

PASIVNÍ DOMY 2013

Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2013 – Program EFEKT.



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU



NOVÉ KURZY O CHYTRÉM STAVĚNÍ PRO ODBORNÍKY

STAŇTE SE TĚMI, KTERÍ
PASIVNÍM DOMŮM ROZUMÍ.



Vizualizace:
Karon s.r.o.

TEORIE JDE RUKU V RUCE S PRAXÍ UČTE SE NA KONKRÉTNÍCH PŘÍKLADECH

Centrum pasivního domu spolu se svými členy, předními odborníky v oboru energeticky úsporného stavebnictví, připravilo celkem 6 nových kurzů.

V tomto komplexním vzdělávacím programu se naučíte vše, co potřebujete v souladu se směrnicí EPBD II vědět – od základních principů, přes celkový návrh, až po kvalitní provedení či energeticky efektivní rekonstrukce.

Kurzy kombinují teorii s praktickými ukázkami a cvičeními tak, aby účastníci co neefektivněji nabyli nové informace a uměli je využít ve své práci. Příklady jsou počítány na reálných budovách a součástí kurzů jsou také exkurze do pasivních domů.

**AKTUÁLNÍ TERMÍNY KURZŮ
NAJDETE NA WEBU CENTRA
PASIVNÍHO DOMU**

VÍCE INFORMACÍ:
www.pasivnidomy.cz/kurzy

**A
KURZ**

ÚVOD K NAVRHOVÁNÍ PASIVNÍCH A NULOVÝCH DOMŮ

Jednodenní kurz A je určen pro všechny, kteří chtějí rychle získat základní přehled o oboru energeticky šetrného stavění.

**B
KURZ**

ZÁKLADNÍ PRINCIPY NAVRHOVÁNÍ PASIVNÍCH A NULOVÝCH DOMŮ

Absolvování třídeního kurzu B poskytne přehled o základech navrhování energeticky úsporných budov doplněný o ukázky konkrétních konstrukčních řešení.

**C
KURZ**

NAVRHOVÁNÍ PASIVNÍCH A NULOVÝCH DOMŮ

Desetidenní kurz C obsahuje podrobné a komplexní informace nezbytné pro návrh budov s téměř nulovou potřebou energie se zaměřením na praktické poznatky včetně všech souvislostí a vztahů.

**D
KURZ**

ZAJIŠTĚNÍ KVALITY PASIVNÍCH A NULOVÝCH DOMŮ

Třídenní kurz D je úzce specializovaný na zajištění kvality budov v projektové přípravě i na samotné stavbě.

**E
KURZ**

NAVRHOVÁNÍ A INSPEKCE SYSTÉMŮ VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ V PASIVNÍCH A NULOVÝCH DOMECH

Třídenní kurz E se věnuje návrhu a inspekci otopných soustav a větracích systémů v budovách s velmi nízkou potřebou energie.

**F
KURZ**

ENERGETICKY EFEKTIVNÍ RENOVAČE STÁVAJÍCÍCH BUDOV

Třídenní kurz F přináší detailní informace o navrhování rekonstrukcí stávajících budov s cílem maximálně snížit jejich energetickou náročnost.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nový vzdělávací program pro podporu odborníků vznikl v rámci projektu „Tvorba vzdělávacího programu pro odborníky v oblasti energeticky úsporné výstavby v Jihomoravském kraji“ (reg. č. CZ.1.07/3.2.04/03.0057), který je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

PŘIHLASTE SE NA
www.pasivnidomy.cz/kurzy

PASIVNÍ DOMY 2013

Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2013 – Program EFEKT.



Název PASIVNÍ DOMY 2013

Vydavatel



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

Editor publikace Jan Bárta

Překlad Alena Povolná

Titulní strana František Eliáš

Foto na titulní straně autor návrhu: ing. arch. Lubomír Korčák, www.projektydomu.cz

Vydání první, 2013

Text publikace neprošel redakční ani jazykovou úpravou.

Kopírování jednotlivých příspěvků je možné jen se souhlasem autorů.

ISBN 978-80-904739-3-5

Obsah

Znovuobjevení ohně: Jak nás mohou pasivní domy zbavit potřeby uhlí, ropy a jaderné energie do roku 2050	11
James Scott Brew, FCSI, AIA, CPHC, Director, Ebert & Baumann Consulting Enginee	
Reinventing Fire: Passivhaus role in getting one nation completely off coal, oil and nuclear by 2050	18
James Scott Brew, FCSI, AIA, CPHC, Director, Ebert & Baumann Consulting Enginee	
Budovy s téměř nulovou spotřebou energie? Pasivní dům nabízí odpověď.	25
Dr.-Ing. Benjamin Krick, Passivhaus Institut	
Nearly Zero Energy Building? Das Passivhaus gibt eine Antwort.	38
Dr.-Ing. Benjamin Krick, Passivhaus Institut	
Aeropolis II & Elia: pasivní budovy demonstrující (r)evoluci ekologického stavitelství v Bruselu	52
Anne-Laure MAERCKX, Cenergie cvba c/o Brussels Environment	
Aeropolis II & Elia: passive buildings showing the (r)evolution of eco-construction in Brussels	59
Anne-Laure MAERCKX, Cenergie cvba c/o Brussels Environment	
Ekonomické hodnotenie budov a možnosti jeho využitia v praxi	66
Ing. Katarína Korytárová, PhD., Ministerstvo hospodárstva SR	
Budovy s takmer nulovou potrebou energie a nákladovo optimálna úroveň energetickej hospodárnosti budov	72
Ing. Jana Bendžalová, PhD., Ing. Štefan Bekeš, Ing. Veronika Nouzová	

Urbanistický rozvoj v pasivním standardu – dynamický růst nové části Heidelbergu Bahnstadt	89
Ralf Bermich, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie	
Stadtentwicklung im Passivhaus-Standard – Heidelbergers neuer Stadtteil Bahnstadt wächst dynamisch	96
Ralf Bermich, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie	
Vícebytový dům Mainzeile – odborné plánování a optimalizace kvality, nákladů a standardů PD	103
Dipl.-Ing. Norbert Stärz, inPlan TGA GmbH	
MFH Mainzeile – Fachplanung im Spannungsfeld Qualität, Kosten und Passivhaus-Standards	110
Dipl.-Ing. Norbert Stärz, inPlan TGA GmbH	
Sídlo IWU: Modernizace s komponenty v pasivním standardu – koncepce, náklady, zkušenosti s provozem	117
Michael Hörner, Margrit Schaede, Institut Wohnen und Umwelt (IWU)	
Das IWU-Haus: Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten – Konzept, Kosten, Betriebserfahrungen -	126
Michael Hörner, Margrit Schaede, Institut Wohnen und Umwelt (IWU)	
Pasivní panelák? Ano, to myslíme vážně!	135
Jiří Beranovský, Petr Vogel, František Macholda, EkoWATT o. s.	
Lehké obvodové pláště při energetické sanaci budov	148
Jan Tywoniak, Michal Bureš, Fakulta stavební ČVUT v Praze	

Vliv rekonstrukčních opatření na příspěvek denního světla	157
Matthias Werner, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen	
Einfluss von Sanierungsmaßnahmen auf den Tageslichteintrag	164
Matthias Werner, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen	
Aktivní přepadové větrání pro rekonstrukce školních budov	171
Rainer Pfluger, Mattias Rothbacher, University of Innsbruck, Unit Energy Efficient Buildings	
Active overflow ventilation for refurbishing of school buildings	179
Rainer Pfluger, Mattias Rothbacher, University of Innsbruck, Unit Energy Efficient Buildings	
Význam vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov pri navrhovaní pasívnych a nulových budovách	187
Jozef Bednár, Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta	
Optimalizace uspořádání půdorysu bytů pro kaskádové větrání	195
Dipl.- Ing. Elisabeth Sibille, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen	
Optimization of dwelling floor plan configuration for cascade ventilation	203
Dipl.- Ing. Elisabeth Sibille, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen	
Bodové tepelné mosty nadkroevních tepelných izolací	211
Roman Šubrt, Pavlína Charvátová, VŠTE	

Měření vzniku vlhkosti dřeva ve zhlaví trámů u rekonstrukce s vnitřní izolací	217
Kristin Bräunlich; Berthold Kaufmann, Passivhaus Institut	
Messung der Holzfeuchteentwicklung in Balkenköpfen bei einer Sanierung mit Innendämmung	224
Kristin Bräunlich; Berthold Kaufmann, Passivhaus Institut	
Světlíky rozptylující světlo – tepelné ztráty versus úspory energie	231
Tyson Lawrence, Kurt W. Roth, TIAX LLC	
Lichtstreuende Oberlichter – Wärmeverluste versus Energieeinsparung	239
Tyson Lawrence, Kurt W. Roth, TIAX LLC	
Zkušenosti z realizace pasivního bytového domu pro seniory v Modřicích	247
Ing. arch. Josef Smola, Projektový a inženýrský ateliér	
Od pasivního k nulovému – výsledky monitoringu nulového domu v Kremničke	257
Jozef Štefko Technická univerzita vo Zvolene	
Náš prvý „pasivný“ dom: Skúsenosti z navrhovania a realizácie energeticky efektívneho domu na báze dreva	267
Ing. arch. Pavol Korček, PhD. – autorizovaný architekt SKA, Ing. arch. Patrik Martin	
Urbanistický rozvoj v pasivním standardu – dynamický růst nové části Heidelbergu Bahnstadt. Dílčí aspekt: Systém řízení jakosti pro městskou část v pasivním standardu Heidelberg-Bahnstadt	272
Ralf Bermich und Robert Persch, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie	

Stadtentwicklung im Passivhausstandard – Heidelberg's neuer Stadtteil Bahnstadt wächst dynamisch. Teilaspekt: Qualitätsmanagementsystem für den Passivhausstadtteil Heidelberg-Bahnstadt	280
Ralf Bermich und Robert Persch, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie	
Hľadanie rovnováhy	288
Ing.arch.Vanda Holeščáková, ARCHITECTONICA s.r.o.	
Integrované navrhovanie verzus/a projektová prax	293
Ing.Ľubica Šimkovicová, Inštitút pre energeticky pasívne domy	
Energeticky aktivní věž Fronius = finální krok k energetické autonomii firemního areálu	315
Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.; Arch. Dipl.-Ing. Heinz Plöderl, PAUAT Architekten	
Plusový rodinný dům v Brně Komíně! Energy positive house chimney	324
Ing. Rostislav Kubíček (CPHD), VIZE ATELIÉR, s.r.o.	
Pasivní domy v Arktidě – Česká polární stanice na Špicberkách	330
Ing. Petr Filip, Chytrý dům s.r.o.	
Pasivní obytná zóna Lodenareal Innsbruck	337
DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH	
Passivwohnanlage Lodenareal Innsbruck	343
DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH	
Pasivní obytná zóna 03 Innsbruck	349
DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH	

Passivhauswohnanlage 03 Innsbruck	355
DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH	
Justiční centrum Korneuburg	362
DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH	
Justizzentrum Korneuburg	370
DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH	
Na ceste k lepším domom – (nielen) o pasívnom dome v Stupave na Kremenici	378
Ing. arch. Pavol Pokorný, Pokorny architekti s.r.o.	
Analýza vybraných otázek týkajících se požadavků na zajištění dostatečného větrání a odpovědnosti projektanta za případné nesplnění těchto požadavků u staveb	388
Aleš Chamrád, MT Legal s.r.o., advokátní kancelář	

Znovuobjevení ohně: Jak nás mohou pasivní domy zbavit potřeby uhlí, ropy a jaderné energie do roku 2050

*James Scott Brew, FCSI, AIA, CPHC, Director, Ebert & Baumann Consulting Engineer
734 15th Street, NW, Suite 1000, Washington, D.C. 20005, USA*

1. Výzva

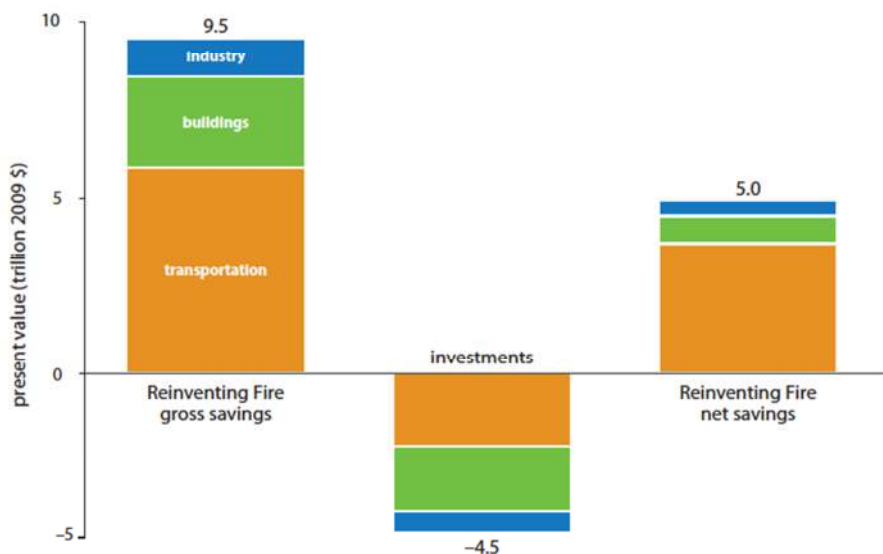
Stejně jako z nás objev ohně udělal opravdové lidi a zemědělství umožnilo existenci měst a států, fosilní paliva nás posunula do moderní doby. Přeměnila energii z předmětu starosti o osobní přežití ve vsudypřítomné zboží, neustále poskytované slovnými experty, různými tajemnými znalostmi, nepředstavitelně velikými stroji, největšími korporacemi světa a největším světovým průmyslovým odvětvím. Nicméně tato základní podmínka existence naší civilizace, tento magický elixír, který tolik obohatil a prodloužil životy miliard lidí, začal také čím dál víc měnit naše životy v ustrašenější, nejistější, nákladnější, destruktivnější a nebezpečnější. Rostoucí cena a riziko omezuje, a někdy, jak se zdá, i zcela převyšuje jeho zřejmé výhody. Je příčinou astmatu v plicích našich dětí a rtuti v tuňácích, které si dávají k obědu. Energetické nehody otřásají ekonomikou. Bohatství a moc si kupuje politiky a diktuje vládám. Je zdrojem rivality, korupce, despotismů a válek ve světě. Mění složení atmosféry naší Země rychleji, než se kdy změnila za posledních zhruba 60 milionů let.

2. Příležitost

Zhruba 78 % lidské činnosti je poháněno vykopáváním a pálením shnilých pozůstatků pravěkých bažin. Dnes ale máme modernější alternativy nežli odsávání a spalování hnoje, který se rozkládal po stovky milionů let. Stejný důmysl a podnikavost, které nyní vyškrabávají ze země jeho poslední zbytky, mohou místo toho napájet a zlepšovat životy naše i miliard ostatních lidí, kterými se Země hemží; to vše s minimálními výdaji a často (dokonce téměř vždy) se ziskem. Tento energetický přechod, nebo nový oheň, ve skutečnosti obohatí společnost o mnoho biliónů dolarů čistého zisku v ihned dostupné hotovosti. Tento článek se zaměří na stavebnictví a ukáže, jakým způsobem standard pasivního domu napomáhá šíření tohoto nového ohně ve stavebnictví – v nové výstavbě stejně jako v rekonstrukci obytných a komerčních budov.

Nový oheň, který je zde popsán, kombinuje dva prvky: velmi efektivní využívání energie a získávání této energie z mnoha různých a většinou rozptýlených obnovitelných zdrojů. Tento dvojitý přechod k efektivitě a obnovitelnosti, ke kterému už dochází a stále se zrychluje, ale nespočívá pouze v odpovědi na staré otázky „Co?“ a „Jak?“ (co za technologii použít a jak ji prosadit pomocí veřejných politik). Technologie a veřejná politika prochází mnoha inovacemi a bude se jim potřeba věnovat: adaptovat staré osvědčené nápady, vytříbit nové a dál inovovat. Ale to není ani polovina příběhu.

Value of U.S. energy savings, 2010–2050



Obrázek 1: Hodnoty energetických zásob USA, 2010–2050

Upraveno do aktuálních hodnot z roku 2010 pomocí skutečné úrokové míry 3 % ročně, 4,5 biliónů amerických dolarů úhrnných mimořádných investic (nad běžný provoz) může přinést 9,5 biliónů dolarů v úsporách na palivu, čímž by se vytvořil zisk 5 biliónů dolarů. Tento výpočet nezahrnuje návrh integrace a neenergetické zisky.

Dnešní energetický přechod je také mnohem více o novém „co“ - integračním designu, který kombinuje technologie inovativním způsobem; a o novém „jak“ – nových obchodních modelech a konkurenčních strategiích. V každé z těchto čtyř oblastí spějí důležité inovace k vytvoření snad největšího přílivu převratných příležitostí, s efektem tak všestranným, jako v případě nástupu moderní výpočetní techniky, ale zásadnějším.

Tyto čtyři nástroje energetické transformace (technologie, politika, design a obchod) sdružují mnohem více než jen součet čtyř částí. Spolu mohou vytvořit tu největší obchodní příležitost naší doby, ba všech dob. Lidský druh započal nejdůležitější posun infrastruktury ve svých

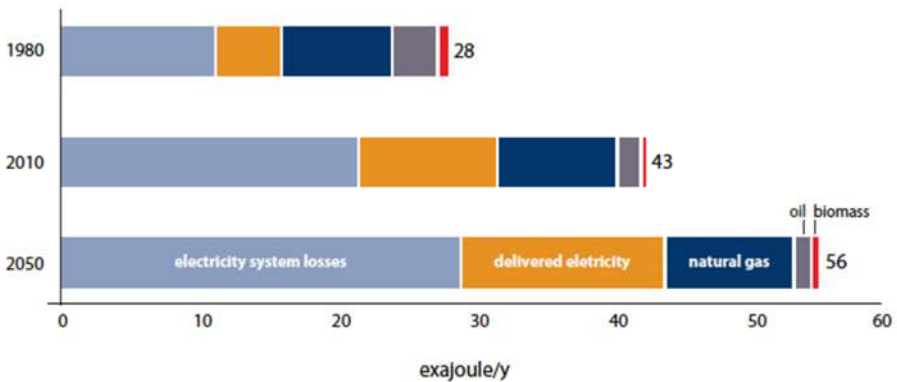
dějínách, sloučení energetiky s informační technologií za pomoci nových nápadů, kombinací technických a společenských objevů, čímž dochází k jednomu překvapení za druhým a k jejich spojování v další překvapení. A jednat je třeba teď – toto desetiletí, nebo ještě přesněji během příštích několik let. Toto období je zásadní pro to, aby se námi předvídaná změna uvedla do pohybu.

3. Nejen budovy

Přesun k nové energetické ekonomice vyžaduje využití příležitostí a integraci mezi čtyřmi primárními sektory: dopravou, průmyslem, stavebnictvím a energetikou. Tento článek se zabývá pouze stavebnictvím, nicméně je nutno říci, že pokud si chce nějaký stát naplánovat, jak se zbavit fosilních paliv, musí tento plán zahrnovat všechna důležitá odvětví využití energie a její distribuce.

4. Znovuobjevení ohně: Budovy + Pasivní dům

Budovy v USA spotřebují obrovskou část energie – 42 % primární energie, 72 % elektrické energie a 34 % přímo využívaného zemního plynu, což jsou nejvyšší podíly ve všech sektorech. Američané spotřebují na vytápění a elektrickou spotřebu budov přes 400 miliard dolarů ročně – více, než kolik vláda vydává na zdravotnictví. V roce 2007 spotřebovaly budovy v USA více energie než celé Japonsko nebo celé Rusko a dvojnásobek spotřeby Indie s 1,2 miliardami obyvatel. Pokud by budovy v USA představovaly stát, umístily by se ve spotřebě primární energie na třetím místě za Čínou a USA. A co víc, jak demonstruje obrázek níže, předpokládá se, že spotřeba primární energie dále poroste.



Obrázek 2: Spotřeba primární energie v budovách v USA

V letech 1980 a 2010 vzrostla spotřeba obytných a komerčních budov v USA o 54 %. Od roku 2010 do roku 2050 se předpokládá růst o dalších 33 %.

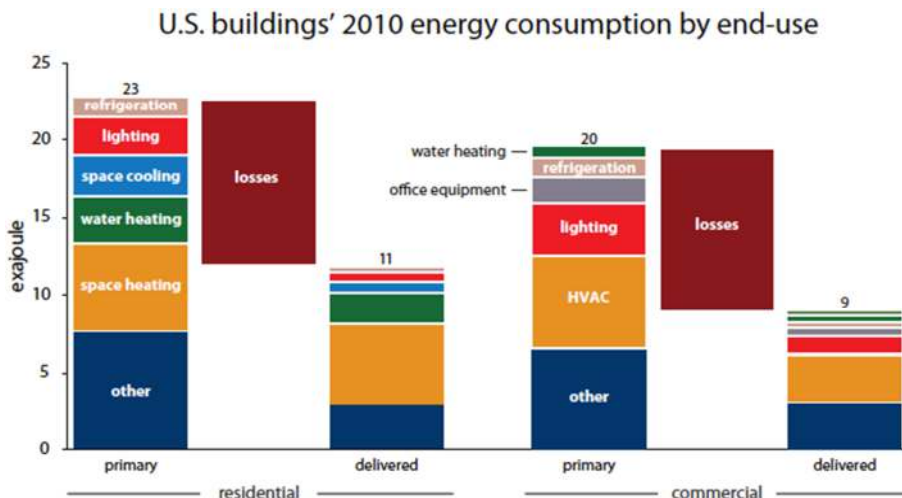
4.1. Růst zátěže

Více než polovina energetické spotřeby budov v USA připadá na 115 miliónů domů, bytů a jiných ubytovacích objektů. Spotřeba domácností roste částečně proto, že se naše domy rozšířily: průměrný nový dům pro jednu rodinu je více než dvojnásobný oproti domům z roku 1950. Nové domy jsou také napěchovány větším množstvím přístrojů – sušičky a sporáky, širokouhlé obrazovky a nabíječky telefonů. I když nejsou používány, hodiny, ovládání, zdroje a ostatní pohotovostní výkony z těchto zátěží mohou tvořit až 10 % elektrické spotřeby domácností. Jinými slovy, v USA běží alespoň 8 obřích elektráren jen k napájení vypnutých spotřebičů. Lidé vyžadují větší pohodlí. Více než polovina domů v USA má centrální klimatizaci. Oficiální odhady předpokládají další nárůst energetické spotřeby, protože rychlost, s níž roste rozloha domů a počet spotřebičů, přesahuje rychlost rostoucí energetické efektivity.

Stejný trend růstu a rozmanitosti lze pozorovat u komerčních budov. Nejintenzivnější je spotřeba energie v supermarketech a v nemocnicích, kde osvětlení a spotřebiče fungují po celou noc. Nicméně dominantní jsou (z důvodu množství) kanceláře, obchody a školy. I když podniky mohou upřednostňovat programy práce z domu nebo „hotelling“ (na rezervacích založený systém sdílení kancelářských prostor mezi lidmi, kteří často cestují nebo pracují jinde), celkový rozsah administrativních prostor bude stále růst, i když možná ne tak rychle, jak se předpokládalo. Podobně jako u domů neexistuje žádná „typická“ komerční budova. Nároky a energetická spotřeba obřích výpočetních data center nebo rozsáhlých skladů jsou naprosto rozdílné oproti zubařským ordinacím nebo fast-food restauracím.

4.2. Některé konečné spotřeby energie

Složitost energetické spotřeby v budovách se může zdát ohromující, ale obrázky níže ukazují, že téměř veškerá energie slouží pouze pro několik málo hlavních účelů – vytápění a chlazení, osvětlení, ohřev vody, mražení a základní zařízení a spotřebiče. Podle standardu pasivních domů lze nejlépe snížit spotřebu energie a nákladů tím, že se zaměříme na snížení zátěže vytápěním a chlazením. A je jasné, že odborní architekti a zkušení stavebníci mohou spotřebu srazit ještě níž.



Obrázek 3: Spotřeba energie koncových uživatelů v budovách v USA 2010

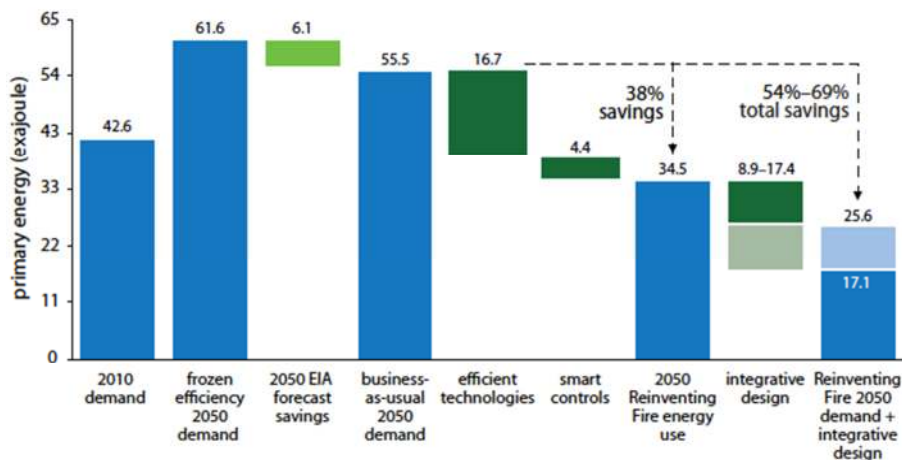
Šest klíčových oblastí energetické spotřeby se liší u obytných a komerčních budov. Spotřeba primární energie ovlivňuje dopad budovy na klima; dodaná energie ovlivňuje provozní náklady.

4.3. Dostupná rentabilní účinnost

“Kouzlo” potenciálních energetických úspor budov je zobrazeno v grafu níže. Pomocí investic a přeměnou realitního trhu je možné do roku 2050 ušetřit okolo 38 %, potenciálně až 69 % předpokládané spotřeby primární energie pro stavby, a to i přestože jich bude o 70 % víc. Tohoto je možné dosáhnout s vysokou návratností investice: 38% úspora vyžaduje postupnou investici 0,5 miliardy dolarů (v hodnotách z roku 2010) rozloženou mezi následujících 40 let s e ziskem 1,9 miliardy dolarů v cenách ušetřené energie. Průměrná návratnost investice je zhruba 24 % ročně. Tyto cíle, bude-li jich dosaženo, jsou velmi působivé. Nikdy v historii se energetická spotřeba budov v USA nesnižovala. Už pouhé ustálení spotřeby energie v letech 2010 až 2050 by byl slušný výkon. Ale proč se o to zajímat teď? Protože jen malá investice

(jen 2 % toho, co developeři nemovitostí běžně investují v klidných dobách) může vytvořit lepší a hodnotnější budovy, které by mohly obsadit zdravější a produktivnější lidé, to vše při nižších dlouhodobých nákladech a minimalizaci závislosti na fosilních palivech s jejich riziky a emisemi.

U.S. buildings' energy efficiency potential, 2050



Obrázek 4: Potenciál energetické účinnosti v budovách v USA, 2050

Sloupec úplně vlevo ukazuje, že budovy v USA spotřebovaly v roce 2010 43 exajoulů primární energie. Větší rozloha budov by při stejné intenzitě využití energie vedla k 62 exajoulům v roce 2050, sníženým na 55,5 dle oficiálně předpovídaných úspor (extrapolováno do 2050), které nezahrnují inovace nebo nové zákony. Pasivní řešení se primárně projevují ve sloupci integrovaného návrhu.

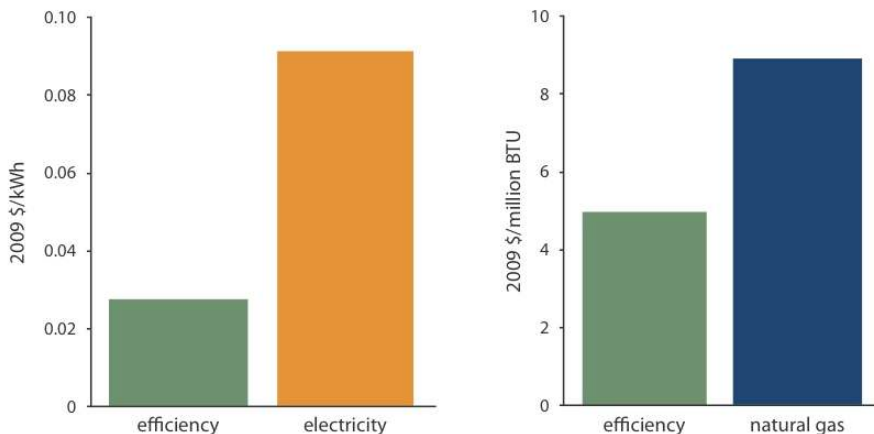
Peníze, které už nebudou vyplývány na energii, se přesunou do kapes obyvatel nebo majitelů budov, případně obou. Tak bude oceněna intenzivní snaha, ti, kteří se šance chopí jako první, budou mít výhodu a opozdílci zůstanou pozadu.

Tato čísla jsou důležitá také proto, že opět opakují, co již bylo mnohokrát řečeno: energetická účinnost se vyplácí. A to stojí za to si opakovat. Ale pozor: my neříkáme jen to, že je možné uspořit 10 % až 20 %. Tvrdíme, že je můžeme ušetřit 30 % oproti oficiálním odhadům při zachování zajímavé finanční návratnosti. Při správném návrhu a realizaci lze dosáhnout ještě daleko větších úspor. K dosažení standardu pasivního domu v USA je podle několika aktivně působících poradců nyní nutné investovat 5 - 15 % navíc k celkové ceně výstavby.

Jeden z nejúčinnějších závěrů o rentabilitě opatření energetické účinnosti (jenž nezahrnuje necenové výhody, které ji činí o to zajímavější) je její srovnání s cenou energie, kterou nahradí. Jak je prezentováno na obrázku níže, při srovnání s elektrinou nebo se zemním ply-

nem je energetická účinnost budov více než dvakrát levnější než energie, kterou ušetří. A to při dnešních technologiích a cenách.

Cost of saved energy vs. average retail energy price in U.S. buildings, 2009



Obrázek 5: Cena ušetřené energie vs. průměrná prodejní cena energií v budovách v USA, 2009

Analyzovaná cena vylepšení energetické účinnosti elektřiny a zemního plynu je mnohem nižší než cena energie, kterou ušetří. Zobrazené „porovnávací“ ceny umožňují srovnání energetické účinnosti s dodávkami energie, které tato účinnost nahradí, i přes jejich rozdílnou životnost a výkon. (plyn = \$/1.55 GJ)

Poprvé v historii může být největší část energetické spotřeby USA snížena, aniž by to podlamovalo blahobyt, zdraví a bezpečnost. Ty přitom mohou růst ještě rychleji a trvaleji.

5. Reference

Lovins, Amory, et al, Reinventing Fire, Chelsea Green (2011)

Reinventing Fire: Passivhaus role in getting one nation completely off coal, oil and nuclear by 2050

*James Scott Brew, FCSI, AIA, CPHC, Director, Ebert & Baumann Consulting Engineer
734 15th Street, NW, Suite 1000, Washington, D.C. 20005, USA*

1. The Challenge

Just as fire made us fully human and agriculture made possible cities and states, fossil fuels made us modern. They transformed energy from a preoccupation with personal scavenging to a ubiquitous commodity continuously delivered by extraordinary specialists, esoteric attainments, unthinkable huge machines, the world's largest corporations, and the world's vastest industry. Yet this enabler of our civilization, this magic elixir that has so enriched and extended the lives of billions, has also begun, ever less subtly, to make our lives more fearful, insecure, costly, destructive, and dangerous. Its growing costs and risks erode, and at times may even seem to exceed, its manifest benefits. It puts asthma in our children's lungs and mercury in their lunchbox tuna. Its occasional mishaps can shatter economies. Its wealth and power buy politicians and dictate to governments. It drives many of the world's rivalries, corruptions, despotisms, and wars. It is changing the composition of our planet's atmosphere faster than it has changed at any time in about the past 60 million years.

2. The Opportunity

About 78 % of all human activity is fuelled by digging up and burning the rotted remains of primeval swamps. But today we have alternatives more modern than sucking up and burning decayed muck hundreds of millions of years old. The same ingenuity and entrepreneurship that now scrape the bottom of the barrel from the ends of the earth can instead energize and enhance our own lives, and enrich the lives of the world's teeming billions, at little or no extra cost and often - even pretty generally - at a profit. In fact, this energy transition, or *new fire*, will enrich society by many trillions of net dollars in cold, hard cash. This paper will focus on the buildings sector and show how the Passivhaus standard supports the new fire in the building sector - for both new and retrofit of residential and commercial stock.

The new fire described here combines two elements: it uses energy very efficiently, and it gets that energy from diverse and mainly dispersed renewable sources. But this twin transition to efficiency and renewables, already under way and accelerating, isn't just about the

old “what” - technology - and the old “how” - public policy. Technology and public policy are important and rich with innovation, so we’ll have a lot to say about them: existing ones needing adoption, emerging ones needing refinement, on-the-horizon ones needing development. But they are less than half the story.

Value of U.S. energy savings, 2010–2050

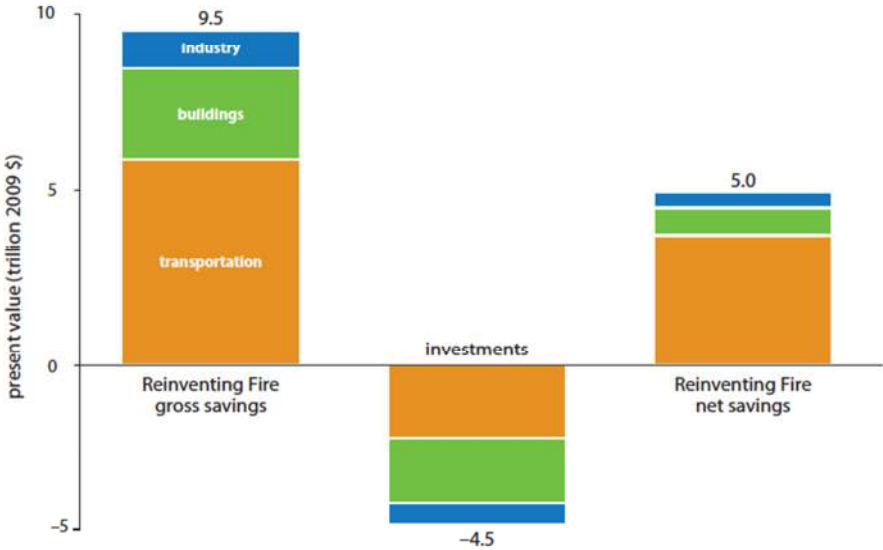


Figure 1: Discounted to 2010 present value at a 3 %/a real discount rate, the \$4.5 trillion of cumulative extra investment (beyond business-as-usual) can return \$9.5 trillion in fuel savings, creating \$5 trillion of cumulative net wealth. This excludes integrative design and non-energy benefits.

Today’s energy transition is also, often even more, about the new “what” - integrative design that combines technologies in unexpected ways - and the new “how” - novel business models and competitive strategies. In each of these four areas, important innovations are converging to create perhaps the biggest flood of disruptive opportunities ever seen, with effects as pervasive as those of the Information Age but even more fundamental.

These four tools for energy transformation (technology, policy, design and business) total far more than the sum of their parts. Together, they can create the greatest business opportunity of our time - indeed, of all time. The human species has begun the most important infrastructure shift in its history, melding energy with information technology and new ideas, blending technical with social breakthroughs, creating one astonishment after another and

then merging them into still more. And the time to act is now - the next decade, even the next few years, are crucial to setting into motion the change we envision.

3. Beyond Buildings

The transition to a new energy economy requires leveraging opportunities and integration across four primary sectors: transportation, industry, buildings and electricity. While this paper is focused on only the buildings sector, it is important to acknowledge that for any nation to map a pathway off of fossil fuel, it must include all major sectors of energy use and distribution in its planning.

4. Reinventing Fire: Buildings + Passivhaus

U.S. buildings consume a prodigious amount of energy - 42 % of the nation’s primary energy, 72 % of its electricity, and 34 % of its directly used natural gas, all the biggest uses by any sector. American’s spend more than \$400 billion a year to heat and power them - even more than the government spends on Medicare. In 2007, U.S. buildings used more primary energy than the total energy use of Japan or Russia, and twice that of India’s 1.2 billion people. If American buildings were a country, they’d rank third, after China and the U.S., in primary energy use. What’s more, as shown in the figure below, primary energy use is projected to keep on growing.

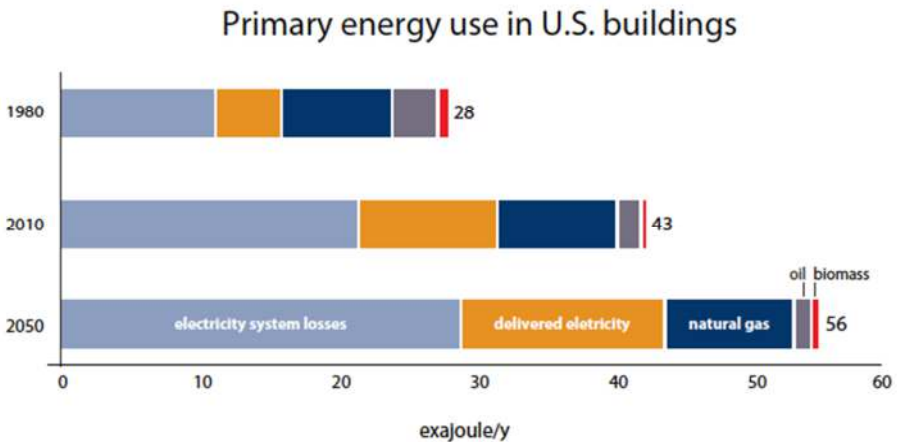


Figure 2: Between 1980 and 2010, U.S. residential and commercial building energy use grew by 54 %. Between 2010 and 2050, it is projected to grow by another 33 %.

4.1. Loads are growing

Slightly more than half of U.S. buildings' energy is used by 115 million homes, apartments, and other residences. Home energy use is climbing partly because our houses have gotten bigger: the average new single-family home more than doubled in size since 1950. We're also jamming more stuff - dryers and stoves, flat-screen TVs and phone chargers - into these homes. Even when not used, the clocks, controls, power supplies, and other standby power from these plug loads may cause up to 10 % of residential electricity use. Altogether, the U.S. runs at least eight giant power plants to power stuff that's turned off. We're also simply demanding more comfort services. Over half of U.S. homes now have central air-conditioning. Government forecasts assume that a continued rise in energy use is inevitable as floorspace and devices continue to outpace rising efficiency.

We see the same trends of growth and diversity in commercial buildings. The most energy-intensive buildings are supermarkets and hospitals, where lights and equipment hum around the clock. However, the dominant users, simply because there are so many of them, are offices, shops, and schools. Even though businesses may opt for work-from home programs or hotelling (a reservation-based way to share unassigned desks among people who often travel or work elsewhere), total office space will continue to rise, though perhaps not as fast as once expected. As with houses, there's no "typical" commercial building. The needs and energy use of giant computer data centers or sprawling warehouses are worlds apart from those of dentists' offices or fast-food franchises.

4.2. Focusing on a few energy end uses

While the complexities of energy use in buildings can seem overwhelming, the figure below reveals that nearly all their energy serves just a few main purposes - heating and cooling, lighting, water heating, refrigeration, and plug loads. In line with the Passivhaus standard, by focusing on reducing heating and cooling loads as well as primary energy, we can see the largest impact on energy use and cost. Smart design professionals and well-trained contractors implementing straightforward business practices can wring far more work out of those uses' energy.

U.S. buildings' 2010 energy consumption by end-use

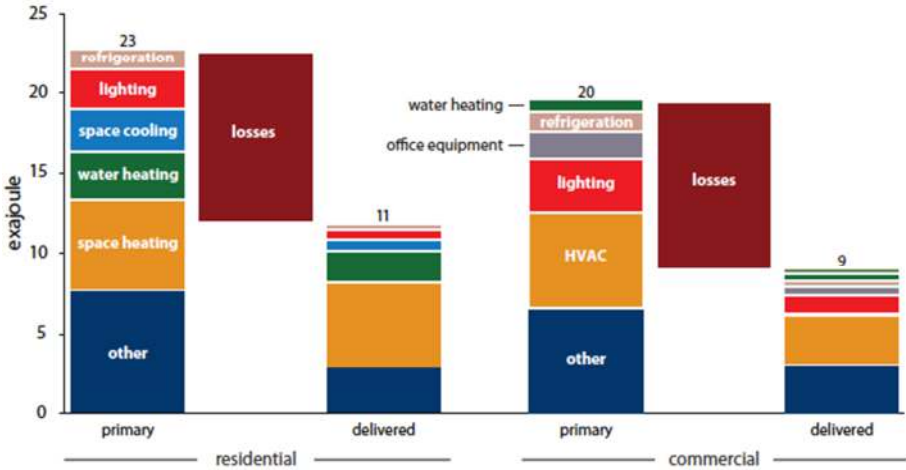


Figure 3: The six key energy uses are different in residential and commercial buildings. Primary energy use drives a building's climate impact; delivered energy drives its operating cost.

4.3. Cost-effective efficiency available

The whole story of energy savings potential in buildings is shown in the chart below. With significant investments and a transformation of the real estate industry, we can save about 38 % and potentially 69 % of a 70 %-bigger building sector's projected use of primary energy in 2050. Further, this can all be done very cost-effectively: saving 38 % requires an incremental \$0.5 trillion investment (in 2010 present value) spread over the next 40 years for a return of \$1.9 trillion in saved energy costs. The average return on investment is roughly 24 % a year. These targets, if achieved, are very impressive. Never in our history has U.S. building energy use trended downward. Just leveling energy use from 2010 to 2050 would be quite a feat. But why should you care about this? Because a little extra spending now (just 2 % of what real-estate developers invest anyhow in good times) can create better and more valuable buildings, with healthier and more productive people in them, at lower long-run cost while managing fossil fuel's risks and emissions.

U.S. buildings' energy efficiency potential, 2050

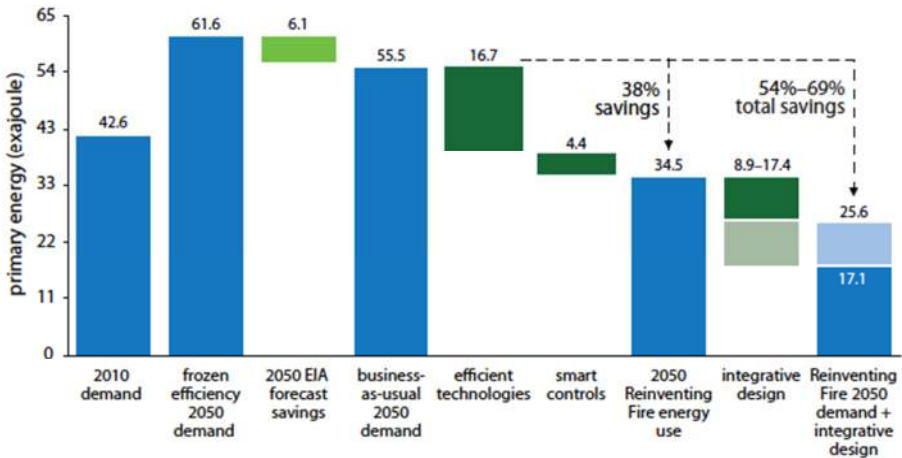


Figure 4: The far-left bar shows that U.S. buildings used 43 exajoules of primary energy in 2010. More floorspace with the same energy-use intensity would use 62 exajoules in 2050, reduced to 55.5 by officially forecast savings (extrapolated to 2050) that don't count innovation or new policies. Passivhaus application principally occurs in the integrative design column.

The dollars no longer wasted on energy will flow to the bottom lines of buildings' occupants, owners, or both. That big a prize, and what it implies for competitive advantage to leaders and disadvantage to laggards, merits vigorous effort.

These numbers are important because they also reiterate what many others have already said - energy efficiency is cost-effective. Which bears repeating. But we're not just saying savings of 10 % or 20 % are cost-effective. We're saying saving more than 30 % *beyond* the official forecasts is nearly always cost-effective. If correctly designed and executed, considerably larger cost-effective savings are possible too. Achieving Passivhaus standard in the U.S., according to several active consultants, presently requires an additional investment of 5-15 % of the total construction value.

One of the most powerful conclusions about the cost-effectiveness of energy efficiency (which exclude the more powerful benefits beyond energy cost savings that make it even more compelling) is how it compares to the cost of the energy it displaces. As shown in figure below, whether compared to electricity or natural gas, energy efficiency in buildings typically costs less than half as much as the energy it saves. And that's with today's technologies and prices.

Cost of saved energy vs. average retail energy price in U.S. buildings, 2009

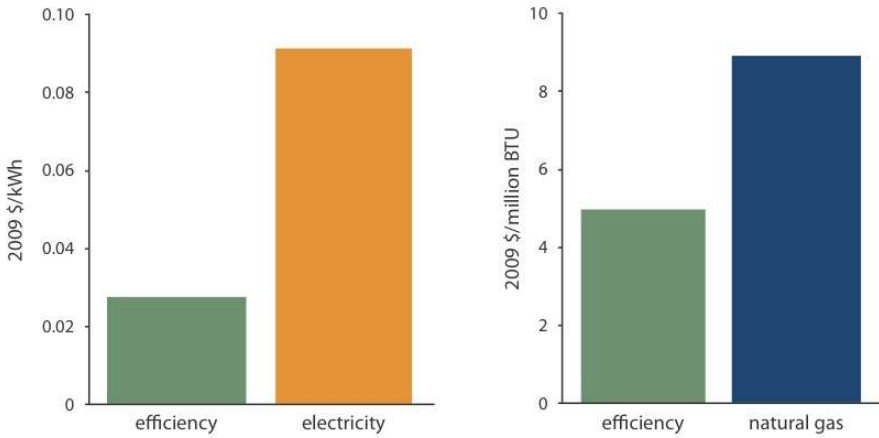


Figure 5: The electricity and natural gas energy efficiency improvements analyzed cost much less than the energy they save. The “levelized” costs shown allow a comparison of energy efficiency with the energy supply it avoids, despite their unequal lifetimes and capacities. (Gas = \$/1.55 GJ)

For the first time in history, even from profitable efficiency alone, our economy’s biggest single energy use can now head down, not up, while our prosperity, health, and security climb even more strongly and consistently.

5. References

Lovins, Amory, et al, Reinventing Fire, Chelsea Green (2011)

Budovy s téměř nulovou spotřebou energie? Pasivní dům nabízí odpověď.

*Dr.-Ing. Benjamin Krick, Passivhaus Institut
Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt
Tel. (+49) 6151 / 82699-0, benjamin.krick@passiv.de*

1. Kontext

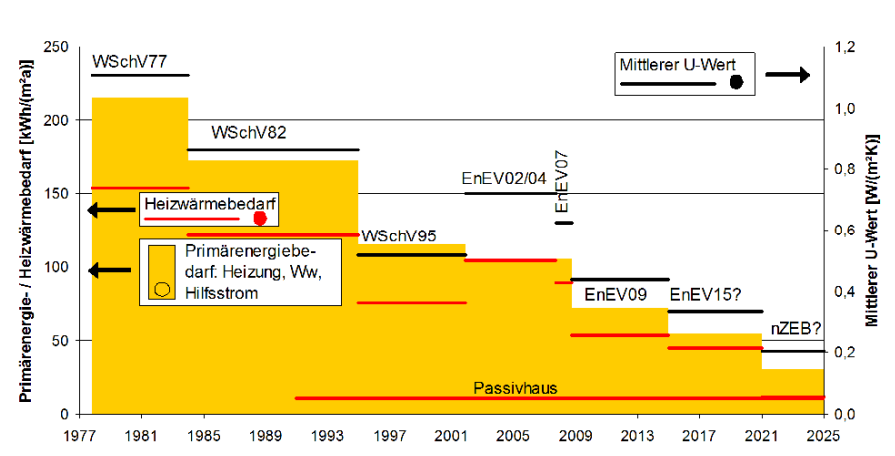
Fosilní zdroje docházejí a jejich používání zvyšuje skleníkový efekt ohrožující naši civilizaci. Zdánlivě jednoduché řešení kompletně nahradit fosilní paliva obnovitelnými zdroji je vyloučeno z důvodu nízké dostupnosti a vysokých nákladů. Vzdát se pohodlí nepřichází v úvahu, proto může být jediným řešením jediné podstatné zvýšení energetické účinnosti spojené s využitím obnovitelných zdrojů energie pro pokrytí zbývající potřeby energie. Tuto potřebu uznala i Evropská unie a zakotvila ji ve Směrnici 2010/31/EU (EPBD Recast) Budovy s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB) jako standard pro budovy dokončené od roku 2021.

V tomto příspěvku je sledován vývoj energeticky efektivní výstavby v Německu na základě právního kontextu historického i platného v současné době a odhaduje se, jak tento vývoj bude pokračovat v budoucím právním kontextu, a na základě těchto úvah je vedena diskuse o různých přístupech k posuzování staveb s vysoce efektivní technologií. Pak budou osvětleny cíle a záměry Směrnice o energetické náročnosti budov (EPBD) a bude předložen návrh definice.

2. Vývoj právního kontextu ve Spolkové republice Německo

Zákonný rozměr energeticky úsporné výstavby v Německu byl poprvé formulován v roce 1977 vydáním Vyhlášky o tepelné ochraně (WSchV). Tato vyhláška omezuje tepelné ztráty vstupem u jednotlivých konstrukcí a také průměrnou U-hodnotu budovy v závislosti na poměru A/V. V tomto příspěvku bude vývoj znázorněn na příkladu koncového řadového domu (Pasivní dům Kranichstein), srov. obr. 1. Vyhláška WSchV 1995 poprvé představila hodnocení energetické bilance s přihlédnutím k solárním a vnitřním ziskům. Z toho vzešel požadavek na dodržení maximální roční potřeby tepla pro vytápění. Z této veličiny se dá zpětně vypočítat maximální průměrná U-hodnota pro budovu v tomto příkladu, která odpovídá zpřísnění přibližně o jednu třetinu. V této době stál první pasivní dům v Kranichsteinu již

čtyři roky. Jeho průměrná U-hodnota se pohybuje asi kolem jedné třetiny maximální hodnoty přípustné podle WSchV 1995. Kdyby předpisy o tepelné ochraně byly aktualizovány dále stejným tempem, v roce 2013 by již bylo dosaženo úrovně pasivního domu. S první Vyhláškou o úsporách energie (EnEV) byla roční potřeba tepla na vytápění jako kritérium nahrazena potřebou primární energie budovy na vytápění, přípravu TV a potřebou pomocné energie, přitom byla přidána průměrná U-hodnota budovy (H_T) jako vedlejší požadavek. Vyhláška EnEV také definuje faktory primární energie, ve kterých se uvažuje pouze neobnovitelná část potřeby primární energie. Dřevo jako palivo typu biomasy je pak tedy hodnoceno faktorem FPE 0.2. Díky metodě přičítání elektrické energie za kombinovanou výrobu tepla a elektřiny je také teplo z těchto zařízení hodnoceno velmi nízkými hodnotami FPE.



Obrázek 1: Potřeba primární energie a průměrné U-hodnoty podle německých zákonných limitů v porovnání se standardem PD

Přechod na používání potřeby primární energie je užitečný, protože do energetické bilance se tak nyní započítají i ztráty dané technickým zařízením a řetězec předcházející dodávku paliv a také pomocná energie potřebná pro výrobu tepla. Graf, v němž jsou znázorněna historická maxima potřeby primární energie s neustále rostoucími požadavky, je běžně známý, srov. také obr. 1.

Limit Vyhlášky EnEV 01 pro H_T však pro budovu v tomto příkladu oproti Vyhlášce o tepelné ochraně WSchV95 výrazně stoupá. Volba zdroje energie s nízkým faktorem FPE (biomasa, KVET - kombinovaná výroba tepla a elektřiny) nebo použití termického solárního systému nyní umožňují zhotovit obálku budovy v nižší kvalitě. Teprve s vyhláškou EnEV 2009 bylo opět dosaženo úrovně tepelné ochrany dle Vyhlášky z roku 1995. Maximální potřeba primár-

ní energie se zde řídila podle „referenční budovy“, která svou geometrií a orientací odpovídala reálné budově, avšak vykazovala stanovené parametry konstrukcí a měla příslušná technická zařízení. Maximální potřeba primární energie pro budovu v tomto příkladu poklesla, ovšem s podmínkou nižších faktorů primární energie. S blížící se Vyhláškou EnEV se má hodnota H_T dále snižovat. Totéž platí pro potřebu primární energie, zde však na pozadí snižujících se faktorů primární energie pro elektřinu (EnEV2009 2,6, 2014 2,0, 2016 1,8). V dalším průběhu legislativního procesu může dojít ke změnám.

3. Přístupy k hodnocení budov s vysokou energetickou účinností

3.1. Rámec energetické bilance

V budovách s malou energetickou účinností je bilanční rámec vyhlášky EnEV (potřeba tepla na vytápění, přípravu TV, potřeba pomocné energie) přijatelný, neboť zde dominuje potřeba tepla na vytápění. Jelikož je podíl potřeby tepla na vytápění v budovách s vysokou energetickou účinností relativně malý, bilanční rámec EnEV zde nestačí a musí se rozšířit o potřebu energie na osvětlení a elektřinu pro domácnost. Bilancování lokální výroby energie je diskutováno v dalším textu.

3.2. Veličiny hodnocení

Pro vyhodnocení potřeby energie v budovách můžeme stanovit čtyři veličiny: *Užitečná energie* (např. v podobě tepla), která je v budově potřeba, aby poskytla určité služby (tepelná pohoda v interiéru), *účinnost systému* celé budovy včetně systémových technických ztrát a hodnocení použitých zdrojů energie, *dopad na životní prostředí* vlivem potřeby provozní energie a *rozdělení potřeby energie v průběhu roku*. V následujícím textu jsou tyto veličiny prodiskutovány a jsou navrhovány příslušné indikátory.

3.3. Užitečná energie

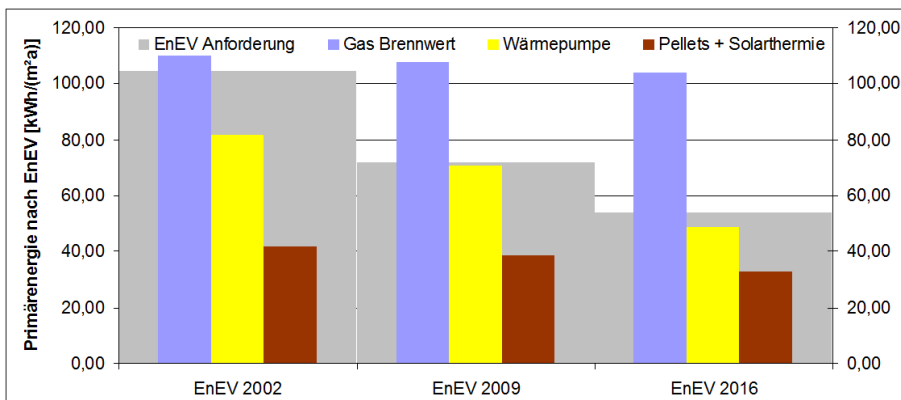
V sedmdesátých letech, kdy nebyly obecně dostupné ani programy energetické bilance, ani související hardware, byl za vyhovující hodnotící měřítko pro zákonné předpisy považován průměrný součinitel prostupu tepla budovy, který se dal snadno spočítat ručně. Tento součinitel dokonce i dnes definuje spolehlivě tepelnou kvalitu, protože se vztahuje na komponenty budovy s dlouhou životností, je založen na fyzikálních principech a není závislý faktorech s časem proměnlivých. Pro hodnocení budov s vysokou energetickou účinností je však průměrná U-hodnota nedostačující, protože k němu značně přispívají solární a vnitřní tepelné

zisky. Z tohoto hlediska je přechod na požadavek na roční potřebu tepla na vytápění, který byl realizován vyhláškou WSchV95, krokem správným směrem, jímž se od začátku vydal i standard pasivního domu (ovšem na základě kvalifikované energetické bilance). Požadavek standardu PD na roční potřebu tepla na vytápění (15 kWh/(m²a)) je klíčovým prvkem katalogu kritérií kladených na PD – a už více než 20 let nebyl překonán, co se týče jak úrovně požadavků tak také, jak bylo prokázáno ve většině případů, ekonomického optima (které je měřítkem pro Budovy s téměř nulovou spotřebou energie). Stejně důležitým zůstává požadavek na roční potřebu tepla na vytápění, protože tato popisuje účinnost pasivních komponent obálky budovy s dlouhou životností, a není závislá faktorech s časem proměnlivých.

3.4. Účinnost systému

Roční potřeba tepla na vytápění ovšem neumožňuje hodnocení energetické účinnosti kompletního systému „Dům“, protože chybějí jak technická zařízení, tak i hodnocení použitých zdrojů energie. Přechod na potřebu primární energie v rámci Vyhlášky EnEV to má splnit. Výhradní zaměření na (neobnovitelnou) primární energii však vede k chybným optimalizacím a podkopává tvrzení o srovnatelnosti budov jak z hlediska využívání různých zdrojů energie, tak i s ohledem na srovnatelnost budov, které byly postaveny v různých obdobích. Obrázek 2 ukazuje měrné potřeby primární energie budovy v tomto příkladu, u níž byla kritériem hodnota H'_T podle Vyhlášky EnEV 2009. Na Obrázku je znázorněna měrná potřeba primární energie na základě faktorů primární energie (neobnovitelné) z vyhlášek 2002, 2009 a 2016, s vytápěcími systémy plynový kondenzační kotel (zlepšeno), (zemní) tepelné čerpadlo a kotel na pelety s termickým solárním systémem.

Je zřejmé, že varianty technických systémů stejné po celou dobu se projevují různě v závislosti na měnícím se faktoru primární energie pro elektřinu nejen absolutně, ale i relativně v závislosti na míře požadavků. To znamená, že požadavek Vyhlášky EnEV 2016 ve srovnání s Vyhláškou EnEV 2009 poklesne u varianty „tepelné čerpadlo“ následkem poklesu faktoru primární energie pro elektřinu z 2,6 na 1,8, pokud budou změny Vyhlášky EnEV realizovány podle plánu.



Obrázek 2: Měrné potřeby primární energie budovy v tomto příkladu s termickou kvalitou obálky budovy podle H/T EnEV 2009 s různými systémy vytápění a s FEP platnými dle příslušných vyhlášek

Protože tepelná čerpadla umí využít teplo okolního prostředí pomocí elektrické energie, mají v závislosti na ročním pracovním čísle nižší konečnou spotřebu energie než plynové nebo peletové kotle. Proto je oprávněné a užitečné hodnotit TČ lépe než kotle, dokud je jejich roční pracovní číslo větší než faktor primární energie použitého zdroje elektriny. U peletových kotlů se spotřebuje z důvodu jejich menší účinnosti více konečné energie pro výrobu téhož množství užitečné energie než u kondenzačních kotlů. Přesto má „dřevo“ s hodnotou 0,2 daleko výhodnější faktor PE než zemní plyn (1,1), protože se hodnotí jen „neobnovitelná část“.

Vylučné zapojení části neobnovitelné primární energie zamlčuje, že i regenerativní energie jsou co do množství omezeny, a nedovoluje srovnání účinnosti systémů. Neobnovitelná primární energie proto není vhodná jako indikátor pro celkovou účinnost systému daného Domu.

Jiná je to očividně s celkovou spotřebou primární energie, která se skládá z obnovitelné a neobnovitelné části zdrojů energie. Zde se za předpokladu, že se použijí platné faktory, popisuje účinnost kompletního systému skutečně srovnatelným způsobem. Sčítáním těchto částí se však kladou na stejnou úroveň neobnovitelné energie, které jsou skutečně problematické (fosilní: klimatické změny a důsledky, jaderná energie: riskantní provoz, skladování, problematika zbraní) a (s výjimkou možné nepřijatelné konkurence „nádrže a talíře“ u biomasy, čili biopaliv a potravin) výhrady podmíněné více či méně esteticky (vítr: kůly v krajině, fotovoltaika, solární panely: zohydření vzhledu krajiny).

Možné řešení spočívá v tom, že budou budovy hodnoceny podle zcela obnovitelného referenčního scénáře, v němž budou všechny fosilní a nukleární zdroje nahrazeny obnovitelnými a udržitelně dostupnými zdroji energie. O takový stav usiluje energetická revoluce. Institut pasivního domu uznal toto řešení jako vedoucí k cíli a právě pracuje na takovém referenčním scénáři, srov. příspěvky Wolfganga Feista v tomto sborníku ([Feist 2013a], [Feist 2013b]). Hodnocení podle tohoto referenčního scénáře má od PHPP 9 nahradit neobnovitelnou měrnou potřebu primární energie (max. 120 kWh/(m²a)) jako indikátor pro celkovou účinnost.

3.5. Dopad na životní prostředí

Z dnešního zásobování energiemi vyplývají z hlediska jejich dopadů na životní prostředí dvě hlavní rizika: klimatické změny a nebezpečí z používání jaderné energie. Zatímco ekvivalent emisí oxidu uhličitého je dobrým ukazatelem vlivu budovy na klima, jaderná energie zde zůstává bez povšimnutí. Vyloučením neobnovitelné primární energie by se tento problém dal vyřešit sice nikoliv vědecky přesně, avšak přijatelným způsobem v kontextu hodnocení staveb srozumitelného i pro laiky. Proto PHI propaguje, aby byla zvážena potřeba neobnovitelné primární energie jako ukazatel poškození životního prostředí. Přitom je však rozhodující, aby pro obnovitelné zdroje energie byl stanoven rozpočet v návaznosti na jejich dostupné množství. Pokud by nějaká budova potřebovala více energie, než jí podle definovaného rozdělovacího klíče přísluší, byla by potřeba energie překračující dostupné množství obnovitelných energií posuzována podle faktoru primární energie substituujícího neobnovitelného zdroje energie.

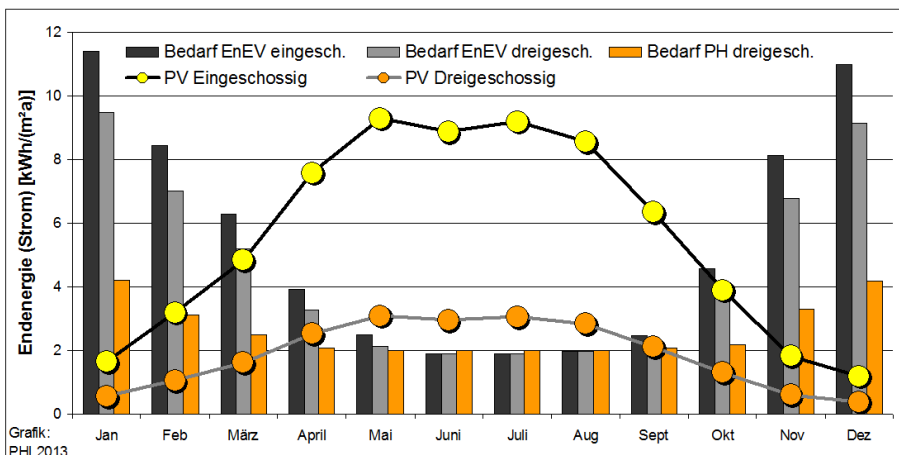
3.6. Rozdělení potřeby energie v průběhu roku

V klimatických podmínkách, ve kterých dominuje potřeba tepla na vytápění nad potřebou tepla na chlazení, je v zimě vyšší potřeba energie než v létě. Ve stejné době dosahuje solární výroba energie svého nejnižšího bodu. Z toho vyplývá takzvaná „zimní díra“. Pro její zaplnění se musejí udržovat drahé kapacity elektráren a akumulací zdrojů energie. Proto je z hlediska (makro-) ekonomie vhodná zimní díra minimalizovat, pokud je to možné.

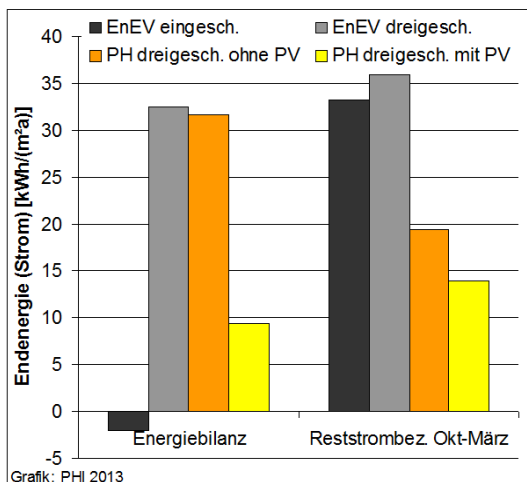
V následujícím textu jsou zkoumány příklady budov z hlediska jejich vlivu na tuto zimní díru. Všechny budovy jsou zásobeny monovalentně elektrinou prostřednictvím tepelného čerpadla (nákladové číslo celkového systému = 0,35 {Poznámka: Nákladové číslo se pohybuje od 0,42 v zimě do 0,20 v létě, protože je závislé na teplotě zdroje.}). Budovy jsou identické co do užité plochy, orientace a lokality. Solární systém orientovaný směrem na jih zabírá 50 % plochy střechy. Porovnání je prováděno z hlediska konečné spotřeby energie, bilanční rámec

zahrnuje vytápění, přípravu TV, pomocnou energii, elektřinu pro domácnost a osvětlení a fotovoltaickou výrobu energie. Posuzuje se volně stojící jednopodlažní budova a třípodlažní koncový řadový dům podle minimálních požadavků Vyhlášky EnEV 2009 na hodnotu H_T . Třípodlažní koncový řadový dům se navíc zobrazí také ve variantě "pasivního domu".

Z obrázku 3 je zřejmé, že fotovoltaický systém není vhodný k tomu, aby výrazněji odlehčil situaci v zimní díře. Naproti tomu vyšší účinnost pasivního domu znamená významný přínos.



Obrázek 3: Potřeba elektřiny (celková) a výroba elektřiny budov z příkladů



Obrázek 4: Energetická bilance a zbývající potřeba elektřiny v zimní díře

Obrázek 4 ukazuje energetickou bilanci a odběr zbývající elektřiny v zimní díře uvedených ukázkových budov a pasivního domu bez solárního systému (výroba a potřeba se hodnotily každý měsíc). U jednopodlažní budovy podle EnEV se jedná o dům se skutečně plusovou bilancí energie z hlediska konečné energie. Protože však fotovoltaický systém vyrábí proud tehdy, kdy je jeho potřeba nízká, nelze tímto způsobem zmírnit spotřebu zimní díry, jak je zřejmé z „Odběru zbývající elektřiny říjen-březen“. Zde se i pasivní dům a dokonce bez solárního systému chová lépe, než budova podle EnEV.

Odběr zbývající elektřiny v zimě se jeví jako rozhodující indikátor pro chování budovy v zimní díře. V budoucím obnovitelném scénáři bude v létě, kdy je energetický výnos vyšší než potřeba energie, elektřina levnější než v zimě. V tomto období bude přebytečný proud přeměněn na skladovatelný metan nebo metanol, který bude v zimě zpětně spotřebováván v systémech kombinované výroby tepla a elektřiny. Z důvodů ztrát přeměnou elektřina – metan - elektřina jsou faktory primární energie v zimě méně výhodné než v létě. Pokud tyto klouzavé faktory primární energie budou zahrnuty do energetické bilance, provede se automaticky hodnocení potřeby energie v zimní díře. Touto cestou by se chtěl Institut pasivního domu ubírat při hodnocení budov v obnovitelném referenčním scénáři.

3.7. Hodnocení lokální výroby energie

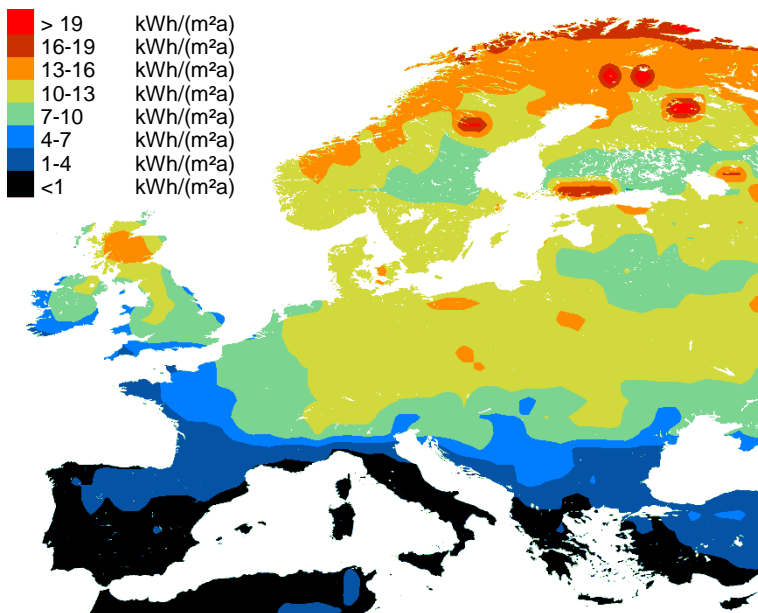
Na příkladu chování v zimní díře bylo možné ukázat, že přání dosáhnout „plusové bilance“ může vést k chybné optimalizaci. Také se ukázalo, že je s jednopodlažní budovou poměrně snadné dosáhnout " plusové bilance". Nicméně jednopodlažní budovy jsou z důvodů zabránění půdy, urbanistického a krajinného plánování a také dopravní a zásobovací infrastruktury málo optimální. Přesto je výroba energie související s budovou žádoucí.

Tyto úvahy vedou k otázce, zda je vztahování lokální výroby energie na užitnou plochu budovy správné. Budova zaujímá takovou plochu, na které je postavena. Nabízí se myšlenka vztáhnout lokální výrobu energie právě na tuto plochu zabranou budovou. Mohla by to být zakrytá plocha nebo plocha podlahových desek a / nebo suterénních stropů, která byla už i tak zjišťována v rámci energetické bilance (skupina ploch 11 v PHPP). Lokální výroba energie by se mohla rovněž specifikovat ve vztahu k referenční výrobě: Jako referenci lze například definovat fotovoltaický systém, který zabírá 100% plochy střechy (referenčně orientované na jih) příslušné budovy. Skutečná výroba by se pak mohla porovnávat s referenční. Tímto způsobem by byla každá budova posouzena ve vztahu k jejímu potenciálu.

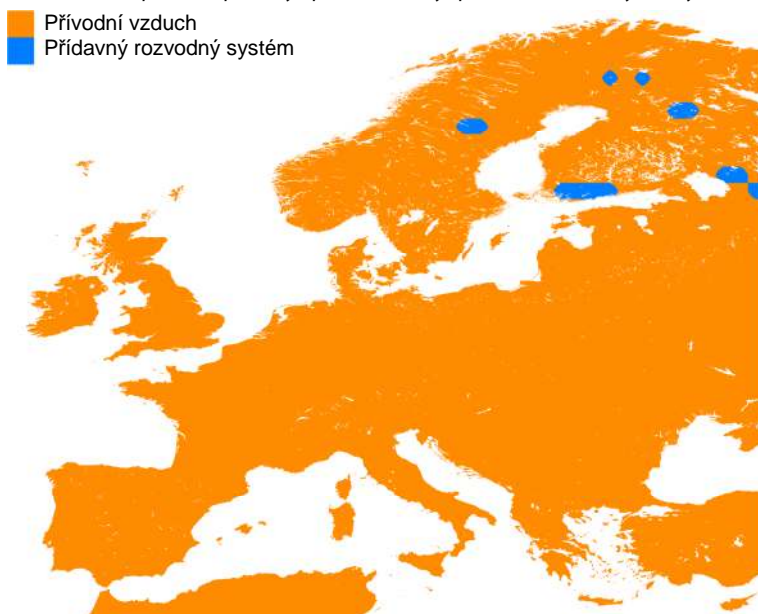
Faktory primární energie pro lokální výrobu energie by se měly vytvořit individuálně pomocí paušalizovaných obsahů šedé energie v primární energii, životnosti a předpokládané celkové výroby energie systému.

4. Optimum z investičních nákladů a nákladů na energii

V rámci výzkumného projektu „Passivhaus International“ [Feist et.al. 2011] byla provedena analýza optimálních nákladů pro celý svět pro budovu vycházející z pasivního domu Kranichstein (koncový řadový dům orientovaný směrem sever-jih). Přitom se variabilně měnila tloušťka izolace, kvalita zasklení a rám okna a také větrací systém. Použité tepelné čerpadlo může podle potřeby chladit, vytápět, odvlhčovat a také zajišťovat přípravu teplé vody. Obrázek 5 ukazuje roční potřebu tepla na vytápění domu s optimálními náklady v různých lokalitách vztaženou na obytnou plochu. Protože ve většině států střední a východní Evropy představuje ekonomické optimum roční potřebu tepla na vytápění kolem 10 až 13 kWh/(m²a), výsledkem je ve velké části Pyrenejského poloostrova a Itálie dům s nulovou spotřebou energie na vytápění. V rámci EU vychází jen na několika málo místech ve Švédsku a Finsku roční potřeba tepla na vytápění vyšší než 19 kWh/(m²a). Pouze v těchto místech nebylo dosaženo ekonomického optima při vytápění/chlazení pomocí přiváděného vzduchu (větrací systém s rekuperací je převážně ekonomickým optimumem), srov. obr. 6. Ve všech ostatních oblastech je funkční pasivní dům vyhříváný přívodním vzduchem ekonomickým optimumem. Tento výsledek potvrzuje i [Feist / Ebel 2013]. Tam se uvádí, že úroveň tepelné ochrany pasivního domu je ekonomickým optimumem i tehdy, když bude předpokládána lineární závislost snížených nákladů na vytápěcí systém na roční potřebě tepla na vytápění, takže odpadne "nákladový skok" z bodu "budovu lze vytápět pomocí přiváděného vzduchu".



Obrázek 5: Roční potřeba tepla na vytápění ekonomicky optimalizované budovy v různých lokalitách



Obrázek 6: Optimální rozdělení tepla na vytápění / potřeby energie na chlazení

5. Budovy s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB)

5.1. Směrnice 2010/31/EU

Cílem směrnice je zlepšit celkovou účinnost budov s přihlédnutím k místním podmínkám, vnitřnímu klimatu a efektivitě nákladů (čl. 1, bod 1). Směrnice se konkrétně zabývá minimálními požadavky, které mohou členské státy překročit (věta 3).

Definice: Článek 2, věta 2: “‘nearly zero-energy building’ means a building that has a very high energy performance, as determined in accordance with Annex I. The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby”.

“Budovou s téměř nulovou spotřebou energie” (český originální překlad) se rozumí budova, jejíž energetická náročnost určená podle přílohy I je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí.

Tím je již předem určen bilanční rámec: Celková účinnost zahrnuje kompletní potřebu energie. Výroba energie v daném místě je zahrnuta stejně jako regenerativní energie, která je vyráběna v jeho blízkosti.

Příloha 1 (Společný obecný rámec pro výpočet celkové energetické náročnosti budov) uvádí, že Energetická náročnost budovy se určuje na základě vypočteného či skutečného množství energie spotřebovaného za rok za účelem splnění různých potřeb spojených s jejím typickým užíváním a odráží potřebu energie na vytápění a chlazení k udržení předpokládaných teplotních podmínek budovy a potřebu teplé vody v domácnostech (Příloha 1, věta 1). To je nyní v určitém rozporu k požadavku na zmapování celkové účinnosti, protože v potřebě energie vysoce účinných budov již nedominuje vytápění, chlazení a příprava teplé vody. Nicméně se ve větě 3 požaduje, aby (zejména u nebytových budov) bylo zohledněno instalované osvětlení.

Požadovaná „nákladově optimální úroveň“ (článek 2, věta 14) zahrnuje investiční náklady v oblasti energií, náklady na údržbu a provoz (včetně nákladů na energie), a případně náklady na likvidaci po životnosti. Úroveň téměř nulové spotřeby energie bude vyžadována od roku 2019 pro veřejné budovy, od roku 2021 i pro všechny ostatní budovy. Pro brzkou implementaci mají členské státy poskytovat tržní pobídky a odstranit překážky na trhu.

5.2. Návrh definice

Na základě historie tepelné ochrany a s odpovědností za úspory energie, v návaznosti na Směrnici 2010/31EU [EPBD2010] a s přihlédnutím k doporučením z odstavce 3 je navrhována následující definice pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie jako diskusní příspěvek autora:

Budovou s téměř nulovou spotřebou energie je budova, která z hlediska investičních nákladů, nákladů na energii a kapitálových nákladů představuje ekonomické optimum s ohledem na klimatické podmínky dané lokality. Bilanční rámec zahrnuje celkovou potřebu energie na vytápění, přípravu TV a všechny formy využití elektrické energie a rovněž energii přeměněnou využitelným způsobem z regenerativních zdrojů dané lokality.

V různých průzkumech, např. [Feist et.al. 2011], [Feist/Ebel 2013], bylo ukázáno, že toto optimum nastává, jakmile může být budova ve spojení s větracím systémem s rekuperací vytápěna pomocí přívodního vzduchu potřebného z hygienických důvodů. U běžných obytných ploch k tomu dochází při topném výkonu 10 W/m^2 nebo při roční potřebě tepla na vytápění kolem $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Z toto je možno odvodit následující postačující kritéria:

- Topná / nebo chladicí zátěž budovy nesmí překročit 10 W/m^2 .
- Alternativně nesmí roční potřeba energie na vytápění nebo chlazení překročit $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.
- Topná a chladicí zátěž stejně jako roční potřeba energie na vytápění nebo chlazení se musí vykázat.
- Celková potřeba primární energie bude určena na základě referenčního obnovitelného scénáře, který má být definován, a nesmí překročit limitní hodnotu, která ještě bude stanovena.
- Výroba primární energie z regenerativních zdrojů dané lokality nesmí být menší než výroba primární energie referenčního, optimálně orientovaného fotovoltaického systému, který zabírá 50% plochy střechy budovy. Pokud by výroba energie na pozemku nebyla možná, je alternativně povolena účast majitele na nových zařízeních na výrobu obnovitelné elektrické energie nebo nákup elektřiny z obnovitelných zdrojů z nových zařízení (doloženo certifikátem).

Kromě toho bude potřeba neobnovitelné primární energie, která zohlední rozpočtování obnovitelných zdrojů energie, vykázána jako ukazatel poškozující životní prostředí. Za úplné a částečně sanovatelné zásoby budou definovány paušální příplatky.

6. Zdroje

- [EPBD 2010] Amtsblatt der Europäischen Union: Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)
- [EnEV20014-Referentenentwurf] Bundesrepublik Deutschland, Bundesministerien für Wirtschaft und Technologie, für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Entwurf einer zweiten Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung
- [Feist et.al. 2011] Feist, Wolfgang (Hrsg.): „Passivhäuser für verschiedene Klimazonen“, Passivhaus Institut Darmstadt, 2011. Forschungsvorhaben unterstützt durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und Saint-Gobain
- [Feist 2013] Feist, Wolfgang (Hrsg): Tagungsband zur 17. Internationalen Passivhaustagung in Frankfurt am Main. Passivhaus Institut Darmstadt 2013 (dieser Tagungsband)
- [Feist 2013a] Feist, Wolfgang: Passivhaus-Effizienz macht die Energiewende wirtschaftlich. In: [Feist 2013]
- [Feist 2013b] Feist, Wolfgang: Energiekonzepte: Das Passivhaus im Vergleich. In: [Feist 2013]
- [Feist/Ebel 2013] Feist, Wolfgang, Ebel, Witta et.al.: Protokollband des 42. Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, Passivhaus Institut, Darmstadt 2013

Nearly Zero Energy Building?

Das Passivhaus gibt eine Antwort.

*Dr.-Ing. Benjamin Krick, Passivhaus Institut
Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt
Tel. (+49) 6151 / 82699-0, benjamin.krick@passiv.de*

1. Kontext

Fossile Ressourcen gehen zur Neige und deren Nutzung heizt den Zivilisationsgefährdenden Treibhauseffekt an. Die vollständige einfache Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare scheidet aufgrund geringer Verfügbarkeit bzw. hoher Kosten aus. Komfortverzicht ist keine Option, so kann die Lösung nur in einer entscheidenden Steigerung der Energieeffizienz, verbunden mit der Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des verbleibenden Energiebedarfes liegen. Dies hat die Europäische Union erkannt und mit der Richtlinie 2010/31/EU (EPBD recast) Nearly Zero Energy Buildings (NZEB) als Gebäudestandard ab 2021 festgeschrieben.

In diesem Beitrag wird die Entwicklung des energieeffizienten Bauens in Deutschland anhand des historisch und aktuell gültigen sowie des zukünftigen gesetzlichen Rahmens nachgezeichnet bzw. fortgeschrieben und darauf aufbauend verschiedene Ansätze zur Bewertung von hocheffizienten Gebäuden diskutiert. Anschließend werden die Vorgaben und Intentionen der Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) beleuchtet und eine Definition vorgeschlagen.

2. Entwicklung des gesetzlichen Rahmens in der Bundesrepublik Deutschland

Die verordnungsseitige Dimension des energiesparenden Bauens in Deutschland manifestierte sich erstmals 1977 in der Wärmeschutzverordnung (WSchV). Sie begrenzt die Transmissionswärmeverluste einzelner Bauteile sowie den mittleren U-Wert des Gebäudes in Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis. In diesem Beitrag wird die Entwicklung beispielhaft an einem Reihenhendhaus (Passivhaus Kranichstein) dargestellt, vgl. Abbildung 1. Die WSchV 1995 brachte erstmalig eine Energiebilanzbetrachtung mit Berücksichtigung von solaren und internen Gewinnen. Gefordert wurde nun ein maximaler Jahresheizwärmebedarf. Aus diesem lässt sich der maximale mittlere U-Wert für das Beispielgebäude zurück rechnen, der

einer Verschärfung von ca. einem Drittel entspricht. Zu diesem Zeitpunkt stand das erste Passivhaus in Kranichstein schon seit vier Jahren. Sein mittlerer U-Wert liegt etwa bei einem Drittel des nach WSchV 1995 zulässigen Maximums. Wären die Wärmeschutzverordnungen in gleichem Maße fortgeschrieben worden, wäre bereits 2013 Passivhaus Niveau erreicht worden. Mit der ersten Energie-Einspar-Verordnung (EnEV) löste der Primärenergiebedarf des Gebäudes für Heizung, Warmwasser und Hilfsstrom den Jahresheizwärmebedarf als Kriterium ab, der mittlere U-Wert des Gebäudes (H'_T), ging als Nebenanforderung ein. Die EnEV legt auch Primärenergiefaktoren fest, in welchen nur der nicht erneuerbare Anteil des Primärenergiebedarfes berücksichtigt wird. Holz als Biomassebrennstoff erhält damit den PE-Faktor 0,2. Durch das Verfahren der Stromgutschriften für Kraft-Wärme Kopplung erhält auch Wärme aus solchen Anlagen sehr niedrige PE-Faktoren.

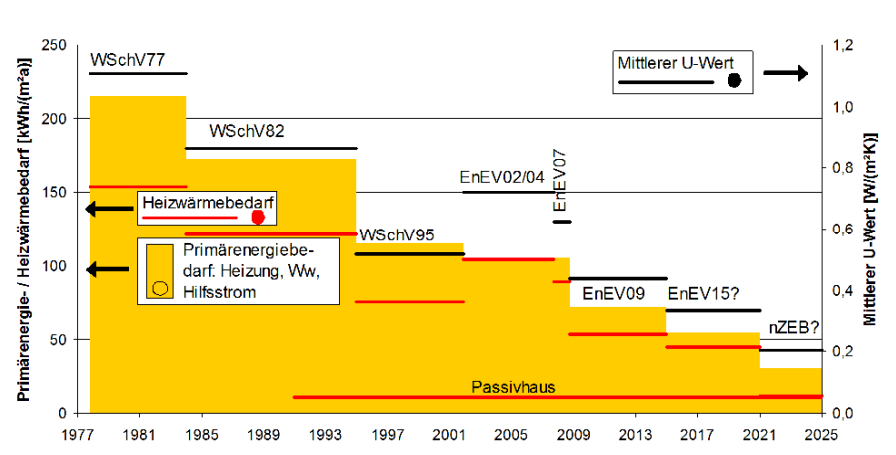


Abbildung 1: Primärenergiebedarf und mittlere U-Werte nach deutschem gesetzlichem Rahmen im Vergleich zum Passivhaus

Der Wechsel zum Primärenergiebedarf ist sinnvoll, da nun auch die anlagentechnischen Verluste und die Vorketten der Brennstoffbereitstellung sowie der zum Betrieb der Wärmeerzeuger notwendige Hilfsstrom mit in die Energiebilanz eingeht. Eine Grafik, in der die historischen Maxima des Primärenergiebedarfes mit stets steigenden Anforderungen dargestellt sind, ist geläufig, vgl. auch Abbildung 1.

Der Grenzwert der EnEV 01 für H'_T steigt jedoch für das Beispielgebäude gegenüber der WSchV95 signifikant. Die Wahl eines Energieträgers mit einem niedrigen PE-Faktor (Biomasse, KWK) oder der Einsatz einer thermischen Solaranlage erlauben nun, die Gebäudehülle weniger hochwertig auszubilden. Erst mit der EnEV 2009 wurde das Wärmeschutzniveau

von 1995 wieder erreicht. Der maximale Primärenergiebedarf richtete sich hier nach einem „Referenzgebäude“, welches in Geometrie und Ausrichtung dem realen Gebäude entspricht, jedoch festgelegte Bauteilqualitäten und Anlagentechnik aufweist. Der maximale Primärenergiebedarf für das Beispielgebäude sank, allerdings unter der Bedingung niedrigerer Primärenergiefaktoren. Mit der kommenden EnEV soll H_T weiter gesenkt werden. Gleiches gilt für den Primärenergiebedarf, dies jedoch vor dem Hintergrund sinkender Primärenergiefaktoren für Strom (EnEV2009 2,6, 2014 2,0, 2016 1,8). Im weiteren Verlauf des Gesetzgebungsverfahrens sind Änderungen möglich.

3. Ansätze zur Bewertung hochenergieeffizienter Gebäude

3.1. Bilanzrahmen

In wenig effizienten Gebäuden ist der Bilanzrahmen der EnEV (Heizwärme-, Warmwasser-, und Hilfsstrombedarf) akzeptabel, da hier der Heizwärmebedarf dominiert. Da dessen Anteil in höchstenergieeffizienten Gebäuden minoritär ist, greift der Bilanzrahmen der EnEV dort zu kurz und ist um den Energiebedarf für Beleuchtung und Haushaltsstrom zu erweitern. Die Bilanzierung von Energieerzeugung am Standort wird weiter unten diskutiert.

3.2. Dimensionen der Bewertung

Zur Bewertung des Energiebedarfes von Gebäuden lassen sich vier Dimensionen identifizieren: Die *Nutzenergie* (z. B. in Form von Wärme) welche im Gebäude benötigt wird, um bestimmte Dienstleistungen (thermisch behagliches Raumklima) zu erbringen, die *Systemeffizienz* des Gesamtgebäudes unter Einbeziehung anlagentechnischer Verluste und Bewertung der eingesetzten Energieträger, die *Umweltwirkung* durch den Betriebsenergiebedarf und die *Verteilung des Energiebedarfes im Jahresverlauf*. Im Folgenden werden diese Dimensionen diskutiert und Indikatoren vorgeschlagen.

3.3. Nutzenergie

In den siebziger Jahren, als weder Energiebilanzprogramme noch die zugehörige Hardware allgemein verfügbar waren, stellte sich der leicht per Hand zu berechnende mittlere Wärmedurchgangskoeffizient des Gebäudes als angemessener Bewertungs- und Ordnungsmaßstab dar. Noch heute definiert er zuverlässig eine thermische Qualität, da er sich auf die langlebigen Komponenten des Gebäudes bezieht, auf physikalischen Grundlagen basiert und nicht abhängig von über die Zeit veränderlichen Faktoren ist. Für die Bewertung hocheffizienter Gebäudes ist der mittlere U-Wert jedoch unzureichend, da in diesen Solare- und

interne Wärmegewinne einen erheblichen Beitrag leisten. Insofern ist der Wechsel zur Anforderung an den Jahresheizwärmebedarf, welcher mit der WSchV95 vollzogen wird ein richtiger Schritt, den der Passivhaus Standard von Anfang an (jedoch auf Basis einer qualifizierten Energiebilanz) ging. Dessen Anforderung an den Jahresheizwärmebedarf (15 kWh/(m²a)) ist der zentrale Bestandteil des Kriterienkataloges an Passivhäuser – und seit über 20 Jahren bezüglich des Anforderungsniveaus unübertroffen sowie nachgewiesenermaßen in den überwiegenden Fällen das ökonomische Optimum (welches der Maßstab für das Nearly Zero Energy Building ist). Bleibend wichtig ist die Anforderung an den Jahresheizwärmebedarf, da sie die Effizienz der langlebigen, passiven Komponenten der Gebäudehülle beschreibt, und nicht abhängig von über die Zeit veränderlichen Faktoren ist.

3.4. Systemeffizienz

Allerdings erlaubt der Jahresheizwärmebedarf keine Bewertung der Energieeffizienz des Gesamtsystems „Haus“, da sowohl die Anlagentechnik, als auch die Bewertung der eingesetzten Energieträger fehlen. Der Wechsel zum Primärenergiebedarf im Rahmen der EnEV sollte dies leisten. Eine ausschließliche Fokussierung auf die (nicht erneuerbare) Primärenergie führt jedoch zu Fehloptimierungen und konterkariert den Anspruch an die Vergleichbarkeit von Gebäuden sowohl was die Nutzung unterschiedlicher Energieträger angeht, als auch bezüglich der Vergleichbarkeit von Gebäuden, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten errichtet wurden. Abbildung 2 zeigt die Primärenergiekennwerte des Beispielgebäudes, welches sich hier an H_T der EnEV 2009 orientiert. Dargestellt wird der Primärenergiekennwert auf Basis der Primärenergiefaktoren (nicht erneuerbar) von 2002, 2009 und 2016, sowie mit den Heizsystemen Gasbrennwertkessel (verbessert), (Erdreich-) Wärmepumpe und Pelletkessel mit thermischer Solaranlage.

Klar ersichtlich ist, dass sich die über die Zeit gleichen Haustechnikvarianten in Abhängigkeit vom sich ändernden Primärenergiefaktor für Strom nicht nur absolut, sondern auch relativ zum Anforderungsniveau unterschiedlich darstellen. So sinkt die Anforderung der EnEV 2016 gegenüber der EnEV 2009 bei der Variante „Wärmepumpe“ durch den von 2,6 auf 1,8 gefallen Primärenergiefaktor für Strom, falls die Änderungen der EnEV wie geplant umgesetzt werden.

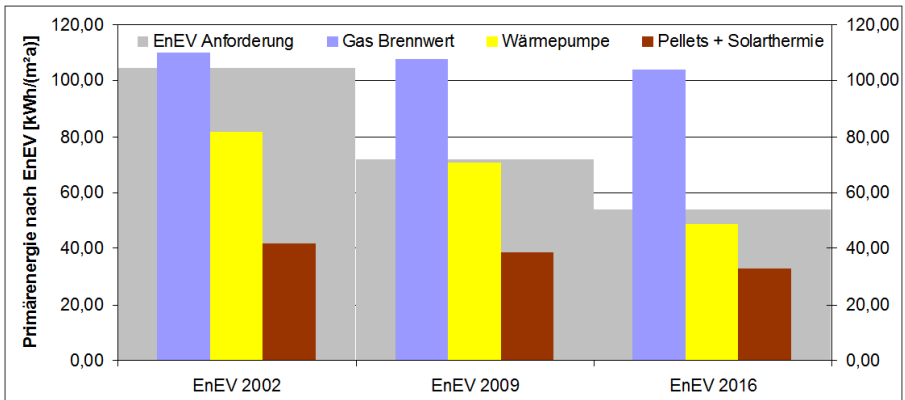


Abbildung 2: Primärenergiekennwerte des Beispielgebäudes mit der thermischen Qualität der Gebäudehülle nach H/T EnEV 2009 mit unterschiedlichen Heizsystemen und den in den jeweiligen Verordnungen gültigen Primärenergiefaktoren

Wärmepumpen haben, da sie Umweltwärme mit Hilfe elektrischer Energie nutzbar machen, abhängig von der Jahresarbeitszahl einen geringeren Endenergiebedarf als Gas- oder Pelletkessel. Insofern ist es berechtigt und sinnvoll, Wärmepumpen besser zu bewerten, als Kessel, solange die Jahresarbeitszahl höher ist, als der Primärenergiefaktor des eingesetzten Stromes. Für Pelletkessel wird, aufgrund ihres geringeren Wirkungsgrades mehr Endenergie zur Erzeugung derselben Nutzenergie eingesetzt, als für Gasbrennwertkessel. Dennoch weist „Holz“ mit 0,2 einen wesentlich günstigeren PE-Faktor aus, als Erdgas (1,1), da nur der „nicht erneuerbare Anteil“ gewertet wird.

Die ausschließliche Einbeziehung des nicht erneuerbaren Anteils an der Primärenergie unterschlägt, dass auch regenerative Energien mengenmäßig begrenzt sind und erlaubt keinen Vergleich der Systemeffizienzen. Die nicht erneuerbare Primärenergie ist daher als Indikator für die Gesamteffizienz des Systems Haus nicht geeignet.

Anders verhält es sich augenscheinlich mit dem Gesamtprimärenergiebedarf, bestehend aus den erneuerbaren und nicht erneuerbaren Anteilen der Energieträger. Hier wird, unter der Voraussetzung, dass valide Faktoren zum Ansatz kommen, tatsächlich die Effizienz des Gesamtsystems vergleichbar beschrieben. Allerdings werden durch die Addition der Anteile wirklich problematische nicht erneuerbare Energien (Fossile: Klimawandel und Folgen, Kernenergie: riskanter Betrieb, Endlagerung, Waffenproblematik) und (mit Ausnahme möglicher inakzeptabler Konkurrenzen zwischen „Tank und Teller“ bei Biomasse) mehr oder minder ästhetisch bedingte Bedenken (Wind: Verspargelung der Landschaft, PV, Solarthermie: Verschandelung von Ortsbildern) gleichgesetzt.

Eine mögliche Lösung besteht darin, Gebäude anhand eines vollständig erneuerbaren Referenzszenarios zu bewerten, in welchem alle fossilen und nuklearen Ressourcen von erneuerbaren und nachhaltig verfügbaren Energieträgern abgelöst sind. Ein solcher Zustand wird mit der Energiewende angestrebt. Das Passivhaus Institut hat diese Lösung als zielführend erkannt und arbeitet zurzeit ein solches Referenzszenario aus, vgl. die Beiträge von Wolfgang Feist in diesem Tagungsband ([Feist 2013a], [Feist 2013b]). Die Bewertung anhand dieses Referenzszenarios soll ab dem PHPP 9 den nicht erneuerbaren Primärenergiekennwert (max. $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) als Indikator für die Gesamteffizienz ablösen.

3.5. Umweltwirkung

Von der heutigen Energieversorgung gehen bezüglich ihrer Umweltwirkung zwei prinzipielle Hauptrisiken aus: Der Klimawandel und Gefahren durch die Nutzung von Kernenergie. Während die äquivalente Kohlendioxidemission ein guter Indikator für die Wirkung des Gebäudes auf das Klima ist, bleibt die Kernenergie hier unberücksichtigt. Durch die Ausweitung der nicht erneuten Primärenergie ließe sich dieses Problem zwar nicht wissenschaftlich sauber, jedoch im Kontext einer auch für Laien nachvollziehbaren Gebäudebewertung in akzeptabler Weise lösen. Daher plädiert das PHI dafür, den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf als Umweltschadindikator heran zu ziehen. Dabei ist es jedoch entscheidend, erneuerbare Energieträger in Anlehnung an die verfügbare Menge zu budgetieren. Würde ein Gebäude mehr Energie benötigen, als ihm nach einem zu definierenden Verteilungsschlüssel zusteht, würde der über die verfügbare Menge erneuerbarer Energie hinausgehende Bedarf mit dem Primärenergiefaktor eines substituierenden nicht erneuerbaren Energieträgers bewertet.

3.6. Verteilung des Energiebedarfes im Jahresverlauf

In Klimaregionen, in welchen der Heizenergiebedarf den Kühlenergiebedarf dominiert, liegt im Winter ein höherer Energiebedarf vor als im Sommer. Gleichzeitig erreicht die solare Energieerzeugung ihren Tiefpunkt. Daraus resultiert das sogenannte „Winterloch“. Um dieses zu füllen müssen teure Kraftwerkskapazitäten und speicherbare Energieträger vorgehalten werden. Daher ist es (volks-) wirtschaftlich sinnvoll, das Winterloch nach Möglichkeit zu minimieren.

Im Folgenden werden Beispielgebäude in ihrer Wirkung auf dieses Winterloch hin untersucht. Alle Gebäude sind monovalent mit Strom via Wärmepumpe (Aufwandszahl des Gesamtsystems = 0,35 {Anmerkung: Die Aufwandszahl gleitet monatlich zwischen 0,42 im

Winter und 0,20 im Sommer, da sie abhängig von der Quelltemperatur ist.) versorgt. Die Gebäude sind bezüglich der Nutzfläche, der Ausrichtung und des Standortes identisch. Eine nach Süden ausgerichtete Solaranlage nimmt 50 % der Dachfläche ein. Der Vergleich erfolgt auf Endenergieebene, der Bilanzrahmen umfasst Heizung, Warmwasser, Hilfs-, Haushalts- und Beleuchtungsstrom sowie Photovoltaische Energieerzeugung. Betrachtet werden ein freistehendes eingeschossiges Gebäude und ein dreigeschossiges Reihenendhaus nach den Mindestanforderungen der EnEV 2009 an H_T . Das dreigeschossige Reihenendhaus wird zusätzlich in der Variante „Passivhaus“ abgebildet.

Aus Abbildung 3 ist ersichtlich, dass die Photovoltaikanlage nicht geeignet ist, die Situation im Winterloch wesentlich zu entspannen. Hingegen leistet die höhere Effizienz des Passivhauses einen signifikanten Beitrag.

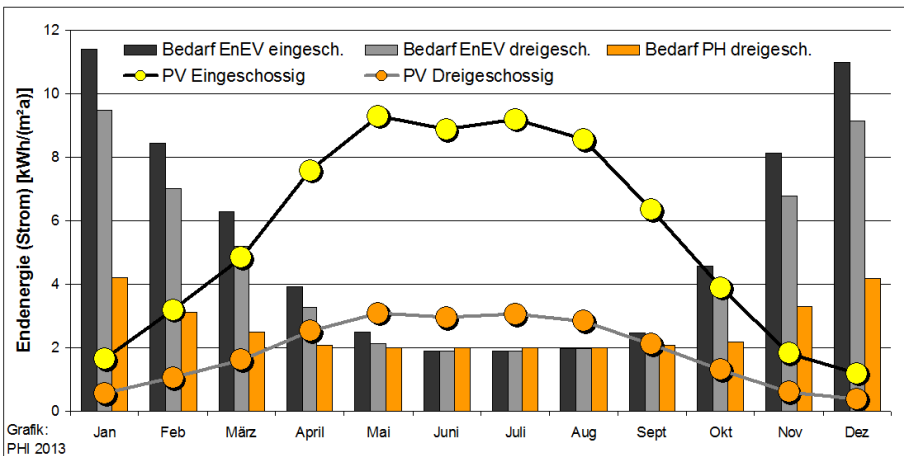


Abbildung 3: Strombedarf (komplett) und Stromerzeugung der Beispielgebäude

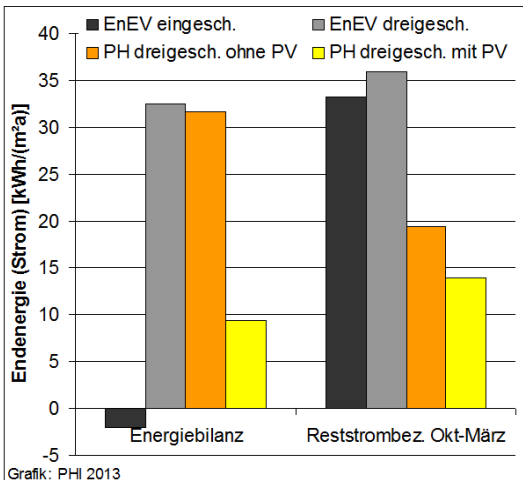


Abbildung 4: Energiebilanz und Reststrombedarf im Winterloch

Abbildung 4 zeigt die Energiebilanz und den Reststrombezug im Winterloch der genannten Beispielgebäude und des Passivhauses ohne Solaranlage (Erzeugung und Bedarf wurden monatsweise verrechnet). Bei dem eingeschossigen Gebäude nach EnEV handelt es sich um ein echtes bilanzielles Plusenergiehaus auf Endenergieebene. Da die Photovoltaik Anlage den Strom aber dann produziert, wenn der Bedarf niedrig ist, kann auf diese Weise das Winterloch nicht entschärft werden, wie am „Reststrombezug Oktober-März“ klar wird. Hier stellt sich auch das Passivhaus sogar ohne Solaranlage besser dar, als die EnEV-Gebäude.

Der Reststrombezug im Winter erweist sich als der entscheidende Indikator für das Verhalten eines Gebäudes im Winterloch. In einem künftigen erneuerbaren Szenario wird im Sommer, wenn der Energieertrag höher als der Bedarf ist, Strom preiswerter sein als im Winter. In dieser Periode wird der überschüssige Strom in speicherbares Methan oder Methanol umgewandelt, welches im Winter in KWK Anlagen rückverstromt wird. Wegen der Umwandlungsverluste Strom – Methan – Strom sind die Primärenergiefaktoren im Winter ungünstiger als im Sommer. Fließen diese gleitenden Primärenergiefaktoren mit in die Energiebilanz ein, findet automatisch eine Bewertung des Energiebedarfes im Winterloch statt. Diesen Weg möchte das Passivhaus Institut mit der Bewertung von Gebäuden im erneuerbaren Referenzszenario beschreiten.

3.7. Bewertung von On-Site Energieerzeugung

Anhand des Verhaltens im Winterloch konnte gezeigt werden, dass der Wunsch, ein „bilanzielles Plus“ zu erreichen, zu Fehloptimierungen führen kann. Auch wurde deutlich, dass es mit einem eingeschossigen Gebäude vergleichsweise einfach ist, ein „bilanzielles Plus“ zu erreichen. Allerdings sind eingeschossige Gebäude aus Gründen des Flächenverbrauches, der Stadt- und Landschaftsplanung sowie der Verkehrs- und Medieninfrastruktur suboptimal. Dessen ungeachtet ist eine Energieerzeugung im Zusammenhang mit dem Gebäude wünschenswert.

Diese Überlegungen führen zu der Frage, ob der Bezug von On-Site Energieerzeugungen auf die Gebäudenutzfläche der richtige ist. Ein Gebäude nimmt die Fläche in Anspruch, auf der es gebaut wird. Ein naheliegender Gedanke ist es, die On-Site Energieerzeugung auf eben diese, durch das Gebäude in Anspruch genommene Fläche zu beziehen. Dies könnte die versiegelte Fläche sein, oder die ohnehin im Rahmen der Energiebilanz bereits erhobene Fläche von Bodenplatten und/oder Kellerdecken (Flächengruppe 11 im PHPP). Die On-Site Energieerzeugung könnte ebenso im Verhältnis zu einer Referenzerzeugung angegeben werden: Als Referenz wird beispielsweise eine PV-Anlage definiert, die 100% der (referenziell nach Süden ausgerichteten) Dachfläche des jeweiligen Gebäudes einnimmt. Die tatsächliche Produktion könnte dann mit der referenziellen verglichen werden. So würde jedes Gebäude im Verhältnis zu seinen Möglichkeiten bewertet.

Primärenergiefaktoren für die On-Site Produktion sollten individuell anhand pauschalisierter Primärenergieinhalte an grauer Energie, der Lebensdauer und einer prognostizierten Gesamtenergieerzeugung der Anlage gebildet werden.

4. Kostenoptimum aus Investitions- und Energiekosten

Im Rahmen des Forschungsvorhabens Passivhaus International [Feist et.al. 2011] wurde eine Analyse der weltweiten Kostenoptima für ein Gebäude auf Basis des Passivhauses Kranichstein (äquatororientiertes Reihenendhaus) durchgeführt. Variiert wurden dabei die Stärke der Dämmung, die Qualität der Verglasung und der Fensterrahmen sowie die Lüftungsanlage. Die eingesetzte Wärmepumpe kann je nach Bedarf kühlen, heizen, entfeuchten und übernimmt auch die Warmwasserbereitung. Abbildung 5 zeigt den Jahresheizwärmebedarf des kostenoptimalen Gebäudes an den verschiedenen Standorten mit Bezug auf die Wohnfläche. Während in den überwiegenden Teilen Mittel- und Osteuropas das ökonomische Optimum bei einem Jahresheizwärmebedarf zwischen 10 und 13 kWh/(m²a) liegt, resultiert auf großen Teilen der iberischen Halbinsel und Italien das Nullheizenergiehaus.

