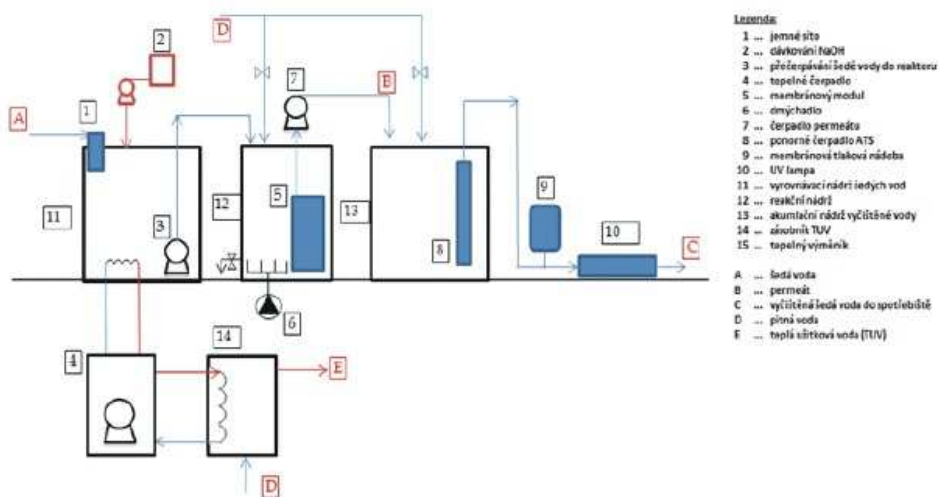
Vzhledem k nízké návratnosti se však obvykle uplatní spíše jen výměníky umístěné přímo ve sprchových koutech nebo na trubních víceplášťových trubních vedeních



Obr. 8 Dvouplášťový výměník

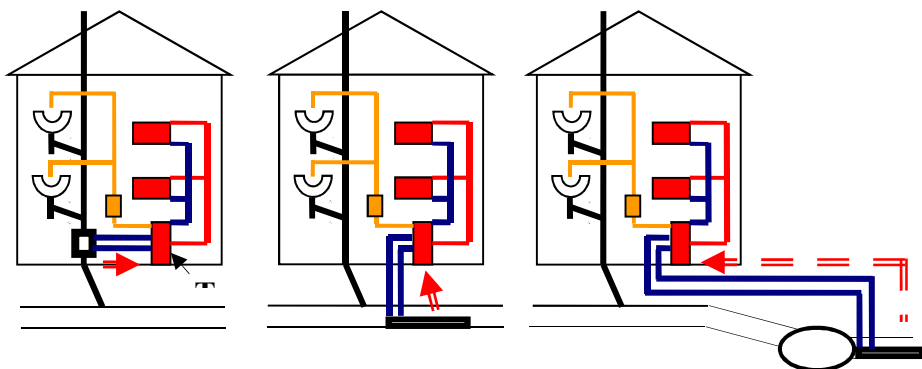
Využití v bytových domech, hotelích, wellnes a průmyslu

Zde je využití zpravidla mnohem praktičtější a zařízení je i komplexnější – obvykle se vyplácí jak recyklovat vodu, tak i rekuperovat teplo. Níže uvedené schéma je určeno pro sestavu recyklující vodu a regenerující teplo, obsahující všechny komponenty.



Obr. 9 Komplexní řešení s využitím tepla i recyklace šedých vod

Navíc je možné využít i teplo z veřejné kanalizace a to v rámci kanalizační sítě (většinou se realizuje na bypassu), a nebo i za čistírnou odpadních vod, kde má využití vliv i na snížení teplotního zatížení toku, do kterého jsou vyčištěné vody vypouštěny.



Obr. 10 Možnosti recyklace tepla z odpadních vod

4. Příklady z praxe

4.1. Wellness centrum – Využití odpadního tepla z pracích vod

Využití odpadního tepla z pracích vod z bazénu

Technické parametry :

Průměrný denní objem doplněné vody je tedy asi $8 \text{ m}^3/\text{den}$

Průměrný předaný výkon na 1 m^3 vody je tedy $18,3 \text{ kW/m}^3$

V ceně plynu 10 Kč/m^3 je to pak úspora $18,3/10,5 \times 10 = 17,41 \text{ Kč/m}^3$ vypuštěné vody.

Při uvažované denní výměně 50 m^3 (ze studie), je to pak 914 kW/den .

Roční úspora by pak mohla být max. $914 \times 355 = 324\,470 \text{ kW/rok}$

V ceně plynu 10 Kč je pak roční úspora $324\,470 : 10,5$ (výhřevnost plynu) $\times 10 \text{ Kč} = 309\,019 \text{ Kč}$

Skutečná spotřeba vody pro praní filtrů byla však max. 35 m^3 to je pak $639,8 \text{ kW/den}$.

Roční úspora max. $639,8 \times 355 = 227\,129 \text{ kW/rok}$

V ceně plynu 10 Kč je pak roční úspora $227\,129 : 10,5 \times 10 \text{ Kč} = 216\,313 \text{ Kč}$.

Investiční náklady 1.etapy – $409\,540 \text{ Kč}$

Investiční náklady 2.etapy – $235\,560 - 157\,790 = 77\,770 \text{ Kč}$ + další práce $40\,913 \text{ Kč}$

Celkem investiční náklady na využití odpadního tepla činí $528\,223 \text{ Kč}$.

Teoretická návratnost investice při výměně 35 m^3 vody denně pak činí bez provozních nákladů $528\,223 / 216\,313 = 2,44$ roku

Úspora ve stočném pak činí max. $35 \times \text{cca } 355 = 12\,425 \text{ m}^3 \times 35,33 \text{ Kč}$ (stočné bez DPH) = cca $439\,000 \text{ Kč/rok}$.

Poznámka:

Měřené období je třeba brát jako velmi průměrné, spíše podprůměrné, z důvodů hezkého počasí byly spíše obsazeny venkovní bazény, takže provoz vnitřních byl minimální. Tomu odpovídá denní průměr dopouštěné přehřáté vody, tj. 8 m^3 .

Doplňování vody do akumulací nyní probíhá vzhledem k současným tlakovým poměrům v rozvodech studené vody cca 1:2-3, tedy 1 díl přehřáté vody proti 3 dílům studené. Po konzultaci s obsluhou se i tak výrazně snížila doba dohřívání bazénové vody.



Obr. 11 Wellness centrum



Obr. 12 Výměníky na prací vodě

4.2. Hotel s termální vodou a balneo provozem

Varianty řešení – minimalizace provozních nákladů.

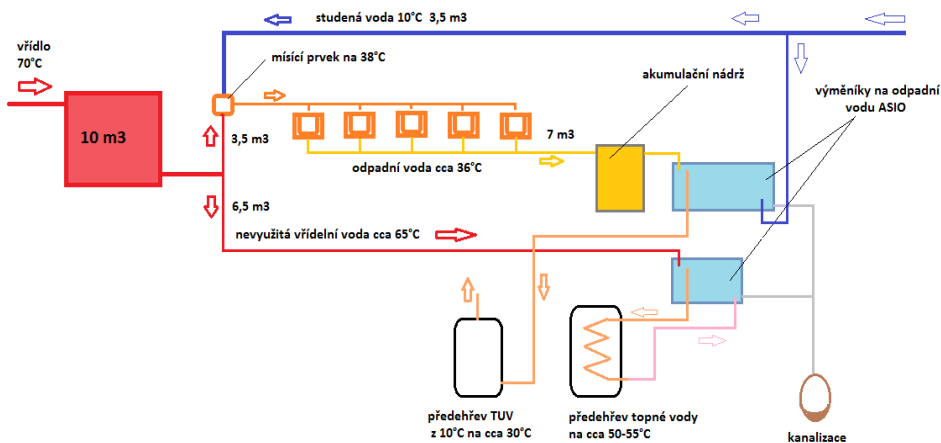
Účelem řešení je rekuperace odpadního tepla, které bez užítu odchází s odpadní vodou do kanalizace a jeho zpětné využití v technologickém procesu ohřevů vod v hotelu, tedy **teplé**

užitkové vody pro sprchy, umývadla, restaurační kuchyni a bazén, případně i pro předehřev topné vody v části topné sezóny. Přičemž denní spotřeba vody v balneo je 7 m³, celková spotřeba pitné vody pak 20 m³. Zdrojem tepla jsou smíchané odpadní vody s průměrnou teplotou 50 °C a další vody s různými teplotami 36°C a 65°C. Dalším zdrojem je přebytečná vřidelní voda o objemu 6,5 m³ a teplotě cca 65 °C, vypouštěná do kanalizace. Množství obsaženého tepla využitelného pro ohřev TUV je zde cca 416 kW/den, resp. 8 hodin.

Popis navržených variant

Hotel Jesenius je specifický v tom, že jsou smluvně zavázáni odebírat denně 10 m³ vřidelní vody o teplotě 70°C, ale tu celou nespotřebují, takže studie řeší varianty využití energie této vody pro provoz Hotelu a Wellness, kde např. varianta 1. řeší pouze ohřev TUV a varianta 2. s ohřevem TUV i předehřev topné vody vč. jejich řízené potřeby

NÁVRHOVÉ SCHÉMA ŘEŠENÍ REKUPERACE TEPLA



Obr. 13 Předehřev a rekuperace s využitím výměníků

Vyhodnocení navržených variant

Z hlediska absolutního přínosu se jeví nejlépe varianta II, která řeší maximální využití odpadního tepla.

