



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ARCHITEKTURY
ÚSTAV NAVRHOVÁNÍ V.

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF DESIGN V.

ARCHITEKTURA PASIVNÍCH DOMŮ NA VENKOVĚ ARCHITECTURE OF PASSIVE HOUSES IN THE COUNTRYSIDE

DOKTORSKÁ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

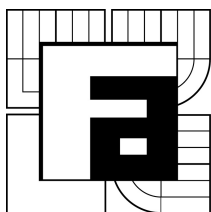
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ING. ARCH. PETR NOVÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

PROF. ING. ARCH. HANA URBÁŠKOVÁ, PH.D.

BRNO 2013



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta architektury
Poříčí 273/5, 63900 Brno 39

Zadání dizertační práce

Číslo dizertační práce: —
Ústav: Ústav navrhování V.
Student(ka): **Ing. arch. Petr Novák**
Studijní program: Architektura a urbanismus (P3501)
Studijní obor: Architektura (3501V002)
Vedoucí dizertační práce: **prof. Ing. arch. Hana Urbášková, Ph.D.**
Konzultanti dizertační práce:

Akademický rok: **2013/14**

Název dizertační práce:

Architektura pasivních domů na venkově

Zadání dizertační práce:

Cílem práce je prověření možnosti výstavby veřejných staveb v pasivním standardu s použitím přírodních materiálů v prostředí venkova České republiky.

Rozsah grafických prací:

Průzkumem současného stavu zkoumané problematiky vyhledat vhodné referenční příklady ze zahraničí a České republiky. Aplikací okrajových podmínek vybrat zkoumané vzorky a ty podrobit zvolené vědecké metodě zkoumání – hodnocení vybraných vlastností zkoumaných vzorků. V závislosti na výsledcích výzkumu formulovat doporučení/architektonické zásady pro navrhování energeticky pasivních domů s použitím přírodních materiálů – veřejných staveb v prostředí venkova České republiky.

Seznam odborné literatury:

REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. Reinberg: ökologische architektur : entwurf, planung, ausführung. Wien: Springer, 2008, 348 s. ISBN 978-3-211-32770-8.

BROPHY, Vivienne a J LEWIS. A green vitruvius: principles and practice of sustainable architectural design. Washington, DC: Earthscan, 2011, p. cm. ISBN 978-184-9711-913.

BÁRTA, Jan. Manuál energeticky úsporné architektury. Praha: Státní fond životního prostředí, 2010, 228 s. ISBN 978-80-904577-1-3.

CHYBÍK, Josef. Energeticky úsporná výstavba. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012, 149 s. ISBN 978-80-7204-813-7.

PASIVNÍ DOMY 2006 - 2012, Sborníky přednášek z mezinárodních konferencí, Brno: Centrum pasivního domu 2006 – 2012.

Termín zadání dizertační práce: 19.11.2008

Termín odevzdání dizertační práce:

Dizertační práce se odevzdává v rozsahu stanoveném vedoucím práce; současně se odevzdává 1 výstavní panel formátu B1 a dizertační práce v elektronické podobě.

Ing. arch. Petr Novák
Student(ka)

prof. Ing. arch. Hana Urbášková, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. arch. Karel Havlíš
Vedoucí ústavu

V Brně, dne 19.11.2008

doc. Ing. Josef Chybík, CSc.
Děkan

ABSTRAKT

Tato dizertační práce prověřuje možnost výstavby pasivních veřejných budov v prostředí venkova České republiky, možnost uplatnění přírodních materiálů při jejich výstavbě a v závěru stanovuje architektonické zásady pro jejich navrhování. Zkoumá stav rozšíření tohoto typu budov v okolních zemích i na našem území, rozdíly v jejich architektonických a technických vlastnostech a možnosti uplatnění přírodních materiálů při jejich výstavbě tak, aby nově navrhované veřejné budovy splňovaly nejen technické a architektonické zásady navrhování pasivních domů, ale aby současně zohlednily i použití tradičních místních přírodních materiálů.

ABSTRACT

This thesis examines the possibility of passive house standard construction of public buildings in the countryside of the Czech Republic, the possibility of application of natural materials in their construction, and in the end it sets architectural principles for their design. It examines the situation of expansion of this type of buildings in the surrounding countries as well as in the Czech Republic, the differences in their architectural and technical characteristics, and the possibilities of the use of natural materials in their construction so that the newly proposed public buildings meet not only the technical and architectural design principles of passive houses, but at the same time reflect using of traditional local natural materials.

KLÍČOVÁ SLOVA

udržitelná architektura
pasivní domy
energetická náročnost budov
venkov
veřejné stavby
přírodní stavební materiály
zdravé domy

KEY WORDS

*sustainable architecture
passive houses
energy efficiency of buildings
countryside
public buildings
natural building materials
healthy houses*

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE TÉTO DIZERTAČNÍ PRÁCE

NOVÁK, P. *Architektura pasivních domů na venkově*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2013. 142 s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. arch. Hana Urbášková, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE, PODPIS AUTORA

Prohlašuji na svou čest, že dizertační práci jsem zpracoval samostatně a že jsem uvedl odkazy na všechnu použitou literaturu.

.....

PODĚKOVÁNÍ

Velké poděkování chci vyjádřit mé školitelce, paní prof. Ing. arch. Haně Urbáškové, PhD., za vynikající odborné vedení. S její pomocí jsem získal mnoho cenných profesních i životních zkušeností. Děkuji také všem architektům, investorům a provozovatelům zkoumaných budov za to, že mi umožnili uskutečnění osobního průzkumu budov a poskytli mi o budovách potřebné informace.

OBSAH

ÚVOD	7
KLÍČOVÁ SLOVA	8
a PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU PROBLEMATIKY, KTERÁ JE PŘEDMĚTEM DIZERTAČNÍ PRÁCE	9
a.1 ŠIRŠÍ SPOLEČENSKÉ ASPEKTY	9
a.1.1 Trend snižování spotřeby energie na provoz budov	9
Rozdělení budov dle energetické náročnosti (potřeby tepla na vytápění)	10
Požadavky, které musí splňovat pasivní domy	10
Hlavní výhody pasivních domů	10
a.1.2 Trend snižování spotřeby energie na výstavbu, změny a odstraňování budov	12
Stavby z přírodních materiálů ve světě a u nás	12
Zdravé domy z přírodních materiálů	14
a.2 SOUČASNÝ ROZVOJ PASIVNÍCH DOMŮ	15
a.2.1 Situace v Evropě	15
a.2.2 Situace v České republice	17
a.3 SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA	18
a.3.1 Legislativa v Evropě	18
a.3.2 Legislativa v České republice	18
a.4 SOUČASNÉ TRENDY V NAVRHOVÁNÍ PASIVNÍCH DOMŮ	19
a.5 VEŘEJNÉ STAVBY NA VENKOVĚ	20
b CÍL DIZERTAČNÍ PRÁCE	21
c POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ	22
c.1 CHARAKTERISTIKA ZVOLENÉ VĚDECKÉ METODY	22
Stanovení objektu pozorování	22
Sběr dat a materiálů	22
Třídění, precizace a uspořádání získaných dat a materiálů	22
Vědecké pozorování a klasifikace	22
Určení způsobu prezentace a adjustace	22
Stanovení hypotézy, její ověřování a určení míry pravděpodobnosti její platnosti	22
c.2 OKRAJOVÉ PODMÍNKY VÝZKUMU	24
Energetický standard	24
Venkovské prostředí	25
Veřejné budovy	25
Podobnost klimatických podmínek	26
Pouze novostavby	26
c.3 ZÁSADY PRO SESTAVENÍ ZKOUMANÉHO VZORKU	27
Rok dokončení výstavby	27
Realizovaná díla	28
Různorodost funkčního využití	28
Osobní průzkum stavby	29
Dostatek získaných informací	29

c.4	INDUKCE PLATNOSTI HYPOTÉZY	30
	Stanovení argumentů	30
	Proces argumentace	30
	Vyhodnocení argumentace	30
d	VÝSLEDKY DIZERTAČNÍ PRÁCE S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKŮ, JEJICH ANALÝZY A JEJICH VÝZNAMU PRO REALIZACI V PRAXI	31
d.1	ZKOUMANÝ VZOREK	32
	Seznam zkoumaných architektonických děl	33
	Mapa s vyznačením geografické polohy zkoumaných děl	34
	Zkoumaný vzorek – katalog architektonických děl	35
d.2	ANALÝZA VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ ZKOUMANÉHO VZORKU	98
	Vlastnost / argument 01 – Energetický standard – energetická náročnost provozu	99
	Vlastnost / argument 02 – Přírodní materiály – energetická náročnost výstavby	102
	Vlastnost / argument 03 – Dominantní jižní prosklení – pasivní solární zisky	106
	Vlastnost / argument 04 – Teplotní zónování dispozice	108
	Vlastnost / argument 05 – Kompaktnost – faktor tvaru	110
	Vlastnost / argument 06 – Tepelně izolační vlastnosti vnějších konstrukcí	112
	Vlastnost / argument 07 – Faktor neprůvzdušnosti	115
	Vlastnost / argument 08 – Opatření proti letnímu přehřívání – stínící systém	117
	Vlastnost / argument 09 – Využití obnovitelných zdrojů energie	119
	Vlastnost / argument 10 – Řízené větrání s rekuperací tepla	121
	Vlastnost / argument 11 – Zemní výměník tepla	123
	Vlastnost / argument 12 – Ekologické hospodaření s dešťovou vodou	127
	Vlastnost / argument 13 – Socio-ekonomický faktor	129
e	ZÁVĚR – PŘÍNOS PRÁCE	131
	Stanovení platnosti hypotézy	131
	Souhrnné vyhodnocení zkoumaných vzorků	131
	Architektura pasivních domů	135
	Navrhování pasivních domů na venkově	137
	Přínos práce	138
	SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ VZTAHUJÍCÍCH SE K TÉMATU DIZERTAČNÍ PRÁCE	139
	Autorské a spoluautorské publikace	139
	Články v časopisech	139
	Příspěvky ve sbornících z konferencí	140
	Příspěvky v ročenkách	140
	Grantové projekty	141
	Zahraniční studijní stáže a kurzy	141
	Zahraniční pedagogické stáže	141
	Zahraniční pracovní stáže	141
	Tuzemské pracovní stáže	141
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	142
	Bibliografické citace	142
	Související dizertační práce	144
	Další zdroje	145

ÚVOD

Po celá staletí a ještě i před sto padesáti lety žila většina lidí na venkově v domech s mnohem menší spotřebou energie a menším komfortem bydlení než dnes. Lidé žili v úzkém kontaktu s přírodou, udržitelným způsobem života. Domy si stavěli většinou z lokálních přírodních materiálů a zdrojem energie jim byl oheň z místního dřeva. Zdroje energie byly často těžko dostupné, a proto se lidé k získané energii chovali velmi šetrně. Ke zvratu došlo při průmyslové revoluci. Energie získávaná z uhlí, ropy a dalších fosilních paliv (neobnovitelných zdrojů), byla najednou dostupná ve velkém množství a lidé ji začali rychle využívat k práci, dopravě i ke zvýšení komfortu bydlení. Zda ji ale využívali a zda ji i my v současné době využíváme maximálně efektivně anebo s ní plýtváme, je otázka na každého z nás. Každý člověk totiž zanechává svým životem na Zemi určitou ekologickou stopu. Aby si uvědomil dopad svého životního stylu, měl by si zjistit, jak velkou ekologickou stopou za sebou zanechává (např. na webu www.hraozemi.cz).

Mezinárodní agentura IEA (International Energy Agency) uvádí, že vyspělá část světa, přibližně 20% obyvatel Země, spotřebuje 80% energie a 90% neobnovitelných zdrojů. Z celkového množství energie spotřebuje přibližně 30% průmysl, 30% doprava a 40% domácnosti a služby, z nichž největší podíl, více než 70% se spotřebuje na vytápění a chlazení budov. Bydlení, stavebnictví a architektura mají tedy velkou možnost celkové množství spotřebované energie ovlivnit. Chová se však vyspělá část světa, těchto 20% obyvatel, udržitelně?

Mahátma Gándhí kdysi řekl „*Země poskytuje dostatek pro uspokojení veškerých lidských potřeb, nikoliv veškeré lidské nenasytlosti*“.

Z důvodu trvale udržitelného rozvoje evropských států, z důvodu snížení jejich energetické závislosti na dovozu ropy a plynu, z důvodu dodání impulzu do stagnující ekonomiky a z důvodu zlepšení životní úrovně svých obyvatel, rozhodli zástupci evropských států v Evropském parlamentu o vydání směrnice EPBD a později i EPBDII. Tím se členské státy zavázaly

ly k postupnému přechodu k výstavbě budov s téměř nulovou spotřebou energie nejpozději od roku 2020.

V některých částech Evropy už tuto zásadu dodržují několik let, v jiných si z vlastního přesvědčení určili ještě přísnější kritéria.

V České republice vstoupila od 1. 1. 2013 v platnost novela zákona o hospodaření energií č. 406/2006 Sb., pod číslem 318/2012 Sb., která je výchozím dokumentem pro zavedení EPBD II a stanovuje ve zkratce to, že od roku 2020 budou všechny nové budovy stavěny s téměř nulovou spotřebou energie při optimální úrovni nákladů. Ještě o čtyři roky dříve, tedy od 1. 1. 2016 začne tato povinnost platit pro všechny nové budovy, jejichž vlastníkem a uživatelem je orgán veřejné moci nebo subjekt řízený orgánem veřejné moci a jejichž celková energeticky vztažná plocha bude větší než 1500 m². Každý další rok se bude spektrum budov, které budou muset tuto podmínku splňovat, rozšiřovat až do stavu, kdy od 1. ledna 2020 takto budou muset být stavěny všechny nové budovy.

Tato dizertační práce prověřuje možnosti výstavby pasivních veřejných budov v prostředí venkova České republiky, možnosti uplatnění přírodních materiálů při jejich výstavbě a v závěru stanovuje architektonické zásady pro jejich navrhování. Zkoumá jejich stav rozšíření v okolních zemích i na našem území, rozdílů v jejich architektonických a technických vlastnostech a míru uplatnění přírodních materiálů při jejich výstavbě. Tak, aby nově navrhované veřejné budovy splňovaly nejen technické a architektonické zásady navrhování pasivních domů, ale aby současně zohlednily i použitím tradičních místních přírodních materiálů.

KLÍČOVÁ SLOVA

pasivní domy
passive houses

energetická náročnost budov
energy efficiency of buildings

venkov
countryside

veřejné stavby
public buildings

přírodní stavební materiály
natural building materials

udržitelná architektura
sustainable architecture

zdravé domy
healthy houses

a

PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU PROBLEMATIKY

a.1

ŠIRŠÍ SPOLEČENSKÉ ASPEKTY

Tak jako každým dnem narůstá celosvětová populace, narůstají i její nároky na energii. Získávání energie má však velké negativní účinky na životní prostředí. Těžba fosilních paliv devastuje krajinu a jejich spalování negativně ovlivňuje kvalitu životního prostředí. Mnozí vědci na celém světě se shodují na tom, že už máme jen velmi krátkou dobu na to, abychom redukovali množství CO₂ vypouštěného do ovzduší. Pokud by totiž teploty na celém světě stouply o více než 2 % oproti úrovni před industrializací, mohly by způsobit globální klimatické změny. Extrémní výkyvy počasí by se mohly dít častěji a být intenzivnější. Mnohá místa na Zemi by se v důsledku toho mohla stát těžko obyvatelná. Každý člověk, který vnímá dění kolem sebe a hledí i do budoucnosti dalších generací, by k tomuto stavu neměl zůstat lhostejný.

Jednou z hlavních cest vedoucích k významnému snižování negativních účinků na životní prostředí je snižování energetické náročnosti budov. A to jak při jejich provozu, tak při jejich výstavbě, změnách či odstraňování.

a.1.1

Trend snižování spotřeby energie na provoz budov

Energetická účinnost je z hlediska nákladů nejefektivnějším a okamžitě dostupným nástrojem ke snižování vytvářeného množství CO₂ a tím také k omezování negativního vlivu na životní prostředí. *Centrum pasivního domu* uvádí na svém webu ve článku *Nejnovější evropské míry jsou „20 – 20 – 20“* následující text: „Evropská komise přišla s návrhem, jak udělat z ochrany životního prostředí vlajkovou loď evropské politiky. Jejím hlavním heslem je

snížení spotřeby energie o 20 % do roku 2020, což zároveň přispěje ke snížení emisí skleníkových plynů o 20 %. Evropský parlament vyzývá Komisi, aby navrhla jednak závazné požadavky, podle nichž by všechny nové budovy vyžadující vytápění či chlazení musely být od roku 2011 postaveny podle norem pro pasivní domy nebo obdobných norem pro nebytové domy, a jednak požadavek používat pro vytápění a ochlazování od roku 2008 pasivní řešení. U budov, kde spotřeba energie překračuje 40 %, budou přísné normy pro nové budovy doprovázeny opatřeními na zlepšení energetické účinnosti budov, z nichž 75 % bude ještě v roce 2050 stát.

Centrum pasivního domu se domnívá, že normy energetické náročnosti musí být přísné a musí se vztahovat na všechny budovy, které musí být vytápěny nebo ochlazovány, a proto potřebují energii. U nových domů se musí urychlit přechod na normy pro pasivní domy. Technologie a odborné znalosti a zkušenosti, které jsou potřebné k tomu, aby se stavěly pasivní domy s minimálními nároky na vytápění a chlazení, již existují, ale je třeba je víc rozšířit.

Vzhledem k tomu, že energetická účinnost hraje rozhodující roli ve snižování závislosti Evropské unie na dovozu energie, v řešení budoucího nedostatku zdrojů energie a ve zmírňování dopadů cenových šoků v oblasti energií, je nesmírně důležité zajistit, aby stávající budovy byly modernizovány a nové budovy byly stavěny podle norem nejvyšší možné energetické účinnosti, tj. v pasivním standardu.“¹

Snížit spotřebu energie lze několika způsoby. Úsporným využíváním energie, hospodařením s přírodními zdroji, používáním obnovitelných zdrojů energie, zamezením nadměrného vzniku odpadů a prováděním jejich recyklace. Cílem je maximální snížení energetické náročnosti budov pomocí energeticky úsporných opatření. Tato opatření je zapotřebí dodržovat jak při projektování stavby, tak při realizování stavby a také při užívání stavby.

¹ Centrum pasivního domu . *Nejnovější evropské míry jsou „20 – 20 – 20“* [online]. Centrum pasivního domu , c2007 [cit. 2008-03-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz/aktualne/nejnovejsi-evropske-miry-jsou-20-20-20.html>>.

Provoz moderní domácnosti se neobejde bez využívání energie. Lidé často nemají správný odhad, kolik energie v domácnosti spotřebují. Podle průzkumu provedeného v Německu 74% respondentů netuší, že největší podíl na spotřebě energie v domácnosti má topení. Téměř 30% z nich neví, kolik platí měsíčně za topení (viz. Obr. a.1). Je však jisté, že s pokračujícím zdražováním energií se lidé budou o úspory energie zajímat více a více. Tak jako jsou dnes žádány pračky či automobily s minimální spotřebou, žádají zákazníci stále častěji domy s minimální spotřebou energií. Takovými domy jsou právě domy pasivní.

Rozdělení budov dle energetické náročnosti (potřeby tepla na vytápění)

Členění budov podle energetické náročnosti uvádí například už v roce 2002 ve své knize *Nízkoenergetický ekologický dům* Eugen Nagy:

- *Běžné domy starší než třicet let* - mají ve většině případů spotřebu nad 200 kWh/(m²a). Příčinou tak velké spotřeby jsou hlavně málo těsná okna a dveře, nezateplené konstrukce, zastaralá otopná soustava (jež je současně velkým zdrojem emisí), přetápění a větrání otevíráním oken.
- *Tradiční současné novostavby* - mají spotřebu v rozmezí 70 až 140 kWh/(m²a). Tepelné izolační vlastnosti jejich konstrukce jsou na úrovni požadavků normy. Nejčastěji používají klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu a větrání otevíráním oken.
- *Energeticky úsporné domy* - se spotřebou 50 až 70 kWh/(m²a) mají dobře zateplené konstrukce, klasické vytápění pomocí kotle o středním výkonu a větrání otevíráním oken.
- *Nízkoenergetické domy* - mají spotřebu tepla na vytápění 15 až 50 kWh/(m²a). Tuto nízkou spotřebu umožňují dobře zateplené konstrukce, řízené větrání, otopná soustava o nižším výkonu a využití obnovitelných zdrojů energie.
- *Pasivní domy* - spotřebují 5 až 15 kWh/(m²a). Tyto domy mají vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce a teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla.
- *Nulové domy* - se spotřebou do 5 kWh/(m²a) mají parametry minimálně na úrovni pasivního

domu a navíc velkou plochu fotovoltaických panelů či jiný obnovitelný zdroj energie.²

Obdobné členění budov podle energetických parametrů uvádějí v současnosti už i mnohé další tuzemské zdroje od malých neziskových ekologických sdružení až po velké nadnárodní firmy a různými médii je čím dál intenzivněji prezentují odborné i laické veřejnosti (viz. Tab. a.1).

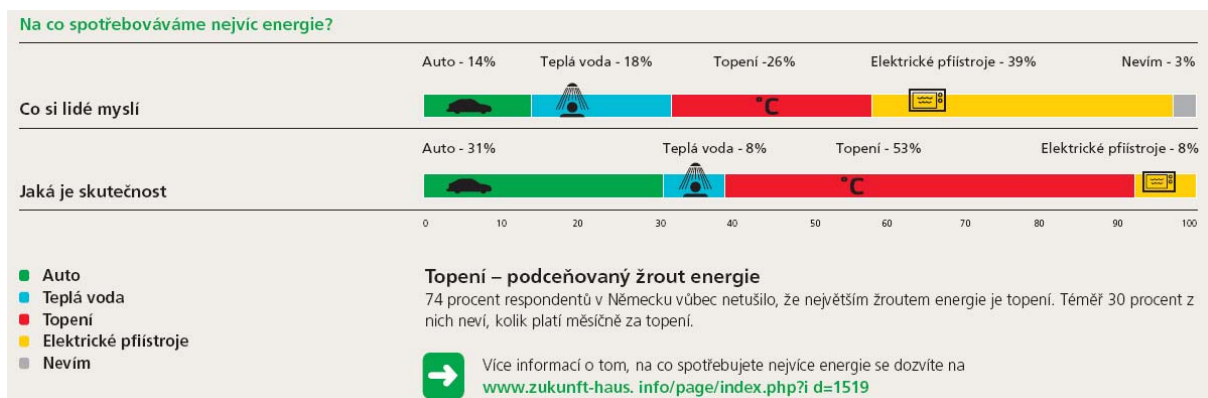
Požadavky, které musí splňovat pasivní domy

- měrná spotřeba tepla na vytápění budovy musí být do 15 kWh/(m²a),
- neprůvzdušnost obálky budovy n_{50} ověřená tlakovou zkouškou nesmí překročit hodnotu 0,6 h⁻¹, tedy při přetlaku a podtlaku 50 Pa se nesmí za hodinu vyměnit netěsnostmi v obálce více než 60 % vnitřního objemu vzduchu,
- celkové množství primární energie spojené s provozem budovy včetně domácích spotřebičů je maximálně 120 kWh/(m²a). Primární energie vyjadřuje množství energie spotřebované z neobnovitelných zdrojů. Použijeme-li jako zdroj například elektřinu musíme při výpočtu primární energie vynásobit výsledek třemi díky velmi neefektivní výrobě.

Hlavní výhody pasivních domů

- velmi komfortní bydlení
- zdravé vnitřní prostředí
- velmi nízké provozní náklady
- cenová dostupnost a standard příštích let
- velká míra nezávislosti na cenách energie
- vklad do kvality budovy zaručuje, že si bude držet dlouhodobě vysokou hodnotu
- zodpovědné chování k přírodě a životnímu prostředí

² NAGY, Eugen. *Nízkoenergetický ekologický dům*. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2002, s. 289. ISBN 8088905745.



Obr. a.1 Graf rozložení spotřeby energie v domácnosti. Zdroj: Rockwool, a.s.³

Potřeba energie na vytápění typického RD pro jednu rodinu	kWh/m ² a 300 - 250	kWh/m ² a 120 - 100	kWh/m ² a 50 - 40	kWh/m ² a ≤15
DRUH STAVBY	Naprostě nedostatečná tepelná izolace Konstrukčně nevyhovující, neúnosná cena za vytápění. (Typické venkovské budovy a nemodernizované staré budovy.)	Nedostatečně tepelně izolovaný dům Nutná energetická sanace. (Typická občanská výstavba 50.-70. let minulého století.)	Nízkoenergetické domy	Pasivní domy (Jedním z požadavků pasivních domů je splnění parametrů pro konstrukce.)
KONSTRUKCE	Typické hodnoty součinitele U a tloušťky izolací			
Obvodové stěny (masivní, tl. 25cm) Tloušťka izolace	1,30 W/(m ² K) 0 cm	0,40 W/(m ² K) 6 cm	0,20 W/(m ² K) 16 cm	0,13 W/(m ² K) Průměrně 30 cm
Střecha Tloušťka izolace	0,90 W/(m ² K) 4 cm	0,22 W/(m ² K) 22 cm	0,15 W/(m ² K) 30 cm	0,10 W/(m ² K) 40 cm
Podlaha na terénu Tloušťka izolace	1,0 W/(m ² K) 0 cm	0,40 W/(m ² K) 6 cm	0,25 W/(m ² K) 10 cm	0,15 W/(m ² K) 26 cm
Okna	5,10 W/(m ² K) Jednoduché zasklení	2,80 W/(m ² K) Izolační dvojsklo (plněné vzduchem)	1,10 W/(m ² K) Tepelně-izolační dvojsklo	0,80 W/(m ² K) Tepelně-izolační trojsklo, speciální rám
Větrání	Netěsné spoje	Otevřená okna	Jednotka nuceného větrání s rekuperací	Komfortní ventilační systém s rekuperací tepla
Emise CO₂	60 kg/m ² a	30 kg/m ² a	10 kg/m ² a	2 kg/m ² a
Roční spotřeba energie litry palivového oleje/m² obytné plochy	30-25 litrů	15-10 litrů	4-5 litrů	1.5 litru

Tab. a.1 Srovnání vlastností domů různých kategorií energetického standardu. Zdroj: ISOVER⁴

³ ROCKWOOL : TEPELNÉ A PROTIPOŽÁRNÍ IZOLACE [online]. c2008 [cit. 2008-03-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.rockwool.cz/graphics/RW-CZ-implementation/frontpage/delejmetojinak/rw-environment-06.pdf>>.

⁴ Multi-Komfortní dům: pasivní dům od Isoveru. ISOVER [online]. [2012] [cit. 2013-01-22]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/pasivni-dum>

a.1.2 Trend snižování spotřeby energie na výstavbu, změny a odstraňování budov

Jestliže hledáme cesty ke snižování energetické náročnosti staveb, měli bychom zohlednit kromě stránky provozních energetických nároků také stránku energetických nároků na realizaci stavby. Velké množství projektantů si neuvědomuje, kolik tzv. „šedé energie“ se skrývá v různých stavebních materiálech. Při návrhu bychom měli uvažovat o tom, které materiály použijeme. Důležitým kritériem při tomto rozhodování by měla být i náročnost jejich výroby (tzn. např. do jaké míry je jejich výroba energeticky náročná, ale i jaké množství CO₂ při jejich produkci vzniká). Ekologické materiály, jakými jsou například dřevo, hlína, sláma, ovčí vlna aj., již nacházejí své uplatnění v současných novostavbách. Například na Moravě byla v minulosti nejčastěji využívaným stavebním materiálem lokálně snadno dostupná hlína, v podhorských oblastech zase dřevo z blízkých lesů. Dizertační práce je zaměřena na možnosti využití místních přírodních materiálů při výstavbě pasivních domů.

Stavby z přírodních materiálů ve světě a u nás

Přestože ve 20. století byly přírodní materiály z vyspělého stavebnictví téměř zcela vytlačeny odolnějšími materiály, zůstaly předmětem zájmu i u celosvětově známých architektů. Například Frank Lloyd Wright, Le Corbusier či Antonio Gaudí se zabývali projekty z hlíny a dřeva a uplatňovali tyto materiály ve své tvorbě. Podporu nepálené hlíně vyjádřil například i bývalý prezident USA Ronald Reagan, jenž měl z hlíny postaveno své vlastní letní sídlo.

Zlom využití nepálené hlíny ve stavebnictví nastal až s energetickou krizí v 70. letech, s nutností řešit problém obrovského množství lidí bez přístřeší ve třetím světě a zabývat se ekologickými problémy planety. Hlína se stala tématem hodným vědeckých výzkumů a projektů realizovaných především v USA, Mexiku, Německu, Francii, Belgii a v Africe.

V dnešní době stojí ve světě desítky tisíc nových hliněných domů. Většina z nich byla či je zrealizována v Africe a Asii za pomoci amerických a evropských expertů. Mnoho domů bylo postaveno i v Evropě, především ve Francii, a to nejen jako sociální výstavba, ale také

jako luxusní domy. Velké množství nových hliněných staveb nalezneme na jihu USA, kde se hliněné domy nepřestaly nikdy stavět. A díky kontinuitě technického vývoje v podmínkách bohaté společnosti zde dosáhly vysoké stavební úrovně.

Nepálená hlína je v současné době v zemích našich západních sousedů velmi oblíbeným materiálem při realizacích různých druhů staveb. Výhodami nepálené hlíny jsou její snadná recyklovatelnost, bezodpadová likvidovatelnost, nízké provozní náklady s nízkou spotřebou energie a především její ekologická nezávadnost. Na stavbách z Německa, Rakouska ale i České republiky, které byly postavené v posledních letech, můžeme sledovat možnosti uplatnění nepálené hlíny v soudobé architektuře. Tyto stavby dokazují, že nepálená hlína je dobře využitelná nejenom pro rodinné domy a bytové stavby, ale také pro stavby veřejné. Navíc nepálená hlína se dá velmi dobře využít i jako efektní výtvarný prvek.

Použití hliněného stavebního materiálu má na území Moravy velmi silnou tradici a najdeme ho v mnoha starších domech na venkově i ve městech. V předešlých deseti letech se u nás hlína používala především ve stavbách experimentátorů, nadšenců a ekologických institucí. Dnes jsou již stavební materiály z hlíny v nabídkách několika moravských firem a používají se čím dál častěji.

V minulosti byla nepálená hlína na jižní Moravě nejčastěji používaným materiálem. Mnohé stavby se dochovaly dodnes a jsou památkově chráněné. V některých obcích se dochovaly celé soubory lidové hliněné architektury (např. Hanácký skanzen v Příkazech) a byly vyhlášeny vesnické památkové zóny.



Obr. a.2 Hanácký skanzen, Příkazy - stodoly z nepálených hliněných cihel (foto: autor)



Obr. a.3 Hanácký skanzen, Příkazy - rekonstrukce ohradní zdi z hliněných nepálených cihel na hliněnou maltu (foto: autor)

Z hlíny se v minulosti stavělo hlavně proto, že to byl materiál levný, snadno dostupný a zpracovatelný. Mnoho obcí na Moravě mělo vytypované místo, odkud těžili hlínu vhodnou pro stavění. Náklady na dopravu hlíny na staveniště byly tedy velmi malé a materiál byl téměř zdarma. Snadná zpracovatelnost hlíny vedla často ke stavbám svépomocí a tím k dalšímu snížení nákladů. Dnes při nutnosti užívat certifikované stavební materiály a stavební postupy už tento způsob výstavby není možný.



Obr. a.4 Hliněná bašta, Průhonice (foto: autor)

Z dnešního pohledu můžeme říci, že hlína je soudobý ekologický stavební materiál s velice

malým podílem zabudované tzv. „šedé“ energie, která se spotřebovává při jeho těžbě, výrobě a dopravě na stavbu. V České republice začali před pár lety někteří architekti používat hliněný materiál ve spojení s dalšími přírodními materiály v prvních novodobých hliněných stavbách. Tou je například *Restaurace Hliněná bašta* v Průhonicích u Prahy z roku 1997 od SEA - Skupina ekologické architektury Petra Suskeho, Jiřího Jakeše a Michala Havelky. Výstavba tohoto domu byla vzorovým experimentem, na kterém byly testovány různé druhy použití hliněného stavebního materiálu.

Dalšími z prvních novodobých staveb postavených s použitím hlíny na našem území byla především sídla ekologických a neziskových organizací, např. *Centrum VERONICA* v Hostětíně z roku 2006 od Georga W. Reinberga nebo *Středisko ekologické výchovy Sluňákov* v Horce nad Moravou z roku 2007 od ateliéru *Projektil Architekti* nebo také menší projekty pokrokových stavebních firem, jakou je např. firma *RIGI* se svým projektem ekologického sídliště *Slunečná ulice* v Hradčanech u Brna s pasivními rodinnými domy z přírodních materiálů od architekta Aleše Brotánka.

Dnes má u nás hlína již experimentální fázi i průkopnické projekty úspěšně za sebou a postupně se vrací na vesnice, jako soudobý materiál pro stavbu nejen rodinných domů, ale i větších budov. Velký podíl na vzrůstající popularitě a důvěryhodnosti hliněného materiálu (především nepálených hliněných cihel a hliněných omítek) mají firmy, které tyto stavební materiály vyrábějí a nabízejí a to včetně potřebných certifikátů. Z hliněných materiálů se u nás nejčastěji sekáváme s použitím nepálených hliněných cihel pro zdění nenosných příček, hliněných omítek do interiéru a začínají se používat také hliněné panely. Výrobou a prodejem těchto ekologických stavebních materiálů se na území Moravy zabývá několik firem, např. firma *Claygar* se sídlem v Olomouci a výrobnou v Lužici, firma *RIGI* v Hradčanech u Brna či firma *Hliněný dům* v Lysovicích na Vyškovsku. Většina informací pochází z info-materiálů těchto výrobců.

Je ovšem také na architektech, aby tento ekologický a zdravý materiál využívali více a hledali způsoby jeho vhodného uplatnění v konkrétních stavbách a jejich jednotlivých konstrukcích. Možností je mnoho: nosné kon-

strukce, výplňové zdivo, omítky, podlahy, hydroizolace (bentonit), umyvadla a sprchové kouty (tadelakt), konstrukce pecí či uměleckých děl atd. Užití hlíny má ve stavitelství i architektuře silnou tradici, avšak není to materiál zastaralý. Díky svému potenciálu má předpoklady stát se materiálem budoucnosti.