Innerhalb der EU resultiert nur an wenigen Orten in Schweden und Finnland ein Jahresheizwärmebedarf von größer 19 kWh/(m²a). Nur an diesen Orten wird das ökonomische Optimum nicht durch eine Beheizung/Kühlung mit der Zuluft erreicht (eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist überwiegend das ökonomische Optimum), vgl. Abbildung 6. In allen anderen Regionen ist das über die Zuluft beheizbare funktionale Passivhaus das ökonomische Optimum. Dieses Ergebnis wird auch in [Feist/Ebel 2013] bestätigt. Dort wird gezeigt, dass das Passivhaus Wärmeschutzniveau selbst dann das ökonomische Optimum darstellt, wenn die Minderkosten für das Heizsystem linear zum Jahresheizwärmebedarf angenommen werden, also der „Kostensprung“ ab dem Punkt „Beheizbarkeit über die Zuluft möglich“ entfällt.

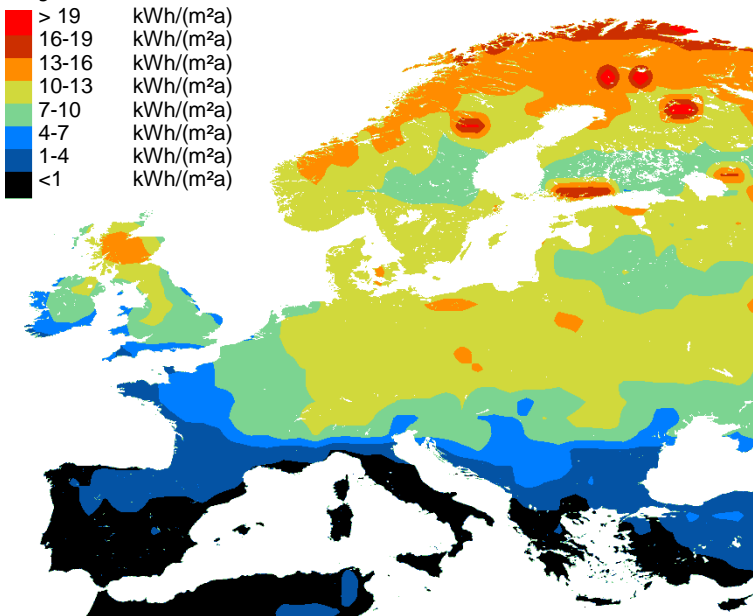


Abbildung 5: Jahresheizenergiebedarf des wirtschaftlich optimierten Gebäudes an verschiedenen Standorten

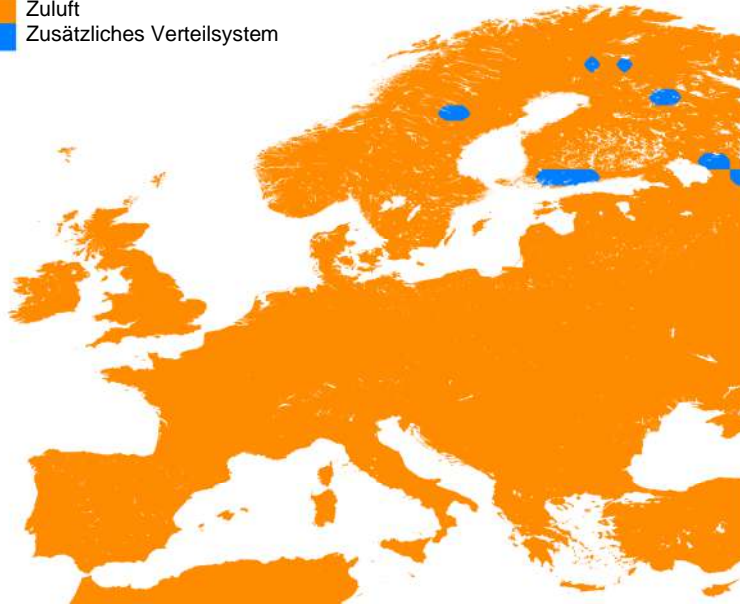


Abbildung 6: Optimale Heizwärme-/ Nutzkälteverteilung

5. Nearly Zero Energy Building (NZEB)

5.1. Die Richtlinie 2010/31/EU

Die Richtlinie soll die Verbesserung der Gesamteffizienz von Gebäuden unter Berücksichtigung lokaler Bedingungen, Innenraumklima und Kosteneffizienz berücksichtigen (Artikel 1, Satz 1). Ausdrücklich behandelt die Richtlinie Mindestanforderungen, über die die Mitgliedsstaaten hinausgehen dürfen (Satz 3).

Definition: Artikel 2, Satz 2: “‘nearly zero-energy building’ means a building that has a very high energy performance, as determined in accordance with Annex I. The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby”.

“Niedrigstenergiegebäude” (deutsche Originalübersetzung) weisen eine sehr hohe Energieeffizienz auf (nach Anhang 1 der Richtlinie). Die wenige Energie, die noch benötigt wird, soll zu einem sehr hohen Teil durch erneuerbare Energien abgedeckt werden. Dabei gehen erneuerbare Energien ein, die am Standort oder in dessen Nähe erzeugt werden.

Damit ist bereits der Bilanzrahmen vorgegeben: Gesamteffizienz schließt den kompletten Energiebedarf ein. Energieerzeugung am Standort wird einbezogen, ebenso regenerative Energie, die in dessen Nähe erzeugt wird.

Anhang 1 (Gemeinsamer allgemeiner Rahmen für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden) besagt, dass die Gebäudeeffizienz anhand des Energiebedarfes für die Raumkonditionierung (Heizung, Kühlung) und Warmwasserbereitung festzumachen ist (Anhang 1, Satz 1). Dies steht zunächst in einem gewissen Gegensatz zur Forderung der Abbildung der Gesamteffizienz, da der Energiebedarf hocheffizienter Gebäude nicht mehr durch Heizung, Kühlung und Warmwasser dominiert wird. Allerdings wird in Satz 3 gefordert, dass (vor allem bei Nichtwohngebäuden) eingebaute Beleuchtung zu berücksichtigen ist.

Das geforderte „kostenoptimale Niveau“ (Artikel 2, Satz 14) umfasst die energiebezogenen Investitionskosten, Betriebs- (Wartung, Energie) und evtl. Entsorgungskosten über die Lebensdauer. Das Niedrigstenergieniveau wird ab 2019 für öffentliche, ab 2021 auch für alle anderen Gebäude verlangt. Zur raschen Umsetzung setzen die Mitgliedsstaaten Marktanreize und bauen Marktsschranken ab.

5.2. Vorschlag für eine Definition

Auf die Historie der Wärmeschutz- und Energieeinsparverantwortungen gründend, aufbauend auf die Richtlinie 2010/31EU [EPBD2010] sowie unter Einbeziehung der Vorschläge aus Abschnitt 3 wird folgende Definition für das Niedrigstenergiegebäude als Diskussionsbeitrag des Autors vorgeschlagen:

Ein Niedrigstenergiegebäude ist ein Gebäude, welches bezüglich der Investitions-, Energie- und Kapitalkosten ein wirtschaftliches Optimum unter den Klimabedingungen des Standortes darstellt. Der Bilanzrahmen umfasst den Gesamtenergiebedarf für Heizung, Warmwasser und alle Stromanwendungen sowie die aus regenerativen Quellen des Standortes nutzbar gemachte Energie.

In verschiedenen Untersuchungen, z.B. [Feist et.al. 2011], [Feist/Ebel 2013], konnte gezeigt werden, dass dieses Optimum eintritt, sobald ein Gebäude in Verbindung mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung über die hygienisch notwendige Zuluft beheizt werden kann. Bei üblichen Wohnflächen ist dies bei einer Heizleistung von 10 W/m^2 bzw. einem Jahresheizwärmebedarf um $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ der Fall.

Es können die folgenden hinreichenden Kriterien abgeleitet werden:

- Die Heiz-/ bzw. Kühllast des Gebäudes darf 10 W/m^2 nicht überschreiten.
- Alternativ darf der Jahresheiz- bzw. Jahreskältebedarf $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nicht überschreiten.
- Die Heiz- und Kühllast, sowie der Jahresheiz- und –kühlenergiebedarf werden ausgewiesen.
- Der Gesamtprimärenergiebedarf wird anhand eines zu definierenden erneuerbaren Referenzszenarios ermittelt und darf einen noch zu bestimmenden Grenzwert nicht überschreiten.
- Die Primärenergieerzeugung aus regenerativen Quellen des Standortes darf diejenige einer referenziellen, optimal ausgerichteten Photovoltaik Anlage, welche 50% der Dachfläche des Gebäudes einnimmt, nicht unterschreiten. Sollte eine Energieerzeugung auf dem Grundstück nicht möglich sein, ist ersatzweise eine Beteiligung des Eigentümers an neuen Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung oder ein Bezug von erneuerbarem Strom aus neuen Anlagen (nachgewiesen durch Zertifikat) statthaft.

Zusätzlich wird der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf, welcher eine Budgetierung erneuerbarer Energieträger berücksichtigt, als Umweltschadindikator ausgewiesen. Für den voll- und teilsanierbaren Bestand werden pauschale Zuschläge definiert.

6. Quellen

- [EPBD 2010] Amtsblatt der Europäischen Union: Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)
- [EnEV20014-Referentenentwurf] Bundesrepublik Deutschland, Bundesministerien für Wirtschaft und Technologie, für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Entwurf einer zweiten Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung
- [Feist et.al. 2011] Feist, Wolfgang (Hrsg.): „Passivhäuser für verschiedene Klimazonen“, Passivhaus Institut Darmstadt, 2011.
Forschungsvorhaben unterstützt durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und Saint-Gobain
- [Feist 2013] Feist, Wolfgang (Hrsg): Tagungsband zur 17. Internationalen Passivhaustagung in Frankfurt am Main. Passivhaus Institut Darmstadt 2013 (dieser Tagungsband)

- [Feist 2013a] Feist, Wolfgang: Passivhaus-Effizienz macht die Energiewende wirtschaftlich. In: [Feist 2013]
- [Feist 2013b] Feist, Wolfgang: Energiekonzepte: Das Passivhaus im Vergleich. In: [Feist 2013]
- [Feist/Ebel 2013] Feist, Wolfgang, Ebel, Witta et.al.: Protokollband des 42. Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, Passivhaus Institut, Darmstadt 2013

Aeropolis II & Elia: pasivní budovy demonstrující (r)evoluci ekologického stavitelství v Bruselu

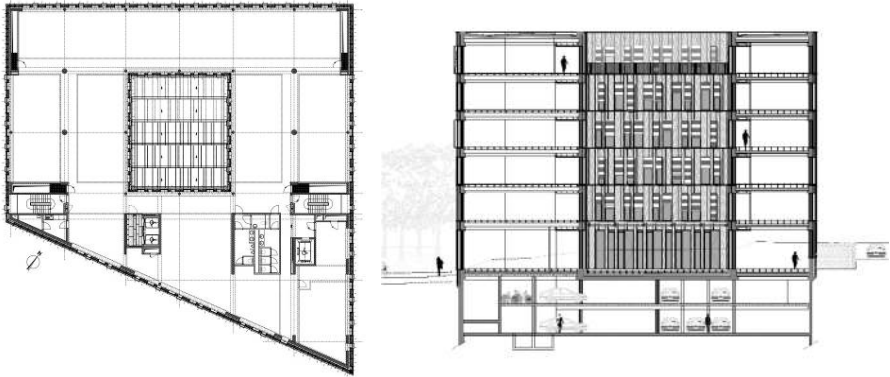
Anne-Laure MAERCKX, Cenergie cvba c/o Brussels Environment
Gitschotellei 138, B-2600 Berchem (BELGIUM)

1. Pasivní administrativní budovy v Bruselu. Počátky: Aéropolis II

1.1. Kontext: Brusel a příkladné budovy

Pasivní administrativní budova Aéropolis II byla postavena v belgickém Bruselu mezi roky 2008 a 2010. Pro svou vysokou energetickou účinnost a celostní globální přístup k udržitelnému rozvoji získala od organizace Bruxelles Environment (Bruselské životní prostředí) ocenění **Bâtiment démonstratif** (Příkladná budova) a dostalo se jí aktivní podpory ze strany regionu. Během výstavby budovy byla projekčnímu týmu k dispozici jednak technická pomoc: specialista, s nímž bylo možné konzultovat všechny otázky týkající se k udržitelnosti budovy (technologie atd.), a týmu i jeho zaměstnavateli byla také poskytnuta finanční dotace ve výši 100€/m². Díky tomu byl eliminován dopad dodatečných nákladů, kterých bylo k dosažení nízké energetické náročnosti zapotřebí. Pro své výjimečné vlastnosti je budova často cílem odborných exkurzí a slouží jako příklad pro celou řadu studií, čímž pomáhá zvyšovat povědomí stavitelské veřejnosti o principech udržitelnosti.



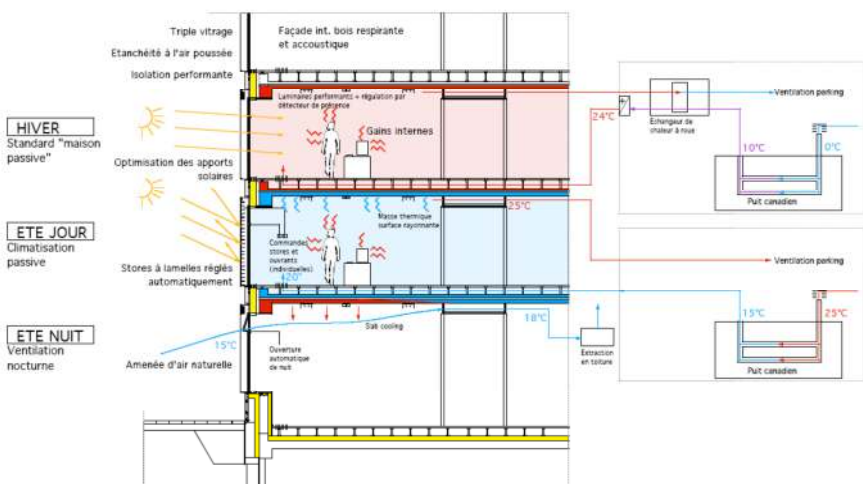


Aéropolis II – Vnější fasády, nádvoří, řezy (Architectes Associés – Cenergie)

1.2. Pasivní standardy a koncept low-tech

Od samého počátku se konstrukční tým skládal z architektů, technologických inženýrů a energetických poradců. Ti dali společně vzniknout návrhu **pasivní kancelářské budovy** o velikosti 10.100 m², čítající šest podlaží kancelářských prostorů (7.400 m²) a dvě podlaží parkovacích ploch (2.700 m²).

Projekt Aéropolis II nejenže pomocí přístupů vycházejících ze standardu pasivního domu snižuje potřebu energie na vytápění, ale myslí také na pasivní chlazení budovy v letním období.



Celkový přístup odpovídá konceptu Trias Energetica: **požadavky na vytápění a chlazení jsou omezeny** na minimum a zbytková potřeba je pokryta zařízeními využívajícími **méně náročné a jednodušší technologie**.

Nízké požadavky na vytápění jsou dosaženy návrhem kompaktní budovy s kvalitní tepelnou izolací stěn a vysokou neprůvzdušností ($n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$), doplněný o větrací systém s rekuperací tepla a použití čtyř zemních tepelných výměníků hlubokých 40 m. Okna jsou poté optimalizována pro ideální dosažení solárních zisků. Budova samotná je vyhřívána pouze větracím systémem s přidruženým 160 kW plynovým kotlem dodávajícím horkou vodu otopným tělesům.

Nároky na chlazení jsou sníženy regulací sluneční zátěže pomocí automatizovaných vnějších clonících rolet.



Aéropolis II - protisluneční clony (Architectes Associés)

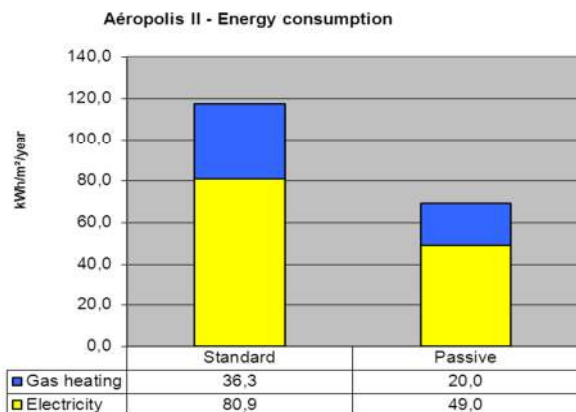
V budově je zároveň použit vysoce efektivní systém osvětlení, jenž je automaticky řízen podle přítomnosti osob a dostupného denního světla. Díky nízkým nárokům na chlazení může být budova ochlazována pomocí **pasivních přístupů: zemní výměník tepla** snižuje teplotu přiváděného vzduchu, zatímco intenzivní noční větrání (**noční chlazení**, 5 h^{-1}) zajišťuje postupné ochlazování tepelně akumulací hmoty budovy během noci. Ve dne je pak v interiérech opět svěží prostředí.

1.3. Výsledky spotřeby energie a vnitřní pohody

Od roku 2010 jsou sledovány provozní údaje budovy z hlediska spotřeby a vnitřní pohody.

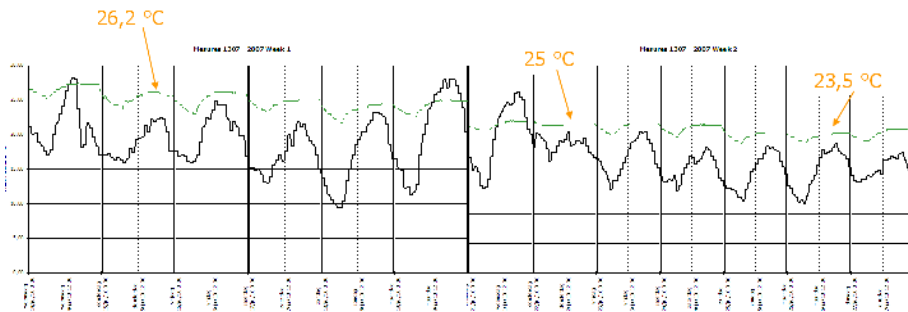
Během posledních dvou let dosáhla celková spotřeba energie na vytápění 20 kWh/m².rok. Tento výsledek, který je nižší než původní očekávání, lze vysvětlit dvěma faktory:

- Nízká obsazenost budovy: od roku 2010 bylo celé jedno patro budovy neobsazené a od začátku roku 2012 je prázdné i další podlaží. Vnitřní zisky z důvodu obsazenosti jsou tedy povážlivě nižší než hodnoty použité v simulacích.
- Během těchto dvou let proběhlo vyladění technického zařízení. To vedlo k optimalizaci jeho provozu a účinnosti a v průběhu příští topné sezóny se tak dá očekávat snížení energetické spotřeby.



Energetická spotřeba: srovnání skutečné spotřeby Aeropolis II a standardní kancelářské budovy

Rovněž probíhá měření tepelné pohody v budově.



Aéropolis II – Měření teploty v létě 2010

Během prvního měsíce po nastěhování (léto 2010) bylo fungování nočního chlazení pečlivě sledováno měřením přímo na místě za pomoci teplotních senzorů. Na začátku fungování budovy odhalilo měření problémy s větracím systémem, které se ukázaly být důsledkem chyb v jeho nastavení. Provoz systému tak byl postupně optimalizován, až bylo dosaženo v celé budově ideální tepelné pohody.

2. Elia: poučení ze zkušeností

Pasivní administrativní budova Elia, která se nyní nachází v průběhu výstavby, obdržela ocenění **Bâtiment démonstratif** (Příkladná budova) v roce 2011. V té době se ovšem význam příkladných budov v porovnání s původní podobou výrazně proměnil. Mimo jiné i díky příkladným budovám vznikla v porovnání s rokem 2007 v Bruselu mezi stavebníky skutečná kultura energetické šetrnosti a klimatické odpovědnosti. V důsledku zvýšení povědomí o těchto tématech se představa o ideální energetické účinnosti zvýšila ze standardu pasivního domu na úroveň staveb s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB).

Budova Elia byla navržena stejnými architekty, kteří navrhovali Aéropolis II (Architectes Associés) a v mnoha směrech ji proto lze považovat za „nástupce“ tohoto projektu. Během doby, kdy navrhovali Aéropolis II a kdy se architektonické prostředí v Bruselu vyvíjelo směrem k větší udržitelnosti, se hodně nového naučili i samotní architekti, což je přimělo znovu promyslet jejich způsoby navrhování a stavění.



Elia – vnější pohledy (Architectes Associés)

2.1. Energetická koncepce: podobné a rozdílné prvky

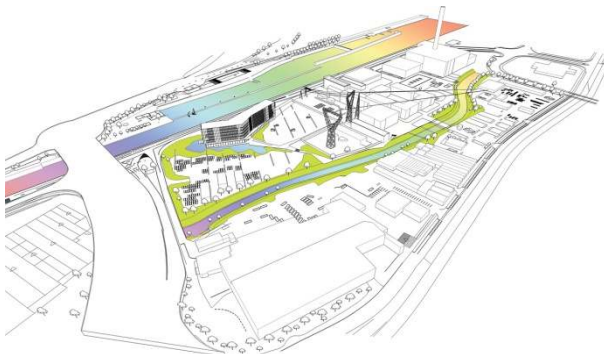
V základě je energetická koncepce budovy Elia stejná jako u stavby Aéropolis II: **pasivní administrativní budova** používající **jednoduché a méně náročné technologie** k zajištění dostatečného pohodlí, nízké energetické spotřeby a nízkých provozních nákladů. Nicméně místní podmínky a předchozí zkušenosti vedly k některým úpravám a vylepšením:

- Díky znečištění půdy nebylo možné použít výměníky tepla. Místo toho bylo k doplnění pasivního chlazení použito **adiabatické chlazení**.
- **Otvory** budovy byly navrženy tak, aby do ní umožnily lepší pronikání denního světla (lepší tvarování fasády).
- Od počátku projektu byla detailně zkoumána **vzduchotěsnost** budovy. Zkušenost totiž ukázala, že stavebníci tento klíčový prvek doposud neovládají. K dosažení cíle je třeba podpory ze strany profesionálů - vzdělávání metodou „pokus - omyl“ není v tomto případě dostatečné. Během prvního testu Blower Door bylo dosaženo vynikajícího výkonu $n_{50} = 0,3 \text{ h}^{-1}$.
- Díky velké rozloze stavby měl projekční tým možnost zakomponovat do návrhu 4.000 m² fotovoltaických panelů. Díky tomu dosáhla budova **úrovně staveb s téměř nulovou spotřebou energie**.

2.2. Ekologický přístup

S tím jak se ve smýšlení bruselské veřejnosti vyvinula potřeba celostního globálního ekologického přístupu, považovali návrháři budovy i zaměstnanci společnosti Elia ekologické aspekty za základní princip projektu. Budova se uchází o dosažení hodnocení „**Velmi dobrý**“ v **hodnocení BREAAAM**. S tímto cílem byly během návrhu a výstavby zkoumány zároveň následující faktory, které se staly nedílnou součástí projektu:

- Vytvoření **zahrady** obklopující celou budovu, která by měla umožnit vytvořit v okolí stavby za pomoci místních rostlin novou **biodiversitu**.



Elia – Spojení vody a přírody (Architectes Associés)

- Podpora „pomalé **mobility**“: projekt zahrnuje parkovací místa pro jízdní kola a velmi intenzivně je zkoumáno propojení s veřejnou dopravou.

- **„Lokální“ hospodaření s vodou** v co největším rozsahu za pomoci výstavby jezírek a lokální úpravy odpadních vod.
- Hodnocení dopadu stavebních materiálů na životní prostředí a efektivní **nakládání s odpadními materiály** (ze stavby i z provozu).

3. Závěr

Pět let pasivních administrativních budov v Bruselu: Poučení ze zkušeností...

Během pěti let se architektonická situace v Bruselu zásadně změnila. Budovy, které byly v roce 2007 považovány za „revoluční“, jsou dnes považovány spíše za standard.

Projekční týmy, architekti, inženýři a stavitelé, kteří navrhovali a stavěli první udržitelné a příkladné budovy, si sami prošli v posledních letech skutečným vzdělávacím procesem. Díky aktivní podpoře regionu měli příležitost se učit od sebe navzájem, sdílet své zkušenosti a následně školit další odborníky. Tento vývoj umožnil šíření vědomostí a vznik většího počtu odborníků, kteří jsou schopni navrhovat udržitelné budovy.

...a výhled do budoucnosti: NZEB a stavby šetrné k životnímu prostředí

Díky těmto iniciativám a motivaci stavebních odborníků se z Bruselu stává skutečně udržitelné město; nejen z hlediska energetické spotřeby, díky stále rostoucímu množství navrhovaných a realizovaných NZEB budov, ale také z hlediska dopadu na globální životní prostředí. Globální přístup se stává nedílnou součástí kultury bruselského stavitelství.

Aeropolis II & Elia: passive buildings showing the (r)evolution of eco-construction in Brussels

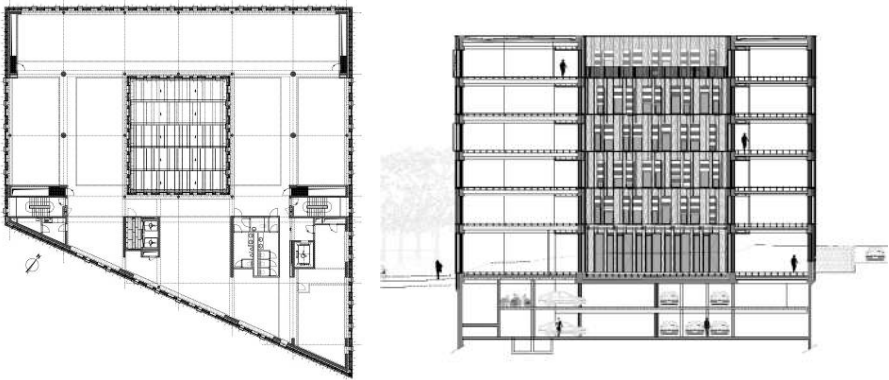
Anne-Laure MAERCKX, Cenergie cvba c/o Brussels Environment
Gitschotellei 138, B-2600 Berchem (BELGIUM)

1. Passive office buildings in Brussels. The origin of the story: Aéropolis II

1.1. Context: Brussels and Exemplary buildings

The passive office building Aéropolis II, located in Brussels, Belgium, was built between 2008 and 2010. It is awarded as **Exemplary Building** by Brussels Environment, due to its high energy performances and its global approach of sustainability. It therefore received active support from the Region. On the one hand technical support was provided during the construction of the building: an expert was available for all questions related to sustainability (techniques, etc). On the other hand, a financial support of 100 €/m² was given to the employer and the design team. Thanks to this, the impact of additional cost needed to achieve high performances remained limited. Due to its exemplary character, the building is often visited by actors of the construction sector and serves as references in many studies. In this way, it helps increasing the awareness of the construction sector over sustainability.



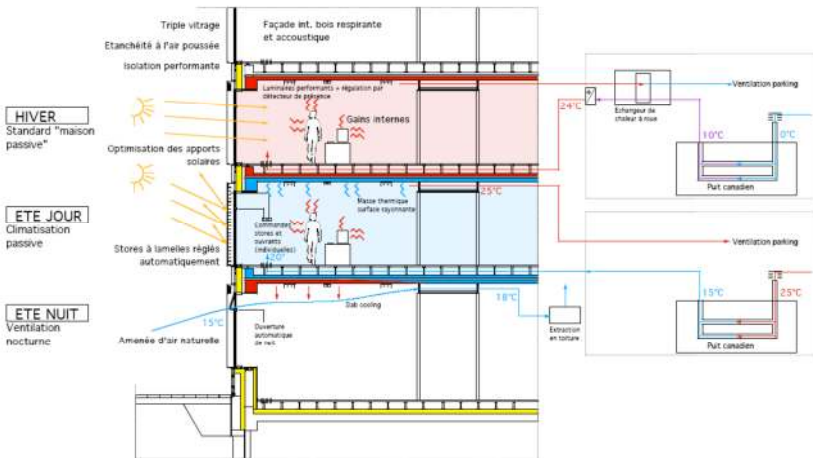


Aéropolis II - External facades, patio, plan en section (Architectes Associés – Cenergie)

1.2. Passive standards and low tech concept

The design team was, since the beginning, made of architects, engineers in techniques en energy advisers. They all collaborate from the early beginning of the project to design this 10.100 m² big **passive office building**, made of 6 levels of office spaces (7.400 m²) and 2 levels of parking (2.700 m²).

The project Aéropolis II does not only lower its energy consumptions for heating by applying the passive standards; it also makes use of strategies that enable a passive cooling of the building during the summer.



Energy concept of Aéropolis II (Cenergie)

The strategy follows the Trias Energetica: **heating and cooling demands are reduced** at the basis and the low remaining demands are covered by using **low tech** installations.

Low heating demands are achieved by designing a compact building with high insulated walls and a high level of air tightness ($n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$), combined with heat recovery on the ventilation system and an earth heat exchanger of 4 times 40 m long. Solar gains are also optimized through the windows. The building is heated via ventilation only, associated to a 160 kW gas boiler that supplies the heating batteries with hot water.

The cooling demands are reduced, on the one hand by controlling the solar loads during the summer, thanks to external automatized solar shades.



Aéropolis II - solar shades (Architectes Associés)

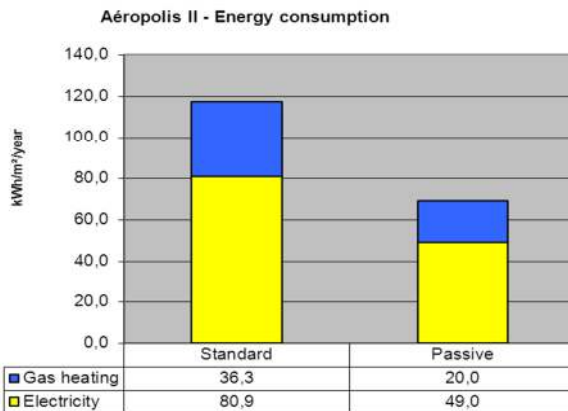
On the other hand, a high performing lighting system is implemented, complemented by a control system based on presence and available daylight (dimming). Thanks to its low cooling demands, the building can be cooled down using **passive strategies**: the **earth heat exchanger** lowers the temperature of incoming fresh air, while intensive night ventilation (**night cooling**, 5 vol/h) ensures the thermal mass of the construction to be cooled down during the night and to give its freshness back progressively to the ambiance during the day.

1.3. Results on energy consumptions and comfort

Since 2010, the performances of the building are followed, for energy consumptions and comfort.

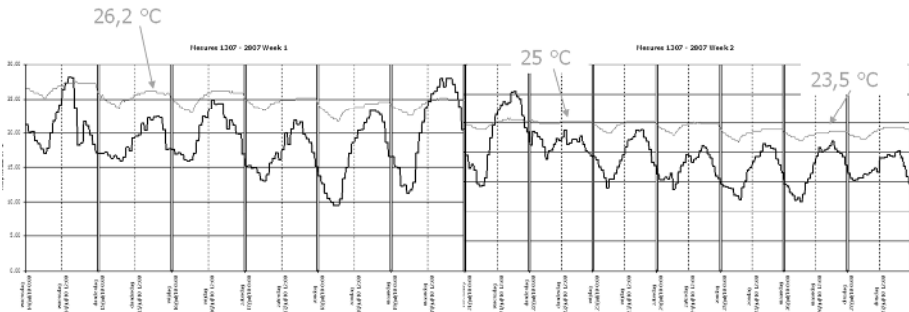
The actual heating consumptions reached 20 kWh/m².year over the last two years. This result, above initial expectations, can be explained by two factors:

- The low occupancy level of the building: since 2010, one level of the building is unoccupied and since begin 2012, another level is also empty. The internal gains due to occupancy are then considerably below the values used in the simulations.
- During those 2 years, fine tuning of installations took place. This is to optimize their working and performances. Energy consumptions are then expected to decrease during the next heating season



Energy consumption: comparison between actual consumptions of Aeropolis II and a standard office building

Comfort is also measured in the building.



Aéropolis II - Temperature measurements summer 2010

During the first months of occupancy (summer 2010), the working of the night cooling has been closely followed with in situ measurements (temperature sensors). In the beginning, those measures showed problems with the night cooling, due to errors in the way the system was programmed. Step by step, the working of the system has been optimized and finally, comfort temperatures have been reached in the whole building.

2. Elia: learning from the experience

Elia, a passive office building currently under construction, was awarded as **Exemplary Building** in 2011. At this time, the call for Exemplary Buildings had evolved in comparison to its original form. Among others thanks to this call, and compared to 2007, a real energy and climate culture was developed in Brussels. As a consequence of this greater awareness, the pursued energy performance evolved from the passive house standard towards the NZEB level.

The Elia building was designed by the same architects as Aéropolis II (Architectes Associés) and can, in many ways, be seen as a “successor” of this project. As they developed Aéropolis II and as the architectural landscape of Brussels evolved towards more and more sustainability, the architects went through a real learning process, rethinking the way buildings are designed and constructed.



Elia – external views (Architectes Associés)

2.1. Energy concept: similarities and differences

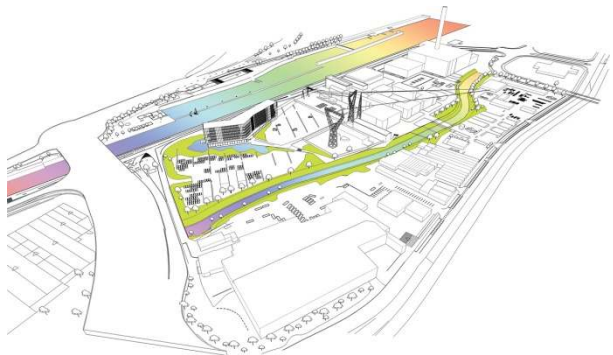
Basically, the energy concept of Elia is similar to the one of Aéropolis II: a **passive office building** using **low tech strategies** to ensure a good comfort, low energy consumptions and low maintenance costs. Nevertheless, the context and the experience lead to some adjustments and improvements:

- The pollution of the ground did not allow the placement of earth heat exchanger, therefore **adiabatic cooling** was used to complete the passive cooling strategy.
- The **openings** of the building were designed to allow a better penetration of the daylight in the building (better modulation of the façade)
- The **airtightness** of the building was studied in details since the beginning of the project. The experience showed indeed that the constructors do not control this crucial aspect yet. In order to reach the objectives, professional support is really needed; “learning by doing” is here not sufficient. The first Blower Door test led to the excellent performance of $n_{50} = 0,3$ vol/h
- Due to the size of the site, the opportunity was given to the design team to place 4.000 m² of photovoltaic cells. Thanks to this installation, the building reached the **NZEB level**.

2.2. Environmental approach

As the need to a global environmental approach evolved in the mentalities in Brussels, the designers and employers of Elia considered environmental aspects as founding principles of the project. The building aims to reach the “**Very good**” level in **BREAM assessment**. In this way, following elements were studied during design and construction process and became integral parts of the project:

- Developing a “**garden**” around the building. This new green space gives the possibility to develop a new **biodiversity** on the site, by using indigenous vegetation.



Elia - Integration of water and nature (Architectes Associés)

Stimulating “slow **mobility**”: parking for bikes are integrated in the project, connection with public transport is attentively studied.

- **Managing the water “on site”**, as much as possible, by means of lagooning, local treatment of wasted water.
- Evaluating the impact of building materials on the environment and **managing waste materials** efficiently (on building site and use waste).

3. Conclusion

5 years of passive office buildings in Brussels: learning from the experiences....

In 5 years, the architectural landscape radically changed in Brussels. Buildings which, in 2007, were considered as “revolutionary” tend now to be seen as the norm.

Design teams, architects, engineers, as well as constructors who designed and built the first sustainable and Exemplary buildings went through a real learning process. Thanks to active support from the Region, they were given the opportunity to learn from each others, share their experience and even teach other professionals. This evolution made it possible to spread the knowledge and get more and more professionals able to design sustainable buildings.

...and looking towards the future: NZEB and environmentally friendly constructions

Thanks to those initiatives and the motivation of professionals of the building sector, Brussels is becoming a real sustainable city; not only in terms of energy consumption, with more and more NZEB buildings designed and constructed, but also in terms of global environmental impact. The global approach becomes an integral part of the Brussels construction culture.

Ekonomické hodnotenie budov a možnosti jeho využitia v praxi

Ing. Katarína Korytárová, PhD., Ministerstvo hospodárstva SR

Mierova 19, 827 15 Bratislava

Tel.; e-mail: +421 (0)2 4854 1941, korytarova@mhsr.sk

Takmer každému rozhodnutiu realizovať určitú stavbu alebo rekonštrukciu budovy predchádza určitá ekonomická analýza. Miera prepracovanosti a objektívnosť tejto analýzy môže zásadne ovplyvniť rozhodnutie investora o prevedení stavby, výber technických zariadení budov a iných prvkov budov. Objektívne ekonomické hodnotenie je zvlášť dôležité pri navrhovaní pasívnych stavieb, ktoré si vyžadujú vyššie investičné, avšak ich prínosy sa prejavia až v dlhodobom horizonte vo forme znížených prevádzkových nákladoch. Cieľom príspevku je priblížiť základy ekonomického hodnotenia a prispieť tak k väčšiemu využívaniu tohto nástroja pre potreby investora.

1. Cieľ, princípy, metódy a základné vzťahy ekonomického hodnotenia

Poskytovanie objektívnych, celistvých, transparentných a aktuálnych informácií, ktoré budú slúžiť investorovi pre uvedomelé rozhodovanie o jeho investícii je cieľom ekonomického hodnotenia. Pre dosiahnutie objektívnosti ekonomického hodnotenia je pri analýze potrebné zohľadňovať určité pravidlá, a to najmä:

- analyzovať náklady a prínosy z dlhodobého hľadiska, keďže niektoré náklady sa pri dlhodobých investíciách, akými sú budovy, prejavajú až po niekoľkých desaťročiach užívania budovy.
- zahrnúť všetky relevantné náklady počas celej životnosti budovy, t.j. nielen náklady, ktoré určitým spôsobom zvyhodňujú niektorý z návrhov.
- porovnávať iba peňažné sumy vzťahujúce sa na rovnaké časové obdobie.
- transparentne dokumentovať všetky použité premenné, ako aj predpoklady pre ich vývoj v čase (napr. vývoj cien materiálu, práce, energie).
- odporúča sa vykonať analýzu citlivosti, ktorá preverí vplyv zmeny použitých premenných na výsledky analýzy.

Keďže pri hodnotení sa pracuje s nákladmi, ktoré vznikajú v rôznych časových obdobiach, a objektívne možno porovnávať iba sumy nákladov, ktoré sa vzťahujú na rovnaké časové obdobie, pri ekonomickom hodnotení sa uplatňuje princíp časovej hodnoty peňazí. Podľa tohto princípu hodnota sumy vyplatenej v súčasnosti je väčšia ako hodnota sumy, ktorá bude k dispozícii v budúcnosti. Cenou za vzdanie sa možnosti narábať s peniazmi v súčasnosti je úrok. Preto pri výpočte budúcej hodnoty určitej sumy vyplatenej v súčasnosti použijeme úročiteľ, a pri výpočte súčasnej hodnoty určitej sumy vyplatenej v budúcnosti, použijeme tzv. odúročiteľ.

Metódy ekonomického hodnotenia možno rozdeliť na statické a dynamické. Medzi statické metódy o.i. patrí aj výpočet jednoduchej návratnosti, ktorá však nie je vhodná pre hodnotenie budov, nakoľko nie je schopná zohľadniť rozdielne životnosti jednotlivých systémov a prvkov budov. Naopak, dynamické metódy zohľadňujú tak rôznu životnosť, ako aj zmenu premenných v čase, napr. vývoj cien materiálov, energie, pracovnej sily, úrokovej miery (SÚTN 2009). Medzi základné dynamické metódy patrí metóda budúcej hodnoty a metóda súčasnej hodnoty.

Metóda budúcej (konečnej) hodnoty sa používa na výpočet budúcej hodnoty určitého súčasného vkladu (alebo nákladu) na konci daného výpočtového obdobia pri uvažovanej úrokovej hodnote (vzťah č. 1 v tab. č. 1). Z tohto vzťahu možno odvodiť vzťah pre výpočet rovnakých konštantných budúcich platieb (annuity), napr. ak potrebujeme vedieť, aký je ekvivalent určitej súčasnej investície vyjadrený v rovnakých ročných platbách pri danej úrokovej miere (viď vzťah č. 2 v tab. č. 1).

Metóda súčasnej hodnoty sa používa napr. na výpočet súčasnej hodnoty nákladu, ktorý nastane v budúcnosti (vzťah č. 3 v tab. č. 1). Z tohto vzťahu možno odvodiť vzťah pre výpočet celkovej súčasnej hodnoty z čiastkových vkladov/nákladov, t.j. keď potrebujeme napr. previesť predpokladané každoročné náklady, ktoré nastanú počas piatich nasledujúcich rokov, na súčasnú celkovú hodnotu. Výsledkom je suma súčasných hodnôt ročných (napr. prevádzkových) nákladov (vzťah č. 4 v tab. č. 1).

Tabuľka č. 1 Rozdelenie základných typov výpočtov ekonomického hodnotenia

	Typ výpočtu	Vzťah	Faktor
Metódy budúcej hodnoty			
1.	Výpočet budúcej/konečnej hodnoty	$K_n = K_o \cdot (1 + p)^\tau$	Úročiteľ $(1 + p)^\tau$
2.	Výpočet rovnakých konštantných budúcich platieb (anuity)	$A = K_o \cdot \frac{p}{1 - (1 + p)^{-\tau}}$	Anuitný faktor $\frac{p}{1 - (1 + p)^{-\tau}}$
Metódy súčasnej hodnoty			
3.	Výpočet súčasnej hodnoty	$K_o = K_n \cdot (1 + p)^{-\tau}$	Odúročiteľ (diskontný faktor) $(1 + p)^{-\tau}$
4.	Výpočet celkovej súčasnej hodnoty z čiastkových vkladov/nákladov	$K_o = V_n \cdot \frac{1 - (1 + p)^{-\tau}}{p}$	Faktor súčasnej hodnoty $\frac{1 - (1 + p)^{-\tau}}{p}$

Zdroj: IEPD (2009), SÚTN (2009)

Vysvetlivky: K_n – budúca (konečná) hodnota, K_o – súčasná hodnota, p – úroková miera, t – výpočtové obdobie

Pre potreby objektívneho ekonomického hodnotenia boli harmonizované postupy a výpočty v norme STN EN 15 459 (SÚTN 2009), ktorá obsahuje základné definície, rozdelenia a vzťahy pre porovnávanie nákladov a prínosov alternatívnych návrhov použitia rôznych systémov a prvkov budov. Tento článok sa vzhľadom na obmedzený rozsah zameriava iba na základné vzťahy, ktoré sa pri ekonomickom hodnotení používajú, a z ktorých sa odvíjajú komplexné výpočty uvedené v norme. V nich ide o výpočet celkových nákladov (t.j. sumu všetkých nákladov prevedených na súčasnú hodnotu) a o výpočet anuity (ktorá sa použije pre výpočet sumy všetkých nákladov vyjadrených vo forme budúcich ročných konštantných nákladov).

2. Príklad: ekonomické hodnotenie dvoch návrhov stavieb

Na základe jednoduchého príkladu možno ukázať možnosti použitia oboch metód za účelom porovnania dvoch návrhov stavby domu. Uvažujeme dva návrhy novostavby rodinného domu, a to energeticky pasívny dom a štandardný dom spĺňajúci minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť budov (EHB) podľa platnej legislatívy. Náklady, ktoré vzniknú v oboch návrhoch stavby počas uvažovaného výpočtového obdobia (30 rokov) možno porovnať dvoma spôsobmi: a. výpočtom celkových nákladov a b. výpočtom anuity, vid' tab. č. 2.

Tabuľka č. 2 Porovnanie návrhov prostredníctvom dvoch typov výpočtov ekonomického hodnotenia

Výpočet 1: Výpočet celkových nákladov

	Štandardný dom	Pasívny dom
Ko_Ni	160 000,00	180 000,00
Vn_Np	1 601,83	343,25
τ	30 rokov	30 rokov
p	3%	3%
Fsh	19,60	19,60
Ko_Np	31 396,59	6 727,84
Ko_Nc	191 396,59	186 727,84

Výpočet 2: Výpočet anuity

	Štandardný dom	Pasívny dom
Ko_Ni	160 000,00	180 000,00
Vn_Np	1 601,83	343,25
τ	30 rokov	30 rokov
p	3%	3%
a	0,0510	0,0510
A	8 163,08	9 183,47
Vn_celk	9 764,91	9 526,72

Vysvetlivky: Ko_Ni – súčasná hodnota investičných nákladov, Vn_Np – (ročne) prevádzkové náklady, τ – výpočtové obdobie, p – úroková miera, fsh – faktor súčasnej hodnoty, Ko_Np – súčasná hodnota prevádzkových nákladov, Ko_Nc – súčasná hodnota celkových nákladov, a – anuitný faktor, A – anuita (investičných nákladov), Vn_celk – celkové ročné náklady (investičné a prevádzkové)

V prvom prípade celkové náklady štandardného domu sú vyššie oproti pasívnemu domu napriek jeho vyšším investičným nákladom. Rozdiel tvoria vysoké prevádzkové náklady štandardného domu. Druhý výpočet implikuje podobné závery z iného uhla pohľadu: keď sa počiatočné investičné náklady prevedú na budúce ročné konštantné náklady a následne sa pripočítajú k ročným prevádzkovým nákladom, výsledné celkové ročné náklady štandardného domu sú vyššie v porovnaní s pasívnym domom, a to najmä vďaka výrazne nižším prevádzkovým nákladom pasívneho domu.

Uvedené výpočty sú značne zjednodušené a slúžia iba na ilustráciu použitia daných dvoch typov výpočtu. Komplexnosť sa dosiahne doplnením detailných položiek nákladov pre jednotlivé systémy a prvky budov a zavedením dynamiky cien (napr. cien prvkov, systémov, energie, miezd, úrokových sadzieb a pod.).

3. Ďalšie využitie metód ekonomického hodnotenia v praxi

Uvedené základné vzťahy a princípy možno ďalej uplatniť pri výpočte tzv. ekvivalentných nákladov na ušetrnú jednotku energie pre rôzne typy opatrení zameraných na úsporu energie v danom objekte, ako aj na zostrojenie tzv. nákladových kriviek, ktoré reprezentujú potenciál úspor energie a s ním spojené celkové náklady. Vzťahy majú uplatnenie aj pri

výpočte nákladovo optimálnych úrovní minimálnych požiadaviek na EHB (požiadavka čl. 5 smernice 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov, EÚ 2010), cieľom ktorých je porovnať súčasne platné minimálne požiadavky na EHB s vypočítanými nákladovo optimálnymi úrovňami EHB a ich prvkov. Ekonomické hodnotenie možno použiť aj pri výpočte celkových investičných nákladov a celkových znížených nákladov na energiu pre rôzne scenáre obnovy fondu budov, t.j. aj pri príprave národných stratégií pre obnovu budov (viď čl. 4 a 5 smernice 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, EÚ 2012). Štúdie zamerané na scenáre obnovy fondu budov majú za cieľom vyčísliť všetky náklady počas celej životnosti budov a mnohé z nich poukazujú na riziko masívnej obnovy budov na úroveň tzv. štandardnej obnovy, ktorá môže „uzamknúť“ spotrebu energie v daných budovách na niekoľko ďalších desaťročí (viď Korytarova 2010, Ürgė-Vorsatz et al. 2013).

4. Záver

Precízne ekonomické hodnotenie môže byť významným zdrojom dôležitých informácií investora. Prostredníctvom nich sa investor môže rozhodnúť v prospech investície, ktorá počas celej životnosti predstavuje nižšie celkové náklady. Pre jeho zodpovedné rozhodnutie je však dôležité poznať všetky premenné a použité predpoklady ich vývoja, ako aj analýzu citlivosti pre najdôležitejšie premenné a následne aj vysvetlenie výsledkov a súvislostí v kontexte predkladaných návrhov.

5. Literatúra

- (1) SLOVENSKÝ ÚSTAV TECHNICKEJ NORMALIZÁCIE (SÚTN). STN EN 15459. Energetická hospodárnosť budov. Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách. SÚTN, Bratislava. 2009, 48 s.
- (2) CEPH. E.1 Ekonomika energeticky pasívnych domov. Prednáškový materiál ku kurzu Navrhovanie pasívnych domov. Certified Passive House Designer, 2009.
- (3) KORYTÁROVÁ, K. *Energy efficiency potential for space heating in Hungarian public buildings. Towards a low-carbon economy*. Dizertačná práca. Dept. of Environmental Sciences and Policy, Central European University, Budapest, 2010.
- (4) EURÓPSKA ÚNIA (EÚ). Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov. Vestník EÚ, Brusel, 2010.
- (5) EURÓPSKA ÚNIA (EÚ). Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, ktorou sa menia a dopĺňajú smernice 2009/125/ES a 2010/30/EÚ a ktorou sa zrušujú smernice 2004/8/ES a 2006/32/ES. Vestník EÚ, Brusel, 2012.

- (6) ÜRGE-VORSATZ, D., REITH, A., KORYTÁROVÁ, K., EGYED, M., DOLLENSTEIN, J. *The first assessment of major costs and benefits of low energy building pathways*. A Report for the GBPN. ABUD, Budapest, 2013.

6. Annotation: Economic Assessment of Buildings and its Practical Utilisation

The investment costs required for a building construction are an important factor in the investor's decision-making process. However, as buildings are structures with a long life cycle, it is important to focus not only on investment costs, but also on other costs that occur during the whole life cycle of the building, especially, the running costs. In order to take an informative decision, investor needs objective analysis of both costs and benefits during the whole life cycle of the building. Such analysis should document all variables used, as well as document all assumptions on their dynamics (such as changes in energy prices, prices of labour, material and interest rates). Ideally, the analysis should contain also a sensitivity analysis, which shows the impact of the change of the main variables on the key results. The aim of the article is to introduce the basic principles, equations in economic assessment of buildings and building systems and elements, as well as to present ways to use the methods of economic assessment for comparison of two construction designs: a passive house and a „standard new construction“. Further, other uses of the economic assessment methods are discussed: calculation of cost optimal levels of energy building performance, calculation of total investment costs as well as total energy cost savings of different building stock renovation scenarios, which can be a basis for preparation of long-term national strategies of building renovation.

Budovy s takmer nulovou potrebou energie a nákladovo optimálna úroveň energetickej hospodárnosti budov

*Ing. Jana Bendžalová, PhD., Ing. Štefan Bekeš, Ing. Veronika Nouzová
Technický a skúšobný ústav stavebný, n.o., Studená 3, 821 04 Bratislava
Tel: +421249228590, e-mail: bendzalova@tsus.sk*

1. Úvod

Smernica 2010/31/EU o energetickej hospodárnosti budov (EHB) [1] požaduje od členských štátov výpočet nákladovo optimálnej úrovne minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť v súlade s rámcom porovnávacej metodiky podľa Delegovaného nariadenia Komisie (EÚ) č. 244/2012 [2], ktoré stanovuje podrobný postup na výpočet, porovnanie so súčasnými požiadavkami a vypracovanie správy pre Komisiu. Cieľom je posúdenie správnosti nastavenia požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov v členských štátoch EÚ.

Členské štáty majú povinnosť porovnať výsledky výpočtov so súčasnými minimálnymi požiadavkami na energetickú hospodárnosť budov a oznámiť všetky vstupné údaje a odhady pre výpočet ako aj všetky výsledky výpočtu v správe pre Komisiu. Ak z výsledku porovnávania vyplýva, že platné minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť sú podstatne menej energeticky účinné ako nákladovo optimálne úrovne, správa má obsahovať zdôvodnenie rozdielu a plán opatrení na jeho zníženie.

Minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť budov v ČS by mali byť najviac o 15 % menej prísne než výsledky výpočtov nákladovej optimálnosti. Overovanie správnosti požiadaviek sa požaduje pravidelne, minimálne však raz za 5 rokov.

2. Definícia budovy s takmer nulovou potrebou energie

Podľa § 2 ods. 8 zákona č. 555/2005 Z.z. v znení zákona č. 300/2012 Z.z. a STN 730540-2: 2012 budovou s takmer nulovou potrebou energie (NZEB) sa rozumie budova s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou, pričom takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie potrebné na užívanie takej budovy musí byť zabezpečené efektívnou tepelnou ochranou a vo vysokej miere energiou dodanou z obnoviteľných zdrojov nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti.

Preukázanie dosiahnutia úrovne budovy s takmer nulovou potrebou energie je možné len neobnoviteľnou primárnou energiou, pri ktorej sa časť potreby energie z obnoviteľných zdrojov odráta. Zabezpečenie energie z obnoviteľných zdrojov je v princípe možné dvomi spôsobmi:

- obnoviteľný zdroj je súčasťou energie dodanej v energetickom nosiči, napr. biomasa, bioplyn, zelená elektrina (vodná, veterná, fotovoltaika). Obnoviteľná energia sa odpočíta faktorom neobnoviteľnej primárnej energie.
- obnoviteľná energia je dodaná z aktívnych zariadení vo vnútri, na hranici alebo mimo hranice budovy na pozemku užívanom s budovou, napr. solárne tepelné kolektory, elektrina vyrobená na mieste (fotovoltaika, vietor), tepelné čerpadlá. Energia sa priamo odpočíta od potreby energie budovy.

Plnením opatrení a postupov národného plánu podľa zákona č. 555/2005 v znení zákona č. 300/2012 Z.z. [6] na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie sa musí dosiahnuť, aby boli budovami s takmer nulovou potrebou energie po 31. decembri 2018 všetky nové budovy, v ktorých sídlia a ktoré vlastní orgány verejnej moci, a od 31. decembra 2020 všetky nové budovy.

Ďalšie opatrenia majú zabezpečiť urýchlenie zvyšovania energetickej hospodárnosti budov a ich prechod na budovy s takmer nulovou potrebou energie tak, aby sa dodaním energie z obnoviteľných zdrojov nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti do roku 2020 dosiahlo najmenej 50-percentné zníženie primárnej energie.

2.1. Minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť a budovy s takmer nulovou potrebou energie

Minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť sú uvedené vo vyhláške č. 364/2012 Z.z. [7]. Pre tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií sa vyhláška č. 364/2012 Z.z. odvoláva na technickú normu STN 730540-2:2012 [8], kde sú uvedené požiadavky pre stavebné konštrukcie a prvky, ktoré vytvárajú obalovú konštrukciu budovy. Oba predpisy nadobudli účinnosť od 1. januára 2013 a uvádzajú nielen súčasné minimálne požiadavky na nové budovy a na budovy významne obnovované, ale aj odporúčané požiadavky na budovy po roku 2015 a cieľové odporúčané po roku 2018, resp. 2020 s cieľom dosiahnuť úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie.

Súčasná minimálna požiadavka na energetickú hospodárnosť budov je určená podľa § 4 ods. 5 vyhlášky č. 364/2012 Z.z. hornou hranicou energetickej triedy B pre globálny ukazovateľ primárna energia od 1.1.2013 pre všetky nové, alebo významne obnovené budovy.

Od 1.1. 2016 bude minimálna požiadavka na energetickú hospodárnosť určená hornou hranicou energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ primárna energia. Cieľová minimálna požiadavka na energetickú hospodárnosť budov s takmer nulovou potrebou energie od 1.1.2019 pre nové budovy, v ktorých sídlia a ktoré vlastnia orgány verejnej moci a od 1.1.2021 pre všetky nové budovy je určená v § 4 ods. 7 vyhlášky č. 364/2012 Z.z. hornou hranicou energetickej triedy A0 pre globálny ukazovateľ primárna energia.

Škála energetických tried globálneho ukazovateľa primárna energia je uvedená v prílohe 3 k vyhláške č. 364/2012 Z.z. [7].

3. Metóda výpočtu nákladovo optimálnej úrovne energetickej hospodárnosti

Delegované nariadenie Komisie (EÚ) č. 244/2012 [2] stanovuje postup výpočtu nákladovo optimálnej úrovne v nasledujúcich krokoch:

- určenie referenčných budov,
- stanovenie balíkov, kombinácií opatrení a variant výpočtu,
- výpočet potreby energie a primárnej energie,
- výpočet investičných nákladov,
- výpočet ročných bežných nákladov na údržbu, prevádzkových nákladov a nákladov na energiu,
- výpočet globálnych nákladov počas stanoveného výpočtového obdobia (čistá súčasná hodnota),
- odvodenie nákladovo optimálnej úrovne energetickej hospodárnosti so zameraním na primárnu energiu,
- porovnanie so súčasnými minimálnymi požiadavkami,
- správa pre Komisiu.

Výpočet nákladovo optimálnej úrovne minimálnych požiadaviek je osobitne zameraný na:

- prvky budov - súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U (obvodový plášť, strešný plášť, otvorové konštrukcie, strop nad nevykurovaným priestorom).
- globálny ukazovateľ energetickej hospodárnosti budov - primárna energia.

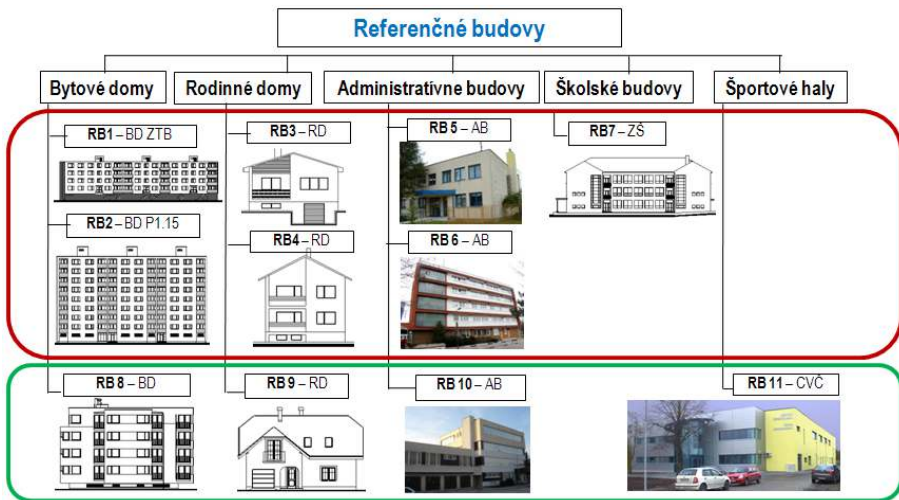
Výpočet sa opakuje pre mikroekonomické podmienky s uvažovaním nákladov s DPH a bez uvažovania nákladov na emisie CO₂ a pre makroekonomické podmienky s uvažovaním nákladov bez DPH a s uvažovaním nákladov na emisie CO₂.

Vstupy pre výpočet

Referenčná budova pre výpočet je hypotetická alebo skutočná budova, ktorá predstavuje typickú geometriu budovy, typické obalové konštrukcie budovy, ako aj technické systémy uplatňované v členskom štáte. Pri výbere sa zameralo najmä na reprezentatívnosť z hľadiska geometrie. Pre danú geometriu referenčnej budovy boli aplikované rôzne varianty tepelnej ochrany a technických systémov od nevyhovujúcich až po predpokladaných na aplikáciu pre budovy s takmer nulovou potrebou energie.

Referenčné budovy sa stanovili na základe štatistických údajov z databázy existujúcich nebytových budov a z databázy existujúcich bytových domov TSÚS. Nové budovy a rodinné domy sa vybrali na základe prieskumu existujúcej a novej výstavby. Na základe priemerných vlastností sa vybrali konkrétne existujúce budovy. Podľa Delegovaného nariadenia vybrané majú byť najmenej jedna referenčná budova pre nové budovy a dve pre existujúce budovy aspoň pre kategórie budov rodinné domy, bytové domy a administratívne budovy. Slovensko navyše zahrnulo do referenčných budov aj jednu školskú budovu a jednu budovu pre šport. Prehľad referenčných budov je na obr. 1.

Stanovenie balíkov opatrení a variant výpočtu sú rozdielne pre prvky budov - súčiniteľ prechodu tepla konštrukcií U obvodového pláštia, strechy, stropu nad suterénom a okien a pre globálny ukazovateľ energetickej hospodárnosti budov - primárnu energiu.



Obr. 1 Referenčné budovy pre výpočet nákladovo optimálnej úrovne minimálnych požiadaviek na EHB

Varianty tepelnej ochrany pre výpočet nákladovo optimálneho súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií sa stanovili uvažovaním pôvodnej konštrukcie, resp. nosnej konštrukcie pre novú budovu a pridávaním tepelnej izolácie v kroku po 20 mm. Spolu sa uvažovalo 12 variantov pre obvodový plášť s hrúbkou tepelnej izolácie od 40 do 260 mm, 12 variantov pre strechu s hrúbkou tepelnej izolácie od 100 do 320 mm, 12 variantov pre strop nad nevykurovaným priestorom s hrúbkou tepelnej izolácie od 40 do 260 mm. Uvažovaných bolo 12 alternatív otvorových konštrukcií s rôznymi typmi rámov a zasklení.

Pre výpočet globálnych nákladov sa menila vždy len jedna stavebná konštrukcia. Vlastnosti ostatných stavebných konštrukcií sa uvažovali štandardné v úrovni normalizovaných požadovaných vlastností. Spolu bolo vypočítaných 240 variant globálnych nákladov pre 5 referenčných budov.

Balíky opatrení pre výpočet nákladovo optimálneho globálneho ukazovateľa - primárnu energiu, sa vytvorili z kombinácií technických systémov vrátane obnoviteľných zdrojov energie s rôznymi úrovňami tepelnej ochrany.

V niektorých členských štátoch sa pre výpočet nákladovo optimálnych úrovní uvažovali len všeobecne reálne aplikovateľné technické systémy pre minimálne požiadavky. V Slovenskej republike sa pre výpočet uvažovali všetky zariadenia vrátane obnoviteľných zdrojov energie, ktoré nie sú dostupné vo všetkých lokalitách a v tepelnej ochrane až po úroveň budov s

takmer nulovou potrebou energie (NZEB). Len zjavne nereálne, alebo nákladovo neefektívne kombinácie sa vylúčili.

Spolu bolo uvažovaných 7 až 10 systémov vykurovania, 5 typov chladenia a 3 úrovne osvetlenia pre nebytové referenčné budovy, čo je približne 70-90 balíkov a 45-55 balíkov opatrení pre každú referenčnú budovu na bývanie. Spolu bolo vypočítaných 584 balíkov opatrení so stanovením potreby energie, primárnej energie a globálnych nákladov.

Výpočet nákladov

Delegované nariadenie komisie (EÚ) č. 244/2012 [2] preberá metódu výpočtu globálnych nákladov z technickej normy STN EN 15459: 2008 [3]. Výsledkom výpočtu globálnych nákladov je čistá súčasná hodnota nákladov vynaložených počas určeného výpočtového obdobia s prihliadnutím na náklady na energiu, investičné náklady a zostatkové hodnoty s dlhšou životnosťou ako je výpočtové obdobie. Globálne náklady sa pre mikroekonomický výpočet stanovujú podľa vzťahu:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

kde:

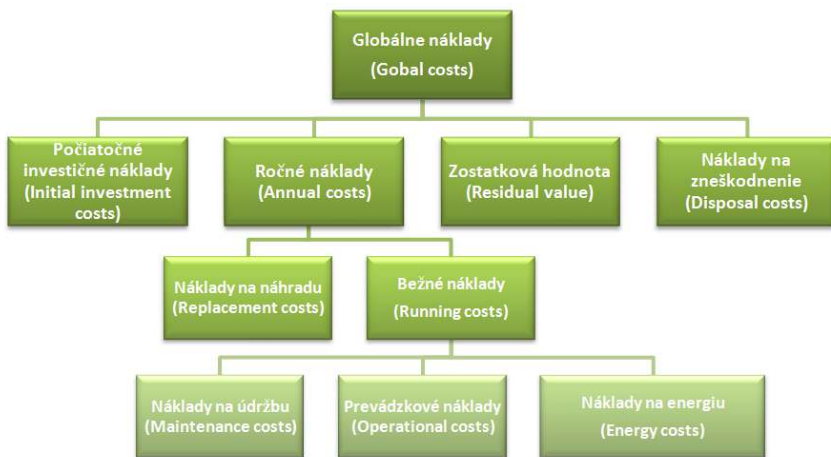
- τ je výpočtové obdobie,
- $C_g(\tau)$ celkové náklady počas výpočtového obdobia vztiahnuté na počiatočný rok τ_0 ,
- C_I počiatočné investičné náklady na opatrenie alebo súbor opatrení j ,
- $C_{a,i}(j)$ ročné náklady počas roka i na opatrenie alebo súbor opatrení j ,
- $V_{f,\tau}(j)$ zostatková hodnota opatrenia j na konci výpočtového obdobia,
- $R_d(i)$ diskontný faktor pre rok i , založený na diskontnej sadzbe r treba vypočítať podľa vzťahu:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1+r/100} \right)^p$$

kde p je počet rokov od počiatočného obdobia a r znamená reálnu diskontnú sadzbu.

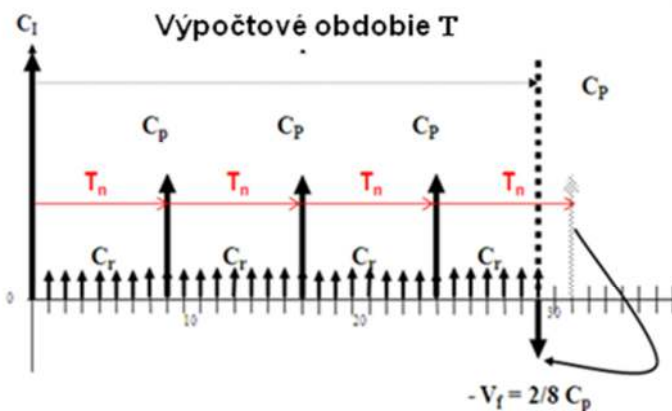
Výpočtové obdobie je uvažované 30 rokov pre budovy na bývanie a 20 rokov pre nebytové budovy. Diskontná sadzba sa uvažovala 2% a v citlivostnej analýze sa použili tiež diskontné sadzby 3% a 5%.

Náklady sa skladajú z počiatkových investičných nákladov a z ročných nákladov s uvažovaním zostatkovej hodnoty a nákladov na likvidáciu, ak je to vhodné. Štruktúra nákladov podľa Delegovaného nariadenia [2] je na obr. 2.



Obr. 2 Štruktúra nákladov pre výpočet nákladovo optimálnej úrovne energetickej hospodárnosti

Bežné náklady zahŕňajú náklady na údržbu, náklady spojené s užívaním budovy (poistenie, dane, služby) a náklady na energiu. Po ukončení životnosti prvku alebo zariadenia sa uvažujú náklady na výmenu (náhradu) v závislosti od ekonomickej životnosti prvku počas výpočtového obdobia a v poslednom roku výpočtového obdobia sa odpočíta zostatková hodnota investičných nákladov ako je to znázornené na obr. 3.



Obr. 3 Opakované náklady na výmenu prvkov a systémov a zostatková hodnota (Zdroj: EN 15459:2008)

Vo výpočte sa vynechali náklady rovnaké pre všetky posudzované alternatívy, náklady, ktoré nemajú vplyv na energetickú hospodárnosť a náklady na zneškodnenie.

Potreba energie a primárnej energie sa stanoví výpočtom podľa EN 15603 [5] a technických noriem súvisiacich so Smernicou o EHB [1]. Vplyv na porovnanie alternatív má najmä cena energie. Cena energie a energetických nosičov má byť trhovo orientovaná a musí byť konzistentná pokiaľ ide o miesto a čas. Zahŕňa tiež súvisiace náklady, teda fixnú aj variabilnú zložku. Uvažovaný je nárast cien energie o 2 % ročne.

4. Odvodenie úrovne nákladovo optimálnej úrovne energetickej hospodárnosti

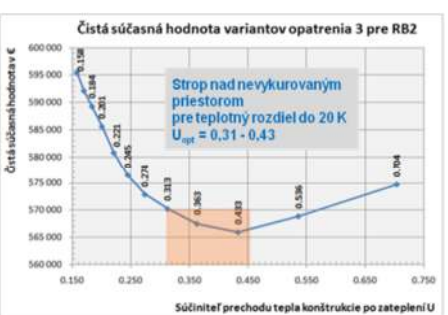
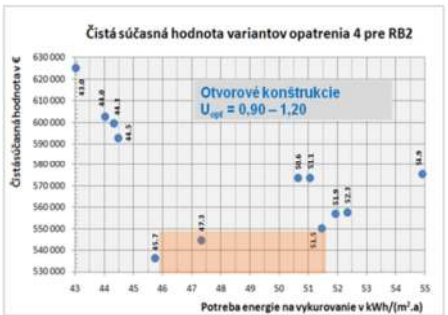
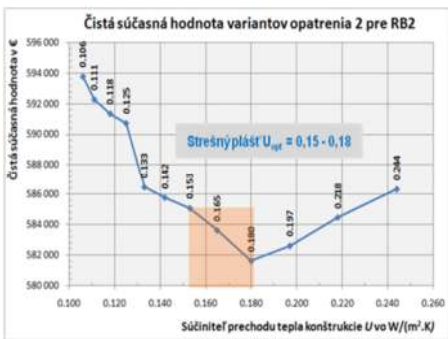
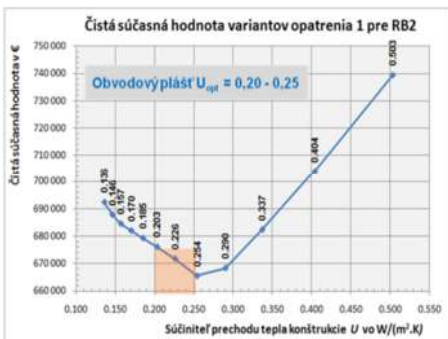
Optimálna úroveň sa stanoví ako interval, v ktorom sú globálne náklady najnižšie s prihliadnutím na potrebu primárnej energie a porovná sa s aktuálnou požiadavkou, ktorou sú normalizované požadované hodnoty pre tepelnotechnické vlastnosti a horná hranica energetickej triedy B pre primárnu energiu. Porovnanie je aj s priebežnou požiadavkou platnou od 1.1.2016.

V prípade, ak výsledkom výpočtu nákladovo optimálnych úrovní sú približne rovnaké celkové náklady, ako základ pre porovnanie s existujúcimi minimálnymi požiadavkami na energetickú hospodárnosť budov sa použijú požiadavky, ktorých výsledkom je nižšia potreba primárnej energie. Za rovnaké globálne náklady sa považovali náklady vyššie do 10 percent od najnižších nákladov.

Na obr. 4 je uvedený príklad odvodenia nákladovo optimálnej úrovne súčiniteľa prechodu tepla pre referenčnú budovu RB2 – bytový dom s vyznačením intervalu nákladového optima.

Podobným spôsobom sa stanovili nákladovo optimálne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla pre 5 referenčných budov. Priemerné hodnoty a porovnanie nákladovo optimálnych úrovní s minimálnymi požiadavkami sú v tabuľke 4.

Odvodenie optimálnej úrovne minimálnych požiadaviek pre súčiniteľ prechodu tepla je jednoznačný. Pre primárnu energiu je však potrebný kompromis medzi skutočne optimálnou úrovňou a úrovňou minimálnych požiadaviek. Pretože niektoré zariadenia nie sú reálne aplikovateľné vo všetkých lokalitách, nemôžu sa uvažovať na určenie minimálnej požiadavky.



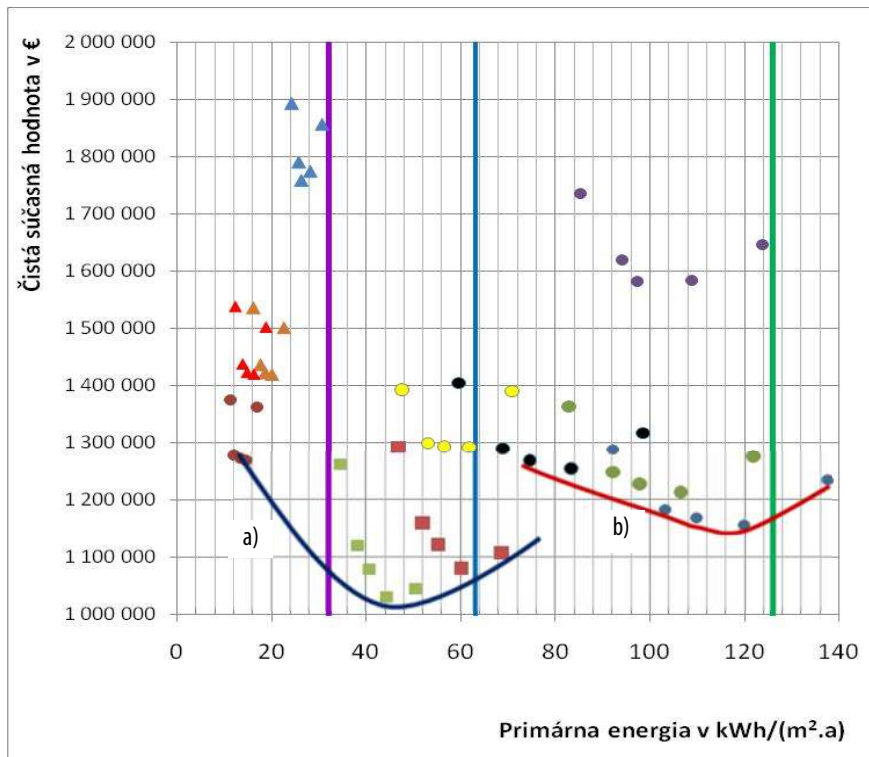
Obr. 4 Čistá súčasná hodnota variantov tepelnej ochrany stavebných konštrukcií pre referenčnú budovu RB2 – bytový dom

V niektorých členských štátoch boli preto do výpočtu nákladovej optimálnosti zahrnuté len všeobecne dostupné riešenia. V Slovenskej republike sa zahrnuli do výpočtu všetky možnosti až po opatrenia na dosiahnutie úrovne výstavby budov s takmer nulovou potrebou energie. To umožňuje okrem stanovenia nákladovo optimálnej úrovne minimálnych požiadaviek definovať aj odporúčania pre lokality s dostupnosťou konkrétnych obnoviteľných zdrojov. Úroveň nákladového optima, nákladové optimum a optimum pre všeobecne dostupné varianty sú na obr. 5.

4.1. Budovy s takmer nulovou potrebou energie a nákladové optimum

Úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie je možné dosiahnuť len s využitím obnoviteľných zdrojov energie, alebo z aktívnych systémov. Kombinácie technických systémov a tepelnej ochrany, pre ktoré sú splnené požiadavky platné od roku 2016 ako odporúčané a požiadavky od roku 2019/2021 ako cieľové pre budovy s takmer nulovou potrebou energie sú znázornené na obr. 6.

Pre referenčnú budovu RB2 – bytový dom v úrovni požiadaviek platných od roku 2016 je pre globálny ukazovateľ primárnu energiu nákladovo optimálne použitie tepelných čerpadiel, pre budovy s takmer nulovou potrebou energie zásobovanie teplom z CZT na biomasu (drevené peletky).



- 1a. CZT - plyn
- 1b. CZT - biomasu drevená štiepka
- 2. Kondenzačný kotol - zemný plyn
- 3. Kondenzačný kotol - zemný plyn + rekuperácia
- 4. Kondenzačný kotol - zemný plyn + solárne tep.kol.
- ▲ 5. Kotol Biomasa - drevené peletky
- ▲ 6. Kotol biomasa - drevené peletky + rekuperácia
- 7. Tepelné čerpadlo vzduch - voda
- 8. Tepelné čerpadlo zem - voda
- ▲ 9. Kotol Biomasa - drevené peletky + solárne tep.kol.
- 1c. CZT - kombinovaná výroba tepla

Obr. 5 Čistá súčasná hodnota pre rôzne balíky opatrení pre referenčnú budovu RB2 a nákladovo optimálna úroveň pre globálny ukazovateľ – primárnu energiu

a) všetkých balíkov opatrení, b) úroveň minimálnych požiadaviek

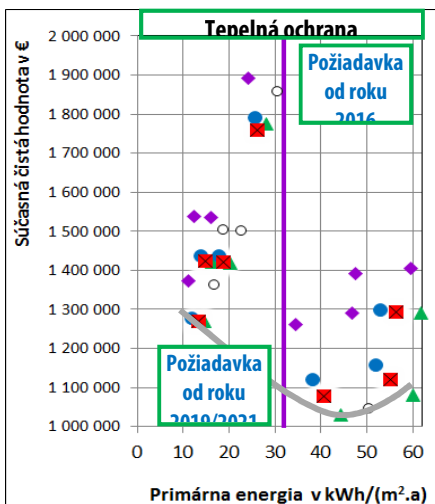
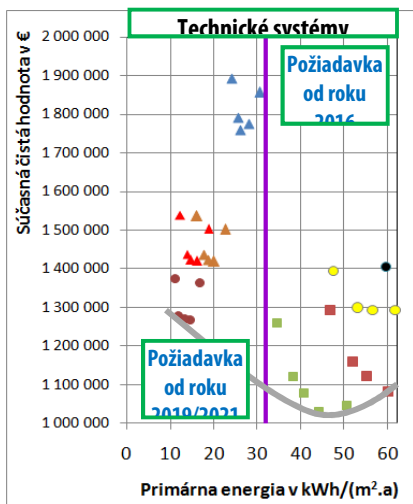
Z hľadiska tepelnej ochrany nákladovo optimálna úroveň je približne v úrovni súčasných požiadaviek, prípadne úrovne optimálnej hodnoty alebo odporúčanej hodnoty. Pre budovy s takmer nulovou potrebou energie so zariadeniami na biomasu sú rovnocenné normalizovaná, odporúčaná a optimálna hodnota. Cieľové odporúčané hodnoty v tepelnej ochrane sa javia v súčasnosti pri existujúcej materiálovej báze tepelnoizolačných výrobkov ako nákladovo neefektívne. Predpokladá sa však vývoj v oblasti nových materiálov a technológií podporených práve sprísnenými požiadavkami na energetickú hospodárnosť budov.

Z hľadiska platnej legislatívy pre budovy s takmer nulovou potrebou energie je dôležitý parameter podiel obnoviteľnej energie z potreby energie budovy v percentách. Tento parameter však nie je jediným ukazovateľom, pretože podiel obnoviteľnej energie môže byť vysoký aj pri inak nevhodnej budove. Možné je ho stanoviť jednoducho pri aktívnych systémoch. Obnoviteľná energia v energetickom nosiči môže byť stanovená pomocou celkového faktora primárnej energie, faktora neobnoviteľnej a obnoviteľnej primárnej energie.

4.2. Porovnanie výsledkov pre všetky referenčné budovy

Predchádzajúce kapitoly prezentovali spôsob odvodenia nákladovo optimálnej úrovne a výsledky len pre jednu referenčnú budovu RB2-bytový dom. Pre porovnanie s minimálnymi požiadavkami sa vypočíta priemerná hodnota nákladovo optimálnej úrovne energetickej hospodárnosti všetkých referenčných budov danej kategórie. Výsledné hodnoty a porovnanie je v tab.1.

Z porovnania vyplýva pre tepelnú ochranu, že súčasné požiadavky vyhovujú len pre strešnú konštrukciu (rozdiel je menší ako 15 %). Zmena požiadaviek je však už zavedená požiadavkami platnými od roku 2016. Nedostatočne prísne sú od roku 2016 len požiadavky pre vnútorné konštrukcie príliš prísne požiadavky pre strechu.



- 1b. CZT - biomasa drevná štiepka
- ▲ 5. Kotel Biomasa - drevené peletky
- ▲ 6. Kotel biomasa - drevené peletky + rekuperácia
- 7. Tepelné čerpadlo vzduch - voda
- 8. Tepelné čerpadlo zem - voda
- ▲ 9. Kotel Biomasa - drevené peletky + solárne tep.kol.
- 1c. CZT - kombinovaná výroba tepla

- TOB č. 1 - maximálna hodnota
- ▲ TOB č. 2 - normalizovaná hodnota
- TOB č. 3 - odporúčaná hodnota
- ◆ TOB č. 4 - cieľová hodnota
- TOB č. 5 - optimálna hodnota

Obr. 6 Čistá súčasná hodnota pre rôzne balíky opatrení pre referenčnú budovu RB2 a nákladovo optimálna úroveň pre globálny ukazovateľ – primárnu energiu v úrovni budov s takmer nulovou potrebou energie.

Tab. 1 Priemerné optimálne hodnoty všetkých referenčných budov nákladovo optimálneho súčiniteľa prechodu tepla a primárnej energie a porovnanie s minimálnymi požiadavkami.

Stavebná konštrukcia	Nákladové optimum zaokrúhlené	Súčasná požiadavky (normalizovaná hodnota)	Požiadavky po r. 2015 (odporúčaná hodnota)
	W/(m ² .K)	W/(m ² .K)	W/(m ² .K)
Obvodový plášť (O1)	0,21	0,32	0,22
Medzera - rozdiel oproti požiadavke		-52%	-5%
Strecha (O2)	0,18	0,20	0,10
Medzera - rozdiel oproti požiadavke		-11%	44%
Vnútorné deliace konštrukcie - tepelný tok zhora nadol	0,37	0,75	0,5
teplotný rozdiel do 20 K (O3)			
Medzera - rozdiel oproti požiadavke		-103%	-35%
Okná (O4)	0,90	1,4	1,0
g - priepustnosť sln. žiarenia	0,62		
Medzera - rozdiel oproti požiadavke		-56%	-11%

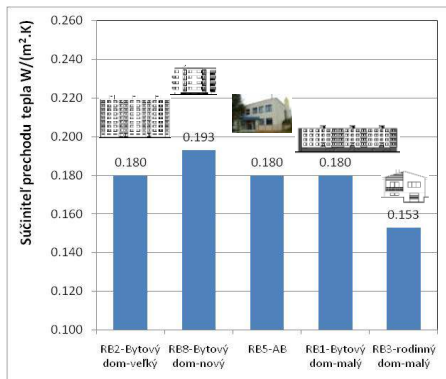
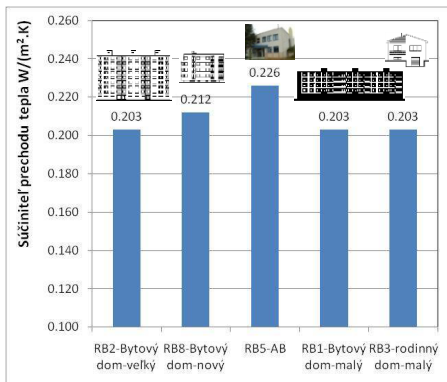
Kategória budovy	Nákladové optimum	Súčasná požiadavky na referenčnú budovu	Požiadavky po r. 2015
	kWh/(m ² .a)	kWh/(m ² .a)	kWh/(m ² .a)
Bytové domy	86	126	63
<i>Medzera - rozdiel oproti požiadavke</i>		<i>-47%</i>	<i>27%</i>
Rodinné domy	131	216	108
<i>Medzera - rozdiel oproti požiadavke</i>		<i>-65%</i>	<i>17%</i>
Administratívne budovy - bez chladenia	94	154	77
<i>Medzera - rozdiel oproti požiadavke</i>		<i>-64%</i>	<i>18%</i>
Administratívne budovy - s chladením	137	240	120
<i>Medzera - rozdiel oproti požiadavke</i>		<i>-75%</i>	<i>12%</i>
Budovy škôl	85	136	68
<i>Medzera - rozdiel oproti požiadavke</i>		<i>-61%</i>	<i>20%</i>
Budovy pre šport	104	152	76
<i>Medzera - rozdiel oproti požiadavke</i>		<i>-46%</i>	<i>27%</i>

4.3. Citlivostná analýza

Výpočty nákladov a výhľady s mnohými predpokladmi a neistotami sa majú doplniť analýzou citlivosti s cieľom zhodnotiť spoľahlivosť kľúčových vstupných parametrov. Vykonané boli analýzy vplyvu diskontného faktora, klimatických podmienok a geometrie a kategórie budovy.

Výpočet pre iné ako štandardné klimatické podmienky (3422 K.deň) pre teplejšiu oblasť Hurbanovo (3343 K.deň) a chladnejšiu oblasť Námestovo (4678 K.deň) preukázal zanedbateľný vplyv na súčiniteľ prechodu tepla obvodového plášťa. Významnejší je vplyv na strešnú konštrukciu, najmä menších budov.

Vplyv geometrie a kategórie budovy na nákladovo optimálny súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie je zrejмый z obr. 7.



a)

b)

Obr. 7 Vplyv veľkosti, tvaru a účelu využitia budovy na súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie a) obvodového plášťa, b) strešného plášťa

5. Záver

Výsledky potvrdzujú, že sprísnenie tepelnotechnických požiadaviek po roku 2015 je opodstatnené a potrebné a mali by sa zohľadniť pri návrhu nových budov a obnove existujúcich budov už v súčasnosti.

Požiadavky na tepelnotechnické vlastnosti niektorých stavebných konštrukcií od roku 2016 sa javia v súčasnosti prísnejšie od optimálnej hodnoty, avšak nákladové optimum je stanovené na súčasnú úroveň cien s uvažovaním nárastu cien energie. Je možné predpokladať zníženie investičných nákladov pre niektoré zariadenia.

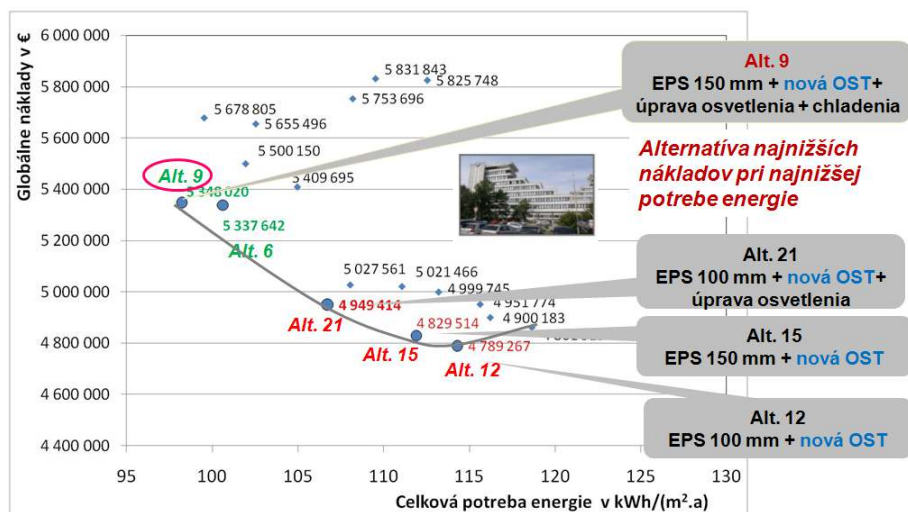
Nákladovo optimálna úroveň tepelnej ochrany je rôzna pre rôzne geometrie a kategórie budov.

Požiadavky na energetickú hospodárnosť od roku 2016 a od roku 2019/2021 v úrovni budov s takmer nulovou potrebou energie sú splniteľné len s využitím obnoviteľných zdrojov energie a existujú kombinácie tepelnej ochrany a technických systémov, ktoré sú už dnes nákladovo efektívne v lokalitách s dostupnosťou obnoviteľných zdrojov energie.

Minimálne požiadavky na primárnu energiu pre budovy s takmer nulovou potrebou energie by mali zohľadňovať dostupný spôsob výroby tepla a dostupnosť obnoviteľných zdrojov energie (biomasa, tepelné čerpadlá). Každý spôsob výroby tepla (použitý zdroj tepla) má svoje nákladové optimum v kombinácii s tepelnou ochranou. Jedna požiadavka pre všetky

lokality a všetky technické zariadenia môže viesť k nevyužitíu potenciálu budovy, napríklad nedostatočnou tepelnou ochranou pri použití výhodného energetického nosiča alebo nemožnosti dosiahnuť požadované hodnoty v lokalitách, kde obnoviteľné zdroje energie nie sú dostupné.

Všetky okolnosti pri návrhu konkrétnej budovy je ťažko zahrnúť do minimálnych požiadaviek. Metóda výpočtu globálnych nákladov podľa STN EN 15459: 2008 [1] je určená pre bežnú projekčnú prax na zváženie ekonomickej uskutočniteľnosti energeticky úsporných opatrení, porovnanie rôznych možností, stanovenie efektu energeticky úsporných opatrení a hodnotenie ekonomickej efektívnosti celkového návrhu budovy. Preto by sa mala použiť pri každej konkrétnej významnej investícii. Na obr. 8 je príklad použitia metódy výpočtu globálnych nákladov v projekčnej praxi pre konkrétnu administratívnu budovu.



Obr. 8 Príklad použitia metódy globálnych nákladov podľa STN EN 15459: 2008 pre porovnanie alternatív obnovy administratívnej budovy Biznis Centrum KERAMETAL, Bratislava

6. Literatúra

- (1) Smernica č. 2010/31/EÚ Európskeho parlamentu a Rady z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov
- (2) Delegované nariadenie Komisie (EÚ) č. 244/2012 z 16.1.2012, ktorým sa dopĺňa smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov vytvorením rámca porovnávacej metodiky na výpočet nákladovo optimálnych úrovni minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov a prvkov budov

- (3) Pokyny sprevádzajúce Delegované nariadenie Komisie (EÚ) 2012/C 115/01
- (4) EN 15459: 2008 Energetická hospodárnosť budovy – Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách
- (5) STN EN 15603: 2008 Energetická hospodárnosť budov. Celková potreba energie, emisie CO₂ a definície hodnotení,
- (6) Zákon č. 300/2012 Z.z. z 18. septembra 2012, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon)
- (7) Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z.z. z 12. novembra 2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- (8) STN 73 0540-2: 2012 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky (73 0540)

Príspevok je spracovaný na základe výsledkov riešenia úlohy vedecko-technickej služby Technické a ekonomické aspekty nákladovo optimálnych opatrení zabezpečenia energetickej hospodárnosti budov. Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky, 2013, riešiteľ kolektív autorov TSÚS, n.o. a ÚEOS-Komerčia, a.s.; vedúci riešiteľ úlohy prof. Ing. Zuzana Sternová. PhD.

7. English summary

Energy Performance Building Directive 2002/91/EC (EPBD) requires of Member States to set minimum energy performance requirements for buildings and building elements. The requirements must be set with a view to achieving cost-optimal levels based on the comparative methodology framework laid down in the Commission Delegated Regulation (EU) No. 244/2012.

The results from the national calculation of the cost optimal level of energy performance of buildings with focus on the level of nearly zero energy buildings (nZEB) and the intermediate steps towards them are presented in this paper. The procedures for calculation of global costs (net present value), the results of the calculations and the input data and assumptions used in Slovak Republic are presented.

The results confirm that more strict requirements from 2016 for the thermal protection of building are reasonable and should be taken into account in the design of new buildings and renovations of existing buildings already today.

Several combinations of the building technical systems with the different levels of building thermal protection are included in the identified packages of the measures for calculation of the global costs. For minimum requirements only the generally feasible alternatives of technical solutions can be considered while the higher energy performance could be cost optimal in some localities where the renewable energy sources are available.

Minimum requirements for primary energy for nearly zero energy buildings should reflect the availability of the renewable energy sources to avoid the loss of the potential of the building by insufficient building envelope thermal properties or by the inability to achieve the required values.

The method for calculation of global cost according to EN 15459: 2008 is dedicated for the design practice for considering the economic feasibility and effect of energy saving measures and comparison of the various options in building design. Example of the use of the global costs calculation for design of the major renovation of specific office building is provided.

Urbanistický rozvoj v pasivním standardu – dynamický růst nové části Heidelbergu Bahnstadt

*Ralf Bermich, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie
Verwaltungsgebäude Prinz Carl, Kornmarkt 1, D-69117 Heidelberg
ralf.bermich@heidelberg.de*

1. Úvod

V podobě městské části Bahnstadt vzniká v Heidelbergu v areálu bývalého nákladového a překladového nádraží první městská část, v níž budou kompletně po celé ploše budovy všech typů realizovány v pasivním standardu. Svou plochou 116 hektarů patří projekt městské části Bahnstadt k největším projektům urbanistického rozvoje v Německu a je – podle našich informací – celosvětově největším stavebním celkem v pasivním standardu. Výstavba probíhá dynamicky, o hodně rychleji než se v projektu počítalo, a ve vysoké kvalitě. První základní kámen byl položen v roce 2010 v rámci výstavby hypermarketu pro stavebníky. Mezitím bylo dobudováno 57.000 metrů čtverečních vytápěné podlahové plochy – obytné budovy, mateřské školky, obchody, administrativní a laboratorní budovy. Ve výstavbě nebo v kolaudaci se v současnosti nacházejí budovy o velikosti 102.000 metrů čtverečních a většina z nich bude obsazena ještě v roce 2013 – bytové domy, studentské koleje, kanceláře a také jeden hotel.

Na základě praktických zkušeností je pasivní standard zralý pro všeobecné využití. To je v heidelberské městské části Bahnstadt umožněno díky koncepci hospodaření s energií, která zahrnuje kromě technických standardů projekčně právní a smluvní závazky, energetické poradenství, zajištění kvality, vztahy s veřejností a finanční pobídky. Díky kombinované dodávce elektřiny a tepla pro dálkové vytápění vyráběné v kogenerační jednotce na dřevoplyn se ze čtvrti Bahnstadt stává městská část s nulovými emisemi.

2. Trvale udržitelný urbanistický rozvoj ve čtvrti Bahnstadt

Za účelem rozvoje a komerčního uplatnění čtvrti Bahnstadt byla založena Rozvojová společnost Heidelberg (EGH). Akcionáři jsou spořitelna Sparkasse Heidelberg, Městská společnost pro vlastnictví pozemků a domů a banka Landesbank Baden-Württemberg.

Použitím integrované ekologické a energetické koncepce byl vytyčen směr pro trvale udržitelný rozvoj čtvrti Bahnstadt. Transformace ve využití nákladového a překladového nádraží,

keré bylo v roce 1997 zrušeno, umožňuje prostorově úsporný rozvoj města. Organizace stavební plochy minimalizuje transporty. Centrální poloha je ideálním předpokladem pro vysoký podíl nemotorizované dopravy. Nová čtvrť získala přímý přístup k hlavnímu nádraží, atraktivní pěší chodníky a cyklistické stezky uvnitř i vedoucí ven a rovněž dobrý přístup tramvají k dalším prostředkům příměstské hromadné dopravy. Prostorová blízkost bydlení a práce, atraktivní otevřená prostranství, místní obchody a kulturní nabídky přispívají ke snížení motorové dopravy.

Střechy čtvrti Bahnstadt jsou ze dvou třetin ozeleněné. To prospívá ochraně přírody, mikroklimatu a zadržováním dešťové vody. Díky zadržování a infiltraci vody stékající ze střechy se minimalizuje vypouštění dešťové vody do kanálu.

3. Energetická koncepce

Trvale udržitelný urbanistický rozvoj čtvrti významně přispívá k ochraně klimatu a k obratu v oblasti využití energie – v dopravě, prostřednictvím energeticky úsporných stavebních norem a díky efektivnímu hospodaření s obnovitelnou energií. Úkolem energetické koncepce byla minimalizace potřeby tepla na vytápění, efektivní zásobování teplem a rozvoj realizačních strategií, dále posouzení potřeby elektrické energie a odhad solárního potenciálu střechních ploch. Projekční kancelář pro energetické poradenství, technické vybavení budov a ekologické projekty Ebök byla pověřena vypracováním koncepce a svou závěrečnou zprávu předložila v listopadu 2007 [Ebök 2007].

Návrh energetického projektu pro čtvrť Bahnstadt vychází z energetické koncepce města Heidelberg, která pro obecní budovy, obhospodařování pozemků a rozvoj měst stanovuje vysoké energetické standardy. V roce 2010 byla tato energetická koncepce aktualizována s důrazem na pasivní standard [Stadt Heidelberg 2010].

3.1. Plošně uplatněný pasivní standard ve čtvrti Bahnstadt

Na základě současného územního plánu města pro exemplárně vybrané stavební plochy provedla kancelář Ebök pro čtvrť Bahnstadt variantní výpočty stavební náročnosti a ekonomičnosti různých energetických standardů. Při posuzování ekonomičnosti se vycházelo z časového horizontu 40 let, který je považován za realistický předpoklad pro dobu jednoho životního cyklu do první velké rekonstrukce. Tento odhad životnosti je předpokladem pro perspektivní zaměření investičních rozhodnutí. U všech budov bylo možno dosáhnout pasivního standardu použitím izolací běžné tloušťky a toto řešení se ukázalo ekonomicky výhodnější oproti výstavbě podle zákonných předpisů Energetické vyhlášky (EnEV).

Dalšími argumenty pro pasivní standard byly rozsáhlé praktické zkušenosti s budovami mnoha různých typů, konkrétní hodnocení a dokumentace realizovaných pasivních domů, možnosti dalšího vzdělávání pro architekty a inženýry, PHPP jako realistický plánovací nástroj a rovněž stávající koncepce certifikace a zajištění kvality.

Na základě studie kanceláře Ebök a těchto kritérií rozhodujících pro realizaci byl standard pasivního domu stanoven jako závazný pro komplexní zástavbu.

3.2. Vytápění díky "zelenému dálkovému vytápění" z obnovitelných zdrojů

Podle výpočtů ohledně hospodárnosti a emisí CO₂ pro různé varianty dodávání tepla se vzhledem k hustotě zástavby čtvrti Bahnstadt jako nejefektivnější řešení ukázalo dálkové vytápění - i přes pasivní standard budov.

Inovativní část návrhu, který byl vyvinut společně s kancelářím Ebök, představují "Minisítě", v nichž je každý pozemek zásobován z jediné výměňkové stanice napojené na dálkový rozvod tepla. Sekundární "minisítě" mohou být provozovány při nižších teplotách, což snižuje ztráty při přenosu. Z ekonomického hlediska je mnohem důležitější, že větší počet spotřebitelů v "minisítě" snižuje faktor současného požadavku na tepelný příkon oproti individuálnímu zásobování jednotlivých budov. Snižováním požadovaného tepelného příkonu příslušné přípojky CZT se následně redukuje i náklady na poskytování tepla pro zákazníky.

Klíčovým argumentem pro dálkové vytápění je, že síť dálkového vytápění je jakožto "distribuční infrastruktura" otevřená pro postupné zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie. Jako první krok směrem k "zelenému dálkovému vytápění" buduje městský podnik veřejných služeb v Heidelbergu na okraji čtvrti Bahnstadt kogenerační jednotku na dřevoplyn. Díky tomu bude možné využívat dřevo jako obnovitelný zdroj, třebaže s omezenou dostupností, pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny efektivním způsobem. Použitím přírodního dřeva je plně pokryta potřeba tepla a elektřiny celé čtvrti Bahnstadt a také základní příprava tepla v létě v systému dálkového vytápění města Heidelberg. Díky zkombinování pasivního standardu a "zeleného dálkového vytápění" se čtvrť Bahnstadt stává čtvrtí s nulovými emisemi, co se týče energetické náročnosti budov.

4. Politické rozhodnutí a právní předpisy pro plánování

Rada města Heidelberg odsouhlasila pro čtvrť Bahnstadt energetickou strategii s následujícími klíčovými požadavky:

- Dodávka tepla bude ve čtvrti Bahnstadt realizována dálkovým vytápěním s optimalizovanou variantou minisítí . . . ve středním horizontu se 100% podílem obnovitelné energie . . .
- Zástavba bude ve čtvrti Bahnstadt realizována kompletně v pasivním standardu. Výjimky z pasivního standardu jsou možné tam, kde to technicky není možné nebo to není ekonomické. V těchto případech se má srovnatelná ekologická bilance dosáhnout využitím energeticky účinných koncepcí specifických pro konkrétní případy.

Energetická koncepce je součástí smlouvy o urbanistickém rozvoji města s Rozvojovou společností Heidelberg (EGH). EGH předává požadavky energetické koncepce, zejména povinnost výstavby v pasivním standardu, investorům v rámci kupních smluv. Energetická koncepce je i nadále předmětem rozvojových opatření čtvrti Bahnstadt a tím i kteréhokoliv stavebního povolení, které je pro každou stavbu ve čtvrti Bahnstadt dle předpisů potřebné. Jako třetí nástroj jsou k dispozici podmínky v příslušných územních plánech týkajících se dané stavby.

5. Realizace – prezentace, odborné poradenství a zajištění kvality

Při vytváření prezentace čtvrti Bahnstadt byl v brožurách a při práci s veřejností ze strany města i společnosti EGH kladen důraz na kritéria udržitelnosti a energetickou koncepci. Samostatná brožura je věnována energetické koncepci čtvrti Bahnstadt a pasivnímu standardu. Informační tabule o výstavbě informují o celosvětově největším stavebním území v pasivním standardu. I soukromí investoři přijali pasivní standard aktivně jako součást svého marketingu. Energetická koncepce čtvrti Bahnstadt dosáhla v rámci reprezentativní ankety občanů v Heidelbergu v roce 2012 zdaleka nejvyšší popularity ze všech programů na ochranu klimatu. A co je nejdůležitější: Kupci mají velký zájem o stavby v pasivním standardu. Dle informace spořitelny Sparkasse Heidelberg Immobilien, která pro většinu projektů v bytové výstavbě zajišťuje prodej, patří energetický standard k nejdůležitějším argumentům pro koupi nemovitosti ve čtvrti Bahnstadt.

Město bude co nejdříve nabízet individuální odborné poradenství investorům a angažovaným projektantům, které je rozhodující pro přijetí těchto požadavků. Zároveň také reprezentuje zahájení procesu zajištění kvality, který úzce souvisí se schvalovacím procesem a s dotačním programem rozvoje měst. Program zajištění kvality byl vyvinut v návaznosti na certifikaci ve standardu pasivního domu. Z pověření města kontroluje regionální energetická agentura KliBA před vydáním stavebního povolení a v dalším plánovacím procesu výpočty PHPP. Kontroly na stavbě v průběhu výstavby, Blower Door test, závěrečná kolaudace a

konečná aktualizace výpočtu PHPP jsou další kroky zajištění kvality. Formální certifikace není požadována, ve většině případů ji však vyžadují samotní investoři. Proces zajištění kvality popisuje podrobněji ve svém příspěvku můj kolega Robert Persch. Pasivní obytné domy budou podporovány z městského rozvojového programu dotací 50 € na metr čtvereční, a to maximální částkou 5.000 € na jednu bytovou jednotku. Nabídka energetického poradenství završuje koncepční plán úspory energií pro čtvrť Bahnstadt, která zahrnuje dílčí koncepce pro jednotlivá odvětví, jako bydlení, kanceláře, maloobchodní prodejny a laboratoře. [Stadt Heidelberg 2012].

6. Dynamický rozvoj čtvrti Bahnstadt

6.1. Řešení v pasivním standardu pro nebytové budovy

Jako první stavební projekt ve čtvrti Bahnstadt byl v roce 2010 realizován hypermarket pro stavebníky s vyhřívanou podlahovou plochou 12.000 m². Nejprve se zdálo, že pasivní standard bude nedosažitelným z důvodu nevyhnutelného otevírání dveří a vrat a kvůli nákladové struktuře standardizované, průmyslové stavební technologie. Avšak právě z důvodu vysokých místností stavebního hypermarketu a vzhledem k častému otevírání jsou opatření k minimalizaci ztrát tepla infiltrací a větráním zvláště důležitá. Za tímto účelem byl vyvinut způsob vzduchotěsného napojení sendvičových konstrukcí a dílců z trapézových plechů a snížení výměny vzduchu ve vstupech pro zákazníky a dodavatele použitím závětrí, dveřních vzduchových clon a rychle zavírajících posuvných dveří a vrat. Pro střešní světlíkové pásy byly vyvinuty ve spolupráci s firmou Lamilux vzduchotěsné spoje. Plánování pasivních domů ukázalo, že dodržování U-hodnot obvyklých u pasivního standardu v rozpětí 0,15 W/m²K až 0,85 W/m²K pro okna není u takové velké budovy nezbytně nutné. Podařilo se tedy najít efektivní řešení, aniž by došlo k podstatnému odchýlení od standardních systémů průmyslové výstavby. Vzhledem k objemu vzduchu v hale přes 100.000 m³ nebylo snadné najít kancelář, která by byla schopna provést Blower Door test.

Také druhý komerční projekt, kancelářská a laboratorní budova SkyLabs, o rozloze 22.000 m², si vyžádal individuální řešení energetické koncepce. U laboratorních budov obvykle nelze z důvodu cca 8násobné výměny vzduchu požadované technickými normami a vnitřní zátěže laboratorních přístrojů dodržovat parametry pasivních domů. Dále bylo možné pro větrání laboratoří použít pouze výměníky tepla s cirkulačním rozvodným systémem, aby se zabránilo kontaminaci přívodního vzduchu. Obálka budovy byla zhotovena v kvalitě pasivního standardu a hodnocení standardu PD bylo provedeno s ventilačním systémem navr-

ženým a provozovaným pro kancelářské využití. Budova SkyLabs byla dokončena koncem roku 2012 a první nájemník, soukromá mezinárodní univerzita, se již nastěhovala. Zvenku se budova vyznačuje zavěšenou fasádou s integrovanými skládacími stíníci prvky.

První školka byla uvedena do provozu na podzim roku 2012. Byla jako dosud jediná budova ve čtvrti Bahnstadt realizována jako lehká montovaná dřevostavba.