Množství tepla obsažené v odpadní vodě je cca 628 kW při průtoku 13,5 m³/8 hod., při odhadované účinnosti výměníků 80% je možné zpětně využít cca 500 kW/den., tj. 21 kW/h, což představuje cca 47,6 m³ plynu za den. **Reálná roční úspora bez provozních nákladů je**

potom odhadována na 200 000 Kč za rok při propočtu proti plynu a cca 260 000 Kč proti ceně páry. Celkové odhadnuté náklady činí **760 000 Kč**_Roční úspora výpočtová (plyn) cca **200 000 Kč. Prostá návratnost cca 3,8 roku**

5. Závěr

Odpadní vody dlouho čekaly na svoji příležitost. Díky stávajícímu stavu světové ekonomiky a ekologie se jí konečně dočkaly. Nedá se moc očekávat, že by v budoucnu docházelo ke snižování cen vody a energií, opak bude zřejmě pravdou. Je nesmyslným plýtváním draze vyrobit pitnou vodu, dlouze ji dopravovat ke spotřebiteli aby jí ten pak použil pouze jako transportní prostředek k odstranění nečistot. Odborníci již dlouho upozorňují na možný nedostatek vody v budoucnu, dnes se k nim začínají přiklánět i někteří politici a tak se téma dostává do předmětů podporovaných a dotovaných řešení.

Přesto asi ještě hodně teplé vody odeče nevyužito do kanálu než pochopíme, že s ní nám odtékají i naše peníze.

6. Literatura

- (1) PLOTĚNÝ, K. Energie z odpadních vod – Energie pro budoucnost
- (2) PIÑOS, S. – Vyhodnocení zkušebního provozu z realizované akce
- (3) PIÑOS, S. – Případová studie využití tepla z hotelu XY
- (4) PLOTĚNÝ, K, - fotodokumentace, fotoarchív firmy ASIO, spol. s r.o.

EnviHut - Enviromentální experimentální přemístitelný objekt a jeho možnosti

Radim Kučera, David Bečkovský, Klára Nečadová, Petr Selník

Fakulta Stavební Vysoké učení technické v Brně, Veveří 331/95, 602 00 Brno

e-mail: kucera.r@vutbr.cz, beckovsky.d@vutbr.cz, necadova.k@vutbr.cz, selnikp@fce.vutbr.cz

1. Úvod

Pro řešení full-scale experimentů vznikl v rámci výzkumu VUT Fakulty stavební v Brně experimentální objekt s názvem EnviHut situovaný ve výzkumném centru AdMaS Brno - Medlánky. EnviHut odráží požadavky dnešní doby na snižování energetické náročnosti, využívání nových konstrukčních řešení a použití přírodních nebo recyklovaných materiálů.

EnviHut je koncipován jako malá přemístitelná rekreační stavba s kontejnerovým konstrukčním rámem. Architektonický a konstrukční koncept je inspirován stavitelstvem severských zemí (zejména ve Finsku a na Islandu). Stavba je přizpůsobena tak, aby odpovídala místním klimatickým podmínkám. Použité stavební materiály jednotlivých obalových konstrukcí byly voleny s ohledem na potřeby stavebně-fyzikálního měření zkoumaných recyklovaných a lokálních přírodních materiálů s důrazem na využívání nových konstrukčních řešení. Technologický provoz zajišťuje přidružená větrná elektrárna, střešní solární panely a automatizovaná řídicí bateriová jednotka s dvojitými rozvody (12 a 230 V).

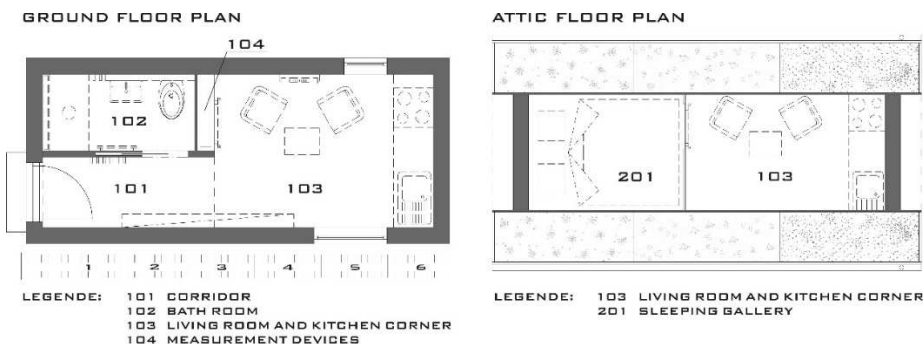
2. Cíle EnviHut

- Realizace objektu za použití ekologicky šetrných materiálů s důrazem na použití lokálních zdrojů, použití obnovitelných zdrojů energie a snadnou přemístitelnost objektu.
- Vytvoření ekonomicky nenáročné stavby pro praktickou a názornou výuku.
- Aplikování předchozích cílů do reálné stavby s běžným provozem a vnitřním prostředím se záměr co nejlépe přiblížit koncept stavebně fyzikálního měření pro studenty i pro laickou veřejnost.

3. Vnitřní prostředí a dispozice

3.1. Dispozice a ergonomie objektu

Rozměry objektu jsou $6 \times 2,5$ m. Výška objektu k hřebeni je 3,7 m. U vstupu do objektu se nachází předsíň spojující hygienické zázemí a obytnou část spojenou s kuchyňskou linkou. Z obytného prostoru je řešeno ovládání řídicích a měřících přístrojů, které jsou umístěny v instalační skříni. V podstřešním prostoru je situováno spaní pro dvě osoby. Hygienické zázemí je vybaveno WC s umyvadlem a sprchou. Zázemí je navrženo tak, aby umožňovalo snadnou manipulaci s čistými i odpadními vodami.



Obr. 7 Vnitřní dispozce EnviHut

3.2. Vnitřní prostředí

Vnitřní objem vzduchu je $38,4 \text{ m}^3$ a jeho dostatečnou výměnu a zajištění potřebné kvality vnitřního prostředí obstarává malá nástěnná větrací jednotka na 12 V. Jednotka je vybavena protiproudým rekuperačním výměníkem tepla s účinností 75 %. Osvětlení interiéru v pozdních hodinách obstarávají úsporná 12 V LED svítidla, která jsou navržena s ohledem na maximální účinnost s minimální spotřebou elektrické energie.

4. Energetický koncept

EnviHut je navržen jako soběstačná obytná jednotka s nepravidelnou tj. nárazovou rekreační vytižeností. Zdrojem energie je malý fotovoltaický systém na jižní straně střechy v kombinaci s malou větrnou elektrárnou. Tyto zdroje energie nabíjí expediční bateriový zdroj, který umožňuje využívat přímo napětí baterie 12 V bez transformace nebo s měničem na 230 V. Právě využití netransformovaného 12 V elektrického proudu je klíčovým prvkem celé energetické koncepce. Většina běžně používaných spotřebičů, jako jsou mobilní telefony, počítače, televize a další multimédia, fungují díky vlatním transformátorům na 12 V. Takto může-

me ušetřit 70% z celkové spotřeby elektrické energie. V běžném provozu z důvodu menších ztrát při dlouhém přenosu využíváme v síti 230 V. Proto například použití 12 V LED osvětlení zajišťuje minimální spotřebu energie na osvětlení celého objektu.

5. Konstrukce

Ve střeše a na stěnách je umístěno přes 120 senzorů, které mají za úkol důsledně monitorovat stavebně fyzikální chování celé stavby. Aby bylo možné provádět měření za reálných podmínek, je plánováno umožnit studentům využívat EnviHut k přenocování. Tento princip užívání bude zajišťovat hodnověrnost výsledků měření, seznámí studenty s ekologickou formou výstavby a možnostmi využití recyklovaných materiálů ve stavebnictví a přiblíží metody měření stavebních konstrukcí.

Lokalita objektu EnviHut byla zvolena tak, aby všechny monitorované konstrukce byly vystaveny co nejnepríznivějšímu klimatickému namáhání. Vhodnou lokalitou je právě výzkumné centrum AdMaS - Brno Medlány, kde převládají silné nárazové větry, přivalové deště a dlouhá období bez srážek v letním i zimním období.



Obr. 8 Postupu výstavby objektu

Konstrukce je navržena tak, aby ze stavebně fyzikálního pohledu popsala nové experimentální i méně známé stavební materiály v doplnění o běžně používané stavební materiály za účelem porovnatelnosti naměřených dat.

5.1. Hlavní nosná konstrukce a konstrukce stěn

Hlavní nosnou konstrukci objektu tvoří obnažený ocelový rám z dřívě používané stavební buňky. Ocelový rám byl osazen na šest základových prefabrikovaných patek. Podélné stěny objektu jsou rozděleny pomocí dřevěných sloupků do pěti testovacích polí, které jsou vyplněny různými druhy vláknitých izolačních materiálů. Jedná se zejména o izolanty tvořené skelnými a kamenými vlákny, dřevovláknité izolace, izolace z recyklované bavlny a polyesteru a lněné izolace. Tepelná izolace je ze strany exteriéru zaklopena sádrovláknitými deskami, na které je proveden dřevěný rastr a vodorovný obklad z dřevěných palubek. Stěny a kritická místa, jako jsou napojení ocelového skeletu a obvodového pláště a dřevěných prvků v konstrukci, budou monitorována z hlediska průběhu teplot a vlhkosti. Důraz je kladen na vytipování kritických detailů, u kterých by mohly v budoucnu vzniknout vady a poruchy.

Navržení správné skladby stěnové montované konstrukce dřevostavby je dalším neméně neopomenutelným cílem.