Obr. a.5 Certifikované nepálené hliněné cihly z výroby firmy Claygar v Lužici (foto: autor)

Během tvorby této dizertační práce jsem na toto téma vytvořil řady přednášek a příspěvků, které jsem prezentoval ve výuce i na konferencích. V rámci výuky předmětu Zásady navrhování ekologických staveb jsem s pomocí studentů druhého ročníku sestavil také katalog staveb z hlíny. Hledal jsem stavby, v jejichž konstrukci se vyskytuje hlína. Výsledný katalog obsahuje více než sto domů z různých částí světa. Ukázalo se, že hlína má své místo i v současné světové architektuře. Z katalogu jsem vybral několik staveb, které využívají hlínu a které jsou současně stavbami energeticky úspornými a podrobil jsem je dalšímu detailnějšímu výzkumu.

Zdravé domy z přírodních materiálů

Dnešní stavebník vyžaduje stavbu s minimálními nároky na energie, která mu ovšem bude současně garantovat zdravé bydlení. M. Hrazdilová uvádí ve svém článku *Zdravé bydlení* toto: „Zájem o kvalitu vnitřního prostředí budov a zahrnutí tohoto zájmu do multidisciplinárního oboru byl vyvolán jak rychlým vývojem nových stavebních technologií a umělých materiálů, tak používáním přesnějších analytických metod, kterými lze nyní v běžném bytě najít a určit velké množství chemických látek. Nejsilnějším impulsem však byla energetická krize, která vedla ke snaze o úsporu všech druhů energie. Tyto snahy znamenaly

i větší zájem o provozování budov s omezeným větráním a s akceptovatelnými výdaji na vytápění. Principy řízeného větrání využívané v pasivních domech jsou jednou z alternativ řešení mikroklimatu v interiérech.“⁵



Obr. a.6 Důsledné použití přírodních materiálů v Mateřské škole, Slušovice, 2010 (foto: autor)



Obr. a.7 Avaloka - škola tradičních umění, Praha-Stodůlky, 2011, dřevo s přírodním náterem/hliněné omítky/papírová svítidla, stínidla a další (foto: autor)

⁵ HRAZDILOVÁ, M. Zdravé bydlení. In BÁRTA, J. (redaktor). *Sborník mezinárodní konference : Pasivní domy 2005*. 1. vydání Brno : Centrum pasivního domu, 2005. s. 283-289, citát s. 283 a s. 287.

a.2

SOUČASNÝ ROZVOJ PASIVNÍCH DOMŮ

Situace v Evropě

První pasivní dům splňující německá kritéria určená Passivhaus institutem v Darmstadtu postavili v roce 1991 v Darmstadtu-Kranichsteinu jako prototyp zakončující výzkumný projekt tohoto institutu. V devadesátých letech 20. st. se pasivní domy začaly postupně stavět jak v Německu, tak také v Rakousku a Švýcarsku. Do dalších států se rozšířily až počátkem 21. st.

Dnes už je pojem pasivního domu běžně užíván v celé Evropě. O jeho rozšíření se zasloužil ve velké míře právě *Passivhaus institut* v Darmstadtu v čele se svým zakladatelem, doktorem Wolfgangem Feistem. Brzy poté se obdobné organizace začaly zakládat i v dalších státech a dnes již fungují nejen ve většině evropských států, ale například i v USA, Kanadě, Japonsku, Jižní Koreji či na Novém Zélandu.

Po průkopnickém období nabral v devadesátých letech rozvoj výstavby pasivních domů rychlé tempo nejprve v Německu. Prvním městem, které se z vlastní vůle zavázalo, že bude stavět všechny své veřejné budovy v pasivním standardu, byl Frankfurt nad Mohanem a díky tomu má dnes již více než sto těchto budov. První spolkovou zemí, která se zavázala k tomu, bylo v roce 2011 Bavorsko a v současné době má tento závazek už přibližně třicet evropských regionů.

Zářným příkladem je také město Brusel, kde byl první pasivní dům postavený až v roce 2007, avšak dnes už se tu staví všechny veřejné budovy pouze v pasivním standardu. Tamní osvětlené ministerstvo začalo s podporou pasivních budov všech typologických druhů finančními dotacemi (€100/m² u novostaveb a €150/m² u rekonstrukcí). Veřejnost tento trend velmi kladně přijala, rychle se začalo stavět a za čtyři roky již ve městě sálo 116 pasivních budov s obytnou plochou 265 000 m². V roce 2010 se tedy město rozhodlo, že všechny veřejné a vícepodlažní obytné budovy budou stavěny jen v pasivním nebo lepším standardu. Od roku 2015 plánuje, že takto budou stavěny v Bruselu úplně všechny budovy.

To je o šest let dříve, než to nařizuje Evropská unie. Na tomto příkladu je vidět, jak silný vliv mají politická rozhodnutí.

Z celoevropského pohledu jde rozvoj těmito kroky. První desítky pasivních domů v devadesátých letech, 300 domů v roce 2001, 40 000 pasivních domů o podlahové ploše 20 milionů m² v roce 2011 a odhaduje se, že v roce 2021 bude v Evropě 500 milionů m² podlahové plochy v pasivních domech. Dle výzkumu vývoje výstavby pasivních domů, jež provádí rakouský *IG Passivhaus* se v současné době v Evropě staví 3% novostaveb v pasivním standardu a předpokládá se, že v roce 2021 to bude 50%.

V Rakousku nastal tento trend o několik let později, ale s nemenší intenzitou. První rakouský pasivní dům byl postavený ve Vorarlbersku v roce 1996 a tato nejzápadnější spolková země se stalou rakouskou líhní pasivních domů, z níž se brzy rozšířily do celého Rakouska. V roce 2000 bylo v Rakousku 50 pasivních domů, v roce 2011 už 11 000 pasivních domů a dnes má Rakousko v pasivních budovách přibližně 6 milionů m² a více než 25 tisíc bytů.

V současnosti je v Rakousku průměrně 25% novostaveb v pasivním standardu. Značné rozdíly jsou ale dle jednotlivých spolkových zemí. Vorarlbersko je nejprogresivnější, už od roku 2007 staví všechny větší budovy, počínaje obytnými, v pasivním standardu. Téměř v každé druhé tamní obci už staví veřejné budovy pouze v pasivním nebo lepším standardu. V Dolním Rakousku je tato povinnost pro veřejné budovy od roku 2008. První pasivní mateřská škola byla v Rakousku postavena v roce 2004, a zatím co v roce 2006 jich stálo pět v celém Rakousku, tak v roce 2009 jich stálo v jedné obci, v Badenu u Vídně. Zkušenosti již dnes mají také s rekonstrukcemi a přístavbami, ve kterých je velmi dobře znát velký rozdíl ve zvýšení kvality vnitřního klimatu (tepla, vlhkosti, pachů apod.) a snížení provozních nákladů (topení, chlazení, teplá voda apod.).

Wels je zářným příkladem rakouského města střední velikosti (60 tis. obyvatel). Město se z vlastní iniciativy zavázalo, že se stane městem energie. V roce 2003 vydalo deklaraci o podpoře získávání energie z obnovitelných zdrojů a podpoře šetrné energie. V roce 2008 vydalo deklaraci o pasivní výstavbě všech veřejných budov a jejich rekonstrukci podle zásad výstavby pasivních domů. Wels také každý

rok postaví přibližně 70 až 100 bytů v pasivním standardu. Tím nepřímě motivuje k výstavbě pasivních domů i své obyvatele. Dnes stojí ve městě přibližně deset veřejných budov v pasivním standardu (základní a mateřská škola, domov důchodců, tělocvična, kostel s farním centrem, muzeum a veletržní areál). Na téma šetrného hospodaření s energií se tu každoročně koná mnoho akcí v čele s mezinárodními výstavami a veletrhy.



Obr. a.8 Welios – nízkoenergetické muzeum energie a zážitků, Wels (dokončeno 2011) ⁶



Obr. a.9 Výstaviště ve Welsu – nově postavené budovy v pasivním standardu (foto: autor)

K propagaci pasivních domů přispívá od roku 2010 také mezinárodní soutěž o nejkrásnější pasivní dům roku. Její první ročník, *1st Passive House Architecture Award*, je dalším důkazem, vyvracejícím jeden z častých mýtů o nevzhlednosti pasivních domů.

⁶ OÖ Welios Science Center: Hands-On Lessons in Renewable Energy Practices. In: *Entertainment Designer* [online]. 2011 [cit. 2013-01-27]. Dostupné z: <http://entertainmentdesigner.com/news/museum-design-news/oo-welios-science-center-hands-on-lessons-in-renewable-energy-practices/>



Obr. a.10 1. cena - bytový dům ve švýcarském Liebefeldu od Halle 58 Architects ⁷



Obr. a.11 2. cena – rodinný dům v Japonském městě Kamakura ⁷



Obr. a.12 ocenění – modulární tělocvična pro školy ve Frankfurtu nad Mohanem ⁷

⁷ Erster Architekturpreis Passivhaus als Buch. In: *IG-Passivhaus* [online]. 2010 [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.ig-passivhaus.de/index.php?page_id=186&level1_id=75

Situace v České republice

Jednotlivé domy, nesoucí některé ze znaků pasivních domů, lze v České republice najít na různých místech a s různým datem výstavby. Od řady příkladů z lidové architektury až třeba po jednu z nejznámějších českých vil, brněnskou vilu Tugendhat od architekta L. Miese van der Rohe, která má hned několik znaků pasivního domu. Dalo by se tedy spekulovat o tom, že kdyby její autor měl dnešní znalosti, materiály a technologie pasivních domů, navrhl by tuto vilu v pasivním standardu.

Jedním z prvních vědecky pojatých pokusů o pravý nízkoenergetický dům je experimentální nízkoenergetický dům v Podolí u Brna, jehož cílem bylo zjistit, nakolik lze pomocí obnovitelných zdrojů energie snížit spotřebu energie získávané klasickým způsobem. Byl postavený v polovině 90. let 20. st. společností *VUES Brno* (bývalý Výzkumný ústav elektrických strojů točivých) ve spolupráci s brněnskými technickými vysokými školami.



Obr. a.13 Experimentální nízkoenergetický dům VUES v Podolí u Brna (foto: autor)

Vysoké školy se tématem nízkoenergetických domů začaly zabývat postupně přibližně od 90. let 20. st. Z počátku šlo o iniciativu jen některých pedagogů, kteří už tehdy své studenty s tímto tématem podrobně seznamovali. Jejich snažení se postupně rozšiřovalo, prohlubovalo a postupně se posunulo od nízkoenergetických domů k domům pasivním. Po roce 2000 začaly vznikat samostatné nové předměty specializované na téma energeticky úsporného stavitelství a ekologické architektury. V současné době byla například na Fakultě architektury VUT v Brně dokončena komplexní

inovace bakalářského a magisterského studijního programu Architektura a urbanismus podle zásad trvale udržitelného rozvoje. Na Fakultě stavební ČVUT v Praze vytvořili před několika lety nový magisterský studijní program Budovy a prostředí, jehož studium je zaměřeno na komplexní zvládnutí principů koncepčního navrhování budov, jejich částí, energetických a ekologických systémů budov, které při minimální spotřebě energie a minimální zátěži životního prostředí zajišťují komfortní vnitřní prostředí, reagující na požadavky uživatelů. Důraz je kladen na chápání budovy jako celku, s vazbami na vnější i vnitřní životní prostředí v měřítku celého životního cyklu budov ("Integrated building design"). Díky takto kvalitním základům, získaným již při studiu, vyrůstají u nás kvalifikovaní a vzdělaní odborníci.

K podpoře udržitelné architektury pomáhá také Státní fond životního prostředí ČR (SFŽP ČR), který například od roku 2009 administroval program *Zelená úsporám*, v roce 2010 vydal společně s Českou komorou architektů (ČKA) knihu *Manuál energeticky úsporné architektury* (ke stažení zdarma na www.sfzp.cz) a od začátku roku 2013 administruje program *Nová zelená úsporám*.

Další silnou institucí zabývající se nejen odborným vzděláváním, ale i osvětou veřejnosti je *Centrum pasivního domu* (CPD). Tato česká alternativa německého *Passivhaus institutu* vznikla v Brně. Již od roku 2005 pořádá každoročně konferenci Pasivní domy a tím významně napomáhá přenosu nejnovějších zahraničních zkušeností do našeho prostředí. Velkými propagátory pasivních domů jsou také někteří členové CPD, jednotliví odborníci a architekti, přednášející a publikující jak pro odbornou, tak laickou veřejnost na konferencích, v časopisech nebo ve vlastních knihách. CPD se podílí také na tom, že od roku 2012 vychází první český časopis zaměřený na výstavbu a provoz budov s nízkou energetickou náročností nazvaný *Energeticky soběstačné budovy*.

Na webu CPD www.pasivnidomy.cz je umístěna také veřejně přístupná databáze pasivních domů v České republice. O pasivních domech zapsaných do této databáze si tak může každý zjistit, jaké mají vlastnosti, kde se nacházejí a jaký je jejich vzhled. Označení pasivní dům bývá v českém prostředí často používáno i pro domy, které ve skutečnosti parametry

pasivního domu nemají. Domy, které jsou zapsané do databáze CPD, však jsou odborně prověřené.

Zatímco v roce 2009 bylo v této databázi zapsáno 30 pasivních domů, koncem roku 2010 více než 60 domů a k počátku roku 2013 více než 120 pasivních domů. Podle slov ředitele sdružení, Ing. Jana Bárty, z roku 2012 je situace v ČR následující: „V naší databázi je odhadem asi čtvrtina všech postavených pasivních domů. Podle mých aktuálních informací navíc v programu Zelená úsporám čeká na vyřízení přibližně 500 žádostí pasivních domů (tyto domy ještě nejsou postavené). Trend u nás zatím kopíruje počátky v zahraničí – každým rokem se počet pasivních domů zhruba zdvojnásobí.“

Lze tedy očekávat, že v několika málo letech by počet pasivních domů v České republice mohl dosáhnout čtyřmístného čísla. Také lze očekávat, že se kromě rodinných domů, které zatím tvoří mezi pasivními domy velkou většinu, začne zvyšovat počet pasivních bytových domů, veřejných budov a dalších typů budov tak, jak je tomu například v Rakousku a Německu.



Obr. a.14 První certifikovaný pasivní dům v ČR, který získal certifikát Qualitätsgeprüftes Passivhaus od Passivhaus institutu v Darmstadtu (foto: M. Konečný)⁸

⁸ Jenišov, pasivní RD. První pasivní dům v ČR s certifikátem Qualitätsgeprüftes Passivhaus od PHI Darmstadt. In: *Pasivní domy* [online]. 2010 [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/domy/jenisov-pasivni-rd-prvni-pasivni-dum-v-cr-s-certifikatem-qualitatsgepruftes-passivhaus-od-phi-darmstadt.html>

a.3

SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA

Legislativa v Evropě

Podle dostupných údajů se budovy v Evropské unii podílejí na celkové spotřebě energie přibližně čtyřiceti procenty a mají rostoucí tendenci. Současné evropské trendy ochrany životního prostředí, šetrného hospodaření s přírodními zdroji společně s ekonomickou recesí směřují vývoj k energeticky úsporným budovám. K podpoře procesů vedoucích ke snižování energetické náročnosti budov s ohledem na vnější klimatické a místní podmínky i požadavky na kvalitu vnitřního mikroklimatického prostředí a efektivnost využití nákladů byla dne 19. května 2010 vydána Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropské unie 2010/31/EU o energetické náročnosti budov, známá pod zkratkou EPBD II (s účinností od 9. 7. 2010). Evropská unie v ní správně určila, že příkladem pro chování celé společnosti musí být samotné členské státy a zpřísněné požadavky směrnice budou nejprve uplatňovat na veřejných budovách. Primární závazek, jež směrnice členským státům ukládá, je upravit místní legislativu tak, aby od roku 2020 bylo možné stavět a rekonstruovat budovy pouze způsobem zajišťujícím, že jejich spotřeba provozní energie bude blízká nule.

Legislativa v České republice

Proces zavádění evropské směrnice o energetické náročnosti budov 2010/31/EU (EPBD II) v České republice zaujal nejen širokou odbornou a laickou veřejnost, ale i politiky. Po řadě peripetií však nakonec byla přijata novela zákona o hospodaření energií č. 406/2006 Sb., pod číslem 318/2012 Sb. (dále jen novela zákona), která je výchozím dokumentem pro zavedení EPBD II v termínu od 1. 1. 2013.

Tato novela zákona má zásadní dopad na celou oblast stavebnictví. Stávající znalosti a zkušenosti by měli přehodnotit architekti, projektanti, stavebníci, investoři a vlastníci budov, prováděcí firmy, stavbyvedoucí, stavební, autorské i technické dozory, výrobci stavebních materiálů, technických zařízení bu-

dov a mnozí další zainteresovaní včetně pracovníků stavebních úřadů.

Zejména jim, ale i všem ostatním, může pro základní přehled v této problematice posloužit v listopadu 2012 vydaná publikace *Nízká energetická náročnost budov a její zajištění ve výstavbě*, kterou vydal Státní fond životního prostředí ČR ve spolupráci s Centrem pasivního domu a Ministerstvem životního prostředí. Tato publikace je volně ke stažení například na webu České komory architektů www.cka.cz.

Novela zákona mimo jiné stanovuje, že požadavek na energetickou náročnost budovy (dále jen „ENB“) s téměř nulovou spotřebou energie (zákon § 7 odst. 1 písm. b) budou muset při podání žádosti o stavební povolení nebo ohlášení stavby splňovat:

- od 1. 1. 2016 všechny nové budovy, jejichž vlastníkem a uživatelem je orgán veřejné moci nebo subjekt řízený orgánem veřejné moci (dále jen „orgán veřejné moci“) a jejichž celková energeticky vztažná plocha (dále jen „EVP“) bude větší než 1500 m²
- od 1. 1. 2017 všechny nové budovy, jejichž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci a jejichž EVP bude větší než 350 m²
- od 1. 1. 2018 všechny nové budovy, jejichž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci a jejichž EVP bude menší než 350 m²
všechny ostatní nové budovy s EVP větší než 1500 m²
- od 1. 1. 2019 všechny nové budovy, jejichž EVP bude větší než 350 m²
- od 1. 1. 2020 všechny nové budovy

a.4

SOUČASNÉ TRENDY V NAVRHOVÁNÍ PASIVNÍCH DOMŮ

Současným trendem v Rakousku, Německu i dalších zemích je výstavba pasivních domů z přírodních materiálů. Rakouský architekt G. W. Reinberg, jeden z nejvýznamnějších představitelů tohoto přístupu k architektuře, popisuje zmíněný trend takto:

„Budoucnost pasivního domu bude podle mého názoru spočívat v tom, že se na jedné straně bude tato strategie uplatňovat jako základ pro další vývoj architektury a pro nové kvality bydlení, na druhé straně již nebude v centru pozornosti stát tolik spotřeba energie na vytápění (jež je nyní dostatečně snížena), nýbrž spíše spotřeba ostatních energií, jako šedá energie, spotřeba teplé vody, elektřiny, energie na chlazení a konečně energie nutná k recyklaci budovy. Exemplárním příkladem je experimentální stavba v Tattendorfu (kancelářská a seminární budova firmy Natur & Lehm): doprava prefabrikovaných dílů zde proběhla po železnici a všechny stavební hmoty odpovídají maximálním požadavkům biologie staveb, takže celý objekt představuje úložiště CO₂.“⁹

Problematika návrhu a realizace pasivních domů je již dobře známa i mezi českými odborníky. Ovšem zatím zdaleka ne všichni architekti, stavební inženýři a stavební firmy se návrhem a realizací těchto domů v České republice aktivně zabývají. Avšak v období minulých pěti let, především s nástupem Programu Zelená úsporám, se zájem o pasivní domy stal celospolečenským tématem a došlo k významnému zvýšení počtu postavených pasivních domů. Podle informací Centra pasivního domu (CPD) podpořil program Zelená úsporám přibližně 700 pasivních domů (domů s měrnou roční potřebou tepla na vytápění do 20 kWh/(m²a)). Celkový počet pasivních domů v ČR k počátku roku 2013 odhaduje CPD na

⁹ REINBERG G. W. Vývoj, současnost a budoucnost pasivních domů na příkladech od G. W. Reinberga. In BÁRTA, J. – HAZUCHA J. (editor). *Pasivní domy 2007*. 1. vydání Brno : Centrum pasivního domu, 2007, 339 s., ISBN 978-80-254-0126-2. s. 22-36, citát s. 36.

800 až 900. V naprosté většině případů se jedná o samostatně stojící novostavby rodinných domů postavených ve venkovském prostředí. Proto se tato dizertační práce zaměřuje na architekturu pasivních domů právě na venkově.

Vesnice, především ty v okolí větších měst, se rozrůstají o nové rodinné domy. Zvyšování počtu jejich obyvatel přináší zvyšování nároků na občanskou vybavenost. Proto se tato dizertační práce zaměřuje právě na novostavby veřejných budov. Navíc od začátku roku 2013, kdy vstoupila v platnost novela zákona o hospodaření energií č. 406/2006 Sb., pod číslem 318/2012 Sb., se domy s téměř nulovou spotřebou energie (zřejmě ve většině případů pasivní domy) stanou postupně standardem nejen českého, ale celoevropského stavebnictví. První typ budov, pro které začnou v ČR zpřísněné podmínky platit od 1. 1. 2016 jsou právě veřejné budovy - budovy, jejichž vlastníkem a uživatelem je orgán veřejné moci nebo subjekt řízený orgánem veřejné moci (např. školy, školky, obecní úřady, apod.).

Tímto zodpovědným přístupem řádného hospodáře půjde stát v letech 2016 a 2017 svým obyvatelům příkladem a výstavbou veřejných budov s téměř nulovou spotřebou energie bude ke stejnému kroku inspirovat širokou veřejnost, pro kterou tyto zpřísněné požadavky na nové budovy začnou platit postupně (podle velikosti budovy) od roku 2018, 2019 a 2020.

Jasným trendem příštích let tedy bude výstavba veřejných budov v pasivním standardu tak, aby splňovaly požadavky nového zákona na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Souběžným trendem by mělo být také intenzivnější uplatňování přírodních materiálů při jejich výstavbě.

Dalšími trendy bude nadále rozšiřování nabídky pasivních rodinných a bytových domů a snižování jejich ceny. Postupná realizace rekonstrukcí stávajících staveb podle podmínek, které také určuje výše zmíněný zákon. Bude se zvyšovat tlak majitelů domů na snižování energetické náročnosti jejich budov. Zesilovat by měl trend používání přírodních materiálů a dalších ekologických řešení ve stavebnictví. Rozvíjet se určitě budou nadále také technologie pro získávání energie z obnovitelných zdrojů a k efektivnějšímu způsobu využívání a akumulace takto získané energie.

a.5

VEŘEJNÉ STAVBY NA VENKOVĚ

Již od počátků zakládání venkovských sídel mají veřejné stavby na venkově důležitý význam. Duchovní oporou obce byl kostel s farou. Centry vzdělanosti kláštery a školy. Správní funkci zastával ve svém sídle starosta, rychtář či zámecký pán. Důležitým společenským místem byla náves s tržištem a také hostinec.

Velký rozvoj výstavby veřejných staveb nastal po 1. světové válce. Vznikají například nové školy, sokolovny, kulturní sály či hasičské stanice. Často v internacionálním nebo funkcionalistickém stylu. Veřejné stavby mezi venkovskými staveními vždy vynikaly. Ať to bylo jejich měřítkem nebo architekturou, která byla ovlivňována městským stylem.

I po 2. světové válce došlo k intenzivnější výstavbě. Vznikala nová střediska osídlení a byla vybavována novými veřejnými stavbami, např. prodejny potravin, zdravotními středisky, školami, poštami či kulturními a společenskými sály. Většinou se jednalo o tzv. typové stavby, kdy jejich architektura vycházela z typových projektů a výstavba probíhala v tzv. akcích Z (dobrovolných bezplatných pracích obyvatel vedoucích ke „Z“ zvelebování). Stránka architektury a kvalitní řemeslné práce zde byla potlačena.

V porevolučním období, od konce 20. století po současnost, tyto stavby procházejí často rekonstrukcemi a bývají doplňovány o přístavby a nástavby. Zvyšují se kapacity škol, vznikají nové mateřské školy a vzdělávací budovy různých ekologických center. Častěji rekonstrukcemi než novostavbou vznikají nové obecní úřady, společenské a kulturní sály a budovy pro sport a rekreaci, např. lázeňské budovy, hotely v přírodě, golfové kluby a podobně. Architektura těchto staveb je více méně internacionální, charakteristická především velkou různorodostí. Prvky regionálního charakteru jsou buď potlačeny, nebo se projevují v materiálovém řešení.

Tlak na rozšiřování spektra služeb a zvyšování jejich kvality ve venkovských sídlech neustále narůstá především v obcích kolem větších měst. Také z tohoto důvodu je dizertační práce zaměřená právě na typologický segment veřejných budov.

b

CÍL DIZERTAČNÍ PRÁCE

Cílem této dizertační práce je:

- v první fázi průzkum současného stavu výstavby pasivních domů na venkově a zjištění současných trendů v oblasti výstavby veřejných budov v pasivním standardu na venkově na území České republiky
- v druhé fázi, na základě zjištěných trendů, formulovat pracovní hypotézu a vymezit segment zkoumané architektury
- ve třetí fázi zvolit vhodné vědecké metody zkoumání, určit okrajové podmínky výzkumu, zásady pro sestavení zkoumaného vzorku a stanovit argumenty pro dokazování hypotézy
- ve čtvrté fázi provést takto nastavený výzkum na zkoumaném vzorku architektonických děl a pomocí pozorování, analýzy, argumentace a protiargumentace dospět k dílčím závěrům
- v páté závěrečné fázi pak z dílčích závěrů vyvodit závěr celkový a na jeho základě hypotézu potvrdit nebo vyvrátit, respektive stanovit míru pravděpodobnosti její platnosti.

Pokud bude stanovená hypotéza provedeným výzkumem potvrzena, pak se množina vlastností, které byly v průběhu argumentace prověřovány, stane souborem vlastností podmiňujících její platnost.

Prostředkem k dosažení tohoto cíle je formulace pracovní *hypotézy možnosti výstavby veřejných budov v pasivním standardu s použitím přírodních materiálů ve venkovském prostředí České republiky*. Stanovení této hypotézy bylo podmíněno závěry aktuální diskuze o architektuře pasivních domů na venkově popsané v předchozích kapitolách.

Primárním cílem této práce tedy je ověření možnosti realizace architektury pasivních veřejných budov ve venkovském prostředí České republiky, určení souboru vlastností, které vznik tohoto druhu architektury podmiňují

a ověření uplatnitelnosti přírodních materiálů při jejich výstavbě.

Sekundárním cílem je prezentace architektonické kvality a vlastností referenčních příkladů pasivních veřejných budov na venkově – architektonických děl zařazených do zkoumaného vzorku (kapitola *d.1 – Zkoumaný vzorek*).

POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ

c.1

CHARAKTERISTIKA ZVOLENÉ VĚDECKÉ METODY

Z počátku široké téma architektury pasivních domů na venkově jsem v průběhu tvorby dizertační práce zúžil na segment veřejných staveb z přírodních stavebních materiálů.

Stanovení objektu pozorování

Pozorování jsem prováděl na množině ekologické architektury, jež se vyznačuje zejména těmito vlastnostmi: energetická šetrnost provozu i výstavby, použití přírodních materiálů a celková udržitelnost architektury.

Sběr dat a materiálů

V celém průběhu doktorského studia jsem prováděl sběr dat a materiálů týkajících se stanovené množiny ekologické architektury. Informačními zdroji byly především tuzemské i zahraniční odborné konference, exkurze, workshopy a stáže. Dále také tuzemská i zahraniční literatura a odborné weby věnující se tomuto tématu. Seznam nejdůležitějších zdrojů je uveden v závěru této práce.

Třídění, precizace a uspořádání získaných dat a materiálů

V rámci uspořádání nashromážděných dat jsem v množině ekologické architektury vytvořil tyto podmnožiny:

- Stavby z ekologických materiálů
- Stavby z hlíny
- Udržitelné stavby s certifikátem
- Ekologické veřejné stavby
- Ekologické zemědělské stavby
- Energeticky šetrné stavby
- Ekologické aspekty v územním plánování

V těchto podmnožinách jsem poté sebrané materiály precizoval podle určených kritérií výběru a třídil podle místa výskytu. Každá podmnožina obsahuje desítky prvků – příkladů staveb z celého světa. Celá množina pak celkem obsahuje stovky prvků.

Vědecké pozorování a klasifikace

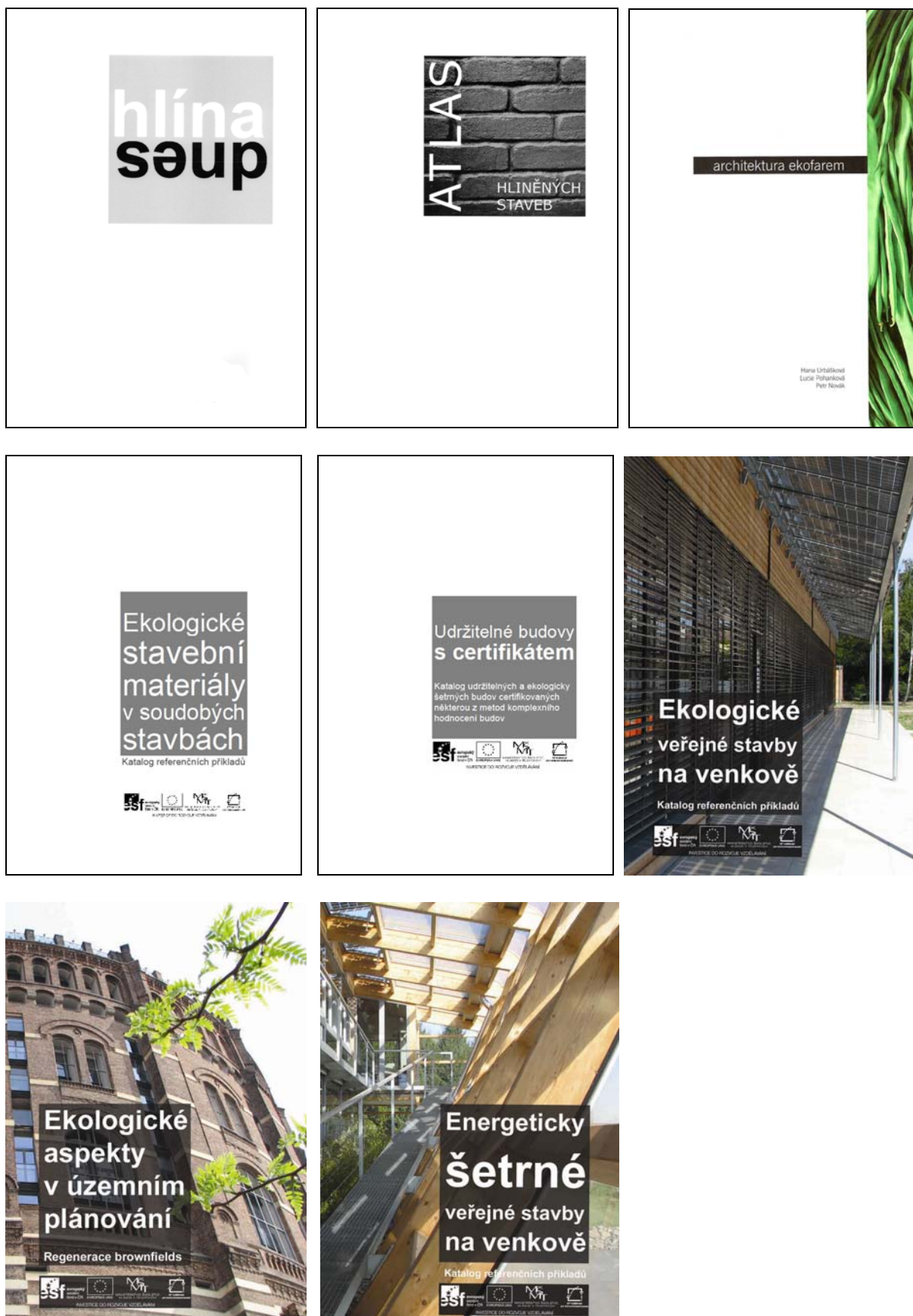
Všechny jednotlivé prvky jsem pozoroval, studoval a zjišťoval jsem jejich silné a slabé stránky. Klasifikoval jsem míru opodstatnění jejich zařazení do podmnožiny, a pokud jsem zjistil, že očekávaných vlastností nedosahují, z množiny jsem je vyřadil. Tím jsem dosáhl požadované kvality zkoumaných prvků.

Určení způsobu prezentace a adjustace

Pro potřeby adjustace a prezentace jsem navrhl a vytvořil formulář (formát katalogového listu) s jednotným grafickým stylem, do kterého jsem protříděná a precizovaná data vložil. Ke každému prvku jsem tímto způsobem vytvořil katalogové listy a ty jsem následně roztřídil do určených podmnožin. Ke každé skupině jsem tedy vytvořil katalog referenčních staveb. Výběry staveb z těchto katalogů jsem sám nebo se spoluautory sestavil do publikací, které byly vydány v rámci řešení grantových projektů, jichž jsem byl v průběhu doktorského studia řešitelem, spoluřešitelem nebo jsem na nich jinak spolupracoval. Publikace slouží především jako nové výukové materiály při výuce na Fakultě architektury VUT v Brně.

Stanovení hypotézy, její ověřování a určení míry pravděpodobnosti její platnosti

Po provedení průzkumu současného stavu řešené problematiky a zjištění současných výzev v navrhování pasivních domů jsem stanovil tuto hypotézu: ***Ve venkovském prostředí České republiky lze realizovat kvalitní architektonická díla veřejných budov v pasivním energetickém standardu a tato díla lze stavět z přírodních materiálů.*** Ustanovení procesu jejího ověřování a provedení ověření je prostředkem k dosažení hlavního cíle práce, jímž je potvrzení či vyvrácení této hypotézy, respektive určení vlastností podmiňujících její platnost.