V současné době je ve výstavbě hotel o rozloze cca 12.000 m². Na tomto hotelu ukazuje plánování v pasivním standardu, že v důsledku nevyhnutelné vnitřní zátěže, a to zejména z důvodu zásobování teplou vodou, je možno upustit od použití ventilačního systému s rekuperací tepla. Další stavební pozemky jsou ve fázi projektu, mimo jiné obchodní centrum s diskonty, širokosortimentní prodejnu a drogerií, dále prodejna automobilů, velké kino a stavební pozemek pro veřejné instituce se školou, druhou školkou a komunitním centrem.

6.2. Bydlení ve čtvrti Bahnstadt

Ve čtvrti Bahnstadt roste obzvláště rychle zejména poptávka po obytných domech. Z plánovaného počtu 2.000 až 2.500 bytových jednotek je dokončeno 226 bytových jednotek o celkové obytné ploše 22.500 m². První dvě parcely jsou již obydlené. Dalších 80.000 m² obytné plochy je v současnosti ve výstavbě a příslušné byty budou obydleny ještě v roce 2013. Podobně velké plochy se nyní nacházejí v různých v různých fázích plánování od předběžného návrhu až po projekt pro stavební povolení.

Kromě domů s byty pro rodiny na parcelách v obytné zóně podél zeleného koridoru "Promenáda" vznikají studentské koleje s velkým počtem různých menších komerčních jednotek a maloprodejen v přízemí domů.

V současnosti se připravuje monitoring spotřeb energie ve spolupráci s podnikem veřejných služeb města Heidelbergu a s Institutem pasivního domu. Podnik veřejných služeb čtvrti Bahnstadt kompletně vybaví inteligentními měřidly spotřeby energie.

7. Shrnutí

Faktorem úspěchu pro městskou část Heidelberg-Bahnstadt, budovanou v pasivním standardu s nulovými emisemi, je komplexní balík, který sdružuje koherentní energetickou strategii, závazné projekčně právní a smluvní požadavky, vytváření pozitivního dojmu, odborné energetické poradenství, finanční podporu a diferencované zajištění kvality. Zkušenosti jsou pozitivní: Čtvrť Bahnstadt je pro zákazníky vysoce atraktivní a investoři i projektanti se angažované ujímají úlohy výstavby pasivních domů.

8. Literatura

- [Bermich 2011] „Passivhaus als Standard der Stadtentwicklung – Null-Emissions-Stadtteil Heidelberg-Bahnstadt in Heidelberg“, Ralf Bermich, Vortrag auf der 15. Internationalen Passivhaustagung, Innsbruck, Mai 2011
- [ebök 2007] „Baugebiet Bahnstadt in Heidelberg – Städtebauliches Energie- und Wärmeversorgungskonzept“, Ingenieurbüro für Energieberatung, Haus-technik und ökologische Konzepte ebök, Tübingen, November 2007
- [Stadt Heidelberg 2010] „Energiekonzeption der Stadt Heidelberg“, Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Beschluss des Gemeinderates Mai 2010
- [Stadt Heidelberg 2012] „Stromsparkonzept Bahnstadt“, Fachliche Erarbeitung ebök, Tübingen, Herausgeber Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Heidelberg 2012

Stadtentwicklung im Passivhaus-Standard – Heidelbergs neuer Stadtteil Bahnstadt wächst dynamisch

*Ralf Bermich, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie
Verwaltungsgebäude Prinz Carl, Kornmarkt 1, D-69117 Heidelberg
ralf.bermich@heidelberg.de*

1. Einleitung

Mit der Bahnstadt entsteht in Heidelberg auf dem Gelände des ehemaligen Güter- und Rangierbahnhofs der erste Stadtteil der flächendeckend und bei allen Gebäudetypen im Passivhaus-Standard realisiert wird. Mit einer Fläche von 116 Hektar gehört die Bahnstadt zu den größten Stadtentwicklungsprojekten in Deutschland und ist – unseres Wissens – das größte Passivhausbaugelände weltweit. Die Entwicklung verläuft dynamisch, deutlich schneller als projiziert und in hoher Qualität. Der erste Spatenstich im Hochbau fand im Jahre 2010 für einen Fachbaumarkt statt. Inzwischen sind 57.000 Quadratmeter Energiebezugsfläche fertiggestellt – Wohngebäude, Kindertagesstätte, Einzelhandel, Büro- und Laborgebäude. 102.000 Quadratmeter befinden sich derzeit in Bau oder im Baugenehmigungsverfahren und werden zu einem großen Teil noch in 2013 bezogen – Wohngebäude, Studentenwohnheime, Büros und ein Hotel.

Aufgrund der Praxiserfahrungen ist der Passivhaus-Standard reif für die breite Umsetzung. Möglich wird dies in der Heidelberger Bahnstadt durch ein Energiekonzept, das neben den technischen Standards planungsrechtliche und vertragliche Verpflichtungen, Energieberatung, Qualitätssicherung, Öffentlichkeitsarbeit und finanzielle Anreize umfasst. Kraft-Wärme-gekoppelte Fernwärme- und Stromversorgung aus einem Holz-Heizkraftwerk machen die Bahnstadt zum Null-Emissions-Stadtteil.

2. Nachhaltige Stadtentwicklung in der Bahnstadt

Für die Entwicklung und Vermarktung der Bahnstadt wurde die Entwicklungsgesellschaft Heidelberg (EGH) gegründet. Gesellschafter sind die Sparkasse Heidelberg, die städtische Gesellschaft für Grund- und Hausbesitz und die Landesbank Baden-Württemberg.

Mit integralen Umwelt- und Energiekonzepten wurden die Weichen für eine nachhaltige Entwicklung der Bahnstadt gestellt. Die Umnutzung des 1997 stillgelegten Güter- und Rangierbahnhofs ermöglicht eine Flächen-sparende Stadtentwicklung. Ein Bodenmanagement minimiert Transporte. Die zentrale Lage stellt ideale Voraussetzungen für einen hohen Anteil nicht-motorisierten Verkehrs dar. Der neue Stadtteil erhält einen direkten Zugang zum Hauptbahnhof, attraktive Geh- und Fahrradwege im Inneren und nach außen sowie eine gute öffentliche Nahverkehrserschließung durch Straßenbahnen. Räumliche Nähe von Wohnen und Arbeiten, attraktive Freiräume, Nahversorgung und kulturelle Angebote tragen zur Minderung des motorisierten Verkehrs bei.

Die Dächer der Bahnstadt werden zu zwei Dritteln begrünt. Dies dient dem Naturschutz, dem Mikroklima und der Regenwasserrückhaltung. Durch Rückhaltung und Versickerung des Dachablaufwassers wird die Einleitung von Regenwasser in den Kanal minimiert.

3. Das Energiekonzept

Nachhaltige Stadtentwicklung trägt entscheidend zum Klimaschutz und zur Energiewende bei - beim Verkehr, durch energieeffiziente Baustandards und durch effiziente und erneuerbare Energieversorgung. Die Aufgabenstellung für das Energiekonzept umfasste die Minimierung des Heizwärmebedarfs, die effiziente Wärmeversorgung und die Entwicklung von Umsetzungsstrategien; Weiterhin eine Abschätzung des Strombedarfs und des Solarenergiepotentials der Dachflächen. Das Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte ebök wurde mit der Erarbeitung des Konzeptes beauftragt und legte den Abschlussbericht im November 2007 vor [ebök 2007].

Grundlage des Energiekonzeptes für die Bahnstadt ist die Energiekonzeption der Stadt Heidelberg, die hohe Energiestandards für kommunale Gebäude, Grundstückswirtschaft und Stadtentwicklung festlegt. 2010 wurde die Energiekonzeption fortgeschrieben, mit Fokus auf dem Passivhaus-Standard [Stadt Heidelberg 2010].

3.1. Flächendeckender Passivhaus-Standard in der Bahnstadt

Für die Bahnstadt wurden von ebök auf Basis des vorliegenden städtebaulichen Masterplans für exemplarisch ausgewählte Baufelder Variantenrechnungen des baulichen Aufwands und der Wirtschaftlichkeit verschiedener Energiestandards angestellt. Bei den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurde ein Betrachtungszeitraum von 40 Jahren angesetzt, als realistische Annahme für die Nutzungsdauer bis zur ersten Grundsanierung. Diese Lebenszyklus-

Betrachtung ist eine Voraussetzung für eine nachhaltige Ausrichtung von Investitionsentscheidungen. Bei allen Gebäuden ließ sich der Passivhaus-Standard mit üblichen Dämmstärken erreichen und zeigte sich einer Bebauung nach gesetzlichem Standard nach Energieeinsparverordnung (EnEV) wirtschaftlich überlegen.

Weitere Argumente für den Passivhaus-Standard waren die umfangreichen Praxiserfahrungen mit vielen verschiedenen Gebäudetypen, die vorliegenden Evaluationen und Dokumentationen realisierter Passivhäuser, Fortbildungsangebote für Architekten und Ingenieure, das PHPP als realitätsnahes Planungsinstrument sowie bestehende Qualitätssicherungs- und Zertifizierungskonzepte.

Aufgrund der ebök-Studie und dieser umsetzungsrelevanten Kriterien wurde eine flächendeckende Passivhaus-Bebauung verbindlich festgelegt.

3.2. Wärmeversorgung mit „grüner Fernwärme“ aus erneuerbaren Energien

Nach den Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit und den CO₂-Emissionen verschiedener Wärmeversorgungsvarianten erwies sich die Fernwärme aufgrund der städtebaulichen Dichte für die Bahnstadt – trotz Passivhausbebauung – als wirtschaftlichste Lösung.

Ein innovatives Detailkonzept, das gemeinsam mit ebök entwickelt wurde, stellen die „Mininetze“ dar, bei denen jedes Baufeld mit nur einer indirekten Wärmeübergabestation versorgt wird. Das sekundäre „Mininetz“ kann bei niedrigeren Temperaturen betrieben werden, was die Leitungsverluste senkt. Wirtschaftlich noch wichtiger ist, dass die größere Anzahl von Verbrauchern im „Mininetz“ den Gleichzeitigkeitsfaktor für die Wärmeleistungsanforderung gegenüber einer Einzelversorgung der Gebäude reduziert. Mit der Bestelleistung des Fernwärmeanschlusses reduzieren sich entsprechend die Kosten der Leistungsbereitstellung für die Kunden.

Ein entscheidendes Argument für die Fernwärmeversorgung besteht darin, dass das Fernwärmenetz als „Verteilungsinfrastruktur“ offen für eine schrittweise Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger ist. Als erster Schritt zu einer „grünen Fernwärme“ wird von den Heidelberger Stadtwerken am Rande der Bahnstadt ein Holz-Heizkraftwerk realisiert. Dieses ermöglicht es, den erneuerbaren, aber begrenzt verfügbaren Energieträger Holz in Kraft-Wärme-Kopplung effizient zu nutzen. Mit naturbelassenem Holz werden der Wärme- und der Strombedarf der Bahnstadt vollständig gedeckt und darüberhinaus die Sommergrundlast des Heidelberger Fernwärmenetzes bereitgestellt. In der Kombination aus Passivhaus-

Standard und „grüner Fernwärme“ wird die Bahnstadt bezogen auf den Gebäudeenergiebedarf zum Null-Emissions-Stadtteil.

4. Politischer Beschluss und Planungsrecht

Der Heidelberger Gemeinderat hat für die Bahnstadt ein Energiekonzept mit den folgenden zentralen Festlegungen beschlossen:

- Die Wärmeversorgung der Bahnstadt erfolgt durch Fernwärme mit der optimierten Variante Mininetze ... mittelfristig zu 100 % mit erneuerbarer Energie ...
- Die Bebauung der Bahnstadt erfolgt flächendeckend im Passivhaus-Standard. Ausnahmen vom Passivhaus sind dort möglich, wo dieser technisch nicht sinnvoll oder wirtschaftlich nicht vertretbar ist. ... In diesen Fällen soll durch nutzungs-spezifische Energieeffizienzkonzepte eine vergleichbare Umweltbilanz erzielt werden.

Das Energiekonzept ist Bestandteil des städtebaulichen Vertrages mit der EGH. Die EGH gibt die Anforderungen des Energiekonzeptes, insbesondere die Verpflichtung zum Passivhaus-Standard, mittels Kaufverträgen an die Bauträger weiter. Das Energiekonzept ist weiterhin Gegenstand der Entwicklungsmaßnahme Bahnstadt und damit der für jedes Bauvorhaben in der Bahnstadt erforderlichen entwicklungsrechtlichen Genehmigung. Als drittes Instrument stehen Festlegungen in vorhabenbezogenen Bebauungsplänen zur Verfügung.

5. Umsetzung – Imageentwicklung, Fachberatung und Qualitätssicherung

Bei der Imageentwicklung der Bahnstadt wurde seitens der Stadt und der EGH in Broschüren und Öffentlichkeitsarbeit ein Schwerpunkt auf die Nachhaltigkeitskriterien und das Energiekonzept gelegt. Eine eigene Broschüre wurde dem Energiekonzept der Bahnstadt und dem Passivhaus-Standard gewidmet. Die Bauschilder des Stadtteils tragen den Hinweis auf das weltgrößte Passivhaus-Baugebiet. Auch die privaten Bauträger haben den Passivhaus-Standard aktiv in Ihr Marketing aufgenommen. Das Energiekonzept der Bahnstadt erreichte bei einer repräsentativen Befragung der Heidelberger Bürger in 2012 den mit Abstand höchsten Bekanntheitsgrad aller Klimaschutzprogramme. Und am wichtigsten: Die Käufer fragen den Passivhaus-Standard nach. So berichtet die Sparkasse Heidelberg Immobilien, die für die meisten Wohnbauprojekte die Vermarktung übernimmt, dass der Energiestandard zu den wichtigsten Kaufargumenten in der Bahnstadt gehört.

Individuelle Fachberatungsgespräche werden den Bauträgern und den beauftragten Planern so früh wie möglich seitens der Stadt angeboten und sind entscheidend für die Akzeptanz der Anforderungen. Sie stellen zugleich den Auftakt des Qualitätssicherungsverfahrens dar, das eng mit dem Genehmigungsverfahren und mit dem städtischen Förderprogramm verzahnt ist. Die Qualitätssicherung wurde in Anlehnung an die Passivhaus-Zertifizierung entwickelt. Im Auftrag der Stadt prüft die regionale Energieagentur KliBA die PHPP-Berechnungen vor der Baugenehmigung und im weiteren Planungsverlauf. Baustellentermine im Bauverlauf, Blower-Door-Test, Schlussabnahme und eine abschließende Aktualisierung des PHPP sind weitere Schritte der Qualitätssicherung. Eine formelle Zertifizierung wird nicht gefordert, wurde aber in mehreren Fällen von den Bauträgern beauftragt. Detailliert wird das QS-Verfahren in einem Vortrag meines Kollegen Robert Persch dargestellt. Aus dem städtischen Förderprogramm werden Passiv-Wohngebäude mit 50 € pro Quadratmeter und maximal 5.000 € pro Wohneinheit gefördert. Das Stromsparkonzept für die Bahnstadt, das sektorale Teilkonzepte für die Bereiche Wohnen, Büros, Einzelhandel und Labore umfasst, rundet die Energieberatungsangebote ab [Stadt Heidelberg 2012].

6. Dynamische Entwicklung der Bahnstadt

6.1. Passivhauslösungen für Nichtwohngebäude

Als erstes Bauprojekt in der Bahnstadt wurde 2010 ein Baufachmarkt mit einer beheizten Nutzfläche von 12.000 m² realisiert. Zunächst schien der Passivhaus-Standard aufgrund der unvermeidbaren Öffnungsvorgänge von Türen und Toren sowie aufgrund der Kostenstruktur der standardisierten, industriellen Bauweise ein fernes Ziel. Doch gerade wegen der großen Raumhöhe des Baumarktes und wegen der häufigen Öffnungsvorgänge sind Maßnahmen zur Minimierung der Infiltrations-Lüftungswärmeverluste besonders wichtig. Hierzu wurde ein Konzept zum luftdichten Anschluss der Sandwich- und Trapezblechbauteile und zur Reduzierung des Luftaustauschs an den Personen- und Liefereingängen mit Windfang, Türschleieranlagen und schnell schließenden Schiebetüren und Toren entwickelt. Für die Lichtbänder im Dach wurden luftdichte Anschlüsse zusammen mit der Fa. Lamilux entwickelt. Die Passivhaus-Projektierung zeigte, dass das Einhalten der passivhausüblichen U-werte im Bereich von 0,15 W/m²K bzw. 0,85 W/m²K bei Fenstern bei einem so großen Gebäude nicht zwingend erforderlich ist. So konnten wirksame Lösungen gefunden werden, ohne grundlegend von den Standardsystemen des Industriebaus abzuweichen. Bei einem Luftvolumen der Halle von mehr als 100.000 m³ war es nicht einfach, ein Büro zu finden, welches eine Blower Door-Messung durchführen konnte.

Auch das zweite Gewerbepjekt, das Büro- und Laborgebäude SkyLabs, mit einer Nutzfläche von 22.000 m² erforderte individuelle Lösungen für das Energiekonzept. Bei Laborgebäuden sind aufgrund des von den technischen Normen geforderten rund 8-fachen Luftwechsels und der inneren Lasten der Laborgeräte die Passivhaus-Kennwerte in der Regel nicht einzuhalten. Weiter konnten für die Laborlüftung nur Wärmetauscher mit Kreislaufverbundsystem eingesetzt werden, um Kontaminationen der Zuluft auszuschließen. Die Gebäudehülle wurde in Passivhausqualität erstellt und der Passivhaus-Nachweis mit einer für Büronutzung üblichen Auslegung und Betriebsweise der Lüftungsanlage geführt. SkyLabs wurde Ende 2012 fertiggestellt und der erste Mieter, eine private internationale Universität, ist bereits eingezogen. Von außen wird das Gebäude durch eine Vorhangfassade mit integrierten faltbaren Verschattungselementen geprägt.

Die erste Kindertagesstätte ist im Herbst 2012 in Betrieb gegangen. Diese wurde als bisher einziges Gebäude in der Bahnstadt in Holzleichtbauweise realisiert.

Aktuell im Bau befindlich ist ein Hotel mit einer Fläche von rund 12.000 m². Für dieses Hotel zeigt die Passivhausprojektierung, dass aufgrund unvermeidbarer interner Lasten, vor allem durch die Warmwasserversorgung, auf den Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verzichtet werden kann. Weitere Baufelder sind in Planung, darunter ein Einzelhandelszentrum mit Discounter, Vollsortimenter und Drogeriemarkt, ein Autohaus, ein großes Kino und ein Baufeld für öffentliche Einrichtungen mit Schule, dem zweiten Kindergarten und einem Bürgerzentrum.

6.2. Wohnen in der Bahnstadt

Besonders rasant entwickelt sich die Nachfrage nach Wohngebäuden in der Bahnstadt. Von den geplanten 2.000 bis 2.500 Wohneinheiten sind 226 Wohneinheiten mit einer Wohnfläche von 22.500 m² fertiggestellt. Die ersten zwei Baufelder sind bereits bewohnt. Weitere 80.000 m² Wohnfläche sind zur Zeit in Bau und werden überwiegend noch in 2013 bezogen. Ähnlich große Flächen befinden sich derzeit in den verschiedenen Planungsstadien vom Vorentwurf bis zur Bauantragsplanung.

Neben Familienwohnungen auf den Wohnbaufeldern entlang des Grünzugs "Promenade" entstehen Studentenwohnanlagen mit einer Vielzahl von unterschiedlichen kleineren Gewerbeeinheiten und Einzelhandel in den Erdgeschoss.

Ein Monitoring der Energieverbräuche ist derzeit in Zusammenarbeit mit den Heidelberger Stadtwerken und dem Passivhaus Institut in Vorbereitung. Die Stadtwerke statten die Bahnstadt flächendeckend mit Smartmeter aus.

7. Fazit

Der Erfolgsfaktor für den Passivhaus- und Null-Emissions-Stadtteil Heidelberg-Bahnstadt ist das Gesamtpaket aus einem schlüssigen Energiekonzept, verbindlichen planungsrechtlichen und vertraglichen Vorgaben, positiver Imageentwicklung, Energie-Fachberatung, finanzieller Förderung und differenzierter Qualitätssicherung. Die Erfahrungen sind positiv: Die Bahnstadt ist für die Kunden hoch attraktiv und die Investoren und Planer nehmen die Aufgabe Passivhausbau engagiert an.

8. Literatur

- [Bermich 2011] „Passivhaus als Standard der Stadtentwicklung – Null-Emissions-Stadtteil Heidelberg-Bahnstadt in Heidelberg“, Ralf Bermich, Vortrag auf der 15. Internationalen Passivhaustagung, Innsbruck, Mai 2011
- [ebök 2007] „Baugebiet Bahnstadt in Heidelberg – Städtebauliches Energie- und Wärmeversorgungskonzept“, Ingenieurbüro für Energieberatung, Haus-technik und ökologische Konzepte ebök, Tübingen, November 2007
- [Stadt Heidelberg 2010] „Energiekonzeption der Stadt Heidelberg“, Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Beschluss des Gemeinderates Mai 2010
- [Stadt Heidelberg 2012] „Stromsparkonzept Bahnstadt“, Fachliche Erarbeitung ebök, Tübingen, Herausgeber Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Heidelberg 2012

Vícebytový dům Mainzeile – odborné plánování a optimalizace kvality, nákladů a standardů PD

*Dipl.-Ing. Norbert Stärz, inPlan TGA GmbH
Bahnhofstraße 49, D-64319 Pfungstadt
email: inPlan.pfungstadt@t-online.de*

1. Vývoj a plánování projektu

U tohoto projektu se jedná o novostavbu společnosti ABG FRANKFURT HOLDING GmbH, koncipované jako vícepodlažní bytový komplex se 178 bytovými jednotkami ve 3 budovách uspořádaných do řady, sestávajících ze 7 jednotlivých bloků po 7 obytných patrech.

Vytápěná podlahová plocha činí celkem cca 17.000 m²; budova je kompletně podsklepena, v suterénu jsou umístěny podzemní garáže, jednotlivé sklepy a technické prostory mimo rámec tepelné obálky budovy.

Pozemek leží přímo na řece Mohan, v areálu přístavu města Offenbach am Main.



Obrázek 1 Stavební projekt – jižní pohled na hrubou stavbu

Projekt navrhl investor, akciová společnost ABG FRANKFURT Holding AG. Po načrtnutí projektu a definování cílů byl za účasti kanceláře Stefan Forster Architekten, Frankfurt vypracován předběžný návrh stavby. V roce 2011 bylo po zadání investorem provedeno vypracování projektu až do fáze dokumentace pro stavební povolení. Toho se zúčastnil projektční tým se širokým zastoupením: Investor / manažer projektu, architekt, odborný projektant protipožární ochrany, projektant protihlukové ochrany, statik, projektant exteriéru, oddělení TVB ze

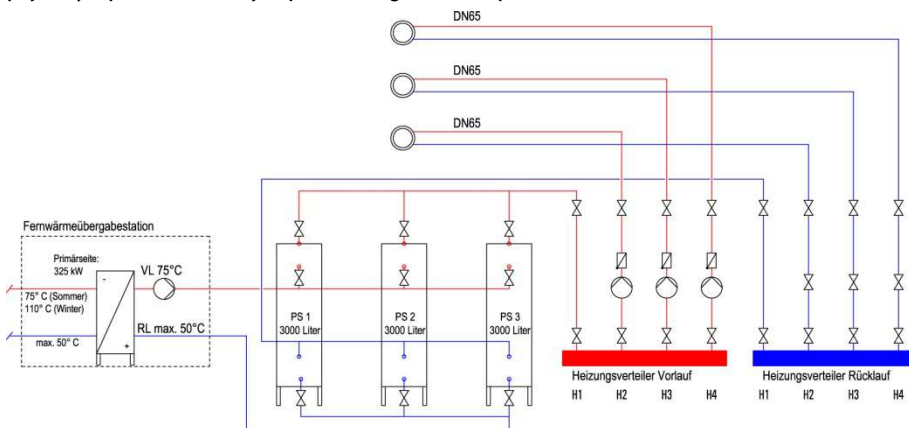
strany investora, odborný projektant TVB / vytápění, větrání, sanita a elektro, certifikace ve standardu PD firmou Služby PHD GmbH Darmstadt.

Jako výsledek této činnosti vznikl „Funkční soupis výkonů“ (FLB) s projektovou dokumentací pro vypracování návrhu a PD pro stavební povolení. V tomto soupisu byly zahrnuty všechny dosažitelné kvality včetně energetických individuálních a komplexních požadavků. Pro jednotlivé stavební konstrukce a prvky, také v oblasti techniky budov, byly zadány na seznamu produktů doporučené výrobky až po konkrétní typy.

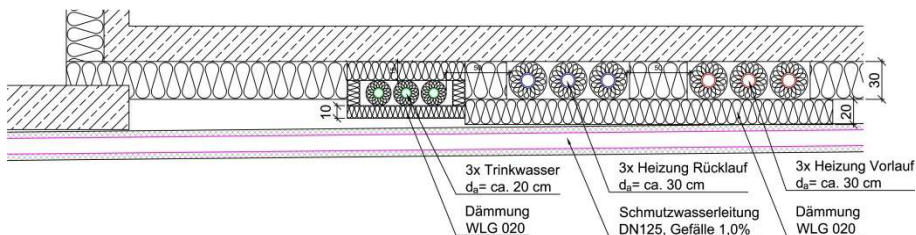
Na základě těchto skutečností se uskutečnil výběr generálního dodavatele a v takto rozšířeném projekčním týmu pak proběhla aktualizace technické zadávací dokumentace jako základ pro následné zadání zakázky generálnímu dodavateli. Obsah Funkčního soupisu výkonů byl co do obsahu aktualizován a konkretizován, kancelář inPlan přitom vypracovala definice energetických a oborových technických standardů v oblasti TVB.

Plánované technické vybavení budovy v oblasti vytápění, větrání, sanita ve stručnosti:

Tepló: Zásobování teplem z decentrálního zdroje 325 kW energetické společnosti Energieversorgung Offenbach, oddělení systémů pomocí výměníku tepla, na sekundární straně s akumulčním zásobníkem (3x 3000 l) pro pokrytí spotřeby teplé vody v zátěžových špičkách, rozvody tepla na vytápění jako dvouokruhový systém pro zásobování bytových jednotek, v každé budově je přívodní i odvodní potrubí vedeno uvnitř tepelné obálky. Stoupací potrubí k bytovým jednotkám je opatřeno teplovodními průtokovými výměníky (35 a 46 kW), přípojka vytápěcího okruhu je opatřena regulátorem průtoku.

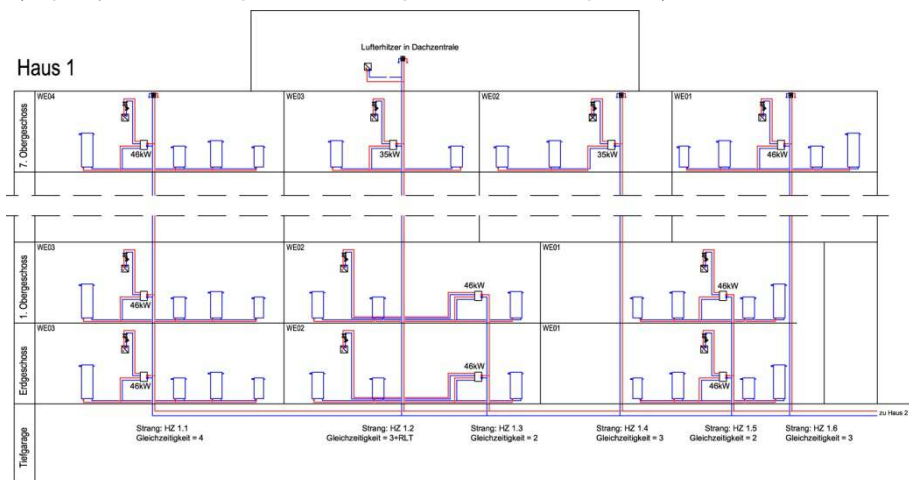


Obrázek 2 Schéma Tepló



Obrázek 3 Rozvody pod stropem podzemní garáže v tepelné obálce

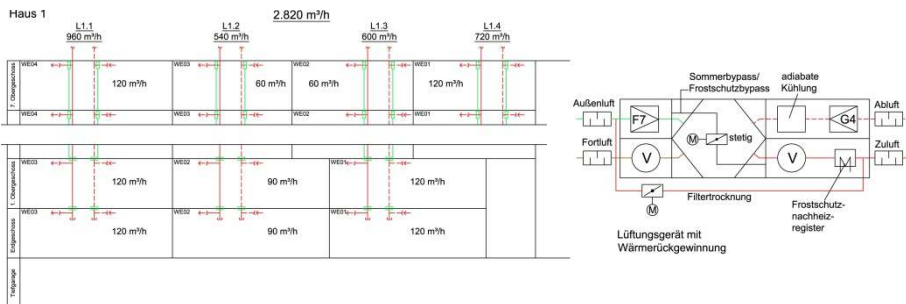
Vytápění je realizováno prostřednictvím přívodu vzduchu a přidavných radiátorů.



Obrázek 4 Schéma distribuce tepla

Větrání: Střešní centrální jednotky větracího systému s tepelným krytem pro každou budovu (vždy pro 2-3 bloky), větrací jednotky pro průtok 5.200 nebo 7.000 m³/h s účinností rekuperace min. 75%, intenzivní větrání pro průtok 5.700 nebo 7.700 m³/h. Zpětné vedení přírodního vzduchu pro sušení filtru. Protizámrazová ochrana výměníku tepla pomocí tepelně regulovaného bypasu vnějšího vzduchu a dohřevu přírodního vzduchu. Aby bylo umožněno chlazení v letním období, bylo zabudováno adiabatické chlazení (zvlhčování odpadního vzduchu, díky tomu ochlazení přírodního vzduchu o cca 3-4 K). Kouřové klapy v centrálním přírodním a odpadním potrubí pro volný výstup kouře v případě požáru.

Horizontálně uložené potrubí prochází stropem nejvyššího patra uvnitř tepelné obálky pro připojení na vertikální kanály. V každém podlaží nebo bytě je přípojka s protipožární přepážkou, ucpávkou pro studený kouř, variabilním regulátorem průtoku pro přírodní a odpadní větev.



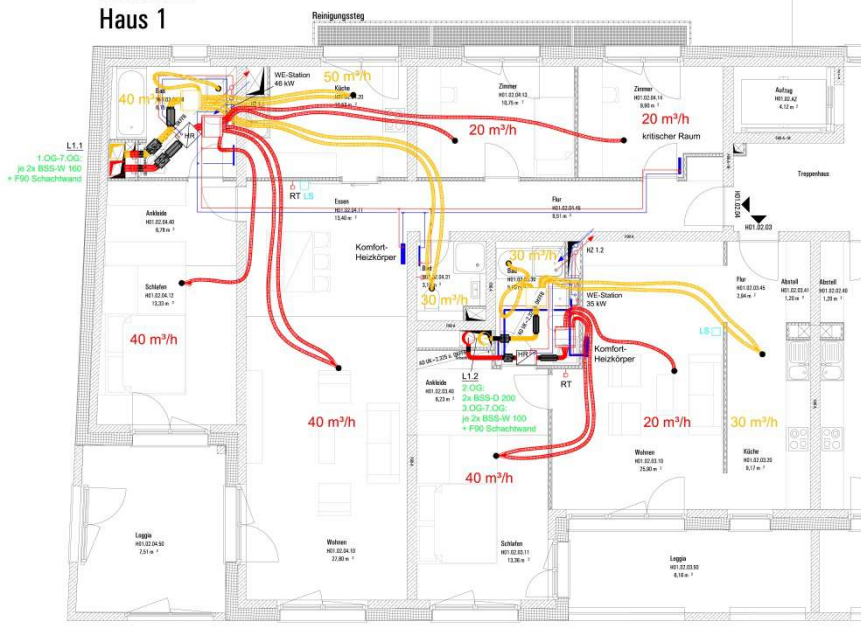
Obrázek 5 Schéma Větrání

Bylo třeba dbát zejména na dva aspekty:

a) Pro každý byt se měla použít jedna vytápěcí jednotka pro byty o velikosti od 55 do 120 m². Vytápějí se byty s kuchyní a koupelnou až po byty s kuchyní a dvěma koupelnami. Zejména u velkých bytů vznikly naplánováním půdorysu velké vzdálenosti mezi místy odběru TUV. To se dalo vyřešit bez integrování cirkulačních rozvodů pouze umístěním zdroje tepla uprostřed bytu s přijatelnou délkou potrubí k sociálním zařízením. Byly navrženy diagonální, pokud možno krátké trasy potrubí, aby mohla být dodržena doba reakce odběru v přijatelném rozsahu do 18 sekund.

b) Součástí zadání byl ohřev přívodního vzduchu pomocí otopného registru umístěného uprostřed bytu. Rozvody přívodu a odvodu vzduchu měly být zabetonovány do stropů v jednotlivých patrech, aby se zabránilo zavěšené instalaci a ukládání vzduchotechnického potrubí do boxů. Navržené vytápění pomocí větrání se současným přiváděním čerstvého vzduchu potrubím zabetonovaným do stropu vyžadovalo izolování tohoto potrubí. Jedině tak bylo možno projekčně zajistit, aby jednotlivým místnostem s objemem vzduchu typicky nízkým pro PD mohlo být současně přiváděno dostatečné množství tepla.

Gebäude I Haus 1



Obrazek 6 Navržený půdorys bytů 1 a 2 se stropním vzduchotechnickým potrubím a vytápěnými plochami

Provedené výpočty ukázaly, že při délce potrubí max. 10 metrů od přípojky přiváděného vzduchu, a sice při tloušťce izolace 9 mm, lze očekávat snížení teploty přiváděného vzduchu asi o 17 K. Aby přesto bylo dosaženo výkonu odpovídajícího danému prostoru, bylo nutno částečně připustit teplotu přivodního vzduchu za otopným registrem 55°C.

Další dodávání tepla v bytech se provádí pomocí trubkových radiátorů v koupelnách (teplota v místnosti 24°C), kompaktních radiátorů v tzv. „kritických místnostech“ a také pomocí takzvaných kompaktních radiátorů v obývacím pokoji (pro eventuální zvýšení pokojové teploty až na 22°C). Jako "kritické místnosti" byly podle výpočtu topné zátěže rozpoznány takové případy, kde mají severně situované obytné místnosti zároveň relativně vysoký podíl stěn sousedících s nevytápěným vnitřním schodištěm.

Kuchyně (některé situované severně) byly navrženy bez radiátorů, a tím v daném bytě představují ochlazující zónu. Nájemníci obdrží v rámci nájemní smlouvy upozornění, že v příslušných kuchyních k dispozici samostatná elektrická zásuvka pro vytápění, určená pro

eventuální provoz elektrického ohřívače. Zajištění pokojové teploty v kuchyni 20°C lze dosáhnout pouze pomocí elektrických přímotopů.

2. Prováděcí plán a realizace

Pro realizaci stavebního projektu byla rolí generálního dodavatele pověřena akciová společnost Ed. ZÜBLIN AG Direktion Mitte. Generální dodavatel dostal v zadání za úkol vypracování prováděcího plánu; a dále ve spolupráci s dalšími realizačními firmami vypracování dílenské a montážní dokumentace. V průběhu těchto plánovacích prací bylo nutno na základě požadavků statiků výrazně prodloužit některé rozvody zabetonované do stropů. Zesílení izolace potrubí přívodu vzduchu nebylo možné (materiál, ponechaná původní tloušťka stropu, náklady), takže dodávané množství tepla by na výstupu bylo výrazně sniženo.

Jako alternativa k původně navržené kvalitě oken s U-hodnotami skla /rámu ve výši 0,69/0,74 W/m²K byla pro realizaci uvažována levnější varianta s lepšími parametry skla a trochu horšími parametry rámu (0,64/0,95 W/m²K). Kontrolní výpočet firmou PHD zjistil, že by přitom stále ještě mohly být bez problému splněny parametry budovy podle standardu PD. Současně však uvedená firma na základě horší U-hodnoty rámu doporučila umístit zdroj tepla poblíž oken.

Akceptování obou aspektů však mělo za následek, že po vyhodnocení naší projekční kancelář již nebylo patřičně zajištěno, že vytápění pomocí přiváděného vzduchu bude dostatečné. V krátké fázi rozhodování společně s investorem byl schválen pozměňovací návrh generálního dodavatele přidat do každé obytné místnosti po jednom kompaktním radiátoru. Dodatečné náklady na radiátory a na rozšíření sítě otopných rozvodů byly relativně nízké, takže vytápění bylo těsně před provedením betonových stropů změněno ze systému s převažujícím vytápěním přivodním vzduchem na kompletně radiátorový systém.

Protože generální dodavatel vyjádřil své obavy ohledně horizontálního uložení potrubí topného okruhu pod stropem podzemní garáže, bylo potrubí uloženo mimo tepelnou obálku. Stavební provedení stropu by vyžadovalo vedení rozvodů ve více výškových úrovních, čímž by docházelo k potenciálnímu vytváření vzduchových kapes. Přímé ukládání potrubí pod izolací budovy bylo možno po přezkoumání firmou PHD schválit, protože i přes vyšší ztráty vedením byly i nadále dodrženy parametry tepla na vytápění a potřeby primární energie. Některé přípojky (srov. obrázek 7) bylo nutno uložit pod vrstvu izolace, ale většina rozvodů mohla být uložena do roviny tepelné izolace.



Obrázek 7 Rozvod studené vody v tepelné obálce, rozvod topné vody pod ní

Dalšími konfliktními body v provádění stavby jsou především zvýšené požadavky na provedení izolace potrubí, ať se jedná o dvouvrstvou zesílenou izolaci celoročně provozovaného stoupacího potrubí topného systému (max. měrná tepelná ztráta $0,15 \text{ W/mK}$), nebo o rozvody v bytech v místech křížení s rozvody jiných médií.

Realizace řešení protipožární ochrany se ukázala jako bezproblémová.

Navrhované dešťové svody uvnitř tepelné obálky si vyžádaly nutnost izolování svodového potrubí. Změnou návrhu na odvodnění pomocí tlakového potrubí bylo umožněno použití výrazně menších průřezů se silnou izolací při současném snížení tepelných ztrát.

V integračním procesu plánování se zapojením generálního dodavatele byly všechny detaily provedení upraveny tak, aby byly splněny celkové požadavky na standard PD (teplo na vytápění $< 15 \text{ kWh/m}^2$ a potřeba primární energie $< 120 \text{ kWh/m}^2$). U individuálních a vedlejších požadavků muselo dojít ke kompromisům, které umožnily generálnímu dodavateli ekonomicky přijatelnou realizaci a investorovi ABG vytvoření nabídky nájemních bytů v certifikovaných pasivních domech, která je na trhu s bydlením atraktivní.

MFH Mainzeile – Fachplanung im Spannungsfeld Qualität, Kosten und Passivhaus-Standards

*Dipl.-Ing. Norbert Störz, inPlan TGA GmbH
Bahnhofstraße 49, D-64319 Pfungstadt
email: inPlan.pfungstadt@t-online.de*

1. Projektentwicklung und -Planung

Bei diesem Objekt handelt es sich um einen Neubau der ABG FRANKFURT HOLDING GmbH, als Geschosswohnungsbau mit 178 Wohneinheiten, in 3 gereihten Gebäuden, bestehend aus 7 Häusern mit je 7 Wohngeschossen.

Die Energiebezugsfläche beträgt gesamt ca. 17.000 m²; eine vollständige Unterkellerung für Tiefgarage, Keller und Technikräume außerhalb der thermischen Hülle ist vorhanden.

Das Grundstück liegt direkt am Main, im Hafengebiet der Stadt Offenbach am Main.



Abbildung 1 Baumaßnahme Südansicht Rohbau

Die Projektentwicklung erfolgte durch den Bauherren, die ABG FRANKFURT Holding AG. Nach Projektskizze und Zieldefinition erfolgte zunächst die Beteiligung des Büros Stefan Forster Architekten, Frankfurt, zur Aufstellung des Hochbauvorentwurfes. Im Jahr 2011 wurde nach der Beauftragung durch den Bauherren die Planung bis zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung erstellt. Hier war ein breit aufgestelltes Planungsteam beteiligt: Bauherr / Projektsteuerung, Architekt, Fachplaner Brandschutz, Schallschutz, Statik, Außenanlagen, TGA-Fachabteilung Bauherrenseite, Fachplaner TGA HLSE, PH-Zertifizierung durch PHD GmbH Darmstadt.

Im Ergebnis entstand eine „Funktionale Leistungsbeschreibung“ (FLB) mit Planunterlagen zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung. In dieser Beschreibung waren alle zu erreichenden Qualitäten einschl. der energetischen Einzel- und Gesamtanforderungen enthalten. Für einzelne Bauelemente, auch in der Gebäudetechnik, wurden mit einer Fabrikatliste Leitfabrikate bis hin zu konkreten Typen vorgegeben.

Auf dieser Grundlage erfolgte die Auswahl eines Generalunternehmens und in diesem so erweiterten Planungsteam die Fortschreibung der technischen Ausschreibungsplanung als Grundlage für die nachfolgende Beauftragung des GU. Die "FLB" wurde inhaltlich fortgeschrieben und konkretisiert, die Definition der energetischen und fachtechnischen Standards in der Gebäudetechnik erfolgte dabei durch das Büro inPlan.

Die geplante Gebäudetechnik Heizung-Lüftung-Sanitär in Stichworten:

Wärme: Nahwärmeversorgung der Energieversorgung Offenbach 325 kW, Systemtrennung über Wärmetauscher, sekundärseitig Pufferspeicher (3x 3.000 Liter) zur Spitzenlastdeckung des Warmwasserbedarfs, Heizwärmeverteilung als Zweileitersystem zur Versorgung von Wohnungsstationen, je Gebäude Vor- und Rücklaufstrang innerhalb der thermischen Hülle geführt. Steigleitungen zu den Wohnungsstationen mit Warmwasser-Durchlaufwärmetauscher (35 und 46 kW), Heizkreisanschluss mit Durchflussbegrenzer.

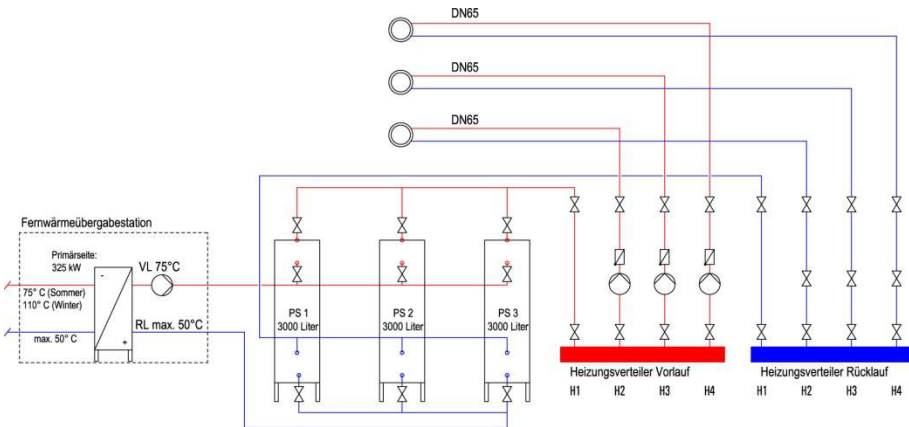


Abbildung 2 Schema Wärme

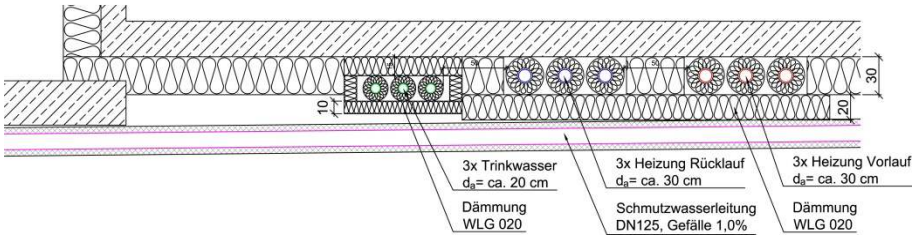


Abbildung 3 Leitungsführung unter Tiefgaragendecke in thermischer Hülle

Die Heizwärmeeinbringung erfolgt über die Zuluft und ergänzende Heizkörper.

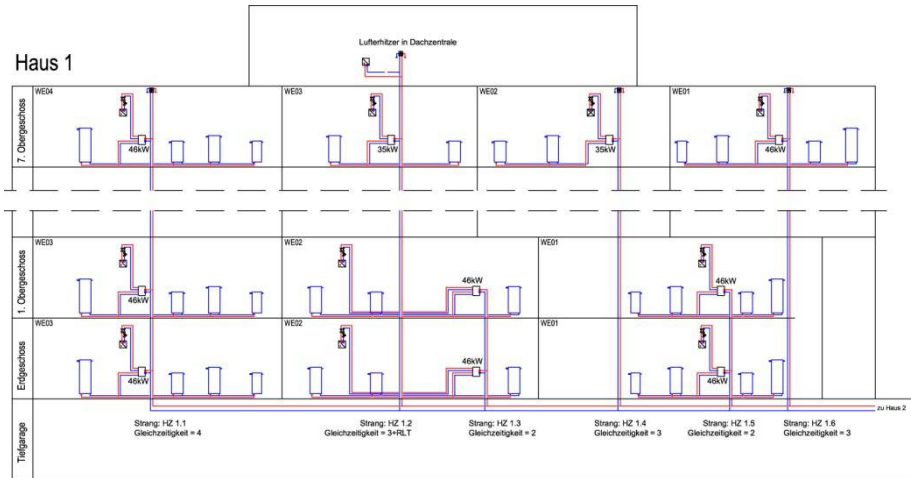


Abbildung 4 Schema Verteilung Wärme

Lüftung: Dach-Lüftungszentralen mit thermischer Einhausung je Gebäude (jeweils 2-3 Häuser), Lüftungsgeräte für 5.200 bzw. 7.000 m³/h mit Rückwärmzahl mind. 75%, Intensivlüftung für 5.700 bzw. 7.700 m³/h.

Zuluft rückführung zur Filtertrocknung. Frostschutz des Wärmetauschers durch einen thermisch geregelten Außenluftbypass und Nacherwärmung der Zuluft. Um im Sommerhalbjahr eine Kühlungswirkung zu ermöglichen, wird eine adiabatische Kühlung (Befeuchtung der Abluft, dadurch Abkühlung der Zuluft um ca. 3-4 K) eingebaut. Rauchklappen in der zentralen Zu- und Abluft zur freien Abströmung im Brandfall.

Die horizontale Leitungsführung erfolgt auf der obersten Geschosdecke innerhalb der thermischen Hülle zum Anschluss an die vertikalen Kanäle. Je Geschoss bzw. Wohnung erfolgt ein Anschluss mit Brandschottung, Kaltrauch Sperre, variablem Volumenstromregler für Zu- und Abluftstrang.

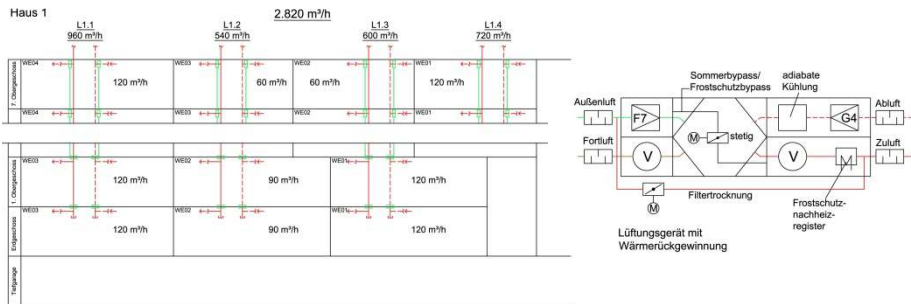


Abbildung 5 Schema Lüftung

Zwei Aspekte waren besonders zu beachten:

- a) Es sollte eine Wärmestation je Wohnung eingesetzt werden, bei Wohnungsgrößen zwischen 55 bis 120 m². Es sind Wohnungen mit Küche und Bad bis hin zu Wohnungen mit Küche und zwei Bädern zu versorgen. Insbesondere bei den großen Wohnungen ergaben sich durch die Grundrissplanung große Entfernungen zwischen den Warmwasser-Zapfstellen. Dies konnte ohne Einplanung von Zirkulationsleitungen nur durch wohnungsmittige Anordnung der Wärmestation mit hinnehmbaren Leitungslängen zu den Sanitärräumen gelöst werden. Es wurden diagonale, möglichst kurze Leitungswege vorgesehen, sodass die Zapfdauer im akzeptablen Bereich bis 18 Sekunden gehalten werden konnte.
- b) Aufgabe war die Zulufterwärmung über ein wohnungszentrales Heizregister. Zuluft- und Abluftleitungen sollten in die Geschosdecken einbetoniert werden, um Abhängungen und Abkofferungen für Lüftungsleitungen zu vermeiden. Die vorgesehene Lüftungsheizung bei gleichzeitiger Zuluft einbringung über in die Decke einbetonierte Lüftungsleitungen erforderte die Dämmung dieser Leitungen. Nur so konnte planerisch sichergestellt werden, dass die einzelnen Räume mit den passivhaus-typisch niedrigen Luftmengen gleichzeitig ausreichend Wärme zugeführt bekommen.

Gebäude I Haus 1

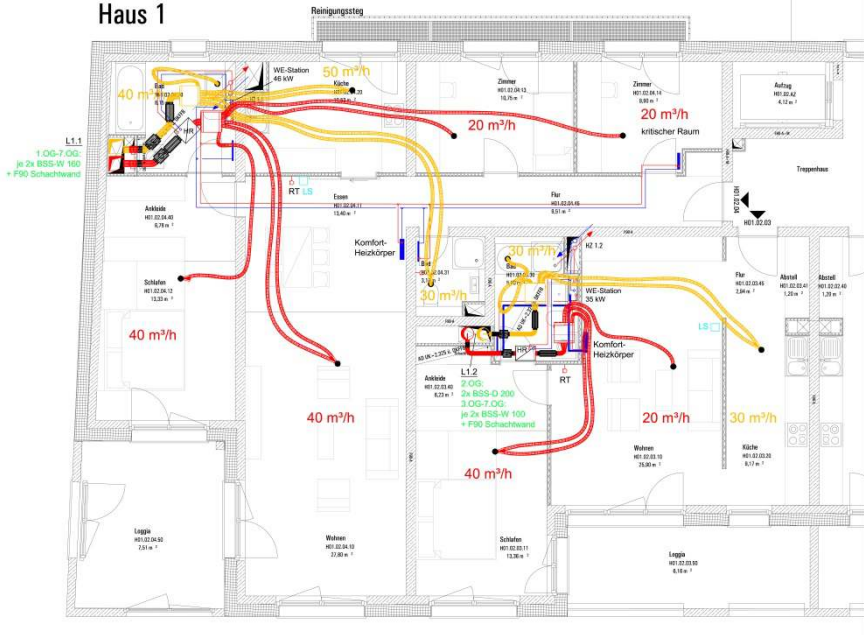


Abbildung 6 Planung Grundriss Wohnung 1 + 2 mit Decken-Lüftungsleitungen und Heizflächen

Die durchgeführten Berechnungen zeigten auf, dass bei einer Leitungslänge von maximal 10 Meter ab Zuluftverteiler, bei einer Dämmstärke von 9 mm, eine Absenkung der Zulufttemperatur um ca. 17 K zu erwarten ist. Um dennoch die erforderlichen raumweisen Leistungen zu erreichen, musste teilweise eine Zulufttemperatur nach dem Heizregister von 55°C berücksichtigt werden.

Weitere Wärmeeinträge in den Wohnungen erfolgen über Röhrenheizkörper in Bädern (Raumtemperatur 24°C), Kompaktheizkörper in sogenannten „kritischen Räumen“ sowie über einen sogenannten Komfort-Heizkörper im Wohnzimmer (zur bedarfsweisen Erreichung einer Raumtemperatur von 22°C). „Kritische Räume“ wurden aus der Heizlastberechnung dort erkannt, wo nordseitig gelegene Wohnräume zugleich einen relativ hohen Wandanteil zum unbeheizten innenliegenden Treppenhaus haben.

Die Küchen (teilweise nordseitig gelegen) wurden ohne Heizkörper vorgesehen, sie stellen somit eine Wärmesenke in der Wohnung dar. Die Mieter erhalten mietvertraglich den Hinweis, dass in die betreffenden Küchen eine separate Heiz-Steckdose für den bedarfsweisen

en Betrieb eines Elektroheizgerätes vorhanden ist. Die Sicherstellung einer Küchen-Raumtemperatur von 20°C kann nur über die Elektroheizgeräte erreicht werden.

2. Ausführungsplanung und Umsetzung

Zur Realisierung des Bauvorhabens wurde als Generalunternehmer Ed. ZÜBLIN AG Direktion Mitte beauftragt. Der GU hatte die Erstellung der Ausführungsplanung im Auftrag; in Zusammenarbeit mit den Ausführungsbetrieben die Werkstatt- und Montageplanung. Im Zuge dieser Planung mussten aufgrund statischer Anforderungen die in die Decke einbetonierte Leitungen teilweise deutlich länger vorgesehen werden. Eine Verstärkung der Zuluftleitungsdämmung war nicht möglich (Material, verbleibende Deckenstärke, Kosten), sodass die zur Verfügung gestellte Wärme am Auslass stärker abgesunken wäre.

Alternativ zu der zunächst vorgesehenen Fensterqualität mit Glas-/Rahmen-U-Werten von 0,69/0,74 W/m²K wurde eine kostengünstige Ausführung mit besserem Glas- und etwas ungünstigerem Rahmen (0,64/0,95 W/m²K) zur Ausführung berücksichtigt. Die Prüfung durch PHD ergab, dass dabei immer noch problemlos die Gebäude-Kennwerte des PH-Standards eingehalten werden konnten. Allerdings wurde gleichzeitig die Empfehlung gegeben, aufgrund des ungünstigen Rahmen-U-Wertes die Wärmeabgabe in der Nähe der Fenster zu positionieren.

Beide Aspekte berücksichtigt hatten zur Folge, dass nach Beurteilung unseres Planungsbüros eine alleinige Beheizung über die Zuluft nicht mehr ausreichend gesichert war. In einem kurzen Entscheidungsprozess mit dem Bauherren wurde dem Änderungsantrag des GU auf Berücksichtigung von Kompaktheizkörpern je Wohnraum zugestimmt. Die Mehrkosten für Heizkörper und erweitertes Wohnungs-Heizverteilstück waren relativ gering, daher wurde die Beheizung kurz vor Ausführung der Betondecken von der überwiegenden Zuluft- auf vollständige Heizkörperheizung umgestellt.

Nach Bedenkenanmeldung des GU zur horizontalen Leitungsverlegung der Heizleitungen unter der TG-Decke wurde die Verlegung außerhalb der thermischen Hülle realisiert. Durch die bauliche Ausführung der Decke wären mehrere Hoch- und Tiefführungen der Leitungen erforderlich geworden, mit dem Potential der Bildung von Luftsäcken. Die geradlinige Verlegung unterhalb der Gebäudedämmung konnte nach Prüfung des PHD freigegeben werden, da trotz höherer Leitungsverluste die Heizwärme- und Primärenergiekennzahlen nach wie vor eingehalten sind. Einige Anschlussleitungen (vgl. Bild 7) mussten unter der Dämmung verlegt, die meisten konnten in die Dämmebene verzogen werden.



Abbildung 7 Kaltwasserleitung in, Heizleitungen unterhalb der thermischen Hülle

Weitere Konfliktpunkte in der Bauausführung sind vor allem die erhöhten Anforderungen an die Ausführung von Leitungsdämmungen, sei es als 2-lagige verstärkte Dämmung der ganzjährig betriebenen Heizungs-Steigleitungen (max. spez. Wärmeverlust $0,15 \text{ W/mK}$), oder bei Wohnungsleitungen an Kreuzungsstellen mit anderen Medienleitungen.

Die Umsetzung der brandschutztechnischen Lösungen erwies sich als unproblematisch.

Die vorgesehene Regenwasserableitung innerhalb der thermischen Hülle erforderte gedämmte Fallrohre. Durch Umstellung auf Druckrohrentwässerung konnten deutlich kleinere Querschnitte mit starker Dämmung ausgeführt werden, bei verringerten Wärmeverlusten.

In dem integrativen Planungsprozess, mit Einbeziehung des GU, wurden alle Ausführungsdetails so abgestimmt, dass die Gesamt-Anforderungen an den Passivhausstandard (Heizwärme $< 15 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$; Primärenergie $< 120 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$) eingehalten werden. Bei den Einzel- oder Nebenanforderungen mussten Abstriche gemacht werden, die dem GU eine wirtschaftliche Ausführung und dem Bauherren ABG ein attraktives Mietangebot im zertifizierten Passivhaus auf dem Wohnungsmarkt ermöglichen.

Sídlo IWU: Modernizace s komponenty v pasivním standardu – koncepce, náklady, zkušenosti s provozem

*Michael Hörner, Margrit Schaede, Institut Wohnen und Umwelt (IWU)
m.hoerner@iwu.de, m.schaede@iwu.de, Rheinstraße 65, D-64 295 Darmstadt*

Nové sídlo Institutu pro bydlení a životní prostředí (IWU), Dům IWU, je správní budovou ze 60. let, která byla kompletně modernizována pomocí energeticky efektivních komponentů ve standardu pasivního domu¹. Vznikla tak atraktivní, „nová“ budova, jejíž životnost byla prodloužena o dalších 50 let. Zvláštní pozornost byla věnována také ochraně před letním přehříváním s pasivně působícími prvky. Tato koncepce je použitelná i pro mnoho jiných podobných budov tohoto stavebního období.

1. Koncepce rekonstrukce

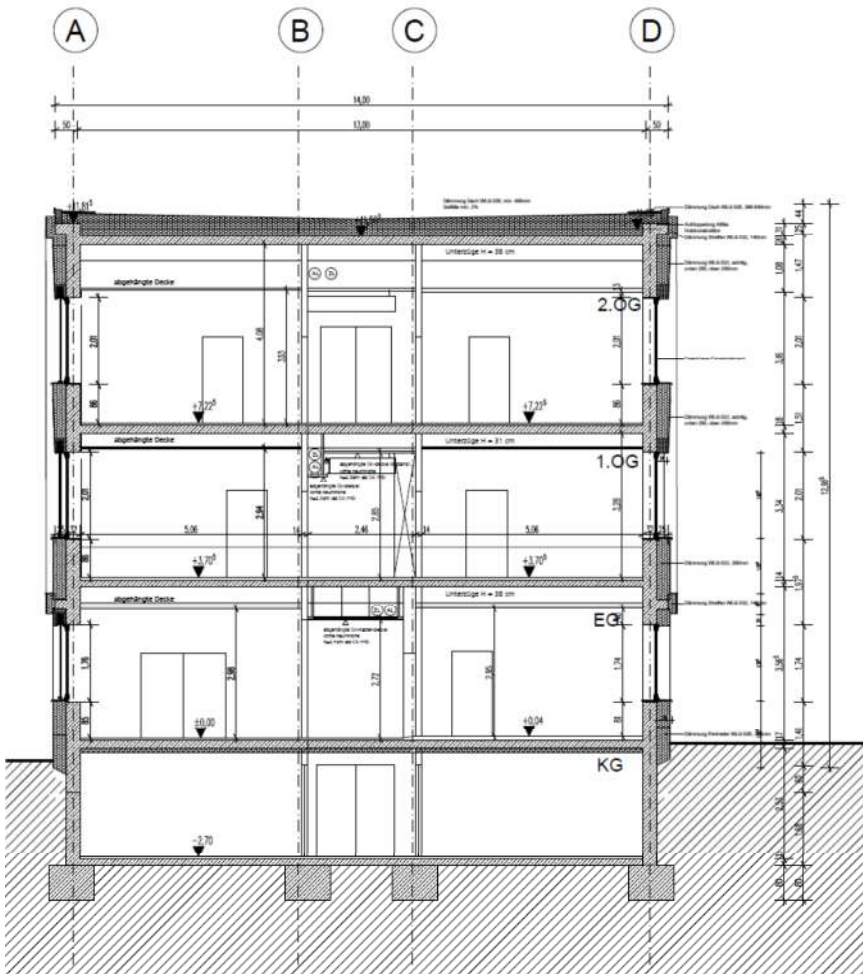
Třípatrová budova se základovou plochou 2.245 m² netto (NGF) představuje spojovací část objektu sestávajícího ze tří traktů, dříve patřícího bývalému Úřadu zastupitelstva spolkového okresu Darmstadt-Dieburg; v této části se dříve nacházel Pracovní úřad a sál Okresní rady. Tomu odpovídal půdorys s jednotlivými kanceláři, navrženými pro „rozhovory s klienty“.

¹ Investorem a vlastníkem je společnost Bauverein AG, Architekten und Fachplaner HLK die Planungsgruppe Drei. Projekt získal dotaci od hlavního akcionáře spolkové země Hesensko v rámci dotačního programu na obnovu nebytových budov s použitím komponent odpovídajících pasivnímu standardu. Město Darmstadt jako další akcionář rovněž přispěl k realizaci tohoto ambiciózního projektu.



Obrázek 1 Dům IWU prošel kompletní modernizací pomocí komponentů v pasivním standardu, atraktivní projekt navrhli zkušební architekti.

Budova prošla po téměř 50 letech užívání zásadní rekonstrukcí a byla přestavěna pro potřeby vědeckého ústavu podle atraktivního projektu (srov. Obrázek). Tento renovační cyklus byl použit pro energetickou rekonstrukci budovy na standard pasivního domu. Tím se uzavřel kruh: Vždyť vědecké základy pro standard PD byly vyvinuty před více než dvaceti lety právě v ústavu IWU. Obálka budovy byla po celém obvodu modernizována pasivními komponenty (srov. Obrázek): Byla osazena okna s trojitým tepelně izolačním zasklením s rámy s vysoce účinnými tepelně izolačními vlastnostmi, vnější stěny byly opatřeny tepelnou izolací 25 až 30 cm s EPS (WLG 032) a v perimetru tepelnou izolací 30 cm EPS (WLG 035). Šikmá střecha byla opatřena izolací 36 až 54 cm EPS (WLG 032), strop suterénu byl opatřen izolací z minerálních vláken 12 cm. Tepelné mosty byly co nejlepším způsobem optimalizovány se zachováním porocí vnějšího vzhledu budovy.



Obrázek 2 Energetická modernizace Domu IWU v řezu: okna ve standardu PD, tepelná izolace 25–30 cm na vnější stěně, 36–54 cm na šikmé střeše, 12 cm na stropu suterénu, Blower-Door test s hodnotou $n_{50} = 0,59 \text{ h}^{-1}$, větrací jednotka s vysoce účinnou rekuperací (WRG).

Koncepce letní tepelné ochrany: Venkovní lamelové žaluzie s automatickým natočením podle dopadu záření s prvky pro odklon světla na jižní straně, vybavení výpočetní technikou s vysokou energetickou úsporností, koncepce přirozeného, letního větrání v noci.

Na jižní straně budovy, otočené celým průčelím podélné strany do ulice Rheinstraße s velmi intenzivním provozem a hladinou akustického výkonu vykazující až 74 dB(A) bylo navíc použito zasklení se zvýšenou akustickou ochranou. Vzduchotěsné provedení bylo optimali-

zováno zejména v rámci instalace oken pomocí předběžného Blower Door testu a termografické kontroly. Při zkoušce v rámci kolaudace tak byla prokázána výměna vzduchu na jednotku objemu při tlakové diferenci 50 Pa $n_{50} = 0,59$ [h⁻¹]. Větrací systém pro celou budovu s vysoce účinnou rekuperací (WRG) a s letním bypasem byla instalována v 2. patře. Tam sice již předtím byla umístěna stará větrací jednotka pro jednacím sál, ovšem pro novou větrací jednotku, která má výrazně větší jmenovitý objemový tok 5.000 m³/h a je mnohem těžší, bylo nutno provést úpravy ze statického hlediska. Díky prokázané účinnosti rekuperace 81% je možno v součinnosti s instalací tepelné ochrany na obálce budovy dosáhnout výpočtové užité potřeby tepla na vytápění ve výši 16,5 kWh/m²_{EBFA}.

Administrativní budovy jsou při dnešním vybavení kancelářskou technikou v letním období zatíženy přehříváním. To není žádná specialita pasivních domů, takové problémy mají i budovy navržené "pouze" podle vyhlášky EnEV. Formální vyhodnocení letní tepelné ochrany přítom není zárukou proti nepříjemným stavům vzduchu v místnosti, které trvají více než 10% hodin využití ročně, jak potvrdily tepelné simulace budov ve fázi plánování. Proto byl letní tepelné ochraně přisouzen zvláštní význam.

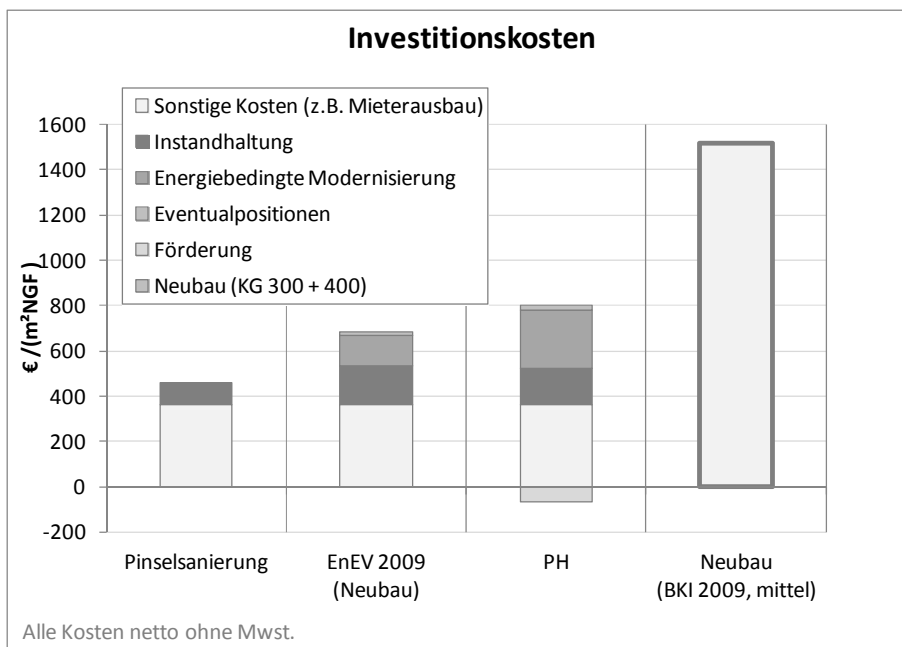
Nejdůležitějším prvkem jsou vysoce kvalitní venkovní lamelové žaluzie na jižní straně budovy. Rozhodující je automatické ovládání v závislosti na dopadu záření. Nebude-li místnost používána, sluneční ochrana se v létě zavře automaticky při ozáření nad 150 W/m², pokud budou přítomny osoby, žaluzie jde do pozice cut-off, tedy stále ponechává vizuální spojení s vnějším okolím, v horní třetině se lamely natáčejí do pozice odkloňující světlo a přivádějí světlo do místnosti. V zimě naproti tomu zůstává sluneční ochrana otevřená, aby mohla "sklízet plody" slunečního záření. Vnitřní antireflexní úprava pro práci bez oslnění obrazovek byla instalována dodatečně. Na severní straně bylo instalováno neutrální protisluneční zasklení, aby bylo omezeno zatížení chlazením kvůli difuznímu záření a aby byl přesto umožněn dostatečný průstup denního světla. V rámci druhého opatření bylo rozhodnuto, že bude omezen průměrný výkon výpočetní a kancelářské techniky na 50 W na jedno pracovní místo. Zatímco dosud byla v popředí výpočetní kapacita, nyní se jako stejně důležité kritérium přidává energetická spotřeba přístrojů. Byl vyvinut IWU-Desktop, „pracovní plocha IWU“ s potřebným výpočetním výkonem, která byla energeticky optimalizována pomocí standardních komponentů a jejíž příkon měřený v porovnávací analýze IWU-Benchmark činil 26 W, pořízený za poloviční cenu ve srovnání s notebookem. S takovým vybavením může být dokonce přijatelný i trend mít na pracovním stole druhý monitor o příkonu 50 W. V průběhu běžné obměny počítačů dochází k postupnému zavádění tohoto nového IWU-Desktopu. Třetím opatřením je koncepce letního nočního větrání s motoricky ovládanými okny. Motorový pohon nahradil okenní kliku, okno zamyká a odemyká, vyklápí a zavírá, je řízen pomocí

měřicí řídicí jednotky (MSR) větracího systému, pokud se noční venkovní teplota pohybuje více než 2°C pod průměrnou teplotou v místnosti. Větrací jednotka se současně přepne na jmenovitý objemový tok. Tepelná setrvačnost budovy s vnitřními stěnami z masivního zdiva omezená jenom stropními podhledy se postará o ostatní, aby bylo dosaženo příjemné letní teploty.

2. Náklady a hospodárnost

Vzhledem k zásadní rekonstrukci budovy bylo energetické vylepšení jen jedním tématem z mnoha. To se zrcadlí také v investičních nákladech varianty „PD“ na obrázku 3, který byl realizován. Ostatní náklady obsahují vylepšení nájemce a představují výši 363 €/m²_{NGF} nejvyšší nákladovou položku. Náklady výše popsané energetické koncepce se pohybují kolem 255 €/m²_{NGF}. Pod položkou náklady na údržbu a opravy ve výši 159 €/m²_{NGF} je zahrnuto, co by se tak či tak bývalo muselo provést: postavení lešení, nátěr fasády, oprava střešní krytiny, výměna celého osvětlovacího systému, sanitární instalace a dlažba, stejně jako větrací systém haly². Pod zvláštními eventuálními položkami jsou zahrnuta přání nájemce, jako například letní větrání v noci a vnitřní antireflexní úprava, která se často realizace nedočkájí.

² Tepelné zdroje nebyly obnoveny, ani nebyly demontovány staré rozvody a radiátory. Pro úplnost jsou však náklady uvedeny s typickými hodnotami.

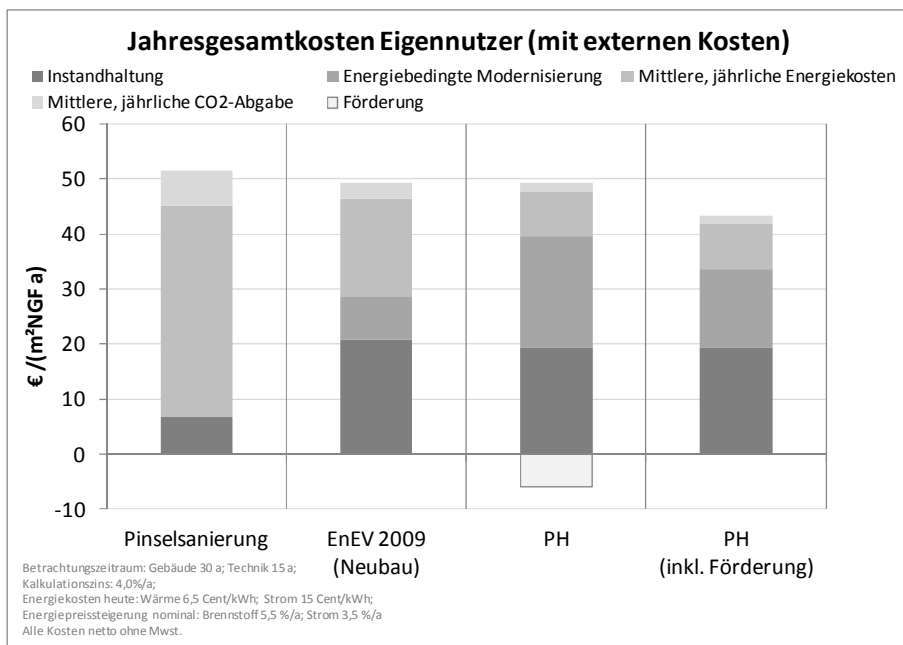


Obrázek 3 Summe ve výši asi 50% nákladů na novostavbu byl životní cyklus budovy prodloužen o dalších 50 let a energetická účinnost se tím výrazně zvýší. Akustická ochrana, protipožární ochrana, statika, změny používání a funkce představují hlavní problémy a rizika nákladů.

Pro porovnání jsou uvedeny jiné varianty: Energetická modernizace v návaznosti na standard novostavby podle EnEV 2009, minimální varianta – zvaná „rekonstrukce štetkou“ - a náklady srovnatelné novostavby.

Chytrá koncepce rekonstrukce vede k prodloužení životního cyklu budovy o cca 50 let při pouhých cca 50% nákladech ve srovnání s náklady na novostavbu. To je z pohledu vlastníka rozhodující výhodou koncepce. Příjmy pronajímatele v podobě zvýšeného nájemného dosažitelného v dané lokalitě za energetickou modernizaci a zvláštní požadavky nájemce tyto náklady na rekonstrukci pokryjí. Uvedená koncepce se nabízí k napodobení v mnoha případech rekonstrukce v podobných situacích.

Z pohledu uživatele vlastníka je koncepce rekonstrukce pomocí pasivních komponent dnes už mírnou výhodou, vezmeme-li v úvahu externí náklady ve formě daně z emisí CO₂ ve výši 50 €/t_{CO2} (srov. obrázek 4). Bez externích nákladů potřebuje modernizace ve standardu PD stále ještě malou finanční podporu.



Obrazek 4 Celkové roční náklady z pohledu vlastníka - včetně externích nákladů ve výši 50 €/tCO₂ – ukazují přibližnou rovnost nákladů mezi zde provedeným pasivním standardem a standardem novostavby dle vyhlášky EnEV 2009.

3. Monitoring a optimalizace provozu

Monitoring a optimalizace provozu se ukázala jako nepostradatelná, pokud mělo být skutečně dosaženo plánovaných cílů komfortu a efektivity. Z toho je třeba vyvodit poučení pro vypisování nabídkového řízení a kolaudaci při budoucích projektech, a to především pokud jde o obor měření a regulace nebo automatizace budov. Až do povinného zavedení budov s téměř nulovou spotřebou energie jako standardu pro novostavbu od roku 2019 je v tomto odvětví třeba nasbírat ještě mnoho realizačních zkušeností a vykonat hodně práce při dalším vzdělávání.

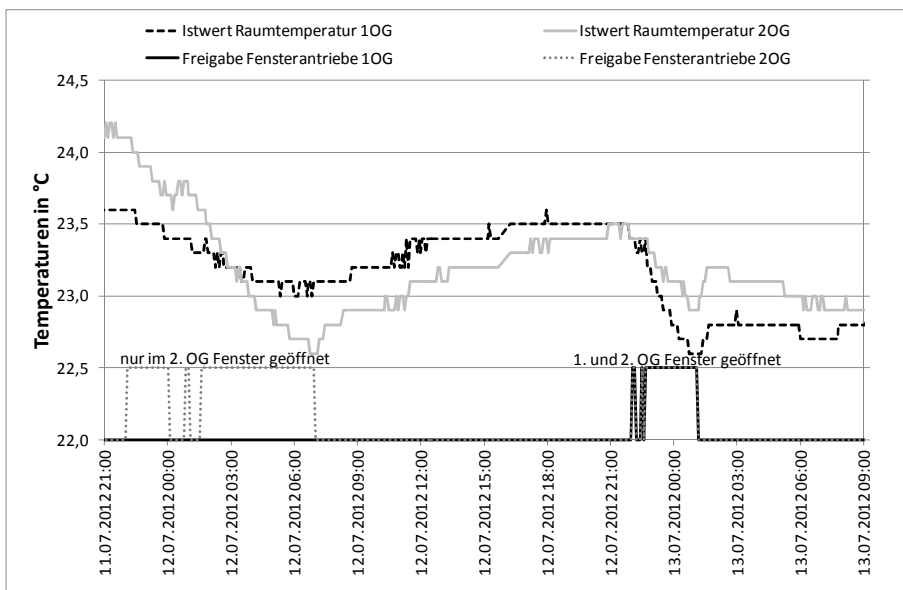
Byly zde velké nedostatky v počátečním nastavení množství vzduchu; nastavení detektorů pohybu pro osvětlení a dob doběhu ještě není kompletní, problematické bylo také přizpůsobení programování a parametrizace pro řízení protisluneční ochrany požadavkům pasivního domu. Okenní rámy z PVC a kování oken mají také problémy s kolísáním teploty v různých ročních obdobích, na počátku bylo nutno je opakovaně znovu nastavovat. Netěsnosti však

normální míru přesahují, jak dokazují termografické snímky po cca 20 měsících používání. V důsledky toho vznikají problémy i s pohony oken pro letní noční větrání. Studený venkovní vzduch vede k průvanu a také již není zaručena ochrana proti hluku. Zde je toho ještě hodně k vylepšování.

Nicméně zkušenosti a naměřené hodnoty z prvního roku jsou povzbudivé. Spotřeba elektrické energie osvětlení ve výši $5,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBFa}}$ a větracího systému jednotky ve výši $2,1 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBFa}}$ splnila očekávání, přestože je zde ještě potenciál další optimalizace. Velký potenciál v účinnosti spočívá ve vybavení výpočetní technikou, která spotřebou $15,2 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBFa}}$ představuje hlavní část spotřeby elektrické energie. Naměřené hodnoty spotřeby tepla na vytápění zatím bohužel ještě nejsou k dispozici, protože se nepodařilo včas nainstalovat měřidla množství tepla. Ale zkušenosti ukazují, že se vytápění používá jen zřídka. Přesto především v exponovaných rohových kancelářích na severní straně budovy jsou radiátory někdy velmi potřebné.

Komfort vnitřního vzduchu je přesvědčivý. Hodnoty vlhkosti v místnosti obvykle zůstávají nad 30% relativní vlhkosti. Za slunečného počasí v extrémně chladných podmínkách, jako v únoru 2012, dosahovaly průměrné teploty vzduchu v místnosti naměřené v chodbách $20\text{--}21^\circ\text{C}$, což spolu s vysokými povrchovými teplotami obálky budovy pro většinu lidí představuje komfortní pracovní teplotu. Při venkovních teplotách kolem 5°C za zamračených dnů v listopadu, jako koncem roku 2011, se průměrná teplota vzduchu v místnosti pohybovala stabilně kolem 22 až 23°C .

Koncepce letní tepelné ochrany splňuje očekávání v plném rozsahu. V létě 2012, při venkovních teplotách nad 30°C , trvajících několik po sobě jdoucích dnů, vystoupala teplota vzduchu v místnosti zřídka přes 26°C . Byly naměřeny účinky letního nočního větrání. V průběhu jedné noci může být teplota vzduchu v místnosti snížena v průměru o cca 1°C (viz obr. 5). V horkém období trvajícím několik dnů, jako koncem července 2012, to představuje významný přínos pro stabilizaci teploty v interiéru.



Obrázek 5 Účinek letního nočního větrání: Budou-li ve dvou horních patrech v noci otevřena okna, klesne teplota v prvním patře přibližně o 1°C, ve 2. patře pouze o 0,6°C. Mezi jednotlivými patry dochází ke komplexnímu tepelnému proudění.

Mezi jednotlivými patry dochází ke komplexnímu tepelnému proudění vzduchu, když se ve dvou horních patrech v noci otevřou okna. Tyto účinky jsou dále zkoumány a optimalizovány.

Das IWU-Haus: Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten – Konzept, Kosten, Betriebserfahrungen -

*Michael Hörner, Margrit Schaede, Institut Wohnen und Umwelt (IWU)
m.hoerner@iwu.de, m.schaede@iwu.de, Rheinstraße 65, D-64 295 Darmstadt*

Der neue Sitz des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU), das IWU-Haus, ist ein Verwaltungsgebäude aus den 60er Jahren, das mit Passivhauskomponenten umfassend energetisch modernisiert wurde³. Ein attraktives, „neues“ Gebäude ist so entstanden, dessen Lebenszyklus um weitere 50 Jahre verlängert wurde. Besondere Aufmerksamkeit wurde auch dem sommerlichen Wärmeschutz mit passiv wirkenden Elementen gewidmet. Das Konzept ist auf viele ähnliche Gebäude dieses Baualters übertragbar.

1. Sanierungskonzept

Das dreigeschossige Gebäude mit 2.245 m² Nettogrundfläche (NGF), der Verbindungsteil des aus drei Gebäudeteilen bestehenden ehemaligen Landratsamtes des Landkreises Darmstadt-Dieburg, beherbergte früher das Arbeitsamt und den Kreistagssaal. Dem entsprach der Grundriss mit Einzelbüros, angelegt für „Kundengespräche“.

³ Bauherr und Eigentümer ist die bauverein AG, Architekten und Fachplaner HLK die Planungsgruppe Drei. Gefördert wurde das Projekt vom Hauptgesellschafter Land Hessen im Rahmen des Förderprogramms zur Sanierung von Nichtwohngebäuden mit passivhaustauglichen Komponenten. Die Stadt Darmstadt als Mitgesellschafter hat das ehrgeizige Projekt möglich gemacht hat.



Abbildung 1 Das IWU-Haus wurde von den erfahrenen Architekten mit passivhaustauglichen Komponenten umfassend modernisiert und attraktiv gestaltet.

Das Gebäude wurde nach nun fast 50 Jahren Nutzung grundsaniert, zur Unterbringung eines wissenschaftlichen Instituts umgebaut und attraktiv gestaltet (vgl. Obrázek). Dieser Sanierungszyklus wurde genutzt, um das Gebäude energetisch auf den Passivhaus-Standard zu modernisieren. So schloss sich ein Kreis: Immerhin wurden die wissenschaftlichen Grundlagen zu diesem Standard vor über zwanzig Jahren am IWU erarbeitet. Die Gebäudehülle wurde rundum mit passivhaustauglichen Komponenten modernisiert (vgl. Abbildung 2): Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und hoch-wärmedämmten Rahmen wurden eingebaut, 25 bis 30 cm Wärmedämmung mit EPS (WLG 032) an den Außenwänden sowie Perimeterdämmung mit 30 cm EPS (WLG 035) aufgebracht. Das Gefälldach wurde mit 36 bis 54 cm EPS (WLG 032), die Kellerdecke mit 12 cm Mineralfaser gedämmt. Wärmebrücken wurden, soweit möglich, optimiert, unter Wahrung der Proportionen in der äußeren Erscheinung des Gebäudes.

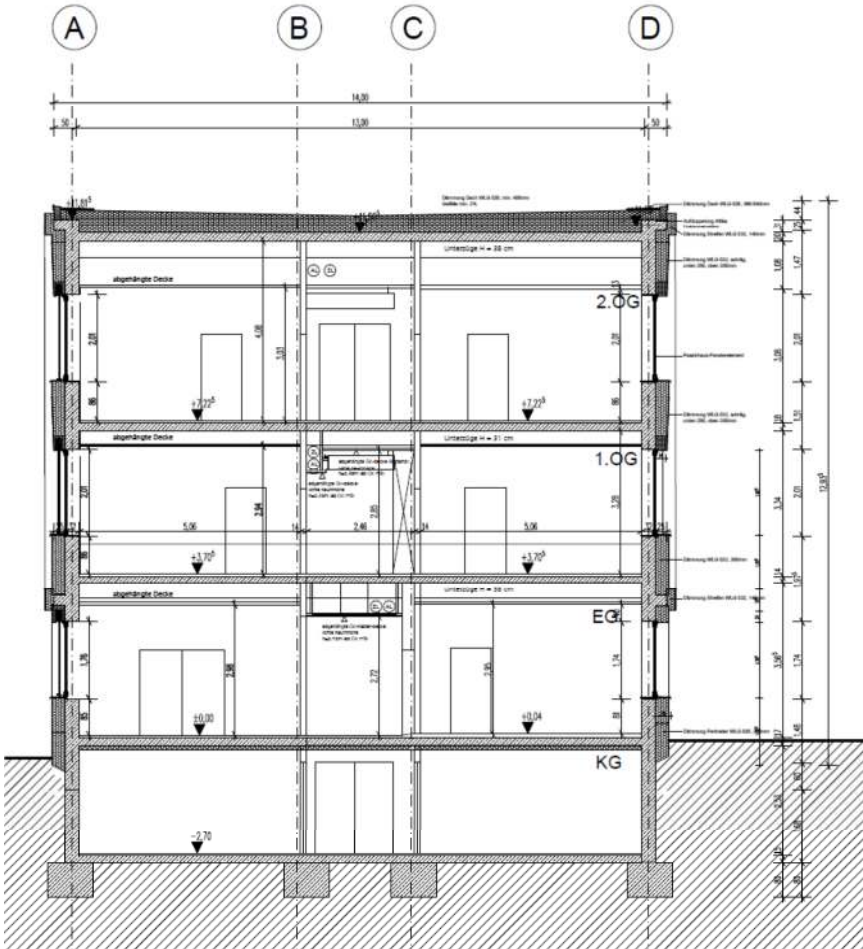


Abbildung 2 Die energetische Modernisierung des IWU-Hauses im Schnitt: Passivhaus-Fenster, 25-30 cm Wärmedämmung an der Außenwand, 36-54 cm auf dem Gefälldach, 12 cm an der Kellerdecke, Blower-Door-Test mit $n_{50} = 0,59 \text{ h}^{-1}$, Lüftungsanlage mit hocheffizienter WRG.

Konzept des sommerlichen Wärmeschutzes: Außenliegende, automatisch nach Einstrahlung gesteuerte Lamellen-Jalousien mit Lichtnekelementen auf der Südseite, energieeffiziente EDV-Ausstattung, Konzept zur natürlichen, sommerlichen Nachtlüftung.

Auf der Südseite des Gebäudes, die auf ganzer Länge zur stark befahrenen Rheinstraße mit Beurteilungspegeln der Schallleistung von bis zu 74 dB(A) zeigt, wurde die Verglasung zusätzlich in Schallschutzqualität ausgeführt. Die luftdichte Ausführung wurde, insbesondere beim Einbau der Fenster, durch eine vorgezogene Blower-Door-Messung und thermografi-

sche Kontrolle optimiert. Bei der Abnahmemessung konnte so eine volumenbezogene Luftwechselrate bei 50 Pascal Druckdifferenz von $n_{50} = 0,59 \text{ [h}^{-1}\text{]}$ nachgewiesen werden. Eine Lüftungsanlage für das gesamte Gebäude mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (WRG) und sommerlichem Bypass wurde im 2. OG installiert. Zwar befand sich dort bereits die alte Lüftungsanlage des Saals, die neue, nun mit $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$ Nennvolumenstrom deutlich größere und schwerere Anlage machte statische Ertüchtigungen erforderlich. Mit einem nachgewiesenen Wärmerückgewinnungsgrad von 81% kann im Zusammenwirken mit den Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle ein rechnerischer Nutzheizwärmebedarf von $16,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBFA}}$ erreicht werden.

Bürogebäude neigen bei heutiger Ausstattung mit Bürogeräten im Sommer zur Überhitzung. Das ist keine Besonderheit von Passivhäusern, auch „nur“ nach EnEV errichtete Gebäude haben das Problem. Der formelle Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist dabei keine Garantie gegen unbehagliche Raumluftzustände an deutlich mehr als 10% der Nutzungsstunden pro Jahr, wie thermische Gebäudesimulationen in der Planungsphase bestätigten. Deshalb wurde dem sommerlichen Wärmeschutz besondere Bedeutung beigemessen.

Wichtigstes Element sind hochwertige, außenliegende Lamellen-Jalousien auf der Südseite des Gebäudes. Entscheidend ist die automatische Steuerung in Abhängigkeit von der Einstrahlung. Ist ein Raum nicht belegt, schließt sich der Sonnenschutz im Sommer oberhalb von 150 W/m^2 Einstrahlung automatisch, sind Personen anwesend, geht die Jalousie in Cut-Off-Position, lässt also noch eine Sichtverbindung nach draußen zu, im oberen Drittel drehen sich die Lamellen in lichtlenkende Position und leiten das Tageslicht in die Räume. Im Winter dagegen bleibt der Sonnenschutz offen, um die solare Einstrahlung zu „ernten“. Ein innenliegender Blendschutz für blendfreies Arbeiten an Bildschirmen wurde zusätzlich installiert. Auf der Nordseite wurde neutrales Sonnenschutzglas installiert, um die Kühllasten durch diffuse Strahlung zu begrenzen und dennoch ausreichende Tageslichttransmission zuzulassen. Als zweite Maßnahme wurde beschlossen, die mittlere Leistung der EDV-Ausstattung auf 50 W pro Arbeitsplatz zu begrenzen. Stand bisher Rechenkapazität im Vordergrund, kommt nun der Energieverbrauch der Geräte als gleichwertiges Kriterium hinzu. Der „IWU-Desktop“ mit der erforderlichen Rechenleistung wurde entwickelt, energetisch optimiert mit Standardkomponenten, mit einer im IWU-Benchmark gemessenen Aufnahmeleistung von 26 W und halb so teuer wie ein Notebook. Damit lässt sich sogar fast der Trend zum Zweitbildschirm am Arbeitsplatz mit der 50-W-Policy vereinbaren. Im Zuge des normalen Ersatzes der Rechner wird der IWU-Desktop schrittweise eingeführt. Dritte Maßnahme ist das Kon-

zept zur sommerlichen Nachtlüftung mit motorisch öffnbaren Fenstern. Ein motorischer Antrieb ersetzt den Fenstergriff, ver- und entriegelt, kippt und schließt das Fenster, gesteuert über die MSR der Lüftungsanlage, wenn die nächtliche Außentemperatur mehr als 2°C unter der mittleren Raumtemperatur liegt. Gleichzeitig schaltet die Lüftungsanlage auf Nennvolumenstrom. Die thermische Trägheit des Gebäudes mit massiven Innenwänden und nur eingeschränkt durch abgehängte Decken tut ein Übriges für den sommerlichen Temperaturkomfort.

2. Kosten und Wirtschaftlichkeit

Angesichts der grundlegenden Sanierung des Gebäudes war die energetische Ertüchtigung nur ein Thema unter vielen. Das spiegelt sich auch in den Investitionskosten der Variante „PH“ in Obrázek wider, die zur Ausführung kam. Die sonstigen Kosten enthalten den Mieterausbau und stellen mit 363 €/m²_{NGF} die größte Kostenposition dar. Die Kosten des oben beschriebenen energetischen Konzepts belaufen sich auf 255 €/m²_{NGF}. Unter Instandhaltungskosten von 159 €/m²_{NGF} ist zusammen gefasst, was ohnehin hätte getan werden müssen: Gerüst stellen, Fassadenanstrich, die Dachhaut reparieren, die gesamte Beleuchtungsanlage, Sanitärinstallationen und Fliesen sowie die Lüftungsanlage des Saals erneuern⁴. Unter Eventualpositionen sind besondere Mieterwünsche wie die sommerliche Nachtlüftung und der innenliegende Blendschutz enthalten, die oft nicht zur Ausführung kommen.

⁴ Die Wärmeerzeuger wurden nicht erneuert, auch wurden die alte Verteilung und die Heizkörper nicht demontiert. Der Vollständigkeit halber sind aber die Kosten mit typischen Kennwerten erfasst.

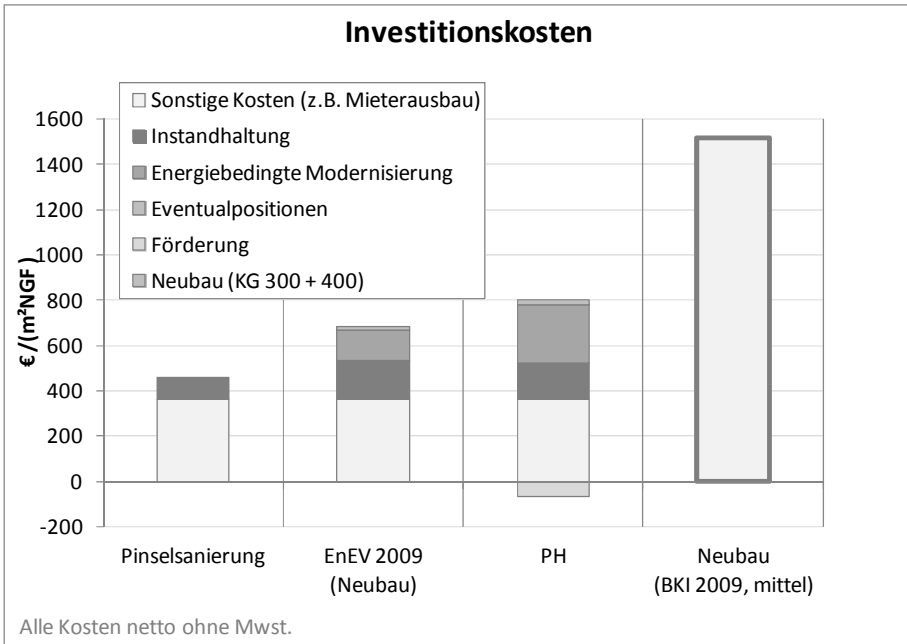


Abbildung 1 Mit etwa 50% der Neubaukosten wurde der Lebenszyklus des Gebäudes um weitere 50 Jahre verlängert und die Energieeffizienz deutlich gesteigert. Schallschutz, Brandschutz, Statik, Änderungen von Nutzung und Funktion stellten die Hauptschwierigkeiten und Kostenrisiken dar.

Als Vergleich sind andere Varianten aufgeführt: Eine energetische Modernisierung in Anlehnung an den Neubaustandard der EnEV 2009, eine Minimalvariante - Pinselsanierung genannt - und die Kosten eines vergleichbaren Neubaus.

Das kluge Sanierungskonzept führt zu einer Verlängerung des Lebenszyklus des Gebäudes um ca. 50 Jahre bei nur etwa 50% der Neubaukosten. Das ist aus Sicht des Eigentümers der entscheidende Vorteil des Konzepts. Die Einnahmen des Vermieters in Gestalt der am Standort erzielbaren Mietaufschläge für die energetische Modernisierung und die besonderen Mieterwünsche decken die Kosten ab. Das Konzept bietet sich zur Nachahmung in vielen, ähnlich gelagerten Sanierungsfällen an.

Aus der Sicht eines Eigennutzers ist das Sanierungskonzept mit Passivhaus-Komponenten schon heute leicht im Vorteil, wenn man externe Kosten in Gestalt einer CO₂-Abgabe von 50 €/t_{CO2} berücksichtigt (vgl. Obrázek). Ohne externe Kosten braucht die Passivhaus-Modernisierung noch immer eine leichte Förderung.

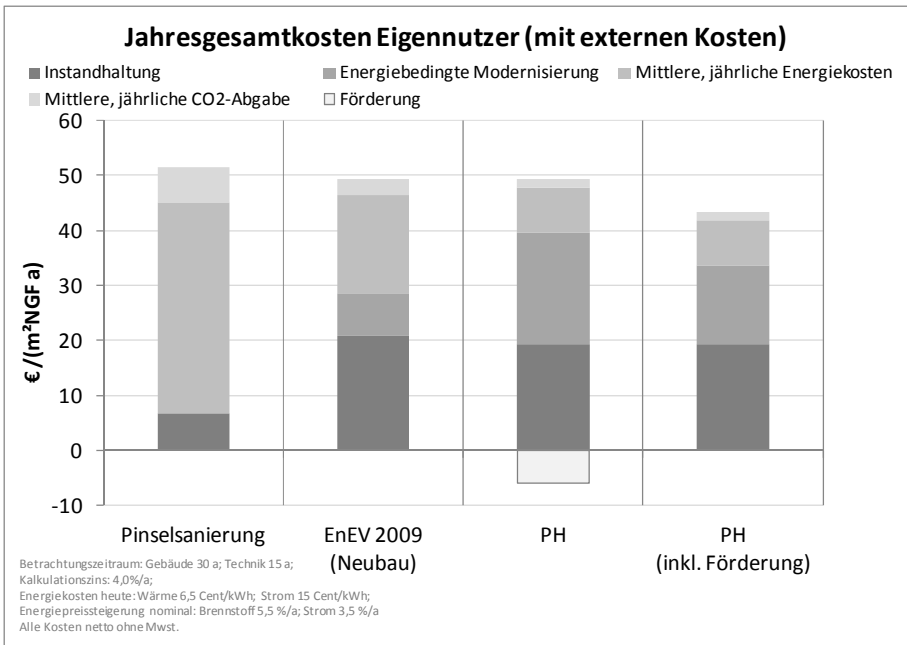


Abbildung 4 Die Jahresgesamtkosten aus Sicht eines Eigentümers – unter Einbeziehung externer Kosten von 50 €/t_{CO2} – zeigen etwa Kostengleichheit zwischen dem hier ausgeführten Passivhaus-Standard und einem EnEV 2009 Neubaustandard.

3. Monitoring und Betriebsoptimierung

Das Monitoring und die Betriebsoptimierung erwiesen sich als unverzichtbar, um die geplanten Komfort- und Effizienzziele auch tatsächlich zu erreichen. Daraus müssen Lehren für Ausschreibung und Abnahmen in künftigen Projekten gezogen werden, insbesondere was das Gewerk MSR bzw. Gebäudeautomation angeht. Bis zur verbindlichen Einführung des Niedrigstenergiehauses als Standard für den Neubau ab 2019 ist in der Branche noch viel Ausführungserfahrung zu sammeln und Fortbildungsarbeit zu leisten.

Es gab grobe Mängel bei der Einregulierung der Luftmengen, die Einstellungen der Bewegungsmelder für die Beleuchtung und der Nachlaufzeiten ist noch nicht abgeschlossen, schwierig gestaltete sich auch die Anpassung der Programmierung und Parametrierung der Sonnenschutzsteuerung auf die Erfordernisse eines Passivhauses. Fensterrahmen aus PVC und Beschläge haben ihre Schwierigkeiten mit den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen, sie müssen am Anfang mehrmals eingestellt werden. Die Undichtigkeiten übersteigen aber das normale Maß, wie Thermografieaufnahmen nach ca. 20 Monaten Nutzung belegen.

In der Folge gibt es dadurch Schwierigkeiten mit den Fensterantrieben der sommerlichen Nachtlüftung. Kalte Außenluft führt zu Zugerscheinungen und auch der Schallschutz ist nicht mehr gewährleistet. Hier muss noch einiges nachgearbeitet werden.

Dennoch sind die Erfahrungen und Messwerte aus dem ersten Betriebsjahr ermutigend. Der Stromverbrauch der Beleuchtung mit $5,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBFa}}$ und der Lüftungsanlage mit $2,1 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBFa}}$ erfüllt die Erwartungen, obwohl noch Optimierungspotenzial vorhanden ist. Ein großes Effizienzpotenzial liegt nach wie vor in der EDV-Ausstattung, die mit $15,2 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBFa}}$ den Hauptanteil des Stromverbrauchs verursacht. Messwerte des Heizwärmeverbrauchs liegen leider noch nicht vor, da es nicht gelang, die Wärmemengenzähler rechtzeitig zu installieren. Aber die Erfahrung zeigt, dass die Heizung nur selten benutzt wird. Hauptsächlich in den exponierten Eckbüros auf der Nordseite des Gebäudes sind die Heizkörper jedoch gelegentlich erforderlich.

Der Raumluftkomfort ist überzeugend. Die Raumluftfeuchten halten sich meist oberhalb von 30% relativer Luftfeuchte. Bei sonniger Wetterlage an extrem kalten Tagen, wie im Februar 2012 stellen sich mittlere Raumlufttemperaturen, gemessen in den Fluren, von 20 bis 21°C ein, was zusammen mit den hohen Oberflächentemperaturen der Gebäudehülle für die meisten Menschen zu einer angenehmen operativen Temperatur führt. Bei Außentemperaturen um 5°C an trüben Novembertagen, wie Ende 2011, liegt die mittlere Raumlufttemperatur stabil zwischen 22 und 23°C.

Das Konzept des sommerlichen Wärmeschutzes erfüllt die Erwartungen voll und ganz. Im Sommer 2012 bei Außentemperaturen über 30°C an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen stieg die Raumlufttemperatur selten über 26°C. Die Effekte der sommerlichen Nachtlüftung konnten gemessen werden. Um durchschnittlich etwa 1°C kann die Raumlufttemperatur in einer Nacht gesenkt werden (vgl. Obrázek). In einer Hitzeperiode über mehrere Tage, wie Ende Juli 2012, ist das ein wesentlicher Beitrag zur Stabilisierung der Raumtemperatur.

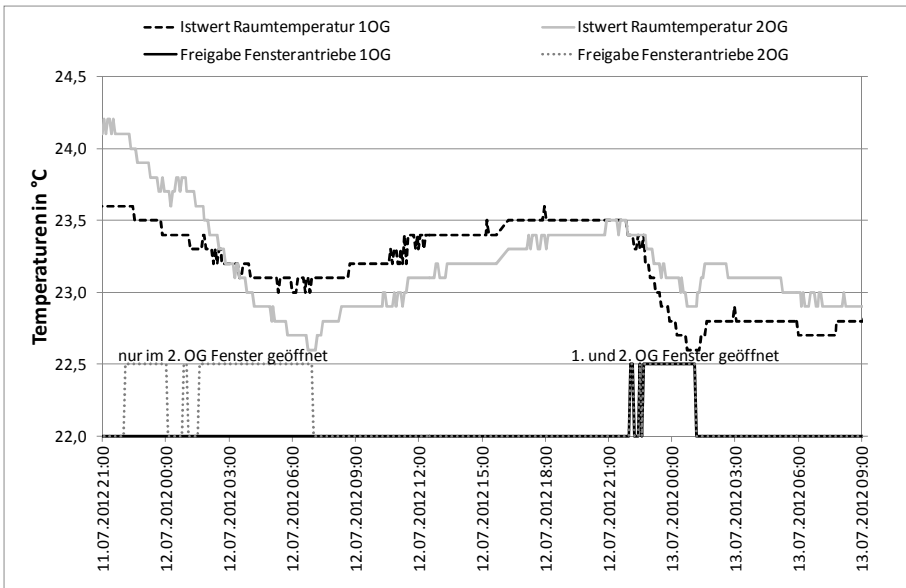


Abbildung 5 Effekt der sommerlichen Nachtlüftung: Sind in beiden Obergeschossen die Fenster geöffnet, sinkt die Temperatur im 1. OG um etwa 1°C, im 2. OG nur um etwa 0,6°C. Eine komplexe thermische Strömung entsteht zwischen den Stockwerken.

Zwischen den Stockwerken entsteht eine komplexe thermische Luftbewegung, wenn in beiden Obergeschossen die Fenster nachts geöffnet werden. Diese Effekte werden weiter untersucht und optimiert.

Pasivní panelák? Ano, to myslíme vážně!

Jiří Beranovský, Petr Vogel, František Macholda, EkoWATT o. s.

Areál Areál Štrasburk, Švábky 52/2, 180 00 Praha 8

T: +420 266 710 247, e-mail: jiri.beranovsky@ekowatt.cz

1. Anotace

Pasivní či nízkoenergetický standard zní ve spojení s panelovým domem téměř utopicky. Opak je však pravdou. Koncept pasivní či alespoň nízkoenergetické rekonstrukce je výsledkem projektu výzkumu a vývoje podpořeného MŽP „Komplexní rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu“ (VAV-SP-3g5-221-07), viz Macholda a kol., EkoWATT (2010) (1), jehož výsledky jsou veřejně dostupné.

Praktický návod na implementaci výsledků uvedeného výzkumu je potom obsažen v publikaci *Pasivní panelák? A to myslíte vážně?*, viz Beranovský a kol (2011) (2).

Uvedené výsledky byly potom aplikovány při zpracování analýzy energetických úspor v sektoru rezidenčních budov v Ústeckém kraji, viz Beranovský a kol (2012) (3), kde byl stanoven energetický potenciál pasivních rekonstrukcí, výsledky lze extrapolovat pro celou ČR.

2. Annotation

Passive or low energy standard sounds in conjunction with panel house almost utopian. But the opposite is true. The concept of passive or at least low energy reconstruction is the result of research and development project supported by the Ministry of the Environment: "Complex reconstruction of prefabricated houses in the low-energy standard" (VAV-SP-3G5-221-07), see Macholda et al., EkoWATT (2010), the results of which are publicly available.

Practical guidance on the implementation of the results of the research are then contained in the publication „Passive prefab? Are you serious?“, See Beranovský et al (2011).

These results were then applied in the preparation of analysis of energy savings in the residential building sector in the Ústí region, see Beranovský et al (2012), where the energy potential of passive reconstruction was estimated. The results of one region can be extrapolated to the whole country.

3. Úvod

V České republice je historicky přibližně 1 200 000 bytů v panelových domech. Značná část z nich se stavěla v době, kdy energetické úspory byly teprve v plenkách. Do dnešního dne přibližně polovina prošla nějakou formou rekonstrukce, tedy 600 000 z nich. Většinou však šlo o rekonstrukce částečné, nikoli komplexní. Výsledky výzkumu potvrdily, že cca 85 % panelových domů lze zrekonstruovat až do pasivního standardu, což se týká zejména ještě cca 600 000 bytů, které žádnou rekonstrukcí neprošly. Ze zobecnění tohoto výzkumu vyplývá, že podobných výsledků lze dosáhnout i pro standardní "činžovní" bytové domy.

Starší způsoby rekonstrukce se obvykle zabývají pouze zateplením a výměnou oken. Někdy se dokonce z úsporných důvodů provádějí tato dvě základní opatření pouze na jednotlivých částech domu. Neřeší se však ta nejdůležitější část, a to je zabezpečení kvalitního větrání.