Obr. 9 Vybrané použité materiály

5.2. Střecha

Sedlová střešní konstrukce má sklon 30° a je rozdělena do tří sekcí. První sekce má skladbu tvořenou z desek z recyklovaného polyesteru o tloušťce 60 mm, jenž tvoří vegetačně-retenční vrstvu, dále buňkovým záchytným systémem, který je vyplněn drceným substrátem s výškou 80 mm a nakonec vegetací tvořenou rostlinami rozchodníků. Jedná se o střechu vegetačně chudou. Prostřední segment je založen na švýcarském konceptu a reprezentuje střechu biodiverzní nebo-li vegetačně bohatou. (4) Tato skladba je rovněž tvořena ze stejných desek o tl. 40 nebo 60 mm, na které je umístěn záchytný systém z deskového materiálu a výztužné sítě. Na tuto vrstvu je navržena přírodní zemina z výkopku o síle 180 mm. Pro urychlení růstu vegetace byly použity travní koberce doplněné o osivo z okolně rostoucích rostlin (vlčí mák, heřmánek atd.). Poslední část reprezentuje islandský koncept provádění šikmých zelených střech. Na vegetačně-retenční vrstvu různých mocností jsou pokládány travní koberce, mezi které je doplněná výztužná síť a rostlá zemina. Koberce jsou proti sesuvu zajištěny ocelovými skobami. (5)

6. Závěr

Změnit tradiční myšlení a přístupy ve stavebnictví je velmi obtížné. Proto je potřeba přicházet s novými stavebními metodami postupně. EnviHut je postaven hospodárným způsobem ve formě rekreačního objektu, který plní funkce jak experimentální a osvětové, tak se snaží i o seznámení odborné i laické veřejnosti s alternativním přístupem ke stavebnictví. Jednou z největších předností objektu EnviHut je jeho jednoduchost a mobilita. I přes zvolení kombinace různých stavebních materiálů je vše sestaveno tak, aby se konstrukce dala jednoduše rozebrat a zase sestavit.



Obr. 10 EnviHut

Poděkování

Článek byl vytvořen v rámci řešení projektu č. LO1408 "AdMaS UP - Pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie" podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory programu „Národní program udržitelnosti I“.

Objekt EnviHut byl vytvořen za podpory Centra pasivního domu, které poskytlo část stavebního materiálu a vybavení a podpořilo tak myšlenku obnovitelnosti a recyklace stavebních materiálů, která se ztotožňuje s cíli objektu EnviHut.

7. Literatura

- (1) BEČKOVSKÝ, D.; KALÁBOVÁ, T.; ŠUHAJDA, K.; NOVOTNÝ, M.; KRUPICOVÁ, J., Experimentální dřevostavba EXDR1, článek v Materiály pro stavbu ISSN 1213-0311, Business Media CZ, s.r.o., Praha 5, Praha, 2012
- (2) ČSN 73 4301. Obytné budovy (Residential buildings). 6.2004. UNMZ cz, 2004.
- (3) ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky (Thermal protection of buildings – Part 2: Requirements). 10.2011. UNMZ cz, 2011
- (4) Williams, N. S. G., Lundholm, J., Scott Macivor, J., 2014. Do green roofs help urban biodiversity conservation?. Journal of Applied Ecology, 51(6), 1643-1649.
- (5) Selník, P., Nečadová, K., 2014. Analysis of the Icelandic Modified Pitched Green Roof, AMR - Advanced Materials Research, vol. 2014(1041), 253-256. ISSN: 1662- 8985.

Vstupní hodnocení vývoje střešní vegetace na testovacím objektu EnviHut

*Petr Selník, Klára Nečadová, Martin Mohapl; David Bečkovský
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Veveří 331/95, Brno 602 00
selnikp@fce.vutbr.cz, necadovak@fce.vutbr.cz, mohapl.m@fce.vutbr.cz,
beckovsky.d@fce.vutbr.cz*

1. Volba vegetačního testu

Úspěšný vegetační test je nezbytnou součástí celkového funkčního hodnocení stabilní zelené střechy. Na světě existuje řada různých vegetačních testů, které ověřují růst vegetace na plánovaných skladbách. Uvedené testy v tomto článku jsou založené na dlouhodobé výzkumné činnosti výzkumného institutu Dachbegrünnung Institut ZHAW. Na základě doporučení byly zrealizovány dva zásadní vegetační testy: jednoduché ověření možnosti růstu vegetace na vegetačně-retenční polyesterové vrstvě a dlouhodobé testování na reálném objektu. V tomto článku bude detailně rozebrána druhá varianta dlouhodobého testu s výslednými podklady z testů předcházejících.

2. Dlouhodobý vegetační test na objektu EnviHut

Projekt EnviHut má za cíl rozšířit povědomí odborné i laické veřejnosti o vegetační infrastrukturu jednoduchých rodinných domů. Návrh, geometrické rozměry a celá koncepce tohoto projektu byla již dříve publikována a je uvedena na <http://www.envihut.com> [5]. Hlavní testovací rovinou je sedlová zelená střecha se sklonem 30° s orientací JJZ - SSV a velikostí testovacího segmentu 2,4 x 2,5 m. Na obrázku x jsou v popředí umístěny doplňkové polohovatelné testovací boxy se stejnou skladbou příslušného segmentu srovnávací střechy.



Obr. 1: Nerovnoměrná konsolidace rozchodníkové střechy; Brno (5. 4. 2016)

Instalace střechy proběhla na konci září a v průběhu října 2015 s upravenou vegetačně-retenční deskou z polyesterových vláken a shluků s plněním 4000 g/m² při 4 cm výšky a 6000 g/m² při 6 cm [2]. Následné zimní období bylo velmi mírné s malým množstvím srážek bez extrémního mrazivého období. Teplota ve sledovaném období klesla jen jeden den pod návrhových – 12°C. Jediným měsícem se zápornou průměrnou teplotou byl leden -1,94°C.

Konsolidace na severské i na semiintenzivní biodiverzní variantě byla úspěšná. Nedošlo k sesuvům sledované plochy, sedání probíhalo rovnoměrně v celé ploše i orientaci. Naopak extenzivní rozchodníková střecha byla pod vlivem velkých objemových změn. Vzájemné spojení geobuněk spolu s nevhodně zvoleným instalčním postupem způsobovalo nerovnoměrnou deformaci během 6-měsíčního sedání. Změnám instalovaného substrátu nepomohl ani pomalý rozvoj rozchodníkové vegetace, která byla instalována krátce před obdobím vegetačního klidu 19. října 2015. Realizace probíhal specializovanou firmou na instalaci vegetačního zastřešení. Instalace množství substrátu nebyla z pohledu autorů článku dostačující. Konsolidovaná výška substrátu ve středu pole byla po šestiměsících (20.3.2016) 7,7 cm. Do plánované instalované výšky chybí 2,3 cm, což vzhledem k celkovému objemu aplikovaného substrátu je chybějících 30 % z instalovaného objemu (vypočtově přesně 29,8 %). Takovéto množství chybějícího substrátu je zásadní komplikací. Pro plnohodnotnou funkci i estetický vzhled rozchodníkové varianty bude muset být střecha doplněna substrátem. Při opravě bude nezbytné část rozchodníků přesadit, čímž dojde ke zpomalení růstu vegetace na této části střechy.

Vegetace na travních částech střechy je v dobré kondici. Je srovnatelná s postupným rozvojem vegetace na svazích a rovinách v okolí. Nejrychlejší růst vegetace byl pozorován na přidruženém testovacím boxu s modifikovanou islandskou skladbou se sklonem 15°. Tato

skladba vykazoval již od svého vzniku největší zádržnou schopnost působících srážek. Množství vody, se kterou mohly instalované travní kooberce disponovat okamžitě po instalaci, se kromě inicializačního měření nejlépe projevilo na rychlosti růstu travin.



Obr. 2: Testovací box se severskou skladbou, vlevo 25. 2. 2016, vpravo 4. 4. 2016; Brno (2016)

Vývoj travní vegetace na hlavním objektu je rovnoměrný po celé ploše kromě linií v blízkosti zachytňného system – dřevěné deskové elementy se proklesují v bohatší vegetaci. Testovací stavba byla koncipována jako dočasný testovací objekt, proto byly části zádržného system vyrobeny z lehce tvarovatelného materialu. Instalované polyesterové vegetačně-retenční materiály s rozdílným plněním a výškou plní funkci dle zamýšleného designu, který je podrobně popsán v uvedených článcích [3,4]. Dlouhodobé měření bude pokračovat ročním vyhodnocením a průběžným hodnocením retenčních vlastností.