Obr. c.1 Obálky publikací, jež byly vydány během přípravy této dizertační práce a jichž jsem autorem nebo spoluautorem. Publikace se používají zejména při výuce na Fakultě architektury VUT v Brně.

OKRAJOVÉ PODMÍNKY VÝZKUMU

V návaznosti na zjištěné současné trendy v navrhování pasivních domů a na obsah stanovené pracovní *hypotézy možnosti výstavby veřejných budov v pasivním standardu s použitím přírodních materiálů ve venkovském prostředí České republiky* jsem určil okrajové podmínky, za kterých stanovená hypotéza platí. Okrajové podmínky jsou nedílnou součástí hypotézy, jako metodického nástroje vědecké práce. Aplikací těchto okrajových podmínek došlo k výběru charakteristického vzorku architektury, na kterém jsem samotný výzkum prováděl. Součástí popisu každé okrajové podmínky je uvedení příkladů staveb, které vyřadila z dalšího výzkumu, a uvedení důvodů jejího vyřazení.

Energetický standard

Energetická šetrnost provozu budov je jednou ze základních vlastností udržitelné architektury a současně i nosným tématem této disertační práce, proto je první okrajovou podmínkou tohoto výzkumu. Protože definice pasivních domů se mírně odlišují podle státu a podle příslušné legislativy či výpočtového modelu, stanovuji omezující kritérium této podmínky tak, že měrná roční potřeba tepla na vytápění musí být menší než $35 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Tento parametr jsem nastavil záměrně o něco mírnější, než jsou kritéria pro pasivní domy ($\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$). Zjistil jsem totiž, že při přísnějším nastavení této podmínky by se zkoumaný vzorek především českých reprezentantů zúžil natolik, že by malé množství zkoumaných architektonických děl neumožnilo provedení výzkumu dostatečného rozsahu a způsobilo by negativní ovlivnění výsledku výzkumu.

Pro srovnání jsem do zkoumaného vzorku zařadil i jedno dílo, které toto kritérium nesplňuje. Jedná se o vzorek *CZ-09 Zdravotní středisko Mníšek*. Motivovala mne k tomu především snaha o názorné porovnání skupiny mimořádně úsporných budov s budovou „pouze“ průměrně úspornou, reprezentující však v České republice většinový proud soudobé architektury. Příkladem vyřazených architektonických děl jsou hotel Park holiday a restaurace Hliněnka v Průhonicích.



Obr. c.2 Hotel Park Holiday a restaurace Hliněnka, Průhonice (foto: autor)

Venkovské prostředí

Okrajová podmínka venkovského prostředí vychází již z názvu dizertační práce. Do zkoumaného vzorku byly tedy zařazeny primárně budovy nacházející se na venkově v malých sídlech. Pokud se však budova nachází v okrajové části města, která má převážně venkovský charakter zástavby, tak byla ve zkoumaném vzorku ponechána.

Vyřazeny byly budovy, které jsou umístěny přímo ve městech. Například pasivní administrativní budova Energy base ve Vídni, Intoza v Ostravě nebo vzdělávací centrum Otevřené zahrady v Brně.



Obr. c.3 Kancelářská budova Energy base, Vídeň (foto: autor)



Obr. c.4 Kancelářská budova Intoza, Ostrava (foto: autor)



Obr. c.5 Otevřené zahrady, Brno (foto: autor)

Veřejné budovy

Vzhledem k postavení hypotézy a zaměření dizertační práce na veřejné budovy, je další okrajovou podmínkou výzkumu tento typologický druh budov. Vyřazeno bylo zejména velké množství rodinných a bytových domů. V České republice jsou pasivních rodinných domů/bytů teprve první stovky avšak například v Rakousku jich mají již více než 25 tisíc.

Příkladem vyřazených architektonických děl jsou pasivní řadové rodinné domy ve Weizu, bytový dům Schellenseegasse ve Vídni nebo bytová vila Pod Altánem v Praze.



Obr. c.6 Řadové domy, Weiz (foto: autor)



Obr. c.7 Bytový dům Schellenseegasse, Vídeň (foto: autor)



Obr. c.8 Bytová vila Pod Altánem, Praha (Zdroj: Aleš Brotánek)

Podobnost klimatických podmínek

V různých částech světa jsou různé klimatické podmínky ovlivňující všechny aspekty architektonické tvorby. Mění se v závislosti na zeměpisné šířce a délce, nadmořské výšce, reliéfu krajiny a dalších charakteristikách. V závislosti na nich je v různých částech světa jiná průměrná roční teplota, převládající směr a intenzita proudění vzduchu, množství a typ srážek, vlhkost vzduchu a další vlastnosti podnebí. Vzhledem k tomu vykazují architektonická díla v různých klimatických podmínkách diametrálně odlišné technické, konstrukční, dispoziční či výrazové a formální charakteristiky.

Vzhledem k postavení hypotézy a zaměření této práce jsou okrajovou podmínkou klimatické podmínky ČR. Vyřazeny byly např. centrum vzdělávání o alternativních zdrojích energie HPAEL v Kamuele na Havaii, vědecké centrum Svalbard v Longyearbyenu v Norsku či horská chata Schiestlhaus v Rakousku.



Obr. c.9 Centrum vzdělávání HPAEL na Havaii (zdroj: Flansburgh Architects)



Obr. c.10 Vědecké centrum Svalbard v Norsku na Špicberkách (zdroj: www.jva.no)



Obr. c.11 Horská chata Schiestlhaus, 2154 m. n. m., Hochschwab, Rakousko (zdroj: hausderzukunft.at)

Pouze novostavby

Tato práce je zaměřena na novostavby, přestože se jak v zahraničí, tak už i u nás můžeme setkat s rekonstrukcemi veřejných budov do energeticky pasivního standardu. U rekonstrukcí totiž architekt řadu předem daných vlastností budovy nemůže změnit. Aby se daly, zjištěnými o rekonstruovaných budovách, nesnížila přesnost výsledků výzkumu, byly z výzkumu vyřazeny. Výjimkami jsou vzorky A-14 *Rekonstrukce a přístavba základní školy* v Langenzersdorfu a CZ-01 *Archa ekofarmy Country Life* v Nenačovicích, které jsem nevyřadil proto, že v rámci jejich rekonstrukce vznikla i nová přístavba splňující všechny ostatní podmínky pro zařazení do vzorku.

Vyřazeny byly například rekonstruovaný domov seniorů ve Weizu, mateřská škola v Pitíně nebo základní škola ve Slivenci.



Obr. c.12 Domov seniorů, Weiz (foto: autor)



Obr. c.13 Mateřská škola, Pitín (foto: autor)



Obr. c.14 ZŠ, Slivenec (zdroj: Aleš Brotánek)

c.3

ZÁSADY PRO SESTAVENÍ ZKOUMANÉHO VZORKU

Po aplikaci okrajových podmínek výzkumu jsem v zájmu zvýšení kvality a konzistentnosti zkoumaného vzorku stanovil ještě další dílčí pravidla výběru. Jejich aplikace zaručuje, že architektonická díla zařazená do konečného výběru jsou aktuální, reálná, různorodá, dostatečně architektonicky kvalitní a odborně prozkoumaná, analyzovaná a popsána v dostatečné míře.

Rok dokončení výstavby

Architektura pasivních domů je mladý a neustále se vyvíjející segment architektury. Proto bylo snahou sestavit zkoumaný vzorek z co možná nejaktuálnějších realizací. Vybrána byla architektonická díla dokončená po roce 2002.

Z českého prostředí nebyl vyřazen žádný vzorek, protože před rokem 2002 jsem žádnou realizaci pasivní veřejné budovy nezjistil. Ze zahraničních budov byly vyřazeny například nízkoenergetické budovy kancelářů v Gleisdorfu (1998), základní školy v Passail (2001) či notářství v Neusiedl am See (2001).



Obr. c.15 Kancelářský dům, Gleisdorf (foto: autor)



Obr. c.16 Základní škola v Passail (foto: autor)



Obr. c.17 Notářství, Neusiedl am See (foto: autor)

Realizovaná díla

Do zkoumaného vzorku byla zařazena pouze díla již realizovaná nebo v pokročilé fázi realizace. Architektonické studie a projekty dosud nerealizovaných děl byly vyřazeny, protože data o nich zjištěná nejsou srovnatelná s daty dokončených budov a mohly by závěry této práce negativně ovlivnit.

Vyřazeny byly například projekty vzdělávacího centra ekologické výchovy Dům stromů v Průhoncích, univerzitního centra energeticky efektivních budov UCEEB v Buštěhradě či budovy pro pobytové a vzdělávací programy střediska SEVER v Horním Maršově.



Obr. c.18 Dům stromů, Průhonice (zdroj: A. Brotánek)



Obr. c.19 Univerzitní centrum UCEEB, Buštěhrad (zdroj: ČVUT v Praze)



Obr. c.20 Budova pro pobytové a vzdělávací programy, Horní Maršov (zdroj: Atelier ARS)

Různorodost funkčního využití

Zásadou pro výběr zkoumaných vzorků byla též snaha o maximalizaci zastoupení architektonických děl různorodého funkčního využití. Tématem práce jsou veřejné budovy a zkoumaný vzorek by měl proto obsahovat co nejvíce druhů těchto budov. Jelikož se ve zkoumaném segmentu architektury nejčastěji vyskytují budovy pro vzdělávání, obzvláště mateřské školy, byly nakonec některé z nich ze zkoumaného vzorku vyřazeny.

Příkladem vyřazených architektonických děl jsou mateřské školy v Albertsdorfu, Bizau či Vídní-Breitenlee.



Obr. c.21 MŠ, Albertsdorf (foto: autor)



Obr. c.22 MŠ, Bizau (zdroj: bernardobader.com)



Obr. c.23 MŠ, Vídeň-Breitenlee (foto: autor)

Osobní průzkum stavby

Do zkoumaného vzorku byla zařazena pouze ta architektonická díla, ve kterých jsem provedl osobní průzkum. Jeho součástí byla důkladná prohlídka interiéru a exteriéru budovy včetně technického vybavení a dialogu s autorem díla nebo jeho majitelem či provozovatelem. Provedl jsem i průzkum nejbližšího okolí každého díla, abych zjistil jeho prostorové a funkční souvislosti se sousední zástavbou. Během průzkumů jsem zhotovil také podrobnou fotodokumentaci.

Z důvodu neprovedení osobního průzkumu jsem vyřadil například pasivní justiční centrum a věznici v Korneuburgu nebo supermarket ze dřeva Nah & Frisch v Theningenu.



Obr. c.24 Nahoře: Justiční centrum, dole: věznice, Korneuburg (zdroj: www.rieder.cc)



Obr. c.25 Supermarket Nah & Frisch, Theningen, Rakousko (zdroj: www.popperehna.at)

Dostatek získaných informací

Pro potřeby výzkumu bylo zapotřebí získat o zkoumaných architektonických dílech dostatečné množství podrobných a přesných informací především technického charakteru. V některých případech se mi tohoto stavu bohužel nepodařilo dosáhnout. Aby tento nedostatek nezpůsobil zkreslení závěrů, nebyla taková díla do zkoumaného vzorku zařazena.

Jednalo se například o pasivní vysokoškolské koleje Neue Burse ve Wuppertalu, přístavbu muzea architektury a práce v Gelsenkirchenu či centrum technických služeb v Remscheidu.



Obr. c.26 VŠ koleje, Wuppertal (foto: autor)



Obr. c.27 Přístavba muzea architektury a práce, Gelsenkirchen (foto: autor)



Obr. c.28 Centrum technických služeb, Remscheid (foto: autor)

INDUKCE

PLATNOSTI HYPOTÉZY

Popis zvoleného metodického aparátu této dizertační práce, jímž je stanovení hypotézy a okrajových podmínek je popsán v předchozích kapitolách. Určil jsem zásady pro sestavení výzkumného vzorku a podle nich jsem provedl finální výběr zkoumaného vzorku architektonických děl. Na něm jsem prováděl vlastní výzkum pomocí procesu ověřování hypotézy. Nejprve jsem stanovil argumenty – zkoumané vlastnosti. Jednotlivé argumenty jsem pak podrobil zkoumání složenému z pozorování, analýzy, argumentace a protiargumentace. Na základě výsledků jednotlivých zkoumání jsem určil dílčí závěr, který zkoumanou vlastnost hodnotí. Po dokončení zkoumání všech argumentů a určení všech dílčích závěrů jsem provedl v závěru práce jejich celkové vyhodnocení, ve kterém jsem určil míru jejich vlivu na platnost či neplatnost hypotézy.

Stanovení argumentů

Aby bylo možné ověřovat platnost hypotézy, bylo zapotřebí dobře vybrat argumenty – tvrzení, která ji podpoří nebo vyvrátí, respektive indukují míru její pravdivosti. Pro správný výběr argumentů – vlastností zkoumaných architektonických děl – bylo velmi důležité, aby se opíraly o fakta, jež jsem byl schopen zjistit.

Zkoumání těchto argumentů bylo provedeno v další fázi výzkumu, kdy byly analyzovány znaky opakovaně se vyskytující v architektuře zkoumaných děl. V případě, že byl výsledek analýzy pozitivní, vznikl ze zkoumané vlastnosti argument potvrzující platnost hypotézy.

Cílem bylo ověření a určení míry, se kterou zjištěné argumenty platnost hypotézy ovlivňují.

Proces argumentace

Procesem argumentace jsem hodnotil potenciál zvolených vlastností jako argumentů potvrzujících hypotézu. Argumentační proces byl rozložen do pěti kroků:

Pozorování. V prvním kroku argumentačního procesu je uvedený popis zkoumaného architektonického znaku a možností, jakými ho lze na architektonickém díle identifikovat.

Analýza. Ve druhém kroku jsou formou textu a tabulky prezentovány výsledky analýzy výskytu zkoumané vlastnosti. Tabulka prezentuje konkrétní míru jejího výskytu v architektuře jednotlivých zkoumaných vzorků. Obsahuje graf procentuálního výskytu pozorované vlastnosti a doplňující informace týkající se výskytu vlastnosti.

Argumentace. Třetí krok, argumentace, obsahuje zdůvodnění výběru dané vlastnosti jako argumentu a také popis skutečností, jež byly analýzou zjištěny ve prospěch hypotézy.

Protiargumentace. Čtvrtý krok, protiargumentace, oponuje argumentaci a poukazuje na skutečnosti, jež byly analýzou zjištěny v neprospěch hypotézy.

Závěr. Závěr obsahuje celkové zhodnocení předchozích argumentů a protiargumentů. Určuje, zda se daná vlastnost architektury stává či nestává argumentem potvrzujícím hypotézu a hodnotí její míru důležitosti.

Vyhodnocení argumentace

Na základě dílčích závěrů jsem došel k identifikaci argumentů (vlastností), jež podmiňují platnost hypotézy. Každý z nich přitom má jinou míru důležitosti. Jejich rozložení je prezentováno pomocí závěrečné tabulky, která ukazuje zjištěnou míru přítomnosti všech zkoumaných vlastností v architektonických dílech tvořících zkoumaný vzorek. V závěru byla posouzena míra úspěšnosti procesu argumentace a na jeho základě posouzena míra pravděpodobnosti platnosti hypotézy. V závěru byla také určena a popsána důležitost, s jakou se jednotlivé zkoumané vlastnosti podílejí na tom, zda architektonické dílo dosáhne hypotézou stanovených parametrů či nikoliv.

d

VÝSLEDKY DIZERTAČNÍ PRÁCE S UVEDENÍM NO- VÝCH POZNATKŮ, JEJICH ANALÝZY A JEJICH VÝ- ZNAMU PRO REALIZACI V PRAXI

Obsahem této kapitoly je prezentace provedeného výzkumu a jeho výsledků, a to včetně jejich analýzy a určení významu pro další rozvoj vědního oboru a praxe. Vědecké metody, které byly pro dosažení těchto výsledků použité a které také ovlivnily formu a způsob jejich prezentace jsou popsány v předchozí kapitole *c – Použité vědecké metody zkoumání*. Výsledkem tohoto výzkumu je množina argumentů podporujících nebo vyvracejících hypotézu, že princip výstavby pasivních domů z přírodních materiálů je úspěšně aplikovatelný na veřejné budovy na českém venkově. Právě tuto množinu argumentů společně s vlastní argumentací ve prospěch hypotézy prezentuje taktéž tato kapitola. Podle zjištěné úspěšnosti argumentace pak byla stanovena míra důležitosti každého argumentu pro podpoření hypotézy.

V kapitole *d.1 – Zkoumaný vzorek* jsou prezentována architektonická díla, pasivní veřejné budovy z přírodních materiálů na venkově, která byla vybrána na základě stanovených okrajových podmínek výzkumu (kapitola *c.2*) a zásad pro výběr zkoumaného vzorku (kapitola *c.3*). Seznam zvolených děl, mapa s vyznačením jejich geografické polohy a jednotlivé katalogové dvojlisty s potřebnou dokumentací a popisem díla jsou prezentované také v této kapitole.

V kapitole *d.2 – Analýza vybraných vlastností zkoumaného vzorku* jsou prezentované zvolené vlastnosti a argumenty, jež indukují pravděpodobnost platnosti hypotézy. Charakteristika zvolené vědecké metody je popsána v kapitole *c.1*. Závěry, ke kterým jsem při procesu argumentace dospěl, jsou uvedené v kapitole *Závěr – přínos práce*.

d.1

ZKOUMANÝ VZOREK

KATALOG ARCHITEKTONICKÝCH DĚL

Na základě okrajových podmínek výzkumu (popsaných v kapitolách c.2 a c.3) byl sestaven zkoumaný vzorek architektonických děl, na kterém byl výzkum prováděn. Vybrána byla záměrně díla lokalizovaná ve středoevropském prostoru, protože i tato práce vznikala v tomto prostředí. Jejich seznam je umístěn v samostatné tabulce (Tab. d.1).

Následující část dizertační práce tvoří katalog architektonických děl zařazených do tohoto výzkumného vzorku. Každé dílo je prezentováno na dvoustraně tak, že na první straně je umístěna fotografická a výkresová dokumentace díla. Téměř všechny prezentované fotografie pochází z archivu autora. Byly pořízené při osobních průzkumech prováděných v průběhu doktorského studia. Ukazují charakteristické pohledy na díla a prezentují jejich architekturu a urbanistický kontext. Popis fotografií je umístěn vždy na protější straně. Ve spodní části první strany jsou umístěné výkresy tak, jak se je podařilo získat od jejich autorů nebo z odborné literatury. Ve většině případů jsou to výkresy situace, půdorysů, řezů a případně další důležité grafické materiály. Na druhé straně každé katalogové dvojstrany je uveden popis díla. Ten obsahuje v horní části název díla, vybrané základní údaje o díle, uvedení jeho energetického standardu a uplatněných atributů udržitelnosti. Ve spodní části se nachází detailnější popis díla zaměřený na architektonické, urbanistické, konstrukční a technické řešení, na technologické vybavení domu a také na výsledné hodnocení jeho energetické náročnosti, zejména hodnoty měrné potřeby tepla na vytápění tak, jak se mi je podařilo získat z různých zdrojů. Zdroje uvedených informací a převzatých grafických materiálů jsou uvedené vždy v závěru každého katalogového dvojlistu.

Díla jsou v katalogu seřazená zprvu podle lokality (nejprve zahraniční a pak tuzemská) a zadruhé podle roku dokončení (od starších k novějším).

Ve většině ze zkoumaných děl jsem průzkum provedl jedenkrát a to za doprovodu a odborného komentáře buď autora díla nebo

jeho investora či provozovatele. V několika domech jsem měl možnost provést průzkum opakovaně a pozorovat tak i průběh výstavby v různých fázích rozestavěnosti (vzorky objektů v Hostětíně, Horce nad Moravou, Modřicích, Linci-Pichlingu, Weidlingu, Vídni-Breitenlee a Deutsch Wagramu).

Stalo se, že některé informace o konkrétním díle nejsou v katalogovém dvojlistu uvedené. Tento stav způsobil především nedostatek podrobných technických informací uvedených v citovaných publikacích. Chybějící údaje o díle jsem se v takovém případě snažil získat během osobních průzkumů a také přímými dotazy na autory, investory a provozovatele zkoumaných objektů. I přesto se mi některé informace bohužel nepodařilo získat, protože mi je dotazované osoby nebyly schopny nebo ochotny sdělit. V případě, že byly chybějící parametry důležité z pohledu kritérií stanovených okrajovými podmínkami, tak jsem dílo ze zkoumaného vzorku vyřadil. Pokud však chybějící parametry nebyly natolik důležité, aby mohly zásadním způsobem ovlivnit výsledky dizertační práce, dílo jsem i přes tento drobný deficit ve zkoumaném vzorku ponechal.

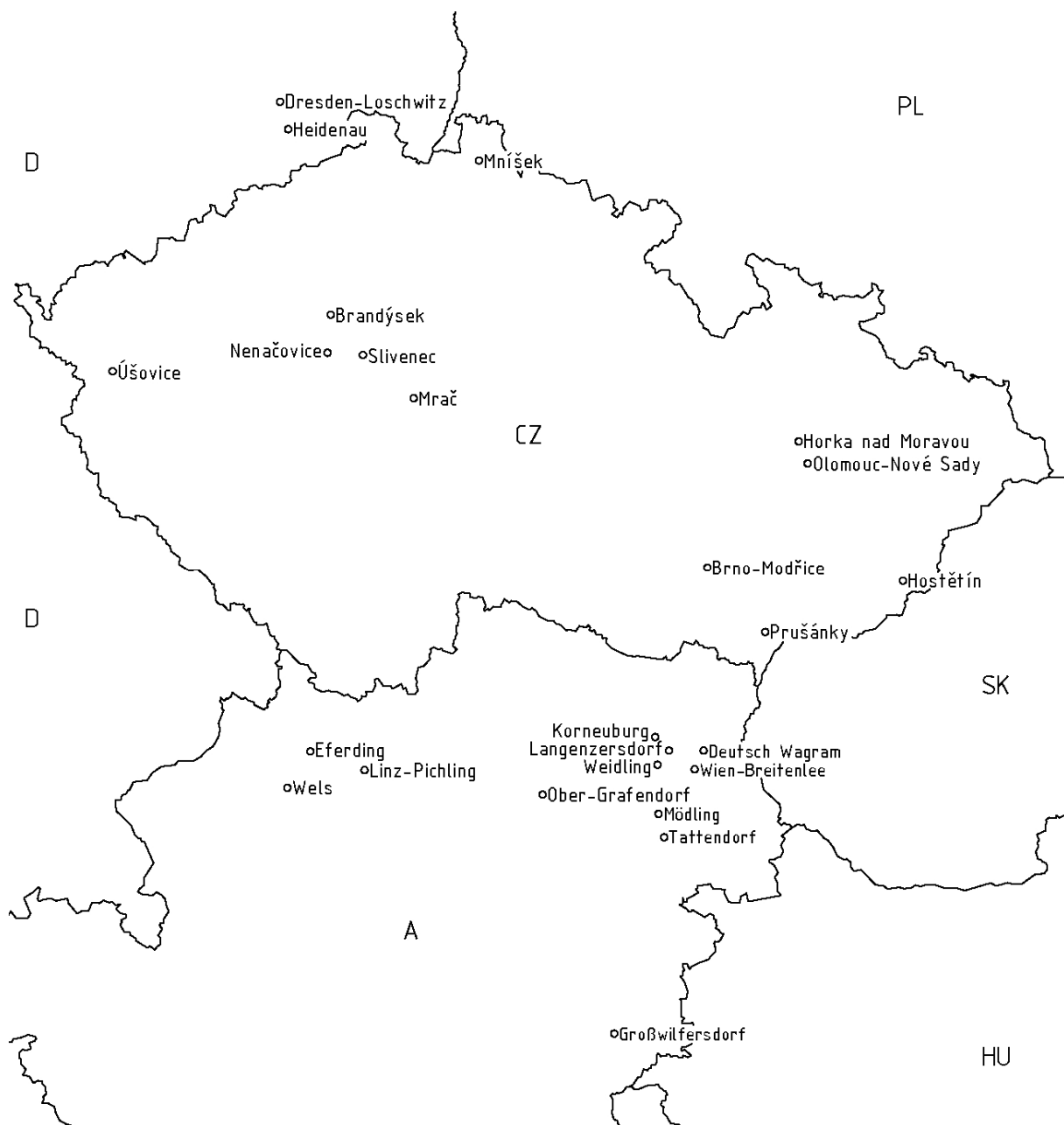
Celkem tedy zkoumaný vzorek obsahuje 31 architektonických děl. Dvacet z nich je zahraničních (18 rakouských a 2 německá) a jedenáct je tuzemských.

Název architektonického díla	Místo	ID	Dokončení
------------------------------	-------	----	-----------

ZAHRANIČNÍ ARCHITEKTONICKÁ DÍLA			
Hasičská stanice a stavební dvůr	Tattendorf	A-01	2002
Denní stacionář pro mentálně postižené	Ober-Grafendorf	A-02	2003
Solární škola	Linz-Pichling	A-03	2003/2007
Farní centrum sv. Františka	Wels	A-04	2004
Kancelářské a seminární centrum SOL4	Mödling	A-05	2004
Mateřská škola Lichtenegg	Wels	A-06	2005
Kancelářská budova firmy Biotop	Weidling	A-07	2005
Biodvůr Achleitner	Eferding	A-08	2005
Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	Großwilfersdorf	A-09	2005
Mateřská škola Schukowitzgasse	Wien-Breitenlee	A-10	2006
Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	Tattendorf	A-11	2006
Mateřská škola Heidenau	Heidenau	D-01	2008
Základní škola Mauth	Wels	A-12	2009
Mateřská škola Deutsch Wagram	Deutsch Wagram	A-13	2009
Rekonstrukce a přístavba základní školy	Langenzersdorf	A-14	2010
Mateřská škola Roberta Kocha	Wels	A-15	2010
Základní škola Friedrich Schiller	Dresden-Loschwitz	D-02	2010
Kancelářská budova Stavebního úřadu	Korneuburg	A-16	2011
Střední škola a gymnázium BORG & NMS	Deutsch Wagram	A-17	2011
Sportovní hala Deutsch Wagram	Deutsch Wagram	A-18	2011

TUZEMSKÁ ARCHITEKTONICKÁ DÍLA			
Archa ekofarmy Country Life	Nenačovice	CZ-01	2003
Centrum Veronica Hostětín	Hostětín	CZ-02	2006
Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	Horka nad Moravou	CZ-03	2007
Naučné středisko ekolog. výchovy Kladno – Čabárna	Brandýsek	CZ-04	2009
Mateřská škola MiniSvět Mrač	Mrač	CZ-05	2009
Hotel Beatrice	Prušánky-Nechory	CZ-06	2010
Mateřská škola Rooseveltova	Olomouc-Nové Sady	CZ-07	2011
Mateřská škola Skalníkova	Úšovice	CZ-08	2011
Zdravotní středisko Mníšek	Mníšek	CZ-09	2012
Mateřská škola Slivenec	Slivenec	CZ-10	2013
Bytový dům pro seniory	Modřice	CZ-11	2013

Tab. d.1 Seznam architektonických děl zařazených do zkoumaného vzorku.



Obr. d.1 Mapa s vyznačením polohy architektonických děl zařazených do zkoumaného vzorku



A-01 Tattendorf



A-02 Ober-Grafendorf



A-03 Linz-Pichling



A-04 Wels



A-05 Mödling



A-06 Wels



A-07 Weidling



A-08 Eferding



A-09 Großwilfersdorf



A-10 Wien-Breitenlee



A-11 Tattendorf



D-01 Heidenau



A-12 Wels



A-13 Deutsch Wagram



A-14 Langenzersdorf



A-15 Wels



D-02 Dresden-Loschwitz



A-16 Korneuburg



A-17 Deutsch Wagram



A-18 Deutsch Wagram



CZ-01 Nenačovice



CZ-02 Hostětín



CZ-03 Horka nad Moravou



CZ-04 Brandýsek



CZ-05 Mrač



CZ-06 Prušánky



CZ-07 Olomouc-Nové Sady



CZ-08 Úšovice



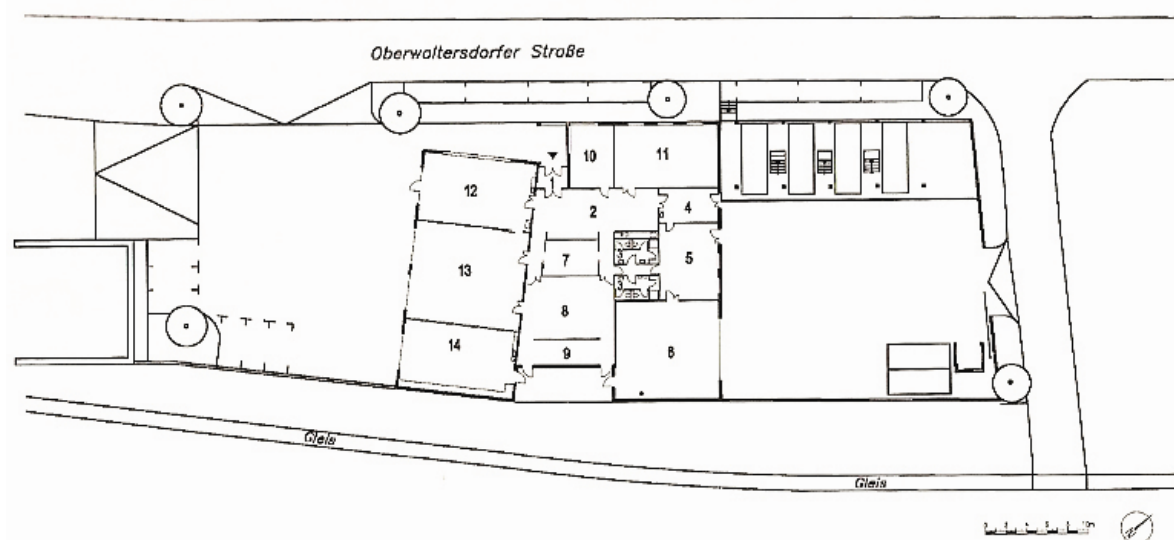
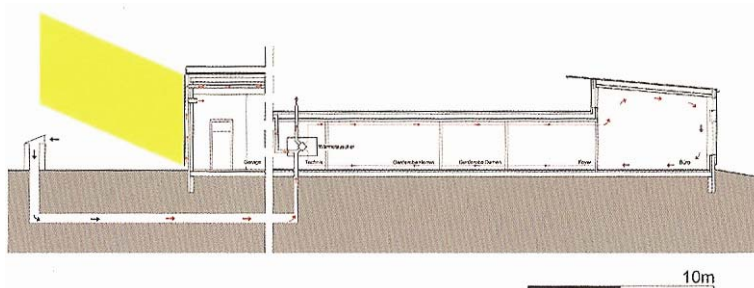
CZ-09 Mníšek



CZ-10 Slivenec



CZ-11 Modřice



Situace – hasičský dvůr (vlevo), hasičská stanice (uprostřed obrázku), stavební dvůr (vpravo). [1]

Autor:

ARCHITEKTURBÜRO REINBERG
Georg W. Reinberg, Martin Presich

Místo:

Oberwaltersdorfer Straße 2a, Tattendorf (A)

Dokončení: 2002

Cena: –

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína
- využívání sluneční energie – aktivní i pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- zemní výměník tepla
- zelená střecha (částečně)

Standard:

Nízkoenergetický dům

Ocenění: NÖ Holzbaupreis 2002

- ← ↑ pohled na vstup do stanice od západu
← ← pohled přes dvůr na garáže (foto: autor)
← řez se schématem větrání v zimním období [1]
→ společenská místnost s viditelnou dřevěnou konstrukcí a hliněnou omítkou [1]

Úzký stavební pozemek ležící mezi železnicí a výpadeovou silnicí měl uspokojit potřeby hasičů a komunálních služeb. Oba uživatelé nejprve požadovali samostatné budovy. Obec ale prosadila stavbu společnou, aby se docílilo výhody vzájemného působení a snížení nákladů. Byly tedy postaveny dvě budovy dotýkající se svými zadními částmi. Každá však má navenek svou vlastní fasádu. Vnitřní zařízení (sociální zařízení, topení, prostory pro školení atd.) jsou pro obě části společné. Mírná levotočivá zatáčka vedoucí k příjezdu k požární zbrojnici je podpořena mírným šikmým natočením budov vůči vozovce. Tím byly fasády pootevřeny ve směru k příjezdu, aby zde mohla být předváděna vozidla. Přes krytý vstupní prostor se lze dostat do služební místnosti a do dalších prostor budovy. Zde pak najdeme malou halu sloužící i pro společenský život obce, ze které jsou přístupné šatny a další místnosti. Výška stavby je přizpůsobena různým funkcím: místnosti pro auta, umývárny, dílny a místnost pro školení jsou vyšší, ostatní prostory nižší. Budovy mají pultové střechy, nad vstupem je zelená střecha. Oproti obytným budovám je zde

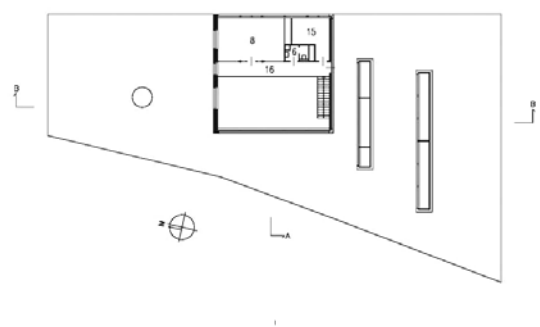
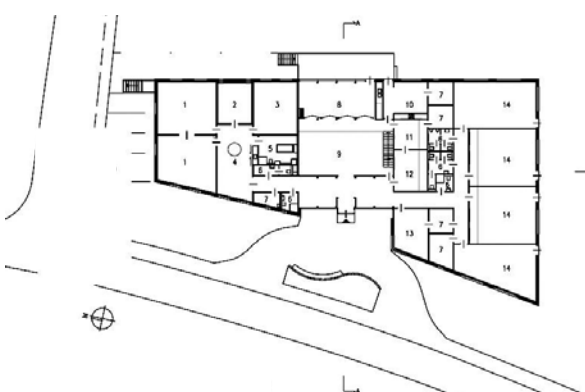
Hasičská stanice a stavební dvůr

Dřevostavba hasičské stanice je postavená podle zásad pro výstavbu pasivních domů. Parametrů pasivního domu však těsně nedosahuje – spadá do kategorie nízkoenergetických domů. Pro ohřev vzduchu pasivními solárními zisky je zde použité netradiční řešení černě natřené plechové perforované jižní fasády obrácené k jihu k železniční trati. Hlína je použita v omítkách a na zelené střechě nad vstupem.



vnitřní teplota za normálních okolností nižší. Jen po návratu ze zásahu je třeba mít ve zbrojnici tepleji. Důležitější než ohřev teplé vody je tedy větrání. Budova dostala vzdušné kolektory nejednoduššího typu a to perforováním černého plechu jižní fasády, kde přítomnost železnice nedovolila dřevěné obložení. V zimě za slunečního počasí je zde nasáván čerstvý vzduch. Proudění vzduchu přivádí do budovy větší část tepla absorbovaného černým plechem buď přímo anebo z rekuperační jednotky. Když slunce nesvítí, nasává se vzduch zemním kolektorem (5 x 30 m o průměru 2 cm). Větší potřebu tepla kryje plynový kotel (31 kW). Výdechy teplého vzduchu a radiátory jsou umístěné v hale. Aby stavba co nejméně zatěžovala životní prostředí, jsou nosné stěny, stropy a příčky z KLH panelů z lepeného masivního dřeva a fasáda z modřínového obkladu. Veškeré vnitřní omítky jsou hliněné. Měrná potřeba tepla na vytápění je 21 kWh/m²a (dle metodiky PHPP). [1]

Zdroj: [1] REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. *Reinberg: ökologische architektur : entwurf, planung, ausführung*. Wien: Springer, 2008, s. 170-175. ISBN 978-3-211-32770-8.