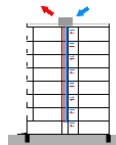
Trend neúplných rekonstrukcí bohužel přetrvává dodnes. Důsledkem je nevyužití potenciálu energetických a finančních úspor a pravděpodobné budoucí problémy se stavebními vadami a velmi nízkou kvalitou vzduchu v obývaných místnostech.


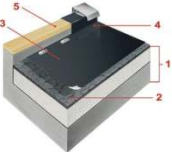

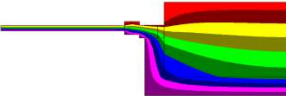


4. Pasivní přestavba panelového domu

4.1. Spotřeba energií v budovách se týká zejména následujících oblastí:

Následující Tabulka 1 srovnává běžnou současnou a v podstatě zastaralou praxi s moderním komplexním řešením, které se jeví jako smysluplné. Navrhované komplexní řešení je použitelné i pro většinu ostatních „nepanelových“ bytových domů.

Porovnání technologií	Standardní zastaralá praxe	Komplexní kvalitní řešení
Návratnost	7-14 let	9-18 let
Úspora	25-35 %	35-55 %
Komfort bydlení	provoz není automatický vlhkost a plísň vysoká koncentrace CO ₂	provoz je plně automatický vlhkost i CO ₂ jsou v normě
Realizační komfort	zdoluhavá postupná realizace nedokonalé smluvní zajištění nepohodlná kontrola nejisté záruky a servis	pohodlná realizace a kontrola precizní smlouvy vysoké garancí zajištění
Větrání a výměna vzduchu	Manuální větrání okny a nedostatečná hygiena vzduchu	Nucené větrání s rekuperací: Centrální rovnotlaký ventilační systém s rekuperací zajišťuje hygienický komfort bydlení



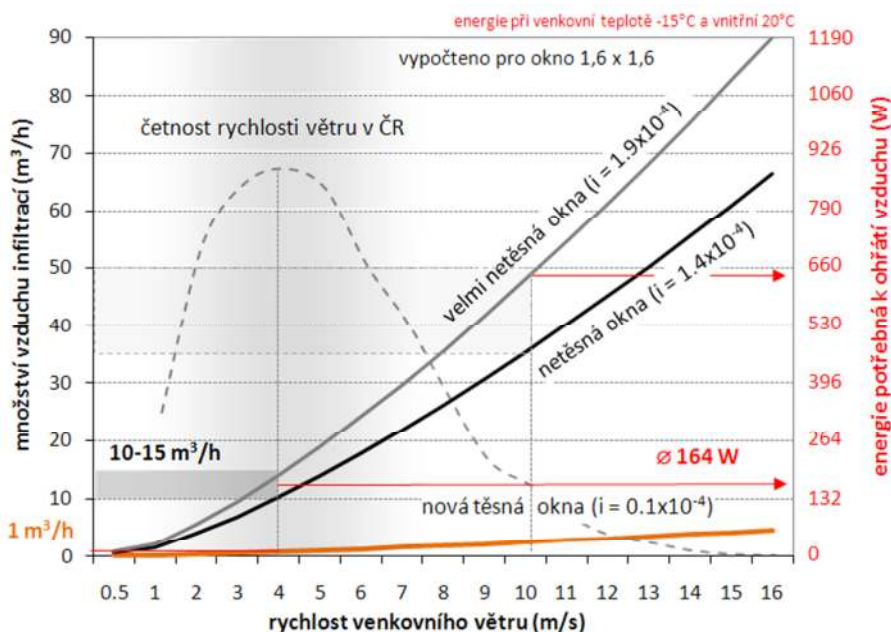
Porovnání technologií	Standardní zastaralá praxe	Komplexní kvalitní řešení
Zateplení obvodových stěn včetně lodžii 	kombinace EPS a MV tl. 120 mm stěny lodžii EPS tl. 80 mm	kombinace EPS a MV tl. 200 mm stěny lodžii šedým EPS tl. 80 mm
Sanace střešního pláště 	střecha plus EPS tl. 100 mm	střecha plus EPS tl. 170 mm
Výměna oken v bytech i na schodišti 	$U_w = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Měření a regulace + úspory teplé vody	Omezené	Optimální
Řešení detailů	Není provedeno kvalitní řešení detailů + vzduchotěsnost	Kvalitní řešení detailů + vzduchotěsnost 
Zdroje tepla	Není provedena výměna zdroje tepla + ev. instalace OZE	Výměna zdroje tepla + ev. instalace OZE  
Ostatní rekonstruované části (např. výtahy, chodby, zábradlí, elektroinstalace, stoupačky, nástavba, apod.)	Omezené	Celkové

Tab. 1: Porovnání rozsahu standardní staré běžné praxe s komplexní kvalitní rekonstrukcí. (EkoWATT, 2011)

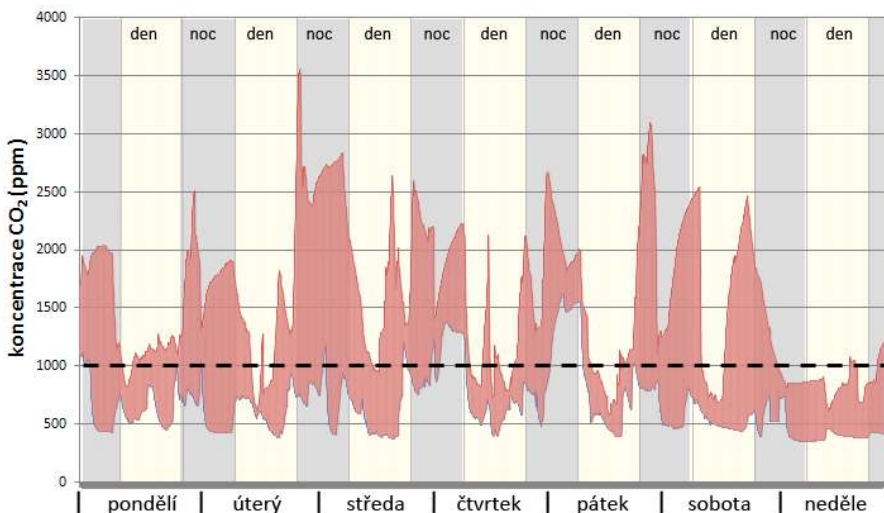
Pro komplexní rekonstrukci je klíčovou technologií nucené větrání s rekuperací tepla. Centrální (eventuelně lokální) rovnotlaký ventilační systém s rekuperací tepla zajišťuje hygienický komfort bydlení a zároveň šetří energii, která za běžných okolností uniká pryč s vyvětraným vzduchem.

obrázek 1 ukazuje, že stará okna zabezpečovala přívod vzduchu 10 - 15, max. 18 m³/h, zatímco novými okny za běžného počasí projde v podstatě 0 m³/h. Koncentrace CO₂ v interiéru přitom roste nad kritickou hladinu 1000 ppm, od které běžný lidský organizmus začíná pociťovat diskomfort. Kritické jsou zejména ložnice a obývací pokoje.

Obrázek 2 ukazuje rozmezí měřených hodnot koncentrace CO₂ v horizontu jednoho měsíce v bytě panelového domu s novými těsnými plastovými okny. Z obrázku je patrné, že přibližně 60 – 70 % času v nočních hodinách je v ložnici koncentrace CO₂ vyšší než optimální mez 1000 ppm.



Obr. 1: Porovnání množství infiltrovaného vzduchu před a po výměně oken.



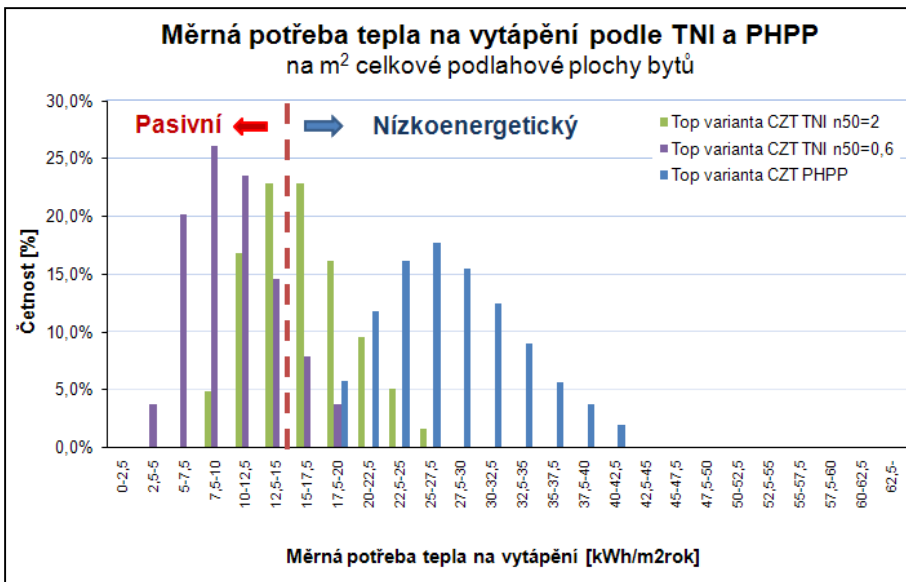
Obr. 2: Oblast měřených hodnot koncentrace oxidu uhličitého. Zdroj: EkoWATT.

Starší panelový dům má potřebu tepla na vytápění přibližně od 80 do 180 kWh/m² za rok. Standardní současná rekonstrukce sníží potřebu tepla na vytápění na 30-65 kWh/m² za rok. Komplexním řešením však není problém dosáhnout ještě menší potřeby tepla na vytápění, a to 10-30 kWh/m² za rok. Běžně lze tedy dosáhnout hodnot obvyklých pro nízko-energetické stavby. Výsledky výzkumu ukazují, že až 85 % případů, je možné jít i pod tuto hranici a dosáhnout tzv. pasivního standardu potřeby do 15 kWh/m² za rok.

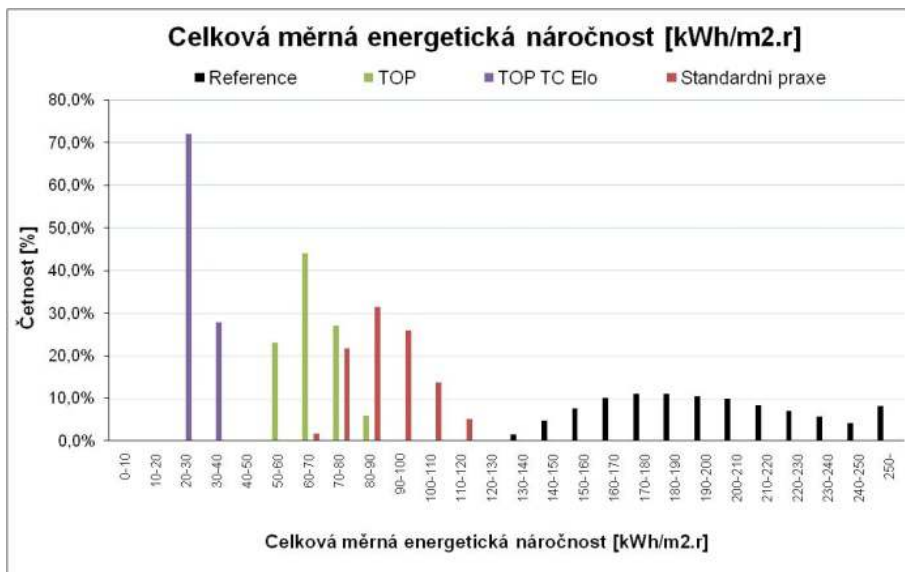
Ekonomická kritéria nám přitom ukazují, že prostá návratnost standardní rekonstrukce je 7-14 let, zatímco rekonstrukce ve střední kvalitě je 9-15 let a v nejlepší kvalitě je 10-18 let. Je tedy patrné, že rozdíl není veliký.

V každém případě je nezbytné použít systém centrálního větrání s rekuperací tepla. Systém větrání s rekuperací tepla z odpadního vzduchu systémem šetří teplo potřebné na ohřátí přiváděného vzduchu a je pro obyvatele bytů komfortnější, protože při tomto způsobu větrání nestrádají kvůli nadměrné koncentraci oxidu uhličitého, vlhkosti a různým oděrům.

Pasivní bydlení s rekuperací vzduchu tedy nepředpokládá velkou změnu ve stylu bydlení. Pouze místo mechanického větrání okny je větrání ovládáno nastavením čidel. V obývacím pokoji čidlem CO₂, v kuchyni čidlem CO₂ nebo vlhkosti, podobně jako v koupelně a v ložnici čidlem přítomnosti. Na WC pak obvykle stačí běžné spojení s vypínačem a následný doběh.



Obr. 3: Měrná potřeba tepla na vytápění u panelových domů podle TNI a PHPP pro různé varianty řešení.



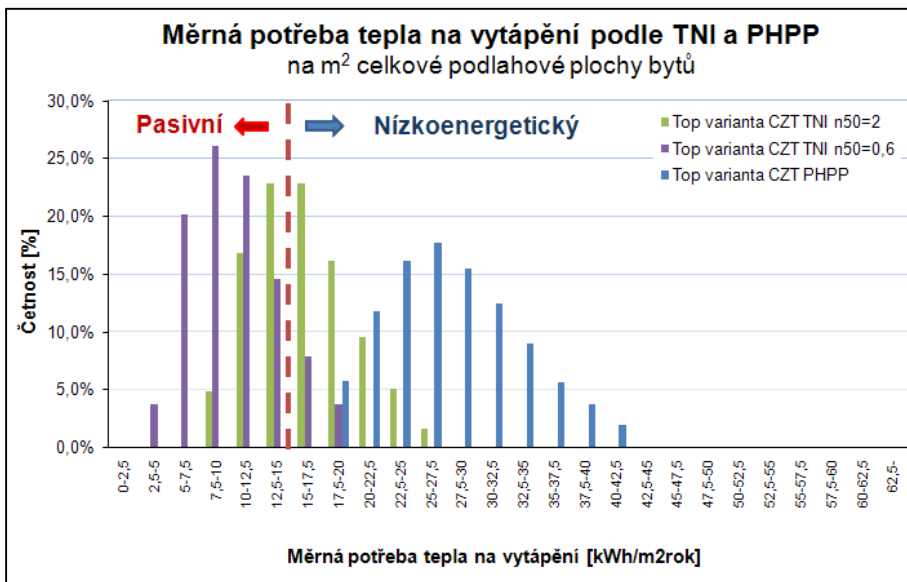
Obr. 4: Celková měrná energetická náročnost u panelových domů pro různé varianty řešení. (EkoWATT).

Podrobnosti měrné potřeby tepla pro různé varianty řešení ukazuje Obr. 3. Oproti tomu Obr. 4 ukazuje **celkovou energetickou náročnost** pro různé varianty řešení:

- Referenční stávající stav ⇔ 130-260 kWh/m².rok
- Standardní praxe ⇔ 60-120 kWh/m².rok
- TOP varianta (maximální zateplení a rekuperace tepla) ⇔ 50-90 kWh/m².rok
- TOP + TČElo varianta (výměna zdroje za tepelné čerpadlo) ⇔ 20-40 kWh/m².rok

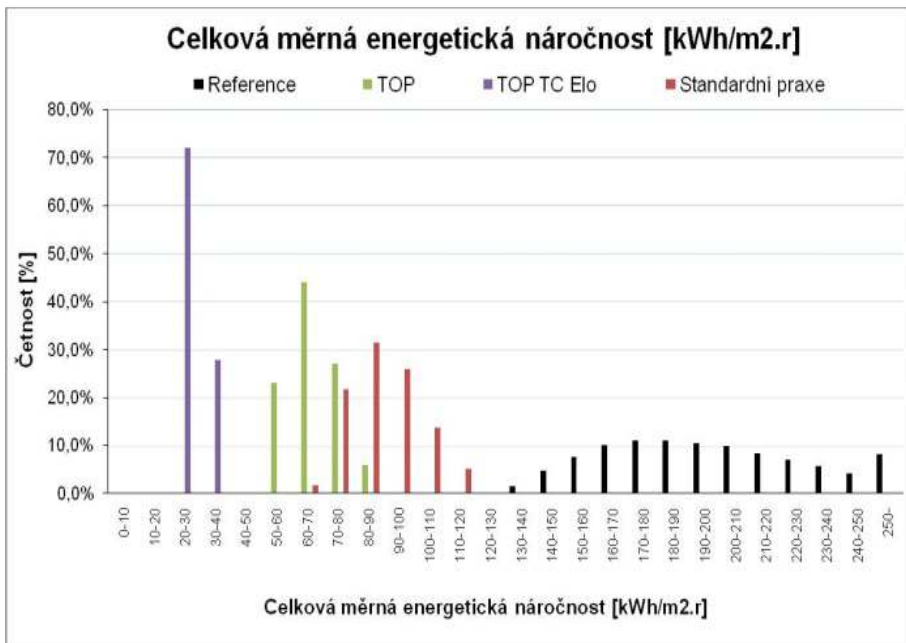
4.2. Ekonomika typických instalací:

Jak ukazuje Tab. 1 a Obr. 5, investiční náklady typických instalací jsou poněkud vyšší, než je tomu u běžné praxe. Investice do rekonstrukce ve variantě TOP je o cca 50% resp. 67% vyšší oproti standardní variantě. Obvyklé provozní náklady jsou však nižší, viz Obr. 6. Kritérium návratnosti nedává u dlouhodobých investic příliš smysl, nicméně prostá návratnost je srovnatelná se standardní praxí. Minimální cena energie je obvykle nižší než srovnatelné ceny typické pro zásobování teplem z CZT ve zkoumaných lokalitách (www.eru.cz)⁵.



Obr. 5: Měrná potřeba tepla na vytápění u panelových domů podle TNI a PHPP pro různé varianty řešení. (Eko-WATT)

⁵ Kol. autorů (2011) VYHODNOCENÍ CEN TEPELNÉ ENERGIE k 1. lednu 2011. [online] Jihlava: Energetický regulační úřad – sekce regulace odbor teplařství. Dostupné z www.eru.cz.



Obr. 6: Celková měrná energetická náročnost u panelových domů pro různé varianty řešení. (EkoWATT).

5. Metodika stanovení potenciálu úspor v rezidenčním sektoru

U rezidenčních budov existují relativně přesná data o počtu bytů a poměrně věrohodné předpoklady pro odhady jejich energetické náročnosti.

Pro panelové i bytové a rodinné domy jsou uvažovány typické celkové potřeby tepla na vytápění a TV podle jednotlivých let výstavby. U panelových i bytových domů je uvažována rekonstrukce do nízkoenergetického až pasivního standardu, uvažuje se tedy i rekuperace tepla. U rodinných domů se uvažuje dosažení pouze doporučených hodnot, rekuperace tepla nedává smysl s ohledem na její nízkou účinnost, uvažuje se však spotřeba energie na nucené větrání.

Pro odhad potenciálu u panelových domů se uvažuje, že přibližně 50 % je již nějakým způsobem zrekonstruováno, a tudíž další rekonstrukce je velmi málo pravděpodobná. Potenciál je tedy cca 50 % budov. U ostatních bytových domů se uvažuje, že rekonstrukce proběhla na cca pouze 10 % objektů, potenciál je tedy cca 90 % budov. Potenciál u rodinných domů je odhadnut na 90 % budov, protože rekonstrukce se předpokládá u 10 %.

Potenciál energetických úspor je stanoven výsledků výše uvedené výzkumu. Odborný odhad předpokládá, že u budov kde je to možné a pravděpodobné, bude rekonstrukce probíhat do pasivního standardu, u ostatních budov do standardu nižšího. Tabulka 5 uvádí celkový přehled.

5.1. Zdroje dat

Jako zdrojová byla převážně použita data z ČSÚ, kde je rezidenční sektor budov alespoň trochu zdokumentován. Potřebné údaje je však potřeba z registrů doslova „vydolat“ a složit dohromady tak, aby dávala smysl. Dále jsou využita interní nebo publikovaná data ze studií EkoWATTu.

Z tabulek lze porovnáním s celkovým součtem za ČR například velmi spolehlivě získat údaje o počtu bytů v panelových domech, viz Tabulka 2. Zatímco údaje o materiálu nosných zdí není možné složit s údaji o počtech bytů, který je pro stanovení spotřeb klíčový, viz Tabulka 4.

Obydlené byty ČR, Ústecký kraj k 26.3.2011		ČR	ČR	Ústecký kraj	Ústecký kraj	
		(ks)	(%)	(ks)	(%)	
Obydlené byty celkem		3894210	100,00	308398	100,00	
z toho převládající způsob vytápění		ústřední	2805313	72,04	227014	73,61
	etážové (s kotlem v bytě)	526562	13,52	40923	13,27	
	kamna	432390	11,10	29037	9,42	
z toho energie používaná k vytápění		z kotelny mimo dům	1269875	32,61	138260	44,83
	uhlí, koks, uhelné brikety	345991	8,88	28372	9,20	
	plyn	1468488	37,71	85776	27,81	
	elektrina	284175	7,30	20077	6,51	
	dřevo	293660	7,54	13900	4,51	
z toho plyn zaveden do bytu		2574290	66,11	209422	67,91	

Tab. 2: Obydlené byty podle převládajícího způsobu vytápění, energie používané k vytápění a vybavenosti plynem podle krajů, výsledky podle trvalého bydliště. (ČSÚ)

Obydlené domy celkem		z toho podle materiálu nosných zdí		
		kámen, cihly, tvárnice	stěnové panely	nepálené cihly
ČR celkem k 26. 3. 2011	1800075	1565331	82088	27594
v tom:				
Ústecký kraj	115679	95493	9626	465

Tab. 3: Obydlené domy podle materiálu nosných zdí a podle krajů, definitivní výsledky podle obvyklého pobytu. (ČSÚ)

Stav k 1.3. 2001		Česká republika	Ústecký kraj
		(ks)	(ks)
Trvale obydlené domy		1630705	105241
z toho podle materiálu zdí	stěnové panely	79867	9589
	cihly, tvárnice cihlové bloky	991081	42375
Trvale obydlené rodinné domy		1406806	82466
z toho podle materiálu zdí	stěnové panely	12654	954
	cihly, tvárnice cihlové bloky	875069	33988
Trvale obydlené bytové domy		195270	20482
z toho podle materiálu zdí	stěnové panely	65498	8490
	cihly, tvárnice cihlové bloky	102847	7653

Tab. 4: Obydlené domy podle materiálu nosných zdí a druhu domu. (ČSÚ)

Pozn.: Podbarvená polička v tabulkách uvádí podstatné údaje použité v úvahách

5.2. Stanovení potenciálů

Ústecký kraj, Data do 2001, pak extrapolace do 2011	Rok výstavby	Počty bytů	Průměr na velikost bytu	Průměrný počet osob v HD	Potřeba tepla na vytápění	Potřeba tepla na vytápění po zateplení	TV před rekonstrukcí	TV po rekonstrukci	Spotřeba elektřiny na rekuperaci či nucené větrání	Celková potřeba energie před rekonstrukcí	Celková potřeba energie po rekonstrukci	Budovy s potenciálem úspor	Potenciál energetických úspor	Potenciál energetických úspor	
		(ks)	(m2)	(os)	(kWh/ m².rok)	(kWh/ m².rok)	(kWh/os .den)	(kWh/os .den)	(kWh)	(MWh/rok)	(MWh/rok)	(%)	(MWh/rok)	(GJ/rok)	
Obydlené byty v rodin. domech		101 343											603 801	2 173 684	
z toho podle období výstavby		-1919	27 084	96,3	2,46	260	70	2,5	2,5	500	738 926	256 912	10%	48 201	173 525
	1920-1945	27 576	96,3	2,46	216	55	2,5	2,5	500	635 504	221 746	50%	206 879	744 765	
	1946-1970	8 888	96,3	2,46	300	72	2,5	2,5	500	276 726	86 021	90%	171 634	617 883	
	1971-1980	11 636	96,3	2,46	147	50	2,5	2,5	500	190 840	87 965	90%	92 588	333 315	
	1981-1990	9 981	96,3	2,46	147	50	2,5	2,5	500	163 697	75 454	90%	79 419	285 907	
	1991-2001	9 625	96,3	2,46	110	50	2,5	2,5	500	123 563	72 763	10%	5 080	18 288	
(doplněné)	2002-2011	6 553	96,3	2,46	70	58	2,5	2,5	500	58 884	54 587	0%	0	0	
Obydlené byty v bytov. domech		224 096											633 419	2 280 308	
z toho podle období výstavby		-1919	14 411	49,7	2,26	150	30	5	3	500	166 872	88 130	90%	70 868	255 123
	1920-1945	13 371	49,7	2,26	130	30	5	3	500	141 539	81 770	90%	53 792	193 650	
	1946-1970	67 901	49,7	2,26	160	30	5	3	500	820 006	415 249	50%	202 379	728 564	
	1971-1980	62 559	49,7	2,26	160	30	5	3	500	755 494	382 580	50%	186 457	671 246	
	1981-1990	52 912	49,7	2,26	130	30	5	3	500	560 100	323 583	50%	118 258	425 730	
	1991-2001	9 591	49,7	2,26	75	30	5	3	500	75 309	58 654	100%	1 665	5 996	
(doplněné)	2002-2011	3 351	49,7	2,26	75	30	5	3	500	26 312	20 493	0%	0	0	
Celkem		325 439											1 237 220	4 453 992	

Tab. 5: Odhad potenciálů energetických úspor v bytových a rodinných domech. (EKOWATT)

6. Shrnutí a závěry

6.1. Pasivní přestavba panelových domů

Principy pasivní či nízkoenergetické rekonstrukce panelových domů jsou v podstatě velmi jednoduché, jak ostatně přehledně shrnuje Tab. 1. Jsou to: Kvalitní zateplení (alespoň 20 cm tepelné izolace), kvalitní okna (s trojsklem) a kvalitní řízené větrání (s rekuperací tepla). Úzkým hrdlem pro uvedení do praxe se však jeví spíše právní forma vlastníků nemovitostí. Rozhodovací možnosti společenství vlastníků (SVJ) se například oproti bytovým družstvům jeví jako značně nepružné a omezené.

6.2. Možnosti využití energetických úspor v Ústeckém kraji

Možnosti ekonomicky realizovatelného snížení spotřeby v bytových domech v Ústeckém kraji dosahují 2 280 308 GJ/rok a u rodinných domů 2 173 684 GJ/rok. Při současné průměrné spotřebě tepla na vytápění 40 GJ/rok na bytovou jednotku a 65 GJ/rok na průměrný rodinný dům odpovídá tento potenciál spotřebě téměř 60 tisíců průměrných domácností a 33 tisíc rodinných domů.

Úspory energie v rodinných a bytových domech předpokládají realizaci úspor formou komplexní rekonstrukce v obou kategoriích. Zvyšování energetické účinnosti u rodinných domků je předpokládáno v pozvolnějším tempu než u bytových domů.

Potenciál energetických úspor je v rezidenčním sektoru relativně značný. Minimální cena energie pro komplexní rekonstrukci vychází na cca 450 – 460 Kč/GJ bez DPH. Průměrná cena tepla v Ústeckém kraji je více než 500 Kč/GJ včetně DPH. To znamená, že ceny jsou přibližně srovnatelné. Časem je tedy vysoce pravděpodobné, že se i s ohledem na nutnost postupné rekonstrukce rezidenčního sektoru tato opatření začnou více prosazovat. Je tedy vhodné je podporovat.

7. Literatura

- (1) Macholda, F. a kol. (2010) *Komplexní rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu*. Výzkumný projekt VAV-SP-3g5-221-07. MŽP, Praha. Dostupné též [online] z http://www.ekowatt.cz/library/dokumenty/Abstrakt_KD10_20_12_2010_JA.pdf
- (2) Beranovský, J. Srdečný, K., Vogel, P., Macholda, F. a kol. (2011) *Pasivní panelák? A to myslíte vážně?* 1. vyd. Praha: EkoWATT. ISBN 978-80-87333-07-05.

- (3) Beranovský, J., Truxa, J., Srdečný, K. (2012) *Možnosti využití energetických úspor a obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji*. Studie pro Aliance pro energetickou soběstačnost o. s., Kolín.

Lehké obvodové pláště při energetické sanaci budov

Jan Tywoniak, Michal Bureš, Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tywoniak@fsv.cvut.cz

1. Úvodem

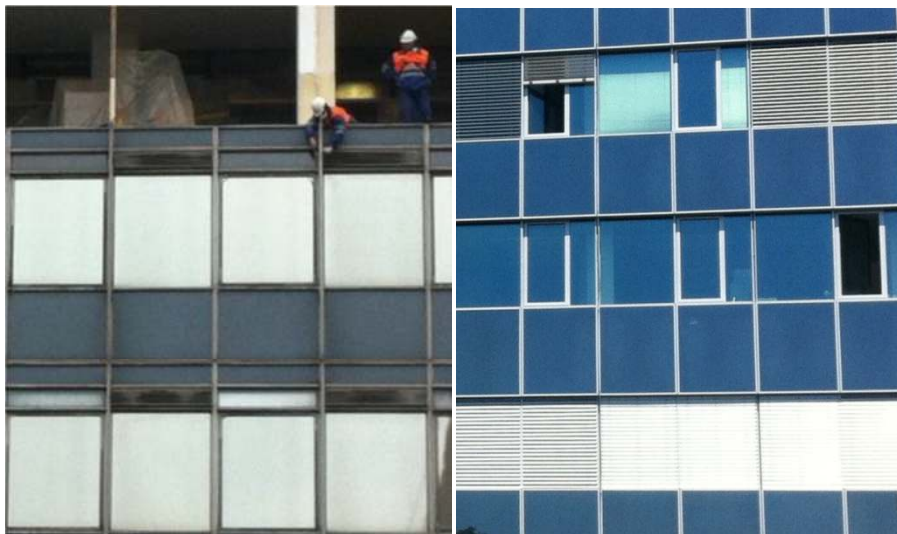
Od šedesátých let dvacátého století bylo velké množství nebytových budov (školských, zdravotnických, administrativních) realizováno s lehkými obvodovými pláštěmi (LOP). Lze je charakterizovat jako nenosné roštové nebo panelové konstrukce upevňované zpravidla ke stropní konstrukci skeletové stavby. V českých a slovenských podmínkách jsou nejčastější tzv. Boletické panely (výrobce Kovona Boletice [1]). Ve své době nepochybně progresivní řešení se – jak se později ukázalo nejen v Československu – vyznačovala řadou nedostatků, mezi které velmi často patří přehřívání interiérů, velká spotřeba energie na vytápění, použití materiálů obsahujících azbest. V mnoha případech již došlo nebo dochází k výměně těchto pláštů, značné množství jich na to čeká. Příspěvek komentuje výměnu LOP patnáctipodlažní budovy Fakulty stavební ČVUT v Praze z pohledu stavebně-energetického. Současně informuje o vývoji systémového řešení LOP s převážným využitím materiálů na bázi dřeva, který může nabídnout různorodá alternativní řešení.

2. Výměna lehkého obvodového pláště

Na budově uvedené do provozu v roce 1971 proběhla v roce 2013 výměna LOP. Jihozápadní strana obsahuje převážně kanceláře, severovýchodní strana převážně výukové prostory. Nové řešení zdvojnásobilo šířku osazovaných elementů (z původních 1,5 x 3,6 na 3,0 x 3,6 m). Zmenšila se velikost otevíravých částí oken (otvíravé podle svíslé osy a výklopné). Na jihozápadní straně je součástí elementů vnější žaluzie s motorovým ovládním (*obr.1,2*). Základní porovnání vlastností původního LOP a nového řešení je v *tab.1*.

Obecně platí, že zásadní změna kvality obvodového pláště vyvolá nutnost změn ve vytápění a větrání budovy, jinak nebude ani kvalita vnitřního prostředí ani energetická náročnost optimální. Nově je třeba vyhodnotit i riziko přehřívání budovy v přechodném a letním období. V *tab.2* jsou uvedeny výsledky orientačního výpočtu tepelné ztráty a tepelných zisků pro vybrané podlaží budovy v otopném období. Výsledky takového výpočtu jsou vždy zatíženy nejistotou spojenou s velmi proměnlivým obsazením budovy sloužící vysokoškolskému vzdělání, s odhadem tepelných zisků od kancelářského vybavení i odhadem objemu větrací-

ho vzduchu, pokud se větrá pouze okny. Problémem může být i odlišnosti skutečných izolačních vlastností od uváděných výpočtových hodnot. Je také patrné, že i v období s velmi nízkými teplotami venkovního vzduchu tvoří tepelné zisky od osob a vybavení v denní době významnou položku. Pasivní solární zisky naproti tomu jsou v tomto období celkově malé. Kromě relativně malé intenzity slunečního záření je to ovlivněno volbou zasklení a pohyblivých stínících prostředků, které jsou oprávněně navrženy tak, aby přednostně řešily riziko přehřívání budovy.



Obr. 1 vlevo: původní lehký obvodový plášť při demontáži (březen 2013), vpravo: nový obvodový plášť (červenec 2013). Patrné jsou venkovní i vnitřní žaluzie a odlišné otevírání oken.

3. Bilance tepelných ztrát a zisků

Pro výše uvedenou budovu byly orientačně stanoveny tepelné ztráty a tepelné zisky pro původní a nový stav, v několika modelových provozních situacích užívání budovy. Přehled pro jedno podlaží je v *tab. 2*. *Tab. 3* ukazuje pro ilustraci teoretickou teplotu venkovního vzduchu, od které výše není potřeba užívat konvenčního vytápění. Vzhledem ke značnému podílu tepelných zisků je při velkém obsazení budovy taková teplota (až překvapivě) nízká. Ve skutečnosti by se projevil další zde neuvažované tepelné ztráty, návaznosti na další podlaží budovy, vliv přerušovaného provozu budovy, vliv akumulace tepla konstrukcemi atd. Pochopitelně platí, že při využití nuceného větrání se zpětným získáváním tepla je situace

příznivější. Další zlepšení situace může znamenat využití odpadního tepla z místnosti ve středním traktu budovy, kde je umístěn počítačový server (10 kW).

Zajímavý může být i o něco detailnější pohled na vztah tepelných ztrát a zisků od osob a kancelářské techniky v malé kanceláři a malé učebně (obr. 2 a 3). Vzhledem k výrazné redukci prostupu tepla obvodovou stěnou, jsou ztráty dominantně ovlivněny větráním. V případě větrání neupravovaným vzduchem, by ztráta větráním v malé kanceláři obsazené jednou osobou tvořila 52 % ztráty místnosti, při využití rekuperace by to bylo 25 %. U plně obsazené malé učebny (20 osob) by obdobně ztráta větráním tvořila 88 % ztráty místnosti, při rekuperaci 67 %.

Tab. 1 Základní porovnání lehkého obvodového pláště budovy A – původní a nový stav

		Popis	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]
Původní (panel 1,5 x 3,6 m)	Neprůsvitná část (přibližně 42%)	Skladba (z vnitřní strany): [1] dřevotřísková deska – polystyren 6 cm – desky Lignát - vzduchová dutina – sklo	0,6
	Průsvitná část (přibližně 58%)	Dvojsklo v kovovém rámu, dodatečně opatřeno tmavou folií z interiérové strany	4,0
	Průměrná hodnota (odhad)	Odborný odhad s uvážením tepelných mostů a vazeb	nejméně 3,0
		Žaluzie mezi skly (otevíravá okna), žaluzie na vnitřní straně (pevné zasklení); Netěsnosti ve funkční spáře, azbestová vlákna	
Nový panel (3,0 x 3,6 m) [2]	Neprůsvitná část JZ: 48 % SV: 37 %	Skladba z vnitřní strany (JZ): plech pozink. 1 mm minerální vlákna 140 mm extrudovaný polystyrén 50 mm uzavřená vzduch.dutina 7 mm plech hliníkový 2 mm (+větraná dutina + smalt.sklo)	0,19

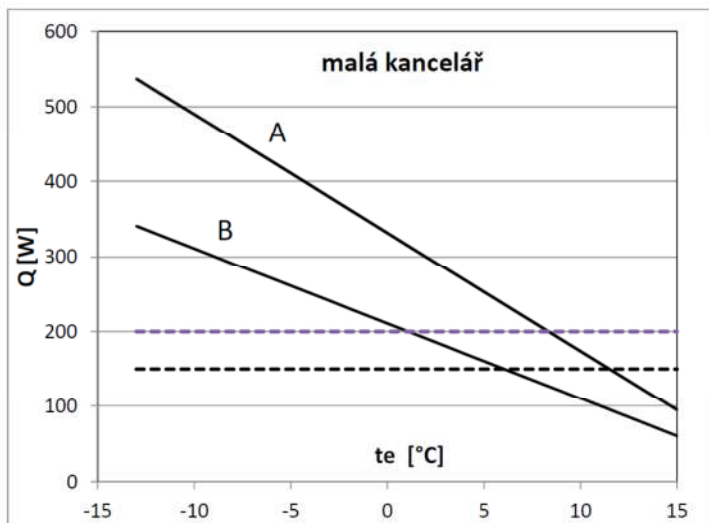
Průsvitná část JZ: 52 % SV: 63 %	Tepelně-izolační trojsklo s izolačním rámečkem	JZ: U_g 0,5 SV: U_g 0,6
Průměrná hodnota s vlivem tepelných vazeb		JZ: U_{mean} 0,68 SV: U_{mean} 0,87
	JZ: integrované řízení venkovní žaluzie s centrálním a lokálním ovládáním + vnitřní žaluzie SV: vnitřní žaluzie Dodatečná interiérová předstěna ve výši parapetu	

Tab. 2 Přehled tepelných ztrát a zisků – orientační výpočet pro jedno podlaží

	Původní stav		Nový stav (2013)	Rozdíl [%]
	1)	2)		
Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	1364		360	-74
Měrná tepelná ztráta větráním H_v [W/K] při pobytu 120 osob ³⁾	550		550	0
Celková měrná tepelná ztráta H [W/K]	1914		910	- 53
Ztrátový tepelný výkon za zimních výpočtových podmínek (-13 °C) kW]	65,1		30,9	- 53
Odhadovaný tepelný zisk od osob a kancelářského vybavení [kW] (120 osob, z toho 30 zaměstnanců)	14		14	0
<p>¹⁾ Nejsou zohledněny změny na LOP v průběhu užívání budovy (zaslepení nadsvětlíků na JZ straně doplněné o větrací klapky, netěsnost okenních křidel apod.) Skutečná situace před rekonstrukcí může být horší.</p> <p>²⁾ Započteno doplnění tepelně-izolačního systému na monolitických částech štítových stěn provedené v devadesátých letech 20. stol.</p> <p>³⁾ Předpoklad větrání čerstvým vzduchem s intenzitou 25 m³/h na osobu</p>				

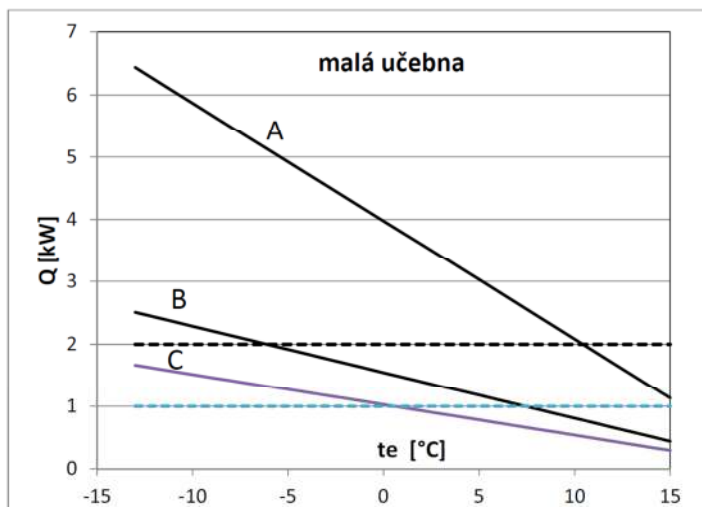
Tab. 3 Vybrané teoretické okamžité provozní situace a orientační teplota venkovního vzduchu pro ukončení vytápění

Provozní situace	Počet osob na podlaží	Intenzita větrání [m ³ /(h.os)]	Nejnižší teplota venkovního vzduchu pro nevyužití otopné soustavy [°C]		
			Bez rekuperace tepla z větracího vzduchu	Účinnost rekuperace 70 % (v závorce: využití odpadního tepla serverů)	
původní stav	120	25	--	X	
původní stav	120	12,5 ¹⁾	--	X	
nový stav	A	120	25	+6	-6 (-13)
	B	120	12,5 ¹⁾	-1	X
	C	60	25	+10	+5 (-8)
	D	60	12,5 ¹⁾	+6	X
	E	30	25	--	+12 (-3)
	F	0	0	--	-- (+4)
¹⁾ Odhad pro nedostatečné přirozené větrání. Ve skutečnosti je často i nižší na úkor kvality prostředí.					



Obr. 2 Tepelné ztráty a tepelné zisky v malé kanceláři – modelová situace. Kancelář je obsazena jednou osobou, větrání $25 \text{ m}^3/(\text{h.os})$.

A větrání čerstvým vzduchem, **B** větrání s rekuperací. Čárkované čáry: očekávané hodnoty vnitřních tepelných zisků (metabolické teplo + kancelářská technika, spodní a horní odhad)



Obr. 3 Tepelné ztráty a tepelné zisky v malé učebně – modelová situace.

A 20 osob, větrání $25 \text{ m}^3/(\text{h.os})$, **B** 20 osob, větrání s rekuperací, **C** 10 osob, větrání s rekuperací. Čárkované čáry: očekávané hodnoty vnitřních tepelných zisků pro 20, respektive 10 osob.

4. Vývoj nového LOP

V rámci projektu Pre-seed06 [3,4] bylo navrženo systémové řešení lehkého obvodového pláště panelového typu (*obr.4*) s přednostním využitím dřevěných prvků a prvků na bázi dřeva, který může - s určitými omezeními danými požárními předpisy - sloužit jako alternativní řešení. Nový panel je koncipován tak, aby umožňoval snadnou montáž s možností rektifikací. Kotvení do stropní desky je umístěno v úrovni spodní části okenního parapetu. Na panelu mohou být použity různorodé doplňkové prvky. Jeho součástí mohou být integrované venkovní žaluzie a lokální podparapetní větrací jednotka se zpětným získáváním tepla.

Neprůsvitná část může být ve formě větrané fasády osazena aktivními solárními prvky (přednostně fotovoltaickými panely), dřevěnou podpůrnou konstrukcí pro pnoucí zeleň nebo tradičními obkladovými materiály (sklo, vláknocementové desky, dřevo). Izolační kvalita může být dále zvyšována použitím materiálů nové generace (vakuové izolace, aerogely), které mohou být s výhodou umístěny do chráněné polohy již ve výrobě bez rizika poškození při stavební činnosti.

Základní konstrukční modul pláště bude v typickém případě doplněn instalační předstěnou z interiérové strany. Zde mohou být vedeny rozvody (slaboproud, silnoproud, propojení FV panelů, vytápění), integrována otopná tělesa a umístěny ovládací prvky (žaluzie, vytápění, větrání).

5. Závěrem

Ukazuje se, že nový lehký plášť může přinést zcela odlišné poměry tepelných ztrát a zisků a ovlivnit celkové chování budovy. Řešení větrání je klíčové jak pro zajištění kvality vnitřního prostředí, tak pro energetickou bilanci u budov s velkou obsazeností, jako jsou školy. Pasivní solární zisky v otopném období hrají zanedbatelnou roli. V popsané výškové budově se připravuje pokusná instalace centrálního systému nuceného větrání s rekuperací ve vybraném podlaží. Měla by využít i odpadního tepla počítačových serverů umístěných ve středním traktu. Bude zajímavé dlouhodobě sledovat chování změněné budovy ve skutečném provozu.

Navržený lehký obvodový plášť na bázi dřeva bude ověřován v laboratořích Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze [4]. Jedná se zejména o zkoušky vzduchotěsnosti, zkoušky prostupu tepla a vlhkostního chování. Po jednotlivých zkouškách doprovázených stavebně-fyzikálními simulačními výpočty bude charakteristický výsek pláště umístěn do fasádního testovacího pole k dlouhodobému sledování.

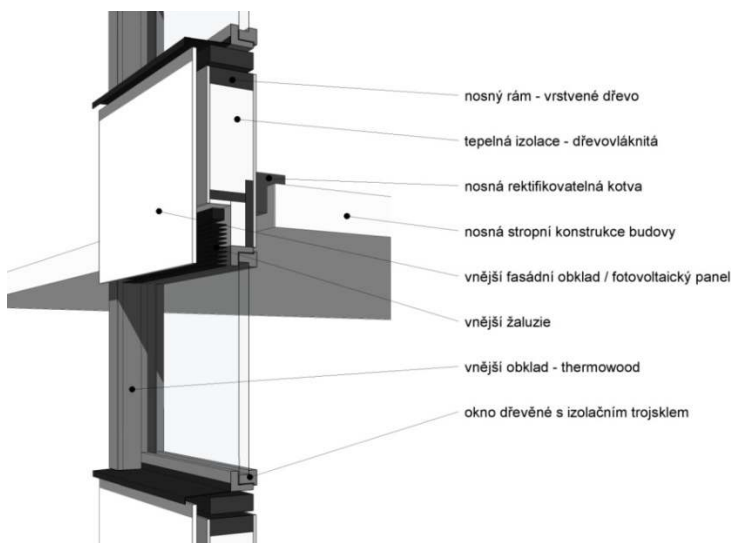
Je jistě žádoucí, aby se rozšířily možnosti variant náhrad dosloužilých LOP za nová, různorodá řešení s velmi nízkým prostupem tepla, odpovídající požadavkům pro pasivní budovy, s možností korektní integrace aktivních prvků. Řešení je vhodné i pro novostavby.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory Evropské unie, projektu OP VaVpl č.CZ.1.05/3.1.00/13.0283 – Inteligentní budovy

6. Literatura

- (1) Bloudek, K., Tywoniak, J.: Tepelné mosty v lehkých obvodových pláštích občanských budov. In: Pozemní stavby, 5/1982
- (2) projekční podklady Skanska, divize LOP
- (3) UCEEB: Lehký obvodový plášť panelového typu na bázi dřeva. Přihláška užitného vzoru, Úřad průmyslového vlastnictví, září 2013
- (4) <http://www.uceeb.cz>



Obr. 4 Schéma lehkého obvodového pláště panelového typu na bázi dřeva

Leichte nichttragende Wände bei der energetischen Sanierung der Gebäude

Jan Tywoniak, Michal Bureš, Fakultät für Bauwesen, Tschechische Technische Universität in Prag, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tywoniak@fsv.cvut.cz

Seit sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts wurden viele Nichtwohnbauten mit leichten nichttragenden Wänden (*curtain walling*) durchgeführt. Es geht um Raster oder Paneele, die üblicherweise zur Deckenkonstruktion befestigt sind. In der Tschechoslowakei handelte sich mehrheitlich um sog. Boletice-Paneelen (Hersteller Kovona Boletice). Damals als progressive Lösung klassifiziert, später auch als problematisch erkannt. Als Hauptmängel könnten Überhitzung, Energieverschwendung und Asbestfaser genannt werden. In den letzten Jahren wurden viele solche Fassaden bereits ersetzt, es sind jedoch noch viele auf der Warteliste, u. A. bei der Schulbauten. Hier ist der Wunsch nach gesundem Innenklima und niedrigen Betriebskosten natürlich sehr hoch.

Der Beitrag kommentiert Ersatz leichter Fassade am Gebäude A der Fakultät für Bauwesen, TU Prag (im Betrieb seit 1971). Im Vergleich zur Originalfassade sinkt der U-Wert auf ein Viertel, Gesamtwärmeverlust auf etwa die Hälfte. Die Verhältnisse Wärmegewinne/Wärmeverluste haben sich dramatisch geändert. Lüftung ist von entscheidender Bedeutung in der Energiebilanz. Alle Berechnungen sind mit gewähltem Schema der Gebäudenutzung (sehr schwankend gemäss Lehrbetriebes) stark beeinflusst. Als Experiment sollte mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung auf einem Geschoss installiert werden, wo noch die Abwärme aus Serverraum genutzt werden könnte.

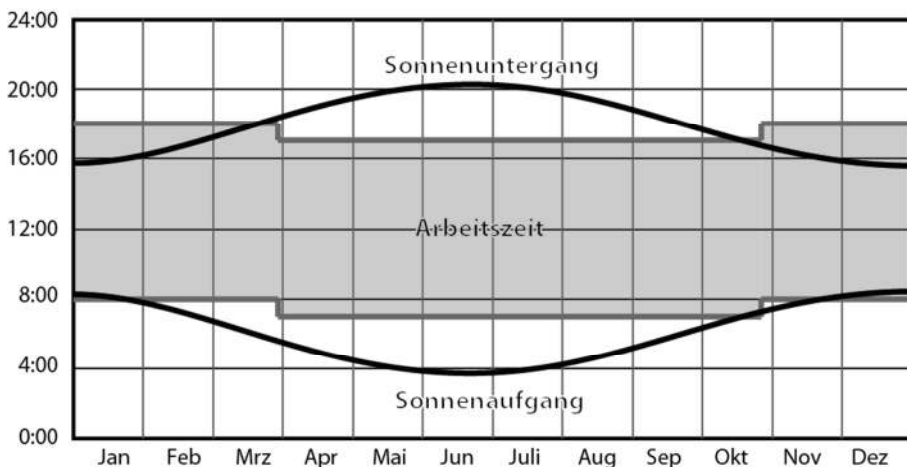
Im zweiten Teil des Beitrages wird über eine neue Entwicklung im Bereich leichter Elementfassaden berichtet. Im Gegensatz zu üblichen Lösungen mit Stahl und Aluminium handelt es sich um ein System auf Holzbasis. Es werden verschiedene Varianten der äusseren Oberflächen angeboten, inklusive PV-Integration, Holz- oder Faserplattenverkleidung, Bepflanzung. Das Prototyp wird im Forschungszentrum der TU Prag (*University Center for Energy Efficient Buildings, UCEEB*, z. Z. noch im Bau) ausführlich getestet. Die progressiven Wärmedämmungen (Vakuumdämmung, Aerogel, u. Ä.) und Verglasungen neuer Generation sollten dabei auch mitberücksichtigt werden.

Vliv rekonstrukčních opatření na příspěvek denního světla

Matthias Werner, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen
Technikerstraße 13 A-6020 Innsbruck

1. Úvod

Opatření vycházející ze stavební fyziky se mohou částečně projevit přímo na denním osvětlení budovy. Optimalizované světlo nabízí mnoho pozitivních vlastností, které je třeba při modernizaci budovy zohlednit. Světlo má mimo jiné přímý vliv na mentální výkonnost a vizuální vnímání uživatele budovy [Ba 1999]. Světlo rovněž reguluje fyzické procesy, jako je například hormonální sekrece, a také představuje přirozený kardiostimulátor na cirkadiánní rytmus člověka [Ruger 2006]. Při trvale nízkých hodnotách svítivosti však také může dojít k depresivním symptomům. Kromě psychofyzilogických účinků přináší optimalizované denní světlo také energetické výhody. Tak například lze dosáhnout úspor elektrické energie, pokud budou doby umělého světla zkráceny díky lepší autonomii denního světla.



Obrázek 1: Doby dostupnosti denního světla: západ slunce, pracovní doba, východ slunce

Zejména u nebytových budov lze dosáhnout velmi vysoké autonomie denního světla. Obrázek 1 porovnává konkrétní příklady doby využití administrativní budovy (8:00 – 18:00) s dobami dostupnosti denního světla. Při dobrému přístupu denního světla do budovy je

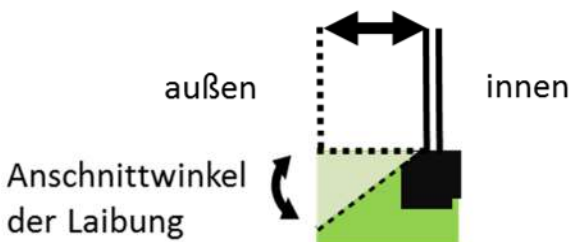
tedy možno pokrýt cca 85 % potřebné doby osvětlení (udržovací činitel, resp. osvětlenost $E = 500 \text{ lx}$) denním světlem a tím redukovat dobu provozu umělého světla [Boer 2006]. Proto je žádoucí usilovat o co nejlepší možný příspěvek denního světla. Pro stávajících budov jsou otvory pro prostup denního světla obvykle pevně dané a je možné je měnit jen nepatrně. Kromě toho mohou sanační opatření nabídku denního světla nepříznivě ovlivnit. Zde je třeba uvést především následující oblasti:

- Přídavné zastínění ostěním od vnější izolace
- Ztráty prostupem světla v důsledku modernizace zasklení (např.: z dvojitého na vícevrstevné zasklení)
- Stávající zástavba, jejíž architektonické řešení není možno nijak ovlivnit (např. situace vnitřních dvorů)

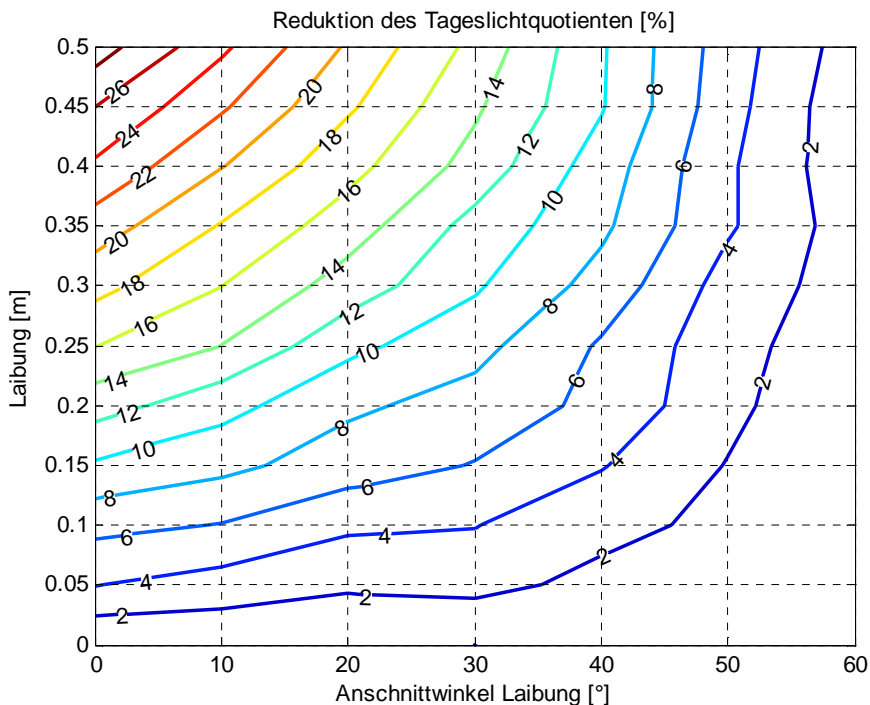
K prozkoumání těchto fotometrických problémů byla vyvinut automatizovaný výpočetní model. Za tímto účelem byl propojen matematický software Matlab s programem pro simulaci světla Radiance. Pomocí parametrizovaného modelu se vytvoří různé geometrické a materiálové vlastnosti a zkoumá se na nich působení denního světla [We1 2012]. Cílem je kromě systematické analýzy denního světla vyvinutí zjednodušeného nástroje pro projektování světla pro PHPP, které co nejpřesněji určí doplnění umělého osvětlení. Níže jsou uvedeny výsledky této parametrické studie, která zkoumá sanační opatření. Ty byly již částečně prezentovány na 48. pracovním semináři „Využití technologie pasivního domu při modernizaci nebytových budov“ [We2 2012]. Výňatky z této publikace jsou citovány v dalším textu.

2. Vliv přídavného zastínění ostěním (vnější izolace) na podíl denního osvětlení

V důsledku přidané vnější izolace vzniká dodatečné zastiňující ostění, které přináší redukcí příspěvku denního světla pro interiér. Jako protiopatření se často navrhuje seříznutí izolace (viz obrázek 2; ostění se směrem ven otevírá). Pomocí uvedené parametrické studie se určí skutečný dopad této přídavné stavební úpravy a úhlu seříznutí ostění na příspěvek denního světla při zatažené obloze (difuzní záření). Za tím účelem se zkoumá bod uprostřed šířky místnosti ve vzdálenosti 1,5 m od plochy zasklení na výškové úrovni pracovní roviny. Jako výstupní hodnota se použije procentuální snížení podílu denního osvětlení TQ/CK . Pro výpočet se použijí typické rozměry kanceláře (Šířka / délka / výška = 5/5/3 m, šířka okna / výška okna = 4,5/2 m (bez možnosti pádu), na odrazivosti stěna / strop / podlaha = 50/80/30 %). Výsledek parametrické studie je znázorněn vrstevnicemi (contour plot) na obrázku 3.

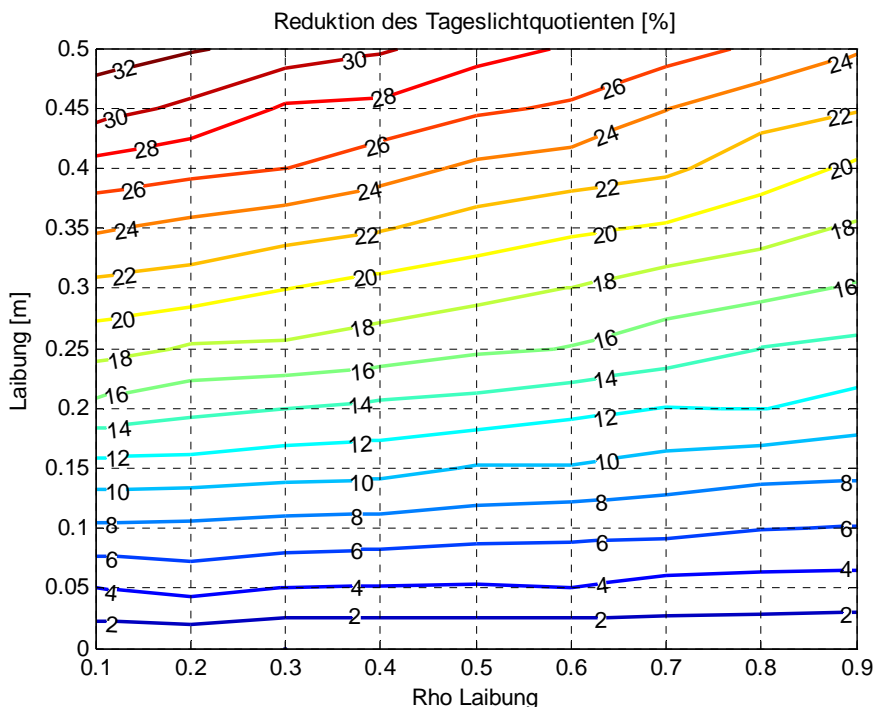


Obrázek 2: Náčrtek úhlu seříznutí ostění



Obrázek 3: Redukce podílů TQ v závislosti na tloušťce ostění a úhlu seříznutí ostění

Diagram ukazuje procentuální redukci podílu denního osvětlení. Tento podíl TQ se snižuje při úhlu seříznutí 0° (to odpovídá stavu zaizolovaného okenního rámu) pro zastiňující ostění 10 cm o cca 6 %. Pokud se úhel seříznutí zvětší, redukce se sníží.



Obrázek 4: Redukce podílu TQ závislá na tloušťce ostění a na odrazivosti ostění (Rho)

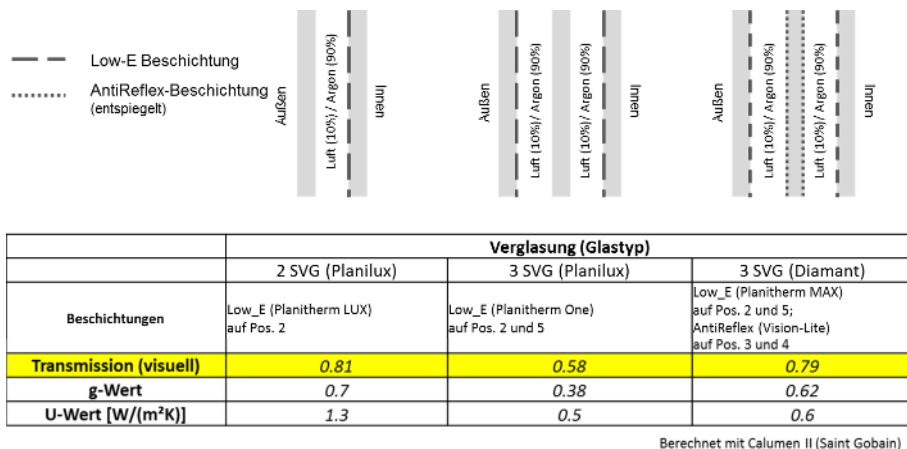
Částečná kompenzace fotometrických ztrát by tedy byla možná seříznutím izolace. Seříznutí ostění zevnitř nemá z fotometrického hlediska prakticky žádný měřitelný vliv na intenzitu osvětlení na pracovišti. Další způsob, jak zvýšit příspěvek denního světla, by mohlo představovat zvýšení odrazivosti ostění (Rho). V praxi se však ukazuje, že to je možné jen u hodně velikých tloušťek izolace a jen nepatrně. Obrázek 4 ukazuje příslušné souvislosti.

3. Vizualní prostup vícevrstevným zasklením

Aby se navíc zlepšila tepelná obálka budovy, bude stávající dvojitě zasklení nahrazeno vícevrstevným zasklením. Přidáním každého dalšího skla však vznikají ztráty světla prostupem, které jsou primárně způsobeny Fresnelovým odrazem na povrchu skla. Antireflexní skla (s antireflexní vrstvou) tento efekt redukují a zvyšují tím vizualní prostup zasklení. Vizualní prostup může rovněž ovlivnit povrchová úprava Low-E. Na trhu se nabízejí různé varianty povrchů Low-E, které mají různý vliv na prostup světla ve viditelném pásmu spektra. V důsledku různých povrchových úprav tak lze dosáhnout jak zasklení s protisluneční ochranou

tak i zasklení s vysokou g-hodnotou. Při nedostatku denního světla by se mělo použít zasklení s vysokým vizuálním prostupem.

Prostřednictvím opatření, jako jsou antireflexní vrstvy, lze také realizovat trojitě zasklení s hodnotou vizuálního prostupu, jaký má konvenční dvojité izolační zasklení ($T_{vis} = 0,8$). Na obrázku 5 jsou znázorněny konkrétní příklady různých variant zasklení. Na internetu jsou k dispozici různé programy, které počítají kompletní systémy zasklení s požadovanými vlastnostmi [Win 2010] [Calumen].

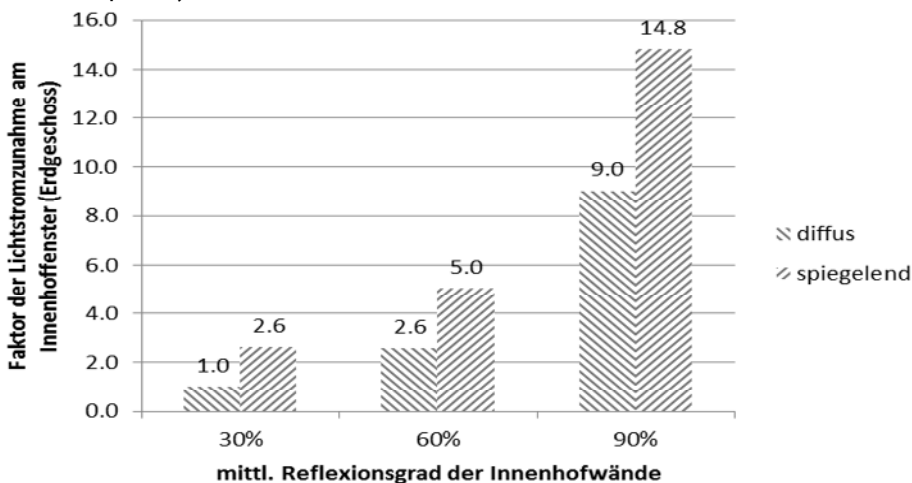


Obrázek 5: Prostup, g-hodnota a U-hodnota různých systémů zasklení (typu skel)

4. Zástavbová situace, evtl. vnitřní nádvoří

U rekonstrukčních úprav je architektonické řešení a uspořádání otvorů pro denní světlo do značné míry určeno předem. Především v oblastech v městských centrech jsou budovy často velmi intenzivně zastavěny nebo opatřeny vnitřními dvory. Zejména nízko položené místnosti jsou špatně osvětlovány přirozeným světlem. Zvýšením odrazivosti okolních ploch zástavby je však možno toto osvětlení výrazně zlepšit. Tuto možnost znázorňuje simulace příkladu vnitřního nádvoří o čtvercovém půdorysu pomocí programu pro simulaci světla Radiance, jehož hloubka činí 15 m a šířka 5 m. Takovým způsobem je možno zvýšit tok světla o 9násobek, pokud bude průměrná odrazivost zvýšena z 30 % na 90 % (viz obrázek 6). Bílé nátěry stěn vnitřního nádvoří takto mohou výrazně zvýšit příspěvek denního světla pro nízko položené prostory vnitřního dvora. Při použití odrazivých materiálů je možno tento příspěvek zvýšit ještě více. Kromě toho by podlaha vnitřního dvora měla být vždy provedena také

difuzně a s vysokou odrazivostí, aby dopadající denní světlo absorbovala a udržovala je v blízkosti podlahy vnitřního nádvoří.



Obrázek 6: Vliv odrazivosti stěn vnitřního nádvoří

5. Shrnutí

Při dobrém přístupu denního světla je možno doby zapínání umělého světla udržovat na velmi nízké úrovni. Rekonstrukce z tepelně technického hlediska však může redukovat autonomii denního světla. Pomocí odpovídajících opatření však lze tyto ztráty eliminovat nebo kompenzovat. Na jednu stranu tedy sice dostáváme díky vnější izolaci dodatečné zastíňující ostění a tím dochází k úbytku příspěvku denního světla, který však lze na druhou stranu redukovat seříznutím ostění v oblasti okna nebo vysokými hodnotami odrazivosti ostění. Použitím různých typů zasklení a povrchové úpravy je možno docílit různých vlastností zasklení. Tak je možno použít i vícevrstvá zasklení s vysokým prostupem, pokud se například použije antireflexní zasklení a povrchová úprava Low-E s vysokým prostupem ve vizuální oblasti. Rovněž je možno v případě intenzivní zástavby (např. u situací s vnitřním nádvořím) příspěvek denního světla výrazně zvýšit, pokud budou zastavěné plochy zhotoveny s vysokou odrazivostí.

6. Poděkování

Tento K-Projekt "K-Světlo" byl v rámci programu COMET (Competence Centers for Excellent Technologies) podporován Spolkovým ministerstvem dopravy, inovací a technologií (BMVIT), Spolkovým ministerstvem pro hospodářství, rodinu a mládež (BMWFJ) a spolkový-

mi zeměmi Vorarlberg, Tyrolsko a Burgenland. Program COMET řídí Rakouská společnost pro podporu výzkumu (FFG).

7. Literatura

- [Ba 1999] Bartenbach, Ch., Beleuchtung für Bildschirmarbeitsplätze, 5. Symp. Innovative Lichttechnik im Gebäude, OTTI Technologie Kolleg, Regensburg 1999
- [Boer 2006] Boer JD, Aydinli S, Cornelius W, et al. *Ein umfassendes Instrumentarium zur Ermittlung des Energiebedarfs für Beleuchtungszwecke*. 2006:1-27.
- [Calumen] Calumen II, Saint Gobain; Verfügbar unter <http://saint-gobain-glass.com/>
- [Rüger 2006] Rüger M, Gordijn MCM, Beersma DGM, de Vries B, Daan S. Time-of-day-dependent effects of bright light exposure on human psychophysiology: comparison of daytime and nighttime exposure. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. 2006
- [We1 2012] Werner, M., Pfluger, R., Feist, W., & Geisler-Moroder, D. (2012). TAGESLICHT-PARAMETERSTUDIE MIT HILFE EINER MATLAB-RADIANCE-KOPPLUNG. BauSim 2012. Berlin: BauSIM 2012.
- [We2 2012] Werner, M., Feist, W., & Pfluger, R. (2012). Möglichkeiten optimierter Tageslichtnutzung und Kunstlichtsysteme bei der Modernisierung von Nichtwohngebäuden. AK 48 „Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Modernisierung von Nichtwohngebäuden“. Darmstadt.
- [Win 2010] Lawrence Berkeley National Laboratory. THERM 6.3 / WINDOW 6.3 NFRC Simulation Manual. 2010; (October). Verfügbar unter: <http://windows.lbl.gov/software/window/window.html>.

Einfluss von Sanierungsmaßnahmen auf den Tageslichteintrag

Matthias Werner, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen
Technikerstraße 13 A-6020 Innsbruck

1. Einführung

Bauphysikalische Maßnahmen können sich zum Teil direkt auf die Tagesbelichtung eines Gebäudes auswirken. Optimiertes Licht bietet sehr viele positive Eigenschaften, die bei der Modernisierung eines Gebäudes berücksichtigt werden sollten. Unter anderem nimmt Licht direkt Einfluss auf die mentale Leistungsfähigkeit und visuelle Wahrnehmung der Gebäudebenutzer [Ba 1999]. Licht regelt ebenfalls physische Prozesse wie zum Beispiel die Hormonausschüttung und stellt zudem den natürlichen Taktgeber des circadianen Rhythmus des Menschen dar [Rüger 2006]. Bei dauerhaft zu geringen Lichtintensitäten kann es auch zu depressiven Erscheinungen kommen. Neben den psychophysiologischen Effekten bietet eine optimierte Tagesbeleuchtung auch energetische Vorteile. So wird z.B. elektrischer Strom eingespart, wenn die Kunstlichtzeiten aufgrund von verbesserter Tageslichtautonomie reduziert werden.

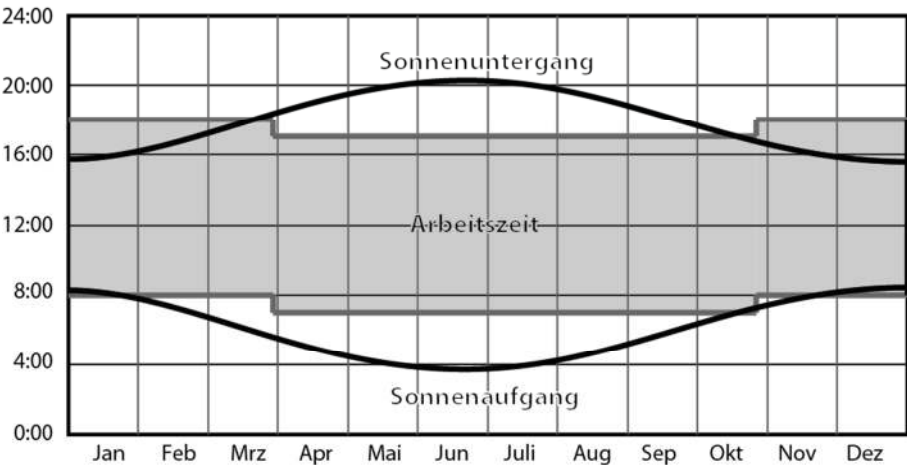


Abbildung 1: verfügbare Tageslichtzeiten

Gerade bei Nichtwohngebäuden lässt sich eine sehr hohe Tageslichtautonomie erzielen. Abbildung 1 vergleicht exemplarisch die Nutzungszeiten eines Verwaltungsgebäudes

(8:00 – 18:00 Uhr) mit der verfügbaren Tageslichtzeit. Bei einem guten Tageslichtzugang des Gebäudes können so ca. 85 % der erforderlichen Beleuchtungszeiten (Wartungswert der Beleuchtungsstärke $E = 500 \text{ lx}$) durch Tageslicht abgedeckt und die Kunstlichtbetriebszeiten somit reduziert werden [Boer 2006]. Deshalb ist eine möglichst gute Tageslichtversorgung anzustreben. Bei Bestandgebäuden sind die Tageslichtöffnungen zumeist festgelegt und können nur geringfügig verändert werden. Zudem können sich Sanierungsmaßnahmen negativ auf die Tageslichtversorgung auswirken. Hier sind primär folgende Bereiche zu nennen:

- Zusätzliche Verschattungslaibung durch Außendämmung
- Lichttransmissionsverluste durch Sanierung der Verglasungen (z.B.: von 2-Scheibenverglasung auf Mehrscheibenverglasung)
- Bestehende Verbauung, auf deren Architektur keinen Einfluss genommen werden kann (z.B. Innenhofsituationen)

Zur Untersuchung dieser lichttechnischen Problemstellungen wurde eine automatisierte Untersuchungsschleife entwickelt. Hierfür wurde die Mathematiksoftware Matlab und das Lichtsimulationsprogramm Radiance gekoppelt. Mittels eines parametrisierten Modelles werden die unterschiedlichsten Geometrie und Materialeigenschaften erzeugt und auf Tageslichteintrag untersucht [We1 2012]. Ziel ist neben der systematischen Tageslichtanalyse, die Entwicklung eines vereinfachten Lichtplanungstools für PHPP, welches möglichst exakt die Kunstlichtergänzung bestimmt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Parameterstudie, welche sich auf die Sanierungsmaßnahmen beziehen, gezeigt. Auf dem 48. Arbeitskreis „Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Modernisierung von Nichtwohngebäuden“ wurde dies zum Teil bereits vorgestellt [We2 2012]. Aus dieser Publikation wird auszugsweise zitiert.

2. Einfluss zusätzlicher Verschattungslaibung (Außendämmung) auf den Tageslichtquotienten

Aufgrund von zusätzlicher Außendämmung entsteht eine zusätzliche Verschattungslaibung mit der eine Reduktion des Tageslichteintrages für den Raum einhergeht. Als Gegenmaßnahme wird oft das Anschneiden der Dämmung vorgeschlagen (siehe Abbildung 2; Laibung öffnet sich nach außen hin). Mittels der genannten Parameterstudie wird der tatsächliche Einfluss dieser zusätzlichen Verbauung und des Anschnittwinkels der Laibung auf den Tageslichteintrag bei einer bedeckten Himmelssituation (diffuse Einstrahlung) bestimmt. Hierfür wird ein Punkt in der Mitte der Raumbreite mit einem Abstand von 1,5 m zur Verglasungs-

fläche auf Nutzebene untersucht. Als Ausgabewert wird die prozentuale Reduktion des Tageslichtquotienten TQ verwendet. Es werden typische Büroräume angesetzt (Breite/Länge/Höhe = 5/5/3 m, Fensterbreite/Fensterhöhe = 4,5/2 m (sturzfrei), Reflexionsgrad Wand/Decke/Boden = 50/80/30 %). Das Ergebnis der Parameterstudie wird in einem Kontur-Plot in Abbildung 3 dargestellt.

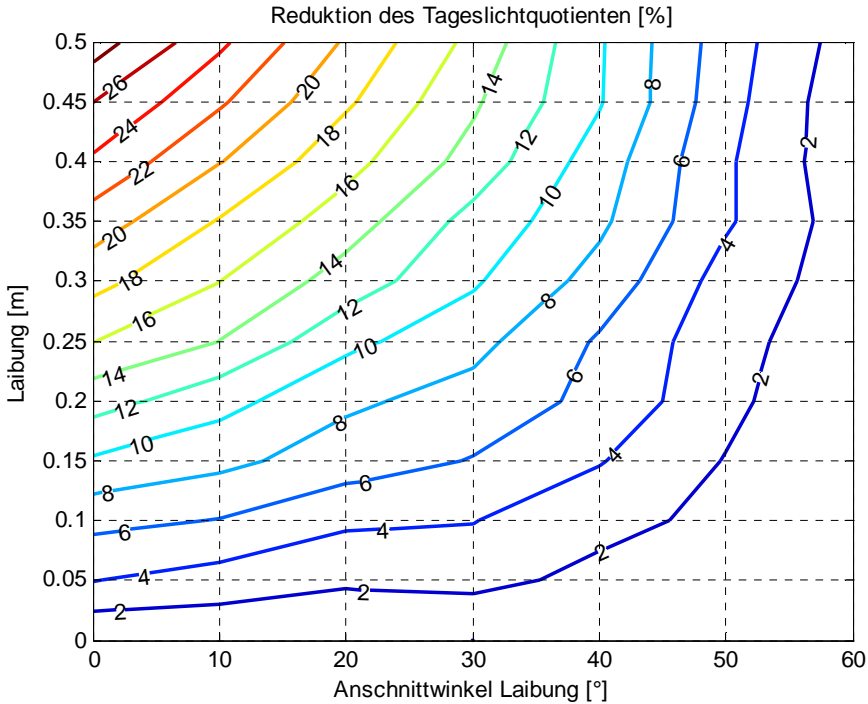


Abbildung 3: Reduktion des TQs abhängig von Laibungsstärke und Anchnittwinkel der Laibung

Das Diagramm zeigt die prozentuale Reduktion des Tageslichtquotienten. So verringert sich der TQ bei einem Anchnittwinkel von 0° (entspricht dem Zustand eines überdämmten Fensterrahmens) pro 10 cm Verschattungslaibung um ca. 6 %. Wird der Anchnittwinkel vergrößert nimmt die Reduktion ab.

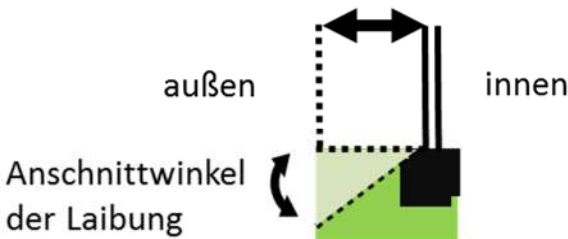


Abbildung 2: Skizze des Laibungs-anschnittes

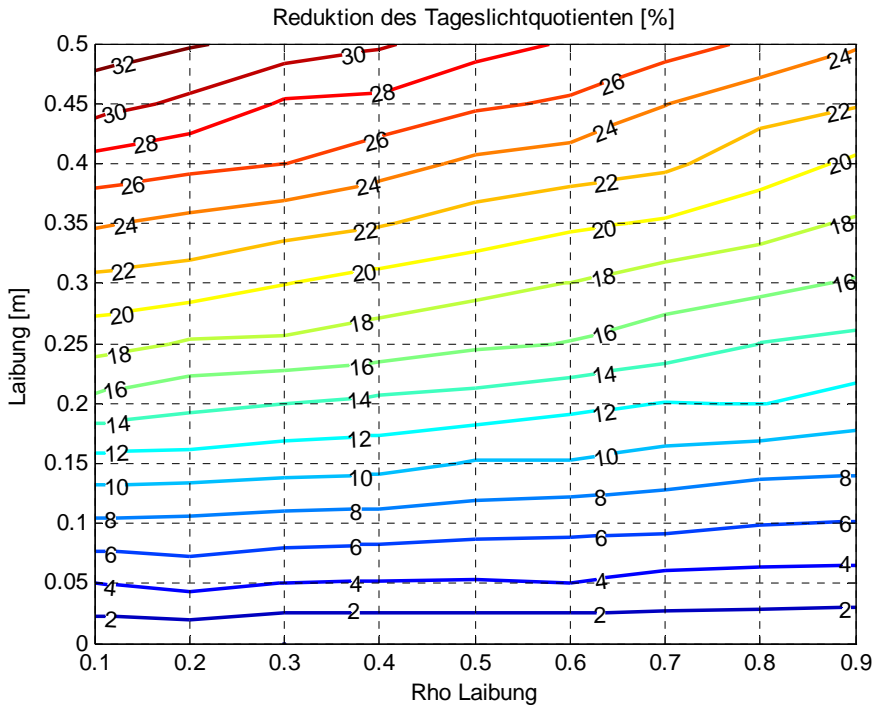


Abbildung 4: Reduktion des TQs abhängig von Laibungsstärke und Reflexionsgrad der Laibung

Eine teilweise Kompensierung der lichttechnischen Verluste wäre durch einen Anschnitt der Dämmung also möglich. Ein Laibungsanschnitt von innen hat tageslichttechnisch praktisch keinen messbaren Effekt auf die Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz. Eine weitere Möglichkeit den Tageslichteintrag zu steigern, könnte die Erhöhung des Laibungsreflexionsgrades (Rho) darstellen. Es zeigt sich jedoch, dass dies nur bei sehr großen Dämmstärken geringfügig möglich ist. Abbildung 4 zeigt diesen Zusammenhang.

3. Visuelle Transmission durch Mehrscheiben-Verglasung

Um die thermische Gebäudehülle zusätzlich zu verbessern, werden Zweischeibenverglasungen durch Mehrscheibenverglasungen ersetzt. Durch jede zusätzliche Scheibe entstehen Lichttransmissionsverluste, die primär durch die Fresnel-Reflexionen an der Scheibenoberfläche verursacht werden. Entspiegelte Scheiben (Anti-Reflexbeschichtung) reduzieren diesen Effekt und erhöhen somit die visuelle Transmission der Verglasung. Ebenfalls kann

eine Low-E Beschichtung sich auf die visuelle Transmission auswirken. Auf dem Markt werden unterschiedliche Low-E Beschichtungen angeboten, die sich unterschiedlich stark auf die Transmission im sichtbaren Spektralbereich auswirken. So können aufgrund verschiedener Beschichtungen sowohl Sonnenschutzverglasungen als auch Verglasungen mit hohem g-Wert erreicht werden. Bei Tageslichtmangel sollten Verglasungen mit hoher visueller Transmission verwendet werden.

Durch Maßnahmen, wie zum Beispiel entspiegelte Beschichtungen, lassen sich auch 3-Scheibenverglasungen mit einer visuellen Transmission einer konventionellen Zweischeibenisolierverglasung ($T_{vis} = 0,8$) realisieren. In Abbildung 5 werden exemplarisch verschiedene Verglasungsvarianten dargestellt. Im Internet stehen diverse Programme zur Verfügung, die gesamte Verglasungssysteme mit den gewünschten Eigenschaften berechnen [Win 2010] [Calumen].

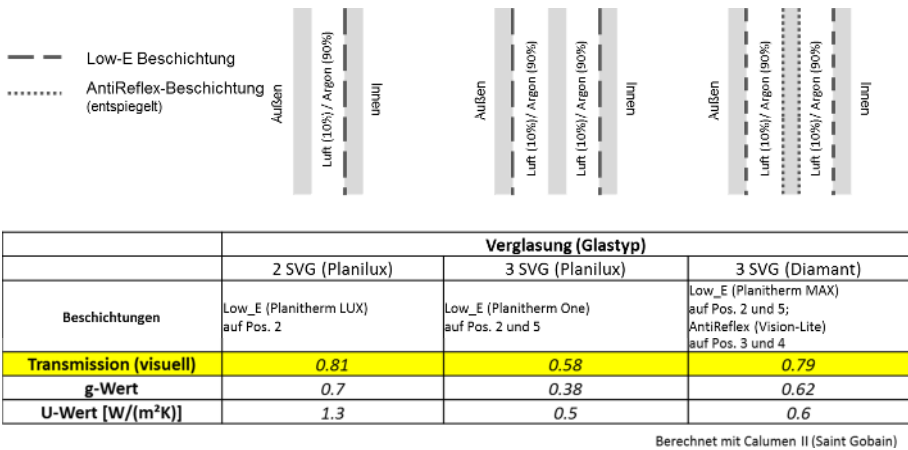


Abbildung 5: Transmission, g-Wert und U-Wert verschiedener Verglasungssysteme

4. Verbausituation bzw. Innenhöfe

Bei Sanierungsmaßnahmen sind Architektur und die Tageslichtöffnungen weitgehend vorgegeben. Vor allem im innerstädtischen Bereich sind die Gebäude oft stark verbaut bzw. mit Innenhöfen versehen. Vor allem tiefgelegene Räume sind mit natürlichem Licht schlecht versorgt. Durch Erhöhung des Reflexionsgrades der Umgebungsflächen der Verbauung kann dies jedoch deutlich gesteigert werden. Eine Beispielsimulation mit dem Lichtsimulationsprogramm Radiance eines Innenhofes mit quadratischem Grundriss mit 15 m Tiefe und 5 m Breite zeigt diese Möglichkeiten. So kann der Lichtstrom um das 9-fache gesteigert werden, wenn der mittlere Reflexionsgrad von 30 % auf 90 % erhöht wird (siehe Abbildung 6). Wei-

Bei Anstriche der Innenhofwände können somit den Tageslichteintrag für tiefelegene Innenhofräume stark erhöhen. Verwendet man spiegelnde Materialien kann dies nochmals deutlich gesteigert werden. Zudem sollte der Innenhofboden stets diffus und ebenfalls hochreflektierend ausgeführt werden, da er das Tageslicht aufstret und in Innenhof-Bodennähe hält.

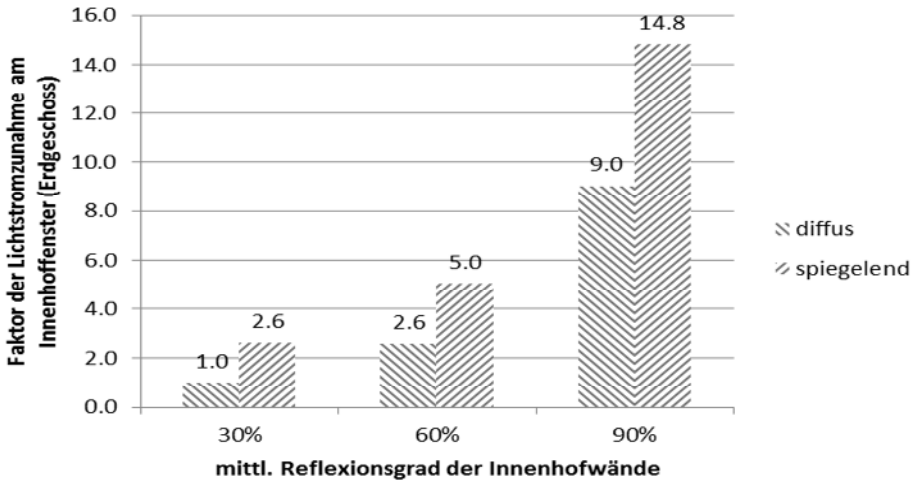


Abbildung 6: Einfluss des Reflexionsgrades der Innenhofwände

5. Zusammenfassung

Bei einem guten Tageslichtzugang können die Kunstlichtzuschaltzeiten sehr gering gehalten werden. Wärmetechnische Sanierungen können jedoch die Tageslichtautonomie reduzieren. Durch entsprechende Maßnahmen sind diese Verluste aber vermeid- bzw. kompensierbar. So erhält man zwar durch Außendämmung eine zusätzliche Verschattungslaibung und somit eine Tageslichteintragsminderung, welche aber durch einen Anschnitt der Laibung im Fensterbereich oder durch hohe Reflexionsgrade der Laibung reduziert werden kann. Durch die unterschiedliche Glas- und Beschichtungswahl können verschiedene Verglasungseigenschaften erzielt werden. So sind auch Mehrscheibenverglasungen mit hoher Transmission möglich, wenn man beispielsweise entspiegelte Verglasungen und Low-E-Beschichtungen mit einer hohen Transmission im visuellen Bereich verwendet. Ebenfalls kann bei starker Verbauung (z.B. Innenhofsituationen) der Tageslichteintrag deutlich erhöht werden, wenn die Verbauungsflächen mit einem hohen Reflexionsgrad ausgeführt werden.

6. Danksagung

Das K-Projekt "K-Licht" wird im Rahmen von COMET - Competence Centers for Excellent Technologies durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ) und die Länder Vorarlberg, Tirol und Burgenland gefördert. Das Programm COMET wird durch die Österreichische Forschungsförderungsgemeinschaft (FFG) abgewickelt.

7. Literatur

- [Ba 1999] Bartenbach, Ch., Beleuchtung für Bildschirmarbeitsplätze, 5. Symp. Innovative Lichttechnik im Gebäude, OTTI Technologie Kolleg, Regensburg 1999
- [Boer 2006] Boer JD, Aydinli S, Cornelius W, et al. *Ein umfassendes Instrumentarium zur Ermittlung des Energiebedarfs für Beleuchtungszwecke*. 2006:1-27.
- [Calumen] Calumen II, Saint Gobain; Verfügbar unter <http://saint-gobain-glass.com/>
- [Rüger 2006] Rüger M, Gordijn MCM, Beersma DGM, de Vries B, Daan S. Time-of-day-dependent effects of bright light exposure on human psychophysiology: comparison of daytime and nighttime exposure. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. 2006
- [We1 2012] Werner, M., Pfluger, R., Feist, W., & Geisler-Moroder, D. (2012). TAGESLICHT-PARAMETERSTUDIE MIT HILFE EINER MATLAB-RADIANCE-KOPPELUNG. BauSim 2012. Berlin: BauSIM 2012.
- [We2 2012] Werner, M., Feist, W., & Pfluger, R. (2012). Möglichkeiten optimierter Tageslichtnutzung und Kunstlichtsysteme bei der Modernisierung von Nichtwohngebäuden. AK 48 „Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Modernisierung von Nichtwohngebäuden“. Darmstadt.
- [Win 2010] Lawrence Berkeley National Laboratory. THERM 6.3 / WINDOW 6.3 NFRC Simulation Manual. 2010; (October). Verfügbar unter: <http://windows.lbl.gov/software/window/window.html>.

Aktivní přepadové větrání pro rekonstrukce školních budov

*Rainer Pfluger, Mattias Rothbacher, University of Innsbruck, Unit Energy Efficient Buildings
Technikerstr. 13, A-6020 Innsbruck*

1. Princip aktivního přepadového větrání (AOP)

Princip aktivního přepadového větrání AOP byl vyvinut a vyzkoušen pro použití v obytných budovách Úřadem pro pozemní stavby v Zürichu “Amt für Hochbauten, Stadt Zürich” (viz [Sprecher 2011]). Obytné prostory odebírají vzduch z chodby prostřednictvím ventilátoru instalovaného ve dveřích. Zpětný tok vzduchu do chodby lze realizovat přes štěrbinu ve dveřích nebo přepouštěcím ventilem (pasivní nebo aktivní odvod) zpět do chodby, která funguje jako rozvodná a směšovací zóna. Ta je odvětrávána systémem rekuperace tepla.

Po úspěšném využití AOP při rekonstrukcích obytných budov se autor rozhodl zkoumat, zda je možné princip AOP použít také ve školních budovách. Hlavní rozdíl oproti obytným budovám představuje vyšší průtok, kterého se hůře dosahuje, je-li potřeba zabránit průvanu a snížit emise hluku. Přenosu zvuku vzduchem ze třídy na chodbu a naopak lze zabránit způsobem popsaným v následujícím odstavci.

2. Prototyp aktivního přepadu v památkově chráněných školních budovách

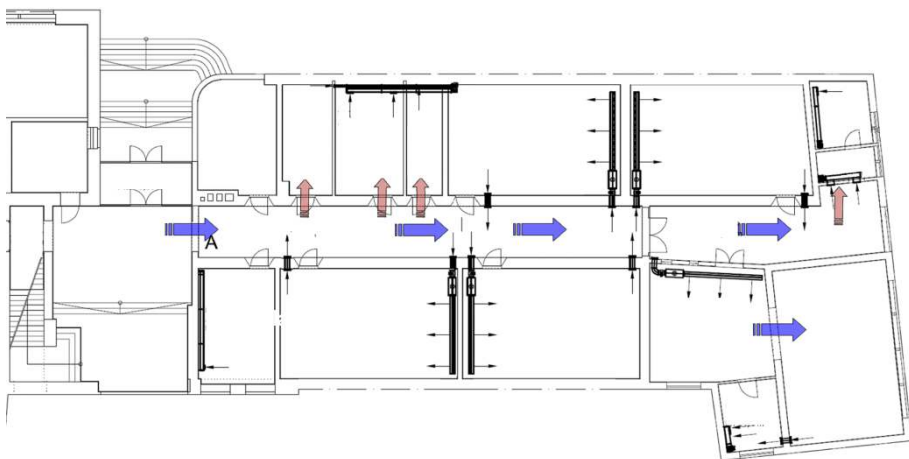
V rámci FP7 projektu “3ENCULT – Efficient Energy for EU Cultural Heritage” (Efektivní energie pro Evropské kulturní dědictví) představuje školní budova “Höttinger Hauptschule” v Innsbrucku (Rakousko) jednu z osmi případových studií ohledně demonstrace a ověření energeticky účinných řešení (viz [Troi 2011]). Kromě redukce tepelných ztrát se zaměřuje zejména na úpravu a optimalizaci větracího systému. Výše popsaný princip aktivního přepadu byl upraven pro školní budovy. V tomto případě je díky vysokému průtoku (zhruba 700 m³/h) nutný zvláštní systém vzduchotechnického rozvodu, který má zabránit problémům s průvanem a vysokým hlukem z proudění vzduchu. Toho bylo dosaženo pomocí textilních hadic na rozvod přírodního vzduchu, jak je zobrazeno na následující obrázku. Vzduch (poháněný ventilátorem) prochází z chodby skrz tlumiče do těchto hadic, které jsou perforovány laserem, díky čemuž je dosaženo rovnoměrného rozvodu vzduchu. Pro dosažení minimálního

přenosu zvuku mezi třídou a chodbou jsou otvory přepadu vybaveny tlumiči (viz Obr. 1). Zkoumaná budova je památkově chráněná čtyřpodlažní školní budova (postavená v letech 1929/30). Na obrázku 2 je zobrazen plán přízemí se čtyřmi učebnami, knihovnou a také se záchody a šatnami atd. K vytápění se používají teplovodní radiátory. Chlazení v létě zajišťuje noční větrání okny, které je dostačující (bez potřeby mechanického chlazení).



Obrázek 1: Prototyp větracího boxu s tlumící komorou, který vyrobila ATREA

Schodiště je přímo propojeno s otevřeným prostorem chodby, požární dveře se zavírají pouze v případě havárie. Centrální vytápěcí systém s rekuperací větrá schodiště a chodby predehřátým čerstvým vzduchem. Systém aktivního přepadu (jeden na každou třídu) dodává do učeben vzduch z chodby a odpadní vzduch z třídy odvádí zpět do chodby. Nakonec se vzduch nasává na záchody a do šatn, odkud se svislými kanály čerpá zpět do centrální rekuperační jednotky umístěné v podkroví.



Obrázek 2: Přízemí (NMS Hötting, Innsbruck, Rakousko), větrací systém navržený společností ATREA

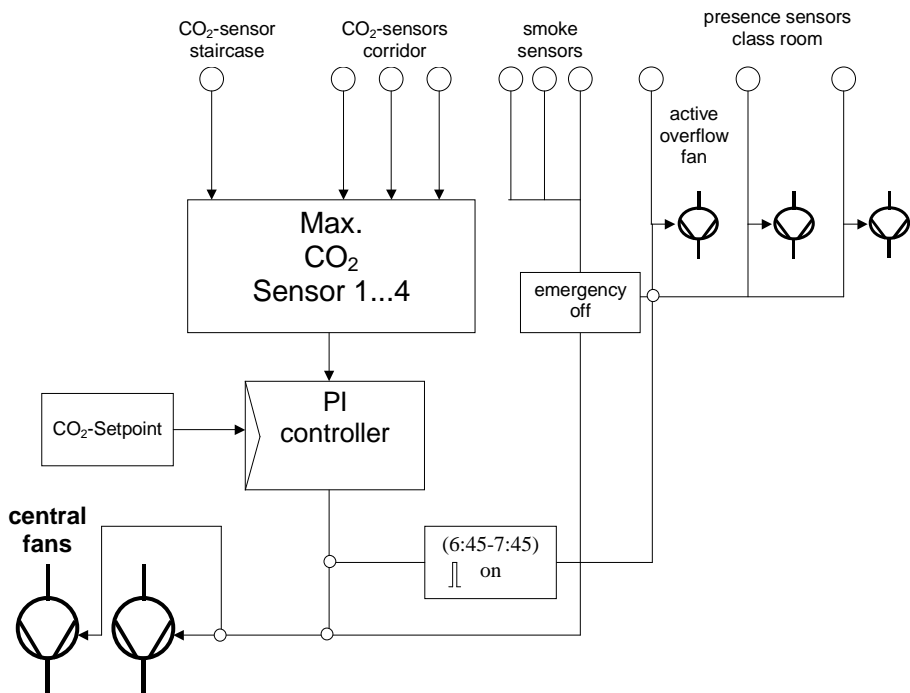
3. Strategie řízení pro centrální ventilátory a ventilátory aktivního přepadu

Nejjednodušší strategií je řízení ventilátorů (jak aktivního přepadu, tak centrálních) na základě neměnného časového plánu. Výhodou je nízká pořizovací cena, není totiž zapotřebí žádné čidlo. Nevýhodou je, že systém se nepřizpůsobuje změnám skutečného obsazení budovy nebo změnám v časovém rozvrhu.

Měří-li se koncentrace CO_2 v chodbách nebo na schodišti, lze regulovat centrální ventilátory pomocí PI regulátoru (s proporcionální, integrační částí) na požadovanou hodnotu např. 600 ppm, která zajistí udržení vysoké kvality vzduchu na schodišti a chodbách potřebné pro větrání učeben. Koncentrace v chodbách se bude lišit podle skutečného obsazení přilehlých učeben. Díky tomu by měl být v každé chodbě umístěn alespoň jeden detektor CO_2 . Jako vstupní signál pro PI regulátor je zvolena největší ze všech hodnot naměřených detektory porovnaná s nastavenou požadovanou hodnotou (regulační odchylka).

Všeobecně by měl být provoz ventilátorů zahájen alespoň hodinu před vstupem žáků do školy. To zajistí dobrou kvalitu vzduchu v interiéru ve chvíli, kdy se začne zvyšovat přítomnost osob v budově. V opačném případě by ráno ještě celou první hodinu po příchodu osob do budovy byla v důsledku noční akumulace kontaminujících látek nízká kvalita vzduchu.

Pro zohlednění této skutečnosti je nezbytný časový signál pro sepnutí všech ventilátorů (jak aktivního přepadu, tak centrální) na jednu hodinu (např. ve všechny pracovní dny od 6:45 do 7:45). Protože měřením koncentrace CO_2 nelze zjistit kvalitu vzduchu, co se týče emisních látek (které jsou nezávislé na obsazení), průtok na centrálních ventilátorech by měl být regulován dodatečně na základě měření koncentrace TVOC nebo jednoduše na základě časového plánu. Z důvodu nákladnosti měření koncentrace TVOC, které navíc vyžaduje pravidelnou údržbu, se upřednostňuje druhá možnost.



Obrázek 3: Řídicí schéma centrálních ventilátorů a ventilátorů aktivního přepadu

Za účelem pružnějšího ovládní s ohledem na změny obsazení může zapínací/vypínací signál pro ventilátory aktivního přepadu vycházet z čidel přítomnosti osob v jednotlivých místnostech. Tato čidla jsou považována za robustní a nízkonákladové řešení. Nicméně i tato strategie řízení vyžaduje předběžné větrání před obsazením budovy ovládané časovým plánem.

Aby se zabránilo špatným (nebo nežádoucím) pachům v době po obsazení budovy, doporučuje se zařadit prodlevu - zpozdit vypnutí ventilátorů aktivního přepadu o jednu hodinu po vypínacím signálu. Takto lze napomoci snížení koncentrace kontaminace vzduchu.

Pokud se vyskytne požár, signál z libovolného detektoru ohně či dýmu vypne všechny primární ventilátory, jak centrální ventilátor, tak ventilátory aktivního přepadu. Tak se zabrání aktivnímu šíření kouře.

Řídicí schéma je zobrazeno na Obrázku 3 v podobě, v jaké bylo shrnuto v tomto odstavci.

4. Dynamická simulace kvality vnitřního vzduchu

Za účelem simulace koncentrace CO₂, stejně jako vlhkosti vnitřního vzduchu v učebnách, v šatně, na chodbách, schodišti, záchodech atd. byl v programu CONTAM 3.0 (NIST [Walton 2011]) vytvořen model o 52 zónách. Z toho 48 zón je uvažováno jako zóny s dobře promíchaným vzduchem a 4 zóny (tedy tři chodby a schodiště) se modelují jako 1-D zóny s konvekcí a difúzí. Ta druhá varianta byla nutná pro velký rozměr chodeb na délku (délka chodeb je 39,5 m v přízemí, 54,3 m v prvním a druhém patře a výška schodiště je 13,1 m).

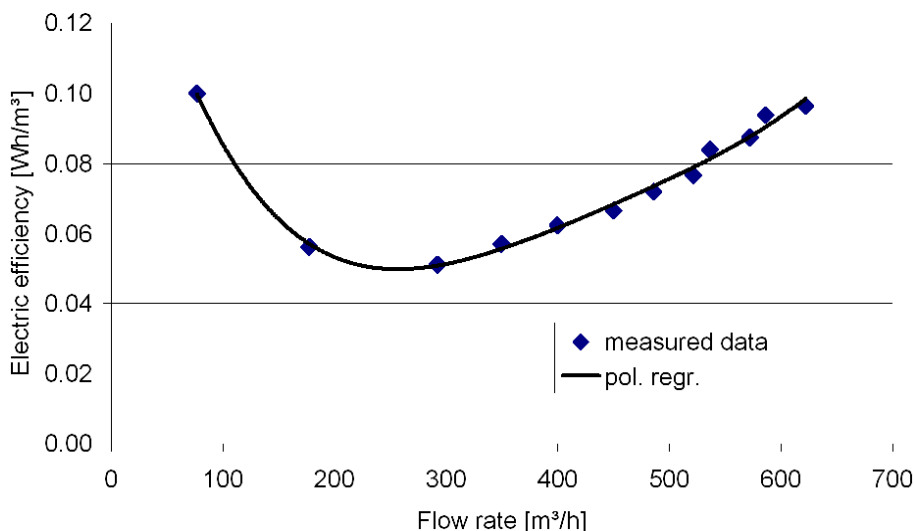
Model zahrnuje harmonogram přítomnosti osob všech obsazovaných zón. Obsazení učeben je zpravidla 5 hodin denně počínaje 7:45 ráno. V simulaci se přepočítalo 20 žáků ve věku 10 až 14 let (zdroj CO₂ ve výši 12 L/h a zdroj H₂O ve výši 90 g/h na žáka).

Pro tyto hraniční podmínky (koncentrace CO₂ ve vnitřním vzduchu je 400 ppm, nastavená (požadovaná) hodnota koncentrace CO₂ v chodbách 600 ppm a průtok systémy aktivního přepadu 700 m³/h) ukazují výsledky simulace, že koncentrace CO₂ v učebnách je omezena na vrcholové hodnoty cca 1000 ppm ve špičkách. Průměrná hodnota během obsazení učeben je 900 ppm.

5. Výsledky měření

5.1. Spotřeba elektrické energie, tlakové ztráty a průtok

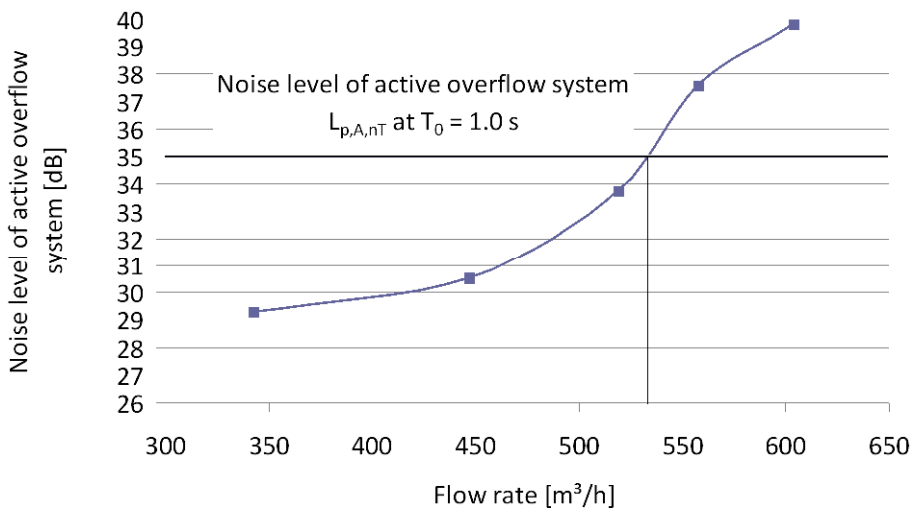
Byla změřena elektrická účinnost ventilátoru aktivního přepadu a průtok (stopového plynu), výsledky jsou zobrazeny na obrázku 4. Křivka ukazuje minimum pro hodnotu 220 m³/h. Spotřeba elektrické energie pro 600 m³/h je menší než 60 W (elektrická účinnost 0.1 Wh/m³). Díky systému aktivního přepadu, který umožňuje krátké přívodní potrubí vzduchotechnického systému, je elektrická účinnost centrálního větracího systému mnohem lepší. Při použití strategie řízení podle odstavce 3 je celková spotřeba energie (ventilátory aktivního přepadu plus centrální ventilátory) nižší než u standardního větracího systému s ekvivalentními parametry.



Obrázek 4: Elektrická účinnost prototypu ventilátoru efektivního přepadu (vyrobeného společností ATREA, CZ)

5.2. Přenos zvuku vzduchem a hlukové emise

Rakouská právní úprava týkající se protihlukové ochrany ve školních budovách je sepsána v [OISS 2007]. Podle tabulky 6 v [Önorm 2002] je minimální tlumení hluku při přenosu vzduchem mezi dvěma učebnami bez propojujících dveří 55 dB, zatímco v případě propojujících dveří je limit 38 dB. Této hodnoty je zapotřebí dosáhnout i v případě montáže systému aktivního přepadu. Měřené hodnoty jsou 30 dB pro učebnu 1 a 28 dB pro učebnu 2, což je způsobeno nízkou neprůzvučností dveří s velkými vzduchovými mezerami. Pro vzduchotěsné dveře byly změřeny hodnoty 42 dB a 41 dB ve stejném pořadí.