3. Závěr

Průběh, v článku uvedeného vegetačního testu, naznačuje kladný vývoj sledovaných testovacích konstrukcí. Růst vegetace dokládá správnost návrhu konstrukce s ohledem na lokální působení povětrnostních vlivů. Na zkoumaných konstrukcích nedocházelo k selektivnímu úhynu vegetace. Progresivní vývoj retenčního chování ukazuje na nutnost konstantního měření podle vývoje kořenového systému a míry konsolidace celé vrstvy. Tento závěr lze zobecnit pro jakoukoliv sledovanou zelenou střechu. Na rozdíl od klasických stavebních materiálů zelená střecha potřebuje pro svou plnohodnotnou funkci dlouhou stabilizaci a časově náročný vývoj, který lze částečně urychlit instalací vegetačních koberců zejména u skládané severské varianty. Nadále ale i tato varianta vyžaduje dlouhodobé období konsolidace (odhadovaný čas podle současného vývoje testu jsou minimálně 2 roky). Plnohodnotné fungování biodiverzní seté zelené střechy nastane po násobně delší době s ohledem na lokální podmínky umístění střechy. Zejména pak u střechy šikmé, která bude zásadně ovlivněna sklonem. Nutnost opakování uvedených testů ve větším měřítku v různých lokalitách je nezbytné pro pochopení základního principu chování a správném nastavení legislativního návrhu. Zapracování návrhu šikmé zelené biodiverzní střechy do současných evropských

legislativních systémů je buď velmi komplikované nebo v některých případech dokonce nemožné. Uvedené testované biodiverzní řešení vyžaduje unikátní přístup u každého zamýšleného projektu. Důkazem tohoto tvrzení je na příklad krátkodobý vegetační test kombinace polyesterové vegetačně-retenční desky a slámy. Sláma byla zvažována pro instalaci na dlouhodobém testu, ale v přípravném testování vykazala značný rychlý odvod transportované vody. Přesto je sláma podle zkušeností ZHAW Dach-beg. Institute považována za velmi dobrý mediátor hospodaření s vodou ve vegetačním souvrství ale převážně pro zelené střechy do sklonu 10°. Sláma je pravidelně aplikována v řadě realizací s dlouhodobým pozitivním výsledkem. V aktuálním uvedeném testu na šikmé střeše o sklonu 30° ale sláma bránila kontaktu kořenů s vegetačně-retenční deskou a tím i efektivnějšímu hospodaření s uloženou zásobou vody. Proto byla slaměná vrstva odstraněna z testovaných střech.

Testované pole rozchodníků na full-size měření vykazalo značnou citlivost růstu vegetace na způsobu provádění zachytňého systému. Proměnlivá nerovnoměrná konsolidace negativně ovlivňovala růst rostlin. Testovanou extenzivní střechu ovlivňoval zejména pomalý vývoj kořenového systému v kombinaci s obdobím vegetačního klidu. S tímto progresivním vývojem je třeba počítat i v rámci korektního legislativního a výpočtového návrhu. Značná část komerčních realizací bude probíhat ve stejném ročním období jako testovací instalace EnviHUT, proto je výsledné měření 6-měsíční sedání vrstvy substrátu o 2,3 cm při zvolené technologii zásadním poznatkem funkčního návrhu. Uvedený technologický postup plnění geobuněk od hřebenu směrem k okapu bez ohledu na jejich dotvarování není v tomto konkrétním případě ideálním technologickým přístupem. Aplikovaný postup vyžadoval následnou úpravu doplněním téměř 30% substrátu z původně instalovaného objemu. Ekonomicky i časově nejnáročnější je přesazení již vysazených rostlin.

Instalace s využitím travních koberců konsolidovaly rovnoměrně a po 6-měsících nevyžadovaly žádnou průběžnou opravu ani údržbu. Během sledovaného zimního období nedocházelo k vysychání hlavní testovací plochy. Kritickým obdobím pro tento typ zelených střech ale budou tropická suchá období. Odborná veřejnost bude o výsledcích měření nadále informována.

Poděkování

Tým autorů by rád tímto poděkoval kolegům z Reykjavík University, a to konkrétně profesorovi Jónasi Thórovi Snaebjörnssonovi a docentovi Eythórovi Rafn Thórhallssenovi a dále docentovi Stephanu Brenneisenovi z Zürich University of Applied Sciences včetně celého pracovního týmu z Dachbegrünung Institut a kolegům z BOKU Vienna.

Materiál na výstavbu objektu a instalace měřicí techniky jsou financovány ze specifických juniorských výzkumů s označením FAST-J-15-2733, FAST-J-15-2814 a FAST-J-16-3388.

4. Literatura

- (1) SELNÍK, P., NEČADOVÁ, K., MOHAPL, M., BEDLIVÁ, H. Designing and Testing of the Recycled Vegetative- Retention Layer of the Vegetative Upper Skin of the Pitched Roof, *Applied Mechanics and Materials*, vol. 824, no. 824. 67, 2016. p. 67-76. ISSN: 1660-9336
- (2) SELNÍK, P., NEČADOVÁ, K., PAVELA, M. Analýza retenčních schopností šikmé zelené střechy, *Dřevostavby 2016*, Volyně: VOŠ a SPŠ Volyně, 2016. s. 67-74. ISBN: 978-80-86837-84- 0
- (3) WILLIAMS, N. S. G., LUNDHOLM J., SCOTT MACIVOR, J. Do green roofs help urban biodiversity conservation?, *Journal of Applied Ecology*, Vol. 51(6), 2014, p. 1643-1649.
- (4) SELNÍK, P., NEČADOVÁ, K. Analysis of the Icelandic Modified Pitched Green Roof, *AMR - Advanced Materials Research*, vol. 2014(1041), 2014, p. 253-256. ISSN: 1662- 8985
- (5) www.envihut.com

OSEEB – optimalizovaný konstrukční systém pro energeticky efektivní a udržitelnou výstavbu

Ing. Jan Růžička, Ph.D., Ing. Ctislav Fiala, Ph.D., Ing. Martin Volf, prof. Ing. Petr Hájek, CSc., Ing. Vlastimil Bílek, CSc, Ing. Jaroslav Hejl

Ing. Jan Růžička, Ph.D., Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.

*Katedra konstrukcí pozemních staveb, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 7, Praha
e-mail: jan.ruzicka@fsv.cvut.cz, ctislav.fiala@fsv.cvut.cz*

Ing. Martin Volf

*RP1 Architektura a interakce budovs životním prostředím, UCEEB ČVUT v Praze, Třínecká 1024,
273 43 Buštěhrad, martin.volf@uceeb.cvut.cz,*

prof. Ing. Petr Hájek, CSc.,

*Katedra konstrukcí pozemních staveb, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29
Praha 6, tel.: (+420) 22435 7184, e-mail: petr.hajek@fsv.cvut.cz,*

Ing. Vlastimil Bílek, CSc

ŽPSV a.s., Třebízského 207, 687 24 Uherský Ostroh, bilek@zpsv.cz,

Ing. Jaroslav Hejl

ASK projekt s.r.o., Veselí nad Lužnicí, Podhájek 60, hejl@askprojekt.cz

Anotace

Subtle HPC frame concept OSEEB comes from the effort to integrate load-bearing elements into building envelope in order to enhance architectural quality of internal space and to eliminate risks of thermal bridges. Minimal columns cross-sections enable integration into building envelope. Substantial advantages of subtle structural elements are material and energy savings during production, transportation, manipulation and assembling. The concept of precast frame structure has been developed within research project TAČR at the FCE CTU in Prague in cooperation with prefa plant ŽPSV a.s. The frame prototype was finished at UCEEB CTU in Prague in spring 2016.

1. OSEEB – Optimalizovaný skelet pro energeticky efektivní budovy

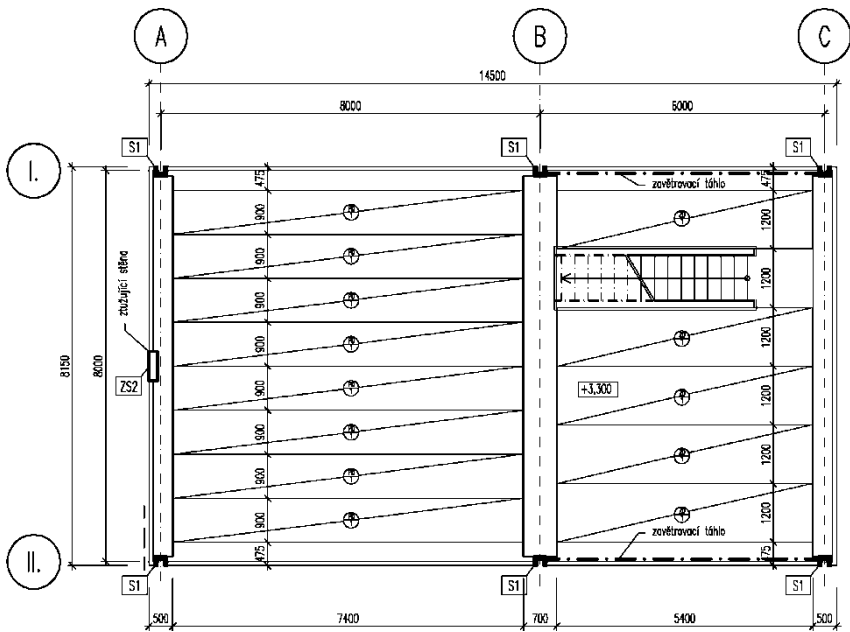
Subtilní skelet OSEEB z vysokohodnotného betonu (HPC) je určen pro konstrukce budov od 2 do 6 podlaží pro bytové a vybrané občanské stavby (zdravotnictví a sociální péče, školství, dočasné ubytování, administrativu). S ohledem na snahu o větší využití přírodních materiálů se předpokládá např. kombinace s LOP na bázi dřeva. V porovnání s dřevostavbami lze využít

výhod konstrukcí na silikátové bázi v oblasti akustiky, požární bezpečnosti, akumulace tepla a celkové prostorové tuhosti.

OSEEB je otevřený modulární systém tvořený subtilními prefabrikovanými sloupky, průvlaky a stropními panely z HPC. Sloupky lze díky jejich štíhlosti integrovat do obvodového pláště budovy. Stropní konstrukce umožňuje předepnutí v jednom nebo obou směrech. Panel je vylehčen stropními vložkami na bázi přírodních nebo recyklovaných materiálů (polystyrenbeton, liaporbeton, Stered, Stered beton apod.) o objemové hmotnosti 500 – 600 kg/m³ z akustických důvodů. Základové patky a prahy jsou prefabrikované z recyklovaného betonu.