Půdorys 1. a 2. nadzemního podlaží (nahore), podélný a příčný řez (dole). [1]

Autor:

ARCHITEKTURBÜRO REINBERG
Georg W. Reinberg, Martin Presich

Místo:

Mariazeller Straße 53, Ober-Grafendorf (A)

Dokončení: 2003

Cena: 1,038 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní (vertikálně i šikmo umístěné solární kolektory)
- řízené větrání s rekuperací tepla
- stěnové topení integrované do hliněných omítek
- zelená střecha (hospodaření s dešťov. vodami)
- zemní výměník tepla

Standard: Nízkoenergetický (blízký pasivnímu)

Ocenění:

1. cena Gutachterverfahren Obergrafendorf

- ← ↑ pohled ze zahrady od východu
- ← ← celkový pohled přes zahradu od severu
- ← ← jižní fasáda s vertikálními solár. kolektory
- ← pohled na zelenou střechu z jednací místnosti
- jídelna s hliněnými omítkami (foto: autor)

Investor, nadace Caritas St. Pölten, chtěl vytvořit stavbu, která by sdružovala bydlení pro mentálně postižené a staré lidi, prostor pro jejich volnočasové aktivity, setkávání a práci. Spíše než o sanatorium jde tedy o volnočasové centrum. Důležitou roli hrály ekologické aspekty stavby a z toho důvodu si nadace vybrala architekta G. W. Reinberga, který má s ekologickými domy bohaté zkušenosti. Ten navrhl dvoupodlažní částečně podsklepený objekt, jehož forma odpovídá vnitřnímu uspořádání. Jednotlivé funkční zóny jsou snadno čitelné i při pohledu zvenčí. Nástupní prostor akcentuje vysutý přesah střechy a prosklené plochy vstupních dveří. Odtud návštěvník vstupuje do haly a může se vydat třemi směry. Nejpodstatnější prostor společenské místnosti s jídelnou je umístěn logicky na osu vstupu. Na společenskou místnost navazují prostory zázemí pro pečovatele. V severní části domu jsou místnosti pro dočasné bydlení, jižní strana obsahuje prostory a dílny pro společnou práci. Budova stojí na hranici obytné a průmyslové zóny.

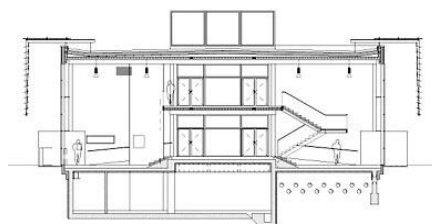
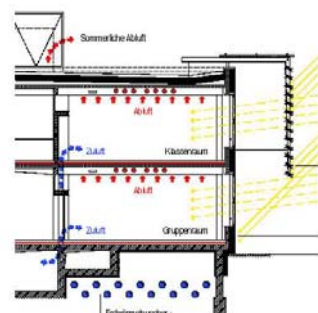
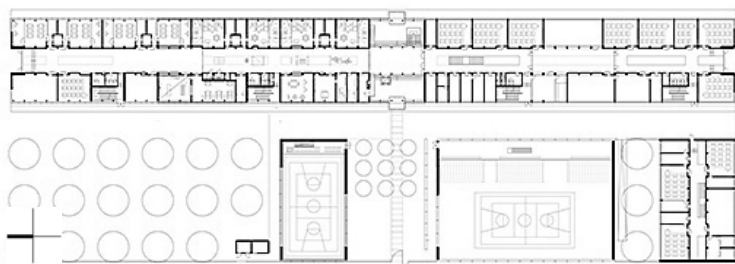
Denní stacionář pro mentálně postižené

Investor požadoval dům splňující ekologické aspekty se zdravým vnitřním prostředím a s nízkými náklady na výstavbu i provoz. Stacionář je z velké míry postavený z přírodních stavebních materiálů (masivní dřevostavba s hliněnými omítkami) a podle principů výstavby pasivních domů.



Od průmyslové zóny je oddělena pásem stromů a keřů, který pokračuje až do obytné zahrady. Velký důraz architekt kladl na tepelné vlastnosti stavby. Vedle důkladně provedené tepelné izolace stavba disponuje solárními panely na ohřev vody (40 m² vertikálních integrovaných do jižní fasády a 46 m² šikmých umístěných na střešních světlících) a systémem řízeného větrání s rekuperací tepla, který uvnitř budovy zajišťuje zdravé a příjemné prostředí. Nosná konstrukce je z KLH panelů z lepeného masivního dřeva, fasáda z modřínového obkladu, vnitřní omítky z hlíny s integrovaným stěnovým topením a v několika dalších částech stavby byl použit místní kámen. Dobrá spolupráce stavebníka a projekčního týmu spolu s volbou dřevo-stavby zkrátila dobu výstavby jen na rok a půl. Celková cena byla € 1,038 mil., za 1 m² € 938. Měrná potřeba tepla na vytápění a Blower door test nebyly zjištěny. [1]

Zdroj: [1] REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. *Reinberg: ökologische architektur : entwurf, planung, ausführung*. Wien: Springer, 2008, s. 222-229. ISBN 978-3-211-32770-8.



Situace (vlevo nahoře), půdorys 1. np (vlevo dole), schéma větrání a stínění (vpravo nahoře), řez. [1]

Autor:

Architekten Loudon & Habeler
Michael Loudon, Josef Habeler

Místo: Heliosallee 140–142, Linz-Pichling (A)

Dokončení:

1. fáze – 2003, 2. fáze – 2007

Atributy udržitelnosti:

- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- přirozené noční větrání pro letní chlazení
- zemní výměník tepla
- zelená střecha – hospodaření s dešťov. vodami

Standard:

Nízkoenergetický dům (dle metodiky PHPP)

Ocenění: –

- ← ↑ západní fasáda se slunečními clonami
- ← ←← hlavní vstup (vlevo) a tělocvična (vpravo)
- ←← dvůr u tělocvičny v létě slouží hrám dětí
- ← jižní fasáda s viditelným členěním trojtraktu
- dvoupodlažní centrální hala (foto: autor)

V první fázi byla postavena polovina dvoupodlažní hlavní budovy (112 x 23 m) s osmi třídami družiny v přízemí, dvanácti třídami základní školy v patře a samostatná budova částečně zapuštěné tělocvičny přístupná podzemním tunelem. V druhé fázi byla dostavěna druhá polovina hlavní budovy s dvaceti čtyřmi třídami střední školy, samostatné kolmé křídlo s odbornými učebnami a samostatná částečně zapuštěná trojitá tělocvična přístupná také podzemním tunelem. Z centrální haly umístěné uprostřed délky hlavní budovy je přístup do všech částí školy. Energetické ztráty domu byly omezeny volbou kompaktního tvaru, velkou tloušťkou izolací a kvalitními okny. Plášť budovy je vzduchotěsný, navzdory tomu byl použit systém kombinace nuceného a přirozeného větrání. Vytápění zajišťují tepelná čerpadla a zemní výměník tepla, ve kterém je v létě vzduch předchlazen a v zimě předehřát (roury o průměru 30 cm a celkové délce 858 m). Zpětné získávání tepla zajišťují rotační výměníky tepla. Pasivní solární zisky z oken jsou regulovány slunečními clonami. V případě nutnosti umožňují přirozenou ventilaci okny

Solární škola

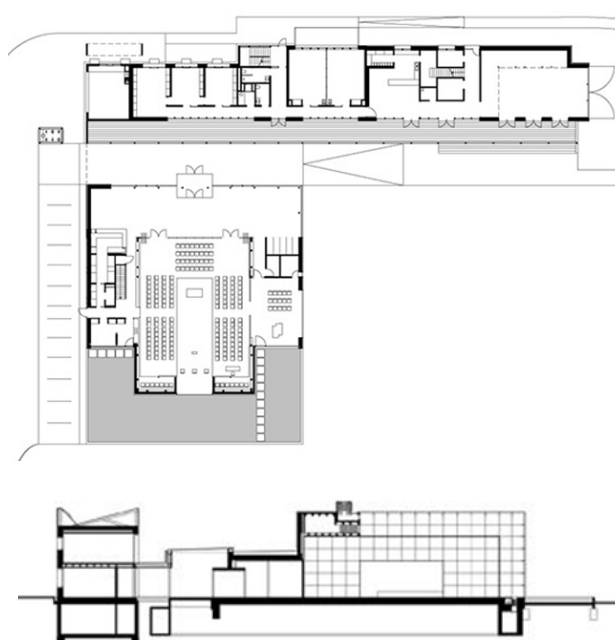
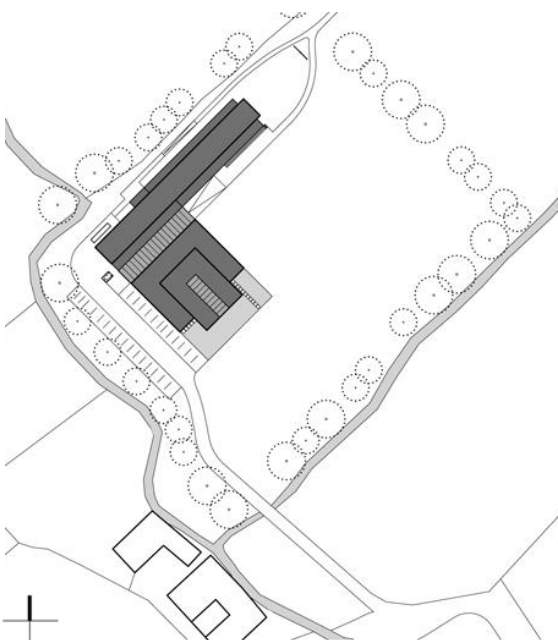
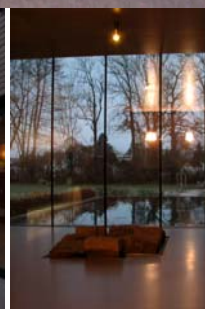
Solární škola v Pichlingu leží v novém obytném komplexu SolarCity, který vzniká od roku 1992 nedaleko Lince důsledně podle zásad udržitelného rozvoje (všechny domy se zde staví nízkoenergetické nebo pasivní). Koncept školy je založen na maximálním využití sluneční energie.



speciální průduchy (š. x v. – 35 x 120 cm), které současně nabízí i ekonomicky výhodnou možnost přirozeného nočního provětrání a chlazení budovy, jenž funguje na principu komínového efektu. Okenními průduchy se nasává chladný noční vzduch a teplý vzduch odchází střešními světlíky nad centrální halou. Na částečně přístupné střeše je extenzivní zeleň a solární a fotovoltaické kolektory. Nosnou konstrukcí je železobetonový skelet o rozponech 7,2 x 3 m. Fasáda je ze skla a hliníku. V interiéru jsou sádkartonové obklady a akustické podhledy. Roční měrná potřeba tepla na vytápění je 34 kWh/m²a. [2] Netradiční je ekologický systém hospodaření s odpadními vodami. Dešťové vody jsou odváděny do vsakovacích kanálků, případně do jezera. Šedé vody z kuchyní a koupelen do kořenové čističky a následně do potoka. Na WC se zvlášť jímá moč (tekuté hnojivo v zemědělství) a fekálie (kompost).

Zdroje: [1] Schule Solar City Pichling. Architekten Loudon & Habeler [online]. 2012 [cit. 2012-12-09]. Dostupné z: <http://www.loudon-habeler.at/>

[2] SolarCity Linz-Pichling – Sustainable City Development. In: Stadt Linz [online]. 2012 [cit. 2012-12-09]. Dostupné z: http://www.linz.at/images/Article_School_Center.pdf



Situace nového areálu se zvýrazněním kostela a fary (vlevo), půdorys 1. np a řez (vpravo). [1]

Autor: Architekten Luger & Maul
Maxmilian R. Luger, Franz J. Maul

Místo: Sankt-Franziskus-Straße 1, Wels (A)

Dokončení: 2004 **Cena:** –

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo
- využívání sluneční energie – aktivní i pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- zemní výměník tepla – speciální sklepní chodba
- kotel na pelety – obnovitelný zdroj energie
- hospodaření s dešťov. vodami – však v místě

Standard: Pasivní dům (dle štítku OIB)

Ocenění: Holzbaupreis Oberösterreich 2005
Architekturpreis ‚vis-à-vis‘ 2009

- ← ↑ zvonice a hlavní brána do farního centra
- ← ← ← celkový pohled od jihu
- ← ← ← JV fasáda s integrovanou fotovoltaikou
- ← ← nástupní prostor mezi farou a chrámem
- ← pohled z kaple přes vodní hladinu a louku
- sál osvětlený posuvnými panely (foto: autor)

Nejvýraznějším, ze tří objektů centra, je červeně natřená dřevěná zvonice, která je bez opláštění, a jsou do ní zavěšené kovové trubky přebírající funkci zvonů. U věže jsou široká posuvná skleněná vrata vedoucí do nástupního prostoru zastřešeného sklem. Vlevo ho lemuje nová fara navažující dále na původní faru. Je to dvoupodlažní nepodsklepená budova otočená delší stranou k JV, k nové centrální lince. Celou délku její JV fasády lemuje prostorná krytá veranda. Vpravo od nástupního prostoru stojí objekt chrámového sálu. Přes skleněné zádveří je přístupné foyer, vpravo s malou kavárnou, vlevo s vedlejšími prostory vedoucími ke kapli a především se dvojicí dveří vedoucích do chrámového sálu. Ten bohatě prosvětluje osově umístěné velkorysé okno probíhající přes celou výšku stěny a pokračující i na stropě. Jeho stínění a současně zábranu proti nočním tepelným ztrátám zajišťují velkoplošné posuvné panely s integrovaným osvětlením. Interiéru vládne červená barva na stěnách, stropě i podlaze. Při velkých akcích se sál odsunutím mobilních stěn zvětší o prostor kaple a foyer. Obě nové stavby jsou postavené z prefabrikova-

Farní centrum sv. Františka

Tato církevní stavba je první v Evropě postavená pasivní technologií a je nazývána „Boží elektrárnou“. Rekonstrukcí a dostavbou staré fary a novostavbou chrámového sálu s kaplí byla vytvořena nová kompozice s centrální loukou zasvěcená sv. Františku, patronu přírody, ekologie a obnovitelných zdrojů energie.



ných dřevěných panelů. Obklady fasád tvoří šedá modřínová prkna a černá skla s integrovanou fotovoltaikou, další články jsou na střeše. Celkem 165 m² vyrobí 15.200 kWh ročně, což bohatě kryje spotřebu centra a přebytek 10.000 kWh jde do sítě. Celkově se tím sníží emise CO₂ o 15,7 t. Na střeše jsou i solární kolektory na ohřev vody (32 m²) napojené na akumulární nádrž (2.000 l). Hlavní zdroj tepla je kotel na pelety (85 kW). Je tu podlahové vytápění a řízené větrání s rekuperací tepla napojené na zemní výměník (speciální sklepní chodbu). Teplota v sále se v zimě udržuje mezi 12 a 15°C. Vnější konstrukce výborně izolují, $U_{\text{stěny}} = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{základové desky}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{střechy}} = 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{okna}} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{skla}} = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Roční měrná potřeba tepla na vytápění dle energet. štítku OIB je 14,5 kWh/m² a dle PHPP 31 kWh/m²a. Naměřený faktor neprůvzdušnosti je $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. [2]

Zdroj: [1] Röm.-kath. Pfarre Wels - St. Franziskus. In: *Architekten Luger & Maul* [online]. 2012 [cit. 2012-12-14]. Dostupné z: <http://luger-maul.syreta.com/index.cfm?seite=werkdetails&sprache=DE&inhaltID=60>

[2] Pfarrzentrum St. Franziskus. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0241



Půdorys 1., 2., 3. a 4. NP, oranžově – seminární, žlutě - společné a červeně kancelářské prostory. [1]



(Zleva) Pohled od jihu, od východu, od severu a od západu. [1]

Autor:

Arge Stausberg-König, SOLAR 4 YOU Consulting

Místo: Guntramsdorferstraße 103, Mödling (A)

Dokončení: 2004 **Cena:** 2,7 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – hlína, sláma
- využívání sluneční energie – aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- tepelné čerpadlo voda-voda
- doplňkový systém vytápění/chlazení aktivací betonového jádra (ve stropech)
- zelená střecha (hospodaření s dešťov. vodami)
- zemní výměník tepla (vodní/vzduchový)

Standard: Pasivní dům (dle metodiky PHPP), klima:aktiv – Gold, Total Quality Gebäudezertifikat (4,21 bodů z 5)

Ocenění: SOLARPREIS 2005, FM Preis 2007

- ← ↑ celkový pohled na vstup od jihozápadu
- ← ← ← vodopád v atriu přes všechna podlaží
- ← ← vnitřní stěny zděné z nepálených cihel
- ← fotovoltaická fasáda a pokročilé žaluzie
- pohled z atria do kanceláří (foto: autor)

Dvoupodlažní budova tvaru kvádra se dvěma dalšími odsazenými podlažími, střešní terasou, zelenou střechou a bez podsklepení se nachází na okraji chráněné krajinné oblasti Eichkogel v Mödlingu. Hlavní vstup vyřiznutý z hmoty domu se obrací jižním směrem k ulici. V maximálně variabilním prvním podlaží sídlí středně velké firmy. V dalších podlažích malé firmy. Do fasády horních dvou podlaží jsou integrovány fotovoltaické panely. Z nich získaná el. energie v meziročním průměru kryje spotřebu vysoce účinného tepelného čerpadla voda-voda, které pokrývá spotřebu topného tepla domu. S ohledem na vytápění/chlazení se tedy jedná o tzv. "dům s nulovou spotřebou topné energie". Topení/chlazení probíhá aktivací betonových stropů. Chladné vody je dostatek v podzemí. Ochranu před letním přehříváním zajišťují vnější pokročilé žaluzie s možností jiného naklopení v horní a dolní části okna. Řízené větrání je ve standardu pasivních domů s rekuperací tepla.

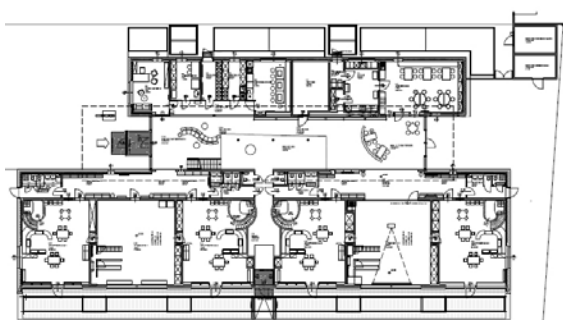
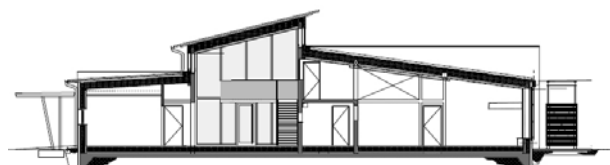
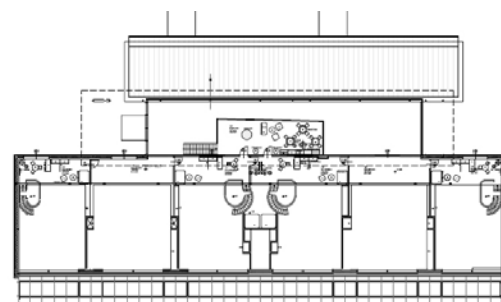
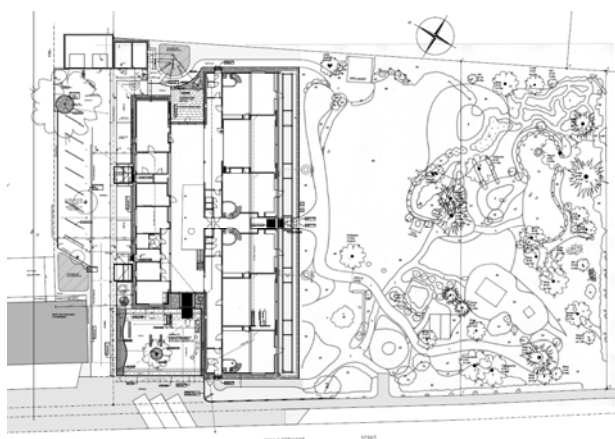
Kancelářské a seminární centrum SOL4

Dům je sídlem inovativních, ekologicky zaměřených firem. Klade důraz na snížení provozní energie, redukci vícenákladů (jen 8%), intenzivní používání obnovitelných energií a omezení nákladů životního cyklu. Stal se referenčním projektem energeticky efektivního stavění s použitím ekologických stavebních materiálů.



Vzduch rozvádí viditelné podstropní plechové potrubí kruhového průřezu. Regulaci topení, chlazení, větrání a dalších technických systémů budovy zajišťuje sběrníkový systém nové koncepce, který je přehlednější, uživatelsky komfortnější a provozovaný s podstatně nižšími náklady než běžně používané systémy. Dům má masivní konstrukci – železobetonový skelet vyplněný stěnami zděnými z nepálených hliněných cihel ponechaných bez omítek. Vnější obálku velmi dobře izoluje minerální vlna a pod fotovoltaickou fasádou slámou izolované prvky CLIP-ON ($U_{\text{stěny}} = 0,121 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{základové desky}} = 0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{střechy}} = 0,123 \text{ W/m}^2\text{K}$) a kvalitní okna ($U_{\text{oken}} < 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$). Roční měrná potřeba tepla na vytápění je $12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, tepelná zátěž je $< 15 \text{ W/m}^2$. Pořizovací náklady cca € 2,7 mil. za $2\,221 \text{ m}^2$ užitné plochy, čili € 1 215 za 1 m^2 . [1]

Zdroj: [1] KIESSLER, Klaus. "SOL4" - pasivní kancelářské a seminární centrum Eichkogel - Mödling. In: *Tzbinfo* [online]. 14.8.2006 [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3461-sol4-pasivni-kancelarske-a-seminarni-centrum-eichkogel-modling>.



Situace (vlevo nahoře), příčný řez (vlevo dole), půdorys 1.NP (vpravo nahoře), 2.NP (vpravo dole). [2]

Autor: Architekturbüro Fuchs – Andrä Fuchs

Místo: Schulstraße 7, Wels (A)

Dokončení: 2005 **Cena:** 1,5 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo
- využívání sluneční energie – aktivní i pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- zelená střecha – hospodaření s dešťov. vodami

Standard: Pasivní dům (dle PHPP)

Ocenění: -

- ← ↑ jižní fasáda s terasami a fotovoltaikou [1]
- ← ← ← severní fasáda a zásobovací dvůr [1]
- ← ← západní průčelí s hlavním vstupem [1]
- ← interiér učebny [1]
- centrální hala s emporou [1]

Budova je kompozicí tří podélných objemů položených vedle sebe. Severní přízemní blok se správnými, technickými a obslužnými místnostmi má červenou fasádu a plechovou pultovou střechu. Jižní blok se čtyřmi učebnami je vyšší a má zelenou střechu. Učebny dětem nabízí širokou škálu prostorových zkušeností, jako jeskyni, nad ní galerii propojenou s emporou v centrální hale, snížené sedací parapety oken do zahrady a prostornou terasu. Ta je z bukového, proti povětrnosti tepelně upraveného, dřeva s protiskluznou úpravou a je krytá prosklenou střechou. Propojují učebny se zahradou vytvořenou v duchu přírodních živlů a materiálů. Stínění jižních oken zajišťují venkovní žaluzie. Třetím spojujícím blokem je dvoupodlažní transparentní centrální hala, prosvětlená V a Z skleněnou fasádou a podstřešními pásovými okny na J a S straně. Je multifunkčním místem pro větší společné akce (hry, divadlo, malování, výstavy, oslavy apod.) a mobilní stěnou lze propojit se sousední jídelnou, tělocvičnou a dalším víceúčelovým sálem. Vytápění a ohřev vody je zajištěn napojením na dálkový rozvod z nedaleké teplárny. Doplnkovým zdrojem tepla jsou střešní solární kolektory (16 m² kryje 50% potřeby teplé vody). Použito je podlahové topení. Větrání zajišťuje centrální jednotka

Mateřská škola Lichtenegg

První školka v pasivním standardu v Horním Rakousku je komplexním architektonickým dílem. Kombinuje velkorysou otevřenou architekturu s důmyslným návrhem optimalizace spotřeby energie, použitím dřeva, zelené střechy a dalších atributů udržitelné architektury.

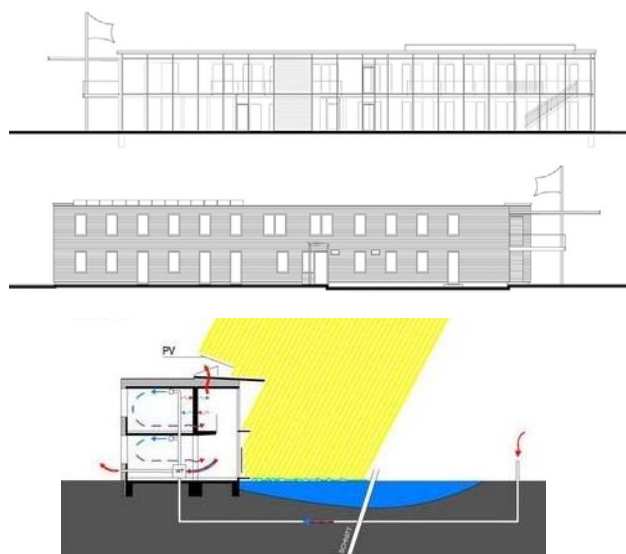
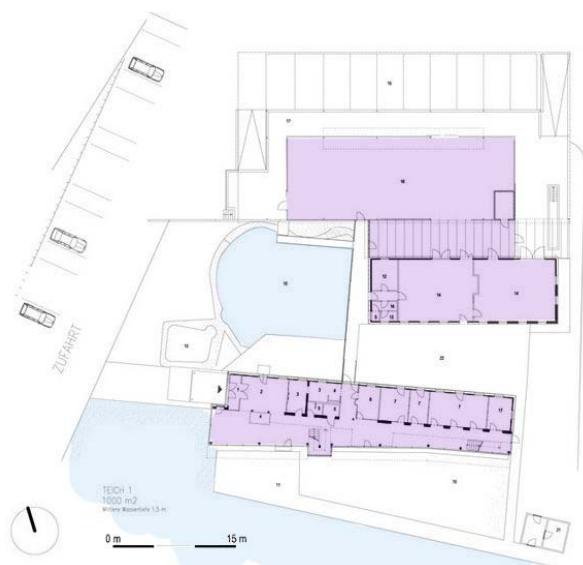


s protiproudým výměníkem tepla a účinností rekuperace 92%. Dům je napojený na el. síť a na střechu má umístěnou fotovoltaiku (40 m², 830 kWh/(kWp), kryje 40% potřeby). Vnější konstrukce výborně izolují, $U_{stěny} = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (dřevěné prefabrikáty – lehká sloupková konstrukce, minerální vlna 400 mm), $U_{základové\ desky} = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ŽB deska, lehký beton 80 mm, EPS 240 mm na desce), $U_{střechy} = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ (dřevěné prefabrikáty, celulóza 320 mm, minerální vlna 80 mm, zelená střecha/vlnitý plech nad halou), $U_{okna} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (dřevěná okna certifikovaná pro pasivní domy/hliníková okna v hale), $U_{skla} = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, propustnost slunečního záření zasklení $g = 52\%$. Vnitřní stěny a stropy jsou z důvodu zlepšení tepelné akumulace masivní (cihly/ŽB). Dle PHPP je tepelná zátěž 13 W/m² a roční měrná potřeba tepla na vytápění 15 kWh/m² (dle energet. štítku OIB je 11 kWh/m² a, reálná spotřeba je 8 kWh/m² a). Naměřený faktor neprůvzdušnosti $n_{50} = 0,4 \text{ h}^{-1}$. [3]

Zdroje: [1] PIA ODORIZZI: *photographie* [online]. 2012 [cit. 2013-01-29]. Dostupné z: www.odorizzi.net

[2] Architekturbüro Fuchs [online]. 2012 [cit. 2012-12-21]. Dostupné z: <http://www.arch-fuchs.at/>

[3] Kindergarten Lichtenegg. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0409



Situace (vlevo), pohled jižní (nahore), pohled severní, příčný řez s vyznačením letního provozu . [1]

Autor:

ARCHITEKTURBÜRO REINBERG
Georg W. Reinberg, Martin Presich

Místo: Hauptstraße 285, Weidling (A)

Dokončení: 2005 **Cena:** 0,91 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- systém nočního větrání pro letní chlazení
- spalování zbytkového dřeva z výroby na místě
- doplňkový systém vytápění/chlazení aktivací betonového jádra (v středové stěně domu)
- hospodaření s dešťovými vodami
- biotop (biologické čištění vody bez chem. látek)
- zelená střecha, zemní výměník tepla

Standard:

Nízkoenergetický dům (dle metodiky PHPP)

Ocenění:

Gutachterverfahren Bürogebäude und Werkstätten – 1. cena

- ← ↑ celkový pohled přes biotop od jihozápadu
- ← ← hlavní vstup a detail stínění jižní fasády
- velký jižní sál přes obě podlaží (foto: autor)

Dvoupodlažní budova bez podsklepení je umístěná ve střední části pozemku mezi vodními plochami biotopů. Jedna lávka vede k hlavnímu vstupu a druhá krytá lávka spojuje dům s výrobními halami. Prosklenou stěnou se obrací k jihu. Před ní je dřevěná terasa a velké biotopové koupací jezírko místní výroby. Do jižní fasády jsou integrovány solární kolektory o ploše 17 m². Ohřátá voda se akumuluje v zásobníku a používá jako teplá voda a přes systém aktivovaného betonového jádra slouží i k doplňkovému vytápění. Pasivní solární zisky jsou získávány velkou jižní prosklenou stěnou (188 m²). Ochranu před letním přehříváním zajišťuje přesah střechy a slunolam (pouze na západní straně jsou vnitřní žaluzie). Pro letní chlazení je zde použit systém nočního větrání pomocí komínového efektu (větrací klapky a střešní okna se v noci automaticky otevírají). K chlazení přispívá také betonové jádro, do něhož v létě proudí chladná podzemní voda.

Kancelářská budova firmy Biotop

Dům je sídlem firmy zabývající se stavbou biotopů a dřevěných teras, z nichž v podstatě vyrůstá. Je postavený ve značné míře ze dřeva, podle principů výstavby pasivních domů. Avšak vzhledem ke spalování zbytkového dřeva z výroby a využívání vzniklého tepla k vytápění domu byla spotřeba energie na vytápění nastavena energetickou optimalizací na hodnotu spadající do kategorie nízkoenergetických domů.



Vytápění zajišťuje systém řízeného větrání s rekuperací tepla a vlhkosti a zemní výměník umístěný pod dnem biotopu. Vzduch je rozváděn viditelným podstropním potrubím z plechových trubek kruhového průřezu. Přírodní materiály se uplatňují v exteriéru (dřevěné obklady a terasy) i interiéru (dřevěné podlahy a stropy, hliněné omítky). Stavba je založená na ŽB pasech. Na těch leží ŽB deska a střední betonová akumulací stěna s aktivovaným betonovým jádrem. Vnější stěny a stropy jsou z KLH panelů z lepeného masivního dřeva. Vnější obálku velmi dobře izoluje minerální vlna a kvalitní zasklení ($U_{zasklení} = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$). Roční měrná potřeba tepla na vytápění (19,4 kWh/m²a) se optimalizovala podle množství solárních zisků a tepla získávaného pálením dřevěných zbytků z výroby. [1]

Zdroj: [1] REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. *Reinberg: ökologische architektur : entwurf, planung, ausführung*. Wien: Springer, 2008, s. 192-207. ISBN 978-3-211-32770-8.