Obrázek 5: Měřené hlukové emise prototypu ventilátoru efektivního přepadu v závislosti na průtoku

Má být navržen větrací systém podle [Önorm 2007]. Nejvyšší hladina hluku větracího systému $L_{p,A,nT}$ v učebnách je omezena na 35 dB, na chodbách a v tělocvičně je to 40 dB a 35 dB v kancelářích a kabinetech). Na obrázku 5 je zobrazena hladina hluku (hluk ventilátoru aktivního přepadu) v závislosti na průtoku. Maximální úroveň hluku je překročena pro průtoky větší než 540 m³/h. V případě nutnosti vyšších průtoků by měla strategie řízení omezit tyto průtoky jen na doby, kdy nejsou místnosti obsazeny (přestávky).

6. Shrnutí a závěr

Nový druh větracího systému pro historické školní budovy založený na principu aktivního přepadu byl analyzován pomocí měření na prototypch instalovaných ve dvou učebnách, a také pomocí dynamické simulace. Větrací účinnost systému s aktivním přepadem je nižší ve srovnání s kaskádovým větráním, protože dodávaný a odváděný vzduch se mísí v chodbách. Nicméně elektrická účinnost je vyšší, a také strategie řízení centrálních ventilátorů a ventilátorů aktivního přepadu je daleko jednodušší a účinnější. Z hlediska architektonického a/nebo památkářského je systém aktivního přepadu vhodnější, protože vyžaduje minimální rozvody vzduchotechniky.

7. Poděkování

Výzkum byl podpořen grantem EU-projektu 3ENCULT: Efficient Energy for EU Cultural Heritage (Efektivní energie pro Evropské kulturní dědictví), smlouva č. 26016.

8. Literatura

- [Sprecher 2011] Sprecher, F., Estévez M., Produktewettbewerb Aktive Überströmer, Bericht des Preisgerichtes, Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik, Verein Minergie, Zürich, 5 (2011)
- [Patankar 1980] Patankar, S.V., Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere Publishing, ISBN: 0-89116-522-3, (1980)
- [OISS 2007] ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Teil 10: Raumakustik und Schallschutz, Stand Jänner 2007
- [Önorm 2002] Önorm B 8115-2; Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz, Dezember 2002
- [Önorm 2007] ÖNORM EN 13779 -Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme
- [Troi 2011] Troi, A., Lollini, R., With a Holistic Approach and Multidisciplinary Exchange towards Energy Efficiency in Historic Building Respecting their Heritage Value, International Preservation News n. 55, pp 31-36, 12 (2011)

Active overflow ventilation for refurbishing of school buildings

*Rainer Pfluger, Mattias Rothbacher, University of Innsbruck, Unit Energy Efficient Buildings
Technikerstr. 13, A-6020 Innsbruck*

1. The active overflow principle (AOP)

The AOP was developed and tested for application in residential buildings by “Hochbaudepartement, Amt für Hochbauten, Stadt Zürich” (see [Sprecher 2011]). The occupied spaces take air from the corridor via a fan installed in the door. The return flow of the air into the passage can be realized via the crack in the door or via an overflow valve (passive or active) back to the corridor, which works as a distribution and mixing zone. It is vented by a heat recovery system.

As the AOP works successfully in refurbishing of residential buildings, the author decided to investigate if the principle is also applicable for school buildings. The major difference compared to residential buildings is the higher flow rate, which is more difficult to distribute without draft risk and low sound emission. Airborne sound transmission from the classroom to the corridor and vice versa can be minimized as described in the next section.

2. Active overflow prototype for a listed school building

Within the FP7 project “3ENCULT – Efficient Energy for EU Cultural Heritage”, the school building “Höttinger Hauptschule” in Innsbruck (Austria) is one of the eight case studies for demonstration and verification of energy efficient solutions (see [Troi 2011]). Besides the reduction of thermal losses, a special focus will be on adaptation and optimization of the ventilation system. The active overflow principle (as described above) was transferred to school buildings. In this case, the high flow rate (about 700 m³/h) calls for a dedicated air distribution system to avoid complaints due to draft risk and airborne noise. This was realized by textile hoses for supply air distribution as shown in the next figure. The air passes (driven by fan) from the corridor via silencers into that hoses, which are perforated by laser for uniform flow distribution. To minimize the sound transmission between the classrooms and corridor, the overflow openings are equipped with silencers (see Figure 1). The building under investigation is a listed four-story school building (year of construction 1929/30).

Figure 2 shows the ground floor plan with four classrooms, a library, as well as the toilets and cloakrooms, etc. There is a hydraulic heating system with radiators. The cooling in summer is realized by night ventilation via the windows and no mechanical cooling is necessary.



Figure 1: Silencer and fan-box prototype manufactured by ATREA

The staircase is directly linked to the open space of the corridors, the fire doors will only be closed in case of emergency. A central heat recovery system ventilates the staircase and the corridors with preheated fresh air. The active overflow system (one for each class room) takes the air from the corridor to the class room and vents the extract air back to it. Finally, the air is sucked to the toilets and cloakrooms and from there, via vertical ducts, back to the central heat recovery system located at the attic.

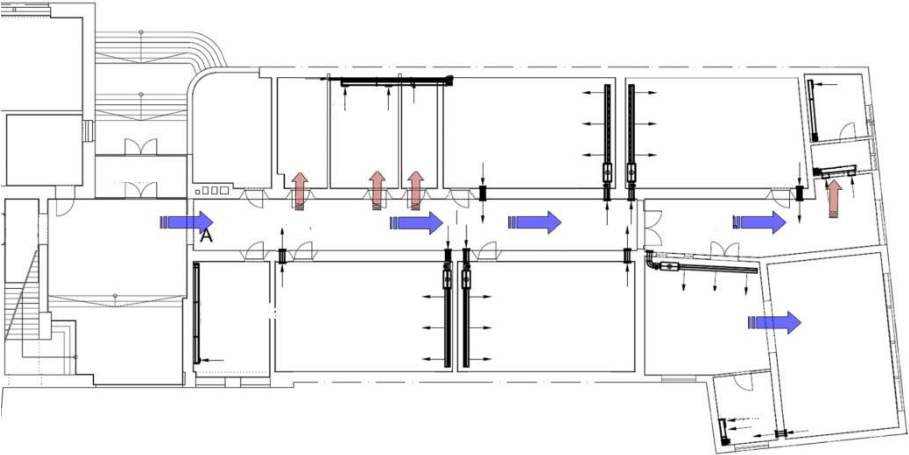


Figure 2: Ground floor (NMS Hötting, Innsbruck, Austria), ventilation designed by ATREA

3. Control strategies for central and active overflow fans

The most simple control strategy is to control the fans (both the active overflow as well as the central fans) depending on a fixed-time schedule. The advantage is the low installation costs, because no sensor is necessary. The disadvantage is that this system is not flexible in terms of changes related to the real occupation and the time schedules.

If the CO₂-concentration is measured in the corridors or in the staircase, the central fans can be controlled via a Proportional-Integral (PI) controller to a set point of e.g. 600 ppm in order to keep high air quality in the staircase and corridor zone for ventilation of the class rooms. The concentration in the corridors will vary according to the occupation of the adjacent class rooms. Hence, at least one CO₂-sensor per corridor should be installed. The maximum value measured by all of the sensors compared to the set point (error signal) is used as input signal for the PI-controller.

In general, the start time for operation of the fans should be at least one hour before pupils enter the school. This guarantees a good indoor air quality already at the beginning of the occupation time. Otherwise, the accumulation of contaminants throughout the night would result in low air quality within the first hour of occupation in the morning.

Keeping this in mind, a switch-on signal for all of the fans (both, active overflow and central fans) for one hour (e.g. from 6:45 to 7:45 a.m. at each working day) by time schedule is necessary. As the air quality rating from emissions (which are independent of occupation) cannot be detected by CO₂-measurements, the flow rate of the central fans should be controlled additionally by TVOC-concentration measurement or simply by time schedule. As the TVOC-measurement is expensive and calls for maintenance, the latter option is preferred.

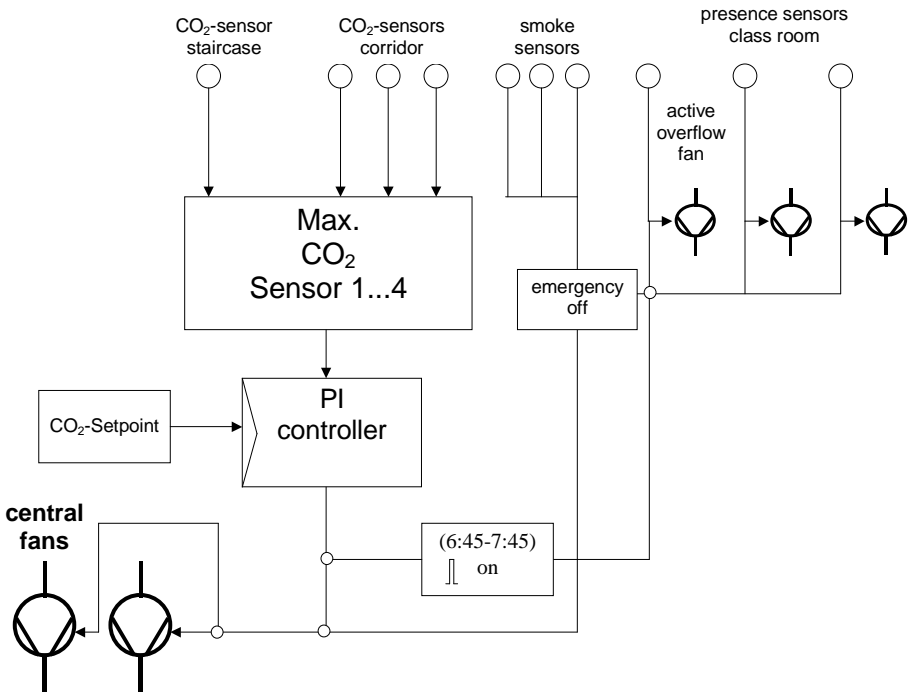


Figure 3: Control scheme for Central Fans and Active Overflow Fans

In order to control more flexibly with respect to changing occupation, the on/off signal for the active overflow fans could come from presence-control sensors in each room, which is considered a rather robust and low cost solution. However, even for this control strategy, the pre-ventilation before occupation has to be controlled by time schedule.

To prevent bad (or unwelcomed) odors within the time after the occupation, a time delay of one hour after the switch-off signal for the active overflow fan helps bring down the contamination concentration.

In case of fire, any signal from a sensor for smoke or fire will switch off all primary fans, the central fan, as well as all of the active overflow fans in order to avoid any active smoke distribution.

The control scheme as summarized in this section is displayed in Figure 3.

4. Dynamic simulation of indoor air quality

In order to simulate the CO₂-concentration, as well as the indoor air humidity within the classrooms, corridors, staircase, cloakroom and toilets etc., a 52-zone model was set up with the simulation software CONTAM 3.0 (NIST [Walton 2011]). 48 zones are considered as well-mixed and four zones (i.e. three corridor zones and the stair case zone) are modelled as 1-D-convection-diffusion zone. The latter was necessary because of the large extent of the corridors in longitudinal direction (length of the corridor 39.5 m in the ground floor, 45.3 m in the first and second floor and height of the staircase 13.1 m).

The time schedules of occupation for all occupied zones are implemented in the model. The occupation of the classrooms is usually five hours a day, starting from 7:45 a.m. A number of 20 pupils per class from the age of 10 to 14 years (CO₂-source of 12 L/h and H₂O-source of 90 g/h per pupil) were assumed for the simulations.

The simulation results for these boundary conditions (CO₂-concentration of ambient air 400 ppm, set point for the CO₂-concentration in the corridor 600 ppm, active overflow flow rate 700 m³/h) show that the CO₂-concentration in the classrooms is limited to peak values of around 1000 ppm. The mean value during occupation time is around 900 ppm.

5. Measurement results

5.1. Electricity consumption, pressure drop and flow rate

The electrical efficiency of the active overflow fan and the flow rate (by tracer gas) was measured as shown in Figure 4. The curve shows a minimum at 220 m³/h. The electricity consumption at 600 m³/h is lower than 60 W (electric efficiency 0.1 Wh/m³). As the electric efficiency of the central ventilation system is much better in the case of an active overflow system due to the short supply air duct system. The total electricity consumption (active overflow fans plus central fans) is lower than an equivalent standard ventilation system, if the control strategies according to section 3 are applied.

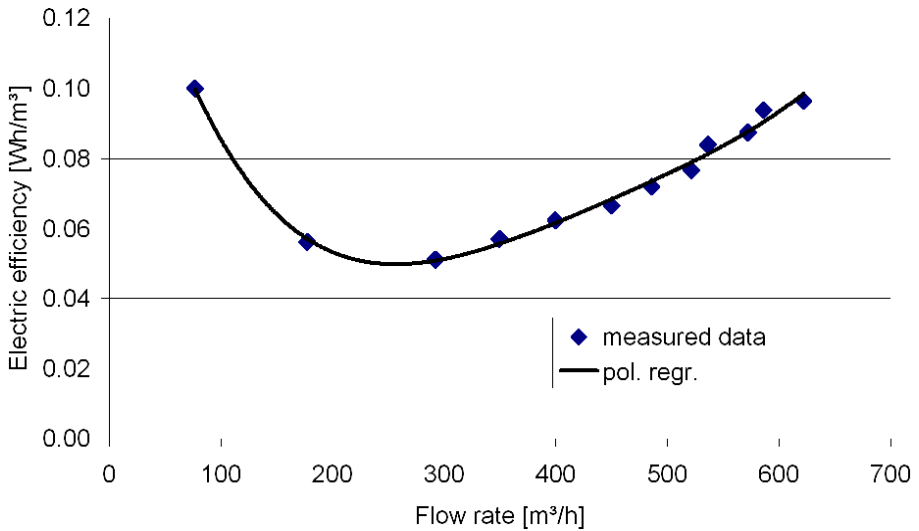


Figure 4: Electric efficiency of the effective overflow fan prototype (manufactured by ATREA, CZ)

5.2. Airborne sound transmission and sound emission

The Austrian legislation concerning the sound protection in school buildings is written in [OISS 2007]. According to [Önorm 2002], table 6, the minimum airborne sound reduction between two classrooms without a door in between is 55 dB, whereas with a door in between, the limit is 38 dB. This value has to be reached also in the case of the active overflow system installed. The measured values are 30 dB for class room 1 and 28 dB for class room 2, which is due to the low sound reduction of the door with large air gaps. With airtight doors the values 42 dB and 41 dB were measured respectively.

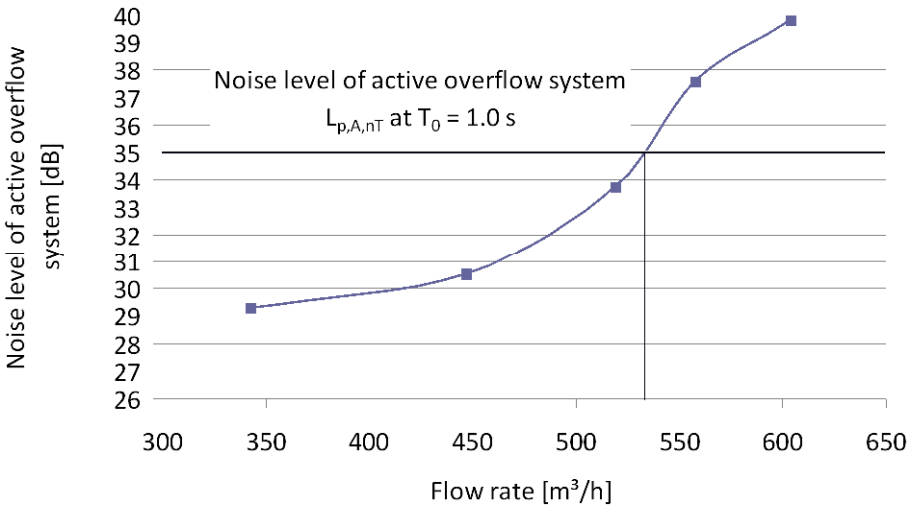


Figure 5: Measured sound emission of the effective overflow fan prototype as a function of the flow rate

The ventilation system is to be built according to [Önorm 2007]. The max noise level of the ventilation system $L_{p,A,nT}$ for the class rooms is limited to 35 dB, for the corridor and the gymnasium to 40 dB and for the office rooms to 35 dB. The noise level (sound emission of the effective overflow fan) as a function of the flow rate is shown in Figure 5. The maximum sound level is exceeded for flow rates greater than 540 m³/h. If higher flow rates are necessary, the control strategy should restrict the higher flow rate to time-slots without occupation (break-times).

6. Summary and conclusion

A new type of ventilation systems for historic school buildings, based on the active overflow principle is analyzed via measurements on prototypes installed in two class rooms as well as by dynamic simulation. The ventilation efficiency of an active overflow system compared to a cascade ventilation is lower, because of the mixing of supply and extract air in the corridor. The electric efficiency however is higher and the control strategy for the central fans as well as the active overflow fans is rather simple and effective. From the architectural and/or preservation point of view, the active overflow system is preferable, because the ductwork is reduced to a minimum.

7. Acknowledgement

Investigations were granted by EU-project 3ENCULT: Efficient ENergy for EU Cultural Heritage Contract No. 26016.

8. Literature

- [Sprecher 2011] Sprecher, F., Estévez M., Produktewettbewerb Aktive Überströmer, Bericht des Preisgerichtes, Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik, Verein Minergie, Zürich, 5 (2011)
- [Patankar 1980] Patankar, S.V., Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere Publishing, ISBN: 0-89116-522-3, (1980)
- [ÖISS 2007] ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Teil 10: Raumakustik und Schallschutz, Stand Jänner 2007
- [Önorm 2002] Önorm B 8115-2; Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz, Dezember 2002
- [Önorm 2007] ÖNORM EN 13779 -Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme
- [Troi 2011] Troi, A., Lollini, R., With a Holistic Approach and Multidisciplinary Exchange towards Energy Efficiency in Historic Building Respecting their Heritage Value, International Preservation News n. 55, pp 31-36, 12 (2011)

Význam vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov pri navrhovaní pasívnych a nulových budovách

Jozef Bednár, Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta

Ul. T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko

Tel: +421/455 206 338, e-mail: jozef.bednar@tuzvo.sk, www.tuzvo.sk/drevostavby

1. Problematika vzduchovej priepustnosti

Problematikou vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov sme sa začali zaoberať pri meraní vzduchotesnosti budov (blowerdoor test) v zmysle metodiky STN EN 13829 (3). Merania boli zrealizované približne na súbore sedemdesiatich budovách na báze dreva našim pracoviskom obr.1. Po dôkladnej kontrole všetkých konštrukčných detailov a miest kde mohli vzniknúť netesnosti vzduchotesnej roviny bol preukázaný zvýšený objemový tok vzduchu. Jednou z možností, ktorá mohla vplývať na tento jav bola vzduchotesná rovina zhotovená z konštrukčného materiálu OSB/3. Predpoklad potvrdila experimentálna skúška (1). Princíp bol jednoduchý pozostával z nalepenia PVC fólie na plochu vzduchotesnej roviny. Zariadením na meranie vzduchotesnosti budov (blowerdoor test) bol vyvolaný tlakový rozdiel zhruba $\Delta p = 60 - 70$ Pa. Nastalo vnikanie určitého množstva vzduchu pod PVC fóliu, ktoré spôsobilo viditeľné vydutie. Z uvedenej experimentálnej skúšky vyplýva, že dochádza k šíreniu nešpecifikovaného objemového toku vzduchu cez plochu konštrukčného materiálu OSB/3. Na základe teoretického rozboru bola zvolená vhodná metóda merania vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov v zmysle metodiky STN EN 12114 (2).



Obr. 1 Výber budov, na ktorých boli zrealizované merania vzduchotesnosti (blowerdoor test)

Cieľom príspevku je poukázať na hodnoty vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov stanovených laboratórnym meraním. Výsledky týchto meraní môžu byť rozhodujúce pre výber konštrukčného materiálu, z ktorého ma byť zhotovená vzduchotesná rovina v stavebných konštrukciách na báze dreva. Vzduchová priepustnosť konštrukčných materiálov vplyva na výslednú hodnotu mernej tepelnej straty vetraním. Uvedená hodnota tvorí jednu zložku, ktorá je zohľadňovaná v metodike výpočtu potreby energie na vykurovanie pri navrhovaní pasívnych a nulových budovách.

2. Výber skúšobných vzoriek

Pri výbere skúšobných vzoriek určených pre experimentálne meranie vzduchovej priepustnosti bolo rozhodujúce kritérium praktickej použiteľnosti v stavebných konštrukciách na báze dreva. Skúšobné vzorky mali veľkosť 1200X 1515 mm, ktoré boli dané rozmermi osadzovacieho rámu tlakovej komory a hrúbka sa pohybovala v rozsahu 8- 140 mm.

Skúšobné vzorky boli rozdelené do troch skupín konštrukčných materiálov na báze:

- minerálnych spojív a PUR recyklátu (sadrokartónové, sadrovláknité, cementové dosky, PUR recyklát),
- aglomerovaného dreva (OSB/3- nosná doska pre vlhké prostredie),
- masívneho dreva (CLT- krížom lepené drevo).



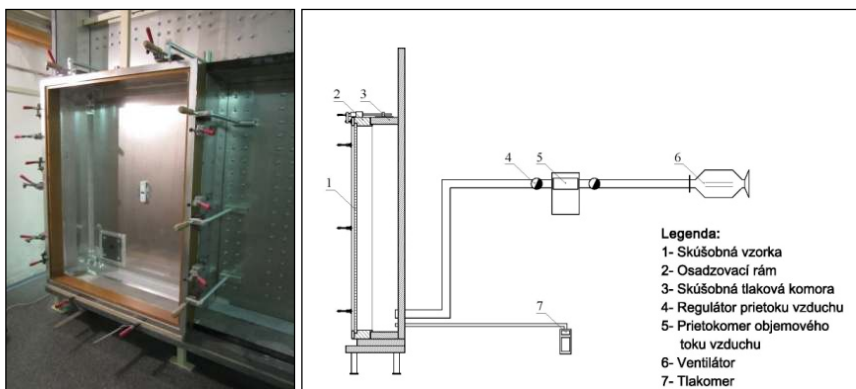
Obr. 2 Skúšobné vzorky konštrukčných materiálov

Na vybraných skúšobných vzorkách konštrukčných materiálov na báze aglomerovaného dreva bola vykonaná povrchová úprava za účelom sledovania zmeny hodnoty vzduchovej priepustnosti . Povrchová úprava bola aplikovaná:

- náterom disperznej penetrácie, akrylátovou a latexovou farbou,
- kašírovaním fólie na báze celulózy.

3. Laboratórne meranie vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov

Potrebné laboratórne zariadenie na meranie vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov vlastní STU Stavebná fakulta v Bratislave, na ktorej v rámci spolupráce prebehli merania skúšobných vzoriek. Laboratórne zariadenie pozostáva z prvkov pomocou, ktorých je možné merať a zaznamenávať hodnoty počas merania obr.3.



Obr. 3 Laboratórne zariadenie a jeho funkčná schéma

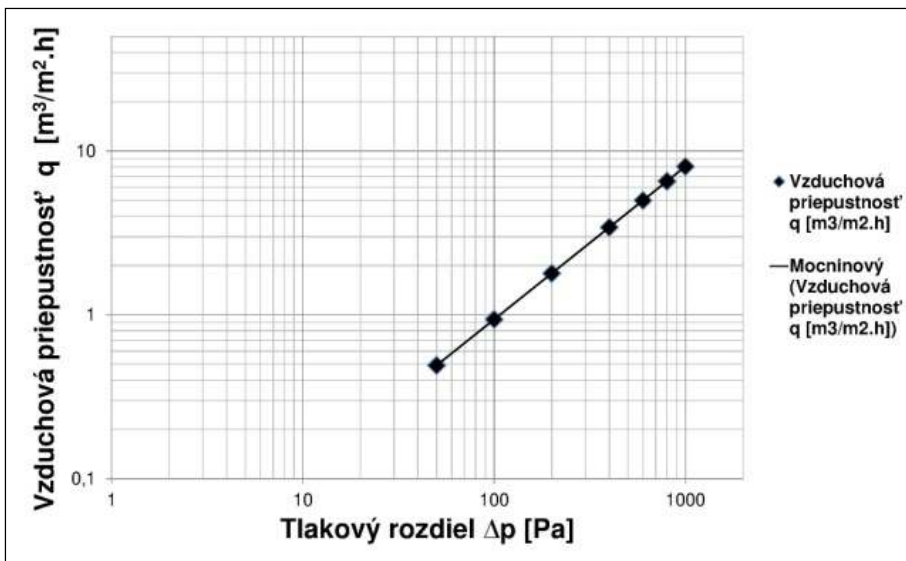
3.1. Priebeh laboratórných meraní

Pri laboratórných meraniach boli dodržané požiadavky v zmysle metodiky STN EN 12114 (2). Merania vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov prebiehali pri siedmych tlakových rozdieloch (50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 Pa). Jednotlivé hodnoty merania boli vynesené do grafu závislosti objemového toku vzduchu a tlakového rozdielu (Novák 2008). Pre zhotovenie grafu obr.4 bola použitá logaritmická mierka a upravená empirická rovnica prúdenia zlogaritmovaním (1).

$$V' = C \cdot \Delta p^n$$

$$\log(V') = \log(C) + n \cdot \log(\Delta p) \quad (1)$$

kde: V' - objemový tok vzduchu v $[m^3/h]$, C - súčiniteľ prúdenia v $[m^3/(h \cdot Pa^n)]$,
 Δp - tlakový rozdiel v $[Pa]$, n - exponent prúdenia (bezrozmerný).

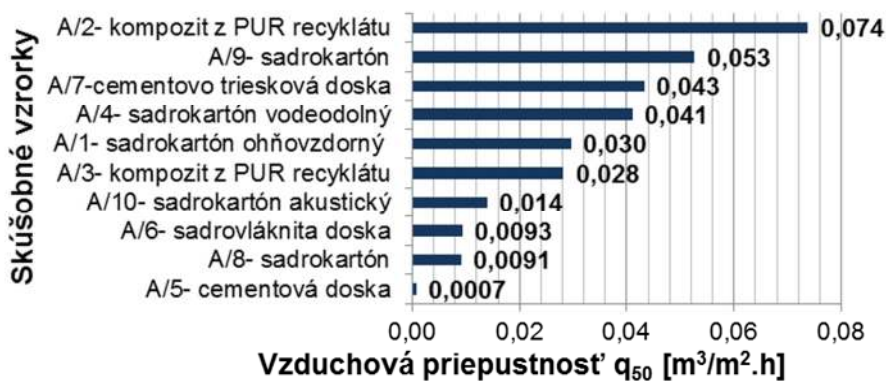


Obr. 4 Graf závislosti objemového toku vzduchu a tlakového rozdielu

4. Výsledky laboratórnych meraní

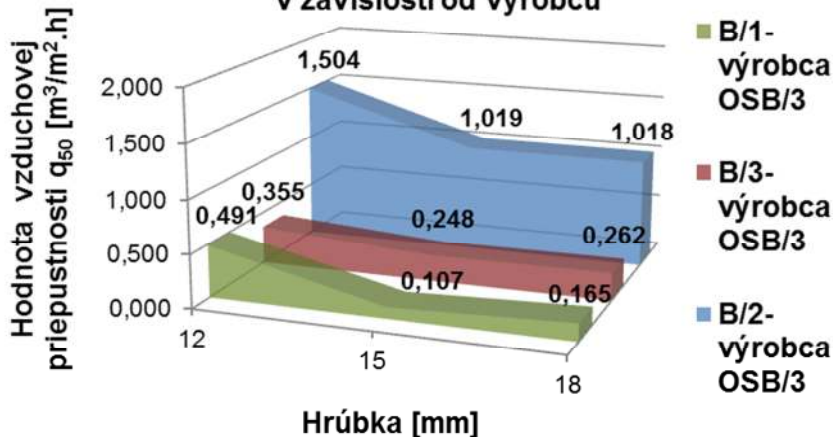
Jednotlivé laboratórne merania vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov sú spracované vo forme protokolu merania. Celkovo bolo spolu vykonaných 48 meraní v rôznych kombináciách. Výsledok merania je vyjadrený hodnotou vzduchovej priepustnosti q_{50} [$m^3/m^2.h$] (pri tlakovom rozdiel 50 Pa). Za vhodné konštrukčné materiály na tvorbu vzduchotesnej roviny je možné považovať tie, ktoré dosahujú hodnotu vzduchovej priepustnosti $q_{50} < 0,1$ [$m^3/m^2.h$]. V tomto príspevku sú prezentované výsledky meraní konštrukčných materiálov rozdelených na základe materiálovej bázy, z ktorých sú vyrobené. Vplyv povrchovej úpravy na vzduchovú priepustnosť bol skúmaný na konštrukčných materiáloch na báze aglomerovaného dreva OSB/3.

Vzduchová priepustnosť pre materiály na báze minerálnych spojiv a PUR recyklátu



Obr. 5 a) Vzduchová priepustnosť konštrukčných materiálov na báze minerálnych spojiv

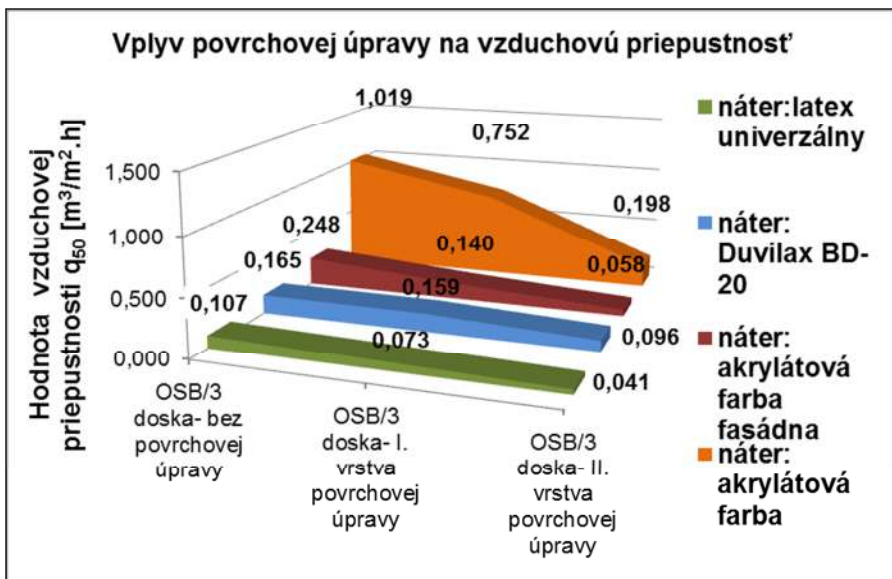
Vplyv hrúbky na vzduchovú priepustnosť v závislosti od výrobcu



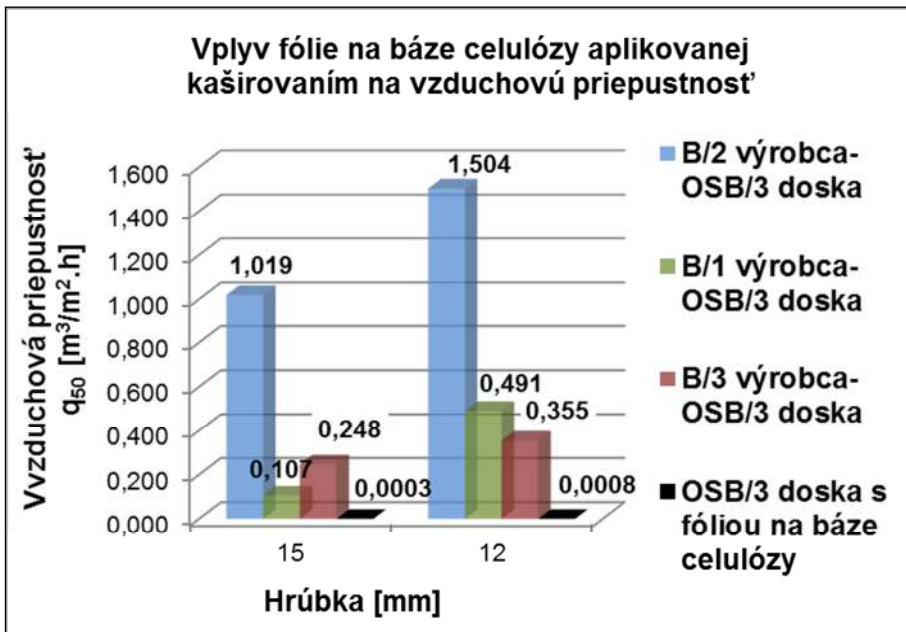
Obr. 5 b) Vzduchová priepustnosť konštrukčných materiálov na báze aglomerovaného dreva OSB/3



Obr. 6 a) Vzduchová priepustnosť konštrukčných materiálov na báze masívneho dreva CLT



Obr. 7 a) Vplyv povrchovej úpravy náterom na vzduchovú priepustnosť konštrukčných materiálov na báze aglomerovaného dreva OSB/3



Obr. 7 b) Porovnanie vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov na báze aglomerovaného dreva OSB/3 bez povrchovej úpravy a s povrchovou úpravou kaširovaním

5. Záver

Tepelná strata spôsobená vetraním patrí medzi najťažšie kvantifikovateľnú veličinu vo výpočte potreby energie na vykurovanie. Z hľadiska šírenia vzduchu v budovách vyplýva, že ide o veľmi premenlivú veličinu. Hodnotu vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov je možné zohľadniť vo výpočte potreby energie na vykurovanie podľa metodiky STN EN 13790 (4). Použitie nesprávneho konštrukčného materiálu môže nepriaznivo ovplyvniť výpočet potreby energie na vykurovanie, ktorý rozhoduje o splnení energetickej úrovne stanovených pre pasívne a nulové budovy. Ďalší dôsledok vzduchovej priepustnosti konštrukčných materiálov je vplyv na hodnotu intenzity výmeny vzduchu n_{50} , ktorú je možné znížiť použitím konštrukčných materiálov s nízkou hodnotou vzduchovej priepustnosti.

6. Literatúra

- (1) NOVÁK, J. 2008. Vduchtotesnost obvodových plástů budov. Praha:Vydala Grada Publishing, a.s., 2008. 204 s. ISBN 978-80-247-1953-5

- (2) STN EN 12114. Tepelnotechnické vlastnosti budov. Vzduchová priepustnosť stavebných prvkov a konštrukcií. Laboratórna skúšobná metóda.
- (3) STN EN 13829. 2001: Tepelnotechnické vlastnosti budov. Stanovenie vzduchovej priepustnosti budov. Metóda pretlaku pomocou ventilátora.
- (4) STN EN ISO 13790 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie

7. The importance of air permeability of board materials for design passive and zero buildings

The aim of paper is to indicate on the value of air permeability of board materials set of laboratory measurements. Our department started to deal with issue of air permeability of board materials in the course of measurement airtightness of building (blowerdoor test) by standard STN EN 13829. The measurements were carried out approximately of seventy wooden houses. The air flow rate was higher after carefully control of construction details and typical places with of air leakage. The air layer of board materials OSB/3 constituted one of the options defect influence on higher the air flow rate. Experimental exam confirmed our surmise. Theoretical analyses specified method for laboratory measurement of air permeability of board materials by standard STN EN 12114.

The laboratory measurements consist of 48 specimens of board materials in different variants. The value of air permeability q_{50} [$\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$] of board material is referred to in protocol about test. The requirement for board materials use for create air layer is $q_{50} < 0.1$ [$\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$]. In this paper are presented results of laboratory measurements of board materials with different materials base. The specimens of board materials OSB/3 were modified with surface coating. Influence of air permeability for this modified is considerable.

The heat loss of ventilation is the hardest quantifiable value for calculation of energy use for space heating. The air velocity is very variable value in the building. The value of air permeability of board materials can be used for calculation of energy use for space heating by standard STN EN 13790. Unsuitable board materials can be changed result calculation of energy use for space heating which decides about achieved energy level of building for passive and zero building. The second influence of air permeability of board materials is value air change rate n_{50} . The lower value is possible to achieve suitable board materials for air layer in the building construction on the base wood.

Optimalizace uspořádání půdorysu bytů pro kaskádové větrání

*Dipl.-Ing. Elisabeth Sibille, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen
Technikerstraße 13 A-6020 Innsbruck*

1. Úvod

Při použití komfortního větrání s rekuperací tepla je venkovní vzduch přiváděn do každé místnosti na vstupu vzduchotechnického okruhu (například obývací pokoj nebo ložnice) pomocí rozvodu vzduchotechnických kanálů. Vzduch odtud proudí do chodby a pak do prostoru, odkud se vzduch odvádí (koupelny, WC, kuchyně, atd.). Výzkumný projekt „Dvojitý užitek (Doppelnutzen)“ [Pfluger 2012] zkoumá další vývoj tohoto principu s názvem "kaskádové větrání": Vzduch se dodává jen do ložnic a odtamtud proudí do obývacího pokoje, odkud nakonec ústí do prostoru odsávaného vzduchu.

Když do obývacího pokoje nebude dodáván čerstvý vzduch, kvalita vzduchu v této místnosti začne být problematická. Avšak princip použití kaskádového větrání, způsob, jak proudí vzduch z ložnice do místností s odsáváním vzduchu, závisí na uspořádání různých místností a jejich vzájemném propojení. Proto se předpokládá, že kvalita ovzduší v obývacím pokoji závisí na topologickém uspořádání půdorysu. Tato studie se zaměřuje na průzkum, jaký vliv má uspořádání místností na uživatelské pohodlí v obývacím pokoji při použití kaskádového větrání. Cílem je poukázat, které uspořádání je nejvhodnější pro kaskádové větrání a které parametry mají podstatný vliv na výsledky.

2. Metoda

Tato studie byla provedena pro třípokojový byt se dvěma ložnicemi, s jedním obývacím pokojem, kuchyní, jednou koupelnou a jedním WC. Prvním krokem bylo identifikovat a klasifikovat, jaké jsou teoretické možnosti uspořádání všech místností. Přípravný průzkum bytových půdorysů ve starých a nových budovách ukazuje, že uspořádání a tvary pokojů mohou být velmi odlišné. To je důvodem, proč bylo nutno zvolit kritéria pro klasifikaci.

Metoda pro hodnocení kvality vzduchu v obývacím pokoji je podobná, jak je popsáno a použito ve studii citlivosti parametrů vyvinuté v [Rojas 2012]. Podle této metody byl software

pro multizónovou simulaci CONTAM (NIST) vybrán tak, aby byla simulována koncentrace CO₂ a relativní vlhkost, podle nichž se uživatelský komfort v obývacím pokoji vyhodnotí. Software standardně předpokládá, že vzduch je v každé zóně dokonale promíchán. Několik studií skutečně ukázalo, že vzduch se může dokonale promíchat v místnostech téměř všech běžných tvarů [Schnieders 2003], [Fräfel 2009].

Proto byla v této studii kritéria pro klasifikaci omezena na:

- Rychlost přívodu a / nebo odvodu vzduchu v zóně. To se týká funkčního typu místnosti (přívod vzduchu pro ložnice, odvod vzduchu z koupelny, WC a kuchyně).
- Možnost proudění vzduchu z jedné zóny do druhé. To se týká napojení různých zón (v této studii byly simulovány modely napojení, jako např. dveře s několikerým časovým rozvržením otevírání).

Na základě těchto předpokladů bylo ve "stromové struktuře" identifikováno a klasifikováno 63 různých konfigurací půdorysů daného třípokojového bytu.

Stávající model referenčního půdorysu v simulaci CONTAM (NIST) byl vybrán v [Rojas 2012]. Poté byl napsán skript v programu Matlab (Mathworks) pro automatické vygenerování všech projektových souborů CONTAM z referenčního modelu, které odpovídají různým konfiguracím půdorysu. Tímto způsobem byly simulovány a každou hodinu zaznamenávány hodnoty koncentrace H₂O and CO₂ v obývacím pokoji pro každou variantu půdorysu více než jeden rok za předpokladu referenčních okrajových podmínek.

3. Snížení rychlosti přiváděného vzduchu v obývacím pokoji

Cílem bylo prověřit uživatelský komfort v obývacím pokoji pro několik rychlostí přiváděného vzduchu pro různé konfigurace půdorysu. Proto byly analyzovány koncentrace CO₂ a H₂O v obývacím pokoji v zimě (v období od 1. prosince do 28. února) a přítomnost osob v obývacím pokoji. Tyto koncentrace dvou různých typů byly vyhodnoceny pomocí cílových a mezních hodnot s ohledem na pohodlí a zdraví přítomných osob. Ustálené hodnoty jsou převzaty z [Rojas 2012] a pocházejí z různých zdrojů z odborné literatury.

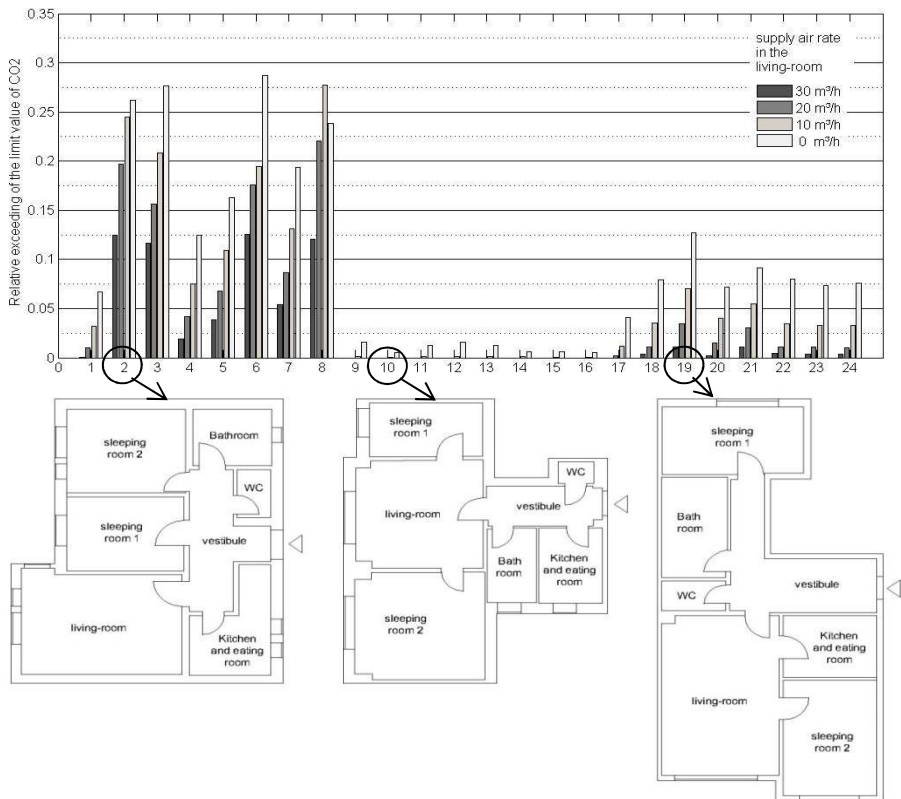
Kritéria hodnocení	CO ₂ ^{rel} (CO ₂ ^{abs}) [ppm]	Relativní vlhkost [%] při 22°C
Požadovaná hodnota	<600 (1050)	>30
Dočasně přípustná (mezí hodnota)	600-1600 (1050-2050)	20-30
Nepřípustná hodnota	>1600 (2050)	<20

Tabulka 1: Kritéria hodnocení podle [Rojas 2012]. Hodnoty CO₂ vycházejí z [Heinzow 2007] a [Lahrz 2008]. Hodnoty relativní vlhkosti vycházejí z normy DIN EN 13779. Hodnocení kvality vzduchu je založeno na koncentraci CO₂ a hodnocení uživatelského komfortu je založeno jak na koncentraci CO₂, tak i na rel. vlhkosti.

3.1. Efektivnost uspořádání místností s ohledem na odstranění znečišťujících látek

Kvalita vzduchu v místnosti je obvykle interpretována pomocí koncentrace oxidu uhličitého neboli CO₂. V této studii je hodnocení založeno na časově váženém průměru překročení mezních hodnot pro koncentraci CO₂ v závislosti na čase v analyzovaném časovém období. Tato veličina se nazývá RLV-CO₂. Čím nižší je tato hodnota, tím lépe bylo znečištění odstraněno.

Obrázek 1 ukazuje výsledky, že u každé konfigurace půdorysu 1. - 24. se překročení koncentrace RLV-CO₂ zvyšuje, když rychlost přiváděného vzduchu v obývacím pokoji klesá. Důvodem je to, že čím vyšší je průtok v místnosti, tím lépe dochází k odstranění kontaminující látky. Nicméně chování koncentrace RLV-CO₂ v závislosti na rychlosti přiváděného vzduchu v obývacím pokoji se u každého uspořádání půdorysu liší.



Obrazek 1: Relativní překročení limitní hodnoty CO_2 (RLV- CO_2) pro konfigurace od 1. do 24. s příklady odpovídajících půdorysů

Například uspořádání pokojů číslo 10 umožňuje velmi dobré odstraňování kontaminující látky na každém přívodu vzduchu v obývacím pokoji. To je případ obecně platný pro všechny konfigurace, kde jsou dvě ložnice přímo propojené s obývacím pokojem. Co se týká odstranění znečišťujících látek, u těchto konfigurací není žádný problém s použitím kaskádového větrání.

Naopak v případě uspořádání pokojů číslo 2 nastává už pro rychlost přiváděného vzduchu $30 \text{ m}^3/\text{h}$ v obývacím pokoji nejvyšší překročení RLV- CO_2 . Tato hodnota se zvyšuje i dále, dokud rychlost přiváděného vzduchu v obývacím pokoji klesá. Tento trend je stejný pro všechny půdorysy, kde jsou ložnice spojené s chodbou. U těchto konfigurací nedokáže kaskádové

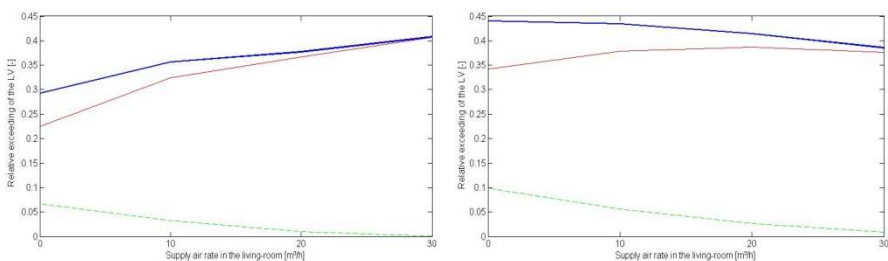
větrání dostatečně odstranit znečišťující látky tak, aby bylo dosaženo uspokojivé kvality ovzduší pro obyvatele.

Uspořádání pokojů číslo 19 vykazuje nízké překročení RLV-CO₂ pro maximální rychlost přiváděného vzduchu. Tato hodnota se významně zvyšuje, jakmile rychlost přiváděného vzduchu klesne. To znamená, že pro tento druh půdorysu (jedna ložnice propojená s obývacím pokojem a druhá s chodbou) závisí odstranění znečišťujících látek zejména na rychlosti přiváděného vzduchu v obývacím pokoji.

3.2. Optimální rychlost přívodu vzduchu v obývacím pokoji

Cílem této studie bylo zjistit, pro které konfigurace půdorysu poskytuje kaskádové větrání (bez přiváděného vzduchu v obývacím pokoji) optimální uživatelský komfort (optimum minimalizované koncentrace CO₂ při současném zachování dostatečné vlhkosti) v obývacím pokoji. Metoda pro hodnocení uživatelského komfortu je podobná metodě vyvinuté v [Rojas 2012] (s výjimkou VOC složky, která zde nebyla uvažována). Hodnocení je založeno na součtu překročení RLV-CO₂ a RLV-H₂O, který se zde nazývá RLV-T.

Výsledky ukazují, že v závislosti na konfiguraci místností byla minimální hodnota RLV-T dosažena pro různé rychlosti přívodu vzduchu v obývacím pokoji.



Obrázek 2: Relativní překročení limitní hodnoty CO₂ (RLV-CO₂ čárkovaně), limitní hodnoty H₂O (RLV-H₂O přímka) a jejich součet (silná čára RLV-T) pro konfigurace 2 a 58.

Obrázek 2 ukazuje, že překročení u RLV-H₂O je vyšší než u RLV-CO₂. Tak tomu je pro každou konfiguraci. To znamená, že relativní vlhkost je dominantním parametrem uživatelského komfortu v zimě v rámci daných klimatických podmínek (Viedeň, Rakousko).

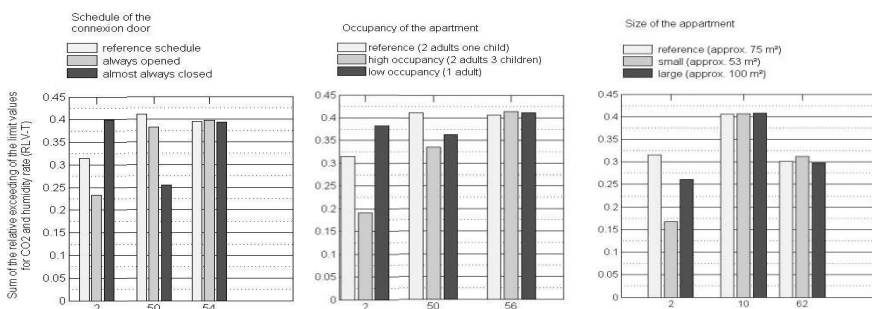
V závislosti na konfiguraci se optimální rychlost přiváděného vzduchu v obývacím pokoji pohybuje mezi 30 m³/h (jako u konfigurace 58) a 0 m³/h nebo kaskádovým větráním (jako u konfigurace 2). U přibližně 80% konfigurací půdorysu se snížením rychlosti přiváděného vzduchu v obývacím pokoji uživatelský komfort zlepšuje.

4. Proměnlivost parametrů

Další otázkou bylo zjistit, zda konfigurace, pro které se kaskádové větrání zdá být optimálním řešením, přinesou uspokojivý uživatelský komfort i při proměnlivosti některých parametrů:

- Parametr propojení dveřmi: 1. stále otevřené, 2. zavřené, když je někdo v obývacím pokoji přítomen (referenční), 3. téměř vždy zavřené
- Parametr kapacita osob: 1. nízká, 2. střední hodnota (referenční), 3. vysoká. Data vybrána z [Statistik Austria 2011].
- Parametr velikost bytu: 1. malý, 2. normální (referenční), 3. velký. Data vybrána z [Statistik Austria 2004].

Obrázek 3 ukazuje, že nejvíce nestabilní je konfigurace 2, pokud jde o vliv tří sledovaných parametrů. To se očekávalo, protože v této konfiguraci je obývací pokoj izolován. Tato konfigurace může být optimalizována tím, že se do obývacího pokoje integruje kuchyně.

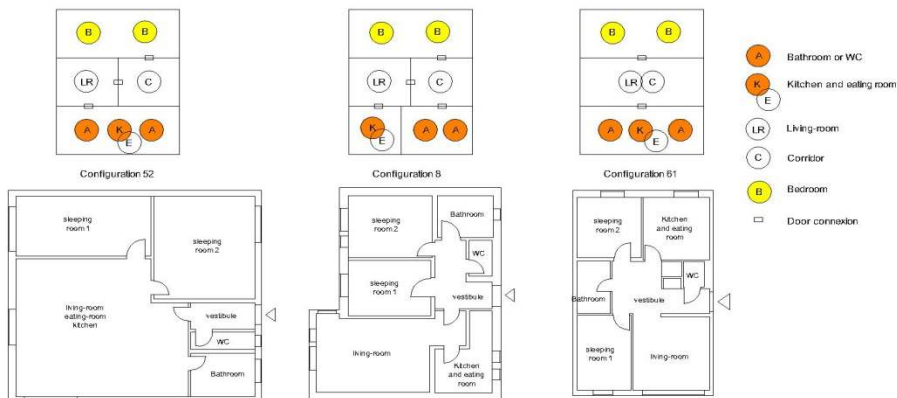


Obrázek 3: Vliv sledovaných parametrů na součet relativních překročení limitních hodnot CO₂ a H₂O pro vybrané konfigurace půdorysu.

Kaskádové větrání se nedoporučuje pro konfigurace půdorysu, pro které je kolísáním sledovaných parametrů příliš ovlivněn uživatelský komfort.

5. Shrnutí a závěr

Obrázek 4 ukazuje příklady konfigurací vyhovujících půdorysů, které se kaskádovému větrání vhodně přizpůsobily, a dokonce jsou doporučeny pro zlepšení uživatelského komfortu.



Obrázek 4: Tři příklady topologických konfigurací, které jsou dobře přizpůsobeny kaskádovému větrání, s ukázkami půdorysu.

Pro stabilitu výsledků je možno provést ještě další měření. Například klima může významně ovlivnit výsledky týkající se uživatelského komfortu, protože relativní vlhkost je dominantním faktorem v hodnocení výsledků.

Ve výzkumném projektu "Dvojitý užitek" bude otázka tvaru pokojů zkoumána pomocí softwaru CFD pro několik kritických konfigurací pokojů.

Všechny výsledky budou dále implementovány ve webové aplikaci v podobě plánovacího nástroje pro architekty a projektanty, dostupného v únoru 2013. (http://passipedia.passiv.de/passipedia_en/start).

6. Literatura

- [Fräfel 2009] Fräfel, Barp, Huber. „Luftbewegungen in frei durchgeströmten Wohnräumen.“ Schlussbericht, Zürich, 2009.
- [Heinzow 2007] Heinzow, Sagunski. „Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten“. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz Vol. 50 pp 990-1005, 2007.
- [Lahrz 2008] Lahrz, Bischof, Sagunski. „Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft“. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz, Vol. 51, pp. 1358-1369, 2008.
- [Pfluger 2012] Pfluger. "Doppelnutzen: Komfort- und Kostenoptimierte Luft-

führungskonzepte für energieeffiziente Wohnbauten“. Haus der Zukunft, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreich. Retrieved August 30, 2012
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6370>, 2012.

- [Rojas 2012] Rojas, Sibille, Pfluger. „Sensitivitätsanalyse zur Raumluftqualität mit Wohnraumlüftung.“ Pinkafeld, 2012. e-Nova 2012 Nachhaltige Gebäude.
- [Schnieders 2003] Schnieders, Feist. „Wirkung von Position und Art der Lüftungsöffnungen auf den Schadentransport.“ Passivhaus Institut Protokollband 23, Juli 2003.
- [Statistik Austria 2011] Statistik Austria. „Familien- und Haushaltsstatistik 2011.“ Wien, 2011.
- [Statistik Austria 2004] Statistik Austria. „Gebäude- und Wohnungszählung.“ Wien, 2004.

7. Poděkování

Tyto výzkumy jsou prováděny v rámci projektu FFG „Dvojí užitek: Vzduchotechnické koncepce optimalizované z hlediska komfortu a nákladů pro energeticky úspornou bytovou výstavbu“. Tento projekt je podporován Rakouským spolkovým ministerstvem dopravy, inovací a technologií v rámci programu „Dům budoucnosti Plus“, (projekt č. 827165).

Optimization of dwelling floor plan configuration for cascade ventilation

Dipl.-Ing. Elisabeth Sibille, Dr.-Ing. Rainer Pfluger; Universität Innsbruck, AB. Energieeffizientes Bauen

Technikerstraße 13 A-6020 Innsbruck

1. Introduction

Using comfort ventilation with heat recovery, the outside air is guided to each of the supply air rooms (such as living room or bedroom) via an air duct network. The air flows from there into the hallway and then into the exhaust air spaces (bathrooms, toilet, kitchen, etc.). The research project „Doppelnutzen“ [Pfluger 2012] examines the further development of this principle called “cascade ventilation”: the air is only supplied in the bedrooms and flows from there into the living room before flowing into the exhausted air spaces.

The issue of the air quality in the living room comes out when no supply air is provided in this space. However, using the principle of cascade ventilation, the way the air flows from the bedrooms to the exhausted air rooms depends on the arrangement of the different rooms and on their connections with each other. Thus, it is expected that the air quality in the living room depends on the topological configuration of the floor plan. This study aims at investigating which influence has the room arrangement on the user’s comfort in the living room by cascade ventilation. The goal is to point out which configurations are best adapted for cascade ventilation and which are the parameters with significant influence on the results.

2. Method

This study was made for a three-room apartment with two bedrooms, one living room, one kitchen, one bathroom and one WC. The first step was to identify and classify which are all the theoretically possible arrangements of the rooms. A preparatory research of residential floor plans in old and new buildings shows that the arrangement and the shapes of the rooms can be extremely different. That is why criteria of classification had to be chosen.

The method to evaluate the air quality in the living room is similar as described and used in the parameter sensitivity study developed in [Rojas 2012]. According to this method, the

multi-zone simulation software CONTAM (NIST) was chosen to simulate the CO₂ and humidity rates on which the user's comfort in the living room is evaluated. The software assumes by default that the air is perfectly mixed in each zone. In fact, several studies have shown that the air can be assumed as perfectly mixed in almost all usual shapes of room [Schnieders 2003], [Fräfel 2009].

Thus, in this study the classification criteria were restricted to:

- supply and/or exhausted air flow rate in the zone. This refers to the functionality of the room (air inlet for bedrooms, air outlet for bathroom, WC and kitchen).
- overflow possibility from one zone to another. This refers to the connexion of the different zones (in this study, the connexions were modelled as doors with several opening schedules).

Based on those assumptions, 63 different floor plan configurations of the given three-room apartment were identified and classified in a "tree structure".

The existing model of the reference floor plan in CONTAM (NIST) was picked up in [Rojas 2012]. Then, a Matlab (Mathworks) script was then written to generate automatically from the reference model all the CONTAM project files corresponding to the different floor plan configurations. This way, the H₂O and CO₂ rates in the living room of every possible floor plan were simulated and recorded hourly over one year under the reference boundary conditions.

3. Reduction of the supply air rate in the living room

The goal is to investigate the user's comfort in the living room by several supply air rates, for the different floor plan configurations. Thus, the CO₂ and H₂O rates have been analysed in the living room, in the winter (between the Dec. 1st and Feb. 28th) and by occupancy of the living room. The concentrations of those two species have been evaluated through target and limit values corresponding to the comfort and the health of the occupants. The settled values are taken from [Rojas 2012] and come from several literature sources.

Evaluation criteria	$\text{CO}_2^{\text{rel}}(\text{CO}_2^{\text{abs}})$ [ppm]	Humidity rate [%] at 22°C
Target value	<600 (1050)	>30
Temporary tolerable (limit value)	600-1600 (1050-2050)	20-30
unacceptable	>1600 (2050)	<20

Table 1: Evaluation criteria according to [Rojas 2012]. CO_2 values come from [Heinzow 2007] and [Lahrz 2008]. Humidity rate values come from DIN EN 13779. The evaluation of the air quality is based on the CO_2 concentration and the evaluation on the user's comfort is based on both CO_2 concentration and humidity rates.

3.1. Capacity of a room configuration to remove pollutants

The air quality of a room is usually interpreted through the concentration of carbon dioxide or CO_2 . In this study, the evaluation is based on the time weighted mean exceeding of the limit value over the analysed time period for CO_2 concentration. This value is called RLV- CO_2 . The lower this value is the best the contaminant is removed.

Figure 1 shows the results, every floor plan configuration from 1 to 24. RLV- CO_2 increases when the supply air rate in the living room decreases. This is because the higher the flow rate in a room is, the better occurs the removal of the contaminant. Nevertheless, the behaviour of RLV- CO_2 with supply air rate in the living room differs from a floor plan configuration to another.

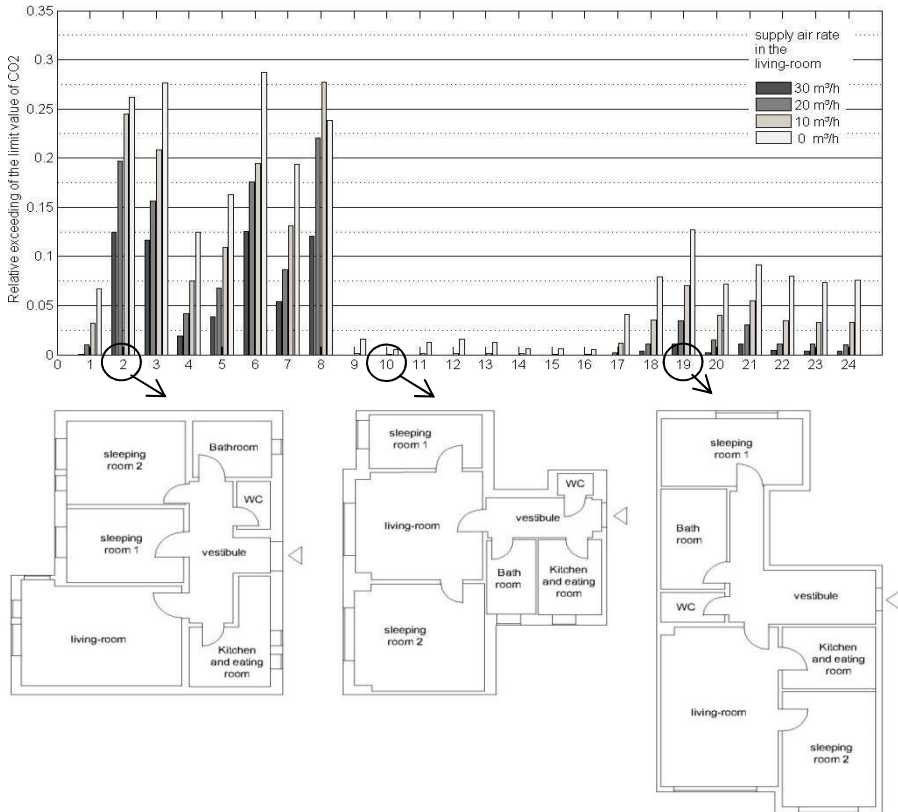


Figure 1: Relative exceeding of the limit value of CO₂ (RLV-CO₂) for the configurations from 1 to 24 with examples of matching floor plans

For example, the room arrangement number 10 allows for a very good removal of the contaminant for any supply air rate in the living room. This is the case in general for all the configurations where the two bedrooms are directly connected to the living room. For those configurations and as far as the removal of pollutant is concerned, there is no problem with setting cascade ventilation.

On the contrary, room arrangement number 2 has already the highest RLV-CO₂ for a supply air rate of 30 m³/h in the living room. This value increases also when the supply air rate in the living room decreases. This trend is the same for all the floor plans where the bedrooms

are connected with the corridor. For those configurations, cascade ventilation may not remove enough the pollutants to provide a satisfactory air quality to the occupant.

Room arrangement number 19 shows a low RLV-CO₂ for the maximal supply air rate. This value increases significantly as soon as the supply air rate decreases. This means that for this kind of floor plan (one bedroom connected to the living room and the other one to the corridor), the removal of the pollutants depends significantly on the supply air rate in the living room.

3.2. Optimal supply air flow rate in the living room

In this study, the goal was to find the floor plan configurations for which cascade ventilation (no supply air in the living room) provides an optimal user's comfort (optimum between minimizing the CO₂ concentration, while keeping a satisfactory humidity rate) in the living room. The method for the evaluation of the user's comfort is similar to this one developed in [Rojas 2012] (except for the VOC component which has not been considered here). The evaluation is based on the sum of RLV-CO₂ and RLV-H₂O, which is called here RLV-T.

The results show, that depending on the room configuration, the minimum of the RLV-T is reached for a different air supply rate in the living room.

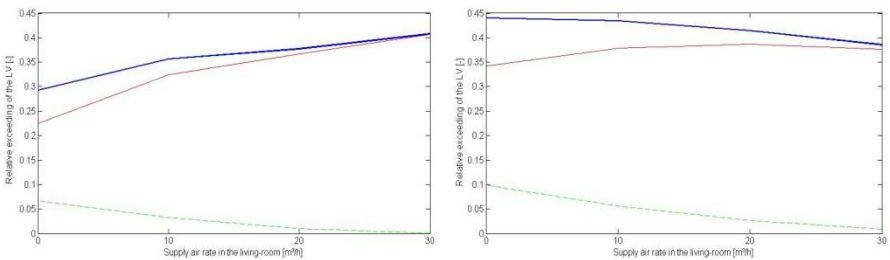


Figure 2: Relative exceeding of the CO₂ limit value (RLV-CO₂ dotted-line), of the H₂O limit value (RLV-H₂O straight line) and their sum (RLV-T thick line) for configurations 2 and 58.

Figure 2 shows that the RLV-H₂O is higher than the RLV-CO₂. This is the case for every configuration. This means that the humidity rate is the dominating parameter of the user's comfort in the winter under the given climate (Vienna, Austria).

Depending on the configuration, the optimal supply air rate in the living room varies between 30 m³/h (like for configuration 58) and 0 m³/h or cascade ventilation (like for configuration 2). For approximately 80 % of the floor plan configurations, the reduction of the supply air rate in the living room improves the user's comfort.

4. Parameter variation

The further issue was to investigate if the configurations for which cascade ventilation appears to be the optimal solution, still bring a satisfactory user's comfort when some parameters vary:

- Parameter connexion door: 1. always opened, 2. closed when somebody is in the living room (reference), 3. almost always closed
- Parameter occupancy: 1. low, 2. mean value (reference), 3. high. Data selected from [Statistik Austria 2011].
- Parameter size of the apartment: 1. small, 2. normal (reference), 3. large. Data selected from [Statistik Austria 2004].

Figure 3 shows that the configuration 2 is the most unstable regarding the influence of the three investigated parameters. This was expected because in this configuration, the living room is isolated. This configuration can be optimized by integrating the kitchen into the living room.

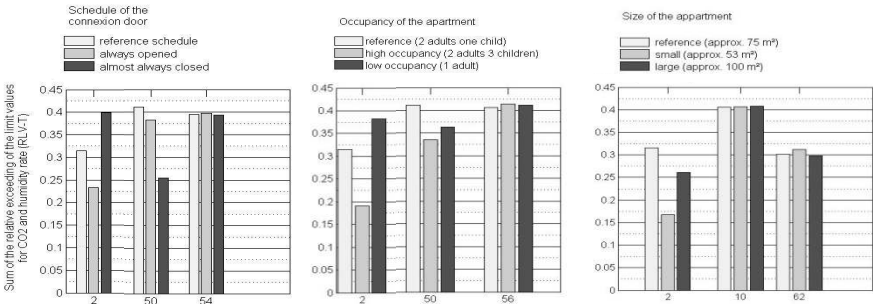


Figure 3: Influence of the investigated parameters on the sum of the relative exceeding of the limit values of CO₂ and H₂O for selected floor plan configurations.

Cascade ventilation is not recommended for the floor plan configurations for which the user's comfort is too much influenced by the variation of the studied parameters.

5. Summary and conclusion

Figure 4 shows examples of floor plans matching with configurations where cascade ventilation is well adapted and even recommended to improve the user's comfort.

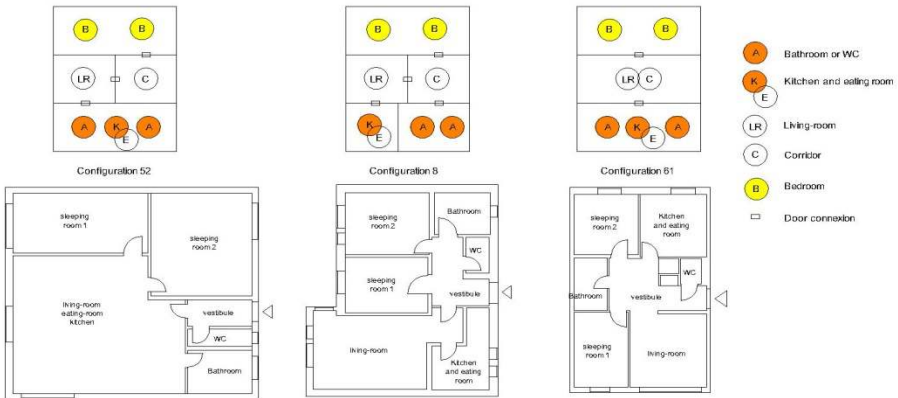


Figure 4: Three examples of topological configurations which are well adapted to cascade ventilation with examples of floor plan.

Further investigations for the stability of the results can be made. For example, the climate may influence the results about user's comfort significantly because the humidity rate is the dominating factor in the evaluation value.

In the research project "Doppelnutzen", the issue of the shape of the rooms will be investigated with CFD software for several critical room configurations.

All the results will be further implemented in a web-tool as a planning aid for architects and planners available in Feb. 2013 (http://passipedia.passiv.de/passipedia_en/start).

6. Literature

- [Fräfel 2009] Fräfel, Barp, Huber. „Luftbewegungen in frei durchgeströmten Wohnräumen.“ Schlussbericht, Zürich, 2009.
- [Heinzow 2007] Heinzow, Sagunski. „Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten“. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz Vol. 50 pp 990-1005, 2007.
- [Lahrz 2008] Lahrz, Bischof, Sagunski. „Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft“. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz, Vol. 51, pp. 1358-1369, 2008.

- [Pfluger 2012] Pfluger. "Doppelnutzen: Komfort- und Kostenoptimierte Luftführungskonzepte für energieeffiziente Wohnbauten". Haus der Zukunft, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreich. Retrieved August 30, 2012
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6370>, 2012.
- [Rojas 2012] Rojas, Sibille, Pfluger. „Sensitivitätsanalyse zur Raumluftqualität mit Wohnraumlüftung.“ Pinkafeld, 2012. e-Nova 2012 Nachhaltige Gebäude.
- [Schnieders 2003] Schnieders, Feist. „Wirkung von Position und Art der Lüftungsöffnungen auf den Schadentransport.“ Passivhaus Institut Protokollband 23, Juli 2003.
- [Statistik Austria 2011] Statistik Austria. „Familien- und Haushaltsstatistik 2011.“ Wien, 2011.
- [Statistik Austria 2004] Statistik Austria. „Gebäude- und Wohnungszählung.“ Wien, 2004.

7. Acknowledgements

Those investigations are performed in the framework of the FFG Project "Doppelnutzen: Komfort- und Kostenoptimierte Luftführungskonzepte für energieeffiziente Wohnbauten". This project is supported by the Austrian National Ministry for Transport, Innovation and Technologies through the programm „Haus der Zukunft Plus“, (project number 827165).

Bodové tepelné mosty nadkroevních tepelných izolací

Roman Šubrt, Pavlína Charvátová, VŠTE

Roman Šubrt: tel: +420 777 196 154, e-mail: roman@e-c.cz

Pavlína Charvátová: tel: +420 774 400 921, e-mail: pavlina@e-c.cz

1. Bodový činitel prostupu tepla χ [W/K]

Na konferenci Pasivní domy 2012 vznikla v diskuzi otázka, jak velké jsou bodové tepelné mosty u systémů s nadkroevní tepelnou izolací, když kotvící prvky jsou z oceli. Vzhledem k tomu, že nám tato problematika přišla jako zajímavá, navíc máme k dispozici výpočtový program, kterým je možné tyto bodové tepelné mosty kvantifikovat, přijali jsme otázku jako podnět pro naši práci a v tomto příspěvku se věnujeme některým nadkroevním systémům, resp. bodovým mostům u těchto systémů vznikající kotevnými prvky.

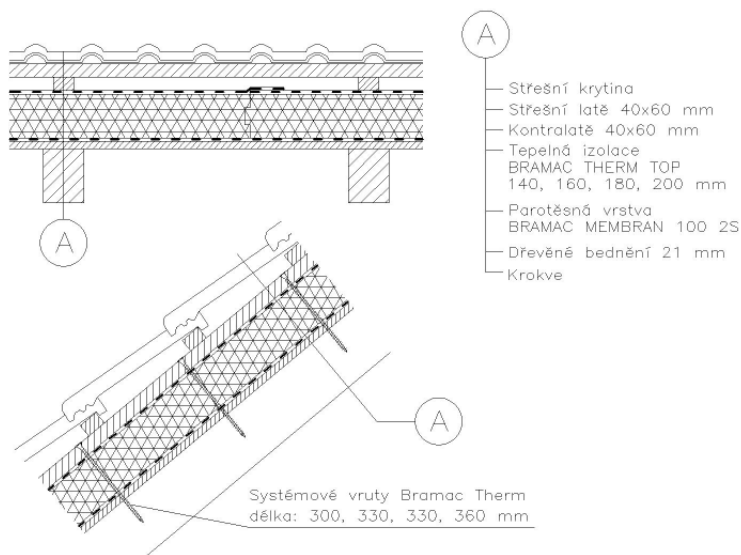
2. Výpočtový postup

Výpočty byly provedeny výpočtovým software QuickField 5.10, který umožňuje řešit dvou-rozměrné teplotní pole najen v souřadném systému $x; z$, ale i $r; z$, tedy systém vhodný pro řešení úloh s rotační osou a válcovým uspořádáním. Použitím tohoto výpočtového modelu vzniká drobná nepřesnost, a sice že případné tyčové profily neprocházející osou rotace je nutné tvarově přizpůsobit. Konkrétně se v tomto případě jedná např. o krokve a latě, kterými prochází kotvící prvky kolmo. V těchto případech jsme tyto prvky uvažovali pouze výsekem. Stejně tak není možné ve výpočtu uvažovat s anizotropií materiálů, pokud nejde o anizotropii v ose rotace a kolmo na ni – opět se jedná např. o zmíněné dřevěné střešní prvky, jako jsou krokve apod. Zde jsme zadávali tepelnou vodivost pro dřevo kolmo k vláknům. Vzhledem k tomu, že tepelná vodivost kolmo k vláknům je výrazně menší, než po vláknech, dochází tím i k částečné eliminaci nepřesného tvarového zadání. Vzhledem k tomu, že jde vždy o nadkroevní systémy, lze tyto drobné nepřesnosti zanedbat. Při zjišťování možných rozdílů jsme zjistili, že rozdílů jsou řádově v setinách mW/K, což pro výpočty tepelných ztrát pasivních domů není rozhodující.

3. Uvažované případy

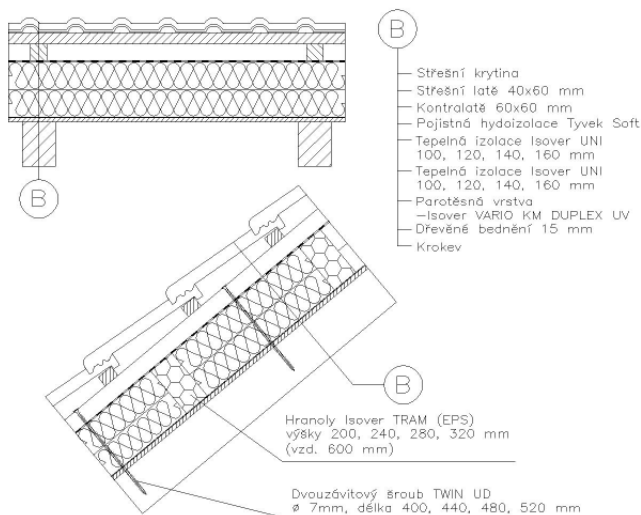
Naše výpočty jsme omezili na několik druhů systémů s nadkro- kevní tepelnou izolací, přičemž jsme vždy uvažovali různou tloušťku tepelné izolace. Kotevní prvky jsme vždy volili systémové předepsané každým systémem. Konkrétně jsme se zabývali těmito skladbami:

a) systém BRAMAC Therm Top, viz obr. 1, s tepelnou izolací tl. 140, 160, 180 a 200 mm

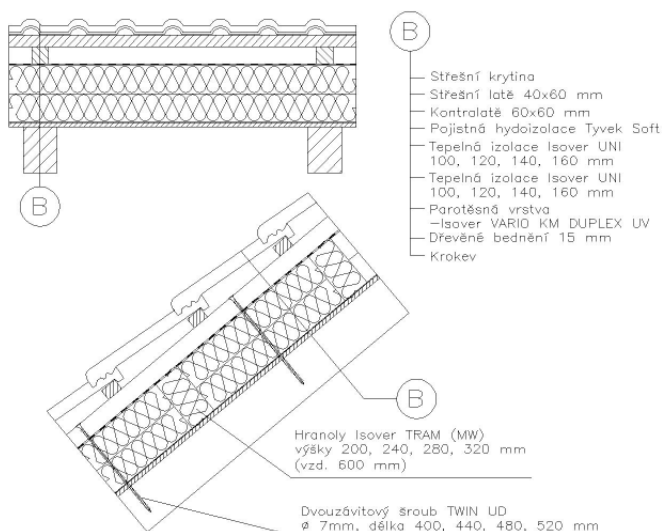


Obr. 1 systém Bramac Therm TOP

b) ISOVER s trávky z pěno- vého polystyrénu, viz obr. 2 a z minerální vlny, viz obr. 3 o tl. tepelné izolace 200, 240, 280 a 300 mm

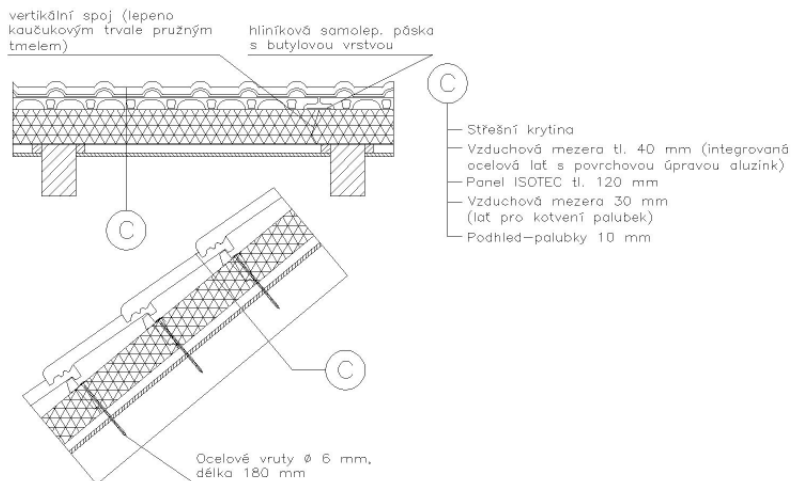


Obr. 2 systém ISOVER UNI + trávky z EPS



Obr. 3 systém ISOVER UNI + trávky z MW

c) **ISOTEC s tepelnou izolací tl. 120 mm, viz obr. 4**



Obr. 4 systém ISOTEC

Dále je nutné podotknout, že počet kotevních prvků se vždy řídí zatížením větrem a obvykle se používají 2 – 3 kotevní prvky na 1 m² střechy. Pro kompletní informaci je na obr. 5 ukázka teplotního pole systému ISOVER s trámkou z EPS a tl. tepelné izolace 200 mm.

4. **Bodový činitel prostupu tepla v závislosti na nadkroevním systému a tloušťce tepelné izolace**

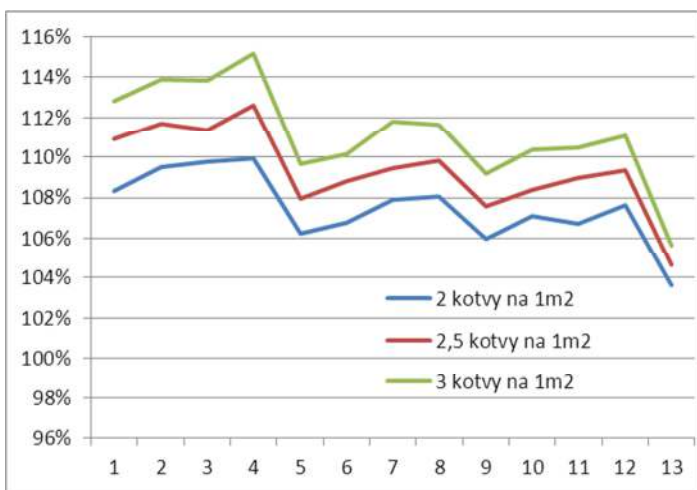
Výsledky výpočtu tepelných mostů lze shrnout do přehledné tabulky, viz tabulka 1, ve které jsou uvedeny podstatné hodnoty. Velmi zajímavé je také grafické vyjádření zvýšení součinitele prostupu tepla U v závislosti na druhu nadkroevní tepelné izolace a počtu kotevních prvků, viz graf 1.

Tabulka 1 - velikosti bodových tepelných mostů a zvýšení součinitele prostupu tepla U dle počtu kotev a druhu nadkroevní tepelné izolace

p . č.	systém a tloušťka tepelné izolace [mm]	bodový tepelný most χ [W/K]	souč. prostupu tepla U střechy bez TM [W/(m ² .K)]	souč. prostupu tepla U střechy včetně TM při počtu vrutů na 1 m ² [W/(m ² .K)]		
				2	2,5	3
BRAMAC Therm Top						
1	140	0,0066	0,156	0,169	0,173	0,176
2	160	0,0062	0,137	0,150	0,153	0,156
3	180	0,0059	0,123	0,135	0,137	0,140
4	200	0,0056	0,111	0,122	0,125	0,1278
Isover UNI + trámky z EPS						
5	200	0,0057	0,176	0,187	0,190	0,193
6	240	0,0052	0,148	0,158	0,161	0,163
7	280	0,0047	0,127	0,137	0,139	0,142
8	320	0,0044	0,112	0,121	0,123	0,125
Isover UNI + trámky z MW						
9	200	0,0057	0,185	0,196	0,199	0,202
10	240	0,0052	0,155	0,166	0,168	0,171
11	280	0,0048	0,134	0,143	0,146	0,148
12	320	0,0044	0,118	0,127	0,129	0,131
ISOTEC						
13	120	0,0037	0,194	0,201	0,203	0,205

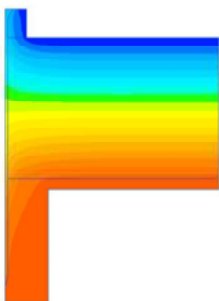
5. Závěr

Z uvedeného vyplývá, že bodové tepelné mosty kotvami u nadkroevních tepelných systémů jsou sice velmi nízké, avšak při velmi nízkých hodnotách součinitele prostupu tepla U hrají procentuálně poměrně značnou roli. Při použití 3 kotev na 1 m² lze také říci, že tím je pro plochu střechy plně vyčerpána přírážka na tepelné mosty, která je obvyklá pro pasivní domy, a sice $\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



Graf 1- závislost procentuálního zvýšení součinitele prostupu tepla U na druhu nadkroevní tepelné izolace a počtu kotev

Pozn.: Na vodorovné ose jsou čísla uvedeny hodnocené případy z tabulky 1.



Obr. 5 – ukázka teplotního pole pro jeden konkrétní počítaný případ.

6. Literatura

ŠUBRT, R. a kol. *Tepelné mosty*. Praha: GRADA 2011. 224s.

Měření vzniku vlhkosti dřeva ve zhlaví trámů u rekonstrukce s vnitřní izolací

*Kristin Bräunlich; Berthold Kaufmann, Passivhaus Institut
Rheinstr. 44/46, 64283 Darmstadt, kristin.braeunlich@passiv.de*

1. Prezentace projektu Hohenzollernhöfe v Ludwigshafenu

„Hohenzollernhöfe“ čili Hohenzollernské dvory je název obytné zóny v Ludwigshafenu, která byla postavena v roce 1923 v symetrickém slohu, který byl pro toto období v Ludwigshafenu typický a vyznačoval se pseudobarokní ornamentální fasádou. Obytná zóna zahrnuje celkem více než 20 vícebytových domů v blokové zástavbě a všechny domy mají být postupně zrekonstruovány. Protože je obytná zóna památkově chráněná a zdobné fasády je třeba zachovat, byly použity systémy vnitřní izolace.

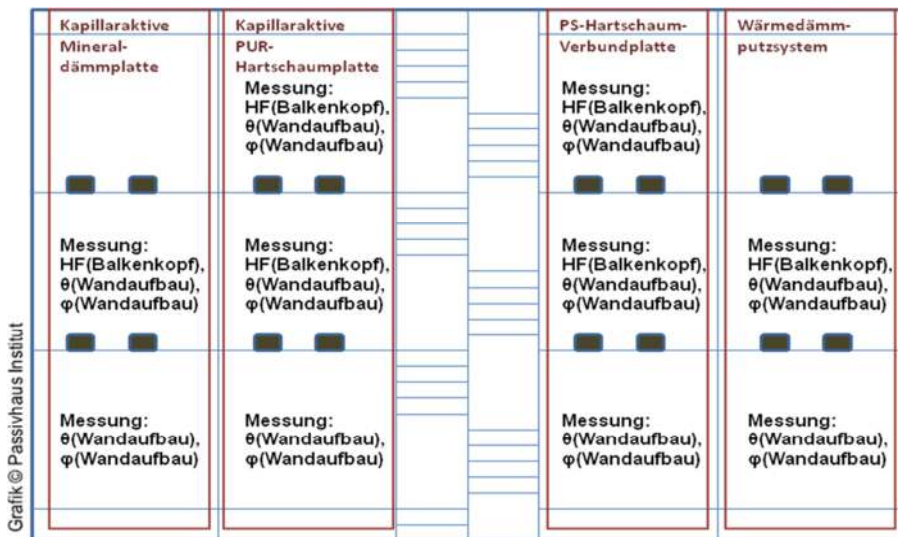
Zvláštním problémem při realizaci systémů vnitřních izolací u tohoto projektu bylo, že budova je v souladu s někdejší častým způsobem konstruování vybavena dřevěnými trámovými stropy. To znamená, že když bude namontována vnitřní izolace, budou dřevěné trámy ležet ve studené zóně, čímž by mohlo vzniknout riziko navlhávání zhlaví trámů. Kromě toho představuje provedení vzduchotěsného napojení vnitřních izolací v souvislosti s dřevěným trámovým stropem velkou výzvu.



Obrázek 1: Hohenzollernské dvory Ludwigshafen (Foto: LUWOGÉ)

Rok výstavby: 1923
 Počet bytů: 179 jednotek
 Obytná plocha: 18.121 m²
 Vlastník / investor: LUWOGÉ, Ludwigshafen
 Architekt: Helmut Lerch, Heidelberg
 Vedení stavby: Architektonická kancelář Konarski

V rámci měření zadaného vlastníkem LUWOGÉ měl být pomocí měřicí techniky zkoumáno vlhkostní namáhání ve dřevě v místě zhlaví trámů pro různé izolační systémy. Obrázek 2 znázorňuje přehled instalovaných izolačních systémů a koncepci měření.



Obrázek 2: Přehled izolačních systémů a koncepcí měření v Hohenzollernských dvorech ve schématickém řezu budovy (HF – vlhkost dřeva, ϕ – relativní vlhkost, θ – Teplota)

2. Izolační systémy a detaily napojení

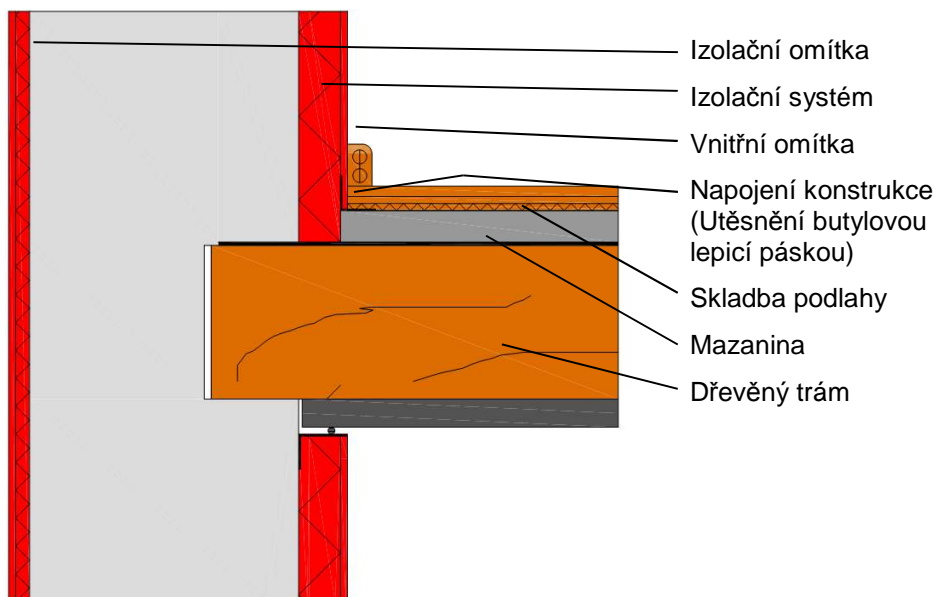
Instalované izolační systémy a způsob jejich montáže jsou vysvětleny v následující tabulce:

Izolační systém	Tloušťka izolace	Tepelná vodivost λ	Montáž	Uzavření prostoru
Systém tepelně izolační omítky	60 mm	0,070 W/(mK)	dvě vrstvy omítnuté	krycí omítky v systému
Kapilárně aktivní PUR deska z tvrdé pěny	50 mm	0,031 W/(mK)	celoplošně systémovým lepidlem	krycí omítky v systému
Sádkarton. kompozitní deska s tvrzenou PS pěnou	40 mm	0,032 W/(mK)	Maltový spoj na kraji desky	12,5 mm sádkartónová deska ve spoji
Kapilárně aktivní minerální izolační deska	50 mm	0,042 W/(mK)	celoplošně systémovým lepidlem	krycí omítky v systému

Tabulka 1: Přehled instalovaných izolačních systémů, technické údaje a detaily napojení

Na vnější straně zdi byla nanášena 2 cm silná vrstva tepelně izolační omítky, která byla opatřena další vrstvou 1 cm krycí omítky.

Vzduchotěsné napojení představuje v souvislosti s dřevěným trámovým stropem velkou výzvu. Abychom se vyhnuli nákladnému kroku utěsňování každého trámu zvlášť, bylo zvoleno napojení konstrukce na mazaninu podlahy pomocí butylové lepicí pásky (Obrázek 3). Napojení izolačního systému na omítku stropu bylo provedeno bobtnavou těsnicí páskou.



Obrázek 3: Detail napojení konstrukce systémů vnitřní izolace ve vertikálním řezu skladbou stěny a mezistropu (Grafika: Helmut Lerch)

Kvalita vzduchotěsného napojení byla zkoumána pomocí snímků podtlakové termografie. V době provedení podtlakové termografie (ca. 8 měsíců po dokončení rekonstrukčních prací) nebyly rozpoznatelné žádné netěsnosti na okrajích vnitřní izolace, dlouhodobé zkušenosti zde však stále chybějí.

3. Koncepce kontinuálního měření

Cílem technického měření je zkoumání vlhkostního namáhání ve dřevě ve zhlaví trámů po provedení montáže vnitřní izolace. Aby bylo možné provést testování fyzikálního chování zhlaví trámů v závislosti na vlhkosti po montáži vnitřní izolace, je potřebné dlouhodobé měření po dobu několika let. Za tím účelem se u některých dřevěných trámů (alespoň 2 trámy pro každý izolační systém) instaluje systém pro měření vlhkosti dřeva (Obrázek 4). Měření vlhkosti dřeva je založeno na vysokoohmickém měření odporu. Ze změřených hodnot elektrického odporu dřeva je možno určit obsah vody ve dřevě v hmotnostních procentech (%hm.). Metoda měření je uvedena v [Reising, 2009]. Kromě toho se měří ještě teplota v místě zhlaví trámů.

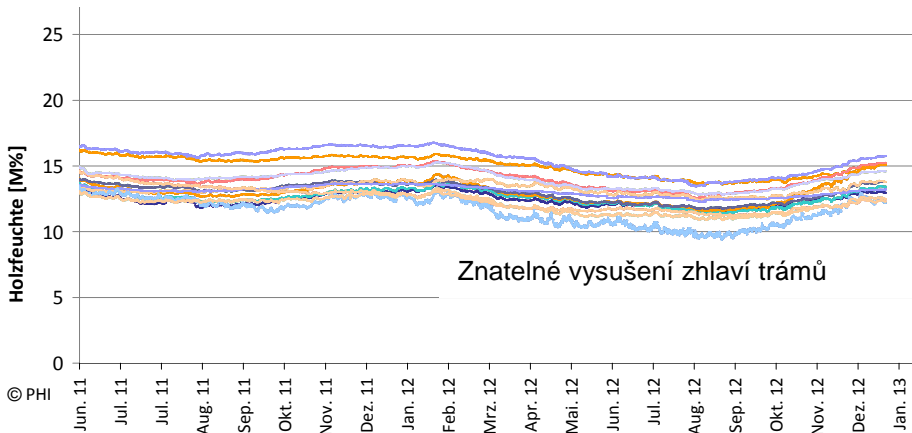


Foto: PHI

Grafika: Helmut Lerch

Obrázek 4: vlevo: Uspořádání čidel vlhkosti dřeva ve zhlaví trámů (vertikální řez skladbou stěny a mezistropem), vpravo: Zkušební měření na instalovaných čidlech vlhkosti dřeva

4. První výsledky měření



Obrázek 5: Vývoj vlhkosti ve dřevě ve zhlaví trámů v %hm.

Z obrázku 5 je zřejmý vývoj vlhkosti ve dřevě u všech zkoumaných zhlaví trámů. V průběhu první zimy po dokončení montáže vnitřní izolace se hodnoty vlhkosti dřeva pohybovaly od 13 do 17 % hm. V létě 2012 nastal zřetelný pokles vlhkosti dřeva i v porovnání s předchozím létem, což poukazuje na další vysušení vlhkosti ze stavebních procesů. Hodnoty vlhkosti

dřeva se pohybovaly celoročně pod kritickou hranicí 20 % hm., při níž při dlouhodobějším překročení může dojít k poškození stavby. Jako pozitivní vlivy na vývoj vlhkosti dřeva zde chceme uvést především venkovní tepelně izolační omítku, která současně funguje jako ochrana proti nárazovému dešti, a také individuální větrací jednotky s rekuperací tepla v jednotlivých bytech, které byly nainstalovány v průběhu modernizačních úprav. Díky větracím systémům bylo možno udržovat vlhkost vzduchu v interiéru celoročně v nekritickém rozmezí. V zimních pololetích činily hodnoty vlhkosti vzduchu v interiéru průměrně až 45 %.



Obrázek 6: Teplota a vyrovnávací vlhkost ve staré vrstvě omítky pod izolací

Na obrázku 6 jsou znázorněny teploty a vyrovnávací vlhkost ve staré vrstvě omítky (pod izolací). Je možné zřetelně rozpoznat postupné vysušování konstrukce do podzimu 2011. Poté následoval lehký vzestup vyrovnávací vlhkosti během zimního půlroku. V aktuálním zimním půlroku je opět vidět vzestup vyrovnávací vlhkosti. Přesnější konstatování ohledně sezónního průběhu vyrovnávací vlhkosti ve staré vrstvě omítky a o hodnotách vlhkosti dřeva je možné učinit až za další rok měření. Vlhkost ze stavebních konstrukcí a proces vysoušení po modernizaci mají velký vliv na výsledky měření, takže jeden rok měření (po vysoušení vlhkosti z výstavby) ještě nemá velkou výpovědní hodnotu.

5. Shrnutí

Po 2. roce měření je již zcela zřetelné, že vlhkost dřeva ve zhlaví trámů v porovnání s vlhkostí dřeva po montáži vnitřní izolace poklesla. Hodnoty vlhkosti dřeva se pohybují celoročně pod 20 % hm., a díky tomu jsou tedy v rozmezí nekritickém pro dřevěnou konstrukci.

Hlavní podmínky pro dosažení těchto nízkých hodnot vlhkosti dřeva jsou:

- **Realizace vzduchotěsného napojení na vnitřní straně**, čímž se zabrání proudění vlhkého teplého pokojového vzduchu za izolací,
- **Instalace větrací jednotky s rekuperací v průběhu modernizace**, čímž lze omezit hodnoty vlhkosti vzduchu v interiéru na nekritickou úroveň, a také
- **Tepelně izolační omítky**, čímž byla současně realizována ochrana proti nárazovému dešti, která znemožňuje navlhání zhlaví trámů zvenku.

V prezentovaném projektu bylo možné nanést na fasádu 3 cm tepelně izolační omítky. Pokud takové opatření z důvodů památkové ochrany v konkrétním projektu není možné, mělo by se alespoň dbát na dostatečnou hydrofobizaci (prostřednictvím odpovídajících nátěrů).

6. Poděkování

Tato metrologická studie byla financována organizací LUWOGÉ v Ludwigshafenu.

7. Seznam zdrojů

- [Bode 2010] Bode, J., Hygrothermische Berechnung für die Holzbalkenköpfe in der innen gedämmten Außenwand, Gutachten 2009 825-1 vom 01.02.2010, BBS Ingenieurbüro, Wolfenbüttel, im Auftrag der LUWOGÉ, 2010
- [Peper 2010] Peper, S. et al, Innendämmung und Wandfeuchte, Tagungsband 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, Passivhaus Institut, Darmstadt 2010
- [Zaman 2010] Zaman, A., Hohenzollernhöfe Sanierung einer denkmalgeschützten Wohnanlage mit Passivhaus-Komponenten, LUWOGÉ, Tagungsband 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, Passivhaus Institut, Darmstadt 2010
- [Reising 2009] Reisinger, K. et al, Schnellbestimmung des Wassergehaltes im Holzschicht – Vergleich marktgängiger Messgeräte, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ 16, Straubing, 2009

Messung der Holzfeuchteentwicklung in Balkenköpfen bei einer Sanierung mit Innendämmung

*Kristin Bräunlich; Berthold Kaufmann, Passivhaus Institut
Rheinstr. 44/46, 64283 Darmstadt, kristin.braeunlich@passiv.de*

1. Projektvorstellung Hohenzollernhöfe in Ludwigshafen

Die Hohenzollernhöfe sind eine Wohnsiedlung in Ludwigshafen, welche im Jahre 1923, in dem für diese Epoche in Ludwigshafen typischen symmetrischen Stil mit neobarocker Schmuckfassade, errichtet wurden. Die Wohnsiedlung besteht aus insgesamt über 20 Mehrfamilienhäusern in Blockrandbebauung, die allesamt nach und nach saniert werden sollen. Auf Grund des Ensembleschutzes und der erhaltenswerten Schmuckfassade wurden Innendämmsysteme eingesetzt.

Die besondere Schwierigkeit bei der Anwendung von Innendämmmaßnahmen bei diesem Projekt besteht darin, dass das Gebäude gemäß der damalig häufigen Konstruktion mit Holzbalkendecken ausgestattet ist. Das heißt, wenn die Innendämmsysteme angebracht werden, liegen die Holzbalkenköpfe im kalten Bereich, wodurch eine Gefahr der Auffeuchtung der Balkenköpfe entstehen könnte. Außerdem stellt die Ausführung des luftdichten Anschlusses der Innendämmung im Zusammenhang mit der Holzbalkendecke eine Herausforderung dar.



Abbildung 1: Hohenzollern Höfe Ludwigshafen (Foto: LUWOGÉ)

Baujahr: 1923
 Wohnungen: 179 WE
 Wohnfläche: 18.121 m²
 Eigentümer / Bauherr: LUWOG, Ludwigshafen
 Architekt: Helmut Lerch, Heidelberg
 Bauleitung: Architekturbüro Konarski

Im Rahmen der von der LUWOG beauftragten Messung sollen bei unterschiedlichen Dämmsystemen die Holzfeuchteentwicklung in den Balkenköpfen messtechnisch untersucht werden. Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der installierten Dämmsysteme sowie das Messkonzept.

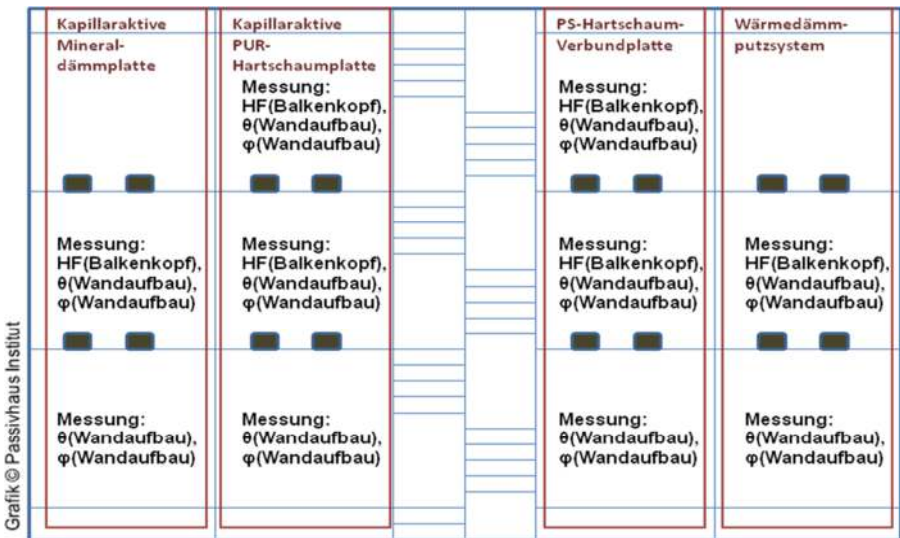


Abbildung 2: Übersicht Dämmsysteme und Messkonzept Hohenzollern Höfe im schematischen Gebäudeschnitt (HF – Holzfeuchte, φ – relative Feuchte, θ – Temperatur)

2. Dämmsysteme und Anschlussdetails

Die installierten Dämmsysteme, sowie die Art der Anbringung sind in folgender Tabelle erläutert:

Dämmsystem	Dämm-dicke	Wärmeleit-fähigkeit λ	Anbringung	Raumabschluss
Wärmedämm- Putzsystem	60 mm	0,070 W/(mK)	zweilagig verputzt	Oberputz im System

kapillaraktive PUR-Hartschaumplatte	50 mm	0,031 W/(mK)	vollflächig mit Systemkleber	Oberputz im System
Gipskarton-Verbundplatte mit PS-Hartschaum	40 mm	0,032 W/(mK)	Mörtelwulst am Plattenrand	12,5 mm Gipskartonplatte im Verbund
kapillaraktive Mineraldämmplatte	50 mm	0,042 W/(mK)	vollflächig mit Systemkleber	Oberputz im System

Tabelle 1: Übersicht der installierten Dämmsysteme, technische Daten und Anbringungsdetails

Außenseitig wurde eine 2 cm starke Wärmedämmputzschicht aufgebracht zuzüglich 1 cm Deckputz.

Der luftdichte Anschluss stellt im Zusammenhang mit der Holzbalkendecke eine besondere Herausforderung dar. Um den kostenintensiven Schritt der Abdichtung jedes einzelnen Balkens zu vermeiden, wurde der Bauteilanschluss an den Estrich mittels Butylklebeband gewählt (Abbildung 3). Der Anschluss des Dämmsystems an den Deckenputz wurde mit einem Quellband hergestellt.

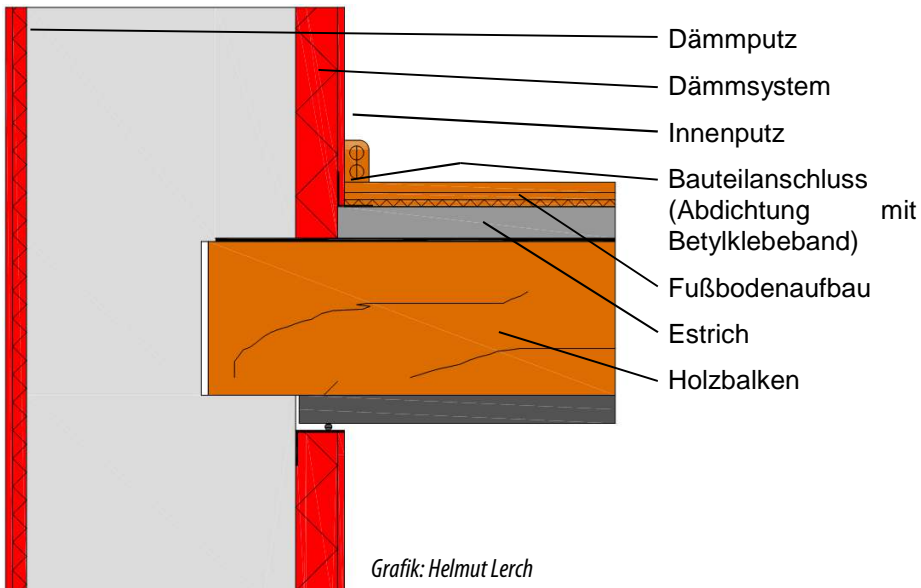
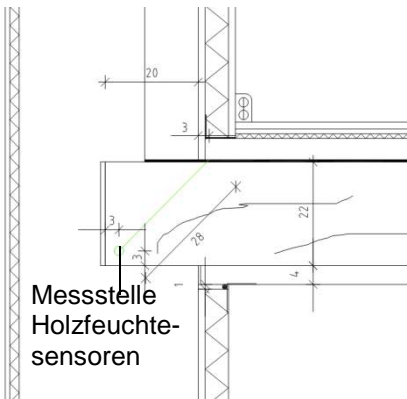


Abbildung 3: Detail Bauteilanschluss der Innendämmsysteme im Vertikalschnitt durch Wandaufbau und Zwischendecke

Die Qualität des luftdichten Anschlusses wurde durch Unterdruckthermografieaufnahmen geprüft. Zum Zeitpunkt der Unterdruckthermografie (ca. 8 Monate nach Fertigstellung der Modernisierungsarbeiten) waren keine Leckagen an den Rändern der Innendämmung erkennbar, Langzeiterfahrungen hierzu fehlen jedoch noch.