2. Realizace prototypu OSEB

Na jaře 2016 byl realizován prototyp s cílem ověření konstrukčních a technologických souvislostí a provedení statických zatěžovacích zkoušek. Experimentální konstrukce je navržena jako dvoupodlažní nepodsklepená 8,15x14,5 m o dvou polích 8,0x8,0 m resp. 8,0x6,0 m. Sloupy průřezu „C“ 180x250 mm jsou HPC drátkobetonu FC70/85, ocel B500B. Předem předepjaté deskové průvlaky a stropní panely o jednotné výšce 300 mm z důvodu vytvoření rovného podhledu a volné dispozice jsou z betonu FC60/75. V rámci projektu byly ověřovány sloupy s přerušeným tepelným v patě sloupu.



Obr. 1 Půdorys experimentálního skeletu OSEEB pro realizaci v areálu UCEEB v Buštěhradě



Obr. 2 Experimentální skelet OSEEB a detail přerušení tepelného mostu u paty sloupu.

3. Stavebně energetická optimalizace prvků subtilního skeletu OSEEB

Cílem stavebně energetické optimalizace bylo redukování tepelných vazeb a mostů ve vazbě na různé varianty obvodových plášťů tak, aby konstrukční řešení umožňovalo použití pro NE/PAS budovy. Byly řešeny tyto detaily:

- sloup v obvodovém plášti,
- průvlak resp. stropní deska v obvodovém plášti,
- pata sloupu.

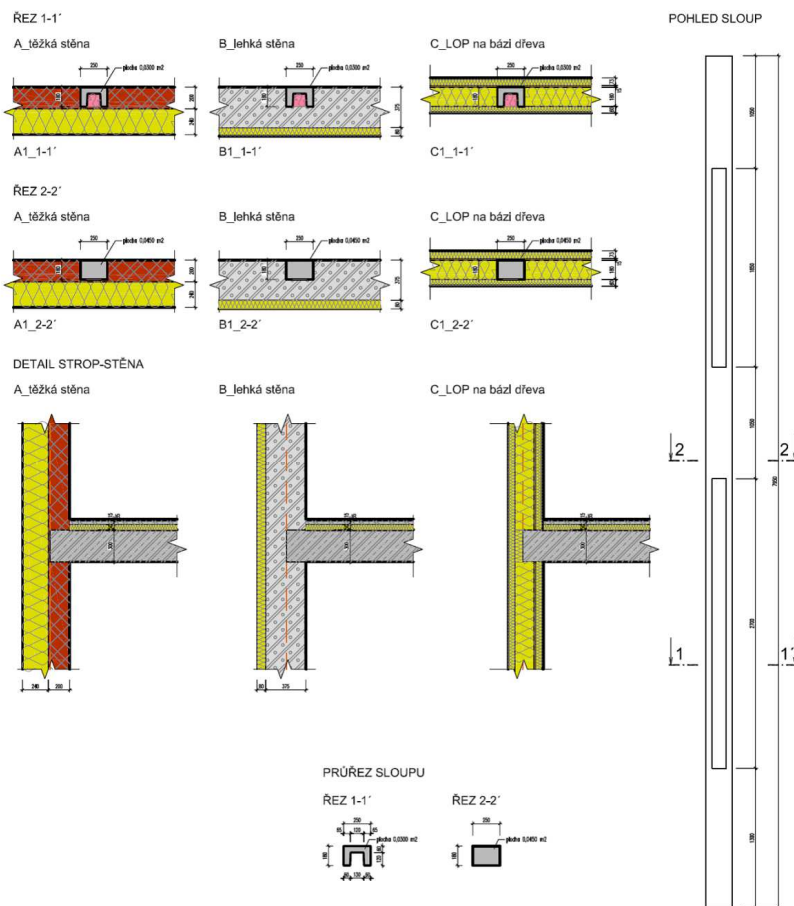
Cílem optimalizace pak bylo: (i) eliminování šíření tepla, (ii) zajištění požadavku na minimální povrchovou teplotu v místě tepelné vazby, (iii) konstrukční řešení umožňující kontinuální průběh vzduchotěsné a parobrzdné roviny v místě návaznosti obvodového pláště na nosné prvky skeletu.

Optimalizovaný skelet OSEEB (Obr. 3) je charakterizován mj. profilovanými sloupy (průřez 1-1'), které kromě úspory materiálu znamenají také redukcí tepelné vazby u sloupu, neboť vnitřní část C profilu je vyplněna tepelnou izolací. V místě styku sloup-průvlak bylo nutno z důvodu uložení výztuže zachovat plný průřez (průřez 2-2'), ale i tak dochází k redukcí tepelné vazby vlivem celkově subtilnějšího průřezu. Obdobně je optimalizováno napojení stropní desky v místě obvodového pláště, které je řešeno bez průvlaku i s ohledem na vyšší architektonickou, provozní a technickou variabilitu. Z hlediska vazby na obálku budovy byly prověřovány tyto typy obvodových plášťů:

- A – „těžká“ stěna: vyzdívka z keram. tvárnic tl. 200 mm + KZS ($U = 0,146 \text{ W/m}^2\text{K}$),

- B – „lehká“ stěna: vyzdívka z pórobet. zdiva s nejvyšší tepelně technickou kvalitou tl. 375 mm + KZS ($U = 0,145 \text{ W/m}^2\text{K}$),
- C – LOP na bázi dřeva: typická skladba obvodového pláště na bázi dřeva s parobrzdnou a konstrukční vrstvou z OSB desek ($U = 0,142 \text{ W/m}^2\text{K}$).

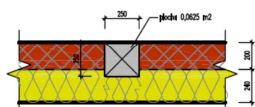
Všechny varianty obvodových plášťů jsou navrženy ve shodné tepelně technické kvalitě pro NE/PAS domy dle ČSN 73 0540-2:2011. Pro modelové srovnání byla uvažována jako referenční varianta „běžného“ skeletu s žel. bet. sloupy 250x250 mm s křížem pnutou deskou tl. 180 mm s průvlaky 250/700 mm uvažovanými na rozpon 8,0 m (Obr. 4).



Obr. 3 Optimalizovaný subtilní skelet OSEEB – detaily prvků v návaznosti na typy obvodových plášťů.

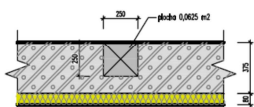
SLOUP U OBVODOVÉ STĚNY

A_těžká stěna



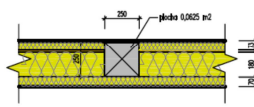
A_REF

B_lehká stěna



B_REF

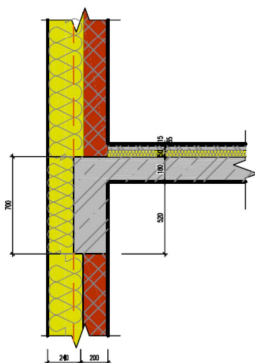
C_LOP na bázi dřeva



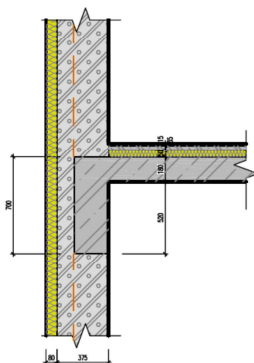
C_REF

DETAIL STROP-STĚNA

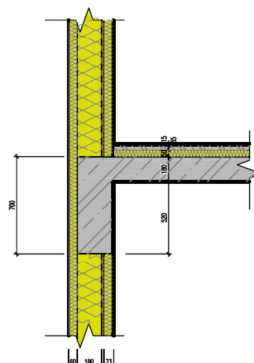
A_těžká stěna



B_lehká stěna



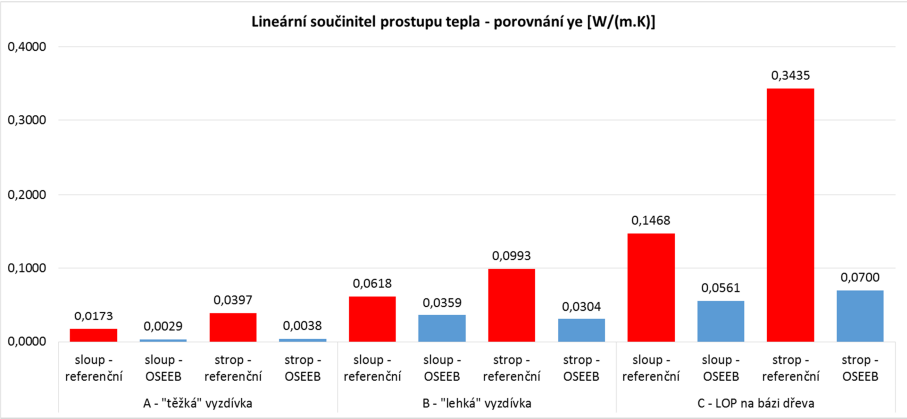
C_LOP na bázi dřeva



Obr. 4 Referenční železobetonová skelet - detaily prvků v návaznosti na typy obvodových plášťů.

4. Výsledky optimalizace a porovnání s běžným řešením

Optimalizace vybraných stavebních detailů byla provedena stanovením lineárního činitele prostupu tepla ψ [W/mK] dle ČSN EN ISO 10211:2009, ČSN EN ISO 6946:2008 a ČSN 73 0540-4:2005. Tepelná propustnost L [W/mK] se stanovila numerickým řešením dvojrozměrného vedení tepla (program Area, Svoboda Software). Z výsledků uvedených v Tabulce 1 a Grafu 1 je parné, že v porovnání s „běžným“ řešením jsou tepelné vazby významně redukovány.



Graf 1 Porovnání lineárních činitelů prostupu tepla ψ [W/(m.K)] pro jednotlivé varianty obvodového pláště.