Půdorys 1. np – biomarket, bio-restaurant a zázemí. Půdorys 2. np – open space kanceláře. [1]

Autor:

Bmst. Ing. Eduard B. Preisack MAS

Místo: Unterm Regenbogen 1, Eferding (A)**Dokončení:** 2005 **Cena:** –**Atributy udržitelnosti:**

- přírodní materiály – dřevo, hlína (sláma)
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní (solární ohřev vody a fotovoltaické kolektory)
- řízené větrání s rekuperací tepla
- topení/chlazení tepelným čerpadlem
- přirozený systém větrání zimní zahrady
- nepřímé chlazení podzemní vodou ze studní
- regulace vnitřního klimatu rostlinami a hlínou
- zemní výměník tepla (délka 70 m)
- zelená střecha – hospodaření s dešťov. vodami

Standard: Pasivní dům (dle metodiky PHPP)**Ocenění:** Austrian Solar Award 2005

- ← ↑ hlavní vstup a zimní zahrada – foyer
- ← ← ← horní terasa, jižní stínění a fotovoltaika
- ← ← dřevěný strop, hliněné omítky a květiny
- ← slaměná tepelná izolace opláštěná sklem
- biomarket a stromy ve foyer (foto: autor)

Dvoupodlažní budova bez podsklepení stojí v rozvolněné zástavbě na okraji Eferdingu. Svoji delší fasádou a terasami v obou podlažích se obrací k jihu. Západnímu průčelí viditelnému při příjezdu od Lince dominuje zimní zahrada se vzrostlými stromy. Velké množství rostlin pozitivně ovlivňuje interiér celé budovy. Na vstup do domu navazuje foyer – zimní zahrada – s výškou přes obě patra. Odtud je přístupný biomarket a biorestaurace a dále pak jídelna a zázemí pro zaměstnance. Ze všech míst je přístup na velkou jižní a západní terasu (východním směrem na dům ještě navazuje objekt logistického centra). Po schodišti vedoucím z foyer do korun stromů je přístupné kancelářské podlaží. Pracovní místa ve velkoprostorové kanceláři jsou oddělena rostlinami. Kanceláře vedení a jednací sál jsou oddělené skleněnými příčkami. Uprostřed dispozice je umístěné technické a hygienické zázemí. Pasivní solární zisky jsou získávány velkými jižními okny, která jsou opatřena stíněním fotovoltaickými kolektory a žaluziemi. Teplou vodu

Biodvůr Achleitner

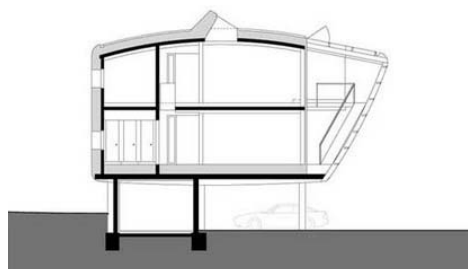
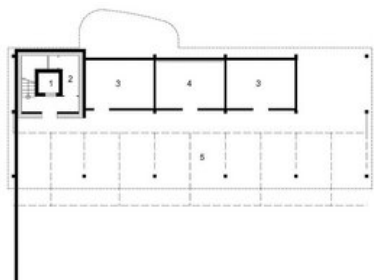
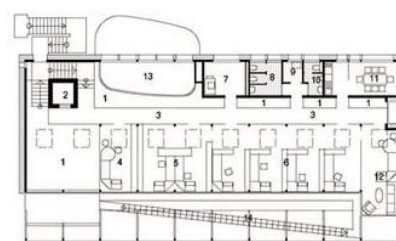
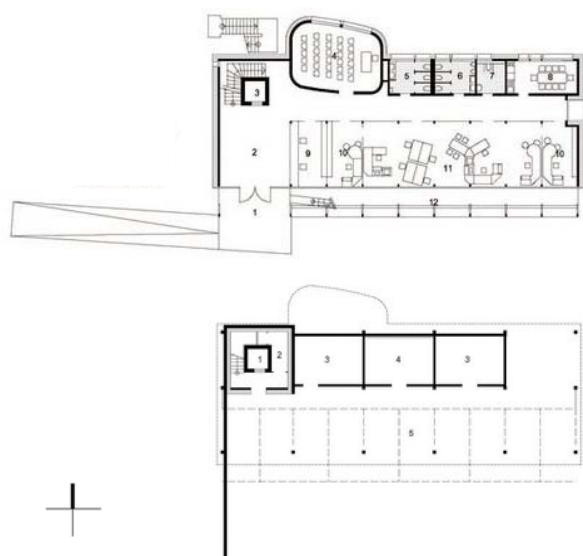
Biodvůr Achleitner je hlavním sídlem zemědělské rodinné firmy hospodařící ve kvalitě bio. Už při záměru stavby požadovali šetrné zacházení s přírodou. Chtěli pasivní dům postavený z přírodních materiálů s kvalitním a příjemným vnitřním prostředím. V domě jsou umístěné kanceláře, biomarket a biorestaurace se zázemím. Na dům přímo navazuje logistické centrum viditelně izolované slámou, které je taktéž postavené ze dřeva a je v pasivním standardu.



ohřívají solární kolektory. Topení/chlazení zabezpečuje tepelné čerpadlo (voda-voda). Teplotu a vlhkost vnitřního prostředí reguluje systém řízeného větrání a také velké množství rostlin. Přírodní materiály se uplatňují v interiéru (kámen a dřevo na podlahách, hliněné omítky, dřevěné podhledy) i exteriéru (dřevěné obklady a terasy). Nosná konstrukce je ze dřeva, stěny izoluje minerální vlna (24 cm), podlahu XPS (24 cm) a střechu XPS (25–40 cm). $U_{stěny} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{základové\ desky} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{střechy} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ a kvalitní okna ($U_{oken} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$). Roční měrná potřeba tepla na vytápění je dle PHPP $19,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Naměřená neprůvzdušnost je $n_{50} = 0,25 \text{ h}^{-1}$. Poměr $A/V = 0,47 \text{ m}^2/\text{m}^3$. [2]

Zdroje: [1] PREISACK, E. B., P. HOLZER a H. RODLEITNER. Neubau Biohof Achleitner Gebäude aus Holz, Stroh & Lehm. In: *HAUS der Zukunft* [online]. 2008 [cit. 2012-12-07]. Dostupné z: http://download.nachhaltigwirtschaften.at/hdz_pdf/endbericht_0804_biohof_achleitner.pdf.

[2] Biohof Achleitner - Verwaltungs-, Kundentrakt. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-07]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=A-T-0339&picSEL=1



Půdorys 1. np (vlevo nahoře), 2. np (vpravo nahoře), suterén (vlevo dole), řez (vpravo dole). [1]

Autor:

ArchBüro Kaltenegger – Erwin Kaltenegger

Místo: Radersdorf 75, Großwilfersdorf (A)**Dokončení:** 2005**Cena:** 1,00 mil. Euro**Atributy udržitelnosti:**

- přírodní materiály – dřevo
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- noční přirozené větrání pro letní chlazení
- využití továrny na dřevostavby v sousedství pro výrobu konstrukce domu a pro jeho vytápění
- tepelná nárazníková zóna – zimní zahrada
- zemní výměník tepla

Standard: Pasivní dům**Ocenění:**

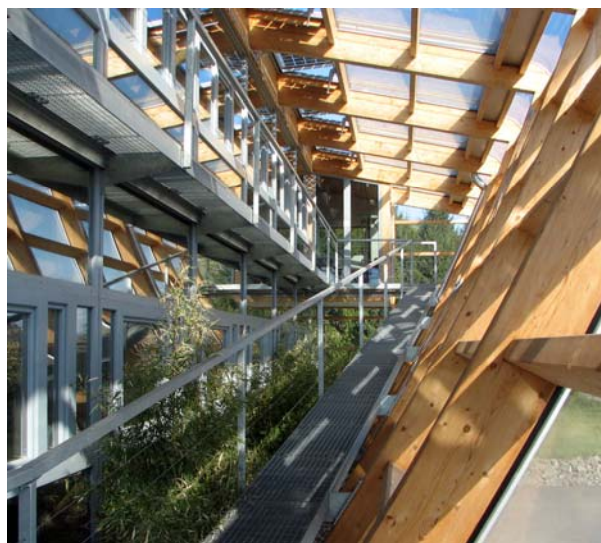
Steirischer Holzbaupreis 2007 - nominace

- ← ↑ celkový pohled od jihovýchodu
- ← ← ← pohled na hlavní vstup od jihozápadu
- ← ← přirozené větrání – spodní otvory
- ← přirozené větrání – horní otvory
- zimní zahrada přes obě podlaží (foto: autor)

Dům stojí na okraji obce na pozemku mírně svažitém k jihu. Dvě kancelářská patra podpírá částečně zapuštěné patro suterénu s technologickými místnostmi. Pod domem též parkují automobily. Suterén a komunikační jádro jsou železobetonové, kancelářská patra jsou z masivní lepené dřevěné konstrukce vyrobené firmou specializovanou na výrobu dřevostaveb sídlící hned vedle. Volbou tohoto konstrukčního systému a dodavatele stavby došlo k výraznému snížení spotřeby tzv. šedé energie a energie na dopravu stavebních materiálů. Dům je delší stranou obrácený k jihu k ulici. Dynamicky tvarovaná celoprosklená jižní fasáda je zasklená jednoduchým zasklením a tvoří vyrovnávací prostor mezi kanceláři a vnějším prostředím – zimní zahradu – akustickou bariéru. Další fasády mají malý počet oken. K letnímu chlazení se využívá systém nočního přirozeného větrání elektronicky ovládanými okny a do kanceláří je tímto prostorem přiváděn čerstvý vzduch. Dalšímu chlazení v létě a ohřívání v zimě napomáhá zemní výměník tepla. Hlavní vstup do domu je z jihu přes zimní zahradu

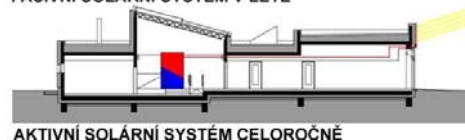
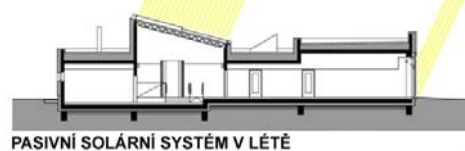
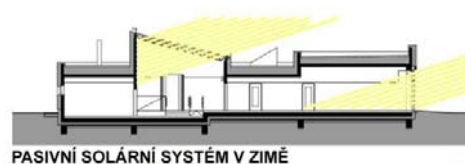
Kancelářská budova Oststeiermarkhaus

Dům je postavený ze dřevěné konstrukce vyrobené firmou sídlící jen 200 m od staveniště. Tím se významně minimalizovala spotřeba šedé energie. Dům je postavený podle zásad výstavby pasivních domů a na střeše má malou fotovoltaickou elektrárnu, kterou kryje nejen svoji spotřebu el. energie, ale dodává ji i do sítě.



a vede k němu elegantní vysutá lávka. Fasády a střecha mají jednotný plechový obklad. Na střeše jsou umístěné fotovoltaické kolektory (30 m², jmenovitý výkon 2,7 kW). Pasivní solární zisky jsou získávány velkou jižní prosklenou stěnou, která plynule přechází do střechy. Před letním přehříváním chrání výsuvné rolety a fotovoltaické články integrované do skleněné střechy. Topí se teplem získaným spalováním biomasy (zbytků dřeva) v sousední dřevařské firmě. Větrání zajišťuje systém řízeného větrání s rekuperací tepla a vlhkosti a zemním výměníkem tepla. Rozvod vzduchu je realizován viditelným podstropním potrubím z plechových trubek kruhového průřezu. Přírodní materiál – dřevo – se uplatňuje zejména v interiéru (konstrukční prvky a podhledy). Vnější obálka je velmi dobře izolovaná 40-50 cm izolace a kvalitním zasklením ($U_{zasklení} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$). Roční měrná potřeba tepla na vytápění je 15,8 kWh/m²a dle BGF (Energieausweis). [1]

Zdroj: [1] OSTSTEIERMARKHAUS Bürogebäude. Nextroom [online]. 2007 [cit. 2012-12-08]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=29484&inc=home>.



Situace (nahore), půdorys (dole), schémata (vpravo). [1]

Autor: ARCHITEKTURBÜRO REINBERG
Georg Wolfgang Reinberg, Ulrike Machold,
Sigrid Müller-Welt, Martha Enriquez-Reinberg

Místo: Schukowitzgasse 87, Wien-Breitenlee (A)

Dokončení: 2006 **Cena:** 2,35 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- přirozené noční větrání pro letní chlazení
- zelená střecha – hospodaření s dešťov. vodami
- viditelně umístěné technické zařízení domu je záměrným didaktickým prvkem

Standard: Pasivní dům (dle metodiky PHPP)

Ocenění: International Prize for Sustainable Architecture 2008 (fifth edition)

- ← ↑ celkový pohled ze zahrady od JZ
- ← ← ← detail jižní fasády – kolektory a žaluzie
- ← ← prof. Reinberg popisuje technologii domu
- ← posuvné rolety stíní střešní světlík nad halou
- jedna ze skupinových místností (foto: autor)

Školka je samostatný objekt, který však typologicky doplňuje sousedící základní školu, denní stacionář a jesle. Mezi těmito budovami byl vytvořen společný nástupní prostor, z něhož je hlavní vstup i do školky. Jedná se o přízemní budovu bez podsklepení umístěnou v severní části pozemku a natočenou delší jižní fasádou do zahrady. Dům se skládá z šesti skupinových místností řazených podél jižní fasády, centrální haly, víceúčelového sálu a navazujícího zázemí personálu podél severní fasády. Ve středu dispozice se nachází hala s prosklenou střechou, která je přístupná ze všech ostatních místností a vytváří tak komunikační centrum. Zároveň je možné jeho propojení s víceúčelovým sálem při západní stěně. Do skupinových místností se vstupuje přes šatny, na něž navazuje sociální zařízení. Vnitřní prostor člení snížená podlaha víceúčelového sálu a také rozdílné světlé výšky – sál a skupinové místnosti mají převýšený strop. V jižní fasádě jsou integrovány solární kolektory o ploše 80 m² (aktivní solární zisky) a prosklené plochy 142 m² (pasivní solární zisky). Pasivní zisky zvyšuje ještě střešní světlík, který stíní posuvné vnější rolety.

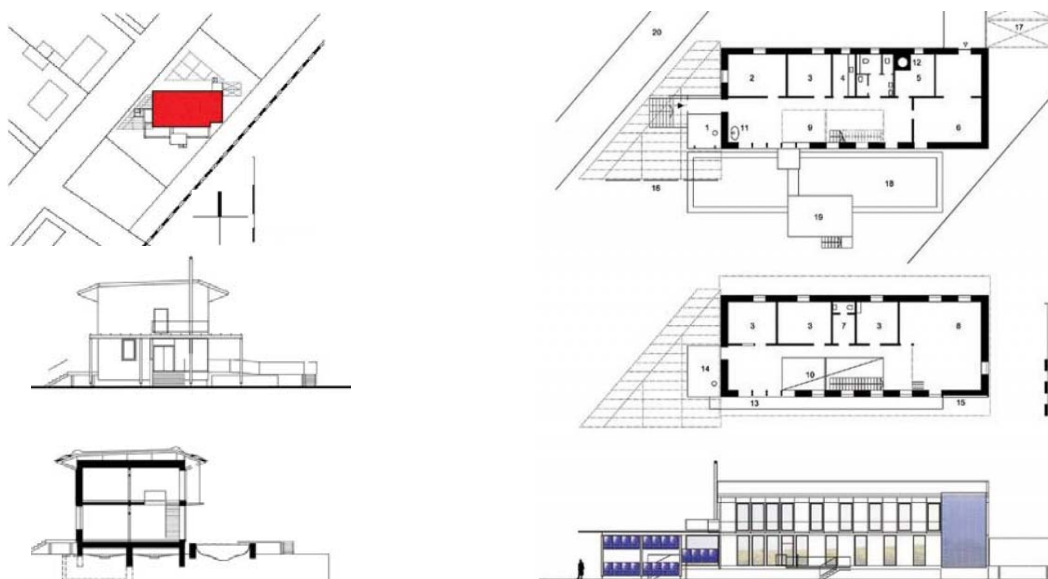
Mateřská škola Schukowitzgasse

Školka maximálně využívá sluneční světlo a energii a to pasivním i aktivním způsobem. Velkoplošné jižní zasklení skýtá dětem plný vizuální kontakt se zahradou a viditelně umístěné technické vybavení ukazuje názorně všem návštěvníkům systém fungování pasivního domu.



Jižní fasádu stíní vnější žaluzie. Sluncem ohřátá voda se akumuluje v nádrži (3,8 m³) umístěné v hale, zbytek spotřeby kryje plynový kotel. Vytápění zajišťuje systém řízeného větrání s rekuperací tepla. Vzduch se rozvádí viditelným podstropním plechovým potrubím. K letnímu chlazení se používá systém nočního větrání (okna se v noci automaticky otevírají a funguje komínový efekt). K akumulaci chladu v létě a pasivních solárních zisků v zimě přispívá velká hmota betonových konstrukcí podlah, stěn a stropů, které jsou záměrně ponechány nezakryté. Podhledy zde nejsou z důvodů ekonomických, údržbářských a edukačních. Kompaktní masivní železobetonová stavba s cihlovými příčkami stojí na ŽB pasech. Stěny izoluje 30 cm EPS, podlahu 20 cm XPS a střechu 30-47 cm XPS. $U_{stěny} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{základové\ desky} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{střechy} = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U_{oken} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Roční měrná potřeba tepla na vytápění je 11 kWh/m²a, tepelná zátěž je pod 13,9 W/m². Dešť. voda je vsakována na místě. [1]

Zdroj: [1] REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. *Reinberg: ökologische architektur : entwurf, planung, ausführung*. Wien: Springer, 2008, s. 167-259. ISBN 978-3-211-32770-8.



Situace, pohled západní, příčný řez, půdorys 1. a 2. nadzemního podlaží a pohled na jižní fasádu. [1]

Autor: ARCHITEKTURBÜRO REINBERG
Georg W. Reinberg, Ulrike Machold
NATUR & LEHM
Roland Meingast

Místo: Oberwaltersdorfer Straße, Tattendorf (A)

Dokončení: 2006 **Cena:** 0,55 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína, sláma
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- tepelné čerpadlo, zemní výměník tepla
- systém stěnového vytápění/chlazení
- zelená střecha
- hospodaření s dešťovými vodami
- ekologická doprava materiálů a výstavba
- použití recyklovaných materiálů

Standard:

Pasivní dům (dle metodiky PHPP), Total Quality Gebäudezertifikat (4,53 bodů z 5)

Ocenění: Der österreichischer Baupreis 2006

← ↑ uliční pohled od jihozápadu (říjen 2005)
← ← přízemí a pohled z galerie ve druhém patře
→ galerie ve druhém patře (foto: autor)

Dvoupodlažní budova bez podsklepení je umístěná v severní části pozemku. Okenními otvory je natočená přímo k jihu. Do jižní fasády jsou integrovány solární kolektory o ploše 24 m², které ohřívají vodu v zásobníku o objemu 1500 l. Pasivní solární zisky jsou získávány přes pečlivě navržené jižní prosklení. Ochranu před letním přehříváním zajišťuje přesah střechy a slunolam. Je použito tepelné čerpadlo země-vzduch, systém řízeného větrání s rekuperací tepla a vlhkosti a zemní výměník. Rozvod vzduchu je realizován tvarovkami z nepálené hlíny umístěnými v podlaže a příčkách. Jediným viditelným topidlem v domě je hořák na bioethanol ve tvaru srdce umístěný uprostřed domu v přízemí. V exteriéru i interiéru se uplatňují přírodní materiály (např. dřevěné podlahové krytiny, umělecko ztvárněné hliněné omítky, stěna z dvěstěletých vepřovic, dřevěný obklad stropu, ekologické nátěry). Stavba je založená na pilotách z betonových skruží a ŽB pasech. Nosnou konstrukci tvoří dřevěný

Kancelářská budova firmy Natur & Lehm

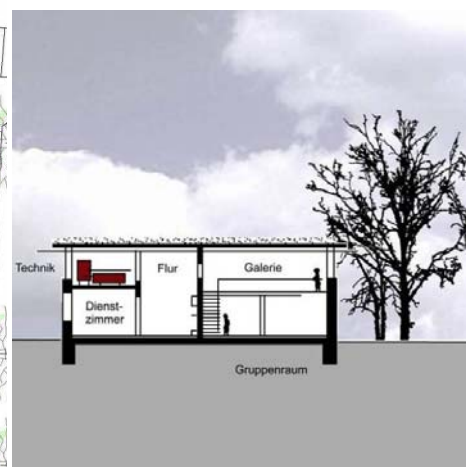
Dům je sídlem firmy a současně také jejím vzorový domem postaveným z inovativního stavebního systému složeného v maximální míře z přírodních materiálů. Jeho výsledná CO₂ bilance je pozitivní. Spotřeba energie byla minimalizována při výstavbě, díky standardu pasivního domu je velmi nízká při obývání domu a bude nízká dokonce i při jeho případné demolici a recyklaci.



rámový skelet. Vnější obálka je smontovaná z předem vyrobených panelů složených z dvojité rámové dřevěné konstrukce, slámy a hlíny. Stěnové panely mají tl. 54 cm (z toho 40 cm slaměné izolace) $U_{stěny} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. Střešní panely mají tl. 66 cm. Společně s podlahovými panely tvoří vnější tepelně izolační obálku domu. Celá vnější obálka domu je omítnuta z vnější i vnitřní strany vzduchotěsnou omítkou Natur&Lehm. Minimalizovaná byla jak energie na výstavbu (tzv. šedá energie) tak energie na provoz. Zajímavostí byla doprava panelů na staveniště po železnici a přizpůsobení střešní dutiny pro život netopýrů. Roční měrná potřeba tepla na vytápění je dle PHPP 12 kWh/m²a, dle OIB 11 kWh/m²a. Naměřená neprůvzdušnost $n_{50} = 0,4 \text{ h}^{-1}$. [1,2]

Zdroj: [1] REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. *Reinberg: ökologische architektur : entwurf, planung, ausführung*. Wien: Springer, 2008, s. 214-221. ISBN 978-3-211-32770-8.

[2] Bürogebäude Fa. natur&lehm. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.passivhaus-datenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0139



Půdorys přízemí s vyznačením obytných místností. [1]

Příčný řez. [1]

Autor:

Reiter & Rentzsch Architects

Místo:

Diesterwegstraße, Heidenau (D)

Dokončení: 2008**Cena:** –**Atributy udržitelnosti:**

- zelená střecha
- hospodaření s dešťovými vodami
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní (solární kolektory na ohřev teplé vody)
- řízené větrání s rekuperací tepla a dohřevem
- částečně přírodní materiály – dřevo, hlína
- multifunkční sál využitelný nezávisle na škole

Standard:

Pasivní dům (dle metodiky PHPP)

Ocenění: -

- ← ↑ pohled na jižní fasádu ze zelené střechy
- ← celkový pohled přes zahradu od jihovýchodu
- hlavní sál, vlevo dveře do chodby (foto: autor)

Přízemní, částečně dvoupodlažní budova bez podsklepení je umístěná v severní části pozemku a je integrovaná do terénní vlny na okraji dříve vzniklého parku. Velké k jihu orientované prosklené plochy stíní v horní části přesah střechy a níže vnější, horizontálně posuvné, modřínové okenice. Příjezd a hlavní vstup je ze severu. Na zádveří a vstupní foyer navazuje multifunkční sál s velkou prosklenou stěnou do zahrady. Sál se využívá pro sport, tanec či divadlo a díky vlastnímu zázemí často i nezávisle na provozu školky aniž by rušil její provoz. Přes dveře je ze sálu přístupná dlouhá vlnící se chodba. Dělí školku na jižní část se čtyřmi bohatě prosklenými skupinovými místnostmi otevřenými do zahrady a uzavřenou severní část s hygienickými místnostmi a zázemím personálu. Zahrada přístupná ze všech obytných místností plynule přechází do zelené střechy, jejíž spodní travnatá část slouží také hrám dětí. Horní část střechy tvoří vegetační souvrství porostlé skalničkami a 12 m² solárních kolektorů, které jsou napojené na 750 l zásobník teplé vody a kryjí 70% její spotřeby. Školka je postavená ve standardu pasivního domu převážně z ekologických materiálů doporu-

Mateřská škola Heidenau

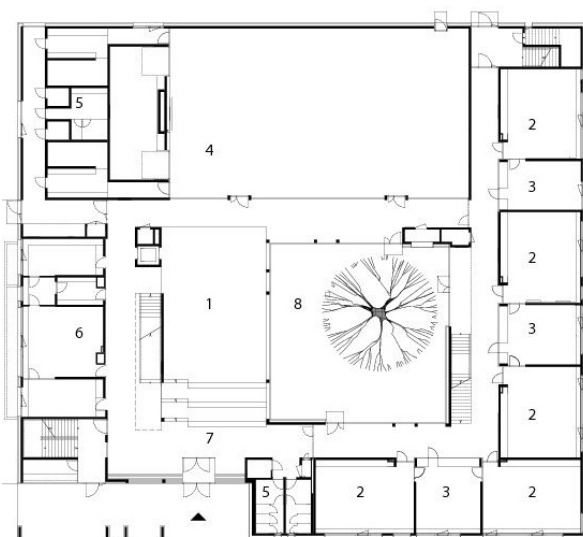
Spojením ekologického architektonického návrhu s technologiemi pasivního domu vznikla mateřská škola, která dětem nabízí vysokou kvalitu vnitřního i vnějšího prostředí a současně klade důraz na ochranu životního prostředí. Zahradu přechází na organicky formovanou střechu, v jejíž spodní části si děti mohou také hrát.



čených německým ministerstvem životního prostředí. Vnější stěny mají difúzně otevřenou skladbu (izolačních cihly plněné perlitem, minerální vlna, provětrávaná mezera a modřínový obklad) $U_{stěny} = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Ve střechě je mezi dřevěnými l nosníky 400 mm celulózové izolace, $U_{střechy} = 0,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, v podlaze je polystyren $U_{podlahy} = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, $U_{okna} = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Pro vytápění se používá především větrací systém s rekuperací tepla. Avšak budova je doplnkově napojena i na dálkové vytápění, které se používá při zahřívání budovy nebo když je větrací systém z nějakého důvodu vypnutý. Podlahové topení v sále, stěnové ve třídách a radiátory jsou napojené na nízkoteplotní systém umožňující automatický provoz i aktuální individuální regulaci. Systémy rekuperace a vytápění jsou umístěné nad místnostmi personálu v polopatře severní části. Roční měrná potřeba tepla na vytápění dle PHPP je 15 kWh/m²a. Test neprůvzdušnosti $n_{50} = 0,49 \text{ h}^{-1}$. [2]

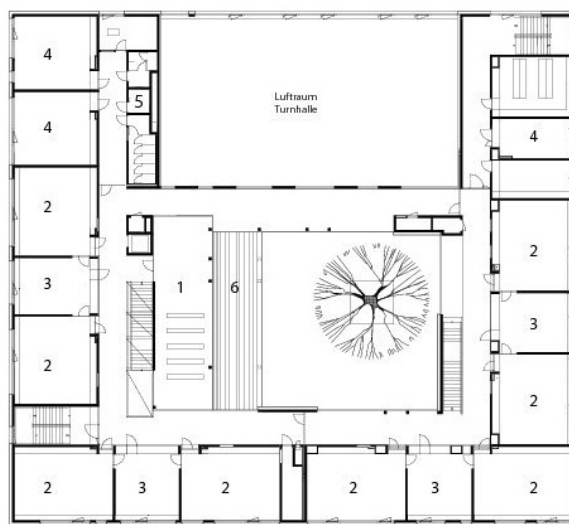
Zdroje: [1] Kindergarten Heidenau. *Architektengemeinschaft Reiter + Rentzsch* [online]. 2009 [cit. 2012-11-24]. Dostupné z: <http://www.reiter-rentzsch.de/>

[2] Pasivní domy: radost z bydlení. In: *Pasivní domy* [online]. 5. vyd. 2013 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: http://www.pasivnidomy.cz/files/download/Pasivni_domy-radost_z_bydleni.pdf



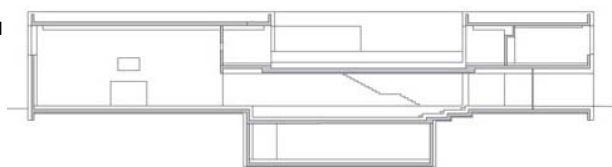
PŮDORYS 1.NP

- 1 AULA
- 2 UČEBNA
- 3 ROZŠÍŘENÍ SOUSEDNÍCH UČEBEN
- 4 TĚLOCVIČNA
- 5 ŠATNY, SPRCHY A WC
- 6 KANCELÁŘE VEDENÍ ŠKOLY
- 7 VSTUPNÍ HALA
- 8 DVŮR



PŮDORYS 2.NP

- 1 KNIHOVNA
- 2 UČEBNA
- 3 ROZŠÍŘENÍ SOUSEDNÍCH UČEBEN
- 4 KABINETY UČITELŮ
- 5 WC A ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST
- 6 TERASA VE DVOŘE



Půdorys 1. np (vlevo), 2. np (vpravo), řez vedený hlavním vstupem a aulou (dole). [1]

Autor: Marte.Marte Architekten
Bernhard Marte, Stefan Marte

Místo: Kopernikusstraße 1b, Wels (A)

Dokončení: 2009 **Cena:** 8,1 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- využívání sluneční energie – aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- tepelné čerpadlo – geotermální energie
- zemní výměník tepla – vzduchový
- zelená střecha – hospodaření s dešťov. vodami

Standard: Pasivní dům (dle štítku OIB kat. A+)

Ocenění: Österreichischer Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit 2010

- ← ↑ pohled na hlavní vstup do školy od jihu
- ← ← dvůr se dvěma stromy a terasou ke čtení
- ← ← pohled aulou směrem k hlavnímu vstupu
- ← knihovna – veškerý nábytek je na kolečkách
- učebna – stoly jsou na kolečkách (foto: autor)

Princip výuky ve „škole v pohybu“ vychází z proměnlivosti uspořádání nábytku. Kromě pevné tabule mají třídy i pohyblivé tabule a trojúhelníkové lavice mají kolečka. Cílem je pohyb a snadnost přeskupení dětí pro úkoly v menších skupinách. Dvoupodlažní částečně podsklepená budova stojí v obytné a sportovně-relaxační zóně na okraji Welsu. Čistá hmota kvádru má v jižním nároží vyříznutý krytý vstupní prostor. Přes zádveří je přístupná světlá hala otevřená do auly se třemi stupni pro sezení. Za skleněnou stěnou auly je čtvercový dvůr vytvořený druhým vyříznutím jinak kompaktní hmoty (poměr $A/V = 0,37 \text{ m}^2/\text{m}^3$). Dvůr slouží především k prosvětlení, komunikačnímu propojení a pohybu dětí. Ve škole je 12 tříd pro 240 dětí, 6 skupinových místností (možných rozšíření sousedních tříd), 1 třída pro předškolní děti, tělocvična, knihovna s terasou pro čtení, výuková kuchyň, dílna, kanceláře vedení a kabiny. Bílé fasády bez soklu doplňují hliníkové rámy oken zlaté barvy a žluté vnější žaluzie s automatickým/manuálním ovládáním. Dvorní fasády doplňuje zlatý plechový obklad. Podlaha terasy je dřevěná, dlažba dvoru je ze žulových kostek. Podlahy tříd jsou z dubových vlýsů tl. 10-15 mm.

Základní škola Mauth

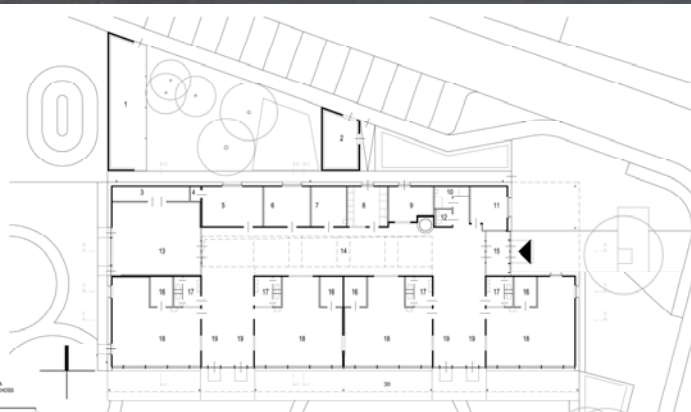
Základní škola Mauth je manifestem komplexní odpovědnosti města Wels a důkazem, že sociální, environmentální a pedagogická udržitelnost může být v souladu s nejvyššími architektonickými požadavky. Škola je nazývána „škola v pohybu“ (moving school) a nabízí v Horním Rakousku jedinečný systém výuky.