3. Messaufbau der Dauermessung

Ziel der messtechnischen Untersuchung ist die Überprüfung der Holzfeuchteentwicklung in den Balkenköpfen nach den Innendämmarbeiten. Um das feuchtetechnische Verhalten der Balkenköpfe nach den Innendämmmaßnahmen überprüfen zu können, ist eine Langzeitmessung über mehrere Jahre notwendig. Hierfür wurde in einigen Holzbalken (mindestens 2 Balken je Dämmsystem) ein System zur Holzfeuchtemessung installiert (Abbildung 4). Die Holzfeuchtemessung beruht auf einer hochohmigen Widerstandsmessung. Aus den gemessenen elektrischen Widerständen des Holzes kann der Wassergehalt des Holzes in Massenprozent (M%) ermittelt werden. Das Messverfahren wird in [Reising 2009] vorgestellt. Zusätzlich wird noch die Temperatur in den Balkenköpfen gemessen.



Grafik: Helmut Lerch



Foto: PHI

Abbildung 4: links: Anordnung der Holzfeuchtesensoren im Balkenkopf (Vertikalschnitt durch Wandaufbau und Zwischendecke), rechts: Probemessung an den installierten Holzfeuchtesensoren

4. Erste Messergebnisse

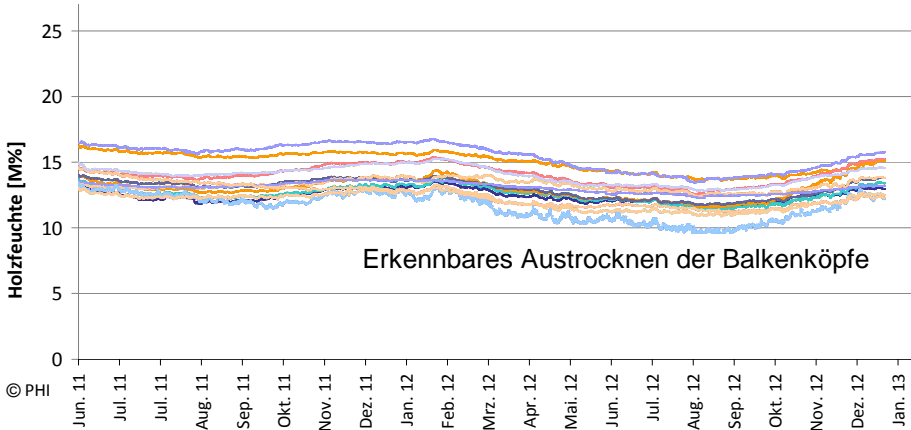


Abbildung 5: Holzfeuchteentwicklung in den Balkenköpfen in M%

In Abbildung 5 ist die Holzfeuchteentwicklung aller untersuchten Balkenköpfe ersichtlich. Im ersten Winter nach Fertigstellung der Innendämmmaßnahmen lagen die Holzfeuchten zwischen 13 und 17 M%. Im Sommer 2012 ist eine deutliche Abnahme der Holzfeuchte erkennbar auch in Bezug auf den Vorjahressommer, was auf ein weiteres Austrocknen der Baufeuchte hindeutet. Die Holzfeuchten lagen ganzjährig unterhalb der kritischen 20 M%-Grenze, ab der, bei längerfristiger Überschreitung, Bauschäden auftreten können. Als positive Einflüsse auf die Holzfeuchteentwicklung sind hier vor allem der außenseitige Wärmedämmputz zu nennen, welcher gleichzeitig als Schlagregenschutz fungiert, sowie die wohnungsweisen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG), die im Zuge der Modernisierungsmaßnahmen installiert worden sind. Durch die Lüftungsanlagen konnte die Raumluftfeuchte ganzjährig im unkritischen Bereich gehalten werden. In den Winterhalbjahren betragen die Raumluftfeuchten durchschnittlich bis 45 %.

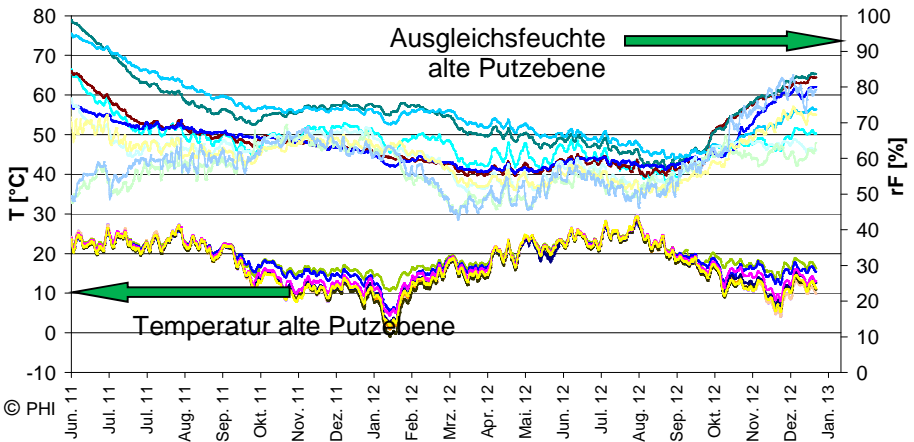


Abbildung 6: Temperatur und Ausgleichsfeuchte in der alten Putzebene unter der Isolierung

In Abbildung 6 sind die Temperaturen und die Ausgleichsluftfeuchte in der alten Putzebene (unter der Isolierung) dargestellt. Deutlich zu erkennen ist das Austrocknen der Konstruktion bis zum Herbst 2011. Danach folgte ein leichter Anstieg der Ausgleichsfeuchte während des Winterhalbjahres. Im aktuellen Winterhalbjahr ist wieder ein Anstieg der Ausgleichsfeuchte zu erkennen. Genauere Aussagen über den saisonalen Verlauf der Ausgleichsfeuchte in der alten Putzebene sowie zu den Holzfeuchten können erst nach einem weiteren Messjahr erfolgen. Die Bauteilfeuchte sowie der Trocknungsprozess nach der Modernisierung haben einen großen Einfluss auf die Messergebnisse sodass ein Messjahr (nach dem Austrocknen der Baufeuchte) noch keine große Aussagekraft hat.

5. Zusammenfassung

Nach dem 2. Messjahr ist bereits erkennbar, dass die Holzfeuchte in den Balkenköpfen im Vergleich zur Holzfeuchte nach den Innendämmmaßnahmen gesunken ist. Die Holzfeuchte liegt ganzjährig unterhalb 20 M% und somit im für die Holzkonstruktion unkritischen Bereich.

Wesentliche Bedingungen zur Erzielung so niedriger Holzfeuchtwerte sind:

- **die Realisierung eines luftdichten raumseitigen Anschlusses**, wodurch die Hinterströmung der Dämmung mit feucht-warmer Raumluft verhindert wird,
- **die Installation einer Lüftungsanlage mit WRG im Zuge der Modernisierung**, wodurch die Raumluftfeuchten auf ein unkritisches Niveau begrenzt werden können, sowie

- **der Wärmedämmputz**, wodurch gleichzeitig ein Schlagregenschutz realisiert wurde, der das Auffeuchten der Balkenköpfe von außen verhindert.

Im vorgestellten Projekt konnten 3 cm Wärmedämmputz auf die Fassade aufgebracht werden. Wenn dies aus denkmalchutzgründen projektspezifisch nicht möglich ist, sollte zumindest auf eine ausreichende Hydrophobierung (durch entsprechende Anstriche) geachtet werden.

6. Danksagung

Die messtechnische Untersuchung wurde von der LUWOG in Ludwigshafen finanziert.

7. Quellenverzeichnis

- [Bode 2010] Bode, J., Hygrothermische Berechnung für die Holzbalkenköpfe in der innen gedämmten Außenwand, Gutachten 2009 825-1 vom 01.02.2010, BBS Ingenieurbüro, Wolfenbüttel, im Auftrag der LUWOG, 2010
- [Peper 2010] Peper, S. et al., Innendämmung und Wandfeuchte, Tagungsband 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, Passivhaus Institut, Darmstadt 2010
- [Zaman 2010] Zaman, A., Hohenzollernhöfe Sanierung einer denkmalgeschützten Wohnanlage mit Passivhaus-Komponenten, LUWOG, Tagungsband 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, Passivhaus Institut, Darmstadt 2010
- [Reisinger 2009] Reisinger, K. et al., Schnellbestimmung des Wassergehaltes im Holzsplit – Vergleich marktgängiger Messgeräte, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ 16, Straubing, 2009

Světlíky rozptylující světlo – tepelné ztráty versus úspory energie

Tyson Lawrence, Kurt W. Roth, TIAX LLC

Lledó Lighting Group, Am Grasweg 14, D-41 41379 Brüggen

Jan Riha jriha@lledosa.es, Roland Gerhards go@roger-service.de



Obrázek 1) Vítěz v soutěži Sustain Award 2012 Supermarket Sainsbury's Dawlish s prismatickými kopulovitými světlicí

1. Přehled

Problémy

Ministerstvo energetiky USA (DOE) pověřilo Institut TIAX provedením studie proveditelnosti ohledně použití světlíků s důrazem na následující otázky:

- Kolik energie potřebné na osvětlení lze ušetřit použitím světlíků?
- Jak je přitom vysoký ideální procentuální podíl střešních otvorů?
- Jaký význam přitom má regulace denního světla?
- Mají světlíky negativní dopady na tepelnou ochranu?
- Existují překážky pro vstup na trh, a jak mohou být odstraněny?

Metoda a obsahy

Po shrnutí dostupných technologií a projekčních možností byly definovány referenční stavby pro průmyslovou výstavbu a maloobchod v různých klimatických oblastech. Parametry budov vycházely ze Směrnic Společnosti pro světelnou techniku Severní Ameriky (IESNA) a

Americké společnosti techniků pro vytápění, chlazení a klimatizaci (ASHRAE) a dále z prováděných konzultací s experty. Pomocí akreditovaného programu Skycalc™ byly vypočteny hodnoty s dobrou vypovídací schopností a byly zahrnuty do společné databáze.

Byl vypočten ideální poměr intenzity vnitřního osvětlení vůči procentuálnímu podílu světlíků stejně jako jejich korelace se zátěží vytápěním a chlazením. Byly testovány různé materiály a technologie pro světlíky i komplexnost osvětlovacích řídicích systémů.

Výsledky

Bylo možno konstatovat potenciální úspory 35 – 50 % pro energii potřebnou na osvětlení. Vliv na zatížení vytápěním a chlazením je přitom jen nízký. Pro dosažení osvětlení pracovní plochy ve výši přibližně 700 luxů je dostatečný podíl stropních otvorů 3-5 %. Řídicí systém osvětlení by přitom měl umožňovat alespoň několikastupňové přepínání. Světlíky s vysokým vizuálním prostupem světla a excelentními difuzními vlastnostmi přitom překonaly produkty s lepšími parametry tepelné ochrany, ale s nižší propustností světla. Nejlepších výsledků dosáhly produkty schopné difundovat s vícevrstevnou strukturou, které zabraňují přímému slunečnímu záření.

Závěry

Kromě U a G–hodnot by měly být zahrnuty do předpisů norem i světelná prostupnost a difuzní vlastnosti. Světlíky by se měly posuzovat z energetického hlediska jako komplexní systém s řízením osvětlení. Projektanti by měli mít odborné znalosti a používat profesionální nástroje.

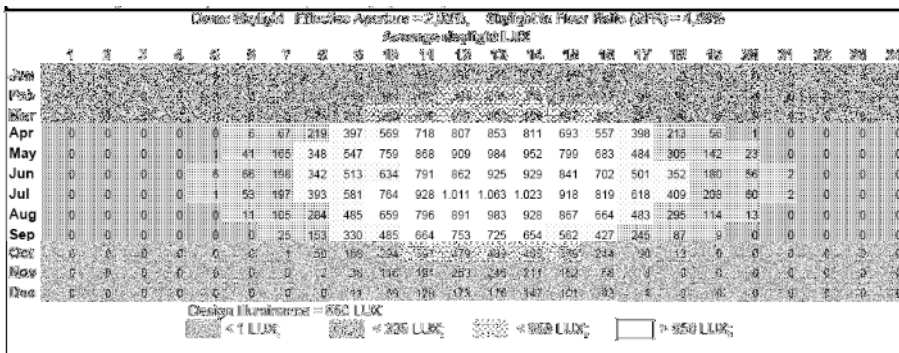
2. Detaily studie

Konzultace s experty

Po vytvoření modelů budov bylo provedeno 20 konzultací s experty. Za nejdůležitější překážky vstupu na trh byly považovány vysoké náklady na instalaci, chybějící nástroje pro plánování zastínění /distribuci světla/ potenciální úspory a nespolehlivé ovládání osvětlení. Obavy ohledně údržby, tepelných ztrát nebo zahřívání, normativních požadavků nebo bezpečnosti byly až na druhém místě. Kromě překážek pro vstup na trh byly zjištěny také orientační ceny a detaily použití pro oblasti maloobchodu, průmyslu, administrativy a vzdělávání, které by měly sloužit pro výpočet návratnosti.

Výpočetní nástroj Skycalc

Modely budov byly vypočítány pomocí programovacího nástroje Skycalc™ - tento software umožňuje simulaci rovnoměrného osvětlení denním světlem, odhad průměrné intenzity osvětlení za rok a celkových úspor v závislosti na příkonu umělých světelných zdrojů, typu provedení řídicího systému osvětlení a také typu použitého vytápění/ větrání / klimatizační techniky.

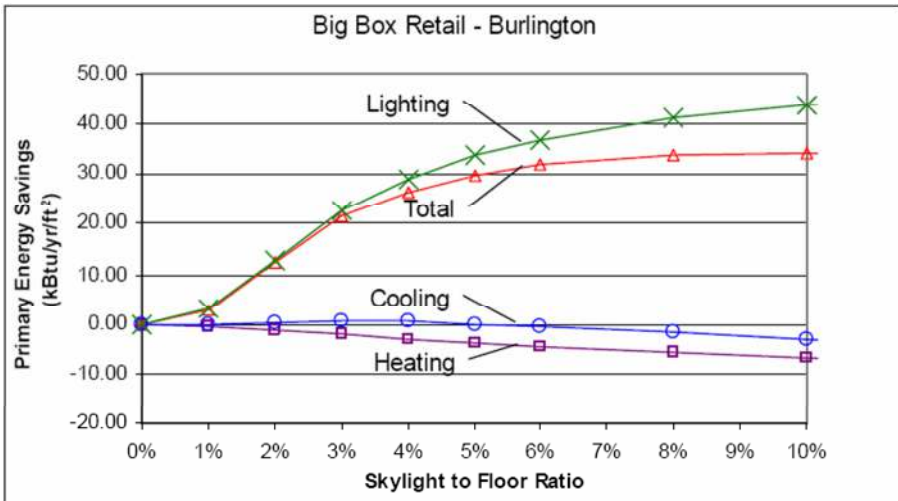


Obrázek 2) Výtisk výpočtu příspěvku osvětlenosti od denního světla v průběhu celého roku

Vyhodnocení podílu plochy střešních otvorů a nákladů na energii pro vytápění / větrání / klimatizaci

Pro klimatické zóny Phoenix AZ, Memphis TN, Baltimore MD, Chicago IL a Burlington VT byly simulovány různé modely budov s různým provedením střešních světlíků a řídicího systému osvětlení. Nezávisle na klimatické zóně lze konstatovat, že u kopulových střešních světlíků s dobrými difúzními vlastnostmi bylo pro relativně malé plochy střešních otvorů dosaženo významných úspor.

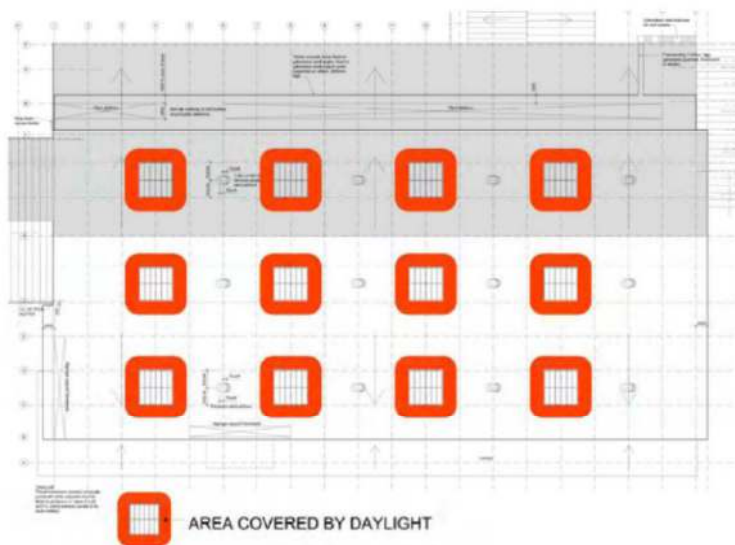
Podíl uspořené elektrické energie je daleko vyšší, než zatížení vytápěním a chlazením, které souvisí s příspěvkem denního světla. Nezanedbatelný je také příspěvek tepla, který jsme vypnutím umělého osvětlení eliminovali.



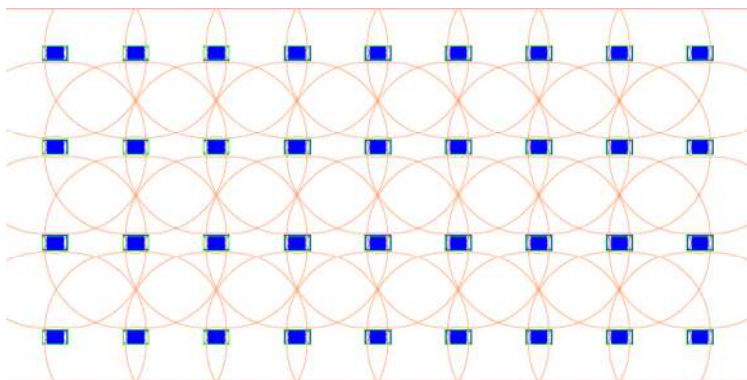
Obrázek 3) Vypočtená závislost podílu střešních otvorů (poměr světlík ku podlahové ploše), k úsporám energie nebo energetickým ztrátám na příkladu Burlington (Vermont – sever) Třívrstvý kopulovitý světlík U -hodnota 3,5, G -hodnota 0,43 (SHGV), průstup světla 62 %.

Provedení kopulovitých střešních světlíků

Byly testovány různé typy provedení kopulovitých střešních světlíků. Nejvyšších úspor dosáhly kopulovité světlíky s vysokou vizuální propustností světla a s optimálními difusními vlastnostmi. Kopulovité světlíky s nižšími hodnotami součinitele prostupu tepla (U) dosáhly výrazně nižších příspěvků světla a v celkové energetické bilanci dopadly hůře.



Obrázek 4) Supermarket s bodovým zasklením s transparentní tepelnou izolací. Faktor denního světla: 2,2, U–hodnota 1,3, G–hodnota 0,75, propustnost světla 48 %, podíl zasklení 7 %, úspora umělého světla 6,5 %.



Obrázek 5) Supermarket s trojvrstevnými prismatickými kopulovitými světlíky s rovnoměrným osvětlením. Faktor denního světla: 2,2, U–hodnota 2,5, G–hodnota 0,42, propustnost světla 65 %, podíl zasklení 7 %, úspora umělého světla 35 %

Rozptyl světla

Studie navrhuje, aby jako jeden z nejdůležitějších vstupů pro standardizaci byly u kopulovitých světlíků hodnoceny kromě G a U-hodnoty také jejich schopnosti difundovat světlo. Aby

bylo možno dosahovat úspor, je třeba návrh denního světla vybavit řídicím systémem osvětlení.



Obrázek 5) Příspěvek slunečního záření (ohniska) u hladkých neprůhledných kopulovitých krytů a porovnání s prismatickými kopulovitými kryty.

Zavedení do předpisů norem v letech 2012 / 213

Tato studie byla publikována v ASHRAE Journal, září 2008. Standardy jako ASHRAE 90.1-2010 a IECC 2012 (International Energy Conservation Code) mezitím pro komerční budovy předepisují denní světlo včetně regulace umělého osvětlení, pokud tyto překračují plochu 930 m², 4,5 m výšku a příkon osvětlení 5,4 W/m². Světlíkům se přitom přiznávají vyšší U a G–hodnoty, pokud jsou splněny určité hodnoty propustnosti světla a difuzní vlastnosti. Německá společnost pro trvale udržitelnou výstavbu (DGNB) uděluje ve své certifikaci body za plánování projektu s denním světlem s ohledem na kvalitu projektu (PRO1.3), kvalitu půdorysu (SOC 3.3) a vizuální komfort a nezastínění (SOC 1.4).

3. Kombinované použití denního světla

Denní světlo a fotovoltaika

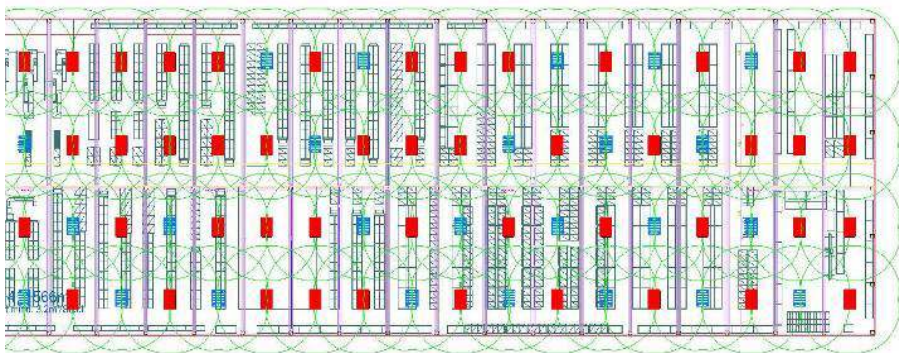
Vysoké náklady na instalaci jsou v této studii hodnoceny jako jedna z velkých překážek vstupu na trh. Přestože ve střední Evropě mají kopulovitě světlíky návratnost asi 6-7 let, představují potřebné spodní konstrukce světlíků vysoké investiční náklady navíc. Světlíkové konstrukce lze vhodně využít v kombinaci s fotovoltaikou a lze použít argument, že umělé světlo nemusí být napájeno solární elektrinou.



Obrázek 6) Použití společných konstrukcí pro denní světlo a fotovoltaiku

Integrovaná protipožární ochrana

Podle Směrnice pro průmyslové stavby se požaduje plocha pro odvod spalin ve výši 2 %. V případě přiznaných stropních konstrukcí v kombinaci s denním světlem v obchodech jsou alternativou pro případ, kdy instalační kanály ruší vizuální vzhled, také větrací jednotky pro odvod kouře a tepla (NRWG). Požadavky na odvádění tepla podle DIN 18230 se procentuálně kryjí s potřebnou osvětlovací plochou pro světlíky s vysokou difuzí ve výši 5 %.



Obrázek 7) Kanály pro odvod kouře a kopulové světlíky jako integrovaný projekt s denním světlem

4. Zdroje

[Lawrence, Roth 2005] Commercial Building Toplighting, Energy Saving Potential and Potential Paths Forward (erschienen: 2008)
<http://www.daylighting.org/library.php?typeid=10>

Lichtstreuende Oberlichter – Wärmeverluste versus Energieeinsparung

Tyson Lawrence, Kurt W. Roth, TIAX LLC

Lledó Lighting Group, Am Grasweg 14, D-41 41379 Brüggen

Jan Riha jriha@lledosa.es, Roland Gerhards go@roger-service.de



Abbildung 1) Sustain Award Winner 2012 Sainsbury's Dawlish mit prismatischen Lichtkuppeln

1. Überblick

Fragestellungen

Das Department of Energy (DOE) beauftragte das TIAX Institut mit einer Machbarkeitsstudie zum Einsatz von Oberlichtern unter folgenden Fragestellungen:

- Wieviel Energie fuer Beleuchtung kann durch Oberlichter eingespart werden ?
- Wie hoch ist dabei der ideale prozentuale Deckenöffnungsanteil ?
- Welche Bedeutung hat dabei die Tageslichtregelung ?
- Gibt es negative Auswirkungen auf den Wärmeschutz ?
- Gibt es Eintrittsbarrieren für Oberlichter und wie können sie beseitigt werden ?

Methode und Inhalte

Nach einer Bestandsaufnahme verfügbarer Technologien und Planungsvarianten wurden Referenzgebäude für Industriebau und Einzelhandel an unterschiedlichen Klimastandorten definiert. Die Gebäudedaten basierten auf Richtlinien der Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) und der American Society of Heating, Refrigerating and Air-

Conditioning Engineers (ASHRAE) .Zusätzlich durch Expertenbefragungen durchgeführt. Mittels der akreditierten Skycalc™ – Software wurden aussagefähige Werte errechnet und in einer Datenbank zusammengefasst.

Es wurde das ideale Verhältnis Innenbeleuchtungsstärke zum prozentualen Oberlichtanteil sowie deren Korrelation zur Heiz - und Kühllasten ermittelt. Unterschiedliche Materialien und Bauweisen fuer Oberlichter sowie die Komplexität von Lichtsteuerungen wurden getestet.

Ergebnisse

Es konnte ein Einsparpotenzial von 35 - 50 % bei Beleuchtungsenergie konstatiert werden. Die Auswirkung auf Heiz - und Kühllasten ist dabei nur gering. Es sind 3-5 % Deckenöffnungsanteil ausreichend um ca. 700 lux auf der Arbeitsfläche zu erreichen. Die Lichtsteuerung sollte dabei mindestens eine Stufenschaltung der Beleuchtung ermöglichen. Oberlichter mit einer hohen visuellen Lichttransmission und exzellenten Diffusionseigenschaften waren dabei Fabrikaten mit höheren Wärmeschutzigenschaften jedoch geringerer Lichtdurchlässigkeit überlegen. Die besten Ergebnisse erreichten mehrschalig aufgebaute, difundierende Produkte, die eine direkte Sonneneinstrahlung vermeiden.

Schlussfolgerungen

Neben U und G - Werten sollten auch Lichttransmissionsgrad und Diffusionseigenschaften in die Normenwerke eingehen. Oberlichter sollten energetisch als Gesamtsystem mit einer Lichtsteuerung betrachtet werden. Planern sollten Fachwissen und Tools zur Verfügung stehen.

2. Details der Studie

Expertenbefragungen

Nach der Erstellung der Gebäudemodelle wurden 20 Expertenbefragungen durchgeführt. Als die wichtigsten Eintrittsbarrieren wurden hohe Installationskosten, fehlende Planungstools für Blendung /Lichtverteilung,/ Einsparpotenziale sowie unzuverlässige Lichtsteuerungen gesehen. Bedenken zur Wartung, Wärmeverluste oder Aufheizung, normative Auflagen oder Sicherheit lagen an zweiter Stelle. Neben Eintrittsbarrieren wurden Richtpreise und Anwendungsdetails für die Bereiche Handel, Industrie, Büro und Bildung ermittelt, die der Amortisationsberechnung dienen sollten.

Berechnungstool Skycalc

Die Gebäudemodelle wurde mit Skycalc™ berechnet – diese Software erlaubt eine Simulation der gleichmässigen Ausleuchtung mit Tageslicht, einer durchschnittlichen Aussage zu Beleuchtungsstärken pro Jahr, sowie Gesamteinsparungen in Abhängigkeit der Anschlussleistung Kunstlicht, der Ausführungsart der Lichtsteuerung, sowie der eingesetzten Heizung / Lüftung / Klima - Technik.

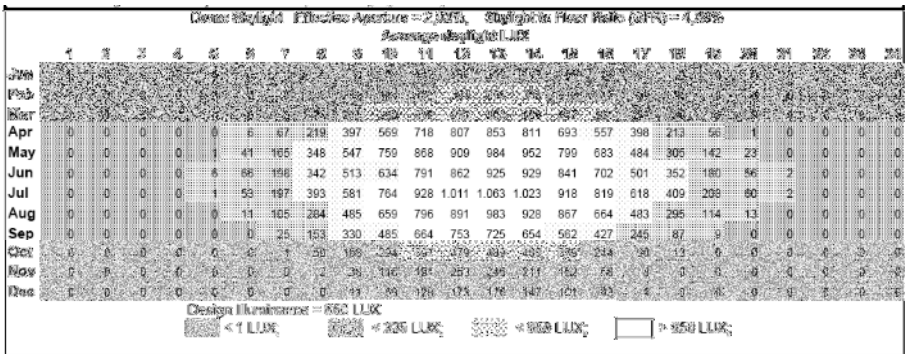


Abbildung 2) Ausdruck einer Berechnung des Tageslichteintrages über das Jahr

Auswertung Anteil Deckenöffnungsfläche und Energiekosten HLK

Für die Klimazonen Phoenix AZ , Memphis TN , Baltimore MD, Chicago IL, Burlington VT wurden verschiedene Gebäudemodelle mit unterschiedlichen Lichtkuppelausführungen und Lichtsteuerungen simuliert . Unabhanging von der Klimazone lässt sich schlussfolgern, das gut diffundierende Lichtkuppeln bei relativ geringen Öffnungsflächen signifikante Einsparungen erzielen.

Der Anteil eingesparter Elektroenergie liegt bei weitem höher als Heiz- oder Kühllasten, die in Verbindung mit dem Tageslichteintrag stehen. Nicht zu vernachlässigen ist hier auch der vermiedene Wärmeeintrag wenn Kunstlicht abgeschaltet wird.

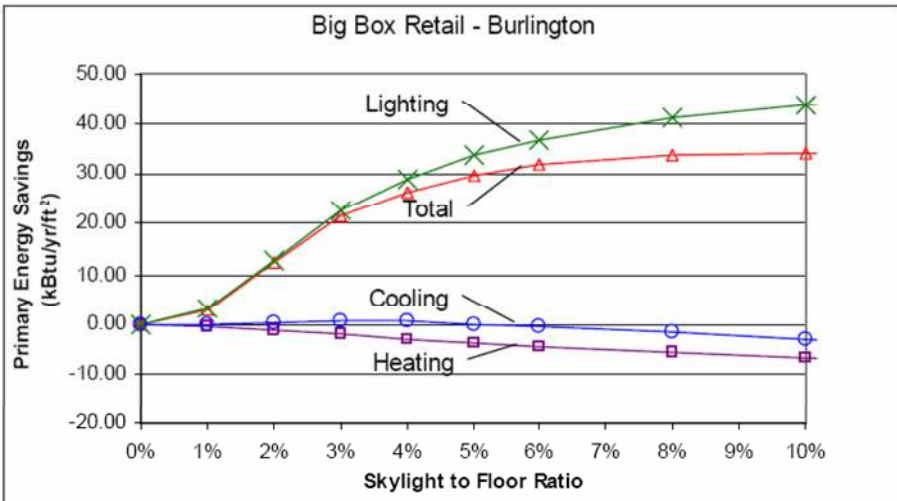


Abbildung 3) Berechnungsreihe Anteil Deckenöffnung (skylight to floor ratio) zu Energieeinsparung bzw Energieverlusten am Beispiel Burlington (Vermont – Norden) Dreischalige Lichtkuppel U- Wert 3,5, G- Wert 0,43 (SHGV), Lichttransmission 62 %.

Lichtkuppelausführungen

Es wurden unterschiedliche Lichtkuppelausführungen getestet. Die höchsten Einsparungen erreichten Lichtkuppeln mit einer hohen visuellen Lichttransmission und optimalen Diffusionseigenschaften. Lichtkuppeln mit geringeren Wärmedurchgangskoeffizienten (U) erreichten merklich geringere Lichteinträge und schnitten in der Gesamtenergiebilanz schlechter ab.

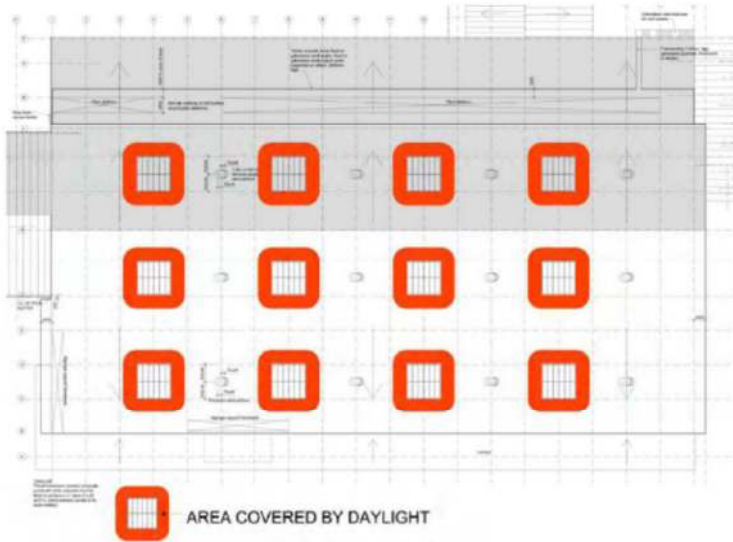


Abbildung 4) Supermarkt mit punktuellen Verglasungen mit transparenter Wärmedämmung Tageslichtfaktor : 2,2, U – Wert 1,3, G – Wert 0,75, Lichtdurchlass 48 %, Verglasungsanteil 7 %, Einsparung Kunstlicht 6,5 %

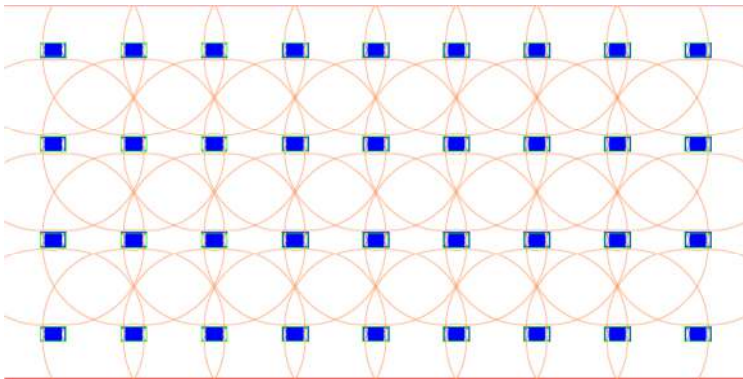


Abbildung 5) Supermarkt mit dreischaligen prismatischen Lichtkuppeln mit gleichmässiger Ausleuchtung Tageslichtfaktor : 2,2, U – Wert 2,5, G – Wert 0,42, Lichtdurchlass 65 %, Verglasungsanteil 7 %, Einsparung Kunstlicht 35 %

Lichtstreuung

Als einer der wichtigsten Inputs für Normung schlägt die Studie vor, das Lichtkuppeln neben G und U Werten auch nach ihrer Lichtdiffusion bewertet werden sollten. Um Einsparungen zu erreichen, sei eine Tageslichtplanung mit einer Lichtsteuerung auszustatten.



Abbildung 5) Eintrag von Sonnenstrahlen (hotspots) bei glatten opaken Kuppelschalen und im Vergleich bei prismatischen Kuppelschalen.

Eingang in Normenwerke in 2012 / 213

Die Studie wurde im ASHRAE Journal, September 2008 veröffentlicht. Standards wie ASHRAE 90.1-2010 und IECC 2012 (International Energy Conservation Code) schreiben mittlerweile Tageslicht einschliesslich Kunstlichtregelung für Gewerbebauten vor, wenn diese 930 m^2 , $4,5 \text{ m}$ Höhe, $5,4 \text{ W/m}^2$ Lichtanschlussleistung überschreiten. Oberlichtern werden dabei höhere U und G – Werte zugestanden, wenn bestimmte Lichtdurchlassgrade und Diffusionseigenschaften erfüllt werden. DGNB Zertifizierungen vergeben Punkte für die Planung mit Tageslicht hinsichtlich Projektqualität (PRO1.3) , Grundrissqualitäten (SOC 3.3), sowie dem visuellen Komfort und Blendfreiheit (SOC 1.4)

3. Der kombinierte Einsatz von Tageslicht

Tageslicht und Photovoltaik

Hohe Installationskosten werden bei dieser Studie als eine der grossen Eintrittsbarrieren gesehen. Obwohl sich in Mitteleuropa Lichtkuppeln nach 6 – 7 Jahren amortisieren - stellen die notwendigen Unterkonstruktionen eine hohe Zusatzinvestition dar. Diese lassen sich gut mit dem Einsatz von Photovoltaik kombinieren und argumentieren. Kunstlicht muss nicht über Solarstrom versorgt werden.



Abbildung 6) Nutzung von gemeinsamen Unterkonstruktionen Tageslicht und Photovoltaik

Integrierter Brandschutz

Nach Industriebaurichtlinie werden bis zu 2 % Rauchabzugsfläche gefordert. Bei sichtbaren Deckenkonstruktionen kombiniert mit Tageslicht in Verkaufsstätten sind NRW´s ebenso eine Alternative, wenn Technikkanäle den visuellen Anblick stören. Die Anforderungen an den Wärmeabzug nach DIN 18230 decken sich prozentual mit der nötigen Belichtungsfläche für hochdiffundierende Oberlichter von 5 %.

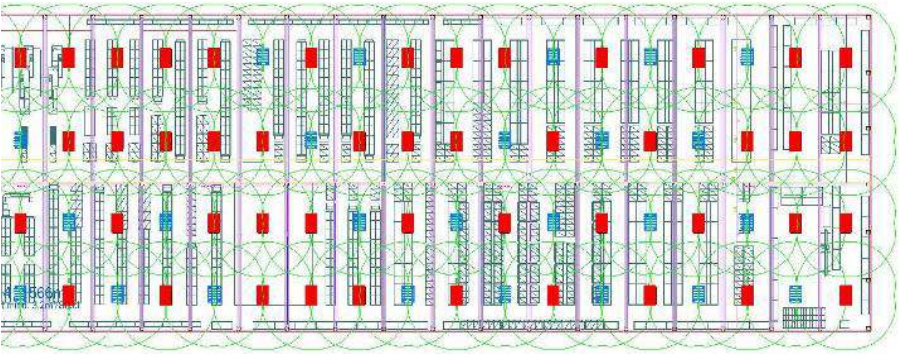


Abbildung 7) Rauchabzüge und Lichtkuppeln als integrierte Tageslichtplanung

4. Quellenverzeichnis

[Lawrence, Roth 2005] Commercial Building Toplighting, Energy Saving Potential and Potential Paths Forward (erschienen: 2008)
<http://www.daylighting.org/library.php?typeid=10>

Zkušenosti z realizace pasivního bytového domu pro seniory v Modřicích

*Ing. arch. Josef Smola, Projektový a inženýrský ateliér
adresa: Sládkovičova 1306/11, Praha 4 – Krč, 142 00, CZ
Tel: e-mail: +420 602 53 43 83, kadet.kadet@volny.cz*

1. Úvod

Příspěvek do sborníku se cíleně zaměřuje na obvykle méně publikované informace z postupu výstavby a na problematiku kontroly realizace stavby. Vzhledem k možnému rozsahu se soustřeďuje zejména na věci obecné platnosti stavebně architektonické části, které lze ze všeobecnit. (Další shromážděné poznatky by si jistě zasloužily pokračování).

Jedná se o kritický, odborný, byť jistě subjektivní názor autora, který je zároveň lektorem Centra pasivního domu, garantem jeho profesionálních kurzů a lektorem udržitelné výstavby Národního stavebního centra. V poslední době se zaměřuje zejména na problematiku řízení kontroly kvality staveb, která se jeví nejproblematictějším bodem českého stavebnictví, v případě výstavby energeticky efektivních staveb. Zkušenosti z praxe předává mladým architektům při ateliérové výuce na katedře architektury FSv ČVUT.

Poděkování osvěcenému investorovi, Ing. Haně Chybíkové, místostarostce města Modřic, pověřené vedením projektu (v zastoupení investora). Bez jejího nasazení, erudice a houževnatosti by stavba a rovněž tento příspěvek nemohl vzniknout.

2. Základní údaje

- Bytový dům: 32 bytů 1+KK á 31m², 9 bytů 2+KK á 45 m²
- Investor: město Modřice (veřejná zakázka)
- Projektant: Ing. arch. Josef Smola, Projektový a inženýrský ateliér
- Autor projektu: Josef Smola, Aleš Brotánek, spolupráce Jan Praisler
- Autorský dozor: Ing. Josef Bárta
- Realizace: Sdružení firem Komfort a.s. a Inter-stav spol. s.r.o.
- Užitná plocha: 2.081 m²
- Obestavěný prostor: 12.067 m³

- Tepelné ztráty: 37 kW
- Investiční náklady: 64 mil. Kč, (cena rozpočtovaná projektantem 87,5 mil. Kč, průměrná cena z výběrového řízení 75 mil. Kč, schválená dotace Zelená úsporám ve výši 8,5 mil. Kč)
- Začátek stavby: srpen 2012, dokončení: předpoklad říjen/listopad 2013
- Kolaudace bytových sekcí: 27. srpna 2013 (Obr. 2)

3. Koncept stavby

3.1. Stavebně architektonické řešení

Areál jednoho z největších bytových domů v pasivním standardu v ČR je navržen do proluky Nádražní ulice, v tradiční řadové zástavbě v těsné blízkosti koridoru železnice. Dvě bytové sekce jsou doplněny vstupním objektem provozního zázemí s víceúčelovým společenským sálem, dokončovací kuchyní, administrativou a výstavními prostory. Urbanistická koncepce využívá provozního objektu s pultovou střechou do ulice Nádražní jako hlukové bariéry. Bytové objekty s plochými zelenými střechami tvoří chráněné atrium s umělým jezírkem. 41úsporných, malometrážních bytů se službami je přístupno krytými pavlačemi. Nájemní bydlení je řešeno jako bezbariérové a je určeno pro místní seniory. (Obr.1 a 3).

Stavba je s výjimkou malého technologického podlaží nepodslepena, 2.- 3. podlažní. Těžký, konstrukčně příčný zděný nosný systém z vápenopískových bloků tl. 200 mm na rozpon 4.450 mm opatřený ETICS 300 mm na bázi šedého polystyrénu je založený na desce na zámrnou hloubku, na vrstvě styroduru. Stropy jsou železobetonové monolitické. Skladba střech dvouplášťová, dřevěná, s tepelnou izolací na bázi mineralizovaného papíru 500 mm mezi I-OSB. Extenzivní vegetační pokryv suchomilnými rostlinami.

Zastřešené přístupové pavlače jsou z požárních důvodů ocelové konstrukce s železobetonovými deskami. Byty jsou vybaveny nevytápěnými zděnými zádveřemi s obkladem barevnými fasádními cementovláknitými deskami. Osluněná strana fasád je stíněna samonosnou dřevěnou konstrukcí zastřešených teras.

3.2. Technologie TZB

Bytový komplex zahrnuje dvě energocentra v technických místnostech. Doplnkovým zdrojem tepla jsou dva kotle 2 x 45 kW na dřevěné peletky se zásobováním cisternovými automobily, a akumuláční zásobníky vody.

Řízené větrání s rekuperací je semicentrální, v každém objektu se samostatnou větrací jednotkou. Regulace výkonu bytovými řídicími boxy a čidly CO₂, s možností nastavení několika režimů. Dohřev vzduchu je teplovodními tělesy v nadpraží dveří obytných místností pod dýzou s přívodem čerstvého vzduchu.

Příprava teplé vody s předností trubicových solárních kolektorů na plochých střeších domu o ploše 72 m². V sociálních zařízeních bytů jsou bytové předávací stanice s plochým výměníkem v instalačních přízdívkách, s možností měření.

4. Průběh realizace stavby

4.1. Jak se osvědčil koncept stavby?

Uvádím několik postřehu ze zpětného hodnocení konceptu řešení při konfrontaci s realizací, tak jak jsme je vnímali v autorském týmu projektantů. (Dosud chybí hodnocení uživatelů, jejichž zkušenosti a spokojenost s řešením budou jistě klíčové). Níže uvedené body by při další obdobné realizaci byly jistě diskutovány:

- Jako nešťastný se ukázal model, kdy výběrové řízení na dodávku stavby bylo vypísáno na základě zadávací dokumentace na úrovni projektu pro stavební povolení. Vítězný zhotovitel potom zadal vypracování projekt pro provádění stavby u nás, ale autorský dozor jsme vykonávali pro investora. Zbytečně docházelo k třecím plochám. (Zákon takové řešení již neumožňuje).
- Značná náročnost stavby při použití tří nosných systémů – zděného, dřevěného a ocelové konstrukce, (ke které jsme byli donuceni u pavlačí vzhledem k požadavkům požárních předpisů – nechráněná úniková cesta).
- Snaha o cenově dostupnou realizaci vedla k vyloučení tradičních bytových jader a vedení instalací v dělicích mezi bytových stěnách a přízdívkách. Řešení se ukázalo pro stavební firmu obtížně zvládnutelné, rovněž s ohledem na požadavek dosažení vzduchotěsnosti. (Obr. 6).
- Z hlediska požárních předpisů je klíčové rozhodnutí forma trasování VZT rozvodů přes jednotlivé požární úseky, řešení pomocí klapek, nebo požárně odolnými podhledy. Ovlivňuje pořizovací i provozní náklady (pravidelné revize desítek požárních klapek).
- Překvapením byla malá nabídka oken v pasivním standardu s požární odolností.
- Tepelně technická obálka vytápěné části by měla kopírovat dělení na samostatné požární úseky. Tepelně oddělená zádveří s průběžným ETICS byla příčinou připomínek HZS

při kolaudaci (přestože na řešení bylo vydáno souhlasné stanovisko HZS v rámci stavebního řízení). Požadavek vedl ke změně za tepelně izolační dozdivku.

- Projektant musí být za těchto okolností připraven na zvýšený tlak zhotovitele se záměnou stavebních materiálů, mít odpovídající zázemí spolupracujících znalců a expertů. Znat souvislosti a dopady do pasivního standardu. V některých případech byly oporou formuláře k programu Zelená úsporám, kde deklarované parametry nebylo možno v reálném čase měnit. Běžné bylo vydávat názory obchodních zástupců zainteresovaných firem (kteří nemají naprosto žádnou zodpovědnost) za odborné posouzení. V ČR je schopen kdokoli podepsat cokoliv. Jako příklad lze uvést změnu vyztužených betonových mazanin v podlahách za křehké anhydrity, kterou zhotovitel u investora přes nesouhlas projektanta prosadil. Hydratační teplo vede v uzavřeném prostoru malých, utěsněných bytů v montážním stádiu ke kondenzaci vlhkosti v kovových rozvodech VZT (!).
- Nevýhodou se ukázala nesoustředěnost projektové týmu v jednom místě a horší možnost účasti na pracovních poradách. V těchto profesích se projeví v průběhu stavby menší nesrovnalosti v projektové dokumentaci se stavebně architektonickým řešením. To bylo částečně ošetřeno prioritou posloupnosti užití částí dokumentace ve smlouvě o dílo. (Za zmínku stojí, že nikde v právních předpisech není povinnost koordinovat profesí v rámci zpracování dokumentace projektantovi uložena).
- Z hlediska vzduchotěsnosti, přestože zhotovitel stavby neměl předchozí zkušenosti a prováděl blower-door test typu „B“ až po pokládce podlah, vyhověly z 20- ti měřených bytů všechny, vyjma těch, kde jsou umístěny páteřní stoupačky profilů VZT (Obr. 5). Pozitivní vliv průběžného tlaku na kvalitu dotěsnění ze strany autorského dozoru i včasné konzultace s expertem Mgr. S. Palečkem. Rovněž tak finanční motivace - vysoké smluvní penále za nesplnění, v každém objektu ve výši 5 mil. Kč (!). (Výsledky testu „A“ však nebyly v době psaní textu ještě známy).

4.2. Provádění a organizace prací

Provádění a organizace prací bylo po celou dobu stavby ve znamení faktu, že sdružení firem zhotovitele nemělo žádné předchozí zkušenosti s energeticky efektivními stavbami s řízeným větráním a požadavkem na dosažení relativní vzduchotěsnosti. Podceněním tohoto faktu v konfrontaci s důsledným tlakem autorského dozoru na dodržování právních předpisů, technických norem a schválené projektové dokumentace patrně přispělo (kromě absence standardních schopností stavební firmy účinně koordinovat a organizovat práci)

k úvodnímu několika měsíčnímu zpoždění oproti nasmlouvanému harmonogramu, které se již nepovedlo do konce stavby dohnat:

- Vytykácí řízení pro převzetí projektu pro provádění stavby iniciované projektantem nezaplnilo zcela účel. Zhotovitel a jeho přípravitelé se s projektovou dokumentací předem neseznámili. Pro stavbyvedoucího byly některé požadavky uvedené v projektové dokumentaci překvapením i po kolaudaci (!).
- Obecně absence viditelného účinku předvýrobní a výrobní přípravy, jednotlivé práce subdodavatelů byly zadávány na poslední chvíli, bez odpovídajícího seznámení s projektovou dokumentací – kontraproduktivní výsledek zpracování velkého množství (50) podrobných konstrukčních detailů projektantem (nad rámec povinnosti uložené právními předpisy).
- Zpracování výrobní dokumentace je povinností zhotovitele uloženou právními předpisy, přesto nebyla pro všechny předepsané části zpracována, případně až v době realizace a po částech, s takovým zpožděním, že možnost změny a kontrola byly bezpředmětné.
- Pokud již byla výrobní dokumentace po několikerych urgencích ze strany autorského dozoru zpracována, nebyla vzájemně ani se stavebně architektonickou částí zhotovitelem koordinována – docházelo zbytečně k bourání, či předělání prací. Nerespektovány byly manuály výrobců, například VP zdivo bylo lepeno na vazbu místo na tupý sraz s nerezovými páskami.
- Obdobný odpor byl ze strany zhotovitele k vypracování technických předpisů pro klíčové činnosti a pilotní montáže opakovaných komponentů stavby – vše předepsáno jako požadavek v projektové dokumentaci.
- V závěru stavby dochází pod tlakem překročení nasmlouvaných termínů k chaotické a živelné realizaci dokončovacích prací, které již nejsou vedením stavby zcela řízeny ani koordinovány. Technologická nekázeň je pravidlem. (Opakovaně byly vytykány nedostatky týkající se uskladnění tepelných izolantů pod širým nebem i po dobu několika měsíců (Obr. 4), práce v dešti, lepení VP zdiva za mrazů, promáčení dřevěných konstrukcí střeš, absence korektního hutnění zásypů v mimořádně nepříznivé geologii podloží, apod.).
- Samostatnou kapitolou je nedodržování pravidel BOZ, které ke konci stavby postupně vyústilo prakticky v nečinnost koordinátora. Nepořádek na staveništi, kromě nebezpečí úrazu jistě nemotivuje ke kvalitní práci (Obr. 2). S tím souvisí zjevná absence agendy odpadového hospodářství.

- Koordinaci prací a naplňování požadavků na zhotovitele na kontrolních dnech ztěžovala nepřítomnost statutárních zástupců podzhotovitelů, kdy nebylo možné operativně přijmout klíčová rozhodnutí pro další postup prací.

4.3. Kontrola kvality

Karty byly rozdány tak, že ani stavbyvedoucí, ani technický dozor stavebníka neměl předchozí zkušenost se stavbou v pasivním standardu. Tím byla jejich pozice výrazně oslabena. V zásadě to znamenalo, že občasný autorský dozor, kromě edukačního efektu zčásti po celou dobu stavby činnost technického dozoru suploval. (Nevýhodou je absence popisu rozsahu a obsahu práce dozorové činnosti v právních předpisech). Kontrolní dny se konaly jednou týdně.

Atmosféra zejména zpočátku stavby byla dána tím, že projektant, coby „cizinec“ přijížděl ze vzdálenosti 220 km do místa, kde se léta všichni v profesi znají. . . „a přece zvykově vědí nejlépe, jak se co má dělat“ . . . Autorita autorského dozoru musela být proto pracně budoována, překvapením bylo lpění na dodržování právních předpisů a norem:

- Po celou dobu stavby se nepodařilo přesvědčit stavbyvedoucího, aby vedl stavební deník v souladu s požadavky právních předpisů. Za úspěch lze považovat, že posléze začal uvádět teploty 3x denně a „květnatěji“ líčil pohyb materiálů a činnosti na staveništi → obecně velká bolest tuzemského stavebnictví, která komplikuje či znemožňuje řádnou kontrolní činnost.
- Rovněž se nedařilo vysvětlit, že kontrolní dny jsou těžištěm řešení problémů stavby a zajistit účast všech zainteresovaných. Běžně těsně po kontrolním dnu bylo doručeno několik e-mailů s dotazy. Kontrolních dnů se účastnily firmy nezřídka nepřipravené, bez znalosti souvislostí projektové dokumentace.
- Předávání zakrývaných prací není prováděno korektním způsobem, chybí popis stavu, zkušební protokoly, odchylky od řešení detailů v projektové dokumentaci, uložení termínů k opravě, jejich důsledné vyžadování.
- Výsledkem je velmi proměnná kvalita práce podzhotovitelů. Zřejmě není náhodou, že s nejlepší úrovní bylo možno počítat u zhotovitele ETICS a kompletací fasád – zároveň člena Centra pasivního domu. Naopak špatnou úroveň práce je možné zaznamenat na dřevěných konstrukcích, firma se však rychle učila. Bohužel žalostná úroveň dílenského zpracování je v případě ocelových konstrukcí pavlačí a jejich železobetonových desek.

- Na závěr je třeba ocenit, že přes celou řadu averzí a verbálních potyček, pro každou stavbu typických, zůstaly vztahy vždy v korektní rovině. (Bohužel, je znám případ, kdy byl autorský dozor fyzicky napaden za to, že konal pouze svojí práci).

5. Závěr

Nekorektně „podhodnocená“ cena s cílem získat *veřejnou zakázku* za každou cenu, vede k tlaku na záměnu materiálů, výrobků a má dopad do kvality stavebních prací i harmonogramu. V našem případě se zároveň kumulovala nedostatečná, nebo zcela chybějící předvýrobní a výrobní příprava zhotovitele stavby, nekoordinovanost a slabá organizace práce, včetně dozoru stavbyvedoucího.

Investor se tak stává do jisté míry rukojmím stavební firmy. Je-li vázán na dotace, hrozí odstoupení zhotovitele od smlouvy v průběhu prací a dlouholetá soudní pře. Z tohoto hlediska, kdy právo není vymahatelné v reálném čase, lze o právním státě hovořit jen stěží. . .

Zkušenosti z průběhu stavby by měly být cenným podnětem k zamyšlení, nakolik je projektová a dodavatelská sféra v ČR připravena na realizaci velkých staveb v pasivním standardu?

Tento segment, generuje zcela odlišné problémy, než při výstavbě pasivních rodinných domů, vzhledem ke struktuře dodavatelského systému i odlišným rolím a postavení stavebníka/investora, projektanta, technického a autorského dozoru. Je dosud v poloze „experimentální výstavby“. Rovněž se liší od práce na velkých stavbách pro soukromého investora.

Systémové přístupy nám poskytnou až časový odstup, zpětná vazba a zkušenosti ze stavby více budov podobného rozsahu. A také zkušenosti uživatelů. Uvedené potíže však například při porovnání s právě dokončovaným školským centrem v pasivním standardu ve Slivenči u Prahy, nejsou ojedinělé. Lze se domnívat, že s obdobnými problémy se budou potýkat také první „téměř nulové budovy.cz“ O důvod více pokusit se problémy zmapovat a otevřeně o nich hovořit. Je to cenné poučení pro celou profesní komunitu, poznání, jako první krok k nápravě a cestě do . . . Evropy.

6. Literatura

Schválená projektová dokumentace, stavební deníky, záznamy z kontrolních dnů stavby a archiv vlastní fotodokumentace autora z průběhu stavby, viz obrázky.



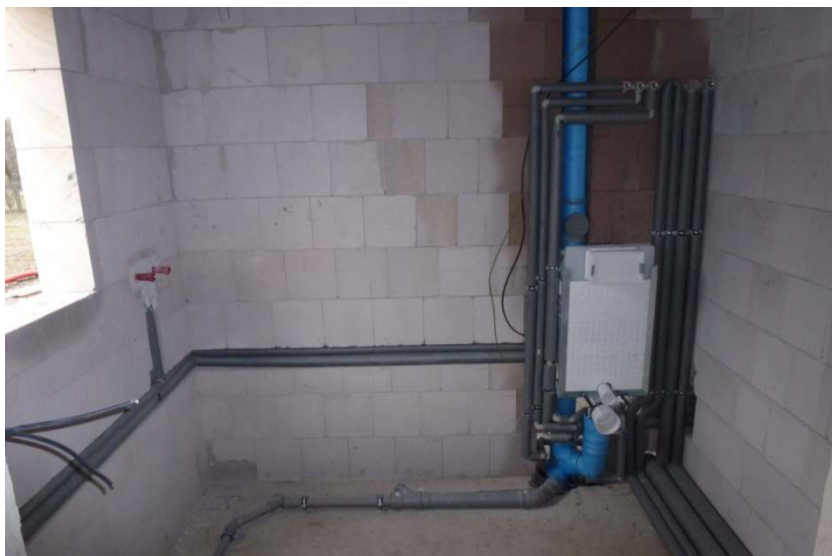
Obr. 1 Celkový pohled na stavbu od jihovýchodu (vizualizace P. Šála).



Obr. 2 Celkový pohled na bytovou část a provozní objekt při kolaudaci.



Obr. 5 Prostup páteřních stoupaček VZT stropní deskou. Podlaha tvoří předěl mezi byty v podlaží nad sebou. Místo převažujících netěsností při blower-door testu typu „B“.



Obr. 6 Příklad montáže kumulovaných rozvodů ZTI a vytápění v místě instalační přízdívky u dělicí mezibytové stěny. Zde zhotovitel nebyl schopen postupovat dle schválené projektové dokumentace. Provedl montáž v několika variantách metodou „pokus, omyl“ a nejpříjemnější řešení si nechal odsouhlasit jako pilotní. . . Dtto trasování v podlahách.

Od pasívneho k nulovému – výsledky monitoringu nulového domu v Kremničke

Jozef Štefko Technická univerzita vo Zvolene

Tel:+421 45 5206410, e-mail: stefko@tuzvo.sk

1. Úvod

Nech je energetická náročnosť stavby akokoľvek presne prepočítaná, nikdy nebudeme môcť vziať do úvahy všetky dopady na spotrebu energie. Tak tomu môže byť vplyvom reálnej konštrukcie i technológie, kvality zhotovenia tepelných izolácií, citlivých detailov a podobne. Najväčší vplyv na spotrebu má však reálne správanie sa osôb, ktorí v dome bývajú a budú bývať. Najdôležitejším faktorom dosiahnutia štandardu nulového domu je reálna spotreba energie, na druhej strane najdôležitejším meradlom kvality vnútornej klímy je spokojnosť užívateľov. Preto sme sa rozhodli monitorovať jeden z prvých nulových domov postavených na Slovensku počas jeho užívania v období 2012/2013, merať bilanciú energie tohto rodinného domu i parametre vnútornej klímy, s cieľom zovšeobecniť tieto skúsenosti v ďalšom vývoji a realizácii.

2. Popis koncepcie, stavebného systému a techniky prostredia referenčného domu

Ide o samostatne stojaci nepodpivničený rodinný dom jednoduchého kompaktného tvaru s obdĺžnikovým pôdorysom, s dvomi nadzemnými podlažiami a plochou strechou. Je situovaný v obývanej oblasti Stará Kremnička, okres Žiar nad Hronom.

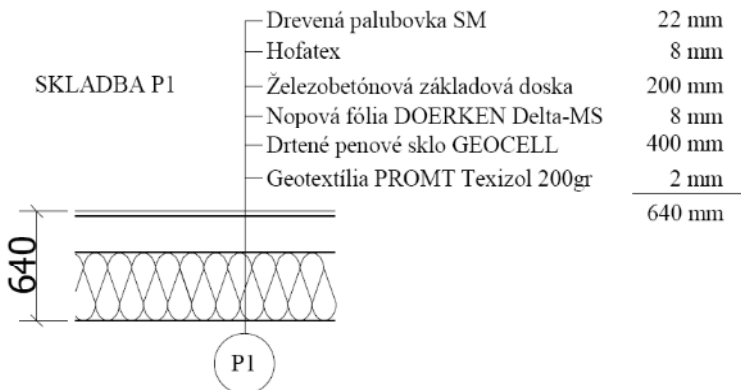


Obr. 1 Architektonické riešenie referenčného domu v Starej Kremničke

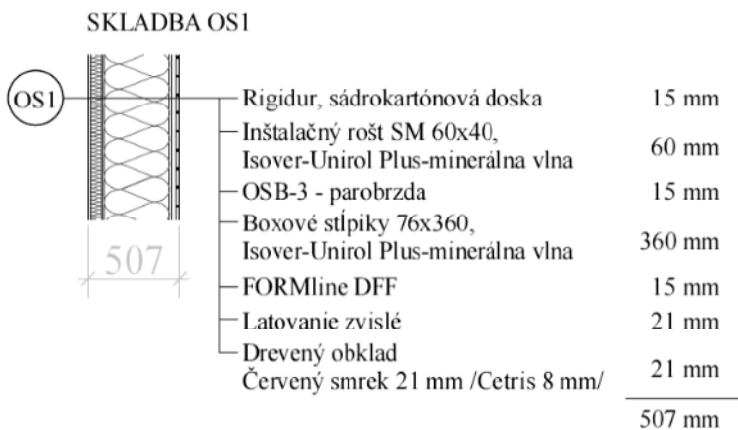
Autorom projektu je Mgr. Art. B. Kjerulf a Ing. M. Prejsa, realizátorom firma Fordom, s.r.o. Je známy pod názvom EcoCube. Stavba domu bola ukončená v 10.mesiaci roku 2011. Od tej doby je obývaný štvorčlennou rodinou.

Dom je z optimalizovaný z hľadiska orientácie k svetovým stranám. Na severnej strane domu sú situované miestnosti s krátkodobým pobytom, hlavne komunikačné priestory a vchod. Na južnej strane domu je obytná zóna, z tejto strany sú navrhnuté veľké zasklené plochy i východ na terasu domu. Obytná plocha je 159,6 m².

Podlaha rodinného domu je tepelne izolovaná pod úrovňou základovej dosky, vo forme 40 cm granulátu z penového skla. Na dome bola navrhnutá plochá extenzívna zelená strecha, na ktorej sú umiestnené fotovoltaické panely na výrobu elektriny. Nosná časť strechy i obvodových stien je vytvorená z prvkov zloženého skriňového prierezu. Hlavnú izolačnú rovinu tvorí priestor vyplnený minerálnou vlnou medzi nosníkmi. Izolácie v stene sú doplnené o inštaláciu vrstvu a v streche o spádovú vrstvu. V strope a vnútornej priečke je akumulačná vrstva z nepálených tehál.

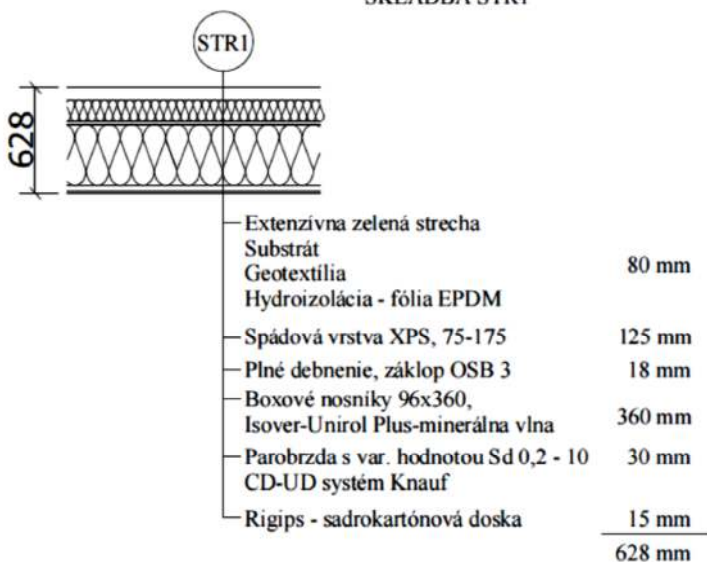


Obr. 2 Skladba podlahy na teréne P1



Obr. 3 Skladba obvodovej steny OS1

SKLADBA STR1



Obr. 4 Skladba strechy STR1

Okrem núteného vetrania s rekuperáciou, ktoré spolu s dôkladnou izoláciou obvodových konštrukcií minimalizuje tepelné straty, je v dome aj stenové vykurovanie s rozvodom pod sadrokartónovým obkladom. Tepelná energia prostredníctvom tepelného čerpadla Ochsner Europa Mini EWT E4/W15-55 s vykurovacím výkonom 3kW ohrieva vodu v zásobníku pomocou spodnej špirály. Prostredníctvom hornej špirály je teplo zo zásobníka odoberané na vykurovanie objektu. Vykurovací okruh slúži aj na letné chladenie. Výparník tepelného čerpadla je zakopaný v zemi v hĺbke 1,2 m pod terénom nad potrubím solánkoveho výmenníka.

Ako vzduchotesná rovina slúži OSB doska s preplepením páskami Airstop. Blower-door test bol vykonaný počas výstavby s výslednou hodnotou $n_{50} = 0,58 \text{ h}^{-1}$. Vetrание so spätným získavaním tepla zabezpečuje vetracia a rekuperačná jednotka Santos 370DC s maximálnym výkonom $100 \text{ m}^3/\text{hod}$. Je umiestnená v technickej miestnosti spolu s tepelným čerpadlom.

Na plochej streche rodinného domu je umiestnených 23 fotovoltaických polykrystalických panelov s rozmermi $1642 \times 994 \times 40 \text{ mm}$. Celkový výkon všetkých panelov je 4,83 kW. Zariadenie výroby elektriny zo slnečnej energie bolo uvedené do prevádzky v decembri 2011. Úradom pre reguláciu sieťových odvetví na Slovensku bolo vydané rozhodnutie o výške výkupnej ceny elektriny od majiteľa domu, pre rok 2011 bola pevná cenu elektriny pre stanovenie doplatku vo výške 259,17 €/MWh. Dom je zariadený spotrebičmi s nízkou spotrebou

elektriny. Napriek tomu, že sa v budove nachádzajú spotrebiče s nízkou spotrebou energie, počet týchto zariadení je v domácnosti pomerne vysoký. V celom dome sa nachádza osvetlenie z LED žiaroviek, čo sa podieľa na znížení spotreby elektrickej energie, ale i znížení tepelných ziskov.

Pri kolaudácii bol rodinnému domu vystavený energetický certifikát, ktorého spracovateľom bol autor príspevku. Rodinný dom bol zaradený do kategórie A, s vypočítanou hodnotou globálneho ukazovateľa - celkovej dodanej energie 14 kWh/(m².rok), avšak s hodnotou primárnej energie 0 kWh/(m².rok), keďže podľa európskej technickej normy STN EN 15603 „Energetická hospodárnosť budov...“, ktorá bola v dobe výstavby budovy platná, predávaná energia do siete neovplyvňuje dodanú energiu, ale len primárnu energiu, pretože je to odvádzaná energia. Primárna energia z výpočtu k energetickému certifikátu vyšla záporná. Vzhľadom na to, že v energetickom certifikáte nebolo možné pri preukázaní primárnej energie uvádzať záporné čísla, bola budova zaradená do nulového štandardu z hľadiska primárnej energie.

3. Popis merania a aparatúry

Na meranie vonkajších a vnútorných teplôt vzduchu, relatívnej vlhkosti a koncentrácie CO₂, ako aj záznam dát, bolo použitých niekoľko jednotiek záznamových systémov podľa obr. 5.



Obr. 5 Snímacie zariadenia DTHL Klima Logger a Merač CO₂ Wöhler CDL 210.

Na meranie spotreby energie na jednotlivých spotrebičoch, vrátane tepelného čerpadla a rekuperačnej jednotky, ako aj záznam dát, boli použité bezdrôtové merače Solight DT23. Údaje o denných, mesačných i sezónnych hodnotách dodanej energie z fotovoltaických panelov boli poskytnuté priamo z databázy výrobcu, ktorý ich snímal on-line.

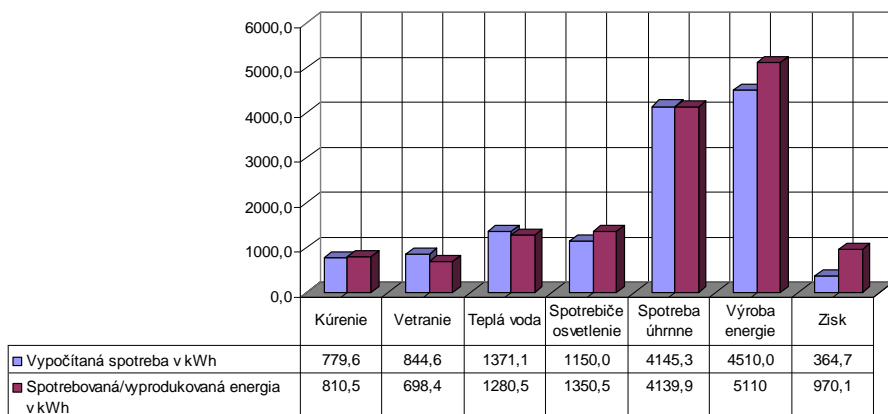
Súčasťou meraní bol podrobný záznam užívateľa o obsadenosti objektu, využívaní väčších spotrebičov, zásahoch do chodu vetracieho systému (trojstupňovej kontroly).

Pred uskutočnením merania boli vypočítané hodnoty potreby tepla na vykurovanie a chladenie, vrátane mechanického vetrania, prípravy teplej vody, ale aj potreby energie na osvetlenie a spotrebiče v domácnosti, aby bolo možné porovnávať namerané hodnoty s vypočítanými.

4. Výsledky

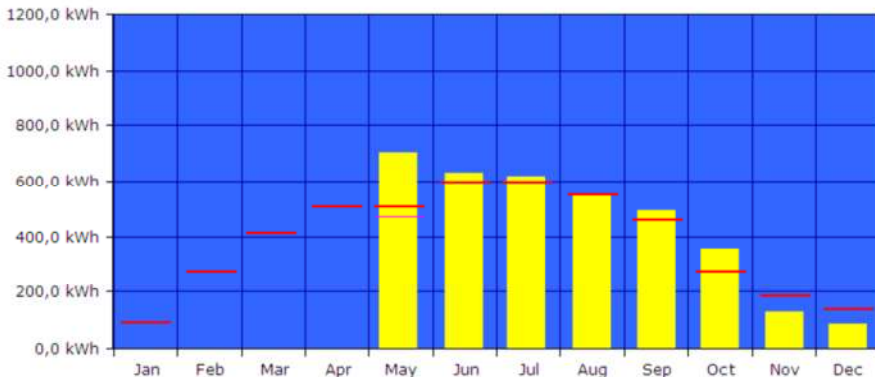
4.1. Spotreba a produkcia energie

Porovnanie vypočítaných a nameraných hodnôt spotrebovanej, ak aj vyprodukovanej energie, vzťahnutej na sledované obdobie 2011/2012 je na nasledovnom grafe.



Obr. 6 Spotrebovaná a vyprodukovaná energia v kWh za vykurovaciu sezónu

Na nasledovnom obrázku je zobrazený graf predpokladanej produkcie (červenými čiarami) a skutočnej produkcie (žltými stĺpcami) elektrickej energie fotovoltickými panelmi od začiatku prevádzky v r. 2011. Výsledný údaj vyrobenej energie za sledované obdobie 2012 bol zverejnený úradom pre reguláciu sieťových odvetví vo výške 5110 kWh/rok.

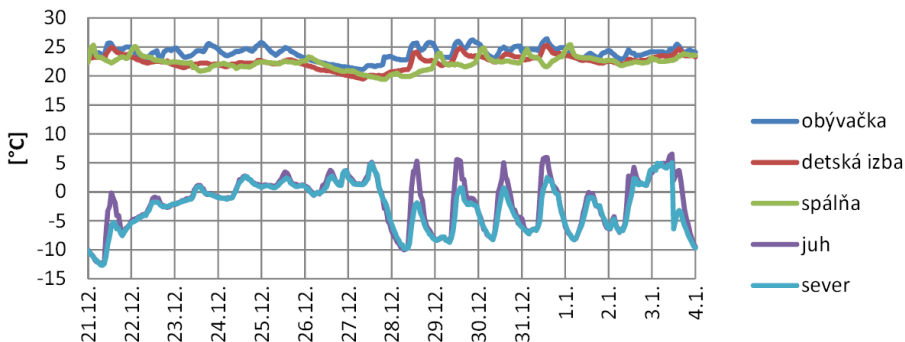


Obr. 7 Graf vyprodukovanej energie v kWh od začiatku sledovaného obdobia v roku 2011.

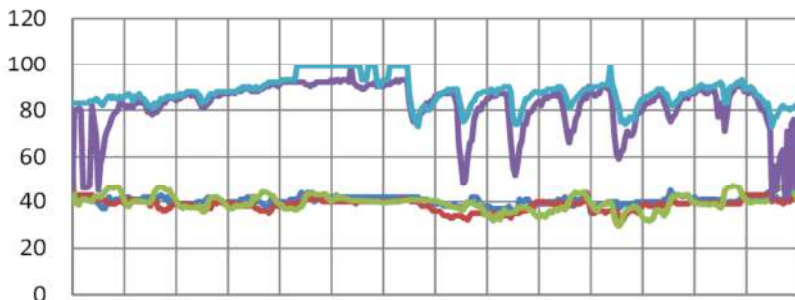
4.2. Parametre vnútornej klímy

Počas sledovaného obdobia sa monitorovala teplota a relatívna vlhkosť vzduchu vo vybraných miestnostiach, ako aj obsah CO₂ v interiéri. Vybraté hodnoty pre extrémne obdobie na prelome 2012/2013 sú na nasledovných grafoch.

Teplota vzduchu

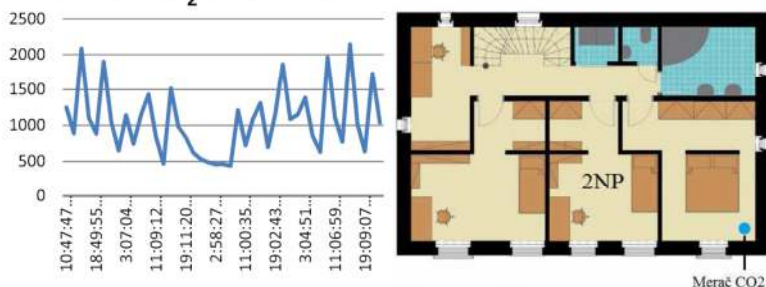


Rel. vlhkosť vzduchu



Obr. 8 Priebeg teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu vo vybraných miestnostiach a v exteriéri (pozícia sever, juh) v období od 21. 12. 2012 do 4. 1. 2013.

Obsah CO₂ v izbe 2.04



Obr. 9 Extrémny denný priebeg obsahu CO₂ v o vybranej miestnosti.

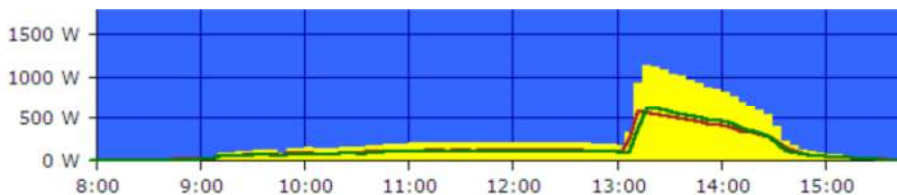
5. Diskusia k výsledkom

Spotrebu energie významným spôsobom ovplyvnilo správanie sa užívateľa. Majiteľ domu nastavil termostatickú kontrolu až na hodnotu 24°C. Vplyvom nárazových vyšších tepelných ziskov vplyvom zvýšeného počtu osôb a solárnych ziskov bola reálna teplota v zime ešte vyššia a spotreba, naopak nižšia. Môžeme predpokladať, že spotreba tepla na vykurovanie by bola podstatne nižšia pri nižšom nastavení teploty aspoň o 2°C. Odporúčaná relatívna vlhkosť vzduchu by mala byť 50 - 60 %, vo vykurovacej sezóne bola nameraná priemerná vlhkosť vzduchu 40%. Obsah oxidu uhličitého mierne prevyšoval normatívnu hodnotu 1 500 ppm priemerne dva až tri krát za deň. Táto hodnota bola zvýšená len niekoľko minút. Výnimkou bol extrémny stav, kedy sa v meranej miestnosti vyskytoval vyšší počet osôb (obr.9). Uvedené hodnoty boli dosiahnuté pri najnižšom prvom stupni výmeny vzduchu, kedy bola zaznamenaná podstatne nižšia spotreba obslužnej energie na chod vetracej jednotky. Počas letného obdobia teplota v interiéri neprevýšila hodnotu 26°C.

Výkon fotovoltických panelov bol okrem štandardných klimatických vplyvov významne ovplyvnený výškou snehovej pokrývky, odpovedajúcou údržbou. Taktiež vplyvom nevhodného umiestnenia meniča v nevetratej miestnosti sa znižovala účinnosť zariadenia.



Obr. 10 Výkon fotovoltických panelov na plochej streche objektu znižovala snehová pokrývka...



Obr. 11 ... a po odstránení snehu v popoludňajších hodinách sa podstatne zvýšil.

Predpokladaná ročná výroba elektrickej energie, dodávaná do siete, získaná pomocou výpočtov je 4610 kWh. Verejne prístupná údaj z Úradu pre reguláciu sieťových odvetví zobrazuje množstvo elektrickej energie na doplatok (vyrobená elektrina) za rok 2012 5110 kWh. Za predpokladu rovnakého správania sa budovy v prvom polroku 2012 i 2013 možno konštatovať, že budova rodinného mala v roku 2012 zápornú bilanciu spotrebovanej a vyprodukovanej energie.

Regulačné obdobie za výkup elektriky schvaľuje Úrad pre reguláciu sieťových odvetví. Od roku 2012 je stanovené na 5 rokov. V prípade počítaného domu bolo rozhodnutie úradu vydané už za rok 2011. Dĺžka regulačného obdobia sa v rokoch od 2007 do 2011 stanovila na 15 rokov, v tomto prípade na obdobie rokov 2011-2026. Predajná cena na výrobu elektrickej energie z alternatívneho zdroja je taktiež určená. Táto je stanovená na 15 rokov a po jej uplynutí už nemožno očakávať takú výhodnú cenu, aj tá bude zrejme daňovo zaťažená. Od ceny treba odrátať povinnú ročnú platbu za požičanie merača energie od správcu rozvodnej

sústavy, v tomto prípade vo výške 151,2 €. Po odpočítaní nákladov na ročnú prevádzku dom „zarobil“ za rok 2012 spolu 757,9 €. Z finančného hľadiska bude dom v priebehu nasledujúcich piatich rokov prinášať zisk maximálne do 800 €. Účinnosť FV panelov však priamoúmerne klesá s pribúdajúcimi rokmi užívania. Táto zmena sa výraznejšie prejaví po 20 rokoch využívania panelov.

Na základe preukázaných parametrov vnútornej klímy, s výnimkou relatívnej vlhkosti, bol v rodinnom dome zabezpečený vysoký komfort vnútornej klímy. Napriek tomu bol jeho užívateľ nespokojný so situáciou, kedy nebolo možné dlhodobé nastavenie teploty nad 24°C v zimnom období a pod 24°C v letnom období. Predimenzovanie vykurovacieho a chladiaceho systému by však prinieslo podstatne vyššiu spotrebu energie a investície do zariadení, či stavby – napr. predimenzovanie solánkoveho okruhu.

Stavebná sústava uvedeného domu má ešte rezervy v znižovaní spotreby energie, najmä s ohľadom na vzduchotesnú rovinu v obalovom plášti a vývojové možnosti transparentných výplní otvorov, či použitia transparentných tepelných izolácií.

6. Závěry

Monitoring referenčného domu preukázal, že aj v podmienkach Slovenskej klímy a slovenského stavebného trhu možno výstavbu domov s takmer nulovou spotrebou energie, alebo podľa rozličných definícií „nulových“ alebo „energeticky aktívnych“ domov etablovať ako štandardný spôsob výstavby. Referenčný dom bol osadený vysoko sofistikovanou technikou prostredia a technikou zdieľania obnoviteľných zdrojov. Tomu odpovedajú nároky na reguláciu. Mal zabezpečiť vysokú kvalitu a komfort vnútorného prostredia pri extrémne nízkej spotrebe energie, čo sa mu podarilo. Pasívnu bilanciu spotrebovanej/vyrobenej energie je možné efektívne dosiahnuť len vysokým štandardom tepelnej ochrany, definovaným ako zásady pre energeticky pasívne domy, za použitia obnoviteľných zdrojov energie.

7. Literatúra

- (1) CHMÚRNY I.: *Tepelná ochrana budov*. Bratislava: Jaga group s.r.o., 2003, 214 s.
- (2) PETRÁŠ, D. a kolektív: *Vykurovanie rodinných a bytových domov*. Bratislava: Jaga group s.r.o., 2005, 246 s.

Náš prvý „pasívny“ dom: Skúsenosti z navrhovania a realizácie energeticky efektívneho domu na báze dreva

*Ing. arch. Pavol Korček, PhD. – autorizovaný architekt SKA, Ing. arch. Patrik Martin
kpt. Rašu 1, 841 01 Bratislava
Tel.; e-mail: 0907 754 977, korcepavol@gmail.com*

1. Úvod

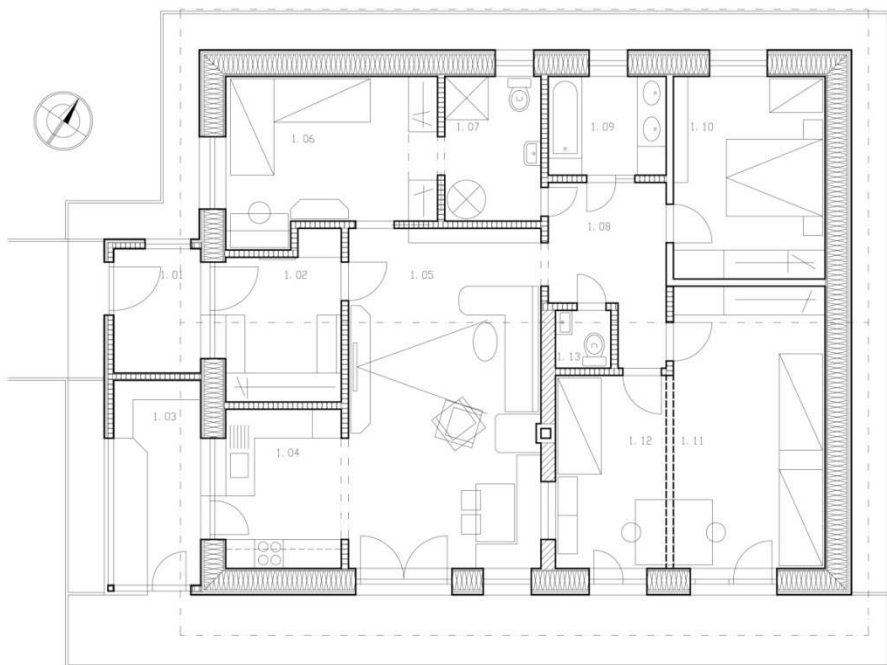
S pojmom trvalá udržateľnosť, podľa nášho názoru súvisí aj užívateľská udržateľnosť. Tento termín vnímame vo viacerých rovinách – z hľadiska energetickej efektívnosti a teda aj ekonomickej úspornosti pre užívateľa a z hľadiska schopnosti domu reagovať na zmeny v živote jeho obyvateľov/užívateľov. Ďalším aspektom je vytvorenie zdravého obytného prostredia, navrhnutého podľa zásad stavebnej biológie. Architektonický koncept rodinného domu sa snažil uplatňovať princípy užívateľskej udržateľnosti.

2. Determinanty architektonického konceptu

Rodinný dom je situovaný v Bratislave. Tvorbu architektonického konceptu ovplyvňovali viaceré faktory. Určujúcim faktorom bola predstava investora, ktorý od začiatku vyžadoval energeticky pasívny štandard. Jednou z požiadaviek investora bol jednopodlažný koncept domu, napriek upozorneniam autorov v súvislosti s energetickou neefektívnosťou takéhoto riešenia. Na druhej strane takéto riešenie poskytlo budúcim obyvateľom domu vyšší užívateľský komfort a taktiež zvýšilo univerzálnosť prostredia a jeho schopnosť reflektovať meniace sa potreby užívateľov. Ďalším z determinantov, ktoré ovplyvnili architektonické riešenie boli stavebno-biologické princípy, investor chcel, aby boli použité prírodné materiály. Pri návrhu bolo nutné rešpektovať aj zdravotné limity jedného z členov rodiny.

3. Riešenie

Vzhľadom na hore uvedené faktory je dom riešený ako bungalov. Aj keď nakoniec sa pri návrhu nepodarilo dosiahnuť pasívny štandard, vzhľadom na energeticky nepriaznivý tvar, dosiahnutú hodnotu mernej potreby tepla na vykurovanie 20 kWh/(m²a) možno považovať za energeticky efektívne riešenie.



Obr. 1 Pôdorys 1. N.P.

Dom tvoria štyri obytné miestnosti: obývacia izba, hostovská izba, spálňa rodičov a detská izba, pričom pri detskej izbe sa ráta s tým, že v budúcnosti sa rozdelí na dva menšie priestory. Ďalšie priestory v objekte sú zádverie, predsieň, zimná záhrada, kuchyňa, dve kúpeľne (jedna je riešená ako bezbariérová) a wc. Obytné miestnosti sú orientované na juhovýchod a juhozápad.

Objekt má drevenú stĺpkovú konštrukciu, zastrešenie tvoria drevené priehradové väzníky. Konštrukcia je riešená ako difúzne otvorená. Dom je založený na základovej betónovej doske, ktorá je položená na vrstve penového skla. Tepelnú izoláciu obvodového plášťa tvorí v prevažnej miere fúkaná celulóza, doplnená drevovláknitou doskou. Izolácia vnútorných priecok je z konopnej izolácie. Akumulačnú schopnosť drevostavby zvyšuje stena z nepálených tehál. Okná sú drevohliníkové s izolačným trojsklom. Vnútornú mikroklimu zlepšujú hlinené omietky. Na fasáde je použitá tenkovrstvá omietka a odvetraný obklad z agátového dreva. Strecha je riešená ako zelená s využitím extenzívneho porastu.

Objekt je vybavený rekuperačnou vzduchotechnickou jednotkou. Základným zdrojom tepla je pec, doplnkové vykurovanie zabezpečujú infračervené elektrické vykurovacie panely.

Ohrev teplej vody sa realizuje cez solárne panely v kombinácii s integrovaným zásobníkom vody s elektrickým dohrevom. Objekt bude napojený na koreňovú čističku odpadových vôd.

4. Realizácia

Pri výbere zhotoviteľa nastala paradoxná situácia. Investor nesúhlasil s použitím OSB dosiek na vnútornej strane obvodových konštrukcií domu. Oslovené realizačné firmy však neboli ochotné nahradiť OSB iným materiálom. Nakoniec bola vybraná firma, ktorá realizuje drevo-domy vo Švédsku. OSB dosku nahradila dreveným debnením a parobrzdou na báze celulózy.

Pri výstavbe bola použitá panelová prefabrikácia. Všetky konštrukčné časti objektu boli vyrobené v dielni vo Švédsku, kde bola do stien nafúkaná už aj celulóza. Pripravené panely boli privezené priamo na stavenisko, kde prebehla ich montáž. Z environmentálneho hľadiska mala doprava na veľkú vzdialenosť negatívny dopad na celkové hodnotenie výstavby domu a čiastočne eliminovala pozitívny efekt dôsledného výberu prírodných materiálov.

Problém vznikol aj realizácií základovej betónovej dosky. Jej horná hrana nebola vyhotovená v rovine, takže pri montáži panelov to skomplikovalo a spomalilo proces výstavby. Táto skúsenosť len dokazuje, že kvalita slovenských realizačných firiem ešte stále nie je na dostatočnej a požadovanej úrovni.



Obr. 2 Pohľad na exteriér domu

5. Záver

Aj keď objekt nespĺňa kritéria pasívneho štandardu, domnievame sa, že je navrhnutý v súlade s princípmi trvalo udržateľného rozvoja a že rešpektuje hore uvedené hľadiská užívateľskej udržateľnosti.

6. Abstract

Term sustainability is also linked to the concept of user-sustainability. It has several aspects - point of view of energy efficiency and thus economic efficiency for user and the ability of the house to reflect changes in the lives of its users. Another aspect is the creation of a healthy living environment, designed according to the principles of building biology.

The architectural concept was influenced by several factors. The determining factor was the idea of an investor who required from the beginning passive standard.

The house is designed as a bungalow. Although ultimately the design failed to achieve passive standard, reached values of specific needs for heating 20 kWh/(m²a) can be considered an energy efficient solution.

Bearing walls of house are wood frame construction, roof construction consists of wooden truss girders. House is founded on a concrete plate, which is placed on the layer of cellular glass. Thermal insulation is blown cellulose, supplemented by fiberboard. Accumulation ability of the wooden house increases wall of mud brick. The windows are wood-aluminum with triple insulation glass. Internal microclimate improves clay plaster. On the facade is used plaster and cladding from acacia wood. The roof is designed as green with extensive use of vegetation.

The building is equipped with a recuperation air handling unit. The basic source of heat is furnace, additional heating are infrared heating panels. Hot water is carried through solar panels in combination with integrated water tank with electrical heater.

When choosing a contractor there was a paradoxical situation. Investor disagreed with using OSB on the inside of the external structures of the house. Contractors were not willing to replace OSB with other material. Finally, was selected company, which realizes wooden houses in Sweden. OSB board replaced the wooden formwork and vapor barrier based on cellulose.

In construction was used panel prefabrication. All structural parts of the building were made in a workshop in Sweden. Prepared panels were brought directly to the site where the assembly took place. From an environmental point of view was transport at long distance negative impact on the overall evaluation of construction and partially eliminated the positive effect of application of natural materials.

Although the building does not meet the criteria of passive standard, we believe that it is designed in accordance with the principles of sustainable development and that it respects aspects of user-sustainability.

Urbanistický rozvoj v pasivním standardu – dynamický růst nové části Heidelbergu Bahnstadt.

Dílčí aspekt: Systém řízení jakosti pro městskou část v pasivním standardu Heidelberg-Bahnstadt

*Ralf Bermich und Robert Persch, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie
Verwaltungsgebäude Prinz Carl, Kornmarkt 1, D-69117 Heidelberg
ralf.bermich@heidelberg.de, robert.persch@heidelberg.de*

1. Úvod

Současně s rozvojem celosvětově největší městské části, v níž budou kompletně po celé ploše realizovány budovy všech typů v pasivním standardu [Bermich 2011], se představitelé města velmi brzy začali ptát, zda a jak bude možno u takového projektu kvalitativně i kvantitativně posuzovat, zda projekt splňuje stanovená kritéria energetické účinnosti. Jinými slovy, jak může být před výstavbou a během ní kontrolováno a sledováno rozhodnutí zastupitelstva vybudovat celou čtvrť v kvalitě pasivního domu? Zvláště u tak velkého stavebního projektu, na němž se podílí tolik různých lidí, nemají všichni investoři zkušenosti s výstavbou pasivních domů a důraz na energetickou účinnost kladou dobrovolně. Pro město Heidelberg by určitě bylo nejjednodušší požadovat pro celou oblast budovu certifikovanou podle kritérií pasivních domů. V případě takového řešení je pro stavitele / investora problém najít certifikační orgány v dostatečném počtu a s dostatečnou kapacitou. Certifikace stavební projekt příliš neprodrazí. Pro určité kategorie budov nejsou k dispozici žádné zkušenosti týkající se certifikačních kritérií, tato kritéria by musela být ve spolupráci s PHI eventuálně nejprve vypracována, přičemž by jejich vypracování bylo časově velmi náročné a kritéria by bylo nutno prozkoumat a definovat. Navíc se závěrečná certifikace zpravidla provádí až po dokončení stavby.

Pro městské zastupitelstvo by to znamenalo, že až do úplného dokončení stavby se neprovede žádná kontrola a úspěch standardu pasivního domu by závisel pouze na vůli a znalostech projektantů, investorů a dodavatelských firem, stejně jako na asertivitě energetické poradenské kanceláře autorizované pro certifikace.

Pro město Heidelberg se tedy hledalo řešení a nakonec bylo nalezeno takové, které jednak už od zahájení stavebního projektu dodává správné impulsy ve smyslu motivace k energetické

účinnosti, na druhé straně však také umožňuje postupné doprovázení stavebních projektů od plánování až po realizaci.

2. Povinnost: Bud' - anebo?

Jak se asi bude tvářit občan, jemuž bude uložena povinnost dodržovat určitý standard, například přestavět auto, aby získal „drahou“ zelenou ekologickou známku, aby směl jezdit v Mnichově, Stuttgartu, Berlíně nebo v Heidelbergu i do centra. Leckterý řidič se bude z ekologické přestavby svého auta radovat, ale většina řidičů to bude považovat za další dodatečnou finanční a časovou zátěž, a obzvláště nepříjemné to bude jistě pro občany, jejichž auto se technicky již přestavět nedá, pro tyto lidi představuje koupě nového auta nejvyšší finanční zátěž.

Velmi podobně by to mohli vnímat investoři v rozvojové oblasti, jako je městská část Heidelberg-Bahnstadt. Kvůli smluvnímu závazku v kupní smlouvě, že dodrží standard pasivního domu, jsou tito lidé povinni opustit vyšlapané stezky a vydat se novou a neznámou, a tudíž časově náročnější a nákladnější cestou. Zde je motivování investorů důležitou součástí marketingu.

3. Motivace

V rámci marketingové strategie je městská část Bahnstadt chválena jako obzvláště ekologická čtvrť a v brožurách a při různých akcích je aktivně budována image klimaticky neutrální ekologické čtvrti. V rozhovorech o prodeji je téma standard pasivních domů uváděno kupujícími jako velmi důležitý důvod pro koupi bytů ve čtvrti Bahnstadt. Aktuální studie Heidelberg 2012 na téma ochrany klimatu v Heidelbergu ukazuje, že obyvatelstvo v Heidelbergu hodnotí ochranu klimatu jako velmi důležitou. Energetickou koncepci čtvrti Bahnstadt zná podle této studie 60% populace. [Město Heidelberg 2012]

Důležitou motivací pro všechny investory, aby investovali právě ve čtvrti Bahnstadt, je jistě to, že v rozvíjejících se městských aglomeracích, a to zejména v městských centrálních oblastech, jsou byty a kanceláře v současné době velmi dobře obchodovatelné, přičemž úroky jsou nyní velmi nízké a v Heidelbergu je vysoká kupní síla.

Jako další pobídka nabízí město Heidelberg pro výstavbu pasivních domů, dotační program "Racionální využití energie". Pro výstavbu bytů v pasivním standardu se vyplácí dotace ve výši 50,- € na m² referenční plochy, maximální výše činí € 5.000 na jeden byt.

Pozitivní ekologická image nové čtvrti a finanční podpora určitě s sebou přináší, že mnozí investoři nejprve akceptují překážku "energetické účinnosti" a pak jsou také připraveni aktivně v tomto duchu spolupracovat.

Přesto se najdou i výhrady vůči „drahému“ pasivnímu standardu a také vůči uloženému závazku povinně používat dálkové vytápění, který omezuje svobodné plánování. Zde působí první důležitý krok systému řízení jakosti, a to co nejdříve začít informovat a zahájit poradenství v souladu s postupem při provádění energetické koncepce 2010 města Heidelbergu [Město Heidelberg 2010].

4. Systém řízení jakosti ve čtvrti Bahnstadt

Systém řízení jakosti města Heidelberg se řídí kritérii Institutu PD pro certifikaci jako "Pasivní dům s prověřenou kvalitou".

Krok 1: Poradenství /rozhovory, informace, odsouhlasení

Velmi brzy je Úřad pro životní prostředí, živnostenský dohled a energetiku, dále jen Úřad pro životní prostředí, ze strany Úřadu pro městské plánování přibrán na první jednání s investory, a investoři jsou informováni o všech požadavcích na energetickou účinnost. Přitom je tedy možno prodiskutovat první otázky už velmi brzy. Vždy jde zpátky do obecního zastupitelstva. Zde se vždy projednává rozhodnutí zastupitelstva a s ním spojený závazek stavět ve standardu pasivního domu a možnosti, zda a jak se lze od tohoto standardu odchýlit z technických nebo ekonomických důvodů. Jedná se zde o potřebném a smysluplném dimenzování větracích systémů a optimální účinnosti rekuperace. Jde o to přesvědčit investora, aby si nechal na zakázku provést první výpočet PHPP nebo předběžný projekt a na základě prvních výsledků o nich koncepčně diskutoval.

U prvního stavebního projektu, hodně velikého stavebního hypermarketu, ukázal předběžný projekt, že dodržení U-hodnot požadovaných pro PD kolem $0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ nebo u oken kolem $0,85 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ není bezpodmínečně nutné a u tak velikých staveb lze eventuálně uvažovat o odchylkách. Bylo možné ukázat, jak důležitá je vzduchotěsnost budovy v souvislosti s potřebou tepla na vytápění a v porovnání s původním návrhem projektu se zde diskutovalo o optimalizačních návrzích. Rovněž se diskutovalo o tématu Blower Door testu pro velké haly a byl o něm proveden výzkum.

Pro kombinovanou administrativní a laboratorní budovu Skylabs nebylo možné převzít kritéria PD jedna ku jedné. Kvůli vysokému podílu laboratoří jsou zde mnohonásobně vyšší

požadavky na výměnu vzduchu, a přitom je možné pro laboratoře používat jenom výměníky tepla v uzavřeném cirkulačním systému, aby byla vyloučena kontaminace vzduchu v místnostech. Po intenzivní diskusi bylo vyjasněno, že obálka budovy bude zhotovena v kvalitě PD a pro hodnocení PD se provede výpočet s větracím systémem dimenzovaným pro kancelářské využití.

Při plánování hotelu řetězce B&B bylo možno pomocí výpočtu PHPP ukázat, že zde lze upustit od instalace rekuperačního zařízení.

Krok 2: Žádost o stavební povolení: Hodnocení PHPP jako kritérium pro stavební povolení

Po prvním odsouhlasení energetické koncepce je druhým krokem systému řízení jakosti propojení urbanistického požadavku na standard PD se stavebním povolením. Při schvalovacím řízení se postupuje podle tabulky 1.

A.1	<p>Potřeba tepla na vytápění $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$</p> <p>Klíčové hodnoty jsou</p> <ul style="list-style-type: none"> - U-hodnoty neprůhledných konstrukcí - Okna: $U_g / U_f / U_w / g / \Psi_{\text{okraj skla}}$ - Interní zdroje tepla (IWQ) - Vytápěná plocha <p>Zkoumá se věrohodnost; doklady jsou potřebné až pro stavební povolení, viz B.1</p>
A.2	<p>Vzduchotěsnost</p> <p>Doklady jsou potřebné až pro stavební povolení.</p>
A.3	<p>Tlaková zkouška výměny vzduchu</p> <p>Odhad musí být věrohodný; doklady jsou potřebné až v průběhu výstavby.</p>
A.4	<p>Primární energie - (PE) - Charakteristická hodnota $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$</p> <p>Klíčové hodnoty jsou předpoklady pro potřebu energie a pomocné energie a pro přípravu teplé vody. Zkoumá se věrohodnost.</p>
A.5	<p>Tepelné mosty/vazby s ohledem na</p> <ul style="list-style-type: none"> - vnější vzduch, perimetr, podlahovou desku, montáž oken, střechu <p>Na základě plánů se kontroluje "pravidlo široké tužky", tj. tužkou silnou jako tloušťka izolace 240 mm v příslušném měřítku lze projít izolující obálkou.</p>

	Pro stavební povolení jsou potřebné další doklady.
A.6	Větrací systém s účinností rekuperace $\geq 80\%$ (DIBT minus 12 procentních bodů), alternativně výpočet podle vzorce PHI s teplotními údaji výrobce bez ohledu na výkon ventilátoru a úsporné pohony s nízkým výkonem (měrná spotřeba energie 0,45 Wh/m ³) V této fázi plánování se očekává stručný popis, schéma větrání a návrh větracího systému a kontroluje se hodnověrnost v PHPP. Pro stavební povolení jsou potřebné další doklady.
A.7	Potřeba energie na chlazení $\leq 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (*) Zkoumá se věrohodnost; doklady jsou potřebné až pro stavební povolení, limity mohou být po konzultaci s Úřadem pro životní prostředí i překročeny v jednotlivých případech, kdy na základě používání nutně dochází k velmi vysoké vnitřní tepelné zátěži. Přitom je nutný důkaz o efektivním využití elektrické energie.
A	Datové podklady pro Žádost o stavební povolení
A.i	Úplný výpočet PHPP jako soubor aplikace Excel. Výpočty se musejí aktualizovat v závislosti na postupu v plánování.
A.ii	Projekční plány, nejlépe v digitální podobě (PDF)
A.iii	Další dokumentace na vyžádání.

Tabulka 1; Přehled Systému řízení jakosti - Schvalovací řízení Bahnstadt

Ve schvalovacím řízení se vyžaduje výpočet PHPP s aktuálními plány. Až po předložení všech podkladů počíná běžet lhůta na zpracování, zpravidla 8 týdnů do vydání stavebního povolení. Výpočet PHPP se kontroluje z hlediska matematické správnosti a věrohodnosti předpokladů. Vlastní kontrolu výpočtu PHPP provádí regionální agentura pro ochranu klimatu, dále jen KliBA. V případě pochybností kontaktuje Úřad pro životní prostředí nebo KliBA projektanty, aby se sporné body co nejdříve vyjasnily. Zvažují se tato kritéria:

KliBA předloží po kladném přezkoumání zkušební protokol s pokynem, že s ohledem na energetickou koncepci je možné vydat stavební povolení. V případě relevantních sporů nebo problémů ohledně věrohodnosti bude stavební povolení zamítnuto, pokud žadatel / investor nebude moci tyto body vyvrátit. I zde však platí, že dříve než bude vydáno negativní rozhodnutí, pokusí se město dosáhnout smírného řešení s investorem.

Krok 3: Stavební povolení, Podrobné hodnocení jako kritérium pro stavební povolení

V dalším procesu plánování je nutno konkretizovat různé paušální předpoklady, aby bylo možno v PHPP doplnit technické údaje a výpočetní předpoklady. Nyní se ještě musí předložit dokumentace, která u stavebního povolení chyběla, jako např. koncepce vzduchotěsnosti a výpočet příslušných tepelných mostů. V případě pochybností kontaktuje Úřad pro životní prostředí nebo KliBA příslušné projektanty, aby se sporné body co nejdříve vyjasnily. Přezkoumání probíhá analogicky podle schématu (Tabulka 1) pro stavební povolení. V případě závažných nedostatků v plánování a / nebo nepředložení důležitých dokumentů může být stavební povolení odloženo. Avšak i zde platí, že dříve než bude vydáno negativní rozhodnutí, pokusí se město dosáhnout smírného řešení s investorem.

Krok 4: Stavební dozor, dokumentace průběhu stavby

Po ukončení fáze výběrového řízení jsou k dispozici prospekty produktů a technické listy. Podle dohody s projektanty se budou provádět prohlídky staveniště. Přitom budou posuzovány kritické detaily v té fázi výstavby, kdy je stále ještě možné zasáhnout. Posuzují se izolace podlahové desky, typ oken a jejich napojení, vnější izolace stěn, izolace střechy a všechny detaily napojení relevantní z hlediska tepelných mostů. Proveďte se dokumentace izolačních materiálů s ohledem na tepelnou vodivost a tloušťku, jakož i obrazový záznam stavebního procesu. K dokumentaci průběhu stavby patří samozřejmě také výsledek Blower Door testu. I zde platí zásada, že město i KliBA vystupují jako partneři a pomocníci projektantů a nikoliv jako kontrola. Spolupráce s orgány dohledu na místě se obvykle osvědčila jako velmi kooperativní.

Krok 5: Aktualizace výpočtu PHPP po dokončení

Při dokončení stavby je třeba doplnit veškeré podklady, záznamy a dokumenty a předložit konečný výpočet PHPP se všemi případnými změnami. Závěrečné přezkoumání výpočtu PHPP provádí KliBA a slouží jako podklad pro zákonnou kolaudaci prováděnou stavebním úřadem.

Krok 6: Dotace / Smluvní pokuta

Po dokončení stavby, úspěšné kolaudaci a odevzdání všech podkladů je tedy možno přistoupit k vyplacení dotace od města v rámci dotačního programu „Racionální využití energie“. První příspěvky ve výši více než 500.000 € na jeden obytný blok byly proplaceny již v roce

2012. Pro komerční budovy se neposkytují městské dotace, je zde však zpravidla dohodnuta smluvní pokuta řádově ve velikosti kolem 100 €/m² vytápěné plochy, aby bylo zajištěno, že i zde bude realizován pasivní standard. Náklady na zajišťování kvality ve čtvrti Bahnstadt se pohybují podle dosavadních zkušeností kolem 0,5 €/m² vytápěné plochy, což je jen asi 1% městské dotace pro pasivní domy, která činí 50 €/m².

Krok 7: Monitoring

Skutečná spotřeba elektrické energie ve čtvrti Bahnstadt má být v budoucnu ve spolupráci s městskou dodavatelskou firmou Stadtwerke Heidelberg a s PHI v rámci dotovaného projektu „Passreg“ sledována pomocí Monitoringu. Bude se zde hodnotit celková spotřeba každého stavebního bloku.