Tab. 1 Lineární činitele prostupu tepla ψ [W/(m.K)] pro jednotlivé varianty obvodového pláště.

Referenční skelet					
		L_1	h_w	U_w	ψ_e
skladba	konstrukce	W/mK	m	W/m2K	W/mK
A	sloup	0,24	1,500	0,146	0,0173
	strop	0,48	3,000	0,146	0,0397
B	sloup	0,28	1,500	0,145	0,0618
	strop	0,53	3,000	0,145	0,0993
C	sloup	0,37	1,500	0,147	0,1468
	strop	0,78	3,000	0,147	0,3435
Optimalizovaný skelet OSEEB					
		L_1	h_w	U_w	ψ_e
skladba	konstrukce	W/mK	m	W/m2K	W/mK
A	sloup - plný průřez	0,22	1,500	0,146	0,0039
	sloup - C-průřez	0,22	1,500	0,146	0,0023
	strop	0,44	3,000	0,146	0,0038
B	sloup - plný průřez	0,26	1,500	0,145	0,0392
	sloup - C-průřez	0,25	1,500	0,145	0,0341
	strop	0,47	3,000	0,145	0,0304
C	sloup - plný průřez	0,28	1,500	0,147	0,0619
	sloup - C-průřez	0,27	1,500	0,147	0,0528
	strop	0,51	3,000	0,147	0,0700

5. Vliv akumulace betonové konstrukce na energetickou účinnost budovy

Subtilní skelet OSEEB se svým charakterem blíží konstrukčnímu principu subtilních dřevostaveb. Jednou z jejich nevýhod může být právě nízká schopnost akumulace. Pro doložení vlivu akumulace byl proveden srovnávací výpočet s využitím ověřovacího výpočtu dle ČSN EN ISO 13 792 část 6. Byly uvažovány tyto dva případy:

- místnost v dřevostavbě, skladba stěn, podlahy a stropu nahrazena skladbami typickými pro dřevostavby,
- místnost v budově se skeletem OSEEB, skladba stěn nahrazena skladbou dřevostavby, podlaha a strop jsou tvořené systémem OSEEB.

Výpočty byly provedeny metodou tepelné jímavosti v software Simulace 2014 pro letní období. Veškeré parametry výpočtu byly zvoleny v souladu s ověřujícím výpočtem uvedeným v ČSN EN 13 792.

Tab. 2 Teploty vnitřního vzduchu v závislosti na konstrukčním řešení modelové místnosti.

Varianta	Maximální teplota vnitřního vzduchu [°C]	Maximální střední radiační teplota [°C]	Maximální výsledná operativní [°C]
Dřevostavba	38,82	38,59	38,58
OSEEB	38,00	37,76	37,73
rozdíl	-0,82	-0,83	-0,85

Z výsledků (Tab. 2) je patrné, že u OSEEB dochází vlivem akumulace ke snížení maximální radiační teploty, teploty vnitřního vzduchu a výsledné operativní teploty o více než 0,8 °C. Vzhledem k použití modelového případu lze předpokládat, že v reálné budově např. při vhodně nastaveném větrání může mít akumulace vliv ještě podstatnější.

6. Závěr

Z prezentovaných výsledků je patrné, že optimalizovaný skelet OSEEB má vysoký potenciál pro stavebně energetickou optimalizaci budovy. V porovnání s „běžným“ řešením jsou tepelné vazby významně redukovány.

Tato práce vznikla za podpory projektu TAČR TA03010501 „Optimalizovaný subtilní skelet pro energeticky efektivní výstavbu budov“. Autoři děkují za veškerou poskytnutou podporu.

Tato práce vznikla za podpory projektu MŠMT v rámci Národního programu udržitelnosti NPU I, projekt LO1605 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov.

7. Literatura

- (1) Fiala, C., Růžička, J., Hájek, P.: Příprava realizace experimentálního skeletu OSEEB, Sborník konference Symposium Energeticky efektivní budovy 2015, Společnost pro techniku prostředí, 2015, ISBN 978-80-02-02615-0.
- (2) Fiala, C., Hejl, J., Bílek, V., Růžička, J., Vlach, T., Novotná, M., Hájek, P.: Experimentální ověření prototypů prvků subtilního skeletu z vysokohodnotného betonu pro energeticky efektivní budovy, 22. Betonářské dny 2015, Litomyšl, ČBS ČSSI, 2015, ISBN 978-80-906097-0-9.

Intelligentní zastávky

Bc. Tomáš Papoušek

Sluneční 15, Jihlava, +420608196299, tompap@seznam.cz

1. Anotace

Intelligentní zastávky jsou ukázkou snahy o proměnu v myšlení lidí nad investicemi, samotné efektivitě využívání veřejné dopravy, ale i v úsporách času samotného občana. Chytrá zastávka využívá nejnovější technologie k trvale udržitelnému konceptu a rozvoji chytrého města. Vytváří nový komunikační most a umožňuje občanům města příjemné místo k žití s atraktivní nabídkou nových služeb.

2. Intelligentní zastávky

Dopravní zácpy, hluk, aerosoly, prach a ovzduší znečištěné plyny - to je každodenní realita našeho současného života ve městech. Všechny tyto aspekty ovlivňují chování, ale hlavně zdraví člověka. Jak se člověk cítí, když se naše barevná krajina proměnila v asfaltový či betonový trávník? Jediným přirozeným obyvatelem „bezúdržbové krajiny“ se stala, stojící či jedoucí, vozidla. Hlavním důvodem problému nadměrné hustoty vozidel je samozřejmě člověk s jeho potřebami něco vlastnit, s rostoucími nároky na pohodlí, s pocitem prestiže a svobody... Nabízí se další otázka, zda tento způsob života a myšlení člověka není špatné a nevede spíše k silnému individualismu a uzavřenosti nejen k druhému člověku, ale i k ve vztahu člověka k přírodě.

3. Proč investovat do chytrých zastávek

Při nadměrném zatížení našich měst osobními vozidly a stupňující se zátěží životního prostředí je nutné na situaci reagovat hledáním nových motivačních cest a projektů, které by byly zaměřené na cestující veřejnou dopravou (VD). Příkladem mohou být i zásadní inovace v realizaci zastávek VD.



V současné době převládá všeobecný názor, že čekání na spoj je příliš zdlouhavé a VD nespolehlivá. Samotné autobusové zastávky mohou být přeplněné či samotný pobyt na zastávce nemusí splňovat požadavky na komfort a pohodlí cestujících. Jistě lze nalézt i další důvody proč nevyužívat VD. Přesto jsou tyto problémy řešitelné.

Inovativními přístupy a využíváním nových inteligentních zastávek můžeme přilákat nové cestující, kteří preferují automobilovou dopravu, a vytvořit v nich nové povědomí, že využívání VD není otázkou sociálně společenského statutu, ale může to být moudrá volba nejen k celkové úspoře energie, ale i k efektivnějšímu využití svého času. Některé koncepty nových inteligentních zastávek nabízí možnosti například připojení na Wi-Fi, dobíjení elektronických zařízení, pohodlné sezení nebo poskytování tepla v zimním období. Díky atraktivnímu designu může zastávka vytvářet místo setkávání a zajímavý komunikační bod obce. Neotřelý design může pomoci k rozvíjení kreativity a tím město ukáže, jak podporuje cestování veřejnou dopravou.

Pokud chceme změnit názor na využívání veřejné dopravy a změnit myšlení mladé generace, pak je nutné dodat nové moderní funkce a estetiku zastávkám.

Inteligentní zastávka je ideálním infrastrukturním bodem pro chytrá města a pomocí propojení s veřejnou dopravou vytváří síť nejnavštěvovanějších míst, která by v budoucnu mohla sloužit jako atraktivní místa pro podávání cenných informací a služeb. Chytrá zastávka je zcela nový způsob vybavení veřejné dopravy pro detekční, zobrazovací, informační a komunikační techniku. S využitím nejnovějších technologií slouží k naplnění požadavků doby, které má daná lokalita naplňovat.

Chytrá zastávka spojuje potřeby dopravní obslužnosti, společenského vyžití a životního prostředí, které lze saturovat v rámci jednoho investičního záměru. Dopravní infrastruktura

vyžaduje dlouhodobou promyšlenou koncepci i technologický pokrok. Proto je pravý SC koncept vždy víceúčelový. Jejím primárním cílem je pomocí technologií zlepšit komunikaci mezi občanem a chytrým městem, motivovat a aktivovat občanskou společnost a poskytnout konkrétní služby.

4. Moduly

4.1. Detekce a komunikace

Schopnost detekce a komunikace je nejdůležitější ze všech funkcí. Hlavní výhodou je pevná poloha v infrastruktuře města, nabízející orientační a přístupový bod pro mobilní síť či internet. Zastávka sbírá informace z okolních senzorických sítí (např. chytré parkování a popelnice) a celou síť veřejné dopravy propojuje. V rámci zastávky jsou instalovány jiné systémy města, která lze navrhnout dohromady ve společné investici. Technologická vybavení obsahují čidla, které mohou snímat hladinu hluku, emise, CO₂ nebo měřicí systémy pro sčítání a měření dopravy či systém pro zklidnění dopravy, pokud se jedná o nebezpečný úsek.

4.2. Informace

Informační panel o jízdních řádech je samozřejmě nezbytný, ale tento panel lze využívat v komerční sféře. Obchodníci mohou podpořit své produkty na interaktivních a digitálních přístrojích. Toto řešení může zaujmout mladou generaci, která vyhledává společnosti nabízející nové technologie v atraktivním designu.