Nosná konstrukce je masivní železobetonová, opatřená kvalitní tepelně-izolační vrstvou: ve stěnách 24 cm (min. vlny), podlaze 17 cm, střeše 40 cm. $U_{\text{stěny}} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{základové desky}} = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{střechy}} = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Skleněné stěny mají dvojskla $U_{\text{skla}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, okna mají trojskla $U_{\text{skla}} = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, rámy mají v obou případech $U_{\text{rámu}} < 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Roční měrná potřeba tepla na vytápění dle energet. štítku OIB je $14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Tepelná zátěž dle PHPP je 21 W/m^2 . Výpočtový faktor neprůvzdušnosti $n_{50} = 0,4 \text{ h}^{-1}$. Tepelné čerpadlo s 16 vrty hl. 100-110 m kryje 48% potřeby TV, decentralní systém řízeného větrání s rekuperací (účinnost 85%) v zimě topí a v létě chladí. Pod okny je doplňkové podlahové topení. Každá třída má čidlo CO_2 a vlhkosti řídící objem vzduchu přiváděného rovnoměrně z celé plochy podhledu. Na zelené střeše je solární systém (50 m^2 kryje 42% potřeby TV) a 28 m^2 fotovoltaiky. Za školou je zahrada na hraní a pěstování rostlin. [1, 2]

Zdroje: [1] Volksschule Mauth. In: *Nextroom* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=33655>

[2] Volksschule Wels-Mauth. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhaus-datenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0816



Půdorys. [1]

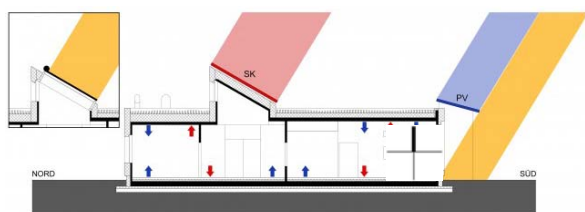


Schéma využití sluneční energie - letní den. [1]

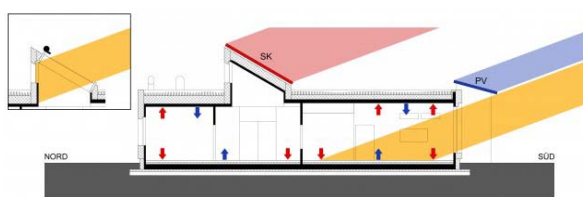
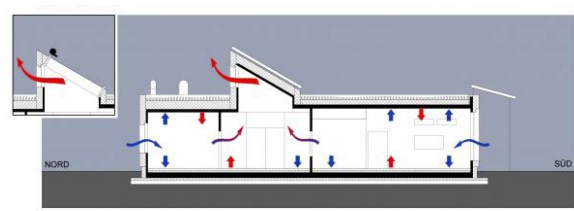
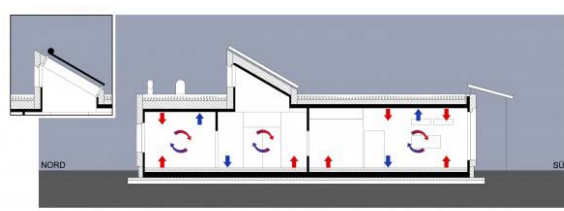


Schéma využití sluneční energie – zimní den. [1]



Systém přirozeného větrání – letní noc. [1]



Systém přirozeného větrání – zimní noc. [1]

Autor:

ARCHITEKTURBÜRO REINBERG

Georg W. Reinberg, Margit Böck, Rudolf Lesnak

Místo:

Ferdinand Hanusch Platz, Deutsch Wagram (A)

Dokončení: 2009**Cena:** 3,35 mil. Euro**Atributy udržitelnosti:**

- přírodní materiály – dřevo, hlína
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- tepelné čerpadlo
- systém stěnového vytápění/chlazení
- zelená střecha
- hospodaření s dešťovými vodami

Standard:

Pasivní dům (dle metodiky PHPP)

Ocenění:

Niederösterreichischer Holzbeupreis 2009

← ↑ krytý prostor před hlavním vstupem

← jižní fasádu stíní fotovoltaika a žaluzie

→ hala se střešním světlíkem (foto: autor)

Přízemní budova bez podsklepení je umístěna na severním okraji pozemku. Okenními otvory je natočená k jihu do zahrady. Jejich stínění zajišťují vnější žaluzie a také fotovoltaické články o ploše 110 m² integrované do skleněné pergoly nad terasou. Natočením budovy k jihu byl na severu pozemku vytvořen prostor pro zásobování, přístřešek na kola, odpadky a parkovací místa pro zaměstnance a návštěvníky. Před školkou je umístěna autobusová zastávka, aby se děti dostali bezpečně a snadno dovnitř a ven z autobusu. Hlavní vchod je krytý baldachýnem z překližkové desky na ocelových sloupech. Prostorná hala propojuje všechny místnosti a jsou v ní umístěné otevřené šatny, přes které je přístup na terasu. Přirozené osvětlení poskytuje světlík, který umožňuje také přirozené větrání. Na světlíku jsou mezi okny umístěné solární kolektory pro ohřev teplé vody o celkové ploše 30 m². Základy tvoří ŽB deska, nosné stěny, stropy a příčky jsou z K LH panelů z lepeného masivního dřeva. Některé příčky jsou sádkartonové. Interiérové stěny

Mateřská škola

Deutsch Wagram

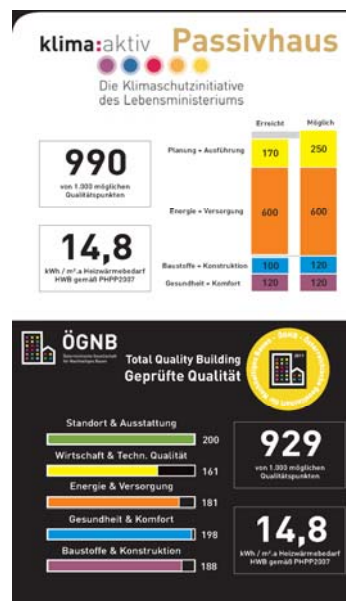
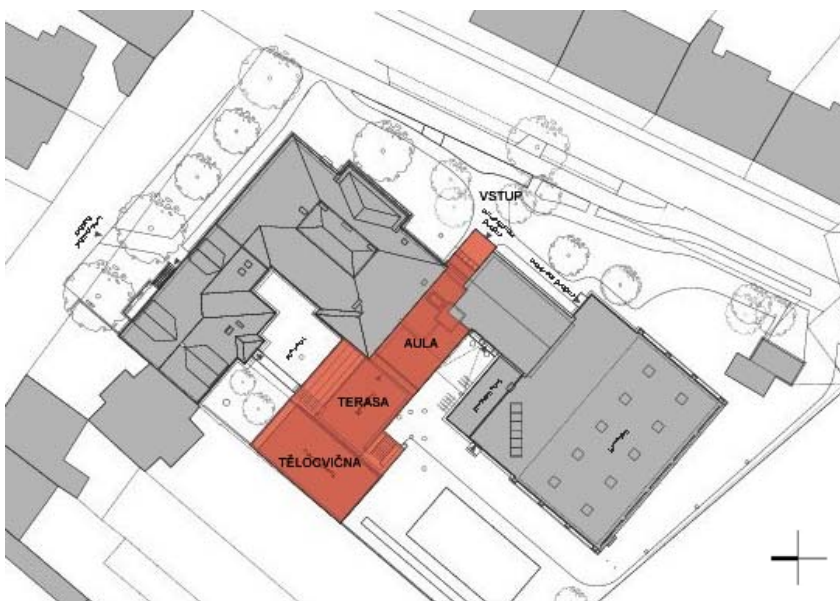
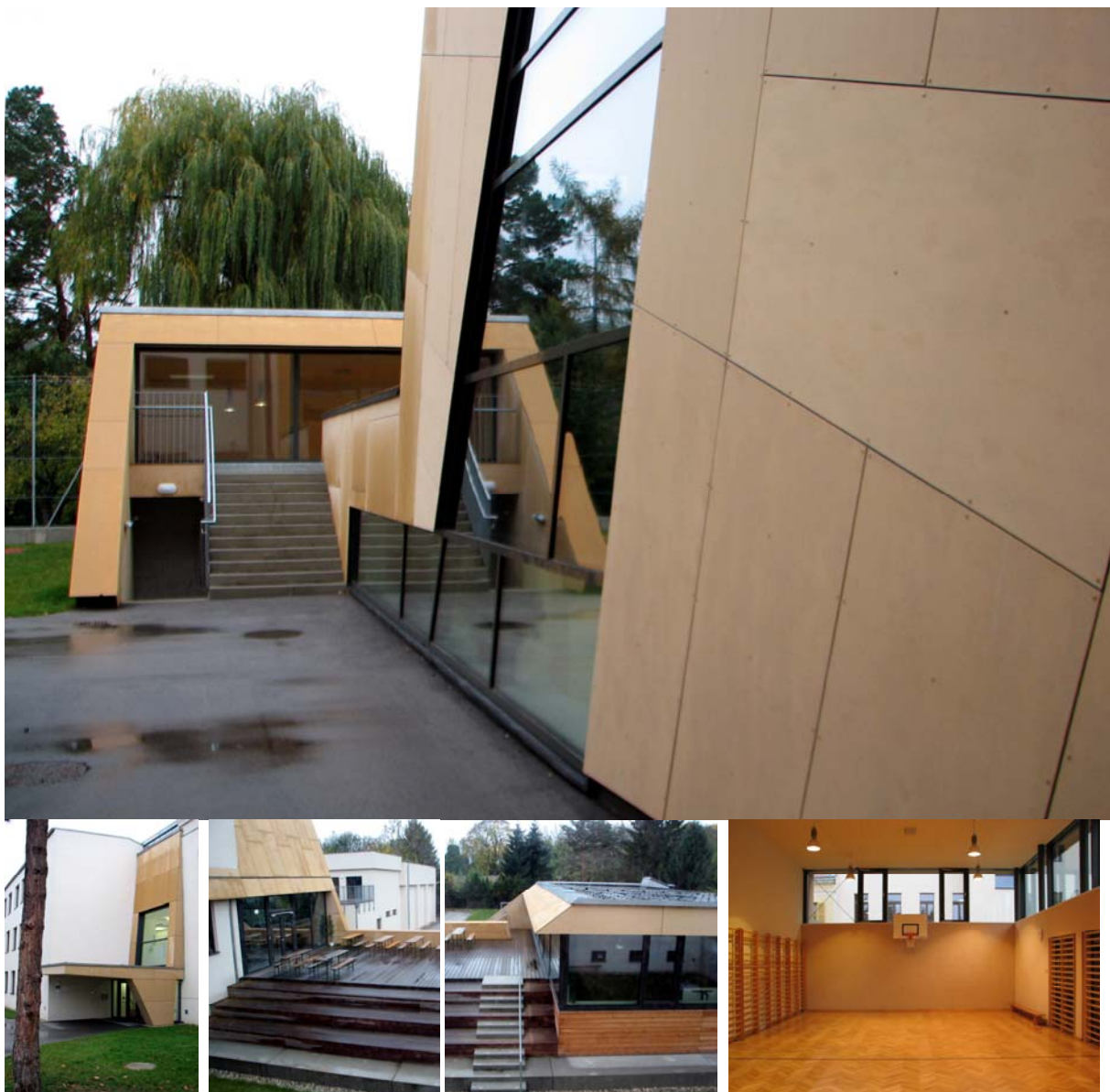
Mateřská škola jako „Klima: Aktiv haus“. Dřevostavba z masivních lepených panelů s hliněnými omítkami, zelenou střechou a mnoha dalšími atributy udržitelnosti splňující standard pasivního domu.



kryje silná vrstva hliněné omítky s integrovaným systémem chlazení a vytápění. Podhledy tvoří akustické panely. Podlahu izoluje XPS pod základovou deskou (14 cm) a EPS na desce (10 cm), stěny minerální vlna (30 cm) a střechu EPS (40 cm). Dodávku energie zajišťuje prostřednictvím podzemní vody tepelné čerpadlo, fotovoltaika a napojení na veřejnou elektrickou síť. Dešťová voda vsakuje na střeše, v zahradě a svádí se do vsakovací jámy. Školka má standard pasivního domu. Roční měrná potřeba tepla na vytápění dle PHPP je 14,7 kWh/m²a, tepelná zátěž je 16 W/m², faktor neprůvzdušnosti $n_{50} = 0,57 \text{ h}^{-1}$, $U_{\text{stěny}} = 0,101 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{střechy}} = 0,078 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{podlahy}} = 0,152 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{zasklení}} = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{oken}} = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$, propustnost slunečního záření zasklení $g = 52\%$. Poměr $A/V = 0,74 \text{ m}^2/\text{m}^3$. [2]

Zdroje: [1] Deutsch Wagram, 4-gruppiger Kindergarten als Klima: Aktiv haus. *Architekturbüro Reinberg* [online]. 2009 [cit. 2012-03-31]. Dostupné z: <http://www.reinberg.net/architektur/215>

[2] Kindergarten Deutsch-Wagram, 2232 Deutsch-Wagram. In: *Klima: aktiv Gebäudedatenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: <http://www.klimaaktiv-gebaut.at/main.php?show=2>



Situace – šedě rekonstrukce, červeně novostavba [1], Rakouský certifikát udržitelných budov. [2]

Autor: ah3 architekten (Johannes Kislinger, Karl Gruber, M. Wagensonner, T. Lang, H. Provin)

Místo:

Klosterneuburger Straße 12, Langenzersdorf (A)

Dokončení: 2010

Cena: 4,0 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- rekonstrukce a přístavba stávající školy
- využívání sluneční energie – aktivní i pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- systém nočního větrání pro letní chlazení
- tepelné čerpadlo – geotermální energie

Standard: Certifikovaný pasivní dům dle PHPP, ÖGNB Total Quality Building (929 bodů z 1000), klima:aktiv (990 bodů z 1000), EU Green Building

Ocenění: ETHOUSE Award 2011, Green Building Award der Europäischen Kommission

- ← ↑ nová aula a tělocvična – pohled od JV
- ← ← ← ← nový vstup do školy - pohled od V
- ← ← ← pohled na novou terasu od SV
- ← ← tělocvična je zapuštěná pod úroveň terénu
- ← interiér tělocvičny s okny na SV a JV straně
- nová aula s výstupem na terasu (foto: autor)

Škola byla od svého vzniku v roce 1876 několikrát adaptována a rozšiřována. Cílem rekonstrukce a přístavby dokončené v roce 2010 bylo zlepšení dispozice a dosažení pasivního standardu. Staré budovy byly zateplené, opatřeny novými okny a vnějšími dveřmi pro pasivní domy a vybaveny systémem řízeného větrání s rekuperací tepla. Uvnitř byla škola reorganizována a doplněna vložením nového kolmého křídla s krytým vstupem, zádveřím a aulou s výtahem, WC pro handicapované a výstupem na terasu. Tím se výrazně zlepšila orientace ve škole, uživatelský komfort a byla zajištěna bezbariérovost. Přízemí auly (70 m²) se používá jako rozšíření školní knihovny. Přilehlá terasa má na jedné straně schodiště k hřišti a na druhé straně přechází do sedacích stupňů, které se při školních akcích používají jako hlediště. Pod aulou vznikla dříve chybějící centrální šatna, z níž vede chodba do nové tělocvičny. Pod terasou jsou šatny, sociální zařízení a sklady k tělocvičně. Nové podlahy a stěny jsou železobetonové. Zastřešení auly

Rekonstrukce a přístavba základní školy

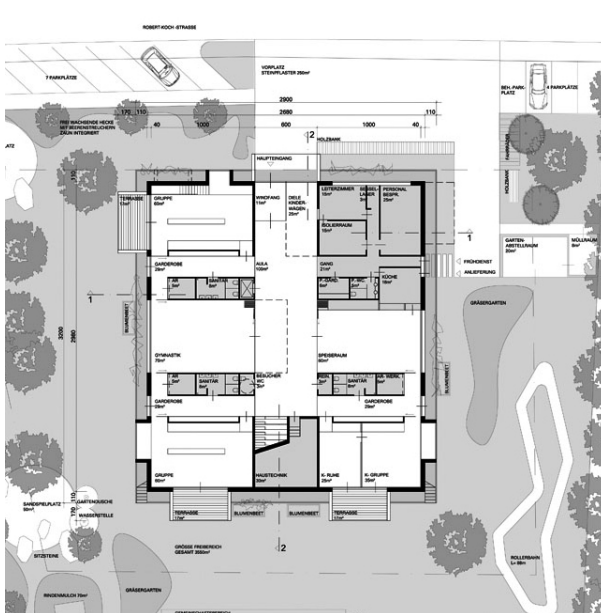
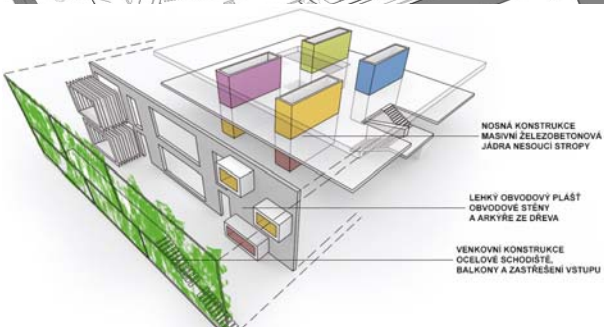
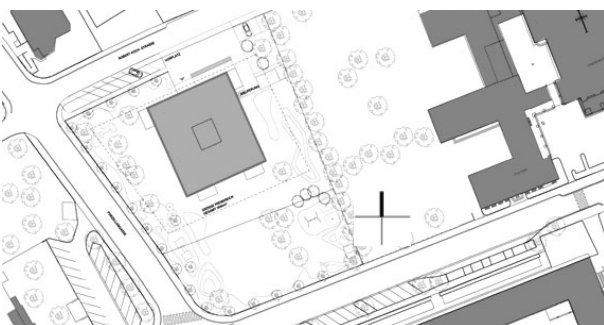
Rekonstrukce školy v Langenzersdorfu je jedním z nejkrásnějších příkladů energetické modernizace školní budovy v Rakousku. Jak staré křídlo s učebnami, tak nové s tělocvičnou jsou v pasivním standardu. Díky systému řízeného větrání s rekuperací tepla jsou splněny současné požadavky na školní budovu a výrazně sníženy provozní náklady. Navíc se stálým přísunem vzduchu roste aktivita i pozornost žáků.



a tělocvičny je ze dřeva. Stínění je pomocí vnějších žaluzií a textilních rolet. Otevřením oken lze k chlazení auly a nové tělocvičny využít systém přirozeného nočního větrání. Vytápění a ohřev vody je zajištěn napojením na dálkový rozvod tepla a na střeše jsou solární kolektory a fotovoltaika. Jako záložní zdroj je použitý plynový kondenzační kotel. Topí se radiátory pod okny. Hlavní rozvody vzduchu v chodbách jsou umístěné viditelně, rozvody ve třídách jsou skryté v podhledech. Roční měrná potřeba tepla na vytápění je dle energet. štítku OIB 14 kWh/m²a, dle výpočtu PHPP taktéž 14 kWh/m²a. (Před rekonstrukcí byla 219 kWh/m²a).[2]

Zdroje: [1] Hauptschule Langenzersdorf Sanierung und Erweiterung. In: *Nextroom* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=35142>

[2] TQB Projektdokumentation: Klosterneuburgerstraße 12, 2103 Langenzersdorf: Generalsanierung Hauptschule Langenzersdorf. In: *ÖGNB: Österreichische Gesellschaft für nachhaltiges Bauen* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: https://www.oegnb.net/zertifizierte_projekte.htm



Situace a schéma konstrukce (vlevo), půdorys (vpravo) – bílé: učebny, aula, tělocvična a jídelna. [1]

Autor: SWAP Architekten

Místo: Robert-Koch-Straße 17, Wels (A)

Dokončení: 2010 **Cena:** 3,35 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína
- využívání sluneční energie – aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- zelená střecha - hospodaření s dešťov. vodami

Standard: Pasivní dům

Ocenění: -

- ← ↑ pohled na hlavní vstup do školky od SZ
- ← ← pohled od S – vlevo vjezd pro zásobování
- ← celkový pohled od J ze zahrady (foto: autor)
- skupinová místnost s arkýřem na hraní [1]

Dvoupodlažní kompaktní budova bez podsklepení má rovnou zelenou střechu a je umístěná v SV části parcely. Ta se nachází v heterogenní zástavbě okrajové části Welsu v sousedství kostela Vogelweidekirche s okolím bohatým na zeleň. Hlavním vchodem se školka obrací k SZ k ulici Roberta Kocha. Přes zádveří je přístupná aula vedoucí přes celou délku budovy a ukončená schodištěm do druhého patra. V polovině délky ji kolmo protíná další společný prostor vedoucí přes celou délku domu. Je to tělocvična a jídelna, které jsou oddělené posuvnými stěnami a lze je tedy mít oddělené nebo je propojit s aulou do jednoho velkého prostoru vhodného pro větší společné akce. Tento „kříž“ odděluje čtyři rohové čtvercové sektory. V přízemí jsou ve dvou západních sektorech třídy doplněné šatnami a hygienický zázemím. V JV sektoru je místnost pro 12 batolat a v SV sektoru je zázemí pro personál školky a kuchyně. Technická místnost je pod schodištěm. V horním patře jsou další čtyři třídy. Hygienická zázemí jsou umístěná v nosných železobetonových jádrech odlišených veselými barvami, což dětem přináší rychlejší orientaci a pozitivní identifikaci se svojí třídou. Školka má tedy 6 tříd pro celkem 138 dětí. Každá třída je

Mateřská škola Roberta Kocha

Zadání bylo postavit školku splňující jak pedagogické standardy dnešních dní, tak energeticky pasivní standard. Podařilo se to návrhem kompaktní hmoty rozšířené o zavěšené kryté balkony a barevné arkýře, jimž říkájí „ptačí hnízda“.



bohatě vizuálně propojená se zahradou. Arkýře „ptačí hnízda“ mají dětské měřítko a barvu své třídy, balkony jsou kryté před nepřízní počasí a přes šatny je z každé třídy přístup do zahrady. Z přízemí přímo, z patra přes terasy po venkovních schodištích. Stínění zajišťují vysuté konstrukce balkonů a vnější žaluzie. Masivní nosná železobetonová konstrukce je opláštěná dřevěnými stěnovými prefabrikáty s lehkou sloupkovou konstrukcí a obkladem. Střechu tvoří ŽB deska s tepelnou izolací a vegetační vrstvou. Izolaci podlahy tvoří 600 mm šterku z pěnového skla pod základovou ŽB deskou. Jsou použita okna pro pasivní domy s izolačním trojsklem. Vytápění a ohřev vody je zajištěn napojením na dálkový rozvod z nedaleké teplárny. K větrání je použitý řízený systém s rekuperací s rotačním výměníkem tepla. Dům je napojený na el. síť a na obou střešních světlicích má umístěnou fotovoltaiiku (36 m², 4,76 kWp). Roční měrná potřeba tepla na vytápění je 8 kWh/m² a. Faktor neprůvzdušnosti je n₅₀ = 0,6 h⁻¹ (projektový předpoklad). [2]

Zdroje: [1] Kindergarten Wels. In: *SWAP Architekten* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: <http://architektur.swap-zt.com/projekt/kindergarten-wels/>

[2] Kindergarten Wels. In: *Nextroom* [online]. 2011 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=34490>



Model – pohled od severu (vlevo dole), situace a půdorysy všech čtyř podlaží (vpravo). [1]

Autor: Architekturbüro Raum und Bau
A. Fleischer, R. Hengst, J. Hertel, S. Herz, F. Kreh-
her, A. Krippstädt, F. Riebe, A. Schlotter, S.
Weidner

Místo: Pillnitzer Landstraße 38, Dresden (D)

Dokončení: 2010 **Cena:** 8,2 mil. Euro

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály - dřevo
- využívání sluneční energie – aktivní i pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- zemní výměník tepla – vzduchový
- tepelné čerpadlo – geotermální energie

Standard: Pasivní dům (dle PHPP)

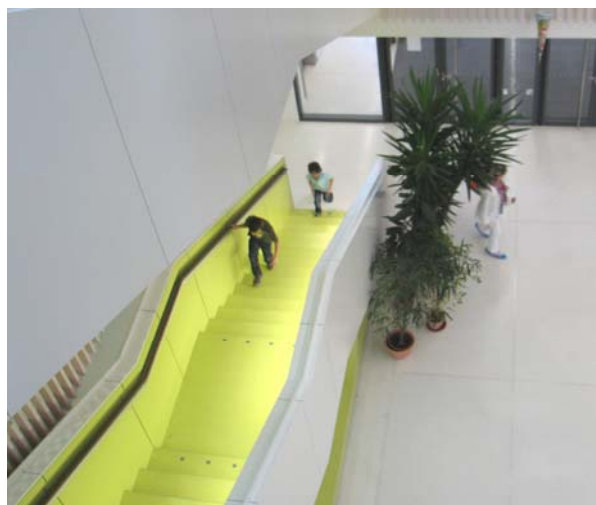
Ocenění: -

- ← ↑ pohled od jihu přes školní dvůr
- ← ← pohled od severu na vstupní část
- ← tělocvična je částečně pod úrovní terénu
- ← ↓ víceúčelová plocha slouží i školce v pozadí
- centrální atrium se schodištěm (foto: autor)

Třípodlažní, plně podsklepená, budova je umístěná v SV rohu parcely v nárožní poloze. Za ní jsou plochy zeleně, oddychové a sportovní, společné i pro vedlejší školku. Tyto volné plochy významně přispívají k úspěchům při učení. Kromě toho, že si tu děti o přestávkách hrají a pohybem se snižuje jejich agresivita, záhony na pěstování rostlin a vysazené stromy pomáhají celoročně při výuce formou „dotkni se a přivoň“. Škola má kompaktní tvar kvádrů. Z něj je vyřiznutá jen nárožní část přízemí vedoucí od hlavního vstupu kolem tělocvičny, čímž je krytá před nepřízní počasí. Fasády s bílou omítkou člení výrazné horizontální pásy s okny a dřevěnými částečně otevíratelnými meziokenními pásy. Dřevěný obklad přechází v přízemí i do vizuálně propojeného interiéru atria, víceúčelové jídelny a tělocvičny. V horních dvou patrech jsou podél ulic umístěny kabinety, dílna, knihovna a vedení školy. Třídy mají okna na JV a JZ do zeleně zahrady. Protipólem otevřenému atriu je dřevem obložený vnitřní blok s technickými místnostmi. Konstrukce domu je masivní železobetonová. Ke stínění jsou okna vybavena vnějšími žaluziemi. Větrání zajišťují tři centrální vzduchotechnické jednotky.

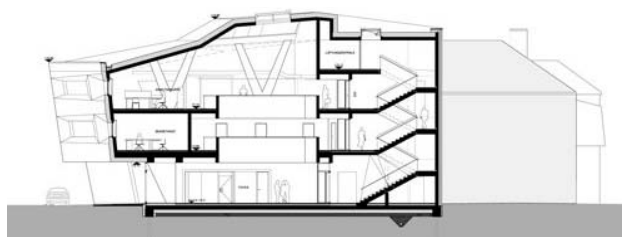
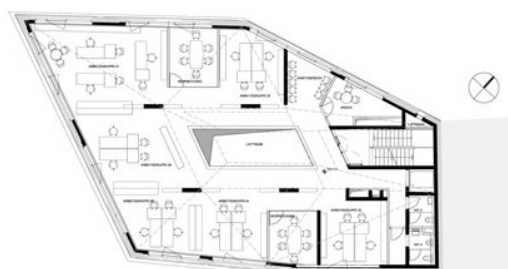
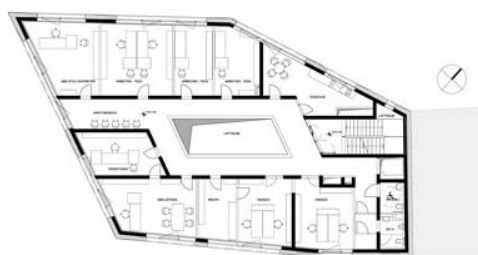
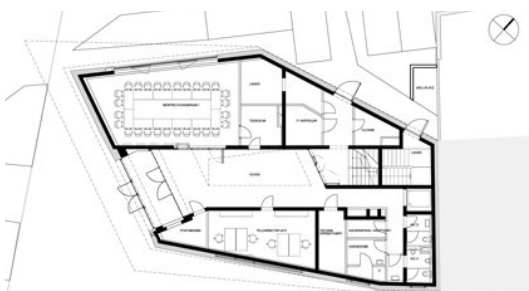
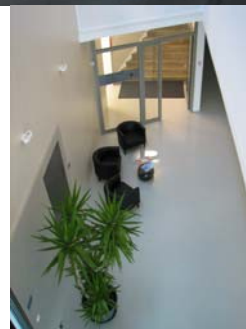
Základní škola Friedrich Schiller

První pasivní škola v Sasku byla postavena v okrajové části Drážďan – Loschwitz. Dvou-
stupňová základní škola má v horních dvou pa-
trech učebny, do suterénu zapuštěnou tělocvič-
nu a v přízemí jídelnu, kterou lze využívat i pro
společensko-kulturní akce. Všechna patra spo-
juje bílé centrální atrium zastřešené světlíkem.



Na střeše jsou solární a fotovoltaické panely. V topném období se přiváděný vzduch předehřívá v zemním výměníku a pak v rekuperační jednotce (účinnost cca 90%). Díky malým tepelným ztrátám jsou vnitřní energetické zisky dostatečné k vytápění budovy. Špičkovou potřebu tepla na vytápění a ohřev teplé vody zajišťuje solární systém a vysokoteplotní tepelné čerpadlo (voda/voda), jež mohou svůj výkon díky propojení poskytnout i vedlejší školce. Chladí se intenzivním nočním větráním, vzduchem ochlazeným v zemním výměníku. Vnější konstrukce výborně izolují, $U_{stěny} = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{základové\ desky} = 0,112 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{střechy} = 0,122 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{okna} = 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{skla} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, propustnost slunečního záření zasklení $g = 50\%$. Roční měrná potřeba tepla na vytápění je $11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, tepelná zátěž 9 W/m^2 , celková potřeba primární energie (topení, teplá voda, el. energie) $109 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (dle PHPP). Faktor neprůvzdušnosti $n_{50} = 0,3 \text{ h}^{-1}$. [2]

Zdroj: [1] Neubau der ersten Passivhausschule Sachsens. In: *Raum und Bau* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: http://www.raumundbau.com/e710/e4461/index_ger.html?img=1
[2] D-01326 Dresden (Sachsen). In: *Gebaute Passivhaus Projekte* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: <http://www.passivhausprojekte.de/projekte.php?detail=1991>



Půdorys 1. np (vlevo nahoře), 2. np (vpravo nahoře), 3. np (vlevo dole), řez (vpravo dole). [1]

Autor:

CAP Chalabi Architekten

Jaafar Chalabi, Talik Chalabi, Katharina Fröch

Místo: Laaer Straße 23, Korneuburg (A)**Dokončení:** 2011**Cena:** 1,58 mil. Euro**Atributy udržitelnosti:**

- řízené větrání s rekuperací tepla
- tepelné čerpadlo – geotermální energie
- zemní výměník tepla – solankový
- systém nočního větrání pro letní chlazení
- částečné pasivní využívání sluneční energie

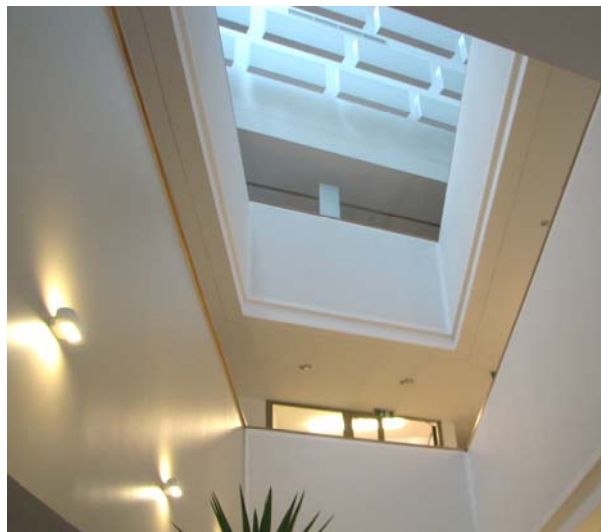
Standard: Pasivní dům (dle metodiky PHPP),
klima:aktiv – Bronze**Ocenění:** –

- ← ↑ pohled na hlavní vstup od jihu
- ← ← ← atrium procházející všemi podlažími
- ← ← open space kanceláře ve 3. np
- ← pohled dolů atriem do vstupní haly
- atrium osvětluje střešní světlík (foto: autor)

Třípodlažní budova bez podsklepení je umístěná ve výrazné nárožní poloze. Svou hlavní vstupní fasádou je natočená k jihu do parčíku, který před ní rozšiřuje ulici. V 1. np je vstupní hala, jednací místnost a konferenční sál se zázemím, technické zázemí domu a sociální zařízení. V 2. np jsou kanceláře buňkového typu. Prostor 3. np je převýšený až ke konstrukci střechy a obsahuje open space kancelářský prostor dělený pouze nábytkem. Přes všechna podlaží prochází centrálně umístěné atrium zastřešené skleněným světlíkem. Atrium je obložené akustickými panely, které jsou také zavěšené ze stropu. Nosná konstrukce je z masivního železobetonu. Investor (Spolková republika Dolní Rakousko) vypsal architektonickou soutěž, vybral vítězný návrh a až poté se rozhodnul pro požadavek, že dům má být v pasivním standardu. Vítězný návrh se proto musel v průběhu projekčních prací upravovat. Došlo především ke zvýšení tloušťek tepelných izolací obvodových konstrukcí (36 cm EPS ve stěnách; 36 cm EPS ve střeše; 30 cm XPS pod a 10 cm nad železobetonovou základovou deskou), použití kvalitnějších oken ($U_{\text{oken}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), doplnění o systém řízeného větrání

Kancelářská budova Stavebního úřadu

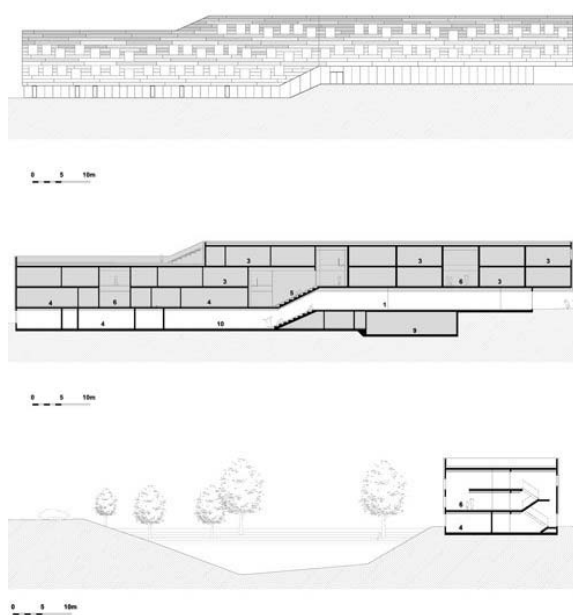
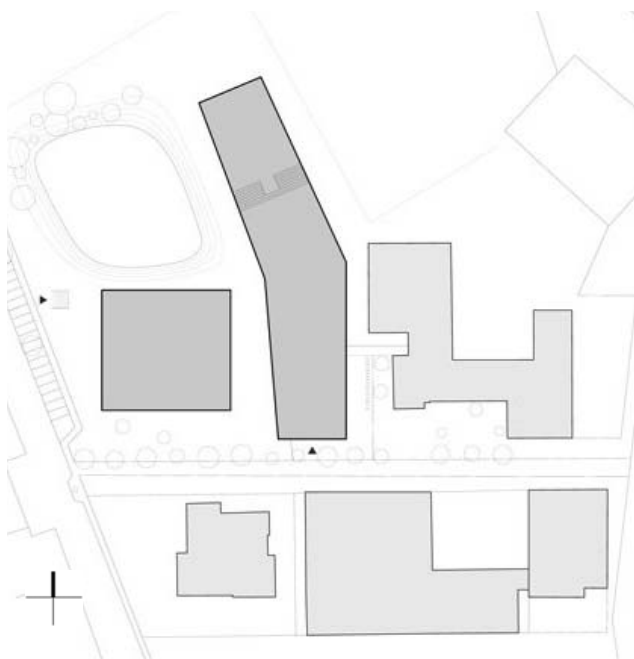
Kancelářská budova je přístavbou ke kancelářské budově ze 70. let. Vítězný projekt architektonické soutěže nepočítal s pasivním standardem. Dle pozdějšího požadavku se upravoval až při projekčních pracích a proto byly především naddimenzovány tloušťky tepelných izolací.