5. Shrnutí

Seďm kroků systému řízení jakosti města Heidelberg se pro městskou část s nulovými emisemi Heidelberg-Bahnstadt dosud velmi dobře osvědčilo.

Propojením požadavků energetické koncepce Bahnstadt [ebök 2007] přijatých městskou radou se zákonným schvalovacím řízením a díky propojení poradenských, informačních a motivačních rozhovorů s investory a projektanty, jakož i dobré spolupráci s Rozvojovou společností Heidelberg, Úřadem pro životní prostředí, Kliba, úřadem územního plánování a stavebním úřadem je další rozvoj čtvrti Bahnstadt zajištěn. Tato metoda je v zásadě použitelná i v jiných městech a obcích, které podobně usilují o udržitelnou výstavbu.

6. Literatura

- [Bermich 2011] „Passivhaus als Standard der Stadtentwicklung – Null-Emissions-Stadtteil Heidelberg-Bahnstadt in Heidelberg“, Ralf Bermich, Vortrag auf der 15. Internationalen Passivhaustagung, Innsbruck, Mai 2011
- [Stadt Heidelberg 2010] „Energiekonzeption der Stadt Heidelberg“, Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Beschluss des Gemeinderates Mai 2010
- [Stadt Heidelberg 2012] „Schriften zur Stadtentwicklung Heidelberg Studie 2012“, Klimaschutz in Heidelberg, Ergebnisse einer Umfrage in Heidelberg durchgeführt vom Sinus Institut, Heidelberg Sommer 2012

- [ebök 2007] „Baugebiet Bahnstadt in Heidelberg – Städtebauliches Energie- und Wärmeversorgungskonzept“, Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte ebök, Tübingen, Olaf Hildebrandt, Andreas Praeffcke, Gerhard Lude und Rosemarie Hellmann, November 2007
- [EGH 2012] Broschüre Heidelbergs Stadtteil der Zukunft wächst. Entwicklungsgesellschaft Heidelberg (EGH)

Stadtentwicklung im Passivhausstandard – Heidelbergs neuer Stadtteil Bahnstadt wächst dynamisch.

Teilaspekt: Qualitätsmanagementsystem für den Passivhausstadtteil Heidelberg-Bahnstadt

*Ralf Bermich und Robert Persch, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie
Verwaltungsgebäude Prinz Carl, Kornmarkt 1, D-69117 Heidelberg
ralf.bermich@heidelberg.de, robert.persch@heidelberg.de*

1. Einleitung

Mit der Entwicklung des weltweit größten Stadtteils, der flächendeckend und bei allen Gebäudetypen im Passivhausstandard realisiert werden soll [Bermich 2011], stellte sich bei den Verantwortlichen der Stadt sehr früh die Frage, ob und wie bei einem solchen Projekt die Einhaltung der Energieeffizienzkriterien qualitativ und quantitativ geprüft werden kann. Oder anders ausgedrückt, wie kann der Gemeinderatsbeschluss, einen ganzen Stadtteil in Passivhausqualität zu bauen, im Vorfeld und in der Bauphase geprüft und überwacht werden? Gerade bei einem solch großen Bauprojekt mit sehr unterschiedlichen Akteuren, haben nicht alle Investoren Erfahrungen beim Bau von Passivhäusern und setzen freiwillig den Schwerpunkt auf Energieeffizienz. Für die Stadt Heidelberg wäre es sicher am einfachsten gewesen, für das gesamte Gebiet einfach nach Passivhauskriterien zertifizierte Gebäude zu verlangen. Bei einer solchen Lösung besteht für den Bauherrn/Investor das Problem, Zertifizierer in ausreichender Zahl und mit genügend Kapazitäten zu finden. Die Zertifizierung verteuert das Bauvorhaben nicht unerheblich. Bei bestimmten Gebäudekategorien liegen keine Erfahrungen in Bezug auf Zertifizierungskriterien vor, diese müssten in Zusammenarbeit mit dem PHL unter Umständen erst zeitintensiv erarbeitet und ggf. erforscht und festgelegt werden. Hinzu kommt, dass die endgültige Zertifizierung in der Regel erst nach Fertigstellung des Gebäudes erfolgt.

Für die Stadtverwaltung würde das bedeuten, dass bis zur endgültigen Fertigstellung des Gebäudes keine Prüfung erfolgt und das Gelingen des Passivhausstandard allein vom Willen und Kenntnisstand der Planer, Investoren und ausführenden Firmen sowie der Durchsetzungskraft eines für die Zertifizierung zugelassenen Energieberatungsbüros abhängt.

Für die Stadt Heidelberg wurde also eine Lösung gesucht und letztlich gefunden, die zum Einen schon bei Beginn eines Bauprojektes die richtigen Impulse im Sinne einer Motivation in Bezug auf die Energieeffizienz setzt, zum Anderen aber auch eine schrittweise Begleitung der Bauvorhaben von der Planung bis zur Ausführung ermöglicht.

2. Verpflichtung: Friss oder stirb?

Wie geht es einem Bürger, der verpflichtet wird, einen bestimmten Standard einzuhalten, also zum Beispiel sein Auto umzurüsten, um eine „teure“ grüne Umweltplakette zu erhalten, damit er auch in der Innenstadt von München, Stuttgart, Berlin oder Heidelberg fahren darf. Manch einer wird sich über die ökologische Verbesserung seines Autos freuen, die meisten werden dies jedoch als zusätzliche finanzielle und zeitliche Belastung sehen, besonders ärgerlich ist es sicher für Bürger, deren Auto technisch nicht mehr umrüstbar ist, für diese ist mit dem Kauf eines neuen Autos die finanzielle Belastung am höchsten.

Ganz ähnlich mag es den Investoren in einem Baugebiet wie der Bahnstadt Heidelberg gehen. Durch die vertragliche Verpflichtung im Kaufvertrag, den Passivhausstandard einzuhalten, sind diese gehalten, die ausgetretenen Pfade zu verlassen und einen neuen nicht bekannten und damit zeitaufwändigeren und kostenintensiveren Weg zu gehen. Hier ist die Motivation der Investoren ein wichtiger Bestandteil des Marketings.

3. Motivation

Im Rahmen der Marketingstrategie wird die Bahnstadt als besonders ökologischer Stadtteil gepriesen und das Image eines klimaneutralen ökologischen Stadtteils in Broschüren und Veranstaltungen aktiv aufgebaut. In Verkaufsgesprächen wird das Thema Passivhausstandard von den Käufern als ein sehr wichtiger Grund beim Kauf von Wohnungen in der Bahnstadt genannt. Die aktuelle Heidelberg – Studie 2012 zum Thema Klimaschutz in Heidelberg zeigt, dass die Bevölkerung von Heidelberg den Klimaschutz sehr hoch bewertet. Das Energiekonzept der Bahnstadt ist nach dieser Studie 60% der Bevölkerung bekannt. [Stadt Heidelberg 2012]

Eine wichtige Motivation für alle Investoren, gerade in der Bahnstadt zu investieren, ist sicherlich, dass in aufstrebenden Ballungsgebieten, insbesondere im innerstädtischen Bereich, Wohnraum und Büros zur Zeit sehr gut vermarktbar sind, gleichzeitig sind die Zinsen sehr niedrig und in Heidelberg besteht eine hohe Kaufkraft.

Zur weiteren Motivation bietet die Stadt Heidelberg für den Bau von Passivhäusern das Förderprogramm "Rationelle Energieverwendung" an. Für den Bau von Wohnraum im Passivhausstandard wird ein Zuschuss von 50,- € pro m² Energiebezugsfläche ausgezahlt, maximal 5.000 € je Wohnung.

Das positive ökologische Image des neuen Stadtteils und die finanzielle Unterstützung bringen es sicherlich mit sich, dass viele Investoren die Hürde „Energieeffizienz“ erst einmal akzeptieren und auch bereit sind, aktiv daran mitzuwirken.

Dennoch gibt es Vorbehalte gegen den „teuren“ Passivhausstandard sowie gegen die, die freie Planung einschränkende Vorgabe, Fernwärme nutzen zu müssen. Hier greift der erste wichtige Schritt des Qualitätsmanagementsystems, sehr frühzeitig Informations- und Beratungsgespräche zu führen, entsprechend der Verfahrensweise bei der Umsetzung der Energiekonzeption 2010 der Stadt Heidelberg [Stadt Heidelberg 2010].

4. Qualitätsmanagementsystem Bahnstadt

Das Qualitätsmanagementsystem der Stadt Heidelberg orientiert sich an den Kriterien des Passivhausinstitutes zur Zertifizierung als "Qualitätsgeprüftes Passivhaus".

Schritt 1: Beratung/Gespräche, Information, Abstimmung

Sehr frühzeitig wird das Amt für Umwelt, Gewerbeaufsicht und Energie, im folgenden Umweltamt genannt, seitens des Stadtplanungsamtes bei den ersten Investoren-Gesprächen mit eingebunden und die Investoren zu allen Vorgaben zur Energieeffizienz informiert. Dabei können erste Fragen bereits sehr frühzeitig diskutiert werden. Hierbei geht es immer wieder um den Gemeinderatsbeschluss und die damit verbundene Verpflichtung, Passivhausstandard zu bauen und die Möglichkeit von diesem Standard aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen abzuweichen. Es geht um notwendige und sinnvolle Auslegung von Lüftungsanlagen und den optimalen Wärmebereitstellungsgrad. Es geht darum, den Investor dazu zu bringen, eine erste PHPP-Berechnung bzw. Vorprojektierung in Auftrag zu geben und anhand der ersten Ergebnisse diese konzeptionell zu diskutieren.

Für das erste Bauprojekt, einen sehr großen Baumarkt, zeigte die Passivhausvorprojektierung, dass das Einhalten der passivhausüblichen U-Werte im Bereich von 0,15 W/m² K bzw. von 0,85 W/m² K bei Fenstern nicht unbedingt zwingend erforderlich ist und bei solch großen Gebäuden ggf. Abweichungen denkbar sind. Es konnte aufgezeigt werden, wie wichtig die Luftdichtigkeit des Gebäudes in Bezug auf den Heizwärmebedarf ist und gegenüber der

ursprünglichen Planung wurden hier Optimierungsvorschläge diskutiert. Auch das Thema Blower-Door-Test für große Hallen wurde diskutiert und recherchiert.

Für das kombinierte Büro und Laborgebäude Skylabs konnten die Passivhauskriterien nicht eins zu eins übernommen werden. Durch den hohen Anteil an Laboren steigen die Anforderungen an den Luftaustausch um ein Vielfaches, gleichzeitig können für Labore nur Wärmetauscher als Kreislaufverbundsystem genutzt werden, um eine Kontamination der Raumluft auszuschließen. Es wurde nach intensiver Diskussion geklärt, dass die Gebäudehülle in Passivhausqualität erstellt wird und für die Berechnung mit einer für Büronutzung üblichen Auslegung der Lüftungsanlage der Passivhausnachweis zu führen ist.

Bei der Planung eines Hotels der Kette B&B konnte durch die PHPP Berechnung gezeigt werden, dass hier auf den Einbau einer Wärmerückgewinnung verzichtet werden kann.

Schritt 2: Bauantrag: PHPP-Nachweis als Kriterium der Baugenehmigung

Nach der ersten Energiekonzeptabstimmung ist der zweite Schritt des QM-System die Verknüpfung der städtebaulichen Forderung des Passivhausstandards mit der baurechtlichen Genehmigung. Im Genehmigungsverfahren wird entsprechend Tabelle 1 verfahren.

A.1	<p>Heizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$</p> <p>Zentrale Daten sind</p> <ul style="list-style-type: none"> - U-Werte der opaken Bauteile - Fenster: $U_g / U_f / U_w / g / \Psi$-Glasrand - interne Wärmequellen (IWQ) - Energiebezugsfläche <p>Die Plausibilität wird überprüft; Belege werden erst zur Baufreigabe erforderlich, siehe B.1</p>
A.2	<p>Luftdichtigkeit</p> <p>Belege werden erst zur Baufreigabe erforderlich,</p>
A.3	<p>Drucktestluftwechsel</p> <p>Der Ansatz muss plausibel sein; Belege werden erst im Bauablauf erforderlich</p>
A.4	<p>Primärenergie - (PE) - Kennwert $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$</p> <p>Zentrale Daten sind die Ansätze zum Strom- und Hilfsstrombedarf und zur Warmwasserbereitung. Die Plausibilität wird überprüft.</p>

A.5	<p>Wärmebrücken bezüglich - Außenluft, Perimeter, Bodenplatte, Fenstereinbau, Dach An Hand der Pläne wird die „Regel vom breiten Stift“ geprüft, d.h. mit einem Stift der maßstäblichen Dämmdicke von 240 mm kann die dämmende Hülle durchfahren werden. Weitere Belege werden zur Baufreigabe erforderlich</p>
A.6	<p>Lüftungsanlage mit Wärmebereitstellungsgrad $\geq 80\%$ (DIBT abzüglich 12 Prozentpunkte), alternativ Berechnung nach Formel PHI mit Herstellertemperaturdaten ohne Berücksichtigung der Ventilatorleistung sowie stromsparenden Antrieben (spez. Stromverbrauch $0,45 \text{ Wh/m}^3$) In diesem Planungsstadium wird eine kurze Beschreibung, ein Lüftungsschema und die Auslegung der Lüftungsanlage erwartet und die Plausibilität des PHPP geprüft. Weitere Belege werden zur Baufreigabe erforderlich</p>
A.7	<p>Nutzkälte $\leq 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (*) Die Plausibilität wird überprüft; Belege werden erst zur Baufreigabe erforderlich, Die Grenzwerte können in Einzelfällen, in denen nutzungsbedingt zwingend sehr hohe interne Wärmelasten auftreten, in Rücksprache mit dem Umweltamt auch überschritten werden. Ein Nachweis der effizienten Nutzung elektrischer Energie ist dafür erforderlich.</p>
A	Datengrundlage zum Bauantrag
A.i	Vollständige PHPP Berechnung als Excel Datei. Die Berechnungen müssen entsprechend des Planungsfortschritts aktualisiert werden.
A.ii	Entwurfspläne, möglichst in digitaler Form (PDF)
A.iii	Weitere Unterlagen auf Anfrage.

Tabelle 1; Übersicht QM-System Bahnstadt Bauantragsverfahren

Im Bauantragsverfahren wird eine PHPP Berechnung mit aktuellen Plänen gefordert. Erst nach Vorlage aller Unterlagen beginnt die Bearbeitungsfrist in der Regel 8 Wochen bis zur Baugenehmigung. Das PHPP wird auf rechnerische Richtigkeit und Plausibilität der Annahmen überprüft. Die eigentliche Prüfung der PHPP's wird durch die regionale Klimaschutzagentur KliBA gGmbH, im folgenden KliBA genannt, durchgeführt. In Zweifelsfällen

nimmt das Umweltamt oder die KliBA Kontakt mit den Planern auf, um die Punkte möglichst früh zu klären. Folgende Kriterien werden betrachtet:

Von der KliBA wird nach positiver Prüfung ein Prüfbericht vorgelegt mit dem Hinweis, dass eine Baugenehmigung in Bezug auf das Energiekonzept erteilt werden kann. Bei relevanten Unstimmigkeiten oder Plausibilitätsproblemen wird die Baugenehmigung verweigert, wenn der Bauvorhabenträger diese Punkte nicht ausräumen kann. Aber auch hier gilt, bevor ein Negativbescheid raus geht, versucht die Stadt eine einvernehmliche Lösung mit dem Bauvorhabenträger zu erreichen.

Schritt 3: Baufreigabe, Detail-Nachweis als Kriterium zur Baufreigabe

Verschiedene pauschale Ansätze müssen im weiteren Planungsprozess konkretisiert werden, so dass technische Daten und Rechenansätze im PHPP ergänzt werden können. Die bei der Baugenehmigung noch fehlenden Unterlagen, wie z.B. Luftdichtigkeitskonzept und Berechnung von relevanten Wärmebrücken müssen nun vorgelegt werden. In Zweifelsfällen nimmt das Umweltamt oder die KliBA Kontakt mit den Planern auf, um die Punkte möglichst früh zu klären. Die Prüfung erfolgt analog dem Schema (Tabelle 1) bei der Baugenehmigung. Bei gravierenden Mängeln der Planung und/oder Nichtvorlage wichtiger Unterlagen kann die Baufreigabe verzögert werden. Aber auch hier gilt, bevor ein Negativbescheid raus geht, versucht die Stadt eine einvernehmliche Lösung mit dem Bauvorhabenträger zu erreichen.

Schritt 4: Baubegleitung, Baustellendokumentation

Nach dem Abschluss der Ausschreibungsphase liegen Produktunterlagen und technische Datenblätter vor. In Absprache mit den Planern werden Begehungen der Baustelle durchgeführt. Dabei werden kritische Details in einer Bauphase begutachtet, in der noch Einfluss genommen werden kann. Begutachtet werden die Dämmung der Bodenplatte, die Art der Fenster und die Fensteranschlüsse, die Außenwanddämmung, die Dachdämmung und alle wärmebrückenrelevante Anschlussdetails. Es erfolgt eine Dokumentation der Dämmstoffe in Bezug auf Wärmeleitfähigkeit und Dicke, sowie eine Bilddokumentation des Bauablaufs. Zur Baustellendokumentation gehört selbstverständlich auch das Ergebnis des Blower-Door-Tests. Auch hier gilt der Grundsatz, dass die Stadt und die KliBA als Partner und Unterstützer der Planer auftreten und nicht als Kontrolleure. Die Zusammenarbeit mit den Bauleitern vor Ort kann in der Regel als sehr kooperativ bezeichnet werden.

Schritt 5: Aktualisiertes PHPP nach Fertigstellung

Bei der Fertigstellung des Gebäudes sind alle Unterlagen, Protokolle und Belege zu vervollständigen und eine abschließende PHPP-Berechnung mit allen Änderungen vorzulegen. Eine abschließende Prüfung des PHPP erfolgt durch die KliBA und wird als Grundlage für die rechtliche Bauabnahme durch das Baurechtsamt verwendet.

Schritt 6: Förderung/Vertragsstrafe

Nach Fertigstellung des Bauvorhabens, positiver Abnahme und Vorlage aller Unterlagen kann es nun zur Auszahlung des städtischen Zuschusses gem. Förderprogramm „Rationelle Energieverwendung“ kommen. Die ersten Zahlungen in Höhe von mehr als 500.000 € für einen Baublock wurden bereits in 2012 getätigt. Für Gewerbegebäude gibt es keine städtische Förderung, allerdings wird hier in der Regel eine Vertragsstrafe in der Größenordnung von 100 €/m² BGF vereinbart, um sicherzustellen, dass der Passivhausstandard auch hier umgesetzt wird. Die Kosten für die Qualitätssicherung in der Bahnstadt liegen nach jetzigen Erfahrungen im Bereich von 0,5 €/m² Energiebezugsfläche und damit nur bei etwa 1% der städtischen Passivhausförderung von 50 €/m².

Schritt 7: Monitoring

Der tatsächliche Energieverbrauch in der Bahnstadt soll zukünftig in Kooperation mit den Stadtwerken Heidelberg und dem PHI im Rahmen des geförderten Projekt „Passreg“ mit einem Monitoring versehen werden. Hierbei wird der Gesamtverbrauch der einzelnen Baublocks bewertet.

5. Zusammenfassung

Die sieben Schritte des Heidelberger Qualitätsmanagementsystems haben sich für den Null-emissionsstadtteil Bahnstadt Heidelberg bisher sehr gut bewährt.

Durch die Kopplung der Forderungen, aus dem, vom Gemeinderat beschlossenen, Energiekonzept Bahnstadt [ebök 2007] mit dem baurechtlichen Genehmigungsverfahren und der Verknüpfung aus Beratungs-, Informations- und Motivationsgesprächen mit Bauherren und Planern sowie der guten Zusammenarbeit zwischen EGH, Umweltamt, KliBA, Stadtplanungsamt und Baurechtsamt ist auch die weitere Entwicklung der Bahnstadt gesichert. Das Verfahren ist prinzipiell übertragbar auf andere Kommunen mit ähnlichen nachhaltigen Zielen.

6. Literatur

- [Bermich 2011] „Passivhaus als Standard der Stadtentwicklung – Null-Emissions-Stadtteil Heidelberg-Bahnstadt in Heidelberg“, Ralf Bermich, Vortrag auf der 15. Internationalen Passivhaustagung, Innsbruck, Mai 2011
- [Stadt Heidelberg 2010] „Energiekonzeption der Stadt Heidelberg“, Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Beschluss des Gemeinderates Mai 2010
- [Stadt Heidelberg 2012] „Schriften zur Stadtentwicklung Heidelberg Studie 2012“, Klimaschutz in Heidelberg, Ergebnisse einer Umfrage in Heidelberg durchgeführt vom Sinus Institut, Heidelberg Sommer 2012
- [ebök 2007] „Baugebiet Bahnstadt in Heidelberg – Städtebauliches Energie- und Wärmerversorgungskonzept“, Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte ebök, Tübingen, Olaf Hildebrandt, Andreas Praeffcke, Gerhard Lude und Rosemarie Hellmann, November 2007
- [EGH 2012] Broschüre Heidelbergs Stadtteil der Zukunft wächst. Entwicklungsgesellschaft Heidelberg (EGH)

Hľadanie rovnováhy

Ing.arch.Vanda Holeščáková, ARCHITECTONICA s.r.o.

Slávičie údolie 16, 81102 Bratislava

00421903256070 vholescakova@gmail.com

V súčasnosti navrhnuť a postaviť energeticky pasívny dom nie je žiaden problém. Ja som si pri stavbe nášho domu vyskúšala niekoľko hľadísk. Bola som v pozícii architekta a investora zároveň. Pri realizácii som musela ustrážiť rozpočet, robiť stavebný manažment a stavebný dozor. A vo všetkých týchto aspektoch som sa snažila hľadať a udržať rovnováhu.

Náš pozemok má ideálnu S-J orientáciu, tá S je však atraktívnejšia so vzrastlou zeleňou. Predná časť pozemku orientovaná na J je rovinatá, zadná sa zvažuje na S smerom k potoku. Stavbu som postavila na hranu medzi rovinou a svahom. Dôsledne som oddelila obytnú časť domu od skladu a garáže.

Obytná časť má dve bytové jednotky. Väčšia, určená pre 5-člennú rodinu, má obytné miestnosti orientované na J a pomocné priestory na S. Má dispozíciu bežných rodinných domov. Na prízemí sa nachádza denná časť- otvorená obývačka a jedáleň s kuchyňou, na poschodí nočná časť- spálňa a detské izby. Menšia bytová jednotka na prízemí pozostáva z jednej obytnej miestnosti a hygieny. V budúcnosti bude slúžiť ako ateliér.



Výzvou bola snaha postaviť pasívny dom, ktorý by mal zároveň architektonickú hodnotu. Plánovala som navrhnuť jednoduchú kompaktnú hmotu, ktorá si žiadala tvarovo oživiť. „Tepelnú obálku“ som riešila ako kubus s pultovou strechou. Pultová strecha umožnila minimalizovať objem horného podlažia. Zvažuje sa z J na S, takže obytné miestnosti orienta-

né na J majú vyššiu svetlú výšku ako pomocné priestory na S. Jej presah je efektom a účelom zároveň, plní funkciu tienenia. Sprestrením jednoduchej hmoty je prístavba skladu s garážou, prekrytie parkovania a vstupu, ktoré tvoria terasu horného podlažia. Táto prístavba je „vhriznutá“ do kubusu.



Hľadala som rovnováhu a kontrast zároveň pri použití materiálov, na ktorých som chcela priznať ich podstatu. A to tak, aby boli ekologické a stavba nepôsobila naturálne. Pri konštrukcii som zohľadnila pozitívnu ekologickú bilanciu. Stavba je založená na granuláte z penového skla a drátkobetónovej doske. Konštrukcia stien, stropu a strechy je drevená rámová s použitím drevovláknitých a drevoštiepkových dosák a izoláciou z fúkanej celulózy. Krytina pultovej strechy je z titánzinku. Materiálom použitým na fasáde a streche som z dôvodu pomerne jednoduchej hmoty dopriala pestrosť. Titánzinok je v kontraste s obkladom z červeného smreku na hornom podlaží. Na spodnom podlaží je použitá kombinácia červeného smreku a cementotrieskovej dosky. Dôraz na detail bol kladený pri riešení lamelového tienenia, ostení okien, ukončení dreveného obkladu a styku obkladu s titánzinkom. V exteriéri je použitá studená farba kovu- titánzinok strechy, hliník okien, zasklených stien a lamiel tienenia. Ďalej studený odtieň sivej farby cementotrieskového obkladu. K tomu v kontraste sú teplé drevené prvky obkladu, nosníkov tienenia a konštrukcie prístavby.



Mienila som navrhnuť dom, kde sa bude prelínať idea exteriéru s interiérom. V interiéru je použité množstvo masívneho dreva na podlahách, dverách, obklade aj nábytku. Drevený obklad interiéru je odkazom na obklad exteriérový s jemnejším rastrovaním. Drevo v interiéru a tiež nepálené tehly sú použité aj z dôvodu akumulácie a absorpcie vlhkosti. Kontrastom k dreveným prvkom je použitie ocelevej konštrukcie schodiska a výrazne farebných prvkov ako marmoleum, obklady a dlažby.

V krátkom čase som potrebovala zrealizovať kvalitnú stavbu s precíznym prevedením detailov. Voľba padla na drevostavbu a overenú firmu zaoberajúcu sa výstavou nízkoenergetický a pasívnych domov. Drevostavbu som zvolila nielen pre rýchlosť výstavby, ale aj z už spomínaného ekologického hľadiska. Výber realizátora znamenal prelúškať viacero cenových ponúk a správne sa rozhodnúť. V súčasnosti je na trhu silná konkurencia, rozhodnúť sa v krátkom čase bolo zložité. Stavili sme preto na dodávateľa so skúsenosťami a referenciami.

Samotná realizácia prebiehala pod drobnohľadom mňa architekta a tiež môjho manžela technicky uvažujúceho „laika“. Okrem zosúladenia prác na stavbe sme riešili konštrukčné a estetické detaily ako napojenie oceleového schodiska na drevenú konštrukciu, uchytenie závesov pri zasklených stenách, ukrytie nepálených tehál za drevený obklad.



A ako sa žije v našom pasívnom dome? Sme veľmi spokojní. Sebakriticky priznávam aj nedostatky. Niektoré vznikli zo snahy minimalizovať vykurovanú plochu a teda znížiť rozpočet. Je to príliš malé zádverie a technická miestnosť. Iné ukázal až život. Ako napríklad časté využívanie S terasy či už z dôvodu atraktívneho výhľadu na potok alebo z jednoduchého faktu, že J netienené terasy sa v našich klimatických podmienkach stávajú nepoužiteľné. Momentálne zvažujeme prekrytie J terasy textíliou atypického tvaru, ktorá by zároveň oživila pomerne fádnu J fasádu. Stále je čo upravovať a zlepšovať, ale tak je to v každom dome. Pohľad na stavbu energeticky pasívneho domu z rôznych hľadísk bol pre mňa skúsenosťou, ktorú v profesnom živote ocením a zúžitkujem.



1. Fakty

- Vykurovaná plocha- 155,89m²
- Obostavaný objem- 744,1m³
- Merná potreba tepla na vykurovanie- mesačná metóda 12,8kWh/(m²a)
- Merná potreba primárnej energie- 81,8kWh/(m²a)
- Výsledok skúšky vzduchovej priepustnosti- 0,39h⁻¹
- U- hodnota stien- 0,123W/(m²K)
- U- hodnota strechy- 0,092W/(m²K)
- U- hodnota podlahovej dosky- 0,147W/(m²K)
- U- hodnota rámu okien- 0,57-0,79W/(m²K)
- U- hodnota zasklenia- 0,5W/(m²K)
- Použitá kompaktná jednotka Drexel und Weiss
- Okná SmartWin

Vizualizácie: Daniel Šubín

Foto: Peter Gregor

Integrované navrhovanie verzus/a projektová prax

Ing.Lubica Šimkovicová, Inštitút pre energeticky pasívne domy

Adresa: Nám. slobody 19, 811 06 Bratislava

Tel: +421 905 797 509, e-mail: simkovicova@iepd.sk

1. Úvod

Téma stavieb budov s takmer nulovou potrebou energie - Nearly Zero Energy Building (ďalej len NZEB) dnes rezonuje v stavebníctve najmä z dôvodu, že nás smernica európskeho parlamentu a rady 2010/31/eú o energetickej hospodárnosti budov z 19. mája 2010 zaväzuje prijať opatrenia na zvyšovanie energetickej hospodárnosti budov. Požiadavka EÚ na NZEB v roku 2020 vychádza z obavy zo zmeny klímy, preto je snahou eliminovať všetky vplyvy, ktoré spôsobujú emisie skleníkových plynov.

Budovy majú vplyv na dlhodobú spotrebu energie. Vzhľadom na dlhý cyklus obnovy existujúcich budov by preto mali nové a existujúce budovy, na ktorých sa vykonáva významná obnova, spĺňať minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť prispôbenú miestnym klimatickým podmienkam. Keďže ešte vo všeobecnosti nie je preskúmaný úplný potenciál alternatívnych systémov zásobovania energiou, malo by sa o nich uvažovať, podľa zásady, že najprv sa zabezpečí zníženie energetickej požiadaviek na vykurovanie a chladenie na nákladovo optimálnu úroveň. A to pri nových budovách ako aj pri rekonštrukciách, bez ohľadu na veľkosť týchto budov. Takto definuje prístup k navrhovaniu novostavieb a obnove existujúcich budov na NZEB už spomínaná smernica.

Na Slovensku nadväzuje na smernicu národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie.

1.1. Integrované navrhovanie budov- východiská

Sprievodca procesom INTEGROVANÉ NAVRHOVANIE BUDOV - Integrated design (ďalej len ID) popisuje metodiku návrhu budovy s ohľadom na požiadavku dosiahnuť štandard NZEB a požadované environmentálne ciele.

Navrhovanie NZEB kladie na návrhársky tím vyššie požiadavky na komplexný prístup k navrhovaniu a vyžaduje zručnosti, ktoré neboli doposiaľ pri navrhovaní súčasťou bežnej projektovej praxe.



Obr. 1 Prístavba budovy Reifeisenbank vo Viedni je prvá certifikovaná výšková budova v pasívnom štandarde.

Bližšie informácie <http://www.passivehouse-international.org>

Foto: Ľubica Šimkovicová

Využívanie postupov ID pomôže definovať environmentálne ciele a formulovať opatrenia zamerané na znížovanie emisií skleníkových plynov do jasných a merateľných cieľov pre navrhovanie budov. Zložitosť týchto cieľov vyžaduje proces nazývaný integrované navrhovanie s dôrazom na vyššiu potrebu multi-disciplinárneho prístupu.

Posun v prístupe kladie dôraz na počiatočnú fázu projektovania budov, pretože prijaté riešenia budú mať vplyv na konečnú spotrebu energie v životnom cykle budovy.

Proces ID je založený na skúsenostiach, že zmeny a zlepšenia návrhu vo veľmi skorých štádiách sú pomerne jednoduché, ak sa na ne upozorní na začiatku procesu. Zmeny alebo zlepšenia návrhu v neskoršom štádiu budú pravdepodobne pomerne nákladné a narušia celý proces, resp. prinesú len mierne zlepšenie celkového výsledku.

Návrh budov s využitím princípov ID umožní dosiahnuť v budove veľmi nízku spotrebu energií a zníženie prevádzkových nákladov súčasne, pri nízkych dodatočných investičných nákladoch, ak vôbec k navýšeniu dôjde. Preto je zřejmé, že skrátiť fázu projektového návrhu je krátkozrakým prístupom. Skúsenosti z projektov stavieb s využitím ID ukazujú, že investičné náklady sa môžu navýšiť cca o 5%, avšak ročné prevádzkové náklady budú znížené o 40 - 90%. ID teda poukazuje na to, že náročnosť budov by mala byť hodnotená v perspektíve životného cyklu, a to pokiaľ ide o náklady (LCC), ako aj vplyvu na životné prostredie (LCA).

Zároveň je možné a vhodné využívať v procese navrhovania budov niektoré z environmentálnych schém. Kvalita vnútorného ovzdušia, zamedzenie využívania nebezpečných látok, zodpovedné využívanie prírodných zdrojov, biodiverzita a ekologická doprava, sú len niektoré z ukazovateľov, ktoré sú monitorované v environmentálnych schémach na posudzovanie projektov, viď kapitola Postup integrovaného navrhovania: 8 Environmentálne hodnotiace schémy, str.12.

Sledované ciele	Náklady	Komentár
Koncept a návrh	5 – 10 % navyše	Na základe skúseností
Podrobné rozpracovanie návrhu	< 5 % prvý projekt, 5 - 10 % menej ďalšie projekty	Na základe skúseností
Investičné náklady	5 – 10 % navyše	3 – 6 % pri pasívnych domoch
Prevádzkové náklady	70 – 90 % menej	Na základe skúseností
Stavebné poruchy	10 – 30 % menej	Kvalitnejší projekt = menej problémov

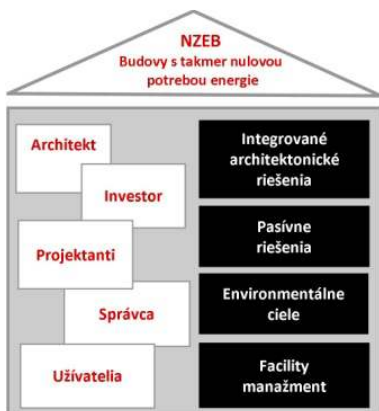
Obr. 2 Odhad navýšenia, resp. zníženia nákladov pri použití ID

2. Proces integrovaného navrhovania

ID je definovaný ako kombinácia:

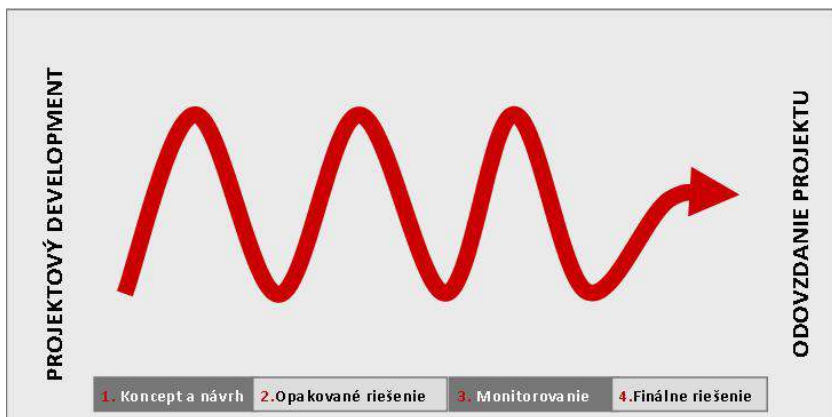
integrácie alebo spolupráce medzi zúčastnenými stranami: investor, architekt, projektanti, realizačné firmy a prípadne aj cieľom dosiahnuť vysoké energetické a environmentálne ambície.

Pri dosahovaní požadovaných environmentálnych ambícií sú uprednostňované integrované architektonické riešenia a riešenia s využitím princípov pasívneho štandardu, pred aktívnymi systémami.



Obr. 3 Proces ID

Kvalita vnútorného ovzdušia, svetelný komfort a potreba vykurovania/chladienia sú vo významnej miere ovplyvnené pasívnym štandardom budovy. Technické zariadenia dopĺňajú kvalitu pasívneho štandardu a predstavujú aktívne princípy, keďže závisia na vonkajších dodávkach energie. V integrovanom environmentálnom dizajne je návrhový proces zameraný v prvom rade na dosiahnutie vysokého komfortu a nízkej spotreby energie pokiaľ možno cez kvalitu pasívneho štandardu, a potom doplnený čo najmenším počtom efektívnych technických systémov., ak je to možné. Čím vhodnejší bude architektonický návrh z hľadiska tvaru, fasády a materiálov a pod., s cieľom viac využívať slnečnú energiu, denné svetlo a prirodzený spôsob vetrania, o to menej energie bude potrebné dodávať na prevádzku.



Obr.4 Prehľad ID procesu. Tvorivý proces riešenia problémov (2) beží paralelne v čase s monitorovaním pokroku v súlade s cieľmi (3). Toto je zriedka priamočiary proces a jednotlivé fázy by mali byť otvorené tak dlho, kým sa všetky potrebné informácie začlenia do konečného návrhu.

2.1. **Benefity ID**

Vyššia energetická hospodárnosť

Vhodným návrhom budovy od počiatku projektu je možné dosiahnuť energeticky optimalizovanú budovu z hľadiska prevádzkových nákladov - najmä čo sa týka potreby energie na vykurovanie, chladenie, prípravu teplej vody, vetranie, osvetlenie, atď.

*Zredukovanie zabudovanej tzv. šedej energie **

Optimalizovaný návrh budovy, a to najmä využitie pasívnych princípov, má prioritu pred pokročilými technickými systémami a riadiacimi zariadeniami. Takto sa znížia účinky komponentov s vysokou mierou zabudovaného šedej energie a často nižšia funkčná životnosť.

*Zabudovaná tzv. šedá energia je energia, ktorá je spotrebovaná na výrobu materiálu. Ide o energiu vynaloženú na získanie suroviny, výrobu a dopravu materiálu. Jeden MJ zodpovedá v prepočte cca. 0,27 kWh. Emisie CO₂ ekv. (potenciál globálneho otepľovania

Optimalizácia vnútorného prostredia

Budova a technické systémy pracujú spoločne v logickej symbióze s cieľom dosiahnuť vysokú kvalitu vnútorného prostredia, tepelnú pohodu počas celého roka, ochranu proti letnému prehrievaniu, odstránenie prievanov, dostatok prirodzeného osvetlenia, a pod. Cieľom je vytvoriť zdravé prostredie pre obyvateľov a tým podporiť ich produktivitu, znížiť chorobnosť (tzv. sick building syndrome) a vytvoriť optimálne podmienky pre relax či prácu, .

Nižšie prevádzkové náklady

Energeticky optimalizovaná budova má v celom svojom životnom cykle nižšie prevádzkové náklady. Zároveň sú zjednodušené technické systémy omnoho efektívnejšie, nielen z hľadiska prevádzkových nákladov, ale aj investičných nákladov na výstavbu a inštaláciu.

Menej konštrukčných chýb

Pri navrhovaní energeticky efektívnych budov je potrebné riešiť detailnejší návrh konštrukcie, vzhľadom na potrebu predísť tepelným mostom a dosiahnuť "vzduchotesnosť" obálky budovy. Detailnejšie projektovanie vedie k menšiemu počtu stavebných porúch. Tým k menej častým reklamáciám a ušetreným finančným prostriedkom.

Zníženie rizika

Integrované stavebné a technické zariadenia vedú ku kvalitnému pasívnemu dizajnu a konštrukcii a súčasne aj k vyššej užívateľskej spoľahlivosti. Technické systémy nemajú byť kompenzáciou nevhodného návrhu budovy, ktorý môže priniesť nevhodné technické zariadenia a menej komplexné riešenie. Zjednodušené technické systémy sú taktiež menej závislé na dodávke elektrickej energie na prevádzku.

Väčšia zainteresovanosť užívateľa

Včasná zapojenie budúcich užívateľov a zahrnutie ich potrieb v procese návrhu môže prispieť k zvýšeniu energetickej hospodárnosti budovy a k dosiahnutiu environmentálnych cieľov.

Vyššia hodnota

Energeticky hospodárna budova môže priniesť vyššiu cenu nájmu, ktorý môže však byť kompenzovaný nižším úctom za energie. Zároveň sa zvýši predajná hodnota budovy.

Zelený imidž budovy

Vlastník budovy alebo spoločenstvo vlastníkov môže benefitovať zo zeleného imidžu budovy.

2.2. Hlavné prekážky ID

Stereotypné myslenie

Stavebný sektor je pomalý v prijímaní nových spôsobov práce. ID vyžaduje rozhodovacie procesy a projektové metódy, ktoré menia zaužívané zvyklosti, a vyžadujú vyššiu schopnosť spolupráce.

Nedostatok znalostí

Developeri, architekti, rovnako aj konzultanti majú nedostatok skúseností s integráciou jednotlivých odborníkov v procese navrhovania už v počiatočnej fáze. ID vyžaduje spoluprácu na otvorenom koncepte návrhu od počiatku. Často krát je potrebné prizvať k navrhovaniu tzv. facilitátora.

Nedostatočná motivácia

Návrhový tím nie je dostatočne motivovaný, resp. je odradený od práce nad stanovený rámec, ako je napr. zlepšenie celkovej energetickej hospodárnosti budovy, vzhľadom na to, projektový honorár sa obyčajne vypočítava v percentách z celkového rozpočtu stavby, alebo paušálne.

Vyššie náklady

Developeri investori obyčajne sledujú priame investičné stavebné náklady a náklady na projektovú dokumentáciu viac, ako náklady životného cyklu budovy (LCC). Keď sú prevádzkové náklady, ako je spotreba energie, náklady na údržbu, atď. súčasťou výpočtov, obyčajne sa tým podporí investícia do projektu energetickej hospodárnej budovy. Preto je LCC lepší rámec pre hodnotenie celkových nákladov v porovnaní s konvenčným prístupom.

Nedostatok času

Developeri často podceňujú dôkladné projektovanie a očakávajú vysoké tempo tvorby konceptu budovy. Presvedčiť developera, že práve počiatočná fáza návrhu budovy je veľmi dôležitá, a že čas venovaný iteratívnej tvorbe sa vráti v podobe lepšieho konceptu, môže byť náročné.

Tyrania zručností

ID proces môže prinášať veľa odborníkov v procese vytvárania projektového návrhu. Niektorí z nich môžu mať ultimátne požiadavky a ťažkosti s holistickým prístupom.

3. Postup integrovaného navrhovania

3.1. Projektový development

Prediskutujte ambície projektu a definujte vstupné zadanie klienta

Environmentálne ambície klienta je potrebné prediskutovať už v úvodnej fáze a následne ich transformovať do cieľov projektu.

Cieľom môže byť napr. energetický certifikát, certifikát pasívnej budovy, NZEB, BREEAM, LEED alebo iné certifikáty. Snahou by malo byť ovplyvniť klienta, aby vnímal dlhodobé výhody, ktoré plynú z nízkych prevádzkových nákladov, vysokej kvality vnútorného prostredia a

súčasne ochrany životného prostredia. Prezentácia nákladov životného cyklu je účinný spôsob, ako viesť klienta od zamerania na krátkodobý zisk k tomuto cieľu.

Odporúčania:

Príklady otázok, ktoré klientovi a eventuálne budúcim užívateľom odporúčame položiť, a ktoré by mohli pomôcť pri príprave projektového zadania:

- Aké sú obchodné ciele klienta
- Aké má klient energetické a environmentálne požiadavky na kvalitu budovy
- Aké sú požiadavky na kvalitu vnútorného prostredia (osvetlenie, kvalita ovzdušia, hluk, atď.)?
- Aké sú priority klienta - napr. náklady vs. kvalita?
- Aká je celková environmentálna politika ?
- Aký imidž by mala stavba získať ?

Energetické opatrenia sa často nerealizujú, lebo náklady na stavbu pri budove sú minimalizované a ekonomika nie je dostatočne preskúmaná. Aby sme tomuto postupu predišli, odporúčame vypracovať zjednodušený výpočet hospodárnosti. Cieľom je ekonomická optimalizácia energetickej koncepcie pri budove. Na základe životného cyklu stavebných prvkov a komponentov, ktoré majú vplyv na energetickú náročnosť budov, sa môže určiť, ktoré náklady navyše na energetické opatrenia môžu byť kompenzované nižšími prevádzkovými nákladmi.

3.2. Zmluvný vzťah

V úvodnej fáze môže architekt a konzultanti predstaviť koncept ID a diskutovať o možných modeloch integrácie, počiatočných požiadavkách s ohľadom na vysoké environmentálne ambície a potom ich transformovať do cieľov v projektovom zadaní. K argumentácii použite pilotné projekty, môžu diskusii prospieť.

Bežné typy zmlúv nestanovujú kritériá napr. dosahované parametre budovy, ktoré povedú k energeticky hospodárnemu návrhu v zmluvnom vzťahu s architektmi a inžiniermi.

Projektový honorár sa obyčajne vypočítava v percentách z celkového rozpočtu stavby, alebo paušálne. To má za následok, že je návrhový tím nedostatočne motivovaný, resp. odradený od práce nad stanovený rámec, ako je napr. zlepšenie celkovej energetickej hospodárnosti budovy. Keďže sa špecialisti- projektanti technického zariadenia budov obávajú sporov z neštandardného či poddimenzovaného riešenia projektu, pokladá sa za vhodné technický

system predimenzovať. Neexistuje totiž žiadna motivácia pre návrh úsporných zariadení alebo úspor energie. Málo motivovaní sú aj dodávatelia, aby zabezpečili, že inštalované systémy budú fungovať efektívne.

Do zmluvy o dielo je vhodné zapracovať aj kritériá, podľa ktorých klient vypláca honorár na základe dosiahnutých cieľov. Ak budova nedosiahla stanovený cieľ (napríklad pokiaľ ide o spotrebu energie), musia návrhársky tím alebo zhotoviteľ stavby zaplatiť klientovi dohodnutú pokutu. Na druhej strane, ak výsledná energetická hospodárnosť budovy dosiahla lepšie výsledky, než sa očakávalo, zaplatí klient vopred dohodnutý bonus.



Obr.5 Meranie vzduchovej priepustnosti tzv. BlowerDoor test

Foto: Vladimír Šimkovic

Odporúčania:

Energetická a ekologická kvalita budovy môže byť hodnotená len v tom prípade, ak si klient a architekt stanovia preskúmateľné ciele (porovnanie plán - skutočnosť). Tieto ciele je potrebné zapracovať do zmluvného vzťahu. Tam, kde nie sú stanovené žiadne ciele, sa nedá dosiahnutie cieľa preverovať.

V zmluvnom vzťahu s klientom je potrebné uviesť požiadavku na dosiahnutie hodnoty vzduchovej priepustnosti budovy overenú testom vzduchovej priepustnosti tzv. BlowerDoor testom, v zmysle STN EN 13 829, v akom štádiu výstavby je potrebné tento test vykonať a akú má mať nameranú hodnotu, ďalší postup v prípade nedosiahnutia návrhových parametrov.

Kontrolu projektovaných parametrov budovy je potrebné overiť vhodným softvérom, resp. metodikou výpočtu, ako napr. výpočtový nástroj pre pasívne a nízkoenergetické stavby PHPP. Viac informácií nájdete na <http://iepd.sk/pasivny-dom/phpp>.

3.3. Zostavenie tímu

Vyberte multidisciplinárny návrhársky tím, motivujte členov tímu k úzkej spolupráci

Členovia tímu by mali byť skúsení v energetických a environmentálnych otázkach, a byť motivovaní k úzkej spolupráci a otvorenosti. V závislosti od zložitosti projektu a jeho cieľov, môže byť potrebné prizvať do tímu odborníkov z oblastí ako napr. obnoviteľné zdroje energie, materiály, čistenie odpadových vôd, požiarne bezpečnosť, akustika, denné svetlo, riadiace systémy, komunikačné technológie, atď. Spolupráca musí byť založená predovšetkým na komunikačných schopnostiach, ochote k spolupráci a otvorenosti všetkých členov tímu.

Pokiaľ architekt a klient nemajú dostatok vedomostí o vplyvoch energetickej hospodárnosti budovy na životné prostredie, alebo ak má projekt obzvlášť náročné ciele, odporúčame prizvať poradcu procesu - "facilitátora". Facilitátor je odborník so zručnosťami v ID procese so znalosťou súvisiacich energetických / environmentálnych otázok. Odporúčame, aby tento odborník bol zmluvne samostatný, s cieľom zabezpečiť účinnú koordináciu a riadenie ID procesu, a aby sa predišlo problémom s dosahovaním cieľov. Poradca, ako napr. akreditovaný poradca BREEAM, bude tou správnou voľbou v prípadoch, keď sú environmentálne ciele dosahované prostredníctvom environmentálnych hodnotiacich schém.

Odporúčania:

Návrhársky tím je nevyhnutné zostaviť z odborníkov so skúsenosťami v oblasti navrhovania pasívnych a nízkoenergetických budov. Nároky na odbornosť sú omnoho vyššie ako pri bežných budovách. Študovanie problematiky „za pochodu“ je mnoho krát hazardom s investičnými prostriedkami investora. Spravidla prináša nevhodné či neoptimálne riešenia, dlhší návrhový proces a mnohokrát znemožní dosiahnutie požadovaných cieľov klienta.

Odporúčame, aby návrhársky tím, resp. facilitátor absolvoval vhodné školenie zamerané na problematiku navrhovania pasívnych domov, kde sa okrem iného oboznámi s overenými a efektívnymi riešeniami na dosiahnutie vysokého štandardu pri vynaložení len nevyhnutných navýšených nákladov. Viac napr. na <http://iepd.sk/ponuka/navrhovanie-pasivnych-domov>

3.4. Návrhový proces

Každá fáza projektu stavby alebo mestskej zástavby vychádza zo súboru okrajových podmienok a požiadaviek, ktoré budú mať vplyv na požadované ciele projektu a samotný proces návrhu.

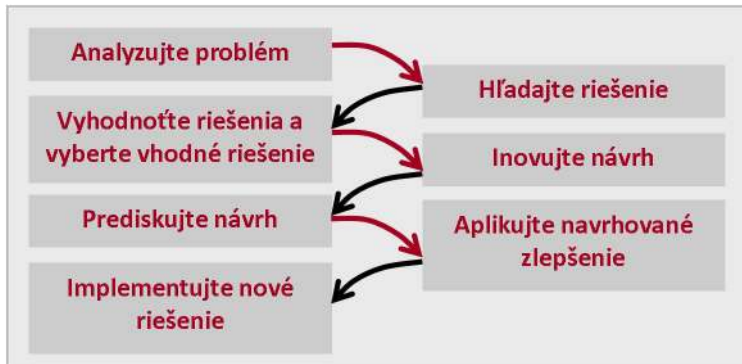
Zadanie a ciele projektu

Počiatkové požiadavky klienta sú často krát veľmi široké a odporúčame ich pretransformovať do jednoznačne merateľných cieľov a návrhových kritérií.

Energetická a ekologická kvalita budovy môže byť hodnotená len v tom prípade, ak si klient s návrhárskym tímom stanovili preskúmateľné ciele: porovnanie plán - skutočnosť. Tieto ciele sú písomne potvrdené ako súčasť zadávacích podmienok projektu. Tam, kde nie sú stanovené žiadne ciele, sa nedá dosiahnutie cieľa preverovať.

Opakované hľadanie riešenia

Tieto kroky zahŕňajú kreatívne, rovnako ako analytické myslenie, a vyžadujú striedavo analýzu problému a jeho riešenie.



Obr. 6 Kreatívne riešenie problémov. Obidve kritické aj tvorivé myslenie je potrebné v procese návrhu. Príručky a literatúra o tvorivom riešení problémov môžu byť užitočnými nástrojmi na workshopoch, ako aj v nasledujúcom procese návrhu.

Proces návrhu môžeme definovať ako cyklus riešenia problémov, ktorý zahŕňa identifikáciu problémov, zhromažďovanie údajov, vyjasňovanie problémov, generovanie nápadov a výber riešení.



Obr. 7 Pasívna budova krajského súdu v Korneuburg pri Viedni je kombináciou funkčnosti a kvality stavby.

Foto: Ľubica Šimkovicová

Okrajové podmienky

Stručný popis okrajových podmienok, ktoré treba identifikovať a prerokovať:

Lokalita a pozemok:

- Integrácia do urbanistického prostredia (okolité budovy, ako aj budúce budovy), miestnej architektúry a okolitej krajiny
- Orientácia na pozemku, oslnenie a veterné podmienky
- Prírodné zdroje na pozemku alebo v tesnej blízkosti, solárna energia, geotermálna energia, využitie vody (morskej / jazernej / riečnej), atď.
- Okolie - doprava, hlučnosť, prašnosť a kvalita ovzdušia
- Infraštruktúra - doprava a zásobovanie energiou (napríklad, diaľkové vykurovanie), dostupnosť siete obchodov, atď.

Energetická kvalita stavby

Na stanovenie energetickej kvality je potrebné špecifikovať cieľové hodnoty minimálne pre nasledujúce údaje:

- Špecifická potreba tepla (výpočet potreby tepla podľa PHPP)
- Špecifická potreba energie na chladenie (výpočet energie na chladenie podľa PHPP)
- Špecifická celková primárna energia (kúrenie, chladenie, teplá voda, elektrina pre pomocné zariadenia – čerpadlá atď.), elektrická energia – iné využitie
- Primárna energia podľa PHPP
- Špecifické emisie CO₂ (kúrenie, chladenie, teplá voda, elektrina pre pomocné zariadenia, iné využitie elektrickej energie)

- Maximálny podiel tepelných mostov / miera vylúčenia tepelných mostov
- Príspevok fotovoltického zariadenia
- Vzduchotesnosť n_{50}

Ďalšie hodnoty ako napr. hodnota účinnosti vetracieho zariadenia (rekuperácia) alebo účinnosti systému vykurovania môžu byť špecifikované dodatočne.

Ekologická kvalita stavby

Na stanovenie ekologických cieľov sa dajú použiť napríklad nasledujúce údaje:

- Materiálová báza objektu
- Preferencia využitia materiálov s nízkou mierou PEI, recyklovaných, obnoviteľných
- Vylúčené stavebné materiály
- Použitie regionálnych stavebných materiálov

Trendy a trh:

- Aké sú očakávané budúce ceny energií?
- Aké sú očakávané budúce environmentálne predpisy v stavebnom sektore (napr. dane z emisií CO₂, certifikačné schémy, atď.)?
- Aké sú očakávané požiadavky budúceho užívateľa s ohľadom na životné prostredie a kvalitu stavby?
- Aké sú očakávané technologické pokroky, ktoré môžu mať vplyv na energetickú hospodárnosť budov (napr. informačné a komunikačné technológie)?

3.5. Spôsoby projektovania

Tradičné projektovanie

Architekti a inžinieri majú úplne odlišné spôsoby práce. Inžinier je vyškolený na riešenie presne definovaných problémov a zvyčajne pracuje analyticky a postupne v procese riešenia problémov, až kým nedosiahne riešenie. Tento proces je takmer lineárny a potreba rozvoja alternatívnych riešení sa často prehliada. Architekt, na druhej strane, zvyčajne začína s komplexnejším problémom a radom možných riešení. Riešenie problémov vyžaduje tvorivý proces, ktorý sa vyznačuje sériou kruhových pohybov skôr ako lineárne postupy. Takýto prístup ho presunie z predbežného návrhu založeného na individuálnej skúsenosti ku iteratívnej analýze súvisiacich vplyvov.

ID projektovanie

Návrh budovy, a najmä návrh ohľaduplný voči životnému prostrediu s dôrazom na dodržanie pasívneho štandardu, závisí na vhodne zvolenom koncepte od počiatku. ID projektovanie spravidla pracuje s viacerými variantnými konceptmi. Ten najoptimálnejší je hľadaný multi-kriteriálnou analýzou na základe priorit a cieľov dohodnutých s klientom. Funkcionalita stavby ako východiskový bod, zohľadnenie technických aj environmentálnych aspektov v návrhu budovy s požadovaným architektonickým výrazom je zodpovednosťou architekta. Súčasne je potrebné rozpracovať a vyhodnotiť variantné riešenia, analyzovať technické aspekty stavby s cieľom zabezpečiť, aby riešenia vychádzali z konkrétnych údajov, čo je zase úlohou inžinierov.

Integrované stavebné a technické zariadenia vedú ku kvalitnému dizajnu s parametrami pasívneho štandardu a konštrukcii, a súčasne aj k vyššej užívateľskej spoľahlivosti. Technické systémy nemajú byť kompenzáciou nevhodného návrhu stavby, ktorý prináša energeticky nevhodné technické zariadenia.

Zjednodušené a zosúladené technické systémy sú spravidla menej energeticky náročné. Zložitý technický systém často krát vedie k problematickému ovládaniu a pochopeniu systému na strane užívateľa a nedôvere k takýmto riešeniam.

Odporúčania:

Aby bola spolupráca efektívnejšia, mali by architekti a inžinieri zmeniť spôsob komunikácie. Architekti potrebujú predstaviť koncepciu návrhu inžinierom v dôležitých momentoch rozhodovacieho procesu. Je potrebné, aby počkali na ich spätnú väzbu, kým pristúpia k ďalším krokom. Profesionisti - inžinieri musia pracovať v dynamickej interakcii s architektom a súčasne vyhodnocovať svoje návrhy a riešenia počas návrhu. Architekt by mal prezentovať svoj návrh pomocou vhodného softvéru. V ranej fáze by mal inžinier používať jednoduché nástroje, aby dal architektovi okamžitú spätnú väzbu, namiesto zložitých nástrojov. Ako tím, majú architekt a inžinier predložiť klientovi svoje návrhy riešení a z toho vyplývajúce následky.

Pri posudzovaní budovy a jej energetickej hospodárnosti odporúčame používať vhodné nástroje, ako napríklad:

- BIM – Building Information Modeling: poskytuje vizuálnu predstavu o projekte,
- OPTIMALIZÁCIA BUDOVY: nástroj, ktorý vypracovala ČVUT v Prahe,
- PH DESIGN: nástroj, ktorý dokáže priamo zo softvéru pre modelovanie budov Sketch-UP poskytnúť hlavné ukazovatele energetickej hospodárnosti navrhovanej budovy, pričom

komunikuje so softvérom PHPP Passivhaus Projektierungs Paket, návrhovým softvérom pre nízkoenergetické a pasívne domy, vypracoval PHI Darmstadt.

3.6. Workshop pre návrhársky tím

Úzka spolupráca môže byť uľahčená prostredníctvom workshopu, kde sú jednotlivé okolnosti návrhu prediskutované v otvorenej diskusii.

Architekti a inžinieri často krát budú musieť prispôbiť svoje pracovné metódy a spôsoby komunikácie, vzhľadom na bežne zaužívané projektové postupy.

Úvodný workshop

Hlavným cieľom workshopu je porozumenie hlavných aspektov na počiatku návrhového procesu:

- proces integrovaného navrhovania
- pochopenie projektového zadania a cieľov projektu
- spresnenie otvoreného postoja ku spolupráci medzi členmi návrhového tímu.

Návrhy agendy pre úvodný workshop:

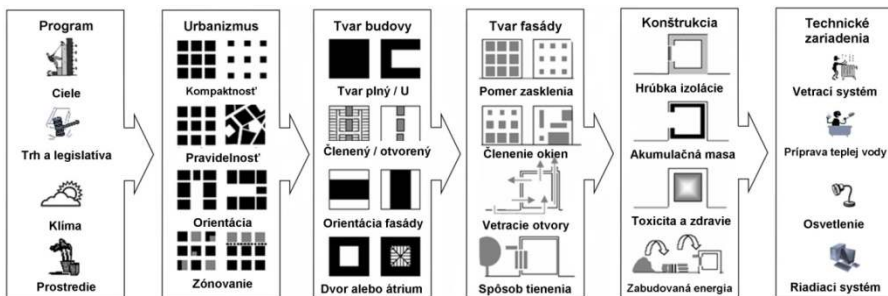
1. Prezentácia developera o požadovaných cieľoch stavby
2. Predstavenie integrovaného navrhovania a prípadne aj vybraného poradcu
3. Diskusia o spôsobe spolupráce v rámci ID procesu, a ako by mal návrhársky tím získavať informácie.
4. Diskusia o hlavných projektových výzvach a ako sa s nimi vysporiadať.
5. Stanovenie dôležitých míľnikov v projekte a ich dosahovanie.

Poslednou úlohou seminára by malo byť vytvorenie plánu pre ďalšiu prácu a prípadne budúce workshopy. Mali by byť stanovené ďalšie témy, ktoré je potrebné preskúmať, spoločne s osobami zodpovednými za vykonanie práce. Pre plán práce je vhodné spracovať aj plán kontroly kvality. Výsledky workshopov by mali byť zhrnuté v správe a distribuované všetkým príslušným zainteresovaným stranám.

Odporúčania:

V priebehu procesu návrhu, by sa malo usporiadať niekoľko menších a cielenejších workshopov pre rôznych odborníkov. Klient by mal byť pozvaný ku dôležitým rozhodnutiam.

3.7. Hlavné okruhy environmentálneho dizajnu



Obr. 8 Hlavné okruhy environmentálneho dizajnu, autor: Koen Steemers 2006

Urbanizmus:

typ zástavby, energetická infraštruktúra a potenciál pre obnoviteľné zdroje energie, slnečné žiarenie / tienenie, veterné podmienky, hluk, znečistenie, plán dopravy/premávky, podzemné vody / povrchové vody, ako aj úvahy o ekológii, krajine a výrobe potravín.

Tvar stavby a vzhľad:

Účinnosť využitia priestoru, kompaktnosť, tepelné zónovanie vrátane prechodov interiéru/exteriéru, prístup denného svetla, stratégia vetrania, pasívne vykurovanie a chladenie, distribúcia a rozvody vzduchu, flexibilita využitia a budúcich zmien.

Tvar fasády:

Tieniace prvky, systémy denného osvetlenia, vetracie otvory, tepelná izolácia a vylúčenie tepelných mostov, stanovenie roviny vzduchotesnosti).

Stavebný materiál:

Konštrukčný systém, izolácia, využívanie zdrojov a vplyv výroby, trvanlivosť (technická / estetická) a udržiavateľnosť, akumulácia hmoty budovy, hygroskopická hmota, kvalita vnútorného ovzdušia / emisie, nakladanie s odpadmi a potenciál recyklácie).

Technické zariadenia budov:

Vykurovanie, chladenie, vetranie a stratégie návrhu osvetlenia, riadiace systémy a monitoring).

3.8. Environmentálne hodnotiace schémy

Zložitosť sledovaných cieľov v environmentálnych hodnotiacich schémach ako sú **BREEAM** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design), alebo **DGNB** (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) kladie vysoké nároky na komplexnú úspornosť budov a urbánnych celkov, ako aj prístup v procese návrhu. Napr. v procese BREEAM, rovnako ako aj v ID, je dôležitá včasná dohoda projektového tímu na spoločných cieľoch.

Koncept trvalej udržateľnosti podľa **DGNB** (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen / Nemecká rada pre trvalo udržateľné budovy) zahŕňa nasledujúce kľúčové aspekty trvalo udržateľnej výstavby: environmentálne, ekonomické, socio-kultúrne a funkčné aspekty, technológie, procesy a lokalitu. Posúdenia sú založené na životom cykle budovy.

Významnú rolu zohráva poradca hodnotiacej schémy pri sledovaní návrhového procesu, tak, aby zabezpečil, že stanovené špecifické ciele budú dosiahnuté. Niektoré body z celkového skóre v hodnotiacej schéme je možné získať v ranej fáze návrhového procesu, takže treba venovať pozornosť správne načasovaniu. V záujme dosiahnutia požadovaného výsledku/cieľu klasifikácie, je dôležité, aby sa podnikli príslušné kroky v optimálnom čase pre maximálny benefit.

Na návrh budovy má okrem množstva dodávanej energie a energetickej efektívnosti, rozhodujúci vplyv aj veľký rozsah ďalších kritérií. V BREEAM NOR, je 9 kapitol, ktoré sa týkajú rôznych environmentálnych kritérií. Téma energetiky predstavuje jednu kapitolu a pokrýva 19% z celkového skóre. Ďalšie kapitoly sa týkajú manažmentu, zdravia a komfortu, dopravy, vody, materiálov, odpadov, využitia pôdy a ekológie, znečistenia, a nakoniec sú tam body za inovácie. Návrhový tím sa bude musieť rozhodnúť, ktorým z týchto tém sa bude venovať do hĺbky, aby sa dosiahlo požadovaného ratingu. Úloha BREEAM AP (Accredited Professional) je poskytovať návrhárskemu tímu poradenstvo v oblasti hodnotenia životného prostredia, ako aj všeobecné rady ohľadom trvalej udržateľnosti a environmentálneho dizajnu. AP ulahčí tímu plánovať aktivity, stanoviť priority a dosiahnuť cieľový rating. BREEAM je proces hodnotenia, pri ktorom projektanti predkladajú dôkazy akreditovaným osobám, ktoré nemajú za

návrh zodpovednosť. AP môže zaplniť medzeru medzi projektantom a hodnotiteľom, a môže pomôcť návrhovému tímu splniť očakávania klientov.

Na dokumentáciu a hodnotenie energetických a ekologických kvalít novopostavených verejných budov (školy, materské školy, administratívne budovy, športové haly) je možné použiť aj katalóg kritérií **CEBA – Common European Building Assessment**, ktorý skúma a hodnotí budovu v dvoch fázach:

- Pri dokončení projektu
- Po dokončení stavby

Viac informácií nájdete <http://cec5.encc-ite.com/sk/o-projekte/strana/1>

3.9. Finalizácia koncepcie návrhu

Vyhodnotenie konceptu

V každom prípade zabezpečte otvorenú diskusiu v rámci návrhárskeho tímu. Diskutujte, ako sa môžu rôzne časti zlepšiť s ohľadom na energetickú náročnosť a ďalšie environmentálne ciele. Vývoj alternatívnych stavebných konceptov je obvyčajne časťou procesu návrhu, a táto fáza by mala byť otvorená, až dokiaľ nie sú zvážené všetky relevantné možnosti.

V poslednej časti procesu finalizácie návrhu, by mal byť klient zapojený do rozhodovania, ktorý návrh bude návrhársky tím ďalej rozvíjať.



Obr. 9 Komunálne centrum Ludesch, Vorarlberg, Rakúsko, vhodný príklad budovy v pasívnom štandarde.

Foto: Vladimír Šimkovic

4. Monitorovanie projektu

4.1. Použite ciele ako prostriedky merania úspešnosti projektového návrhu

Počas celého návrhového procesu je potrebné sledovať ciele ako aj jednotlivé fázy stavby, aby sa zabezpečilo, že sa požadované parametre zapracovali. Je veľmi dôležité, aby súčasťou zmluvného vzťahu bolo aj kritérium na požadovanú energetickú hospodárnosť, ako aj ďalšie sledované ciele. Keď je použitý systém hodnotenia schémou ako je napr. BREEAM, zvolené ciele zabezpečí štandardizovaný proces dokumentácie.

4.2. Plán kontroly kvality

Celkové požadované environmentálne ciele pre budovu spracujte do programu zabezpečenia kvality. V rámci projektu by mal mať rovnaké postavenie ako rozpočet a časový harmonogram projektu.

Na program zabezpečenia kvality nadväzuje plán kontroly kvality. Tento plán je nástrojom pre projektový tím a dokument, ktorý umožňuje, aby majiteľ budovy kontroloval a sledoval stanovené ciele. V pláne kontroly kvality sú definované ciele a súvisiace čiastkové ciele.

Plán kontroly kvality definuje mílniky a fázy stavby, a určuje, kto je zodpovedný za ktorú úlohu. Zavedenie environmentálneho systému hodnotenia, napr. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) alebo DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) môže byť uvedené ako plán kontroly kvality a byť užitočným nástrojom pri hodnotení a vypracovaní dokumentácie.

4.3. Mílniky – kontrola cieľov

Ciele musia byť sledované v procese riešenia problému. Prechody medzi fázami návrhu možno považovať za mílniky, kde sa hodnotí aktuálny stav návrhu, vykonajú sa zásadné rozhodnutia, a vypracuje sa dokumentácia. Tá môže obsahovať aktualizovaný plán pre zabezpečenie kvality a kontrolné plány, prevádzkové náklady a špecifikáciu energetickej efektívnosti.

4.4. Odporúčania:

Ako ukazujú skúsenosti z projektov, na ktorých sa uskutočnili merania, skutočné hodnoty energetickej spotreby budovy sa zhodujú s výpočtovým predpokladom, ak sa použije overený výpočtový nástroj a ak sa splnia nasledujúce požiadavky:

- okrajové podmienky a používateľské požiadavky sú v podkladoch na výpočet presne popísané,
- energetická optimalizácia sa vykonáva priebežne vo všetkých fázach projektu,
- energetické výpočty majú kvalitu zabezpečenú neutrálne (certifikácia)

Výsledky obytných budov počítané výpočtovým programom PHPP boli potvrdené v mnohých porovnaníach meraní a výpočtov, rovnako ako boli potvrdené s výsledkami dynamickej simulácie stavby.

5. Odovzdanie projektovej dokumentácie

5.1. Tendrová a zmluvná dokumentácia

Uistite sa, že hlavný dodávateľ porozumel a prijíma zodpovednosť za dosiahnutie cieľov projektu. Je dôležité, aby sa požiadavky na kvalitu stanovenú počas fázy návrhu preniesli do fázy výstavby.

Tendrová a zmluvná dokumentácia by mali požadovať od dodávateľov a subdodávateľov, aby overili a zdokumentovali vysoko nastavené ciele počas výstavby. Každú zmenu a alternatívne riešenie je potrebné overiť na koncepcnej úrovni. Je potrebné vyhnúť sa nevhodným detailom alebo komponentom.

5.2. Testy kvality

Mala by sa zabezpečiť motivácia a vzdelávanie pracovníkov v dôležitých konštrukčných prácach a manipulácia s materiálmi (napr. tepelné mosty, vzduchotesnosť, materiály s nízkou hodnotou zabudovaného CO₂ a nízko emisné, triedenie odpadu).

Odporúčajú sa náhodné kontroly a postupné čiastočné uvedenie do prevádzky v priebehu výstavby so zodpovedajúcimi testami kvality v kľúčových okamihoch progresu a v prípade neočakávaných udalostí (napr. BlowerDoor test - kontrola vzduchotesnosti a následne opravy slabých miest, infiltráciou, nekvalitné miesta, atď.).

5.3. Odovzdanie stavby do užívania

Urobte si užívateľskú príručku na prevádzku a údržbu budovy

Po dokončení stavby by mali byť aktualizované projektované údaje, aby bolo možné poskytnúť konkrétne informácie pre ďalší manažment budovy. Projekt skutočného vyhotovenia a

užívateľská príručka na prevádzku budovy by mali byť odovzdané klientovi pri odovzdaní diela do užívania.

Mali by ste klientovi odporučiť program monitorovania, a to najmä v prípade, že sú v budove aplikované experimentálne systémy. Prevádzkoví pracovníci, a aj užívatelia by mali byť poučení a oboznámení s prevádzkou systémov.

6. Prevádzka budovy

Uľahčite uvedenie budovy do prevádzky a skontrolujte, že technické systémy fungujú správne.

Monitorujte budovu počas prevádzky, hlavne napr. spotrebu energie, spokojnosť užívateľov, atď.

Užívatelia majú významný vplyv na energetickú potrebu budovy. Cieľom je dať hlavnej skupine používateľov k dispozícii informácie, ktoré vysvetľujú, ako sa môže budova energeticky efektívne prevádzkovať bez straty pohodlia. Používateľské informácie majú byť dostupné v používateľskej príručke. V nej majú byť uvedené najdôležitejšie aspekty tém, ako:

- Teplota vnútorného vzduchu (regulácia kúrenie / chladenie)
- Mechanické vetranie a vetranie prirodzené oknami
- Tienenie
- Všeobecné osvetlenie a osvetlenie pracoviska
- Efektívna prevádzka iných spotrebičov energie (PC, tlačiarne atď.)

7. Literatúra

- (1) ŠIMKOVICOVÁ, Ľ., LEŠINSKÝ, M., JAMBOR.E., SIGRID, A.: ID process guideline- 2013
- (2) ENERGIEINSTITUT VORLARLBERG: CEBA Common European Building Assessment, Katalóg kritérií pre verejné budovyNovostavby, verzia 1.1, jún 2012

Text vznikol v rámci realizácie projektu MaTrID, ktorý sa uskutočňuje s podporou programu Inteligentná energia – Európa



**I N T E L L I G E N T
E N E R G Y**

E U R O P E

FOR A SUSTAINABLE FUTURE



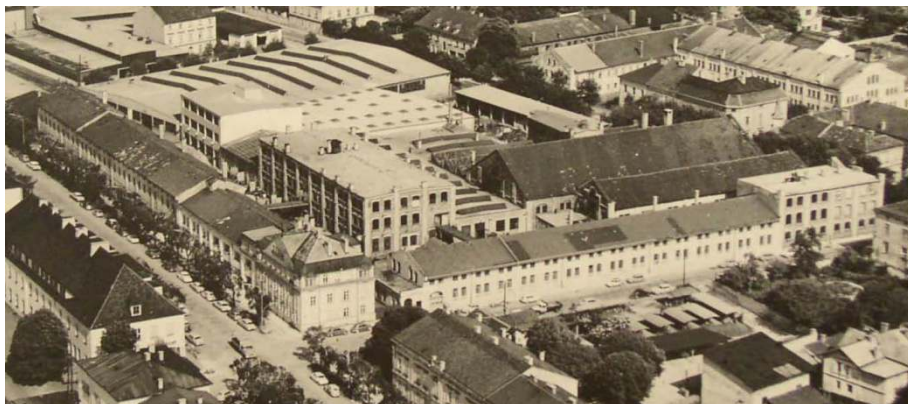
Energeticky aktivní věž Fronius = finální krok k energetické autonomii firemního areálu

*Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.; Arch. Dipl.-Ing. Heinz Plöderl, PAUAT Architekten
Pasovská 12, 370 05 České Budějovice, Tel: 728 772 979, e-mail: katerina.mertenova@email.cz
Bernardingasse 14, A-4600 Wels Tel: +43 7242 79 660, e-mail: office@pau.at, www.pau.at*

1. Úvod

Původní průmyslovou čtvrt' z 19. století firma Fronius, mimo jiné výrobce elektroniky pro solární systémy, v uplynulých 6 letech nechala přestavět na své obchodní sídlo. Cílem celkové revitalizace areálu byla jeho energetická nezávislost na vnějších zdrojích energie a využití obnovitelných zdrojů nacházejících se přímo v dané lokalitě za účelem vytvoření příjemného prostředí pro zaměstnance z hlediska vnitřního klimatu budov. A to vše při použití moderní architektury a technologií, ale zároveň při zachování a respektování historické podstaty původních budov.

Areál se nachází v blízkosti vlakového nádraží a centra města Wels, a ačkoli mají jednotlivé budovy odlišnou funkci a vzhled, korespondují svým měřítkem a objemem se stavbami městské struktury. Staré a nové stavební konstrukce se vzájemně doplňují, nové budovy reagují na urbanistický kontext a na nejvíce exponovaném nároží v Bahnhofstraße se pohledově uplatňuje energeticky aktivní věž.



Obr. 1 Původní průmyslový areál z 19. století

2. Popis projektu

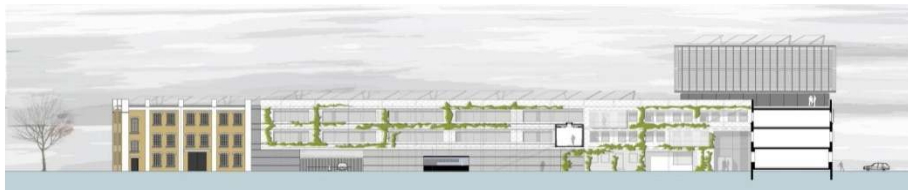
Adresa:	Froniusplatz 1, Wels
Architekt:	PAUAT Architekten, Wels - Arch. Dipl.-Ing. Heinz Plöderl
Stavebník:	fa. Fronius International
Realizace:	2007-2013

Původní průmyslový areál byl během 20. století několikrát přestavován a dostavován. Do roku 2006, kdy se připravoval projekt komplexní přestavby, se dochovalo několik historických budov z roku 1870 - některé dokonce s fasádou z režného zdiva. Pro renovaci těchto staveb se z důvodu zachování hodnotné fasády použila vnitřní tepelná izolace z foukané celulózy ve spojení s adaptibilní parozábranou, kvalitní okna s trojskly a nová konstrukce střechy a podlahy s dostatečnou vrstvou tepelné izolace. Okna byla osazena do roviny tepelné izolace, tj. k vnitřnímu líci zdiva. Pro optické zmenšení hloubky vnějšího ostění bylo před nová okna vsazeno zasklení, místy v původním členění oken. Budovy s běžnou omítanou fasádou byly přestavěny na pasivní standard použitím vnějšího zateplení pěnovým polystyrenem.



Obz. 2 Nejstarší budovy z režného zdiva - propojení skleněnými můstkami

Ke zvýšení kvality interiéru byly prostory uvnitř dispozice prosvětleny denním světlem pomocí skleněných přiček a světelných šachet napojených na střešní světlíky. Tyto světlíky se také využívají k nočnímu chlazení přirozeným větráním. Samozřejmostí u obou typů renovovaných staveb byla instalace řízeného větrání s rekuperací tepla z odpadního vzduchu.



Obr. 3 Západní fasáda původní budovy a nového vstupního objektu, energeticky aktivní věž na nároží

Soubor budov doplnily nové energeticky pasivní objekty s ocelo-železobetonovou skeletovou konstrukcí s výztužným betonovým jádrem. Pro opláštění byly použity prefabrikované fasádní elementy s tepelnou izolací z PU pěny a velkorysým prosklením. Stínění zajišťuje na uliční fasádě struktura skleněných horizontálních lamel ze selektivního skla, na fasádě do dvora pak drátěná síť s popínavými rostlinami. Součástí konceptu byl promyšlený management přirozeného a umělého osvětlení s důrazem na dokonalé prosvětlení a komfort interiéru.

2.1. Energeticky aktivní věž

Na nároží areálu směrem do nádražní ulice, tedy v pohledově exponované poloze, byla vystavěna energeticky aktivní věž, která se stala vizitkou firmy Fronius. Nosný systém věže je tvořen dvoupodlažní superkonstrukcí z oceli, spočívající na železobetonovém jádře, navazujícím na spodní podlaží.

Fasáda je dvojitá, vnitřní plášť je opatřen kombinací tepelných izolací (EPS grafit, vakuová izolace, minerální vlna, PIR pěna, fenolová pěna) tak, aby byly co nejlépe využity jejich pozitivní vlastnosti a potlačeny nedostatky. Okenní výplně jsou osazeny do vrstvy tepelné izolace, podíl prosklení obvodových stěn je cca 50 %.



Obr. 4 Nová vstupní budova

Obr. 5 Energeticky aktivní věž na nároží

Vnější fasádu tvoří plně prosklený plášť s integrovanými fotovoltaickými články, který funguje jako transparentní slunolam zabraňující přehřívání a oslnění v letním období, v zimě naopak umožňuje prostup slunečních paprsků do interiéru a zajišťuje pasivní solární tepelné zisky. Po celý rok pak chrání fasádu před povětrnostními vlivy, pochozí rošt mezi oběma plášti usnadňuje jeho údržbu.



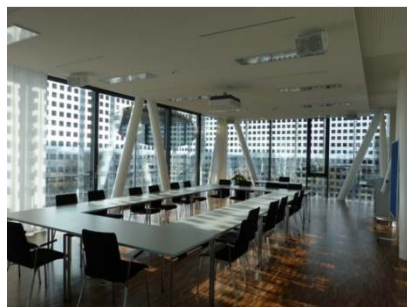
Obr. 6 Prostor mezi plášti fasády



Obr. 7 Transparentní slunolam - fotovoltaické články na fasádě



Obr. 8 Pohled na věž ze dvora



Obr. 9 Interiér věže

Fotovoltaické články o instalovaném výkonu 40 kWp zajišťují výrobu elektrické energie potřebné pro provoz areálu. Prosklení v kombinaci s uspořádáním fotovoltaických článků oživuje jednoduché tvary novostaveb jak ve dne, tak v noci. Zatímco během dne plášť kancelářské budovy mírně reflektuje světelné paprsky, ve tmě se díky umělému světlu v interiéru stává tato stavební konstrukce transparentní i při pohledu zvenku.

K celkovému zlepšení mikroklimatu v interiéru přispívá i tzv. vertikální zahrada, navržená francouzským botanikem a zahradním architektem Patrickem Blancem, která koresponduje s obdobnou zelenou stěnou ve dvoře.



Obr. 10 Vertikální zahrada v přízemí



Obr. 11 Interiér administrativní části věže

2.2. Základní údaje

Podlaha: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, šterk z pěnového skla pod základovou ŽB deskou

Stěny: $U = 0,13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, kombinace tepelných izolací

Střecha: $U = 0,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

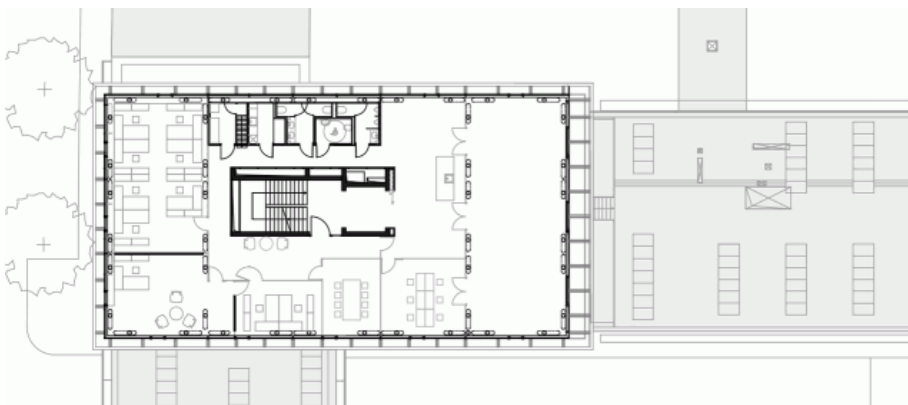
Okna: $U_w = 0,85 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, izolační trojsklo

Energeticky vztažná plocha: 2.750 m^2

Potřeba tepla na vytápění: $14,9 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ (dle PHPP)

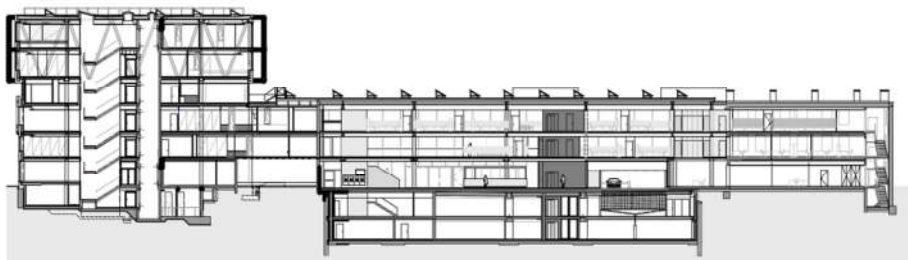
2.3. Energetická koncepce

Díky přestavbě budov na pasivní (resp. nízkoenergetický) standard, která zahrnovala kromě optimalizace tepelné obálky i instalaci účinného stínění, došlo k radikálnímu snížení potřeby energie na vytápění a chlazení. Areál, přestože se nachází v husté městské zástavbě, využívá obnovitelných zdrojů energie dostupných přímo v lokalitě. Potřebná energie je zajištěna prostřednictvím vnitřních zisků od uživatelů, odpadního tepla ze spotřebičů (zejména počítačů), umělého osvětlení a díky využití sluneční a geotermální energie.



Obr. 12 Půdorys nejvyššího podlaží věže

Na pozemku je vyvrtáno 70 sto metrů hlubokých sond, které díky tepelnému čerpadlu slouží k vytápění a chlazení. V případě chlazení jsou tyto vrty využity i zpětně - k ukládání odímaného tepla. Vytápění a chlazení probíhá jednak prostřednictvím vzduchotechnické jednotky s rekuperací tepla odpadního vzduchu, jednak díky aktivaci zavěšeného podhledu nebo podlahovému vytápění.



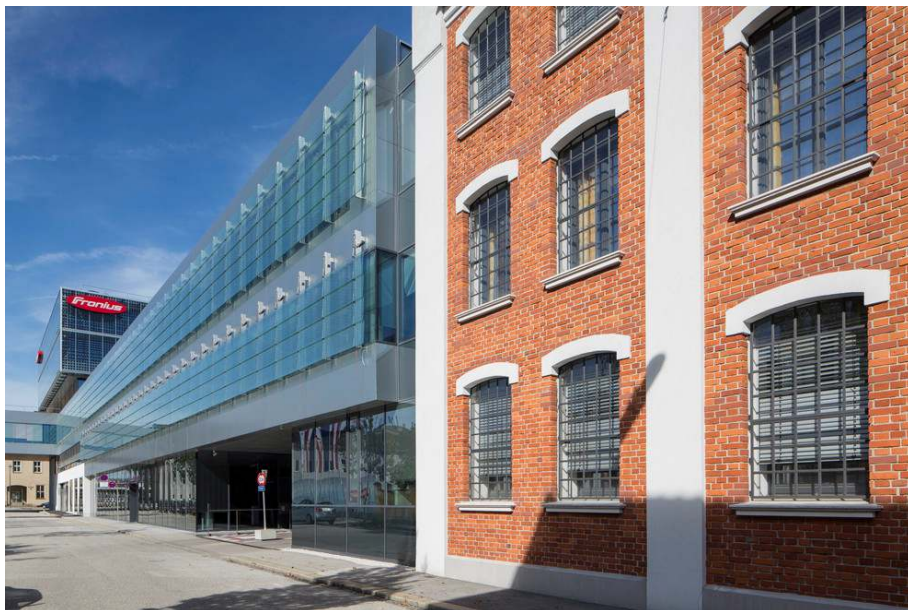
Obr. 13 Podélný řez administrativními budovami

Fotovoltaické panely jsou umístěny na střeších všech administrativních budov, skleněné fasády energeticky aktivní věže a zároveň na renovované zídce oplocení. Dokončením věže v roce 2012 se stal celý areál nezávislý na vnějších dodávkách energie a výroba elektřiny převyšuje její spotřebu. Do návrhu byly zahrnuty i další inovativní technologie, jako např. vodíkové články, které budou sloužit pro ukládání přebytků elektrické energie z fotovoltaických panelů pro pozdější využití.

3. Závěr

Revitalizace souboru průmyslových budov v areálu Fronius je pilotním projektem a zároveň příkladem, jakým způsobem je možno přistoupit k přestavbě tepelně technicky nevyhovujících staveb v městské zástavbě na energeticky autonomní, bez produkce emisí z provozu stavby, a jak zajistit jejich energetickou soběstačnost. Potřeba tepla na vytápění se snížila o 90 % (z 225 kWh/m².a na 24 kWh/m².a dle PHPP), emise CO₂ o 95 % a potřeba primární energie klesla na max. 100 kWh/m².a oproti původnímu stavu. Celkově se tedy jedná o renovaci s faktorem 10.

Uvedený příklad zároveň ukazuje úspěšnou cestu k dosažení energetické soběstačnosti – kombinaci pasivního standardu s využitím lokálně dostupných obnovitelných zdrojů energie, a také harmonické spojení historických budov s moderní architekturou, kde se solární panely uplatňují i jako stínící a estetický prvek.



Obr. 14 Uliční pohled na historickou budovu, novostavbu vstupní části a energeticky aktivní věž

4. Prameny

- (1) PAUAT Architekten
- (2) www.igpassivhaus.at

- (3) www.archdaily.com
- (4) Foto: Kateřina Mertenová (Obr. 6, 7, 8, 9, 10, 11)
PAUAT Architekten (Obr. 1, 2, 4, 5, 14)
- (5) Výkresy: PAUAT Architekten (Obr. 3, 12, 13)

5. Active Energy Tower Fronius = final step to energy autonomy of a company site

Authors of the paper: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., Arch. Dipl.-Ing. Heinz Plöderl

The original industry quarter from the 19th century has been, according to the project of PAUAT Architekten studio, rebuilt to a business site of the international company Fronius, among others a producer of solar electronics. Located near the city centre of Wels (Upper Austria), although different in function and appearance, the site relate to the urban context in scale and volume. Old and new building structures complement each other.

Original factory buildings were rebuilt to the low-energy standard when saving the fair-face brickwork. There were used internal thermal insulation, passive-house windows and new roof and floor structure. Buildings with smooth front were converted to the energy-passive standard using external thermal insulation. The business area was completed by an energy-passive entrance building made of steel and concrete skeletal structure. Of course, controlled ventilation system with heat recovery was installed in all the buildings.

At the most exposed corner an energy active tower was erected, which has become the business card of the Fronius company. Load-bearing system consists of two-storey superstructure of steel, resting on reinforced concrete core. The double facade with integrated semi-transparent photovoltaic cells on the outer shell prevent overheating and glare in summer, in winter it allows the penetration of sunlight to the interior and provides passive solar heat gains.

Thanks to the optimization of the thermal envelope by renovation to the energy-passive (resp. low-energy) standard and efficient shading the needed warming and cooling energy is provided by means of renewable energy sources which are available directly on site: internal heat gains from users, computers, lights and solar and geothermal power. Heating demand was reduced by 90 %, CO₂ emissions by 95 %.

Photovoltaic cells are installed on roofs of office buildings, glass facade of active energy tower and also on the fencing. Thanks to the completion of the tower in 2012, the whole site is now independent on external energy sources and produces more electrical energy than

consumes. Electrical energy will be stored in the Fronius Energy Tank - hydrogen fuel cells for later use.

The first autonomous revitalization of an industrial area into energy autonomous and without producing emissions was implemented as a pilot project which offers a real example for the huge amount of housings from the 20th century to realize best practice objects in a sustainable way. It shows a successful path to achieve energy self-sufficiency as a combination of energy-passive standard (energy efficient factor 10+) and using locally available renewable energy sources, and the harmonious combination of historical substance with modern architecture.

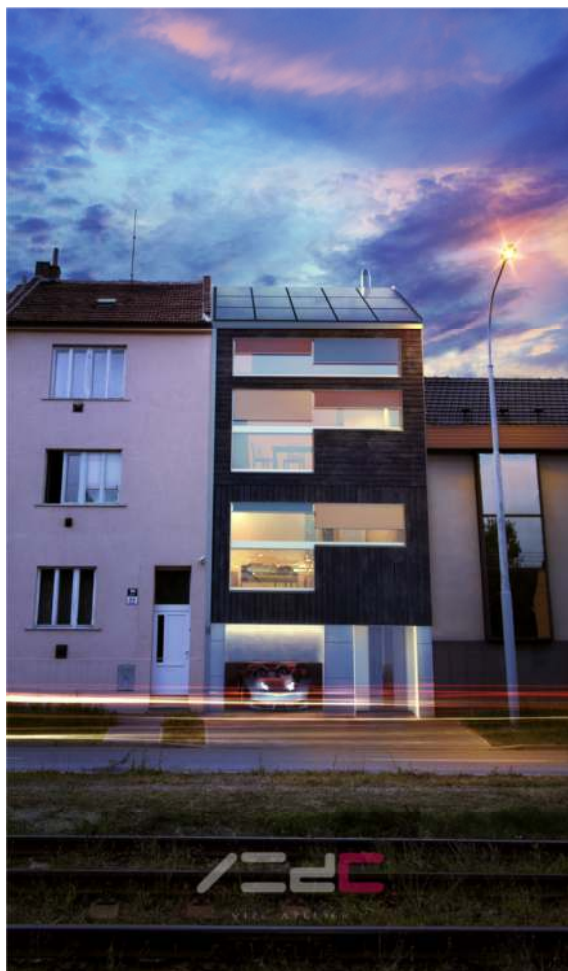
Plusový rodinný dům v Brně Komíně! Energy positive house chimney

Ing. Rostislav Kubíček (CPHD), VIZE ATELIÉR, s.r.o.

Brno, Běhounská 22, 602 00

+420 777 887 839, kubicek@vizeatelier.eu

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



Obr. 1 Jižní fasáda domu

Kvalita obálky splňuje kritéria pasivního domu, potřeba energie na vytápění splňuje kritéria pasivního domu, i přesto by ale dům nemusel být Pasivní, natož Nulový nebo Plusový.

Proč? To až později, začněme pozvolněji 😊

1. Úvod

Dovedete si představit rodinný dům postavený do proluky pouhých 5,5 m se dvěma samostatnými byty pro 2 a 4 osoby? S tímto nesnadným úkolem se museli vypořádat projektanti ze společnosti Vize Ateliér, s.r.o. a zvládli to na výbornou! U rodinného domu se podařilo dosáhnout standardu energeticky plusového domu. Je to tedy první dům splňující tento standard dle nejnovější ČSN 73 0540!

1.1. Rozsah

Navržený objekt je novostavba řadového rodinného domu s jedním podzemním, dvěma nadzemními podlažními a podkrovím. Z východní a západní strany je stavba přistavena k sousedním objektům proto hlavní vstup a prosklená fasáda jsou orientované z jižní strany. Schodiště zpřístupňující jednotlivé obytné jednotky se vstupy jsou orientovány na sever. V rodinném domě jsou navrženy dva samostatné byty o ploše 53 m² a 94 m² s vestavěnou garáží pro jedno auto.

1.2. Financování

Velmi zajímavá je zvolená koncepce financování domu. Dům bude realizován pro mladou rodinu, která bude využívat jeden byt. Druhý byt je možné pronajímat a tím snížit náklady na měsíční splátky hypotéky o polovinu. Měsíční splátka hypotéky se pak bude rovnat nájmu v cizím bytě. Rodina bude tedy žít ve vlastním domě a měsíční náklady bude mít stejné jako jinde pouze v pronájmu.

V dalším kroku, po splacení hypotéky, veškeré náklady na provozní energie objektu pokryje už první měsíční nájem pronajímaného bytu. Z toho vyplývá, že mladá rodina bude bydlet „zadarmo“ a navíc si na sebe dům, bude po většinu roku vydělávat!

2. Stavebně technické řešení

2.1. Konstrukce

Stěny nevytápěného suterénu jsou navrženy jako masivní zděné a na ně bude vytvořena stropní železobetonová deska. Nad touto deskou vzniknou vlastní obytné prostory.

Vzhledem k omezeným prostorovým možnostem stavby rodinného domu v proluce byl pro obvodové nosné stěny vytápěné části zvolen konstrukční systém dřevěných panelů CLT doplněný o tepelnou izolaci. Použitím dřevěných panelů tl. 84 mm bylo možné ušetřit 7,3 m² využitelné podlahové plochy. Tato úspora je počítána oproti zdivu z vápenopískových cihel tl. 175 mm, které je již samo o sobě úsporným zdícím systémem. Na jižní a severní straně zpeští fasádu obklad z opalovaného dřeva. Stropní konstrukce v nadzemních podlažích a střešní konstrukce jsou tvořeny I-nosníky. Mezi střešní nosníky bude provedena foukaná izolace z celulózy.

Okna a venkovní dveře jsou navržena od výrobce OPTIWIN. Ty mají moderní konstrukci, která počítá se zabudováním rámu do tepelné izolace a díky proporcím rámu má okno větší plochu zasklení. Zasklení bude provedeno speciálním solárním trojsklem. Jejich stínění zajistí látkové screeny (venkovní látkové rolety) v různých barevných provedeníích.

2.2. Technické zařízení

Šikmá část střechy orientovaná k jihu počítá s osazením fotovoltaických panelů a jejich napojením do akumulační nádrže na ohřev teplé vody.

V domě je samozřejmostí větrací jednotka s rekuperací vzduchu pro každý byt samostatně. Vzduch bude nasáván ze severní strany ze zahrady, bude proto 24 hodin denně čerstvý a svěží. Rekuperace pak jako bonus uspoří i finance a to dohromady 9 tis. korun ročně.

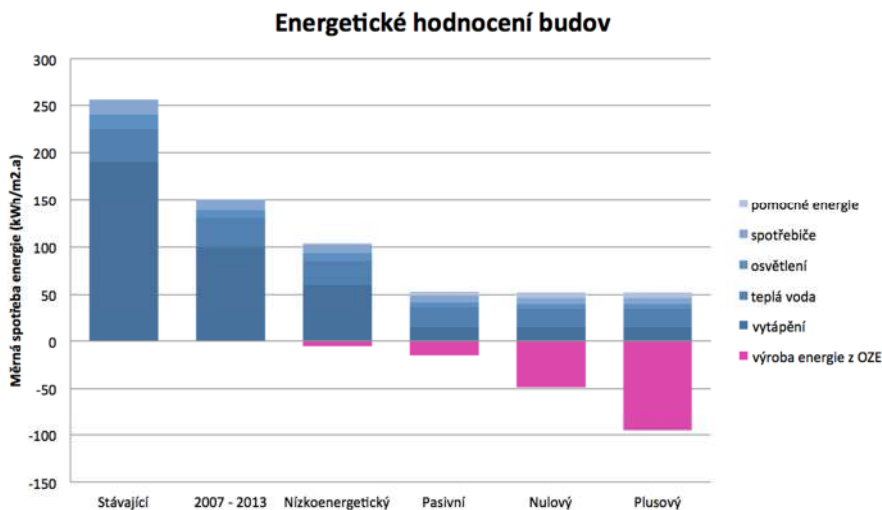
Vytápění budou zajišťovat nízkoteplotní podlahové rozvody, u kterých povrchová teplota nepřekročí rozdíl 3°K oproti teplotě vzduchu. To proto, aby dlouhodobá teplota od nohou neměla špatný vliv na zdraví majitelů. Zdrojem en. pro vytápění je peletkový kotel umístěný v suterénu.

3. Energetické řešení

3.1. Obecně

Dům splňuje standard plusového domu. Novinkou je definice standardu energeticky nulového domu pomocí roční bilance energetických potřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí. Ty jsou vyjádřené v hodnotách primární energie, která má být rovna nule. Ta je poprvé uvedena v normě ČSN 73 0540 (s platností od 5/2012). Plusový dům pak musí mít tuto hodnotu menší než nula. Velmi zjednodušeně se tedy dá říct, že „plusové domy, jsou domy, které dokáží vyrobit více energie, než spotřebují“. Primární energie je energie, která v sobě má započítanou účinnost výroby (dle zařízení, které ji vyrábí) a ztráty při přenosu této energie.

K plusovému domu vede cesta vždy přes dům pasivní. Nejdříve je nutné minimalizovat potřebu tepla na vytápění (na hodnoty pasivního domu, tj. max. 15 kWh/m²a) a poté pomocí technologií získat další energie (obnovitelné) ze slunce, země nebo větru.



Obr. 2 Energetické hodnocení budov

Podle ČSN 73 0540 je možné hodnotit budovu podle dvou úrovní A a B. Úroveň B se liší od A tím, že se do ní nezapočítávají energie pro el. spotřebiče. Dále norma rozděluje domy na “Nulové” a “Blízké nulovému”.

Závaznost kritéria →		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² a)]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů PE_A ¹⁾ [kWh/(m ² a)]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25	Rodinné domy ≤ 20	0	0
	Blízký nulovému	Bytové domy ≤ 0,35	Bytové domy ≤ 15	80	30
Neobytné budovy ²⁾	Nulový	≤ 0,35 ¹⁾	≤ 30	0	0
	Blízký nulovému			120	90

¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě doporučené $U_{em,rec}$ podle článku 5.3.2 [2].

²⁾ Neobytné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně. Pro jiné budovy není stanoveno.

Obr. 3 Tabulka z ČSN 73 0540 – Požadavky na energeticky nulové budovy

3.2. Splnění požadavků normy

Průměrný součinitel prostupu tepla domu $U_{em} = 0,198 \text{ W/(m}^2\text{K)} < 0,25$...splňuje

Měrná potřeba tepla na vytápění domu $E_A = 9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)} < 20$...splňuje

Úroveň A				
	Potřeba [kwh/a]	Faktor en. přeměny [kwh/kwh]	Primární energie [kwh/a]	Měrná primární energie [kwh/m ² a]
Vytápění	1324	0,15	198,6	1,3
Chlazení a úprava vlhkosti vzduchu	0	0	0,0	0,0
Příprava teplé vody	4907	0,15	736,1	4,9
Popočná el. en. na provoz en. systémů budovy	964	3	2892,0	19,2
Umělé osvětlení	191	3	573,0	3,8
El. Spotřebiče	2068	3	6204,0	41,1
				70,3
Fotovoltaika (TUV)	3699	-2,95	-10912,05	-72,4
				-2,0

Úroveň B				
	Potřeba [kwh/a]	Faktor en. přeměny [kwh/kwh]	Primární energie [kwh/a]	Měrná primární energie [kwh/m ² a]
Vytápění	1324	0,15	198,6	1,3
Chlazení a úprava vlhkosti vzduchu	0	0	0,0	0,0
Příprava teplé vody	4907	0,15	736,1	4,9
Popočná el. en. na provoz en. systémů budovy	964	3	2892,0	19,2
Umělé osvětlení	191	3	573,0	3,8
El. Spotřebiče				nezapočítávájí se
				29,2
Fotovoltaika (TUV)	3699	-2,95	-10912,05	-72,4
				-43,2

Obr. 4 Přehled energetických potřeb domu

Dům splňuje požadavky při úroveň hodnocení A:

$PE_A =$  70,3 < 80 >> Blízky nulovému ...při zanedbání fotovoltaických panelů

$PE_A =$  -2,0 < 0 >> Nulový/Plusový

Dům splňuje požadavky při úroveň hodnocení B:

$PE_A =$  29,2 < 30 >> Blízky nulovému ...při zanedbání fotovoltaických panelů

$PE_A =$  -43,2 < 0 >> Nulový/Plusový

4. Závěr / shrnutí

Kvalita obálky splňuje kritéria pasivního domu, potřeba energie na vytápění splňuje kritéria pasivního domu, i přesto by ale dům nemusel být Pasivní, natož Nulový nebo Plusový.

To protože do hodnocení je nutné zahrnout i potřebu primární energie. Zásadní vliv na její potřebu mají energetické zdroje. Tento dům má jako hlavní zdroj peletový kotel a fotovoltaické panely. Díky peletovému kotli, který může celoročně ohřívat teplou vodu a sezónně topit, splňuje dům standard „Blízky nulovému“. Při současné instalaci fotovoltaických panelů splňuje dům standard Plusového domu.

5. Zdroje

- (1) Výpočetní nástroj PHPP 2007 1.1
- (2) ČSN 73 0540-2

Pasivní domy v Arktidě – Česká polární stanice na Špicberkách

Ing. Petr Filip, Chytrý dům s.r.o.

Pod Strašnickou vinicí 32, 100 00 Praha 10

Tel: +420 776 485 552, e-mail: filip@chytry-dum.eu

Zúčastnění:

Zadavatel: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Architektonický návrh: Mimosa architekti s.r.o.

Energetický koncept, koncept technického řešení: Chytrý dům s.r.o.

1. Úvod

Cílem projektu bylo navrhnout budovu pro ubytování 20ti osob s laboratořemi pro výzkumnou činnost a společenskou místností s kuchyňkou. Místo stavby se nachází ve vesnici Ny-Alesund na Špicberkách daleko za polárním kruhem. Při návrhu byl kladen důraz na energeticky úsporné řešení domu.

Ačkoliv jsou klimatické podmínky v místě stavby velmi chladné a nehostinné stanovili jsme si vysoký cíl – a sice dosažení pasivního standardu dle definice Passivhaus Institutu v Darmstadtu (PHI). Dle PHI jsou podmínky pro dosažení pasivního domu stejné pro všechny oblasti na zeměkouli (od rovníku po póly) – tzn. museli jsme dosáhnout stejné měrné potřeby energie na vytápění jako pro domy ve střední Evropě.

2. Architektonické řešení

Základní forma domu je redukována na jednoduchý objem se sedlovou střechou. Objekt je navržen tak, aby svým řešením plně zapadal do existující zástavby vesnice. Budova je dvoupodlažní. V přízemí se nachází základní společenské prostory pro výzkum a pobyt, ve druhém podlaží jsou umístěny ubytovací kapacity.



Obr. 1: Architektonický návrh budovy

3. Optimalizace energetického návrhu

3.1. Klimatické podmínky lokality

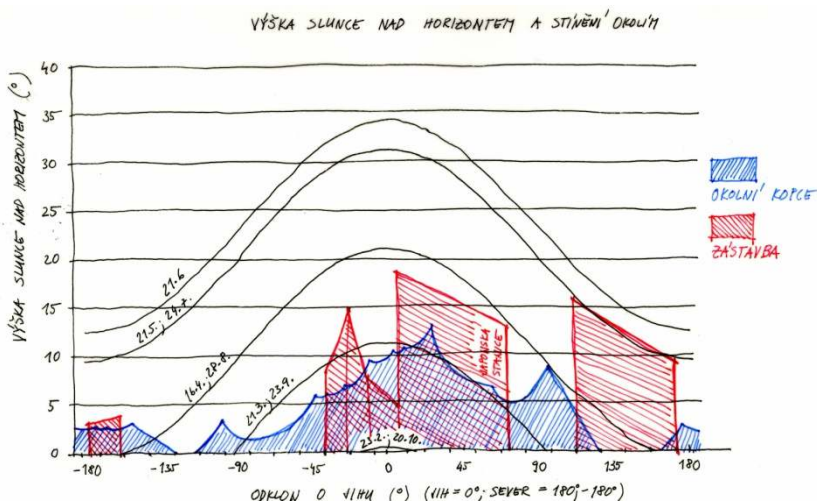
Energetickým výpočtům předcházela podrobná analýza klimatických podmínek v místě stavby. Klima v Ny-Alesund je dvakrát studenější v porovnání s klimatem střední Evropy. V průběhu zimy od 25. 10. do 17. 2. navíc nastává polární noc, tzn. že vnitřní zisky od solárního záření, které u pasivních domů ve střední Evropě pokrývají významnou část potřeby energie na vytápění zde nejsou k dispozici. Předmětný pozemek je také velmi významně stíněn od jihu okolními kopci a okolní zástavbou. V létě pak nastává polární den od 18. 4. do 23. 8., kdy je slunce nad obzorem po 24 h denně.