Prostřednictvím informačních tabulí lze zprostředkovat aktuální informace v jakémkoliv spektru, jako je například oblast kultury, checkpoint, doprava, ekologie, mimořádné zprávy, vzdělání. Jejich strukturu lze nadefinovat dle zadavatele a dále přes správu systému upravovat a měnit v čase.

4.3. Mobiliář

Nová inteligentní zastávka má za úkol zaujmout jak svým designem, tak i novými technologiemi. Zastávka s mobiliářem vytváří velmi významný komunikační bod. Pro komfort cestujících jsou zapojeny Hi-tech technologie, jako například čistička vzduchu, zapojení solárních panelů, interaktivní dotykové mapy, nabíjení mobilních telefonů a laptopů, sterilizátor vzduchu nebo led osvětlení.

4.4. Zobrazení

Inteligentní zastávka poskytuje cestujícím aktuální informace prostřednictvím panelu s LED nebo LCD zobrazovači. Pomocí slepeckých vysílačů je možno si vyžádat i akustickou informaci

o jménu zastávky a linkách včetně směru. Případně jsou tyto informace doplněny hlasovou informací. Zobrazovač komunikuje prostřednictvím ikon. Základní zobrazení obsahuje název zastávky, datum, čas a informace o jednotlivých linkách. Tyto aktuální informace budou zobrazovány pomocí „tag cloudu“. Jednotlivé možnosti „tag cloudu“ slouží k lepší orientaci pro uživatele a díky proměně velikosti a barvy určují důležitost informace.



5. Aktuálnost údajů

Navrhuje se vždy, aby údaje o spoji byly aktuální s už případně zahrnutým zpožděním. Na základě preference (palubní počítač +GPS) se informace o zpoždění předá na dopravní řídicí ústřednu, která vypočítá dobu zpoždění a předá na následující zastávky.

Aby údaje na zastávkách byly zcela aktuální, každý vůz HD při zavření dveří u zastávky odešle zprávu, která způsobí smazání informace o jeho odjezdu. Inteligentní zastávky jsou úzce propojeny s aplikací preference a subsystémem řízení dopravy v centrálním řídicím systému.

6. Závěr

Aby koncept Inteligentních zastávek byl efektivní, je při návrhu zapotřebí přesně vycházet z počtu linek, které zastávkou projíždějí, a množství lidí, kteří budou danou zastávku využívat. Zastávka je ukázkou snahy o proměnu v myšlení lidí nad investicemi, samotné efektivitě využívání VD, ale i v úsporách času samotného občana. Chytrá zastávka využívá nejnovější technologie k trvale udržitelnému konceptu a rozvoji chytrého města. Vytváří nový komunikační most a umožňuje občanům města příjemné místo k žití s atraktivní nabídkou nových služeb.

7. Literatura

- (1) David Bárta, Inteligentní dopravní systémy [online]. Dostupné z [www](http://www.scmagazine.cz/casopis/01-15/inteligentni-dopravni-systemy?locale=cs)
<http://www.scmagazine.cz/casopis/01-15/inteligentni-dopravni-systemy?locale=cs>
- (2) David Bárta, Chytrá zastávka [online]. Dostupné z [www](http://www.scmagazine.cz/casopis/03-15/chytra-zastavka?locale=cs)
<http://www.scmagazine.cz/casopis/03-15/chytra-zastavka?locale=cs>
- (3) Bárta David, Mobilita blízké budoucnosti. ERA21.2016, s.42-44. ISSN 1801-089x
- (4) Autor neuveden, Organizace provozu HD, informační systémy HD, preference HD, přednáška městské hromadné systémy [online]. Dostupné z [www](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qKt5iFLAx6kJ:fast10.vsb.cz/rezac/download/ids/Predn6.doc+&cd=2&hl=cs&ct=clnk&gl=cz)
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qKt5iFLAx6kJ:fast10.vsb.cz/rezac/download/ids/Predn6.doc+&cd=2&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>
- (5) Ing. Libor Povejšil, Inteligentní infrastruktura pro IDS, [online]. Dostupné z [www](http://www.telematika.cz/download/doc/09_Povejsil_Inteligentni_infrastruktura_200514.pdf)
http://www.telematika.cz/download/doc/09_Povejsil_Inteligentni_infrastruktura_200514.pdf
- (6) Autor neuveden, Inteligentní zastávky [online]. Dostupné z [www](http://www.pmdp.cz/o-nas/projekty-s-podporou-eu/doc/inteligentni-zastavky-1112/newsitem.htm)
<http://www.pmdp.cz/o-nas/projekty-s-podporou-eu/doc/inteligentni-zastavky-1112/newsitem.htm>
- (7) Ctibor Čejpa, Designblok: Chytrá zastávka pro chytré město, [online]. Dostupné z [www](http://www.kultura21.cz/cestovani/13244-designblok-chytre-zastavky-mhd)
<http://www.kultura21.cz/cestovani/13244-designblok-chytre-zastavky-mhd>
- (8) Smart bus system, Preliminary design, [online]. Dostupné z [www](http://www.ece.uvic.ca/~bhung/399/design.html)
<http://www.ece.uvic.ca/~bhung/399/design.html>

8. Obrazová dokumentace

- (1) vlastní fotografie
- (2) Petr Krutiš, Londýn má první solární autobusovou zastávku, [online]. Dostupné z [www](http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/londyn-ma-prvni-autobusovou-zastavku-vyrabejici-elektřinu/)
<http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/londyn-ma-prvni-autobusovou-zastavku-vyrabejici-elektřinu/>
- (3) David Bárta, Chytrá zastávkach<http://www.scmagazine.cz/casopis/03-15/chytra-zastavka?locale=cs>
- (4) Autor red, Redakce blogu archSPACE, [online]. Dostupné z [www](http://www.archspace.cz/chytre-zastavky-pro-lepsi-mesto/)
<http://www.archspace.cz/chytre-zastavky-pro-lepsi-mesto/>
- (5) NĚMEC Cascade Gardens & Luxury surfaces, [online]. Dostupné z [www](https://www.facebook.com/nemecsro/?hc_ref=NEWSFEED)
https://www.facebook.com/nemecsro/?hc_ref=NEWSFEED
- (6) Autor neuveden, Pinterest [online]. Dostupné z [www](https://cz.pinterest.com/pin/565835140663428392/)
<https://cz.pinterest.com/pin/565835140663428392/>
<https://cz.pinterest.com/pin/49047083413413705/>

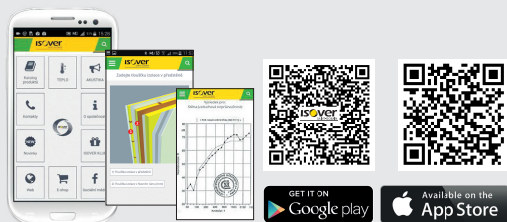
- (7) Services mobiles, La Ville de Paris s'apprête à renouveler ses 2.000 abris voyageurs [online]. <http://www.servicesmobiles.fr/concours-d-app-la-ville-de-paris-sapprete-a-renouveler-ses-2-000-abris-voyageurs-21269/>
- (8) Traveler, Seven Genius Urban Design Innovations [online]. Dostupné z [www http://www.cntraveler.com/galleries/2012-01-11/urban-design-architecture-innovations/5](http://www.cntraveler.com/galleries/2012-01-11/urban-design-architecture-innovations/5)
- (9) Obisba design, 18 conceitos de pontos de ônibus supermodernos [online]. Dostupné z [www http://obispadesign.blogspot.cz/2013/05/18-conceitos-de-pontos-de-onibus.html](http://obispadesign.blogspot.cz/2013/05/18-conceitos-de-pontos-de-onibus.html)
- (10) Moxa, Using Embedded Computers to Manage Information display sys. at Bus Stops [online]. http://www.moxa.com/applications/Using_Embedded_Computers_to_Manage_Information_Display_Systems_at_Bus_Stops.htm
- (11) Huawei, Huawei AR510 Series Agile Gateway, [online]. Dostupné z [www http://e.huawei.com/en/related-page/products/enterprise-network/routers/ar-agile/ar-510-agile/Router_AR510](http://e.huawei.com/en/related-page/products/enterprise-network/routers/ar-agile/ar-510-agile/Router_AR510)
- (12) wordlessTech, Solar Stop bus shelter, [online]. Dostupné z [www https://wordlesstech.com/solar-stop-bus-shelter/](https://wordlesstech.com/solar-stop-bus-shelter/)

ISOVER

pro architekty a projektanty

Isover SmartAPP

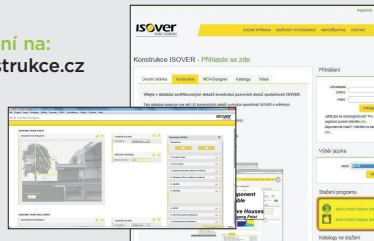
Aplikace pro mobilní zařízení
- chytré telefony, tablety



MCH Designer 4.0

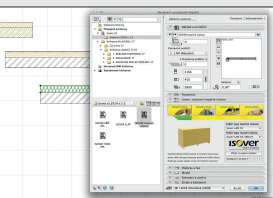
SW pro rychlou energetickou
optimalizaci návrhu budov

Zdarma ke stažení na:
www.isover-konstrukce.cz



BIM

Knihovny výrobků
ISOVER



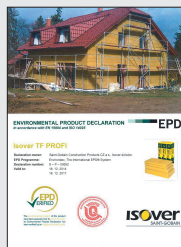
Více informací a možnost
online stažení naleznete na:

Archicad
- <http://www.bimsoft.cz/cs/isover-archicad#navigation>

Revit
- <http://www.bimsoft.cz/cs/isover-revit#navigation>

EPD

Environmentální prohlášení
o produktu



www.isover.cz

www.isover-eshop.cz

Pomocný software
pro optimalizaci akustiky budov

www.isover-akustika.cz

Návody a opatření pro zajištění
vzduchotěsnosti budov

www.isover-vzduchotesnost.cz

Vybrané konstrukční detaily
pro úsporné budovy

www.isover-konstrukce.cz

Divize **ISOVER**
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
E-mail: info@isover.cz • technickedotazy@isover.cz
Tel.: 734 123 123

www.isover.cz

ISOVER
SAINT-GOBAIN

SPOLEČNOST E.ON JAKO PARTNER MĚST A OBCÍ V PROJEKTECH SMART CITY



Společnost E.ON se aktivně zapojuje do projektů Smart City a podporuje obce, města i regiony při dosahování cílů v oblasti snižování emisí a znečišťování ovzduší prostřednictvím udržitelné výroby a optimalizace využívání a spotřeby energie v různých oblastech.