s rekuperací tepla o účinnosti 85%, tepelného čerpadla se třemi vrty do hloubky 100 m a zajištění požadované vzduchotěsnosti domu (faktor neprůvzdušnosti $n_{50} = 0,4 \text{ h}^{-1}$). Rozmístění a velikost oken nebyly upraveny, všechny fasády mají podobný procentuální podíl prosklených ploch. Pasivní solární zisky se tedy získávají jen částečně. Autoři návrhu odmítli z estetického důvodu vnější stínící prvky. Ke stínění oken slouží vnitřní vertikální textilní žaluzie, což pro pasivní dům není nejvhodnější řešení. Pro letní chlazení se využívá chlad ze solankového zemního výměníku tepla. Zdrojem tepla pro podlahové, stěnové a stropní topení je tepelné čerpadlo. Ohřev teplé vody zajišťují elektrické průtokové ohříváče. Větrání řídí centrální vzduchotechnická jednotka s rekuperací. Roční měrná potřeba tepla na vytápění je $11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, tepelná zátěž je 12 W/m^2 a celková spotřeba primární energie (topení, teplá voda, elektrická energie) je $145 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$. [2]

Zdroje: [1] Gebietsbauamt Korneuburg. In: *Nextroom* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=34330>

[2] Gebietsbauamt. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0788



Situace se zvýrazněním nové školy a sportovní haly (vlevo), pohled od západu a řezy (vpravo). [1]

Autor:

franz zt gmbh

Robert Diem, Erwin Stättner

Místo: Friedhofallee 10, Deutsch Wagram (A)**Dokončení:** 2011**Cena:** 12,4 mil. Euro

(včetně sport. haly)

Atributy udržitelnosti:

- využívání sluneční energie – aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- tepelné čerpadlo – geotermální energie
- hospodaření s dešťovými vodami

Standard: Pasivní dům dle PHPP (dle OIB – vnitrostátních požadavků – kategorie A++)**Ocenění:** Urkunde vorbildlicher Bau von NÖ Landesregierung - Landeshauptmann Ervin Pröll

- ← ↑ pohled na hlavní vstup do školy od jihu
- ← ← ← pohled od západu – pouze pěší přístup
- ← ← chodba v 2. np s průhledem do knihovny
- ← střešní terasa slouží za pěkného počasí dětem
- vstupní hala s šatními skříňkami (foto: autor)

Třípodlažní budova s podsklepením je umístěna vedle starší školy a svou kratší vstupní fasádou je otočená k jihu. Má tvar zalomeného kvádra s podélnou osou ve směru S-J. Ve 3. np je gymnázium a střešní dřevěná terasa se stupni pro sezení či ležení, v 2. np střední škola, v 1. np odborné a vědecké učebny, výtvarné učebny jsou umístěné na atraktivní úrovni suterénu s výhledem na vodní nádrž. Dům je dispoziční trojtrakt oživený třemi oddychovými zónami s výškou přes dvě patra. Přes všechna tři podlaží prochází sdílená centrální knihovna. Schody pod ní umožňují sezení a konání menších přednášek. Jsou použita okna jednotného rozměru (1,8 x 1,8 m) s kvalitním zasklením ($U_{\text{skla}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), malým podílem rámců a vnějšími žaluziemi. Většina jich je osazena netypicky na vnitřní líc obvodové stěny. Každá učebna má ale jedno okno se sníženým parapetem a rozšířeným ostěním, aby v něm děti mohly sedět. Nosná konstrukce je masivní železobetonová. Provětrávanou fasádu oživují barevné dílce s hliníkovým kompozitním povrchem. Investor (Spolková republika Dolní Rakousko) vypsal architektonickou soutěž, vybral vítězný

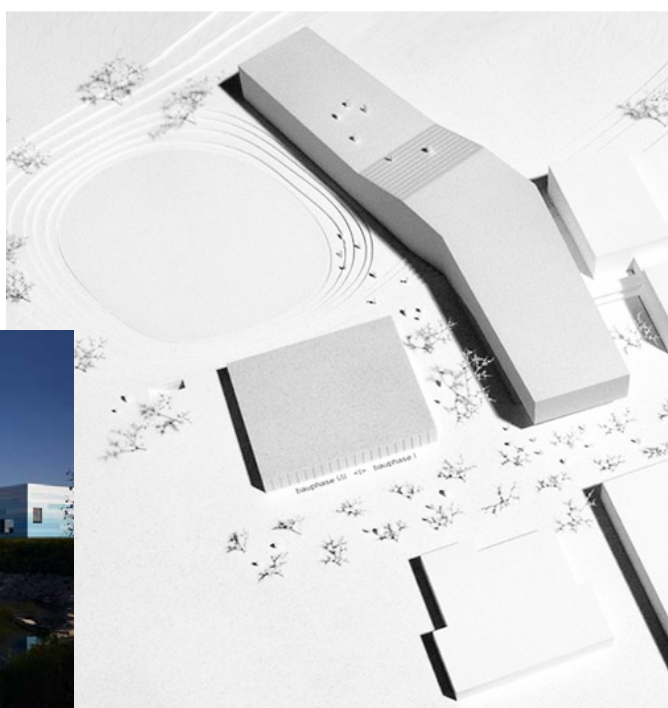
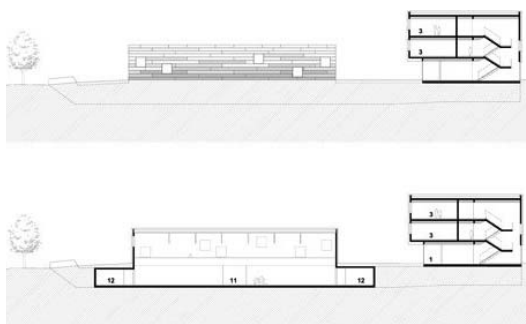
Střední škola a gymnázium BORG & NMS

Místní samospráva se rozhodla postavit pro dvě školy jednu společnou budovu. Skleněným krčkem je propojená se sousední starší školou a podzemním tunelem s novou sportovní halou. Původně nízkoenergetický vítězný projekt architektonické soutěže byl v průběhu projekčních prací přepracován na pasivní standard.



návrh a až následně rozhodl, že dům má být v pasivním standardu. Návrh se proto v průběhu projekčních prací upravoval. K izolaci domu se použilo 20 cm minerální vlny ve stěnách a 30 cm XPS ve střeše i pod základovou deskou. Střední hodnota všech obvodových konstrukcí $U_{\text{střední}} = 0,329 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozmístění a velikost oken upraveny nebyly. Nízkoteplotní systém vytápění obsahuje deskové radiátory v učebnách a podlahové topení na chodbách a v knihovně. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo voda-voda. Větrání zajišťuje centrální vzduchotechnická jednotka s rekuperací o účinnosti 90% napojená na čidla CO_2 ve třídách. Rozvody vzduchu jsou skryté v plechových perforovaných podhledech. Energetický štítek OIB uvádí poměr $A/V = 0,26 \text{ m}^2/\text{m}^3$, a roční měrnou potřebu tepla na vytápění $9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Dle PHPP je $10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ a celková spotřeba primární energie je $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Na střeše je fotovoltaika o výkonu 25 kWp. Dešťová voda se svádí do vsakovací nádrže. [1]

Zdroj: [1] BORG + NMS Deutsch-Wagram. In: *Nextroom* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=35079>



Pohled od jihu, řez a celkový pohled od SZ (vlevo), řešené území z ptačí perspektivy (vpravo). [1]

Autor:

franz zt gmbh

Robert Diem, Erwin Stättner

Místo: Friedhofallee 12, Deutsch Wagram (A)**Dokončení:** 2011**Cena:** 12,4 mil. Euro
(včetně školy)**Atributy udržitelnosti:**

- řízené větrání s rekuperací tepla
- tepelné čerpadlo – geotermální energie
- hospodaření s dešťovými vodami
- využitelnost haly k mimoškolním akcím

Standard:

Nízkoenergetický dům (dle OIB – vnitrostátních požadavků – kategorie B)

Ocenění: Urkunde vorbildlicher Bau von NÖ

Landesregierung - Landeshauptmann Erwin Pröll

- ← ↑ pohled na jižní fasádu haly od západu
← ← ← halu a školu propojuje podzemní chodba
← ← halu lze předělit závěsnou stěnou na půl
← ribstoly oddělují halu od chodeb k šatnám
→ výhled z tribuny (foto: autor)

Sportovní hala byla kvůli velkému objemu stavby vyčleněna ze školy a postavena samostatně tak, aby celek lépe zapadl do okolní zástavby. Navíc byla její spodní třetina zakopána do země tak hluboko, jak to dovolila hladina podzemní vody. Hala tak z venku vypadá nižší a menší, než ve skutečnosti je. Půdorysná plocha nadzemní části je menší než podzemní, která je rozšířená o zakopanou postranní část se šatnami a zázemím. Nosnou konstrukci tvoří masivní železobetonové stěny a zastřešení ocelovými příhradovými vazníky a trapézovým plechem. Denní světlo přichází střešními světlíky a okny, rozmístěnými na fasádách nepravidelně, avšak majícími jednotný rozměr (1,8 x 1,8 m) a kvalitní zasklení s malým podílem rámců. Hlavní sál lze využívat buď celý, nebo ho rozdělit clonou zavěšenou pod stropem. Rozměr oken, způsob jejich osazení na vnitřní líc stěn, použití vnějších žaluzií a typ i barevné ztvárnění fasády jsou v souladu s vedlejší budovou školy. Střední U-hodnota obvodových konstrukcí je $U_{\text{střední}} = 0,179 \text{ W/m}^2\text{K}$. Obvod sálu je do výšky ribstolů obložen dřevěným obkladem, do

Sportovní hala Deutsch Wagram

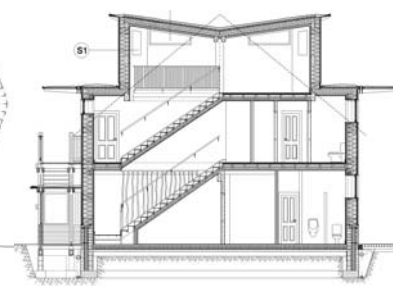
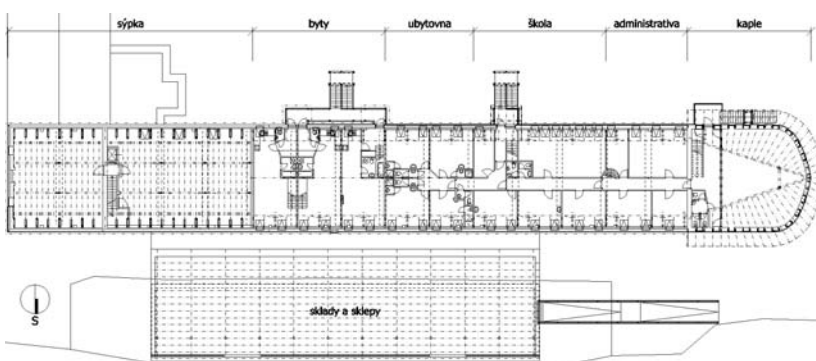
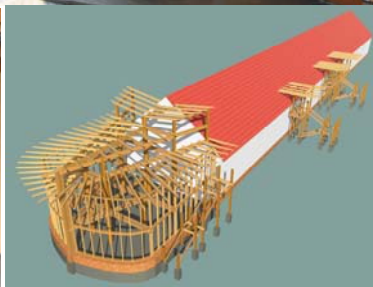
Přestože je hala samostatný objekt, je se školní budovou propojena podzemní chodbou a je využívána jak žáky školy, tak studenty gymnázia. Na žádost místní samosprávy a s jejím finančním přispěním byla navíc doplněna ještě o samostatný vstup a hlediště pro veřejnost. To aby se zde mohly konat i další sportovní aktivity nezávisle na provozu školy (večer a o víkendech).



kterého je zapuštěno veškeré sportovní nářadí (brány, lana, tyče na šplh apod.). Stěny tak nemají v pohybové úrovni vůbec žádné nebezpečné výčnělky. Nad obkladem mají stěny bílou omítku. Dřevěné obklady jsou i v chodbách. Při severní straně je tribuna pro diváky. Její postavení si prosadila obec, aby halu mohla využívat i na mimoškolní sportovní a společenské akce. K tomu účelu slouží i samostatný podzemní vstup do haly od parkoviště umístěného západně. Nízkotepelný systém vytápění obsahuje podlahové topení. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo voda-voda. Větrání řídí samostatná vzduchotechnická jednotka s rekuperací tepla. Rozvody vzduchu vedou pod tribunou a jsou kryté plechovým perforovaným podhledem. Energetický štítek OIB ve vstupní hale uvádí roční měrnou potřebu tepla na vytápění $28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (kategorie B). Dešťová voda se svádí do vsakovací nádrže. [2]

Zdroje: [1] Franz Architekten [online]. 2012 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <http://www.franz-architekten.at/>

[2] BORG + NMS Deutsch-Wagram. In: Nextroom [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=35079>



Půdorys 1. np (vlevo) a příčný řez (vpravo). [1]

Autor: AB Design studio – Aleš a Jan Brotánkovi

Místo: Nenačovice 87, Beroun (CZ)

Dokončení: 2003 **Cena:** -

Atributy udržitelnosti:

- rekonstrukce místo novostavby
- přírodní materiály – dřevo, hlína
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- obnovitel. zdroje energie – kotle na dřevoplyn
- řízené větrání s rekuperací tepla
- hospodaření s dešťov. vodami, zelené střechy
- třídění odpadů, bioodpad je kompostován

Standard: Nízkoenergetický/téměř pasivní

Ocenění: čestné uznání v soutěži o ekologický projekt roku 1993

- ← ↑ novostavba – jižní okna stíní přesah střechy
- ← dvůr mezi bývalým kravínem a velkoskladem
- ← ← celkový pohled na farmu
- ← ← pohled přes vnější schodiště podél J fasády
- ← konstrukční schéma dřevěných částí [2]
- seminární místnost ve 2.NP (foto: autor)

Rekonstrukcí kravína vznikly v jeho přední části jídelna s kuchyní, škola a administrativní provozy, ve střední části bytovací prostory a v zadní části provozní, skladovací a výrobní prostory. Komunikační propojení pater zajišťují dřevěné venkovní zastřešené pavlače se schodišti v jednotlivých požárních úsecích. Ke štítové stěně u vstupu do areálu byla přistavěna nová dřevostavba takzvané archy, která dosahuje téměř parametrů pasivního domu. V přízemí je vzorkovna prodejna biopotravin, nad ní seminární místnost, využívaná i jako kaple a pod střechou je sekretariát ředitele. Konstrukci obvodového pláště tvoří dřevěný trámkový skelet zavětrovaný OSB-deskami, které po přetmelení a přelepení parotěsnými páskami plní funkci parozábrany, a vyplněný minerální vlnou (375 mm). Izolační vrstva je uzavřena závětrnou kontaktní fólií a fasádou pobíjenou svislými prkny. Tuto část zastřešuje systém plochých a šikmých vegetačních střech s výrazně přesahujícími římsami. Vegetaci ozeleňené střechy tvarově kontrastují se sedlovou taškovou střechou a tvoří dominantní prvek podlouhlé jednotvárné hmoty, kterou současně

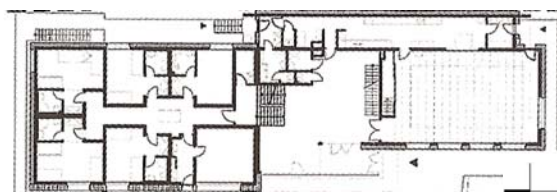
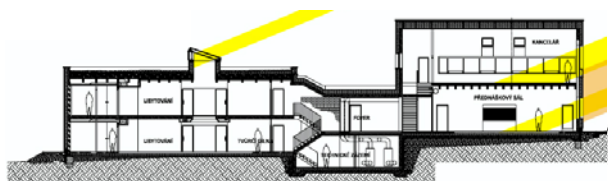
Archa ekofarmy Country Life

Zdevastovaný areál JZD byl zrekonstruován a dostavěn podle zásad výstavby pasivních domů s použitím maxima lokálních přírodních stavebních materiálů. Je sídlem firmy zabývající se zemědělstvím, výrobou a prodejem potravin v kvalitě bio. Ekologické zásady byly uplatněny při návrhu, realizaci a řídí se jimi i provoz farmy.



při pohledech z příjezdové cesty zakrývají. V přízemí je masivní akumulární betonová podlaha s dlažbou, pod ní vrstva polystyrenu (160 mm) s rozvody vzduchotechniky. Rekonstruovaný zděný objekt je zateplený minerální vlnou (200 mm). Plocha oken na jižní straně byla zvětšena, na severní zachována či zmenšena. Špalety oken byly zešikmeny kvůli zlepšení prosvětlení. Přesto, že byla použita okna s nejlepšími parametry na tehdejší českém trhu, nepodařilo se dosáhnout potřeby < 15 kWh/m²a. Roční měrná potřeba tepla na vytápění je < 20 kWh/m²a. Systém centrálního teplovzdušného vytápění s rekuperací a řízeným větráním je v části bytovací a výrobní doplněn teplovodním vytápěním. Teplo ze solárních kolektorů (22,5 m²) se akumuluje ve čtyřech tlakových nádržích. Dalším zdrojem tepla jsou kotle na dřevoplyn. Dešťová voda se sbírá a využívá tam, kde není potřeba voda pitná. [1, 2]

Zdroj: [1] County Life. *County Life* [online]. 2007 [cit. 2009-09-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.countrylife.cz/index.php?id=21>>. [2] BROTÁNEK, Aleš. Archa firmy Country Life v Nenačovicích. *Pasivní domy* [online]. [cit. 2009-09-13]. Dostupný z WWW: <http://amper.ped.muni.cz/jenik/dirs/tmp/repasivver_pri_je.doc>.



Podélný řez a půdorysy 1. np a 2. np (vlevo), 3D model a energetické schéma (vpravo). [1, 3]

Autor: ARCHITEKTURBÜRO REINBERG
(Georg W. Reinberg), Atelier Zlámal a Stolek

Místo: Hostětín 4, Bojkovice (CZ)

Dokončení: 2006 **Cena:** 23,3 mil. Kč

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína, sláma, kámen
- využívání sluneční energie – aktivní i pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla a ohřevem
- systém přirozeného nočního provětrávání
- připojení na obecní výtopnu na dřevní štěpku
- hospodaření s dešťov. vodami, zelená střecha

Standard: Pasivní dům

Ocenění: Energetický projekt 2006

- ← ↑ pohled od jihu z návsi (vlevo je moštárna)
- ← ← hlavní vchod do centra
- ← ← pohled na obytnou část od SZ ze zahrady
- ← přednáškový sál s hliněnými omítkami
- stěna ve foyer postavená z více než 200 let starých nepálených hliněných cihel (foto: autor)

Vnější vzhled budovy respektuje prostředí vesnice a je ovlivněn požadavkem na pasivní standard a použití místních materiálů. Objekt má tři části. Dvoupodlažní seminární část se sedlovou střechou a růžovou omítkou se svým štítem obrací k jihu směrem do návsi. V přízemí má přednáškový sál s kuchyní a zázemím, pod střechou je velkoprostorová kancelář. Druhá spojovací část je přízemní s rovnou vegetační střechou. Zádveří a foyer tvoří vstupní a centrální komunikační prostor domu. Tato část je podsklepená a obsahuje technické zázemí. Třetí část, ubytovna, je dvoupodlažní, nepodsklepená s rovnou vegetační střechou a modřínovým obkladem. V každém patře je šest pokojů vybavených koupelnami. Do jižní fasády jsou integrovány solární kolektory (22 m^2), které spolu s kolektory na střeše sousední moštárny ohřívají vodu v zásobníku topné vody (9 m^3). Přední část centra je z betonu tl. 16-20 cm a tepelně-izolační vrstvy (28 cm na stěnách a 40 cm na střechách). Ubytovací část je z cihel tl. 20 cm, stěna do dvora je izolovaná slámou tl. 40 cm (objemová hmotnost 90 kg/m^3). Obálka domu je velmi těsná $n_{50} = 0,7 \text{ h}^{-1}$ (BD test), $U_{\text{stěn}} = 0,12-0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{střech}} = 0,09-0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$,

Centrum Veronica Hostětín

Pasivní dům seminárního centra Veronica je součástí školícího programu zaměřeného na uvědomělé stavění. Při jeho stavbě byl kladen velký důraz na maximální využití místních materiálů a dům také využívá ekologické a energetické technologie pasivních domů.

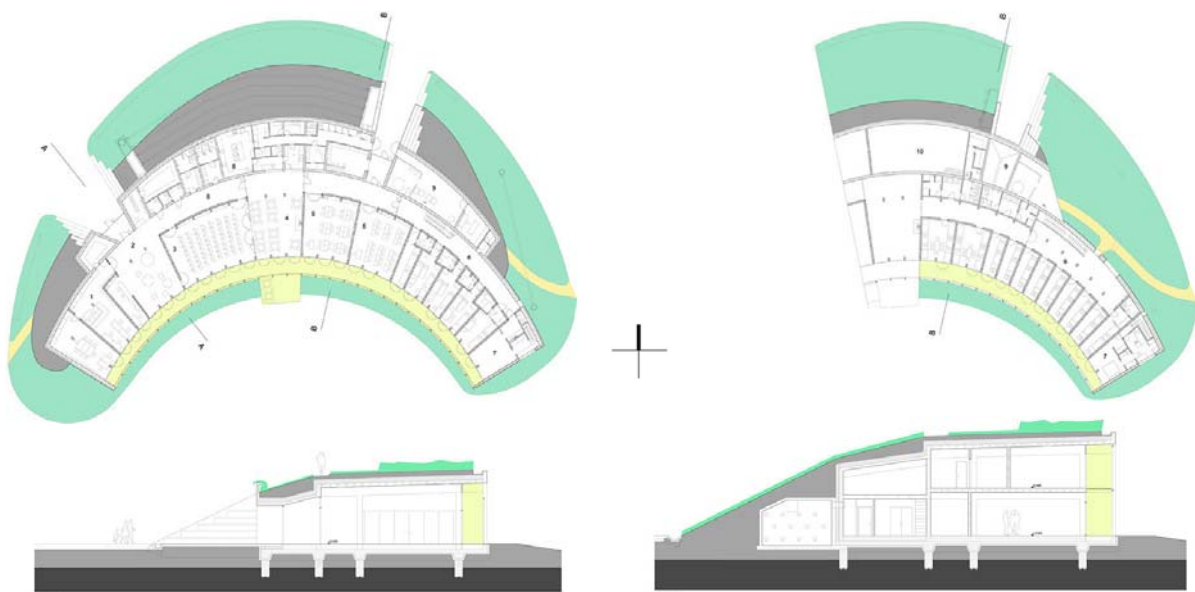


$U_{\text{podlahy}} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_w = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$ (otevírává), $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (fixní okna). Stínění zajišťují vnější žaluzie. Měrná potřeba tepla na vytápění je dle TNI $17,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (v prvním roce provozu změřeno $16,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$). Zdrojem tepla je solární systém a obecní výtopna na dřevostěpku. Je použit systém řízeného větrání s rekuperací tepla (účinnost 85%). Čerstvým vzduchem se topí v podkroví a sále (v ubytovně ne), ale jsou přidány i malé radiátory. Každá dvojice apartmánů má jednu vzduchotechnickou jednotku s rekuperací. Samotížné noční provětrání je možné při otevření horních oken a přízemních klapek ve foyer. V exteriéru i interiéru se uplatňují přírodní materiály (např. dřevěný obklad a podlahové krytiny, umělecky ztvárněné hliněné omítky, stěna ze starých vepřovic, ekologické nátěry atd.). Více náklady oproti hypotetické nepasivní budově byly 7 %. Cena za m^2 dosáhla 32 000 Kč. [2, 3]

Zdroje: [1] REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. *Reinberg: ökologische architektur : entwurf, planung, ausführung*. Wien: Springer, 2008, s. 210-213. ISBN 978-3-211-32770-8.

[2] Centrum Veronica. In: *Pasivní domy* [online]. 2010 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/domy/centrum-veronica.html?chapter=zakladni-udaje>

[3] Pasivní dům. *Centrum Veronica Hostětín* [online]. 2012 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://hostetin.veronica.cz/156/>



Půdorys 1. np a řez A-A hlavním vchodem (vlevo), půdorys 2. np a řez B-B (vpravo). [1]

Autor: Projektil architekti
R. Brychta, A. Haliř, O. Hofmeister, P. Lešek

Místo: Skrbeňská 70, Horka nad Moravou (CZ)

Dokončení: 2007 **Cena:** 70 mil. Kč

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína, kámen
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- zemní výměníky tepla
- obnovitel. zdroje energie – kotle na pelety
- dům krytý zemí – zelená střecha
- dvojí rozvod vody – splachování dešťov. vodou
- prezentace ekolog. systémů návštěvníkům

Standard: Nízkoenergetický dům

Ocenění: International Green Apple Award 2008,
1. cena Grand prix obce architektů 2007, nominace za ČR na Cenu Miese Van der Rohe 2007

- ← ↑ jižní terasa s barevnými roletami
- ← ← hlavní vstup ze severozápadu
- ← pohled od západu z příjezdové cesty
- stěna z nepálených cihel v jídelně (foto: autor)

Dům slouží především k ekologické výuce školáků v týdenních/dvoutýdenních kurzech. Kvůli nebezpečí záplav je postaven na násypu ve výšce nad stoletou vodou. Od severu je překrytý terénní vlnou se dvěma zářezy vstupů (hlavní a technický). K jihu je otevřený prosklenou fasádou prohnutou podle tvaru sluneční ekliptiky. Rámy jsou z dřevěných europrofilů a zasklení tvoří trojskla plněná inertním plynem. Stínění zajišťuje přesah střechy (2,5 až 3 m) a automaticky ovladatelné barevné rolety z polypropylenové tkaniny. Díky nim je stíněná terasa hojně využívána i v horkých letních dnech. Nosné konstrukce ve styku se zemí jsou železobetonové, další konstrukce jsou ze dřeva (stropy, podlahy, schodiště a další), pálených a nepálených cihel (příčky), kamene (gabionové stěny u vstupů). Obvodové konstrukce byly navrženy tak, aby splňovaly doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Vypočtená měrná potřeba energie je < 27 kWh/m²a. Energetická koncepce vychází z principů udržitelné výstavby a způsobu provozu domu (zima – tlumený provoz, léto – plné využití).

Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov

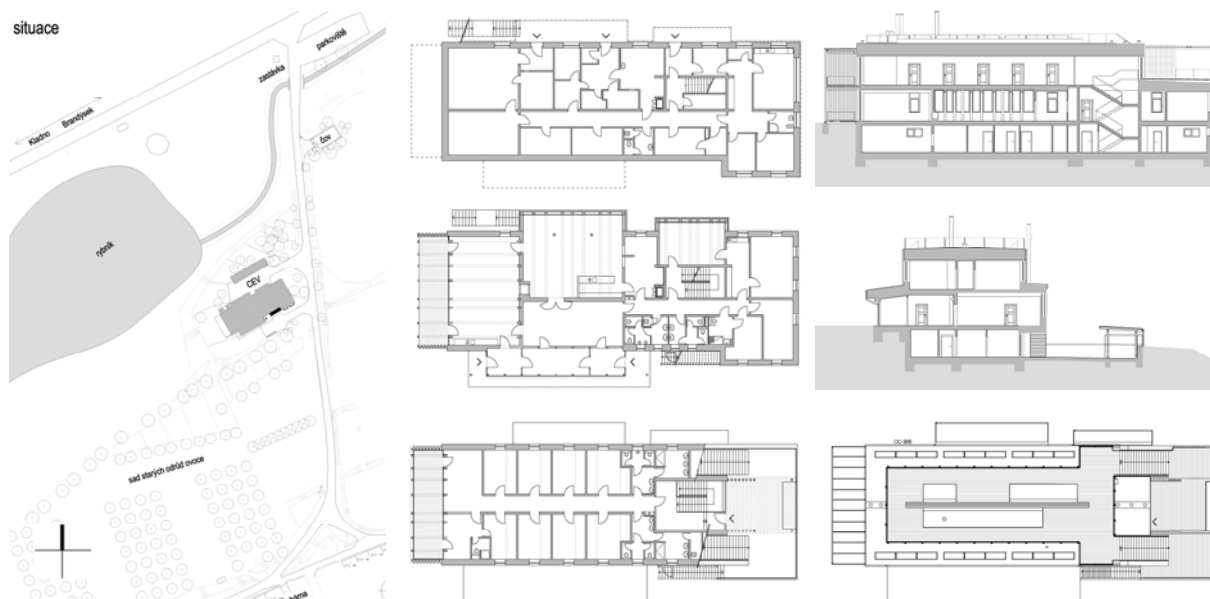
Nízkoenergetický dům SEV je součástí projektu Sluňákov, areálu ekologických aktivit - výukového biocentra. Seznamuje veřejnost s přírodou a procesy v ní probíhajícími a přibližuje ekologické myšlení a úlohu člověka v přírodě. Dům také názorně prezentuje principy ekologické a energeticky úsporné architektury a uplatnění přírodních stavebních materiálů v konstrukcích.



Výsledné stavební řešení zkracuje otopné období na čtyři měsíce. Zbytková potřeba tepla je kryta z obnovitelných zdrojů energie, v kombinaci biomasa a solární energie. Větrání a vytápění zajišťuje teplovzdušné cirkulační větrání s rekuperací tepla. Objekt je rozdělen na sedm zón s vlastní VZT jednotkou zavěšenou pod stropem 1. np. V násypu za domem jsou zemní výměníky tepla, sloužící hlavně k letnímu předchlazení větracího vzduchu. Dva automatické kotle (2x49 kW) na dřevěné pelety s pneumatickým přikládáním jsou hlavním zdrojem tepla pro vytápění a doplňkovým pro ohřev TUV. Solární low-flow systém (85 m²) je doplňkovým zdrojem tepla pro vytápění objektu (20%) a hlavním pro ohřev TUV (70%). Ke krátkodobé akumulaci tepla slouží beztlaková akumulární nádoba se stratifikačními vestavbami o objemu 12,7 m³. [1, 2]

Zdroje: [1] HOFMEISTER, Ondřej. *Obvodový plášť NED v areálu Sluňákov. Stavebnicví. 2008, roč. II, č. 03/2008, s. 24-28.*

[2] HOFMEISTER, Ondřej, Pavel KOPECKÝ a Jan TYWONIAK. *Středisko ekologické výchovy Sluňákov. In: Archiweb [online]. 2009 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=992>*



Situace (vlevo), půdorysy 1. pp, 1. np a 2. np (uprostřed, shora), řezy a půdorys střechy (vpravo). [1]

Autor: Architektonická kancelář IAV - Mikoláš Vavřín, Jan Červený; Josef Smola

Místo: Brandýsek - Olšany 220, Brandýsek (CZ)

Dokončení: 2009 **Cena:** 39,25 mil. Kč

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína, ovčí vlna atd.
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- obnovitelné zdroje energie – kotle na biomasu
- systém stěnového a podlahového topení
- hospodaření s dešťovými vodami
- vlastní biologická čistírna vody, zelená střecha
- ozelenění okolí budovy a založení nového sadu

Standard: Nízkoenergetický (blízký pasivnímu)

Ocenění:

Cena Státního fondu životního prostředí za energetickou úspornost v soutěži Stavba roku 2010

- ← ↑ jihozápadní fasáda s terasami
- ← ← ← pohled od severu od příjezdové cesty
- ← ← jihovýchodní fasáda s hlavním vstupem
- ← dřevěný interiér jednoho z pokojů ve 2.NP
- jídelna a kastlové okno v arkýři (foto: autor)

Dvoupodlažní podsklepená budova má rovnou střechu s pobytovou terasou a vegetační vrstvou. Kompozičně jde o kompaktní kubus orientovaný po vrstevnici s delšími fasádami na JV a SZ (do údolí). Suterén je z prolévaných tvárníc s monolitickým ŽB stopem. Obě nadzemní patra jsou řešena jako montovaná dřevostavba z 83 m³ řeziva. Ve velké míře byly použity další přírodní a recyklované stavební materiály jako nepálené cihly, ovčí vlna, dřevovláknité desky, celulóza, asfaltové recykláty atd. V suterénu je technické zázemí (strojovna, kotelna, sklad paliva, zázemí kuchyně, sklady a prostory pro správu objektu). V přízemí jsou dva výukové sály, jídelna, kuchyně a kanceláře vedení. V patře je devět pokojů, sociální zařízení muži/ženy, herní kout a terasa. Pokoje jsou pojmenovány podle stromů (javorový, smrkový atd.) a dveře i veškerý nábytek mají z daného dřeva. Na střeše je dřevěná terasa s krásným výhledem a možností výuky. Fasády tvoří vertikální modřínový obklad, suterén je obložen cembonitovými deskami. Stínění zajišťují vnější žaluzie.

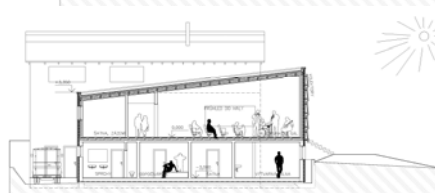
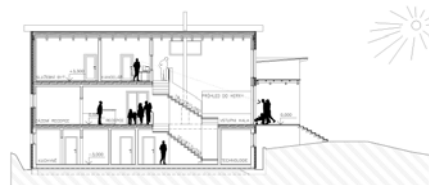
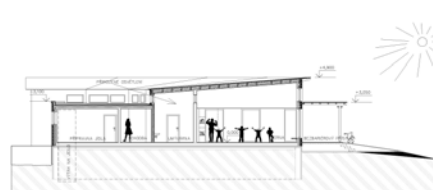
Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna

Čabárna je místem vzdělávání dětí, mládeže a příležitostně i dospělých v oblasti ekologie, životního prostředí a ochrany přírody. Používá principy výstavby v pasivním standardu, přírodní stavební materiály a spolu s komplexním ekologickým konceptem dosahuje výjimečných vlastností a je příkladnou udržitelnou stavbou.