Místo	Poloha (°)	Dt (kKh/a)	Průměrná roční teplota (°C)
Ny-Alesund, NO	78,9°N, 11,9°E	146	-4,4
Tromso, NO	69,4°N, 18,6°E	99	5,5
Kodaň, DK	54,4°N, 12,3°E	83	7,7
Praha, CZE	50,1°N, 14,4°E	74	10,3
Mnichov, GER	48,2°N, 11,5°E	72	10,6
Ženeva, CH	46,3°N, 6,1°E	62	12,5

Tabulka č. 1 - Klimatické charakteristiky v Ny-Alesund a dalších lokalitách

Místo	Severní šířka (°)	Průměrná roční teplota (°C)	Globální záření na vodorovnou rovinu (kWh/(m ² .a))	Solární záření na svislé povrchy (kWh/(m ² .a))			
				sever	východ	jih	Západ
Ny-Alesund, NO	78,9°	-4,4	637	484	627	738	630
Tromso, NO	69,4°	5,5	646	334	531	705	552
Kodaň, DK	54,4°	7,7	987	284	647	940	651
Praha, CZE	50,1°	10,3	1004	354	631	828	641
Mnichov, GER	48,2°	10,6	1123	434	693	872	703
Ženeva, CH	46,3°	12,5	1205	299	655	973	690

Tabulka č. 2 - Roční průměrná teplota a množství solárního záření v Ny-Alesundu a dalších lokalitách



Obrázek č. 2 – pohyb slunce na obloze a stínění předmětného pozemku okolními kopci a stávající a plánovanou zástavbou. Stanoviště pozorování je uprostřed parcely ve výšce 2 m nad úrovní terénu.

3.2. Koncept návrhu

Náš přístup k návrhu byl velice prostý – zvolit co nejkompaktnější tvar budovy, protože tím můžeme nejvíce ovlivnit potřebu energie na vytápění. Dále pak maximálně využít veškeré vnitřní zisky (osoby, spotřebiče, odpadní teplá voda).

Dosáhnout pasivní standard v Ny-Alesund není jednoduché kvůli velmi studenému klimatu, chybějícímu slunečnímu záření v zimním období a také díky faktu, že všechny komponenty do pasivních domů jsou vyvíjeny pro mírné klima střední Evropy. Zejména okna (rám a zasklení) a větrací jednotky se zpětným získkem tepla nemají požadované parametry. Pokud použijeme nejlepší výrobky, které jsou k dispozici na trhu, stále ještě nedosahujeme požadované kvality pro dané prostředí. Dvakrát tak studené klima také znamená dvojnásobnou tloušťku tepelné izolace v obálce budovy – do obvodových konstrukcí je umístěno 600 až 900 mm tepelné izolace. Konstrukčně je objekt řešen jako dřevostavba z masivních panelů. Tepelná izolace je vkládána před deskové panely mezi l-nosníky. Okenní konstrukce jsou v pasivní bilanci (více energie okny ztratíme, než získáme) - jejich plochu tedy musíme z energetického hlediska udělat co nejmenší.

Energetické výpočty byly prováděny v PHPP. Průměrná vnitřní teplota je uvažována 17,6°C a 20°C. Teplota 17,6°C je odvozena od požadavků Jihočeské univerzity – v ložnicích je požadováno 16°C, v laboratořích a společenské místnosti 20°C.

Tabulka 3 – Parametry obálky budovy pro dosažení pasivního standardu

Parametry budovy		
Faktor tvaru A/V (m ⁻¹)	0,51	
Využitelná podlahová plocha (m ²)	374,3	
Okna/ podlahové ploše (%)	15	
Součinitelé prostupu tepla obálky budovy (W/(m².K))		Tloušťka izolace
Obvodová stěna	0,056	660
Střecha	0,066	550
Podlaha	0,047	850
Okenní rám	0,75 (SmartWin)	
Zasklení U (W/(m ² .K), g (-))	0,50; 0,51 trojsklo	
Větrací systém		
Účinnost zpětného zisku tepla η (%)	89	
Vzduchotěsnost obálky budovy n ₅₀ (h ⁻¹)	0,4	
Potřeba energie na vytápění		
	Vnitřní teplota	
	17,8°C	20°C

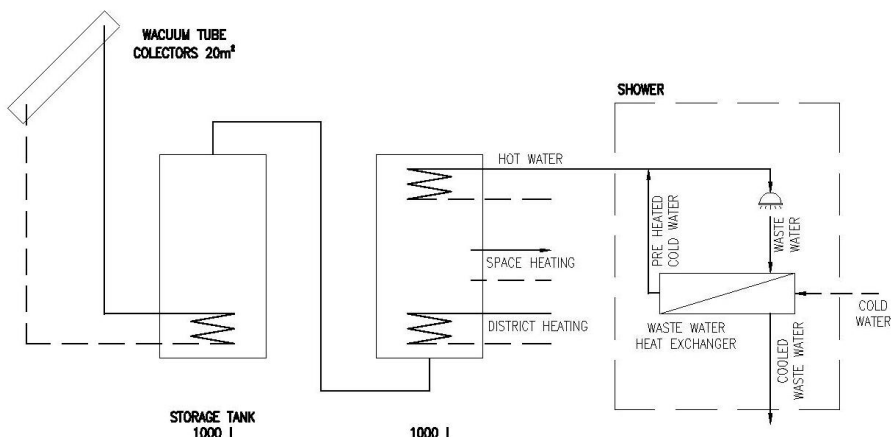
Roční potřeba energie na vytápění (kWh/(m ² .a))	15,4	18,8
Potřeba energie na vytápění za období březen až říjen (kWh/(m ²))	5,4	7,1
Topná zátěž (W/(m ²)), (kW)	13; 4,9	13,4; 5,1

3.3. Zásobování energií

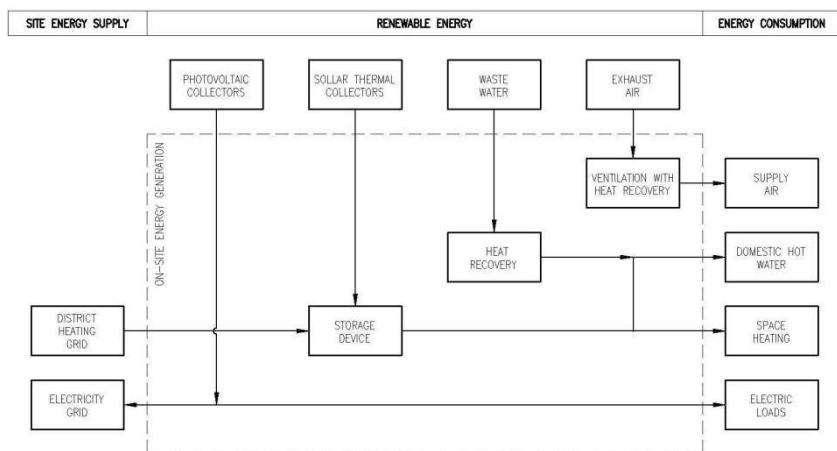
Z hlediska obnovitelných zdrojů se pro klimatické podmínky Ny-Alesund zdá být nejvhodnější využití solární energie (oproti větrným turbínám a tep. čerpadlům).

20 m² vakuových trubnicových solárně termických kolektorů umístěných na jižní části střechy v kombinaci s tepelnými výměníky odpadní šedé vody umístěnými pod každou sprchou, které předeřívají studenou vodu, může pokrýt 47% roční potřeby energie na ohřev teplé vody (71% v období březen – říjen). Zbývající potřeba energie na ohřev teplé vody a vytápění je pokryta dálkovým teplem z místní sítě. Zbývající plocha střešního pláště bude pokryta fotovoltaickými panely pro výrobu elektrické energie. Přebytky ve výrobě elektřiny budou posílány do místní sítě.

Obrázek 3 – schéma zdroje tepla



Obrázek 4 – schéma dodávek energie



4. Literatura

- (1) Vladyková, P. An energy efficient building for the Arctic climate. DTU Lyngby, 2011
- (2) Passive house institute, RoA Rongen architects GmbH. *Passive house for different climate zones*. 2012
- (3) Voss, K., Musall, E. *Net zero energy buildings*. Detail green books, 2013
- (4) Dokka H. T., Andersen, I. *Passive house in cold Norwegian climate*. 2006

5. Abstract (Summary)

Passive house in the Arctic – Czech polar station on Svalbard

The Czech polar station is situated on Svalbard in Ny-Alesund village (latitude 78,9). The ground floor of the compact two storey house includes the main common space, three research laboratories, small kitchen and a technical room. The first floor serves as an accommodation for twenty people. The goal of the project of the Czech polar station in Ny-Alesund was to design an energy efficient building - passive house according to Passivhaus Institute Darmstadt requirements. Part of its energy demands are covered by renewable sources.

Achieving the passive house standard in Ny-Alesund was not easy due to very cold weather, no solar radiation in winter and also due to the fact that all passive house components are developed for Central European milder climate. Mainly the windows (frame and glazing)

and ventilation units with heat recovery do not meet the components requirements. If we used components with the best energy parameters which are available on the market, it would still not be sufficient. "Twice as cold" climate means as well twice as thick insulation of the building envelope.

The structure of the building is made out of solid timber. Solid timber plates are insulated from external side. It is necessary to place 600 – 700 mm thick thermal insulation into the building envelope to achieve passive house standard. The insulation is inserted between I-shape beams that carry the façade and the roof. For the windows we used the best wood insulated frame which is available on the market – SmarWin. This window frame is certified by Passive house Institute in Darmstadt in efficiency class A.

Utilization of solar energy for producing thermal energy and electricity seems to be the most suitable for Ny-Alesund climate conditions. 20 m² of vacuum tube solar thermal collectors that are placed on the south part of the roof in combination with waste water heat exchangers located under each shower, which pre-heat cold water, can cover 47% of annual demand for heating hot water (71% in the period of March to October). The remaining energy demand for hot water and for space heating is covered by district heating grid. Solar thermal collectors and district heating grid supply the 2000 l storage tank that is placed in technical room (2 x 1000 l). If we cover the remaining south part of the roof with photovoltaic collectors for electricity generation, we have a big excess of power. Sending the power into local electrical grid is the easiest way how to use this excess.

Pasivní obytná zóna Lodenareal Innsbruck

DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH

Museumstraße 23, 6020 Innsbruck, Rakousko

Tel: +43 512 56 05 63, e-mail: architekten@din-a4.at



1. Údaje o projektu

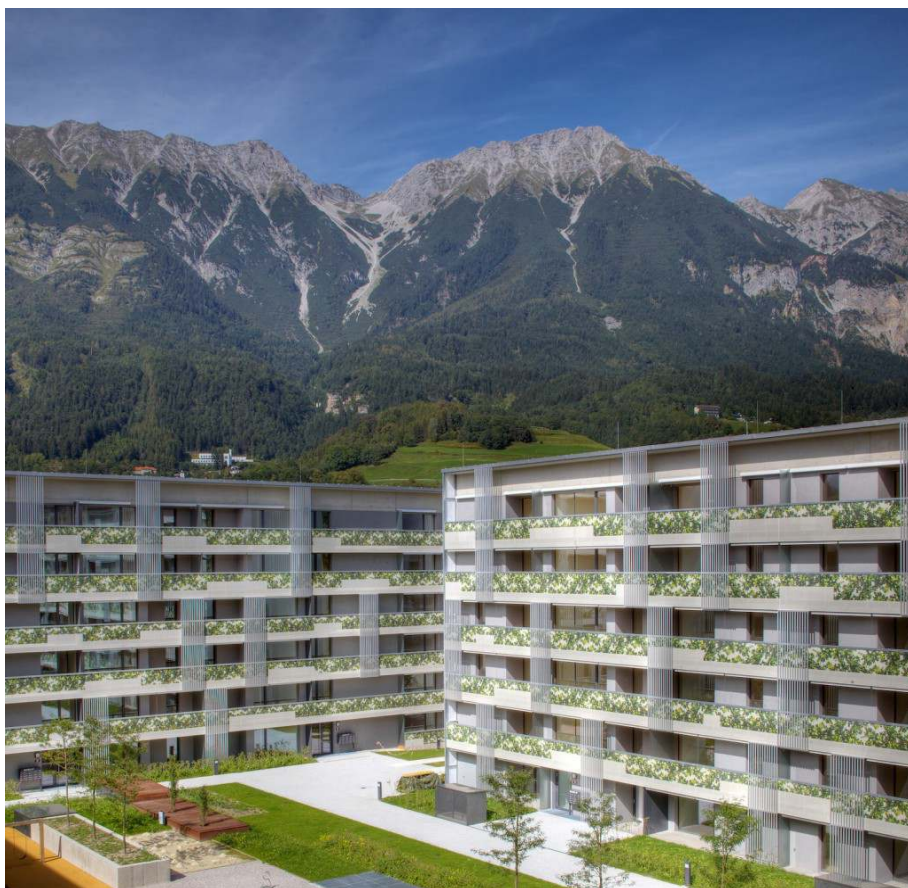
Typ projektu	Obytná stavba
Kategorie projektu	Dotovaná obytná stavba
Investor	Neue Heimat Tirol, Gemeinnützige WohnungsgmbH, Innsbruck
Lokalita	Innsbruck
Zakázka	vyzvaná soutěž
Hodnocení poroty	1. cena
Zahájení projektu	2006
Začátek výstavby	2007
Dokončení	2010
Stav projektu	Projekt dokončen
Výkonové fáze	Administrativní výkony Architektura (1-4/6)
Vedení projektu	D-Ing. Markus Prackwieser
Výkony	Energeticky úsporný návrh
Hrubá podlahová plocha v m ²	35000

Hrubý objem v m³
Projektový tým

167000
DI Lukas Ullrich
DI Christian Fuchs
DI Andrea Naschberger

2. Energeticky úsporná obytná zóna superlativů

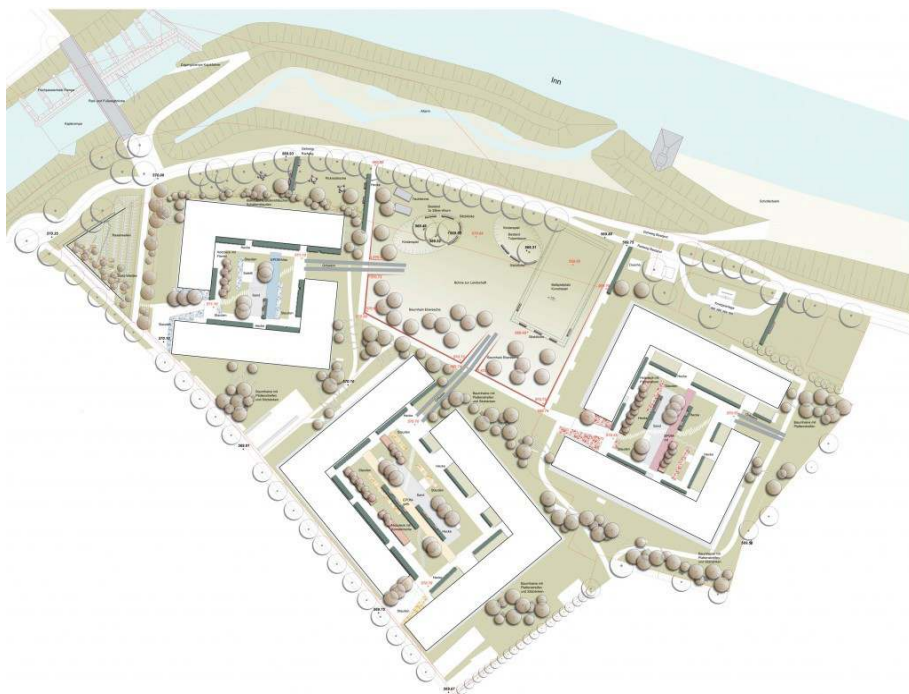
V roce 2005 vyhrála společnost DIN A4 Architektur soutěž na podporu bytové výstavby pro územní plán zástavby bývalého areálu firmy Loden. Tím byl tým pověřen realizací stavby, která v té době byla v rámci staveb certifikovaných podle standardu pasivního domu v Evropě stavbou o největším objemu. Následně architekti provedli detailní plánování a realizaci jedné z celkem tří obytných budov.



U tohoto projektu se poprvé podařilo spojit cíle ochrany klimatu s cenově dostupným bydlením na nejvyšší úrovni kvality. Úspěch obytné zóny Loden mezitím vyvolal opravdový boom ve výstavbě pasivních domů.

3. Urbanistický leitmotiv

Celý stavební záměr vycházel z urbanistické koncepce kanceláře DIN A4 Architektur. Tato koncepce uvažuje tři stavební komplexy, z nichž každý sestává ze dvou proti sobě situovaných stavebních těles ve tvaru L. V daném areálu tak mohly vzniknout prostory o různém stupni intimity: veřejné zóny mezi jednotlivými stavebními objekty, částečně veřejná vnitřní nádvoří a soukromé plochy v exteriéru vyhrazené všem bytům.



Otevřené pohledy na okolní horské panorama, mnohvrstevně koncipovaná zeleň na březích řek Sillu a Innu a rekreační zařízení jakož i hřiště pro děti, louky na ležení a přístaviště pro čluny na pobřežní promenádě ztlačně zvyšují kvalitu bydlení.

4. Struktura a technologie

Stavební objekt realizovaný kanceláří DIN A4 Architektur s celkovým počtem 189 bytů obklopuje jedno z celkem tří velkorysých nádvoří. Všechny byty jsou situovány napříč přes celou hloubku budovy, takže vnitřní místnosti jsou v každou denní dobu dostatečně zásobovány denním světlem. Plochy soukromých zahrádek nebo po obou stranách umístěné balkóny rozšiřují obytný prostor.

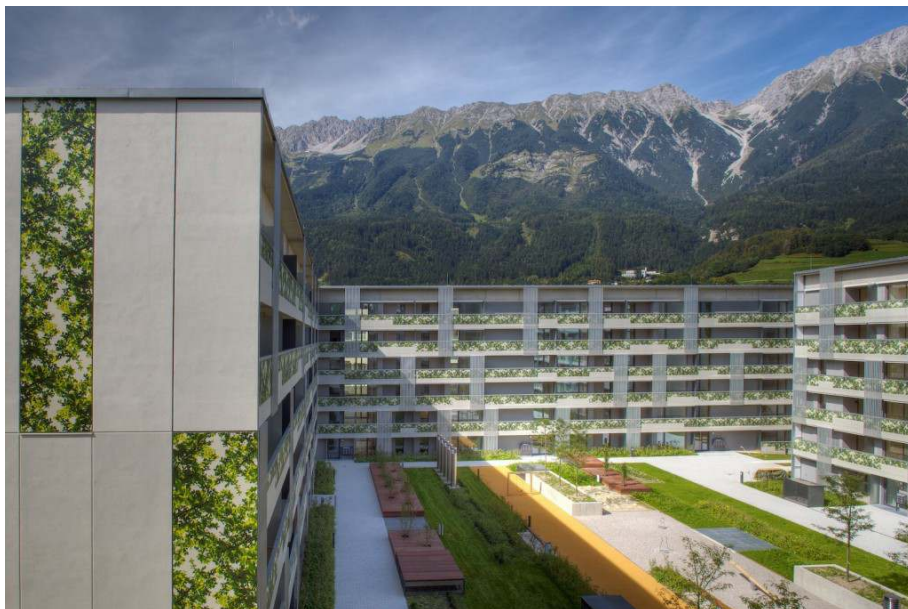


Předsazené ochranné prvky proti větru a pohledům zvenku jsou pokryty potiskem s různými motivy. Pro eliminaci klasických tepelných mostů byly rámy oken a dveří přelepeny izolací, údržbové šachty ve společně užívaných prostorech, na chodbách nebo vedle schodišť umožňují bezproblémovou údržbu technického vybavení budov.

5. Plánování šetrné ke zdrojům

Celkový projekt si klade za cíl dosáhnout co nejvyššího standardu pasivního domu. Největší výzvu přitom představoval požadovaný stavební objem, který v rámci Evropy překonával všechny dosud postavené energeticky úsporné obytné stavby. Pro splnění požadavku na pasivní standard zde renomovaný "Passivhaus Institut Darmstadt" pod vedením profesora Wolfganga Feista prováděl stálý dozor a provedl i certifikaci. Kromě toho zde byli již v rané

fázi projektu zapojeni zástupci všech požadovaných oborů a byly také vyvinuty systémy a detaily stavebních technologií, které rovněž výrazně přispěly k minimalizaci doby výstavby.



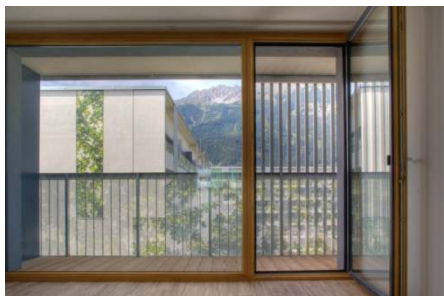
6. Umění na stavbě

Anton Christian: Sechs "Säulen der Poesie"

Heinz Gappmayr: Plastika "Zeit"

Peter Kogler: Lavičky

7. Další fotografie



Passivwohnanlage Lodenareal Innsbruck

DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH
Museumstraße 23, 6020 Innsbruck, Österreich
Tel: +43 512 56 05 63, e-mail: architekten@din-a4.at



1. Projektdaten

Projekttyp	Wohnbau
Projektkategorie	Geförderter Wohnbau
Bauherr	Neue Heimat Tirol, Gemeinnützige WohnungsGmbH, Innsbruck
Standort	Innsbruck
Auftrag	geladener Wettbewerb
Jurierung	1.Preis
Planungsbeginn	2006
Baubeginn	2007
Fertigstellung	2010
Projektstatus	Projekt abgeschlossen
Leistungsphasen	Büroleistungen Architektur (1-4/6)
Projektleitung	DI Markus Prackwieser
Leistungen	Energieeffiziente Planung
Bruttogeschoßfläche in m ²	35000

Brutto Rauminhalt in m³
Projektteam

167000
DI Lukas Ullrich
DI Christian Fuchs
DI Andrea Naschberger

2. Energieeffizienter Wohnbau der Superlative

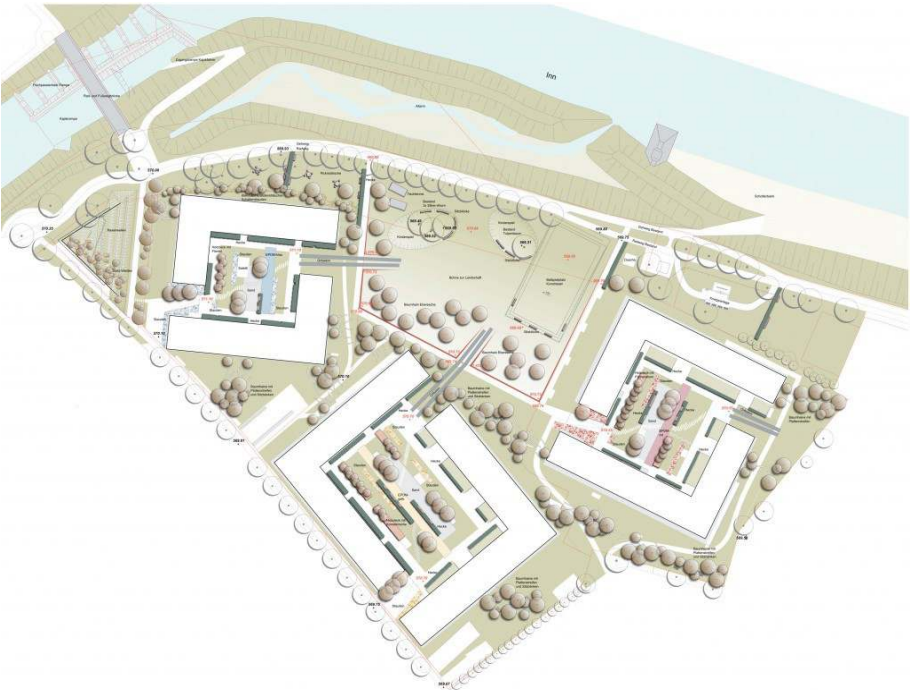
2005 gewann DIN A4 Architektur den Wohnbauförderungswettbewerb für die Bebauungsplanung des ehemaligen Lodenareals. Damit wurde das Team mit der Umsetzung des zu diesem Zeitpunkt größten Bauvolumens nach zertifiziertem Passivhaus-Standard in Europa beauftragt. In Folge führten die Architekten die Detailplanung und Umsetzung eines von insgesamt drei Wohngebäuden aus.



Erstmals gelang es bei diesem Projekt, Klimaschutzziele mit bezahlbarem Wohnen auf höchstem Qualitätsniveau zu verbinden. Der Erfolg der Wohnanlage Lodenareal hat mittlerweile einen regelrechten Passivbau-Boom ausgelöst.

3. Städtebauliche Leitidee

Grundlage für das gesamte Bauvorhaben bildete das städtebauliche Konzept von DIN A4 Architektur. Dieses sieht drei Gebäudekomplexe vor, die jeweils aus zwei gegeneinander gestellten L-förmigen Baukörpern zusammengesetzt sind. Auf dem Areal konnten damit Räume unterschiedlicher Intimität entstehen: öffentliche Bereiche zwischen den einzelnen Bauteilen, halböffentliche Innenhöfe und allen Wohnungen zugeordnete private Freiräume.



Freie Blickbezüge auf das umliegende Bergpanorama, das vielschichtige Grünraumkonzept an den Ufern des Sillflusses und des Inns und die Freizeiteinrichtungen an der Uferpromenade mit Kinderspielflächen, Liegewiesen und einem Bootshaus steigern erkennbar die Aufenthaltsqualität.

4. Struktur und Bauweise

Der von der DIN A4 Architektur ausgeführter Bauteil mit 189 Wohnungen umschließt einen der insgesamt drei weitläufigen Innenhöfe. Alle Wohnungen erstrecken sich über die gesamte Gebäudetiefe, wodurch die Innenräume zu jeder Tageszeit reichlich mit Tageslicht versorgt werden. Private Gartenflächen oder beidseitig angeordnete Balkone erweitern den Wohnraum.



Die vorgelagerten Wind- und Sichtschutzelemente sind mit Druckmotiven belegt. Zur Vermeidung klassischer Wärmebrücken wurden Tür- und Fensterstöcke überdämmt. Wartungsschächte in gemeinschaftlich genutzten Bereichen, auf Fluren oder neben den Treppenaufgängen ermöglichen eine reibungslose Instandhaltung der Gebäudetechnik.

5. Ressourcenschonende Planung

Das Gesamtprojekt zielte darauf ab, höchsten Passivhausstandard zu erreichen. Größte Herausforderung dabei stellte das erforderliche Bauvolumen dar, das europaweit alle bisher entstandenen, energieeffizienten Wohnanlagen übertraf. Um dem Anspruch gerecht zu werden, erfolgte eine permanente Überprüfung und Zertifizierung durch das renommierte "Passivhaus Institut Darmstadt" unter Federführung von Prof. Wolfgang Feist. Außerdem wurden bereits im frühen Entwurfsstadium Vertreter sämtlicher erforderlicher Fachdiszipli-

nen eingebunden und bautechnische Systeme und Details entwickelt, die auch in hohem Maß zur Minimierung der Bauzeit beitragen.



6. Kunst am Bau

Anton Christian: Sechs "Säulen der Poesie"

Heinz Gappmayr: Skulptur "Zeit"

Peter Kogler: Sitzbänke

7. Weitere Bilder



Pasivní obytná zóna 03 Innsbruck

DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH
Museumstraße 23, 6020 Innsbruck, Rakousko
Tel: +43 512 56 05 63, e-mail: architekten@din-a4.at



1. Údaje o projektu

Typ projektu	Obytná stavba
Kategorie projektu	Dotovaná obytná stavba
Lokalita	Innsbruck
Zakázka	vyzvaná soutěž
Hodnocení poroty	2. cena
Zahájení projektu	2009
Začátek výstavby	2010
Dokončení	2011
Stav projektu	Projekt dokončen
Výkonové fáze	Administrativní výkony Architektura (1-4/6)
Vedení projektu	D-Ing. Markus Prackwieser
Výkony	Energeticky úsporný návrh
Projektový tým	DI Harald Wechner & DI Andrea Naschberger

2. Olympijské obytné budovy s charakterem udržitelnosti

Být při tom je vším! Pro konání prvních Zimních olympijských her mládeže (YOG) v roce 2012 bylo vybráno město Innsbruck. Pro ubytování asi 2000 mladých atletek a atletů byla navržena třetí olympijská vesnička (O3), a po ukončení her předalo město Innsbruck tyto byty zájemcům o pronájem nebo odkoupení.



Z 15 projektů předložených ve vyzvané architektonické soutěži byla vybrána urbanistická koncepce se 13 viladomy arch. kanceláří Reitter_architekten a eck & reiter architekten. Tento návrh byl realizován spolu s kanceláří DIN A4 Architektur (2. místo). Všichni společně dokázali optimálně zvládnout dvě velké výzvy – maximálně utažený časový „korzet“ a realizace nízkonákladové obytné zóny ve standardu pasivního domu.

3. Uspořádání

V areálu o rozloze 26.300 m² byla realizována pasivní obytná zóna s celkovým počtem 444 bytů. 12 ze 13 domů je uspořádáno do čtyř skupin po třech domech se společnými nádvořími. Srdcem obytné zóny je volná plocha 60 x 40 metrů. V další budově nacházející se na ulici General-Eccher-Straße rozšířené směrem ke vstupnímu náměstí sídlí policejní stanice a jsou zde byty pro seniory. Použitím různých povrchů, textur a prostorového uspořádání bylo

vytvořeno několik zón s dobře čitelnou odstupňovanou úrovní soukromí, která se zvyšuje od silnice veřejného charakteru směrem do vnitřní části pozemku.



4. Stavební technologie

Tým DIN A4 Architektur realizoval šest ze 13 staveb, což představuje 182 bytů. Použitím smíšené stavební technologie (nosné konstrukce ze železobetonu, fasádní konstrukce z dřevěných fasádních sendvičových panelů) bylo možno zajistit rychlou realizaci. Olympijská myšlenka je zvěčněna na fasádě, kde jsou fasádní panely potištěny textem olympijské přísahy.

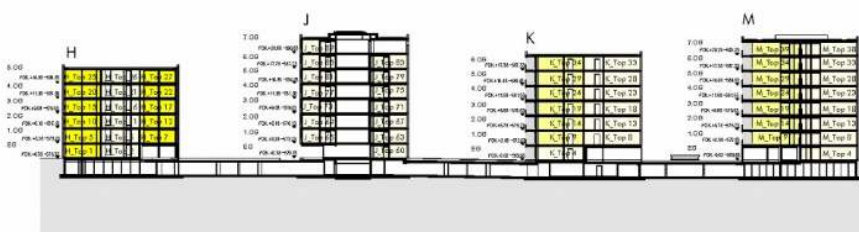


5. Koncepce interiéru

Centrální schodiště a výtah situovaný bočně od jádra budovy umožňují formální přístup po celém domě. Díky otvorům ve stropě vedle schodiště a průhledným zábradlím může denní světlo proniknout prosklenou střechou až dolů. Byty jsou velmi světlé, rohové lodžie opticky zvětšují prostor. Při uspořádání půdorysu byl kladen velký důraz na to, aby obývací a jídelní prostor mohl být v případě potřeby rozdělen na obývací pokoj s kuchyňským koutem a dodatečný (spací) prostor.



6. Řez



7. Energeticky efektivní plánování

Celá obytná zóna byla navržena a realizována ve standardu pasivního domu. Konstrukce s velmi dobře izolovanou obálkou budovy, okna s trojitým zasklením a komfortním větracím systémem zaručují maximálně příjemné vnitřní klima nízkých nákladů na vytápění. Potřeba tepla vytápění je menší než 10 kWh/m² za rok. Na střechách bylo nainstalováno celkem asi 1.100 m² solárních panelů s efektivní roční dodávkou energie do sítě cca 400.000 kWh.

8. Umění na stavbě

Georgia Creimer: "Intimate Space"

Thomas Feuerstein: "Olympia"

Michael Kienzer: "Kubusy"

Esther Stocker: "Grafische Strukturen"

9. Další fotografie



Passivhauswohnanlage 03 Innsbruck

DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH
Museumstraße 23, 6020 Innsbruck, Österreich
Tel: +43 512 56 05 63, e-mail: architekten@din-a4.at



1. Projektdaten

Projekttyp	Wohnbau
Projektkategorie	Geförderter Wohnbau
Standort	Innsbruck
Auftrag	geladener Wettbewerb
Jurierung	2.Preis
Planungsbeginn	2009
Baubeginn	2010
Fertigstellung	2011
Projektstatus	Projekt abgeschlossen
Leistungsphasen	Büroleistungen Architektur (1-4/6)
Projektleitung	DI Markus Prackwieser
Leistungen	Energieeffiziente Planung
Projektteam	DI Harald Wechner DI Andrea Naschberger

2. Olympische Wohnbauten mit nachhaltigem Charakter

Dabei sein ist alles! Für die 1. Winter Youth Olympic Games (YOG) 2012 wurde als Austragungsort Innsbruck gewählt. Als Unterkunft für die rund 2.000 jungen Athletinnen und Athleten wurde das dritte Olympische Dorf (O3) konzipiert, das nach den Spielen von der Stadt Innsbruck an Mieter beziehungsweise Wohnungskäufer übergeben wird.



Unter den 15 eingereichten Projekten des geladenen Architekturwettbewerbs fiel die Entscheidung auf das städtebauliche Konzept mit 13 Stadtvillen der ARGE reitter architekten mit eck & reitter architekten. Dieser Entwurf wurde zusammen mit DIN A4 Architektur (2. Platz) umgesetzt. Gemeinsam wurden die beiden großen Herausforderung - ein äußerst eng geschnürtes Zeitkorsett sowie die Errichtung einer kostengünstigen Wohnanlage im Passivhaus-Standard - optimal gemeistert.

3. Erschließung

Auf dem Areal im Ausmaß von 26.300 m² wurde die Passivhauswohnanlage mit insgesamt 444 Wohnungen errichtet. 13 Häuser versammeln sich in vier Dreiergruppen um gemeinsame Vorplätze. Herz der Anlage ist ein 60 x 40 Meter großer Freibereich. In einem weiteren, an der zu einem Entrée-Platz ausgeweiteten General-Eccher-Straße liegenden Baukörper sind eine Polizeistation und Seniorenwohnungen untergebracht. Unterschiedliche Oberflächen,

Texturen und Raumabfolgen machen die abgestuften Grade der Öffentlichkeit von der Straße in die Tiefe des Grundstücks ablesbar.



4. Bauweise

DIN A4 Architektur realisierte sechs der 13 Baukörper und damit 182 Wohnungen. Durch die eingesetzte Mischbauweise (Tragstruktur Stahlbeton, Fassadenelemente in Holz-Sandwich-Bauweise) konnte eine rasche Abwicklung gewährleistet werden. Der Olympische Gedanke ist in der Fassade verewigt, indem die Fassadenplatten mit dem Olympischen Eid bedruckt wurden.

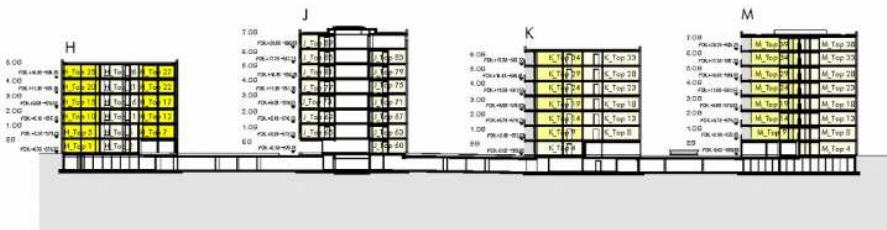


5. Innenraumkonzept

Zentrale Treppenläufe und ein seitlich im Gebäudekern gesetzter Lift ermöglichen die förmliche Durchwanderung des Hauses. Durch Deckenöffnungen neben der Treppe sowie durch die transparenten Brüstungen kann das Licht vom Glasdach bis nach unten einfallen. Die Wohnungen sind sehr hell, die Eckloggien vergrößern den Innenraum optisch. Bei der Grundrissgestaltung wurde großer Wert darauf gelegt, dass der Wohn-Essbereich bei Bedarf in eine Wohnküche und einen zusätzlichen (Schlaf-) Raum geteilt werden kann.



6. Schnitt



7. Energieeffiziente Planung

Die gesamte Wohnanlage wurde im Passivhaus-Standard konzipiert und umgesetzt. Die Bauweise mit einer sehr gut gedämmten Gebäudehülle, Fenster mit Dreifachverglasung sowie einer Komfortlüftungsanlage garantieren angenehmstes Raumklima bei niedrigen Heizkosten. Der Heizwärmebedarf liegt bei unter 10 kWh/m² pro Jahr. Insgesamt wurden

rund 1.100 m² Solarflächen mit einem effektiven Jahresenergiebezug von ca. 400.000 kWh auf den Dächern installiert.

8. Kunst am Bau

Georgia Creimer: "Intimate Space"

Thomas Feuerstein: "Olympia"

Michael Kienzer: "Kubusy"

Esther Stocker: "Grafische Strukturen"

9. Weitere Bilder



Justiční centrum Korneuburg

DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH
Museumstraße 23, 6020 Innsbruck, Rakousko
Tel: +43 512 56 05 63, e-mail: architekten@din-a4.at



1. Údaje o projektu

Typ projektu	Veřejné stavby
Investor	BIG, Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H, Wien
Lokalita	Korneuburg
Zakázka	vyzvaná soutěž
Hodnocení poroty	1. cena
Zahájení projektu	2008
Začátek výstavby	2010
Dokončení	2012
Stav projektu	Projekt dokončen
Výkonové fáze	DSP (1-8, TVB, ELO, statika), vybavení
Vedení projektu	D-Ing. Markus Prackwieser
Výkony	Energeticky úsporný návrh, hlavní projektování, plánování vybavení
Užitná plocha v m ²	33500
Hrubá podlahová plocha v m ²	39400

Hrubý objem v m³
Projektový tým

136000
DI Lukas Ullrich
DI Christine Allmaier-Flögl
DI Ralitz Ivanova
Martin Köck
DI Miriam Nagl

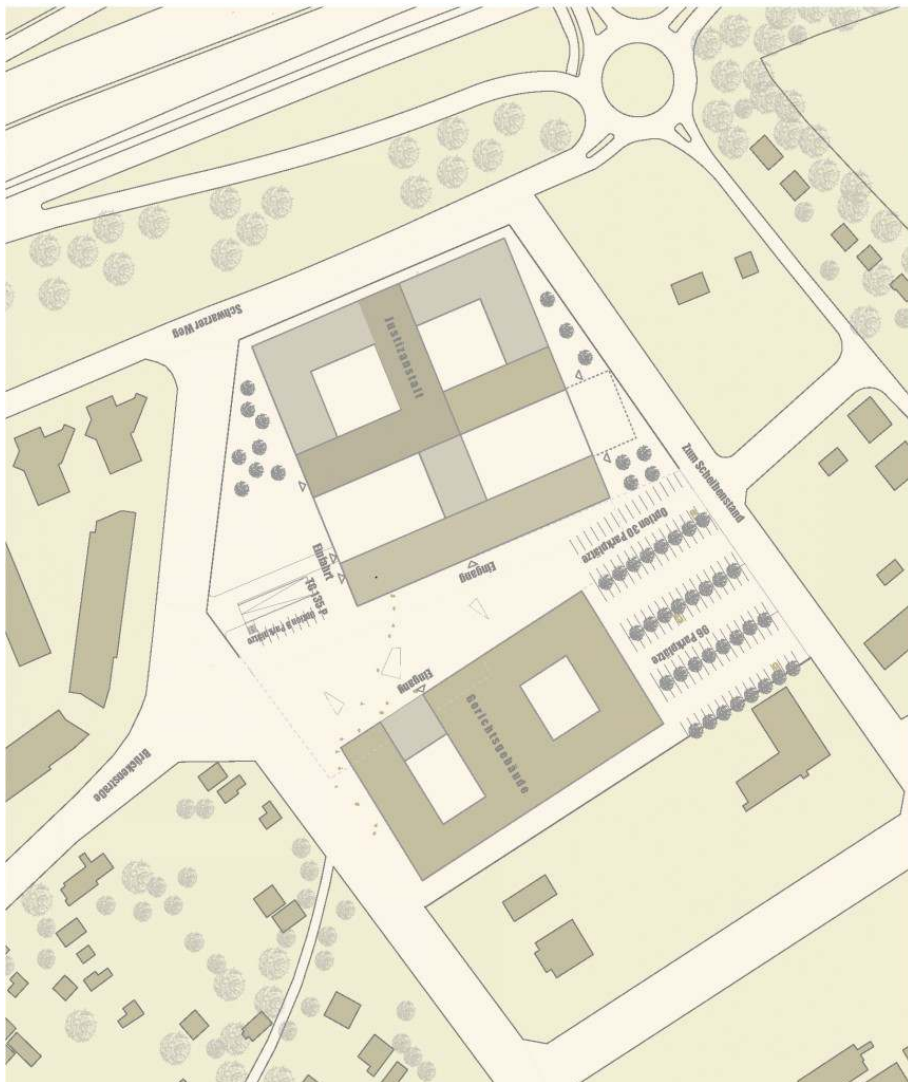
2. Krásná „stavba“

Celoevropské soutěže na výstavbu nového Justičního centra Korneuburg se zúčastnilo 34 architektonických firem. Architektonická společnost Dieter Mathoi Architekten spolu s firmou DIN A4 Architektur vytvořila v podobě svého vítězného projektu v mnoha ohledech průkopnickou stavbu: Jedná se o celosvětově první justiční budovu, která je projektována jako pasivní dům. Díky vysoce kvalitnímu designu a světlému, sympatickému dojmu tak učinila konec všem běžným stereotypům o věznicích a soudech. A díky nejnovějším technickým vymoženostem je to nejmodernější vězení v Rakousku.



3. Urbanistika

Justiční centrum se opatrně, ale sebevědomě ujímá funkce městského centra v nově transformované městské čtvrti. Obě stavby, budova soudu i vězení, poskytují sídlo zemskému a okresnímu soudu, státní prokuratuře a také multifunkční věznici.



Soud jako významná veřejná budova respektuje své okolí a městské jádro a stojí na novém zpevněném náměstí uvedené čtvrti. Vězení je začleněno do stavebního a otevřeného prostoru a je obklopeno zelení.

4. Struktura a technologie

Soud je řešen jako kompaktní budova s vícepodlažními přístupovými a osvětlujícími nádvořími. Aby se zabránilo pohledům do přízemních jednacích síní, byla tato úroveň zvýšena o půl metru. Věznice je rozčleněna do několika budov, které vyhovují její funkci, společné vnější zabezpečení tyto budovy opět sjednocuje. Soudní budova byla postavena jako smíšená konstrukce s nosnou betonovou konstrukcí opatřenou fasádním pláštěm z dřevěných sendvičových dílů.



Vyznačuje se vysokým podílem otevřených prvků, na rozdíl od věznice, která má převážně uzavřené prvky.

5. Koncepce interiéru

Různé části soudní budovy jsou přístupné přes prostornou prosvětlenou halu. V přízemí jsou umístěny veřejné instituce, jednací síně zemského soudu a soudní síň. V horních patrech se nacházejí mimo jiné jednací síně okresního soudu, výslechové místnosti prokuratury a další prostory zemského soudu.

Při navrhování věznice byl kladen důraz na přesné dodržení funkčních souvislostí a na přímočaré vedení přístupových tras v otevřených zónách, v částečně uzavřené zóně i v uzavřené zóně. Jednotlivá vazební oddělení jsou uspořádána nad sebou do tvaru T od prvního patra výše, přičemž všechna tato oddělení je možno sledovat ze společné centrální služebny. Inovativní barevná koncepce, v níž dominuje žlutá, zelená, bílá a modrá, má poskytnout důvěru a bezpečnost. Na stěnách je opět použita žlutá stejně jako zelená, ozeleněná je i střecha. Bílou barvu mají lité teracové podlahy a podhledy, modrá se uplatňuje na podlaze v budově věznice.

6. Energeticky úsporné plánování

Justiční centrum bylo navrženo i realizováno jako pasivní dům a představuje průkopnický pilotní projekt v kategorii budov této velikosti a typu použití.



Díky kompaktnímu tvaru obou budov jakož i jednoduchým statickým systémům mohlo být zaručeno dodržení stanoveného limitu nákladů.

7. Průkaz energetické náročnosti

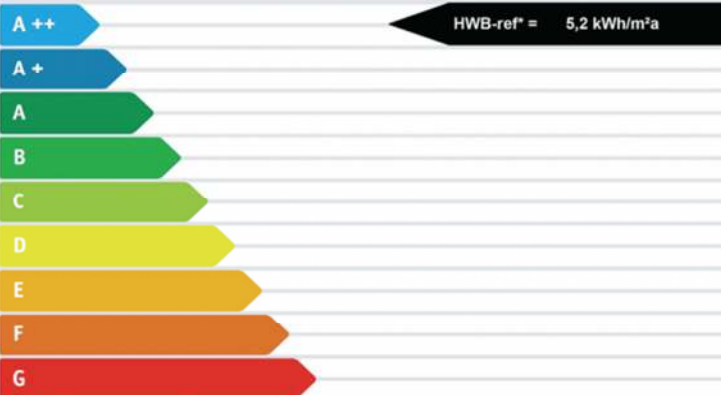
Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

gemäß ONORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

OIB
Österreichisches Institut für Bautechnik

Gebäude	Justizzentrum Korneuburg_Gerichtsgebäude		
Gebäudeart	Bürogebäude	Erbaut im Jahr	2012
Gebäudezone	Gesamtgebäude	Katastralgemeinde	Korneuburg
Straße	Landesgerichtsplatz 1	KG - Nummer	11006
PLZ/Ort	2100 Korneuburg	Einlagezahl	2847
		Grundstücksnr.	1388
EigentümerIn	BIG Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H Hintere Zollamtsstraße 1 1031 Wien		

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)



ERSTELLT

ErstellerIn DI Arthur Wutscher
ErstellerIn-Nr.
GWR-Zahl
Geschäftszahl

Organisation Firma Energy Consultants
Ausstellungsdatum 16.05.2013
Gültigkeitsdatum 15.05.2023

MBA | DI (FH) Rainer Krißmer
Wärmestraße 12
A-1040 Wien
T +43 (0)1020 8100725
F +43 (0)1020 43158
krißmer@en-con.at
www.en-con.at



Unterschrift

Digital unterschrieben von
DI(FH)Rainer Krißmer, MBA
DN: cn=DI(FH)Rainer Krißmer,
MBA, o=Energy Consultants,
ou=Energietechnik,
email=krißmer@en-con.at, c=AT
Datum: 2013.05.16 14:17:24
+02'00'

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

EA-01-2007-0W-a
EA-AVG
25.04.2007

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at
v2013,011318 REPEARL61o7 - Niederösterreich

Projektnr. 2162

16.05.2013

Bearbeiter DI Arthur Wutscher
Seite 1

8. Umění na stavbě

Hans Schabus: Freitreppe

Nikolaus Gansterer: Mobile Libra



9. Další fotografie



Justizzentrum Korneuburg

DI Markus Prackwieser, DIN A4 Architektur ZT GmbH
Museumstraße 23, 6020 Innsbruck, Österreich
Tel: +43 512 56 05 63, e-mail: architekten@din-a4.at



1. Projektdaten

Projekttyp	Öffentliche Bauten
Bauherr	BIG, Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H, Wien
Standort	Korneuburg
Auftrag	offener Wettbewerb
Jurierung	1.Preis
Planungsbeginn	2008
Baubeginn	2010
Fertigstellung	2012
Projektstatus	Projekt abgeschlossen
Leistungsphasen	GPL (1-8, HT, ELO, Statik), Einrichtung
Projektleitung	DI Markus Prackwieser
Leistungen	Energieeffiziente Planung, Generalplanung, Einrichtungsplanung
Nutzfläche in m ²	33500
Bruttogeschosßfläche in m ²	39400

Brutto Rauminhalt in m³
Projektteam

136000
DI Lukas Ullrich
DI Christine Allmaier-Flögl
DI Ralitz Ivanova
Martin Köck
DI Miriam Nagl

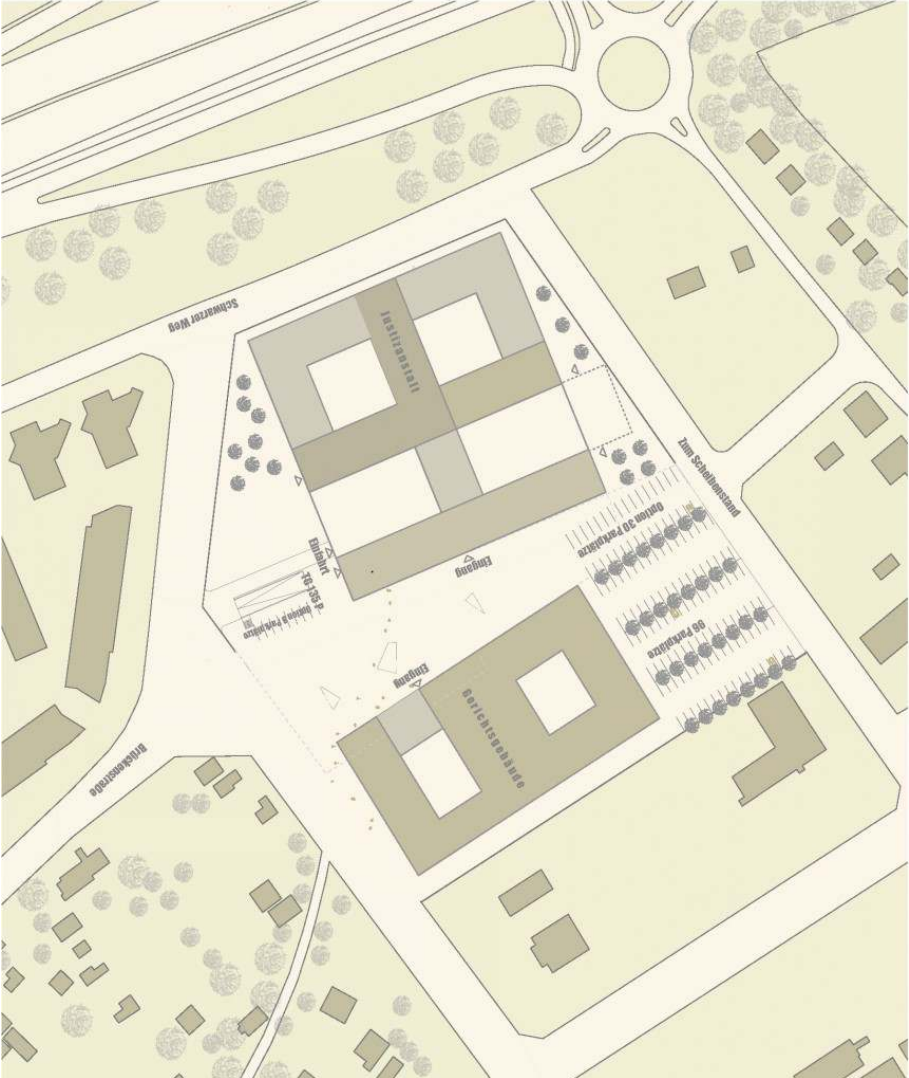
2. Ein Schöner "Bau"

34 Architekturbüros haben sich an dem EU-weit ausgeschriebenen Wettbewerb für den Neubau des Justizzentrum Korneuburg beteiligt. Die ARGE Dieter Mathoi Architekten & DIN A4 Architektur schuf mit ihrem Siegerprojekt ein in vielerlei Hinsicht richtungsweisendes Gebäude: Es ist das erste Justizzentrum weltweit, das als Passivhaus ausgeführt wird. Es räumt mittels hoher Gestaltungsqualität sowie heller, freundlicher Anmutung mit allen gängigen Klischees über Gefängnisse und Gerichte auf. Und es ist dank technischer Feinheiten die modernste Vollzugsanstalt Österreichs.



3. Städtebau

Das Justizzentrum übernimmt zurückhaltend, aber selbstbewusst die Zentrumsfunktion des neu entwickelten Stadtteils. Die beiden Baukörper, Gerichtsgebäude und Justizanstalt, beherbergen Landes- und Bezirksgericht, Staatsanwaltschaft sowie eine multifunktionale Justizanstalt.



Das Gericht als wesentliches öffentliches Gebäude nimmt den Bezug zur Umgebung und zum Stadtkern auf und steht auf dem neuen befestigten Stadtteilplatz. Die Justizanstalt wird in die Bau- und Freiflächenstruktur eingebunden und liegt im Grünraum.

4. Struktur Und Bauweise

Das Gericht ist kompakt um mehrgeschoßige Erschließungs- und Belichtungshöfe konzipiert. Um Einblicke in die ebenerdigen Verhandlungssäle zu vermeiden, wurde diese Ebene einen halben Meter angehoben. Die Justizanstalt ist in mehrere, ihrer Funktion entsprechenden Baukörper aufgelöst, die gemeinsame Außensicherung fasst diese wieder zusammen. Das Gerichtsgebäude wurde in Mischbauweise, mit einer tragenden Betonstruktur sowie Holz-Sandwich-Elementen als Fassadenhülle errichtet.



Es definiert sich durch einen höheren Anteil an offenen Elementen, im Gegensatz zur Justizanstalt, die mehrheitlich geschlossene Elemente aufweist.

5. Konzept Innenraum

Die verschiedenen Bereiche des Gerichtsgebäudes werden über eine großzügige lichtdurchflutete Halle erschlossen. Im Erdgeschoß sind öffentliche Einrichtungen, die Verhandlungssäle des Landesgerichts sowie der Schwurgerichtssaal platziert. In den oberen Geschoßen befinden sich unter anderem die Verhandlungssäle des Bezirksgerichts, die Vernehmungszone der Staatsanwaltschaft sowie weitere Räumlichkeiten des Landesgerichtes.

Bei der Konzeption der Justizanstalt wurde auf genaue Einhaltung der funktionellen Zusammenhänge sowie auf Entflechtung der Wegführungen in den offenen Bereichen, in Halbgesperre und in Gesperre Wert gelegt. Die einzelnen Haftabteilungen sind ab dem ersten Obergeschoß übereinander T-förmig angeordnet, wobei alle von einem gemeinsamen zentralen Dienstzimmer überwacht werden können. Das innovative Farbkonzept, bei dem die Farben Gelb, Grün, Weiß und Blau dominieren, soll Vertrauen und Sicherheit vermitteln. Gelb findet sich genauso wie Grün an den Wänden wieder, auch das Dach ist begrünt. Weiß liefern der Gussertazzo-Boden sowie die abgehängte Decke, Blau kommt durch den Boden im Justizgebäude ins Spiel.

6. Energieeffiziente Planung

Das Justizzentrum wurde als Passivhaus geplant und umgesetzt und stellt in dieser Größenordnung und Nutzungsart ein richtungsweisendes Pilotprojekt dar.



Durch die kompakte Form der beiden Baukörper sowie durch klare statische Systeme konnte die Einhaltung des vorgegeben Kostenrahmens gewährleistet werden.

7. Energieausweis

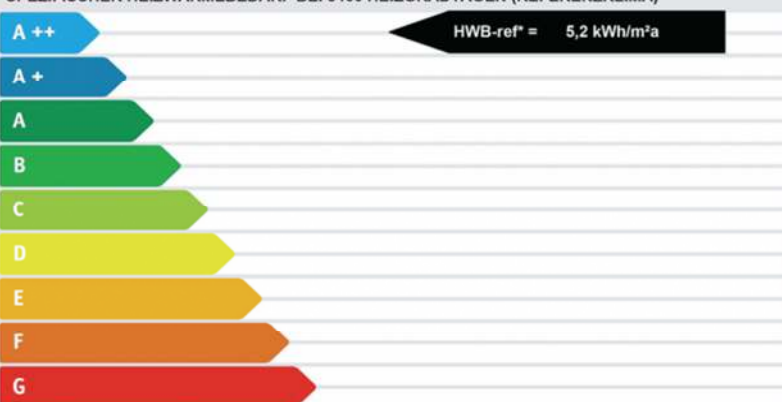
Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

gemäß ONORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

OIB
Österreichisches Institut für Bautechnik

Gebäude	Justizzentrum Korneuburg_Gerichtsgebäude		
Gebäudeart	Bürogebäude	Erbaut im Jahr	2012
Gebäudezone	Gesamtgebäude	Katastralgemeinde	Korneuburg
Straße	Landesgerichtsplatz 1	KG - Nummer	11006
PLZ/Ort	2100 Korneuburg	Einlagezahl	2847
		Grundstücksnr.	1388
EigentümerIn	BIG Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H Hintere Zollamtsstraße 1 1031 Wien		

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)



ERSTELLT

ErstellerIn DI Arthur Wutscher
ErstellerIn-Nr.
GWR-Zahl
Geschäftszahl

Organisation Firma Energy Consultants

Ausstellungsdatum 16.05.2013

Gültigkeitsdatum 15.05.2023

MBA | DI (FH) Rainer Krißmer

Wärmemessung 12
A-Grada-Messung
T: +43 (0)690 8100725
F: +43 (0)690 8100725
krißmer@en-con.at
www.en-con.at



Unterschrift

Digital unterschrieben von
DI(FH)Rainer Krißmer, MBA
DN: cn=DI(FH)Rainer Krißmer,
MBA, o=Energy Consultants,
ou=Energietechnik,
email=krißmer@en-con.at, c=AT
Datum: 2013.05.16 14:17:24
+02'00'

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

EA-01-2007-0W-a
EA-AWG
25.04.2007

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at
v2013,011318 REPEARL61o7 - Niederösterreich

Projektnr. 2162

16.05.2013

Bearbeiter DI Arthur Wutscher
Seite 1

8. Kunst Am Bau

Hans Schabus: Freitreppe

Nikolaus Gansterer: Mobile Libra



9. Weitere Bilder



Na ceste k lepším domom – (nielen) o pasívnom dome v Stupave na Kremenici

Ing. arch. Pavol Pokorný, Pokorny architekti s.r.o.

Rostovská 26, 831 06 Bratislava, tel.: +421 2 4488 2256, email: atelier@pokornyarchitekti.sk

www.pokornyarchitekti.sk, facebook.com/pokornyarchitekti

„Nikto nie je ostrovom samým pre seba; každý je kusom pevniny, kusom súše; a ak more odmyje hrudu, Európa sa zmenší, akoby sa stratil výbežok zeme alebo sídlo tvojich priateľov či tvoje vlastné; smrť každého človeka umenší mňa, lebo ja som súčasťou človečenstva: a preto sa nikdy nepýtaj, komu zvoní do hrobu; zvoní Tebe.“

John Donne (* 1572 – † 1631)

Voľne parafrázujúc leitmotív Hemingwayovho románu „Komu zvoní hrana“ možno nazerať aj na tvorbu architekta – žiadna z jeho stavieb nevzniká bez vzťahu k svetu v jeho materiálnej či nemateriálnej podobe.

Na pasívny dom v Stupave na Kremenici je preto nevyhnutné nazerať v celkovom kontexte tvorby ateliéru Pokorny architekti, s väzbou na rozhodujúce impulzy v zmene ponímania architektonickej tvorby vo vzťahu k energeticky úspornému a k prostrediu ohľaduplnému staviteľstvu. Na ceste k takýmto lepším domom je v procese tvorby ateliéru Pokorny architekti primárne preferovaná otázka „prečo“, a až sekundárne otázka „ako“⁽¹⁾.

Aj z tohto dôvodu je miesto „klasického“ zborníkového textu o pasívnom dome (výpočty, tabuľky, detaily) uprednostnená recenzia domu z časopisu ARCH (09/2013), autor Doc. Ing. arch. Henrich Pifko, PhD.⁽²⁾

1. Zubatá proti nude

Smrť nudnej architektúre! To je heslo, ktorého sa väčšina nás architektov príliš nedrží. Stačí sa obzrieť po prímestských štvrtiach hlavného mesta – kadejaké bungalovy, vilky s toskánskymi strechami či neraz až úsmevné pokusy o originalitu prevládajú nad kvalitnými domami napriek tomu, že pod väčšinou z nich je podpísaný nejaký „ing.arch.“... Prečo takto začínam? Šiel som sa pozrieť na rodinný dom na okraji Stupavy, ktorý navrhol architekt Pavol Pokorný. Pozrel som si ho najprv na fotografiách šikovne nakomponovaných tak, aby ho „vylúpli“ z okolia. Tešil som sa na jeho návštevu, pripadal mi ako zaujímavá, čistá

a presvedčivá architektúra, riešiaci častý dispozičný problém (rôznu potrebu podlažnej plochy na prízemí a na poschodí) sviežim a originálnym spôsobom. A pripadá mi tak naďalej, akurát som svoj dojem z neho doplnil aj o okolitú predmestskú realitu. Realitu vyvolávajúcu nanajvýš lahostajné pokrčenie plecami. Architektonická kritika túto šed' nekritizuje a všetci už okolo nej prechádzame nevšímavo – kým nás na ňu neupozorní kontrast architektúry, ktorá si to označenie skutočne zaslúži.

O tomto dome teda nemožno povedať, že zapadol do svojho prostredia. Napriek pomerne skromnej hmote z neho vyčnieva, napriek jednoduchým tvarom provokuje, čistotou foriem zahanbuje detaily okolitých stavieb. Možno táto provokácia podnieti aspoň pár investorov k zamysleniu sa nad tým, aké estetické kvality od svojho domu očakávajú a čo vlastne chcú od architekta, ktorému návrh svojho domu zverujú.

Kúsok som odbočil od témy recenzie, ale nedalo mi – nadštandardne rozvíjam úvod a záver, lebo opis samotného domu sa mi tu máli. Možno aj preto, že o samotnom dome nepovažujem za potrebné veľa hovoriť, obrázky o estetickej kvalite vypovedia viac než slová. Ale aspoň stručne pár poznámok. Zaujímavý a zároveň jednoduchý „zubatý“ tvar vznikol úpravami elementárneho hranola „nízkoenergetickej škatule“: redukciou objemu poschodia na skutočne potrebný a zmysluplný obsah, zošikmením jeho strechy pre vytvorenie nadštandardného vnútorného priestoru (a zároveň pre naplnenie litery regulatívu) a zošikmením atiky v rovnakom sklone, ktorý zhruba kopíruje líniu mierneho svahu, na ktorom dom stojí. Zo severu túto šikmú líniu kopíruje aj strecha prístrešku pre parkovanie, južnú stranu skludňuje horizontála obdĺžnika, ktorý združuje francúzske okná nad drevenou terasou vyrovnanej záhrady. Okná na západnej stene vytvárajú minimalistickú kompozíciu dvoch obdĺžnikov, na východ sa okrem okienka kuchyne otvárajú len od suseda ďaleko za atiku ustúpené zasklenia detských izieb. Biela farba v kombinácii s prirodzene pôsobiacim drevom podčiarkuje čistotu kompozície, ktorá z minima vyťažila maximum.

Dispozičné riešenie odráža potreby majiteľa: prízemiu dominuje veľkorysý priestor obývačky spojenej s jedálňou a kuchyňou, vedľa je pracovňa (či hosťovská alebo dočasne detská izba), spálňa so šatníkom a nevyhnutné zázemie (predsieň, wc a kúpeľňa, priestor pre techniku), na poschodí nájdeme dve detské izby s hygienickým zázemím (strešná terasa ostáva zatiaľ nevyužitá, aj keď nie neprístupná). O technických parametroch nechcem veľa písať, cieľom bolo dosiahnuť štandard pasívneho domu. Tomu (a potrebe rýchlej realizácie) zodpovedajú zvolené konštrukcie tejto montovanej drevostavby skrytej pod klasickou omietkou, počínajúc založením na doske zdola izolovanej penovým sklom a končiac strešnými konštrukciami so zhruba 40 cm tepelnej izolácie. Prevádzku domu zabezpečuje kompaktná jednotka Atrea

(vetranie s rekuperáciou a tepelné čerpadlo), ktorá využíva pomerne krátke rozvody vzduchu. Samozrejmosťou je pasívne využitie solárnej energie, ktorému tu napomáha ideálna orientácia domu. Základom zabezpečenia letnej tepelnej pohody je vonkajšie tienenie južných okien žalúziami, nedávne horúčavy potvrdili účinnosť tejto koncepcie. Podľa normy vypočítaná merná potreba tepla na vykurovanie 10 kWh/m²a a celková potreba primárnej energie 40 kWh/m²a zaraďuje tento objekt do najvyššej triedy energetickej efektívnosti. To sú dôležité, ale pre mňa už akosi samozrejme parametre – nie som ochotný považovať za dobrú architektúru takú stavbu, ktorá o pár rokov nebude spĺňať požiadavky normy a ktorej prevádzka bude v prípade prudšieho rastu cien energií ruiniť užívateľov, o (ne)kvalite vnútorného prostredia s nie optimálnym vetraním či nutnosťou klimatizácie v lete ani nehovoriac.

Popri presvedčivom architektonickom koncepte domu a jeho kvalitnom technickom riešení i realizácii ma zaujala ešte jedna vec: ochota majiteľov domu podeliť sa so svojimi skúsenosťami a pocitmi z procesu vzniku tejto architektúry. Namiesto bežného záveru si tu dovoľm ocitovať niekoľko úvah „domácej panej“.

„Boli sme sa pozrieť na pozemok v Stupave, doma sme si kreslili, ako by sme chceli aby náš dom vyzeral. ... Vyzbrojení kresbami sme sa začali obzeráť po nejakom architektovi. Nieкого sme našli cez internet, nieкого nám odporučili známi. Kamarátka interiérová architektka nám poradila, aby sme architektovi naše kresby hneď neukazovali a tým ho nelimitovali a zároveň neovplyvňovali. Rada nad zlato. ... Pre architekta Pokorného sme sa rozhodli jednak pre to, že nám bol sympatický, jednak sme mali pocit, že s nami jedná na rovinu a venuje dostatok pozornosti našim snom, (respektíve ich vyvracaniu). Uvádza zmysluplné argumenty a stál si za svojimi slovami, za svojou prácou. Od začiatku považoval náš dom aj za svoj dom. Videli sme, že ho práca na našom projekte bude baviť... Proces pretvárania našich predstáv na architektove predstavy :) trval istú dobu. Teda, u mňa určite. Manžel odchádzal z každého stretnutia spokojný. Ja som bola skoro vždy nespokojná, lebo „sa nevyhovelo“ skoro žiadnej mojej požiadavke. Krb, pivnica, šikmá škridlová strecha. Tá šikmá strecha asi najviac. ... Keď sme sa konečne dopracovali ku štúdiu, v ktorej mal dom rovné strechy, na stavebnom úrade nás informovali, že v danej oblasti je regulatív na šikmú strechu. Zase som si musela zvykať na fakt, že náš dom bude mať pílovitú strechu. . . . Nakoniec som sa nechala ukecať. Najlepším argumentom pána Pokorného v tomto prípade bolo, že náš dom bude takto ikonický, výnimočný.

Je príjemné byť v niečom výnimočný, takisto ako vlastniť niečo výnimočné. V našom prípade je to náš nový dom. Sme pyšní majitelia a úprimne sa tešíme s pánom Pokorným, ktorý má z nášho domu asi najväčšiu radosť. Pamätám si, že naši rodičia boli zo začiatku skeptickí, „že čo

sme si to vymysleli“ a „rovnú strechu?“ a „montovaný dom?“ Pamätám si, ako sa mi moja mama priznala v procese stavby, že bola veľmi nešťastná, ... ale že zmenila názor, keď videla, ako rýchlo bol dom postavený a koľko problémov nám s domom odpadlo. Takisto ju tešilo, že jej vnuk bude čoskoro môcť vybehnúť kedykoľvek na trávičku pred domom. . . .

Záver? Dalo by sa povedať, že pán Pokorný nevyhovel žiadnej z našich pôvodných predstáv o tom, ako má dom vyzerat'. Ale som rada, že si stál za svojím. Pripravil nám najkrajší a zároveň najlepší dom, aký sme mohli mať. Nemenila by som. Dom z našich predstáv nikdy nevyzeral tak dobre ako tento skutočný.“

V recenziách nezvykneme dávať priestor investorom, užívateľom – pozeráme na architektúru „zvonka“, nezainteresovanými očami. Ale v tomto prípade ma ich spontánna výpoveď natoľko zaujala, že som z nej nemalú časť odcitoval. Poukazuje na to, ako sa pri návrhu rodinného domu možno vyhnúť šedi spomínanej v úvode, ako sa dopracovať k dobrej architektúre aj spokojnému klientovi, ako sa naladiť na spoločnú vlnovú dĺžku. Som presvedčený, že práve v tomto je základ (nielen tejto) kvalitnej architektúry.

2. Literatúra

- (5) Keppl, J., Krajcsovics, L., Legény, J., Lovich, P., Morgestein, P., Ohradzanská, A., Petráš, D., Pifko, H., Puškár, B., Šíp, L., Špaček, R., Tölgyessyová, H., *Rukoväť udržateľnej architektúry* - Slovenská komora architektov, 2013
- (6) Pifko, H. 2013, Zubatá proti nude, ARCH 09/2013, s.48-53, ISSN 1335-3268

3. English summary

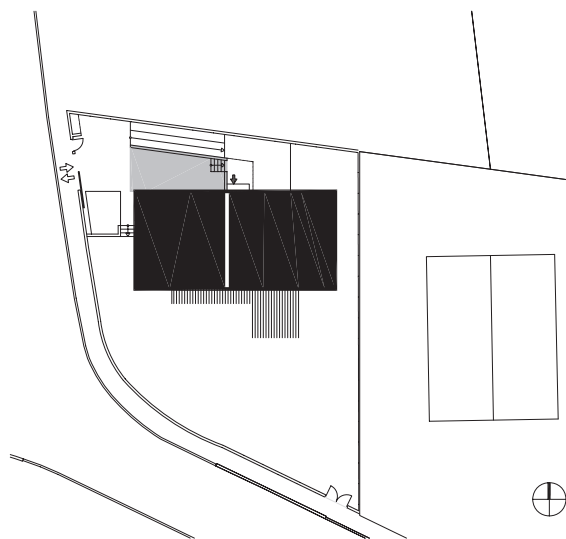
„No man is an Island, intire of it selfe; every man is a peece of the Continent, a part of the maine; if a Clod bee washed away by the Sea, Europe is the lesse, as well as if a Promontorie were, as well as if a Mannor of thy friends or of thine owne were; any mans death diminishes me, because I am involved in Mankinde; And therefore never send to know for whom the bell tolls; It tolls for thee.“

John Donne (* 1572 – † 1631)

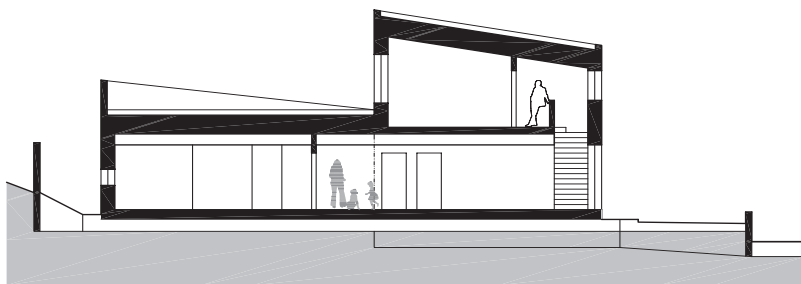
No work of an architect can be perceived as an solitary act of creation. Passive House in Kremnica – Stupava is presented in a „time travel“ mode together with other design from studio Pokorny architekti, where the process of designing buildings is more about „why“ than „how“.

Despite a relatively modest substance, the house protrudes from its setting. Its simple shape provokes and its pure form puts details of the surrounding buildings to shame. The interesting and at the same time simple „toothy“ shape originates from an elementary prism of a „low-energy box“. The upper floor was reduced only to a required capacity, the roof slanted to accommodate a spacious inner room and the attic was adjusted to copy the gentle slope on which the house stands. The white color in combination with natural looking wood underlines the purity of the composition. The layout reflects the owner’s needs.

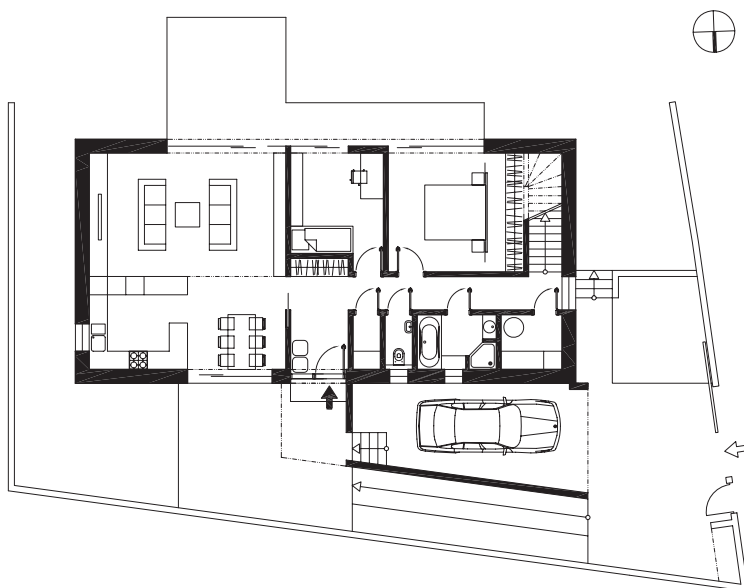
The house is a standard passive building and so the constructions were chosen accordingly. The assembled wooden framework, concealed under the classic coating, is insulated from underneath as well as above. The house uses passive solar energy, the southern looking windows are fully shaded against the sun in summer. The calculate energy consumption rates the house among the most effective ones.



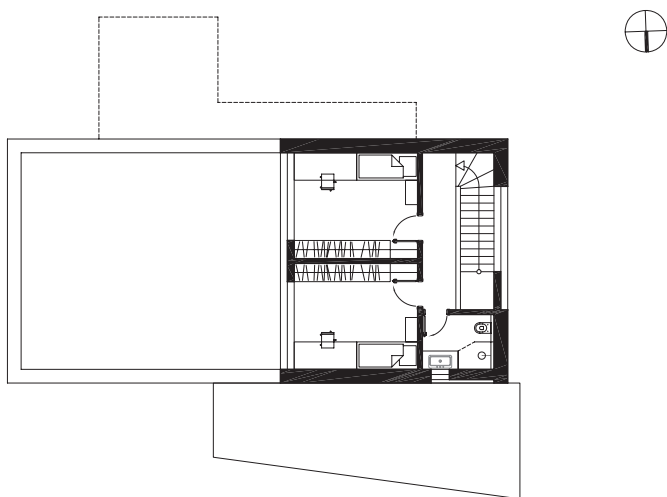
Situácia



Rez



1. NP



2. NP







Das Suchen nach Gleichgewicht

Ein energetisch passives Haus in der heutigen Zeit zu bauen, ist kein Problem. Ich habe beim Bau unseres Hauses mehrere Gesichtspunkte ausprobiert. Ich war in der Position des Architekten und des Investors zugleich. Bei der Realisierung musste ich also das Budget kontrollieren, sowie das Bau-Management und die Bau-Aufsicht durchführen. Und in allen diesen Aspekten habe ich versucht ein Gleichgewicht zu suchen und zu halten.

Unser Grundstück besitzt eine ideale Nord-Süd-Ausrichtung, die Nordseite ist jedoch durch das Grün die attraktivere. Der vordere Teil des Grundstückes welches in Richtung Süden ausgerichtet ist, ist flach. Der hintere Teil neigt sich nach unten zum Bach hin. Den Bau habe ich auf der Kante zwischen Flachstück und Neigung situiert. Der Wohnanteil des Hauses wurde konsequent von der Garage und des Lagers getrennt.

Der Wohnanteil hat zwei Wohneinheiten. Die Größere ist für eine 5-köpfige Familie bestimmt. Im Erdgeschoss befinden sich Tagesräume – ein offenes Wohnzimmer und ein Esszimmer mit Küche, im ersten Stock befinden sich die Nachträume – Schlaf- und Kinderzimmer. Die kleinere Wohneinheit im Erdgeschoss besteht aus einem Wohn-Schlafzimmer und Hygieneraum.

Die Herausforderung bestand aus dem Bemühen ein Passivhaus zu bauen, der zugleich einen architektonischen Wert besitzen sollte. Ich plante eine einfache und kompakte Masse zu entwerfen, die jedoch Form mäßig belebt werden sollte. Die „Thermische Hülle“ habe ich durch einen Kubus mit flachem Schrägdach gelöst. Als Abwechslung der einfachen Form diente der Anbau des Lagers mit Garage, sowie die Überdachung der Auto-Parkfläche und des Zugang. Dieser Anbau ist in den Kubus reingeschnitten.

Bei der Auswahl der Materialien suchte ich ein Gleichgewicht und Kontrast zugleich, den Materialien wollte ich deren Grundwert zuerkennen. Und zwar auf die Weise, dass sie ökolo-

gisch sind und der Bau nicht zu naturell wirkt. Bei der Konstruktion habe ich die positive ökologische Bilanz berücksichtigt.

Ich beabsichtigte ein Haus zu entwerfen, an dem sich die Idee des Exterieurs mit dem Interieur überschneiden. Am Interieur wurde eine Menge Massivholz an den Böden, Türen, Verkleidung aber auch an den Möbeln benutzt.

In kürzester Zeit musste ich einen qualitativen Bau mit präziser Durchführung der Details realisieren. Die Auswahl fiel auf eine Holzbauweise und auf eine bewährte Firma die sich mit dem Bau von Niedrigenergie- und Passiv-Häusern beschäftigt.

Und wie lebt es sich in unserem Passivhaus? Wir sind zufrieden. Selbstkritisch sehe ich jetzt auch Mängel. Es gibt immer was auszubessern, aber so ist es bei jedem Haus. Die Sicht auf den Bau eines energetisch passiven Hauses aus verschiedenen Gesichtspunkten war für mich eine neue Erfahrung, die ich in meiner professionellen Laufbahn schätzen und verwerten kann.

Analýza vybraných otázek týkajících se požadavků na zajištění dostatečného větrání a odpovědnosti projektanta za případné nesplnění těchto požadavků u staveb

Aleš Chamrád, MT Legal s.r.o., advokátní kancelář
www.mt-legal.com

Předmětem této analýzy je posouzení vybraných otázek týkajících se požadavků na zajištění dostatečného větrání a odpovědnosti projektanta za případné nesplnění těchto požadavků u staveb.

1. ZÁKLADNÍ INFORMACE A PŘEDPOKLADY

Při zpracování analýzy jsme vycházeli z aktuální právní úpravy a judikatury, a ze sdělení zadavatele ohledně obsahu relevantních norem ČSN a technických srovnání jednotlivých parametrů u technických norem stanovujících požadavky na dostatečné větrání.

2. ANALÝZA

2.1. Požadavky na dostatečné větrání

Požadavky stavebního zákona a technické vyhlášky – základní právní rámec

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů (**stavební zákon**) obsahuje mj. podmínky pro projektovou činnost a provádění staveb, obecné požadavky na výstavbu. Definice pojmu „**Obecné požadavky na výstavbu**“ zahrnuje základní požadavky na výstavbu a je obsažena v ustanovení § 2 odst. 2 písm. e) stavebního zákona.⁶

⁶ Obecnými požadavky na výstavbu se rozumí . . . „*obecné požadavky na využívání území a **technické požadavky na stavby stanovené prováděcími právními předpisy** a dále obecné technické požadavky zabezpečující užívání staveb osobami pokročilého věku, těhotnými ženami, osobami doprovázejícími dítě v kočárku, dítě do tří let, popřípadě osobami s mentálním postižením nebo osobami s omezenou schopností pohybu nebo orientace stanovené prováděcím právním předpisem (dále jen "bezbariérové užívání stavby")*“.

Součástí „obecných požadavků na výstavbu“ jsou také technické požadavky na stavby stanovené prováděcími právními předpisy. Mezi technické požadavky na stavby se řadí i požadavky na zajištění dostatečného větrání staveb.

Významným prováděcím předpisem obsahujícím technické požadavky na stavby je vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby (**technická vyhláška**), která v své části třetí mj. definuje požadavky na „*bezpečnost a vlastnosti staveb*“.

Dle ustanovení § 8 technické vyhlášky stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla při respektování hospodárnosti vhodná pro určené využití a aby současně splnila základní požadavky, kterými jsou

- a) mechanická odolnost a stabilita,
- b) požární bezpečnost,
- c) **ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí**,
- d) ochrana proti hluku,
- e) bezpečnost při užívání,
- f) úspora energie a tepelná ochrana“.

Z uvedeného výčtu požadavků vyplývá, že musejí být mj. dodrženy také požadavky na zajištění zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek i v jiných právních předpisech než je stavební zákon a technická vyhláška.

Specifika hlavního města Prahy

Na území hlavního města Prahy je nezbytné respektovat požadavky vyhlášky hl. m. Prahy, č. 26/1999 Sb., o technických požadavcích na výstavbu v hl. m. Praze, ve znění pozdějších změn, která platí na území hlavního města Prahy. Specifické požadavky na zajištění dostatečného větrání v jiných právních předpisech

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů (**zákon o ochraně veřejného zdraví**) mj. stanovující požadavky v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví.

Požadavky na zajištění větrání ve školách

V § 7 zákona o ochraně veřejného zdraví jsou stanoveny hygienické požadavky na prostory a provoz škol, předškolních a školských zařízení, zařízení sociálně výchovné činnosti a zařízení pro děti vyžadující okamžitou pomoc s odkazem na prováděcí předpis⁷, kterým je vyhláška 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, která také upravuje požadavky na odvětrání konkrétních staveb. Tato vyhláška stanoví mj. ve své příloze č. 3 konkrétní požadavky na větrání a parametry mikroklimatických podmínek ve školských zařízeních.

Další požadavky na zajištění větrání u budov s veřejným prvkem se shromažďováním většího počtu lidí

Dle ustanovení § 13 zákona o ochraně veřejného zdraví jsou uživatelé staveb zařízení pro výchovu a vzdělávání, vysokých škol, škol v přírodě, staveb pro zotavovací akce, staveb zdravotnických zařízení, ústavů sociální péče, ubytovacích zařízení, staveb pro obchod a pro shromažďování většího počtu osob povinni zajistit, aby vnitřní prostředí pobytových místností v těchto stavbách odpovídalo hygienickým limitům chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů, upravených prováděcími právními předpisy.

Mezi tyto prováděcí předpisy se řadí i Vyhláška 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Tato vyhláška upravuje hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností (k nim více níže) staveb pro výchovu a vzdělávání a několika dalších konkrétních staveb.

Konkrétní požadavky technické vyhlášky na zajištění dostatečného větrání

Technická vyhláška mj. stanoví v § 11 požadavky na zajištění dostatečného větrání:

- v obytných místnostech⁸ (§ 11 odst. 3);

⁷ Dle tohoto ustanovení jsou školy a školská zařízení zapsaná do školského rejstříku, s výjimkou zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, školských poradenských zařízení a zařízení školního stravování, a dále zařízení sociálně výchovné činnosti a zařízení pro děti vyžadující okamžitou pomoc (dále jen "zařízení pro výchovu a vzdělávání") jsou povinny zajistit, aby byly splněny hygienické požadavky **upravené prováděcím právním předpisem na prostorové podmínky, vybavení, provoz, osvětlení, vytápění, mikroklimatické podmínky, zásobování vodou**, úklid a nakládání s prádlem. Povinnost uvedenou ve větě první má i osoba provozující živnost péče o dítě do 3 let věku v denním režimu a osoba provozující živnost výchova a mimoškolní vzdělávání, je-li živnost provozována v provozovně.

⁸ Dle § 3 písm. (i) technické vyhlášky se obytnou místností rozumí část bytu, která splňuje požadavky předepsané technickou vyhláškou, je určena k trvalému bydlení a má nejmenší podlahovou plochu 8m².

- v pobytových místnostech (§ 11 odst. 5);
- na záchodech, v prostorech pro osobní hygienu a v prostorech pro vaření (§ 11 odst. 7).

Zajištění dostatečného větrání v obytných místnostech

Dle ustanovení § 11 odst. 3 technické vyhlášky je stanoveno, že musí být zajištěno dostatečné větrání venkovním vzduchem a vytápění v souladu s normovými hodnotami, s možností regulace vnitřní teploty.

V tomto ustanovení je odkazováno na normové hodnoty, kterými se rozumí dle § 3 písm. k) technické vyhlášky konkrétní technický požadavek, zejména limitní hodnota, návrhová metoda, národně stanovené parametry, technické vlastnosti stavebních konstrukcí a technických zařízení, **obsažený v příslušné české technické normě.**

Touto technickou normou je ČSN EN 15665, Změna Z1, která obsahuje požadavky na dostatečné větrání pro obytné budovy. Dle sdělení zadavatele tato norma mj. stanoví, že pro zajištění dostatečného větrání lze použít pouze některý z tam vyjmenovaných systémů a zároveň vylučuje splnění požadavku větráním infiltrací spárami oken pro budovy s novými či rekonstruovanými (těsnými) okny.

Zajištění dostatečného větrání v pobytových místnostech

Dle ustanovení § 11 odst. 5 technické vyhlášky je stanoveno, že: „*Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání pobytových místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³/h na osobu, nebo minimální intenzita větrání 0,5 1/h. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1 500 ppm.*“

Požadavky v § 11 odst. 5 technické vyhlášky tedy určují minimální standard pro všechny pobytové místnosti.

Zajištění dostatečného větrání v prostorech pro osobní hygienu

Dle § 11 odst. 7 technické vyhlášky jsou stanoveny další požadavky na odvětrání konkrétních místností, jakými jsou například záchody: „*Záchody, prostory pro osobní hygienu a prostory pro vaření musí mít umělé osvětlení v souladu s normovými hodnotami, musí být účinně odvětrány v souladu s normovými hodnotami a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty.*“

Dílčí závěr: Požadavky na zajištění dostatečného větrání jsou stanoveny v několika právních předpisech či normách, které obsahují specifické požadavky pro určité typy staveb. Dle sdělení zadavatele jsou tyto požadavky vzájemně věcně zhruba odpovídající, byť jsou stanoveny v jiných veličinách. Dle normy ČSN EN 15665, Změna Z1 je pro obytné místnosti a prostory pro hygienu nutné splnit požadavky jedním z tam vyjmenovaných systémů větrání.

2.2. Projektová činnost při výstavbě - odpovědnost projektanta

Definice projektanta, oprávnění jiné osoby zpracovávat projektovou dokumentaci

Dle ustanovení § 22 odst. 4 stavebního zákona se projektantem rozumí fyzická osoba oprávněná podle zvláštního právního předpisu k projektové činnosti ve výstavbě. Tímto zvláštním právním předpisem je zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů (**autorizační zákon**). Těmito osobami jsou autorizovaní architekti, autorizovaní inženýři a technici činní ve výstavbě, kteří jsou oprávněni dle své autorizace zpracovávat příslušnou projektovou dokumentaci.

Dle ustanovení § 159 odst. 3 stavebního zákona může dokumentaci ohlašovaných staveb zpracovat také osoba, která má vysokoškolské vzdělání stavebního nebo architektonického směru anebo střední vzdělání stavebního směru s maturitní zkouškou a alespoň 3 roky praxe v projektování staveb.

Základní povinnosti projektanta při projektové činnosti – indikativní přehled

Dle ustanovení § 159 odst. 1 **stavebního zákona** je projektant mj. odpovědný za správnost, celistvost a úplnost jím zpracované dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, zejména za respektování požadavků z hlediska ochrany veřejných zájmů a za jejich koordinaci. Projektant je povinen dbát právních předpisů.

Dle ustanovení § 159 odst. 2 stavebního zákona projektant odpovídá za správnost, celistvost, úplnost a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projektové dokumentace⁹

⁹ Dle ustanovení § 158 odst. 2 stavebního zákona se projektovou dokumentací rozumí dokumentace

- a) stavby podle § 104 odst. 1 písm. a) až e), tj. ohlašování stavby
- b) stavby pro vydání stavebního povolení podle § 115 stavebního zákona,
- c) k uzavření veřejnoprávní smlouvy podle § 116 stavebního zákona,
- d) k posouzení autorizovaným inspektorem podle § 117 stavebního zákona,

a proveditelnost stavby podle této dokumentace. Projektant je povinen dbát právních předpisů a obecných požadavků na výstavbu vztahujících se ke konkrétnímu stavebnímu záměru, tj. včetně požadavku na zajištění dostatečného větrání budov.

Dle ustanovení § 12 autorizačního zákona „*autorizovaná osoba*“¹⁰ odpovídá za odbornou úroveň výkonu vybraných činností a dalších odborných činností, pro které jí byla udělena autorizace. Při výkonu své činnosti je autorizovaná osoba povinna dbát obecně závazných právních předpisů a předpisů vydaných příslušnou profesní komorou.

Není-li projektant podle ustanovení § 159 odst. 2 stavebního zákona způsobilý některou část projektové dokumentace zpracovat sám, je povinen k jejímu zpracování přizvat osobu s oprávněním pro příslušný obor nebo specializaci, která odpovídá za jí zpracovaný návrh. Tímto ale není dotčena odpovědnost projektanta za projektovou dokumentaci stavby jako celku.

Odpovědnost projektanta za projektovou dokumentaci stavby jako celku mj. potvrzuje i Stanovisko ČKA k rozsahu oprávnění architekta projektovat speciální části projektu ze dne 9. 4. 2009 (aktualizováno 12. 2. 2010), podle kterého „*základní oprávnění v oboru architektura zahrnuje veškeré části projektové dokumentace, které tvoří standardní součást projektu (pozemní) stavby, a to včetně speciálních součástí. Architekt odpovídá za celek projektu, tedy i za jeho dílčí části, a nese odpovědnost za případné škody způsobené chybami projektové dokumentaci jako celku. Je v působnosti autorizovaného architekta rozhodnout, zda v konkrétním případě a s přihlédnutím ke složitosti řešené stavby (její speciální části) vypracuje speciální část dokumentace sám, přizve neautorizovaného specialistu nebo zda zadá zpracování této části*

-
- e) změn staveb uvedených v písmenech a) až d) před jejím dokončením podle § 118 stavebního zákona,
 - f) staveb uvedených v písmenech a) až e) k opakovanému stavebnímu řízení nebo dodatečnému povolení stavby podle § 129 stavebního zákona,
 - g) pro provádění stavby,
 - h) pro nezbytné úpravy podle § 137, nebo
 - i) vodního díla k ohlášení podle § 15a odst. 2 písm. c) vodního zákona.

¹⁰ Dle § 3 autorizačního zákona jsou autorizovanými osobami

- a) autorizovaní architekti,
 - b) autorizovaní inženýři,
 - c) autorizovaní technici.
-

osobě autorizované. Vůči klientovi nese odpovědnost autorizovaný architekt.“¹¹ Smyslem a účelem tohoto přístupu je mj. nerozměňovat osobní odpovědnost autorizovaných osob vůči klientům. Výše uvedené závěry platí v oboru pozemní stavby dle Stanoviska ČKA přiměřeně i pro autorizované inženýry sdružené v České komoře autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.

Možné odpovědnostní nároky vůči projektantovi za vady projektové dokumentace

Civilní právo – soukromoprávní nároky

Lze zjednodušeně shrnout, že vady projektové dokumentace dávají prostor pro uplatnění nároku na odstranění (i) vad projektové dokumentace a (ii) nároku na náhradu škody.

(i) Odpovědnost za vady projektové dokumentace

„Vadné provedení zadané práce je předpokladem jak odpovědnosti za vady, tak odpovědnosti za škodu“.¹² V případě odpovědnosti projektanta za návrh stavby, projektant dle judikatury Nejvyššího soudu ČR¹³ odpovídá v rámci odpovědnosti pouze za vady projektu (za vadně provedené dílo, kterým je návrh stavby), odpovědnost za škodu u něho nastupuje, pokud v důsledku vad projektu dojde k majetkové újmě.

Nezbytným předpokladem pro uplatnění nároku z vad projektové dokumentace (nároky z vadného plnění) je existence smluvního vztahu mezi projektantem jako zhotovitelem a objednatel, jehož předmětem bude provedení příslušného projektu. Standardně se bude jednat o smlouvu o dílo, která podle povahy účastníků smluvního vztahu bude buď podřízena režimu zákona č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů (**obchodní zákoník**), který upravuje smlouvu o dílo v ustanovení §§ 536 a násl. obchodního zákoníku či zákona č. 40/1964, občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů, (**občanský zákoník**), který problematiku smlouvy o dílo upravuje v §§ 631 a násl. občanského zákoníku.

¹¹ ČESKÁ KOMORA ARCHITEKTŮ. Stanovisko ČKA k rozsahu oprávnění architekta projektovat speciální části projektu. [cit. 2013-10-24]. Dostupné z http://www.cka.cc/oficialni_informace/stanoviska-cka/stanovisko_opravneni

¹² rozsudek Nejvyššího soudu ČR ze dne 29. července 2008, sp. zn. 25 Cdo 1417/2006

¹³ rozsudek Nejvyššího soudu ČR ze dne 16. června 2009, sp. zn. 25 Cdo 1619/2007

Dle stávající právní úpravy a judikatury lze nárok z vadného plnění uplatňovat pouze ze strany objednatele. Uvedené závěry vyplývající mj. i z rozsudku sp. zn. 25 Cdo 1417/2006, dle kterého „...nároky z odpovědnosti za vady mohou být uplatňovány jen ve vztahu mezi objednatelem a zhotovitelem, neboť jde o práva, která mají základ v závazkovém právním vztahu, jenž vznikl z jejich smluvního ujednání.“¹⁴

Od 1. 1. 2014 nabývá účinnosti zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník (**nový občanský zákoník**), který upravuje režim smlouvy o dílo v §§ 2586 a násl. V této souvislosti je vhodné upozornit na ustanovení § 2630 nového občanského zákoníku, dle kterého v případě vadného plnění je spolu se zhotovitelem zavázán společně a nerozdílně mj. i ten, kdo dodal stavební dokumentaci, ledaže prokáže, že vadu nezpůsobila chyba ve stavební dokumentaci.

(ii) Odpovědnost za škodu způsobenou vadným projektem

Odpovědnost za škodu je sekundární právní povinností, která vzniká porušením povinnosti primární (protiprávním úkonem). Primární povinnost může být dána jak zákonem, tak smluvně. Objektivním předpokladem vzniku odpovědnosti za škodu je tedy porušení primární právní povinnosti, dále škoda a příčinná souvislost mezi porušením primární povinnosti a škodou.

Lze zjednodušeně konstatovat, že základní objektivní předpoklady vzniku odpovědnosti za škodu jsou: (a) porušení právní povinnosti (smluvní/zákonné); (b) vznik škody; (c) příčinná souvislost mezi ad (a) a ad (b). Z uvedeného výčtu vyplývá, že pro uplatnění nároku na náhradu škodu není nutná existence smluvního vztahu mezi „poškozeným“ a „škůdcem“.

Dílčí závěr: Uplatnění nároku na náhradu vzniklé škody způsobené vadným projektem vůči projektantovi není omezeno existencí smluvního vztahu s projektantem. Podle povahy účastníků a povahy porušení povinnosti (smluvní či zákonné) bude odpovědnost za škodu podléhat režimu obchodního nebo občanského zákoníku a od 1. 1. 2014 je nutno rovněž přihlídnout k režimu nového občanského zákoníku.

Disciplinární odpovědnost

Projektant má dále mj. i disciplinární odpovědnost, která je upravena v části čtvrté autorizačního zákona. Dle §§ 20 a násl. autorizačního zákona v případě porušení povinností autorizované osoby, které jsou stanoveny autorizačním zákonem, a v případě, že se nejedná o

¹⁴ rozsudek Nejvyššího soudu ČR ze dne 29. července 2008, sp. zn. 25 Cdo 1417/2006

trestný čin, je možné uložit autorizované osobě některé ze zákonem upravených disciplinárních opatření (písemnou důtku, pokutu až do výše 50.000 Kč, pozastavení autorizace na dobu nejvýše tří let, odejmutí autorizace).

Trestněprávní odpovědnost

Projektant může případně nést i trestněprávní odpovědnost, jestliže svým pochybením způsobí významné škody na majetku, popřípadě na zdraví nebo dokonce na životě. Může se tedy jednat například o trestný čin obecného ohrožení z nedbalosti¹⁵ podle § 273 zákona č. 40/2009 Sb., trestní zákoník, ve znění pozdějších předpisů.

3. SHRUTÍ

S ohledem na shora uvedené lze shrnout, že:

- (a) Požadavky na zajištění dostatečného větrání jsou stanoveny v několika právních předpisech či normách, které obsahují specifické požadavky pro určité typy staveb; jde o stavební zákon a zákon o ochraně veřejného zdraví, jejich prováděcí právní předpisy a příslušné technické normy.
- (b) Dle ustanovení § 159 odst. 2 stavebního zákona projektant odpovídá za správnost, celistvost, úplnost a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projektové dokumentace¹⁶ a proveditelnost stavby podle této dokumentace. Projektant je povinen

¹⁵ Trestného činu obecného ohrožení z nedbalosti se dopustí, kdo způsobí obecné nebezpečí tím, že vydá lidi v nebezpečí smrti nebo těžké újmy na zdraví nebo cizí majetek v nebezpečí škody velkého rozsahu tím, že zapříčiní požár nebo povodeň nebo škodlivý účinek výbušnin, plynu, elektřiny nebo jiných podobně nebezpečných látek nebo sil nebo se dopustí jiného podobného nebezpečného jednání, nebo kdo z nedbalosti takové obecné nebezpečí zvýší nebo ztíží jeho odvrácení nebo zmírnění.

¹⁶ Dle ustanovení § 158 odst. 2 stavebního zákona se projektovou dokumentací rozumí dokumentace

- a) stavby podle § 104 odst. 1 písm. a) až e), tj. ohlašování stavby
- b) stavby pro vydání stavebního povolení podle § 115,
- c) k uzavření veřejnoprávní smlouvy podle § 116,
- d) k posouzení autorizovaným inspektorem podle § 117,
- e) změn staveb uvedených v písmenech a) až d) před jejím dokončením podle § 118,
- f) staveb uvedených v písmenech a) až e) k opakovanému stavebnímu řízení nebo dodatečnému povolení stavby podle § 129,
- g) pro provádění stavby,
- h) pro nezbytné úpravy podle § 137, nebo
- i) vodního díla k ohlášení podle § 15a odst. 2 písm. c) vodního zákona.

dbát právních předpisů a obecných požadavků na výstavbu vztahujících se ke konkrétnímu stavebnímu záměru, tj. včetně požadavku na zajištění dostatečného větrání budov;

- (c) Není-li projektant způsobilý některou část projektové dokumentace zpracovat sám, je povinen k jejímu zpracování přizvat osobu s oprávněním pro příslušný obor nebo specializaci, která odpovídá za jí zpracovaný návrh. Tímto ale není dotčena odpovědnost projektanta za projektovou dokumentaci stavby jako celku;
- (d) Uplatnění nároku za vady projektu závisí na existenci smluvního vztahu mezi projektantem jako zhotovitelem a objednatelem;
- (e) Uplatnění nároku na náhradu vzniklé škody způsobené vadným projektem vůči projektantovi není omezeno existencí smluvního vztahu s projektantem. Podle povahy účastníků a povahy porušení povinnosti (smluvní či zákonné) bude odpovědnost za škodu podléhat režimu obchodního nebo občanského zákoníku a od 1. 1. 2014 je nutno rovněž přihlídnout k režimu nového občanského zákoníku.¹⁷

4. VÝHRADY

Informace a závěry vyplývající z této analýzy vychází z právního řádu platného ke dni 31. 10. 2013. Tato právní analýza je zpracována s výhradou uplatnění závěrů v České republice. Tato právní analýza je určena výhradně pro potřeby zadavatele a vychází z informací a podkladových materiálů poskytnutých klientem a čerpaných z veřejně přístupných zdrojů. Předmětem analýzy nebylo posouzení technických požadavků na zajištění větrání, ani analýza obsahu jednotlivých norem ČSN či jiných technických norem.

¹⁷ Např. dle § 3079 nového občanského zákoníku se právo na náhradu škody vzniklé porušením povinnosti stanovené právními předpisy, k němuž došlo přede dnem nabytí účinnosti nového občanského zákoníku, posuzuje podle dosavadních právních předpisů.

**Povinnosti stavebního úřadu u jednotlivých způsobů,
na jejichž základě lze provádět stavby**

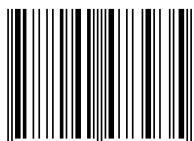
<p>Stavby bez stavebního povolení, bez ohlášení (Stavby a zařízení podle § 103 odst. 1 StavZ)</p>	<p>Stavby na základě ohlášení stavebnímu úřadu (§ 104 StavZ)</p>	<p>Stavby na základě stavebního povolení (Ostatní stavby)</p>
<p>- tato skupina staveb a zařízení nepodléhá žádným povolovacím procesům podle stavebního zákona, stavební úřad zde nemá žádnou povinnost</p>	<p>- stavební úřad u staveb vyžadujících ohlášení zkoumá: <i>„Je-li ohlášení úplné a je-li <u>ohlášený stavební záměr v souladu s obecnými požadavky na výstavbu, se závaznými stanovisky, popřípadě rozhodnutími dotčených orgánů, s územním rozhodnutím nebo regulačním plánem nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem, jde-li o stavbu či terénní úpravu podle § 104 odst. 1 písm. a) až i), nebo s územně plánovací dokumentací, jde-li o stavební úpravu podle § 104 odst. 1 písm. k) nebo není přímo dotčeno vlastnické právo nebo právo vyplývající</u></i></p>	<p>- stavební úřad přezkoumá podanou žádost o stavební povolení a připojené podklady, zda stavbu lze podle nich provést, ověří zejména zda: <i>„a) projektová dokumentace je zpracována v souladu s územně plánovací dokumentací, nebylo-li ve věci vydáno územní rozhodnutí nebo územní opatření, popřípadě nebyl-li vydán územní souhlas, územním rozhodnutím nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem, popřípadě s regulačním plánem v rozsahu, ve kterém nahrazuje územní rozhodnutí, a v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v</i></p>

	<p><i>z věcného břemene dalších osob, ledaže by s tím tyto osoby vyslovily souhlas...“</i> (§ 106 odst. 1 StavZ)</p>	<p><i>užívání stavby její soulad s územně plánovací dokumentací,</i></p> <p><i>b) <u>projektová dokumentace je úplná, přehledná, a zda jsou v odpovídající míře řešeny obecné požadavky na výstavbu,</u></i></p> <p><i>c) je zajištěn příjezd ke stavbě, včasné vybudování technického, popřípadě jiného vybavení potřebného k řádnému užívání stavby vyžadovaného zvláštním právním předpisem,</i></p> <p><i>d) předložené podklady vyhovují požadavkům uplatněným dotčenými orgány.“</i> (§ 111 odst. 1 StavZ)</p> <p>- stavební úřad dále také ověří účinky budoucího užívání stavby</p>
Povinnosti stavebního úřadu spojené s užíváním dokončené stavby		
<p>- pouze stavby uvedené v § 103 odst. 1 písm. e) bodech 4 až 8</p>	<p>- pouze stavby podle § 104 odst. 1 písm. a) až d) a k) nebo stavby ohlašované</p>	<p>- všechny</p>

	podle zvláštního právního předpisu	
- výše uvedené stavby lze užívat jen na základě oznámení stavebnímu úřadu nebo kolaudačního souhlasu		
oznámení stavebnímu úřadu	kolaudační souhlas	
<p>- stavební úřad ověří splnění následujících podmínek: „<i>zda stavba byla provedena v souladu s rozhodnutím o umístění nebo jiným úkonem nahrazujícím územní rozhodnutí a povolením stavby a dokumentací, nebo ověřenou projektovou dokumentací, v souladu se stanovisky nebo závaznými stanovisky, popřípadě rozhodnutími dotčených orgánů, byla-li vydána podle zvláštních právních předpisů, a zda jsou <u>dodrženy obecné požadavky na výstavbu. Dále zkoumá, zda skutečné provedení stavby nebo její užívání nebude ohrožovat život a veřejné zdraví, život nebo zdraví zvířat, bezpečnost anebo životní prostředí.</u></i>“ (§ 119 odst. 2 StavZ)</p>	<p>- při závěrečné kontrolní prohlídce stavební úřad zkoumá splnění následujících podmínek: „<i>zda stavba byla provedena v souladu s rozhodnutím o umístění nebo jiným úkonem nahrazujícím územní rozhodnutí a povolením stavby a dokumentací, nebo ověřenou projektovou dokumentací, v souladu se stanovisky nebo závaznými stanovisky, popřípadě rozhodnutími dotčených orgánů, byla-li vydána podle zvláštních právních předpisů, a zda jsou <u>dodrženy obecné požadavky na výstavbu. Dále zkoumá, zda skutečné provedení stavby nebo její užívání nebude ohrožovat život a veřejné zdraví, život nebo zdraví zvířat, bezpečnost anebo životní prostředí.</u></i>“ (§ 119 odst. 2 StavZ)</p>	



ISBN 978-80-904739-3-5



9 788090 473935 >