KONKRÉTNÍ OBLASTI SPOLUPRÁCE

Efektivní využívání energetických zdrojů, např. kogenerační jednotky či fotovoltaika

Energeticky úsporná opatření v oblasti efektivního osvětlení budov

Energeticky úsporná opatření v oblasti veřejného osvětlení

Rozvoj v oblasti CNG – stlačeného zemního plynu v dopravě

Rozvoj v oblasti elektromobility

Budování Smart Grids

Výukový program „MisePlus+“ a „Malá energetická akademie“ pro žáky základních škol

E.ON Energy Globe Award – přihlášení projektů do soutěže, která se koná každý rok

ROZVOJ NOVÝCH OBLASTÍ SPOLUPRÁCE – ŘEŠENÍ CHYTRÉHO PARKOVÁNÍ

Společnost E.ON k vám přináší chytré integrované řešení SPINWIRE® společnosti IGSResearch. Tato technologie se využívá ke sledování obsazenosti parkovišť a navádění k volným místům, ke kontrole doby parkování na místech s omezenou dobou stání, na zpoplatněných parkovištích, na vyhrazených stáních, na parkovištích s rezervačním systémem a na komunikacích k měření hustoty provozu a rychlosti vozidel. Získaná data zároveň slouží k optimalizaci řízení parkování a provozu ve městech a poskytují spolehlivé údaje do mobilních aplikací pro řidiče.

Celosvětově první komín certifikovaný pro pasivní domy!



Nezávislost na distribuovaných energiích je přáním mnoha lidí. Komín s krbem a topení dřevem jako sekundární zdroj vytápění poskytne jistotu tepla za každé situace. Dřevo je přitom nejen levné a snadno dostupné, ale pohled na oheň praskající v krbu zvyšuje atraktivitu bydlení. Unikátní komínový systém Schiedel Absolut Xpert, umožňuje lehce pořídit krb i v pasivním domě. Na rozdíl od jiných systémů přitom Absolut Xpert řeší odvod spalin od spotřebičů bez nutnosti dodatečných úprav nebo opatření. Lze ho využít nejen pro realizaci krbu, ale je na něj možné připojit spotřebiče na jakákoli paliva. Jedinou podmínkou je jejich nezávislost na vzduchu v místnosti.

Schiedel Xpert v současnosti představuje technologickou špičku v oblasti komínových systémů. Lze ho využít pro všechny typy budov. Jako první na světě je přímo certifikován pro pasivní rodinné domy s požadavkem roční měrné potřeby tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m²a).

Úspory na topení

Absolut Xpert vytváří podmínky pro instalaci spotřebičů pro doplňkové topení k hlavnímu topnému systému. Podle četnosti využití krbu a druhu hlavního topného zdroje s ním lze ušetřit až 30 % nákladů na vytápění. Komín kromě odvodu spalin zajišťuje přívod spalovacího vzduchu do spotřebiče. Konstrukce vzduchového průduchu je taková, aby povrchová teplota jeho pláště nebyla nižší než 17°C. Tím splňuje nejen požadavek na vyloučení kondenzace na povrchu pláště, který je dán hodnotou min. 12,6°C, ale nabízí uživatelsky komfortní povrchovou teplotu podle kritérií tak, jak je zformuloval například německý Pasiv Haus Institut Darmstadt.

Více informací naleznete na www.schiedel.cz

BlowerDoor komponenty

Schiedel Xpert patří mezi dvousložkové komíny. Jeho základ tvoří vnitřní tenkostěnná keramická vložka, poté následují sendvičové tvárnice, které v jednom konstrukčním prvku spojují několik důležitých funkcí: tepelně izolační, těsnící a nosnou. Pro zachování vysoké těsnosti je komín vybaven ještě dalšími doplňky a to například speciální BlowerDoor čelní deskou a dvířky. Tím se řeší nejkritičtější místa, tedy otvory do komínu, tak, aby systém vyhovoval náročným BlowerDoor testům, jimiž se ověřuje těsnost konstrukce.



teplota pláště systému ABSOLUT XPERT není nižší než 17°C

Komínový systém Schiedel Absolut Xpert je použitelný pro všechna paliva. Systém splňuje požadavky ČSN 73 0540, jež definuje pasivní domy jako budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m²a). Prokázaná těsnost v neomítnutém stavu činí $V_{50} \leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{mh})$.

Pasivní dům z YQ? Proč?

Stavební systém Ytong jako jediný u nás tvoří kompletní sortiment přesných dílů včetně masivní střechy. Obálka domu je tak zcela homogenní, což je u pasivní výstavby podstatné. Ytong se snadno se opracovává – tepelné mosty nevznikají ani po provedení instalací a veškerých detailů. V blower door testech dosahuje vynikajících výsledků, které vyhoví normám i s velkou rezervou.

V současnosti je nejžádanějším řešením u pasivní výstavby jednovrstvá zděná konstrukce bez zateplení. Pro tento typ výstavby byla vyvinuta tepelněizolační řada tvárnic, jejíž poslední novinkou je Lambda YQ s dosud nejlepšími tepelněizolačními vlastnostmi u Ytongu. K celkové výsledné kvalitě stavby přispívají i systémové doplňky, jako je základací tepelněizolační malta a vnější i vnitřní omítka od Ytongu. S jejich použitím a při dodržení správných technologických postupů je možné dosáhnout optimálních tepelněizolačních vlastností, tepelného komfortu a zdravého vnitřního klima v domě. U projektů, kde je lehké zateplení vhodné, lze systém doplnit minerálními deskami Multipor od téhož výrobce.

Materiál je šetrný k životnímu prostředí při výrobě, stavění i provozu budovy – výrobce je držitelem certifikace EPD. Životnost je minimálně 150 let – budujete kvalitní dům pro několik generací.

Stavte s YQ – stavte i pro budoucí generace!



OKNA A DVEŘE PRO PASIVNÍ DOMY

dafē⁺plast



www.dafe.cz

- Dodáváme řešení pro zamezení vzniku tepelných mostů od drobných detailů až po izolaci velkých ploch
- Dodáváme izolaci Compacfoam
- Dodáváme izolaci Aerogel
- Dodáváme izolaci Vakuovou

www.propasiv.cz



■ Designové radiátory

■ **Komfortní větrání**

■ Stropní systémy pro vytápění a chlazení

■ Zařízení pro čištění vzduchu

zehnder

always the
best climate

Vždy to nejlepší klima pro

CHYTRÉ DOMY

Inteligentní komfortní větrací jednotky **Zehnder ComfoAir Q** můžete navrhovat do energeticky úsporných budov, splňují vysoké nároky na komfort a budoucí energetické standardy. Užijte si volnosti při plánování díky jejich inovativní technologii a snadné integraci do systému řízení budov.

Zehnder ComfoAir Q, perfektní volba pro komfortní větrání s rekuperací tepla.

Získejte více informací na: info@zehnder.cz, M 731 414 443, www.zehnder.cz



Zehnder app



KNX gateway

GT ENERGY

úsporné technologie pro pasivní budovy



- Tepelná čerpadla SANDEN 3,5 kW pro pasivní rodinné domy
- Tepelná čerpadla IVT pro ohřev vody, chlazení, vytápění
- Plynová tepelná čerpadla YANMAR pro topení a chlazení

www.gt-energy.cz

ASTING CZ PASIVNÍ DOMY s.r.o. www.asting.cz

Společnost již jedenáctým rokem projektuje a staví pouze pasivní domy. Zabývá se rovněž poradenstvím, výkonem technického dozoru, vývojem a distribucí staveních systémů MAXPLUS . Nyní Vám představuje absolutní novinku.

Univerzální maloformátové plastové bednění

(<https://www.youtube.com/watch?v=YYwZkLbBvdg>) pro vytváření různorodých monolitických konstrukcí. Toto bednění je plně kompatibilní se systémem MAXPLUS aku. Bednicí deska je opatřena unikátním zámkovým systémem, díky kterému se jednotlivé desky mezi sebou jednoduše spojují a vytváří tak souvislé bednicí plochy dle potřeby. Odbednění po betonáži probíhá pouhým pootočením trhacích hlavic a posunutím bednicí desky vždy ze zámků desky sousední. Vše bez mechanizačních prostředků. Vhodné pro firmy i svépomocné stavebníky. Maloformátová deska je určena k mnohonásobnému použití a vyznačuje se dlouhou životností. Jedná se o významného pomocníka pro vytváření monolitických konstrukcí. Využití je pro rodinné a bytové domy, výrobní haly, betonové nádrže, jímky, bazény, ploty, opěrné zdi a další monolitické konstrukce.