Hlavním zdrojem tepla jsou dva kotle na dřevěné pelety o výkonu 15 a 25 kW s automatickým dávkováním a samostatnými okruhy. Větší kotel kryje kompletní potřebu tepla pro celý objekt. Teplovodní topení je v podlahách a stěnách. Řízené větrání zajišťují dvě centrální jednotky s rekupe-rátory a cirkulací. Jedna je pro společné prostory a druhá pro ubytovací. Ohřev teplé vody zajišťují solární kolektory. K pohonu oběhových čerpadel vlastních okruhů systému solárních panelů slouží fotovoltaika. Obálka je kvalitně izolovaná, $U_{stěny} = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{střechy} = 0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dřevěná okna mají trojskla a okna severních arkýřů jsou špaletová s dvojskly ve vnitřních i vnějších křídlech. Faktor neprůvzdušnosti dle Blower-door testu je $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. Dešťová voda se akumuluje v nádrži a využívá ke splachování WC a zálivce zeleně. Odpadní voda se svádí do vlastní biologické čistírny umožňující i připojení okolních domů. [2]

Zdroj: [1] Centrum ekologické výchovy Kladno. Stavba roku [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.stavbaroku.cz/printDetail.do?Dispatch=ShowDetail&siid=705&coid=22>



Situace (nahore), půdorys a podélný řez sálem-halou-učebnami (vlevo), příčný řez 1, 2, 3 (vpravo). [1]

Autor: Atelier ARS (Pavel Šmelhaus, K. Rottová)

Místo: Mrač 305, okres Benešov (CZ)

Dokončení: 2009

Cena: přibližně 30 mil. Kč

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, rychlost výstavby
- využívání sluneční energie – pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla a ohřevem
- obnovitelné zdroje energie – tepelné čerpadlo
- hospodaření s dešťov. vodami – vsak a závlaha
- využitelnost univerzál. sálu k obecním akcím

Standard: Nízkoenergetický až pasivní dům, dle Průkazu energetické náročnosti budovy PENB třída A (mimořádně úspěšná)

Ocenění: Titul Česká energetická a ekologická stavba roku 2008

← ↑ celkový pohled od jihovýchodu [1]

← ← pohled na hlavní vstup od jihu [1]

← učebny mají jižní prosklení a vstup na terasu [1]

→ pergola kryje terasu a stíní okna (foto: autor)

Soukromá školka Minisvět Mrač rozšiřuje poddimenzovanou kapacitu školek v širším okolí Prahy. Je výborně dostupná z dálnice D1 a silnice E55, kudy denně dojíždějí do Prahy desetitisíce lidí. Provoz školky je přizpůsoben časovým možnostem rodičů a přínosem místní komunitě je možnost využívání multifunkčního sálu se záze- mím pro společenské či sportovní akce. Školka se nachází na severním okraji obce na rovinatém pozemku protáhlém ve východo-západním smě- ru, s přístupem a zásobováním z jižní strany. Uzavřená zahrada zaujímá východní část parcely, sportovní hřiště leží v západní části. Budova byla osazena na severní hranici pozemku i s ohledem na převládající směr větrů tak, aby poskytovala dětem závětrí. Střední vstupní část budovy je dominantní svým převýšením a segmentovou střechou, tvoří veřejnou část s halou, dětským klubem a kanceláří se služebním bytem v patře. Druhou částí je multifunkční sál se zděným sute- rénem pro zázemí a technologie. Třetí částí tvoří tři třídy pro 3 x 15 dětí. Třídy mají lichoběžníkový tvar s jižní stěnou otevřenou přes krytou terasu do zahrady. Montovaná dřevostavba byla posta- vená velmi rychle, za pouhých osm měsíců. Tvar

Mateřská škola MiniSvět Mrač

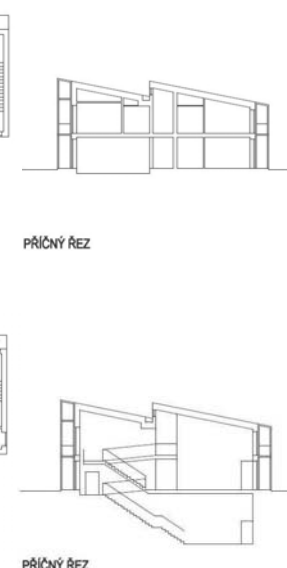
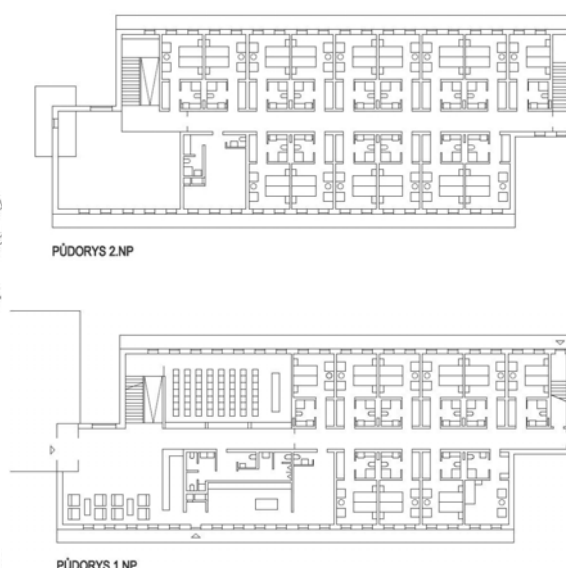
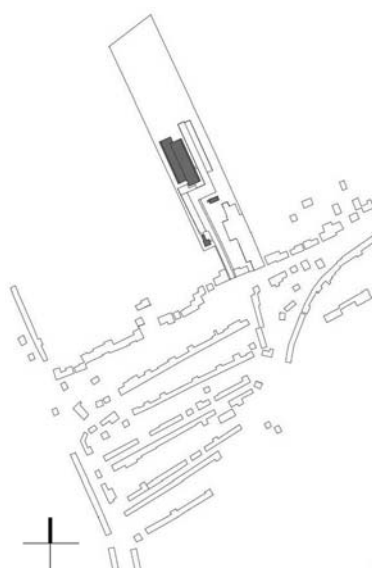
Školka je moderní dřevostavbou s parametry nízkoenergetického až pasivního domu. Návrh vycházel z pravidel pro výstavbu pasivních do- mů a kladl důraz na použití čistě přírodních a na pohled příjemných materiálů jak v interiéru, tak exteriéru. Měřením skutečné spotřeby energie bylo zjištěno, že je na hodnotě pouhých 42% výpočtové hodnoty, což je vynikající výsledek.



budovy a orientace pobytových místností využívá maximálně pasivní solární zisky a minimalizuje tepelné ztráty, má kompaktní tvar ($A/V = 0,57 \text{ m}^2/\text{m}^3$) a výborně izolované konstrukce, $U_{\text{stěn}} = 0,16 - 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{střechy}} = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{podlahy}} = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{oken}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Teplovodní vytá- pění je řešeno kombinací podlahového topení s konvekčními tělesy v teplotním režimu 55/45 °C. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo země/voda s podzemními vrty a topným výkonem 40 kW, které je doplněno záložní el. topnou vložkou 36 kW. Ohřev teplé vody probíhá v zásobníkovém ohřivači 1000 l pomocí topné vody z tepelného čerpadla, popř. ze záložní el. spirály 12 kW. Říze- né větrání zajišťuje vzduchotechnika s rekuperací tepla a teplovodním ohřevem vzduchu. Plechové potrubí kruhového průřezu je v učebnách umís- těné viditelně pod stropy. Blower Door test ne- byl proveden. PENB uvádí měrnou spotřebu energie na vytápění $11,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ a měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plo- chu $44 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Dešťová voda se sbírá a používá k závlaze. [1, 2]

[1] Atelier ARS, Ing. arch. Pavel Šmelhaus

[2] Průkaz energetické náročnosti budovy, Ing. Vlastimil Brada



Situace s vyznačením hotelu (vlevo), půdorysy (uprostřed) a řezy (vpravo). [1]

Autor: Valert Petrášek Architekti (Michal Valert, Tomáš Petrášek) a atelier Opus

Místo: Nechory, Prušánky (CZ)

Dokončení: 2010 **Cena:** -

Atributy udržitelnosti:

- přírodní stavební materiály – dřevo (částečně)
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla a dohřevem
- obnovitelné zdroje energie – tepelné čerpadlo
- zemní výměníky tepla

Standard: Pasivní dům, dle PENB třída A

Ocenění: -

- ← ↑ pohled od jihu na vstupní průčelí
- ← ← ← pohled z terasy směrem na sever do vinic
- ← ← posezení a recepce ve vstupním foyer
- ← galerie nad foyer s podlahou z pororostu
- pohled do foyer z galerie ve 2.NP (foto: autor)

Dvoupodlažní menšinově podsklepená budova hotelu vznikla spolu s novými vinnými sklepy jako ubytovací kapacita pro cca 60 hostů k zavedení gastronomického provozu ve slovácké vinařské obci Prušánky. Nachází se v její části s vinnými sklípky zvané Nechory a to za uliční řadou, hlouběji ve vinici. Dům je záměrně odsazený od drobnější struktury původní zástavby, aby ji ponechal nedotčenou. Plocha mezi hotelem a stávající zástavbou je nástupním prostorem s parkovištěm. Pod ním jsou vybudované nové sklepy propojené se starými sklepy. Navenek jsou přiznány dvěma vstupními objekty v měřítku tradičních vstupů do starých vinných sklípků. Hotel je přístupný z terénu z parkoviště i přímo ze sklepů. Tvar domu je výsledkem hledání co nejefektivnějšího řešení dispozice z hlediska minimalizace zbytečných ploch a současně co nejkompaktnější hmoty ($A/V = 0,54 \text{ m}^2/\text{m}^3$). Obvodové konstrukce jsou ze systému MED MAXplus tl. 400 mm $U_{\text{stěny}} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{střech}} = 0,11 - 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ (180 + 220 mm minerální vlny), $U_{\text{podlahy}} = 0,11 - 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ (350 mm PPS v podlaze na terénu), $U_{\text{oken}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (trojskla). Objem stavby je opticky zrovnán rozčleněním do dvou hmot krytých pultovými střechami o sklonu 8° , má jednoduché architektonické členění a moderní výraz. Tím reaguje na měřítko okolní

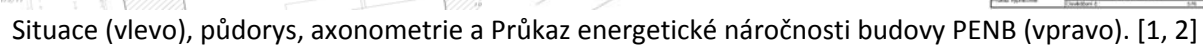
Hotel Beatrice

První pasivní hotel v České republice stojí ve vinici, za humny, v obci Nechory a přes rozšířené sklepní prostory je propojený se stávajícími vinnými sklepy využívanými jako restaurace a sklad archivního vína.



zástavby. Hotel má hladkou bílou štukovou omítku a střešní krytinu z šedého titan-zinkového plechu. Okenní a dveřní rámy jsou dřevěné, v přírodním odstínu. Předšazené ocelo-dřevěné lodžie, stíny a chrání před letním přehříváním. Delší fasády s terasami jsou otočené k JZ a SV a doplňují každý z 25 pokojů o soukromé venkovní posezení s výhledem do vinic. Dům je vybavený dvěma jednotkami řízeného větrání s rekuperací tepla o výkonu $1000 \text{ m}^3/\text{h}$. Jedna pro ubytovací část s koupelnami a druhá pro konferenční sál s recepcí (konferenční sál pro 80-150 osob lze předělit na půl). Rozvody vzduchu jsou v podhledech. Dům je vytápěn elektrickým dohřevem větracího vzduchu pomocí tepelného čerpadla vzduch-vzduch. Koupelny mají navíc elektrické rohože. Zdrojem teplé vody jsou zásobníky o objemu $2 \times 1000 \text{ l}$ ohříváné tepelným čerpadlem vzduch-voda. PENB uvádí měrnou spotřebu energie na vytápění $7,13 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ a měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu $50,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, čili kategorie A. Provedení Blower Door testu nezjištěno. [1, 2]

Zdroje: [1] VPA: Penzion ve vesničce vinných sklepů Nechory. *StavbaWEB* [online]. 2012 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.stavbaweb.cz/Stavby-a-projekty/VPA-Penzion-ve-vesnicce-vinnych-sklepu-Nechory.html?reh=a45385708bde60afc7a0102-60b1dc1fce9b35754a0e88cf529fbbdc2c0a995bbe88a0a86212ed8d> [2] *Průkaz energetické náročnosti budovy*, Ing. Jan Kárník, 2009.



Autor: paa atelier architektury (Jan Pospíšil),
projekční kancelář Ing. Karel Doležel

Místo: Rooseveltova 101, Olomouc (CZ)

Dokončení: 2011 **Cena:** 14,34 mil. Kč

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla a el. ohřevem
- obnovitelné zdroje energie – tepelné čerpadlo
- hospodaření s dešť. vodami – vsak v zahradě

Standard: Nízkoenergetický dům, dle Průkazu energetické náročnosti budovy PENB třída A (mimořádně úsporná)

Ocenění: -

- ← ↑ pohled na hlavní vstup od západu
- ← ← celkový pohled ze zahrady od jihozápadu
- ← prostor heren lze oddělit posuvnou stěnou
- herny lze dále předělit závěsem (foto: autor)

Jednopodlažní nepodsklepený objekt nové školky stojí v areálu mateřské a základní školy na Rooseveltově ulici v městské části Nové Sady, která se nachází na jižním okraji Olomouce. Je umístěný u severního okraje areálu při ulici Jeronýmova, z níž je do budovy zajišťováno zásobování. Hlavní vstup do školky vede od západu kolem okna kanceláře vedení, přes prostorné zádveří s barevně pruhovaným zasklením do haly s šatnou. Z ní vychází chodba, která dělí prostor na širší a nižší jižní trakt s hernami a užší a vyšší severní trakt s pomocnými místnostmi (sklady, šatna, technika, přípravná jídla, hygienické místnosti). Podél jižní a východní stěny je velko-prostorová herna rozdělitelná posuvnou stěnou na dvě části, které mohou být ještě předěleny na půl pomocí závěsů. Velká jižní okna mají snížené parapety a umožňují sezení či ležení v okně. Stíněná jsou vnějšími žaluziemi. Jižní dřevěná terasa propojuje třídu se zahradou se vzrostlými listnatými stromy, jež jí v létě poskytují příjemný stín. Rovná střecha má dvě výškové úrovně a jsou na ní solární kolektory (10 m², sklon 45°). Snaha o energetickou úspornost vedla ke kompaktnosti budovy ($A/V = 0,74 \text{ m}^2/\text{m}^3$) s výborně izolovanými konstrukcemi, $U_{\text{stěny}} = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$,

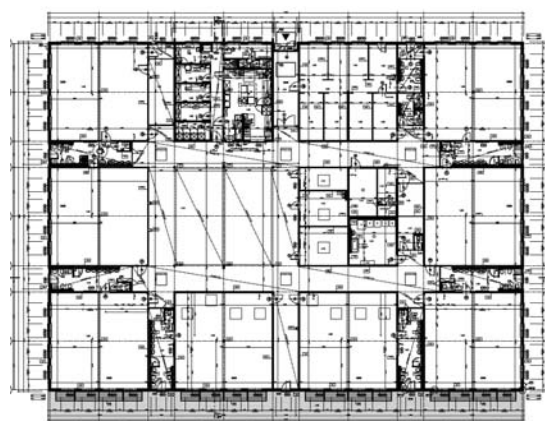
Mateřská škola Rooseveltova

Investor chtěl budovu kvalitní po všech stránkách a kladl důraz především na energetickou úspornost, rychlost výstavby, maximální bezpečnost dětí, jejich zdraví a akustickou pohodu v interiéru třídy. Vznikla dřevostavba šetrná k životnímu prostředí v průběhu celého životního cyklu stavby, blíží se pasivnímu standardu.



$U_{\text{střech}} = 0,1 - 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{podlahy}} = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{oken}} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$. Budova ze dřeva byla postavená velmi rychle. Konstrukci stěn a stropů tvoří dřevěné I-nosníky Steico opláštěné sádro-vláknitými deskami Fermacell (12,5 mm) a doplněné dřevovláknitými tepelnými izolacemi. Tento konstrukční systém má řadu výhod včetně požární odolnosti (je certifikovaný a úspěšně prošel požárními zkouškami). Dům je vybaven řízeným větráním s rekuperací tepla o výkonu 1000 m³/h, rozvody a vyústky jsou umístěné v podhledech a odsávací mřížky v soklech vestavěných skříní. Dům je vytápěn nízkoteplotním podlahovým topením v kombinaci s otopnými žebříky a dohřevem větracího vzduchu. Zdrojem tepla pro vytápění je integrovaný zásobník tepla IZT-925 l ohříváný tepelným čerpadlem vzduch-voda (16 kW) a solárním systémem (10 kW). Blower Door test úspěšně potvrdil vzduchotěsnost obvodového pláště. PENB uvádí měrnou spotřebu energie na vytápění 19 kWh/m²a a měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu 42,5 kW/m²a. [2, 3]

Zdroj: [1] Architektonická studie, Mgr. Ing. arch. Jan Pospíšil
[2] Projektová dokumentace pro zadání stavby, Ing. Karel Doležel
[3] Průkaz energetické náročnosti budovy, Ing. Vladimír Štefek



Situace a příčný řez (vlevo), půdorys a podélný řez (vpravo). [2]

Autor: Architektonický atelier Masák & Partner
Ing. arch. Jakub Masák, Ing. arch. Petr Němejic

Místo: Skalníkova 518, Úšovice (CZ)

Dokončení: 2011 **Cena:** 52,5 mil. Kč

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, rychlost výstavby
- využívání sluneční energie – pasivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- znovuvyužití původně zastavěného pozemku

Standard: Nízkoenergetický dům, dle PENB kategorie B – úsporná

Ocenění: Český energetický a ekologický projekt roku 2009, Dřevostavba roku 2011, dvě 3. místa v soutěži Building Efficiency Awards 2012

- ← ↑ J fasáda s modřín. obkladem a terasou [1]
- ← ← celkový pohled od JV ze zahrady s hřištěm [1]
- ← červená herna – skupiny mají svou barvu [1]
- jídelna/víceúčelový sál osvětlený světlíkem [1]

Jednopodlažní stavba obdélného půdorysu bez podsklepení má plochou střechou. Je umístěna při severní hranici pozemku, kde navazuje na vchod a vjez pro zásobování stávající sousední školy. V jižní části pozemku je zahrada s dětskými hřišti s vybavením pro různé věkové skupiny dětí a s výsadbou stromů a další zeleně. Objekt má vzhledem k záměru energeticky úsporné stavby velmi kompaktní tvar ($A/V = 0,68$). Dispozice a organizace vnitřního provozu je vytvořena sestavou dvanácti segmentů o půdorysu čtverců 10×10 m. Každý má přiřazenou jasnou funkci. Šest z nich, s hernami, je umístěno podél jižní fasády a v nárožích. Jeden ložnicový segment je na východní a druhý na západní straně. V severním segmentu je kuchyně se zázemím a v dalším jsou šatny. Dva s ložnicemi podél východní a západní fasády. Jeden vnitřní segment vyplňuje administrativně-technické zázemí, druhý je otevřený, převýšený do střešního světlíku a tvoří jídelnu/víceúčelový společenský prostor. Všechny dvanáct segmentů vzájemně propojuje síť prostorů, které mají kromě funkce komunikační také funkci doplňkovou, každá herna v něm má vlastní hygienické zázemí. Dřevěná sendvičová konstrukce z celostěnových prefabrikovaných panelů

Mateřská škola Skalníkova

Protože byly kladeny vysoké nároky na kvalitu vnitřního prostředí, úsporu provozních nákladů a také na rychlost výstavby, byla školka koncipována jako nízkoenergetická dřevostavba postavená z prefabrikovaných stěnových panelů. Je největší dřevostavbou v České republice.



včetně rozvodů elektroinstalace byla vyrobena za 56 dní. Na staveništi pak panely byly za 112 dní smontovány a doplněny o příčky, předstěny, zavěšený strop chodeb a jídelny. Kvůli protipožární ochraně jsou ohrožené prvky obložené sádkokartonem FR 15. Difúzně uzavřená skladba obvodových stěn je dobře izolovaná, $U_{stěn} = 0,22 - 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ (20 cm skelné vaty), $U_{střechy} = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (30 cm skelné vaty), $U_{podlahy} = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{oken} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{vstupních\ dveří} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{světlíků} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Největší podíl zasklených ploch je orientovaný na osluněné strany. Stínění zajišťují dřevěné slunolamy a screenové rolety, čímž v létě odpadá potřeba strojového chlazení. Vytápění a větrání zajišťují větrací rekuperační jednotky pro každý prostor zvlášť, celkem 9 kusů. Vybrané místosti mají topná tělesa s termostatickými hlavicemi. PENB uvádí měrnou spotřebu energie na vytápění $33 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ a měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu $65,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Zdrojem tepla je stávající přípojka centrálního zásobování teplem. [2, 3]

Zdroje: [1] *Mateřská škola Úšovice* [online]. 2012 [cit. 2012-10-10]. Dostupné z: <http://www.msskalnikova.websnadno.cz/>

[2] *Dřevěná stavba roku* [online]. 2012 [cit. 2012-10-10]. Dostupné z: <http://www.drevenastavbaroku.eu/>

[3] Průkaz energetické náročnosti budovy, Ing. Karel Kadavý.

Autor: Projektový ateliér DAVID (Ladislav David)

Místo: ul. Dětská, Mníšek (CZ)

Dokončení: 2012 **Cena:** 6,5 mil. Kč (bez DPH)

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, rychlost výstavby
- využívání sluneční energie – pasivní (částečně)
- dobře izolované vnější konstrukce
- volba kompaktního tvaru domu
- znovuvyužití parcely po odstranění staré pily

Standard: dle Průkazu energetické náročnosti budovy PENB třída B – úsporný, parametrů Nízkoenergetického domu nedosahuje

Ocenění: -

- ← ↑ celkový pohled od západu
- ← ← ← pohled od jihozápadu
- ← ← jihovýchodní fasáda
- ← bezbariérový vstup kryje stříška ze dřeva a skla
- vstupní hala a vstupy do čekáren (foto: autor)

Hmotově jednoduchý přízemní nepodsklepený objekt má obdélníkový půdorys a pultovou střechu se sklonem 5°. Stojí na parcele v centru obce, na které dříve stála budova staré pily. Zvoleným umístěním a tvarem vhodně navazuje na okolní nízkopodlažní zástavbu centra obce, avšak jižní slunce využívá pouze částečně. Dispozice je navržena tak, aby vyhovovala a odpovídala provozu místního zdravotního střediska, kde se nachází obvodní a dětský lékař spolu s ordinací zubáře. Lékaři sem dojíždějí v rámci předem určených ordinčních hodin, nejedná se tedy o celotýdenní a celodenní provoz. Na financování se podílel rovným dílem Mikroregion Jizerské podhůří, tedy obce Mníšek, Oldřichov v Hájích a Nová Ves. Vstup do domu je od SZ z ulice Dětské. Za vstupními dveřmi následuje vstupní hala, v níž jsou po levé straně technické místnosti (úklid, odpadky, technická místnost) a zázemí pro zaměstnance (šatna, sociální zařízení a denní místnost). Do střední části objektu je umístěno sociální zázemí pro pacienty spolu se skladem. Ze vstupní haly vedou dveře do jednotlivých samostatných čekáren a z nich do jednotlivých ordinací, jež mají okna orientována na JV. Nosnou konstrukci tvoří dřevostavba na bázi lehkého skeletového systému se založením na železobeton.

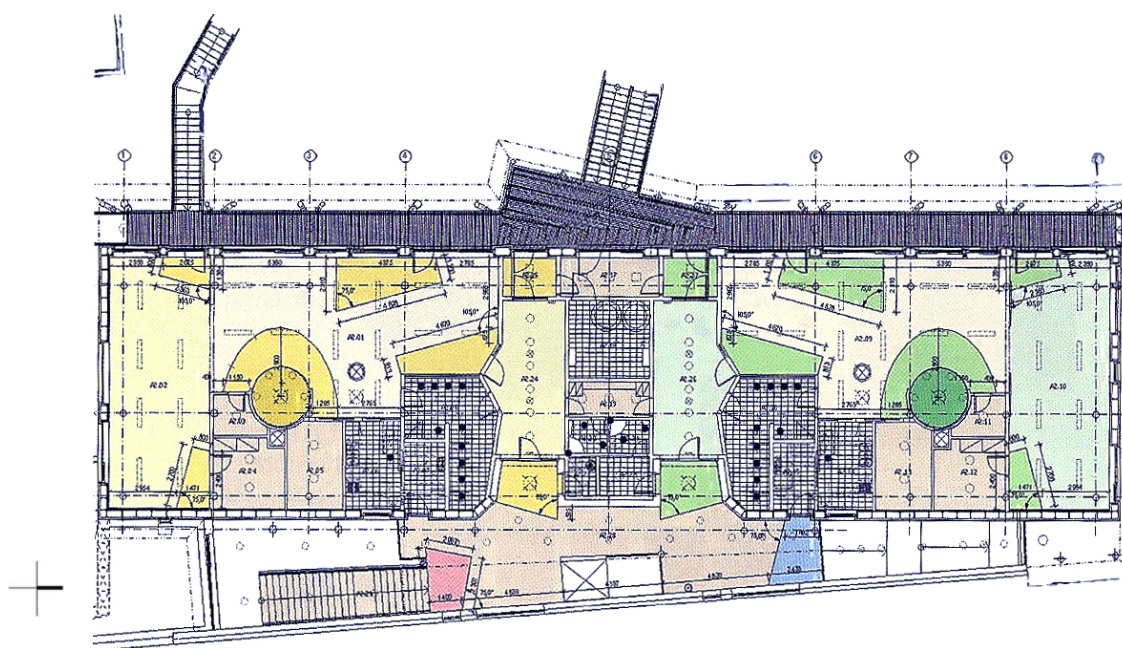
Zdravotní středisko Mníšek

V domě mají ordinace tři lékaři, kteří dojíždějí. Dům je tedy využíván přerušovaně. Pro tento provoz byla zvolena lehká dobře izolovaná dřevostavba. Budova však nevyužívá možnost pasivních solárních zisků ani úsporu energie s pomocí řízeného větrání s rekuperací tepla.



desce s obvodovými pasy. Fasády tvoří obklad ze sibiřského modřínu s transparentním nátěrem. Snaha o energetickou úspornost vedla ke kompaktnosti budovy ($A/V = 0,79 \text{ m}^2/\text{m}^3$) s dobře (bohužel ne výborně) izolovanými vnějšími konstrukcemi, $U_{\text{stěny}} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ (160 + 60 mm minerální izolace), $U_{\text{soklu}} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ (20 mm XPS), $U_{\text{střechy}} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (240 mm minerální izolace), $U_{\text{podlahy}} = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ (120 mm EPS), $U_{\text{oken}} = 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$ (trojskla v plast. rámech). Dům není vybaven řízeným větráním s rekuperací tepla, má pouze mechanické podtlakové odsávání z místností uprostřed dispozice. Tím pravděpodobně dochází k poměrně výrazným tepelným ztrátám. Dům je vytápěn teplovodně, ocelovými deskovými radiátory, zdrojem tepla je plynový kondenzační kotel (3 - 24 kW) napojený na zásobník teplé vody (120 l). Blower Door test nebyl proveden. PENB uvádí měrnou spotřebu energie na vytápění $110,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ a měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu $162 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Jde tedy o budovu kategorie B – úsporná, která je však přesto svou „úsporností“ ostatním vzorkům značně vzdálená. [1, 2]

Zdroj: [1] Průkaz energetické náročnosti budovy, Ing. Ladislav Míka.
[2] Projektový ateliér DAVID, Projektová dokumentace a fotografie.



Půdorys 1. np – prostory pro dvě skupiny. Obě podlaží jsou zrcadlově rozdělená na dvě poloviny. [1]

Autor: AB atelier
Aleš Brotánek, Jan Marton, Jan Praisler

Místo: Ke Smíchovu 16, Slivenec (CZ)

Dokončení: 2013 **Cena:** 45 mil. Kč bez DPH

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína
- využívání sluneční energie – pasivní (částečně)
- řízené větrání s rekuperací tepla
- zelená střecha a vsak dešťové vody v místě

Standard: Pasivní dům dle PHPP, třída A dle PENB

Ocenění: cena MŽP za nejlepší ekologický a energetický projekt roku 2009

- ← ↑ vizualizace – západní náhled [1]
- ← ← ← viz. – JV pohled ze střechy foyer [1]
- ← ← vizualizace – SZ pohled [1]
- ← výstavba obvodového pláště – léto/2012 [1]
- ← ← ← výstavba východ. fasády – leden/2013
- ← ← dokončená jižní fasáda s dešťovým chříčím
- ← terasa před východní fasádou (foto: autor)

Školka se nachází v areálu ZŠ a MŠ, v zeleni klidné městské části Slivenec, na JZ okraji Prahy. Komplex tvoří historická budova, novější pavilony s bezbariérovým vstupem, rekonstruovaná nízkoenergetická budova modrého pavilonu a nová školka. Přestože určený stísněný pozemek návrh komplikoval (neumožnil ideální orientaci fasád, sklon terénu vyvolal potřebu víceúrovňového podlaží, bylo nutné vybudovat požární koridor délky 300 m a vsakovací objekty musely být umístěny relativně blízko stávajících objektů) podařilo se dosáhnout parametrů pasivního domu. Školka má obdélníkový tvar (45x12 m), dvě nadzemní podlaží a delší osu ve směru S-J. Má čtyři třídy a celkovou kapacitu 112 dětí. Na loži z pěnového skla a železobetonové desce je založen nosný sloupový ŽB konstrukční systém doplněný ztužujícími stěnami zděnými z vápenopískových tvárnic. Strop nad 1. np je také monolitický železobetonový. Tyto masivní konstrukce zajišťují svým objemem tepelnou akumulaci objektu. Konstrukce střechy je ze dřevěných lepených vazníků, mezi které jsou vloženy dřevěné I-nosníky a tepelná izolace tl. 400 mm. Tuto konstrukci chrání protipožární

Mateřská škola Slivenec

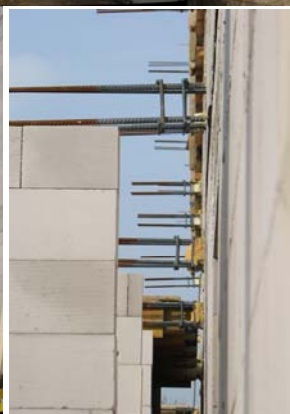
Školka byla původně navržena jako dřevostavba. Z důvodu požárních předpisů to ale nebylo možné. Dřevostavby této velikosti jsou sice povolené, ale školky ne. Byl tedy zvolen železobetonový skelet s dřevěným opláštěním. Stavba je koncipována v pasivním standardu.



podhledy. Také nenosné obvodové stěny, konstruované jako výplňová dřevěná konstrukce, mají nadstandardní vrstvu tepelné izolace. Odvětrávaná střecha má skladbu pro vegetační porost. Dřevěná terasa je nezávisle založená, čímž se eliminovaly tepelné mosty. Přesah střechy je samonosný – vykonzolovaný ze střešní konstrukce. Propojení školky a stávajících budov ZŠ umožňuje nevytápěné přízemní foyer se zelenou střechou a světlíkem. Přibližně třetina plochy kvalitních dřevěných oken s trojskly jsou otevíravá a umožňují přirozené větrání. Otevírání oken kvůli větrání však není nutné. Systém lokálních větracích jednotek řízeného větrání s rekuperací tepla zajišťuje trvalý přísun čerstvého vzduchu v množství požadovaném hygienickou normou. PENB uvádí měrnou spotřebu energie na vytápění 15 kWh/m²a a měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu 39,1 kW/m²a. Zdrojem tepla je stávající plynová kotelná vytápějící celý školní areál. [1, 2]

Zdroj: [1] ČECH, Jiří. Energeticky pasivní mateřská škola v Praze-Slivenci: Zkušenosti z výstavby. *Materiály pro stavbu*. 2013, roč. 19, č. 1, s. 32-35.

[2] AB ATELIER, Aleš Brotánek, Jan Marton, Jan Praisler



Celková situace s půdorysy 1. np. [2]

Autor: Ing. arch. Josef Smola, Akad. arch. Aleš Brotánek, Ing. arch. Jan Praisler

Místo: ul. Nádražní, Modřice (CZ)

Dokončení: 2013 **Cena:** přibližně 81 mil. Kč

Atributy udržitelnosti:

- přírodní materiály – dřevo, hlína, celulóza ad.
- využívání sluneční energie – pasivní i aktivní
- řízené větrání s rekuperací tepla
- obnovitelné zdroje energie – kotle na pelety
- hospodaření s dešťov. vodami – použití ke splachování WC a doplňování zahradního jezírka
- zelené střechy
- využitelnost kavárny a galerie i pro obecní akce

Standard: Pasivní dům

← ↑ vizualizace – celkový pohled od jihu [2]

← výstavba: duben – červenec 2013 (foto: autor)

→ vizualizace – jihovýchodní náhled [2]

Komplex se skládá ze dvou samostatných bytových domů, z nichž jeden je doplněn o křídlo se službami (jídlna, kavárna, galerie, kadeřnictví a kanceláře) přístupné i veřejnosti z ulice Nádražní. Ze 41 bytů je 30 bytů 1+kk a 11 bytů 2+kk (celkem cca 52 obyvatel). Konstrukce domů je masivní, zděná z vápenopískových cihel v kombinaci s betonovými stropy. Založena je na ŽB desce na vrstvě izolace z XPS. Střechy mají dřevěnou konstrukci z I-nosníků zateplenou celulózovou izolací. Tvary budov a orientace obytných místností se snaží maximálně využívat pasivní solární zisky a minimalizovat tepelné ztráty. Domy mají kompaktní tvar a výborně izolované obvodové konstrukce, $U_{stěn} = 0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{podlah} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{střechy \text{ ploché}} = 0,107 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{střechy \text{ šikmé}} = 0,099 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{oken} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{vchodových \text{ dveří}} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{střešních \text{ světlíků}} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tvar pozemku však neumožnil ideální jižní orientaci obou bytových objektů. Dům natočený delší fasádou přímo k jihu má potřebu tepla na vytápění $11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Druhý dům natočený kolmo k jihu ji má o třetinu horší, konkrétně $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. V každé ze dvou budov je umístěn vlastní zdroj energie. Má shodné parametry a tvoří ho dvojice akumulčních zásobníků ($2 \times 1,7 \text{ m}^3$) nabíjených ze dvou zdrojů. Z peletového kotle s regulovatelným výkonem ($13,5 - 45 \text{ kW}$) a ze solárního sys-

Bytový dům pro seniory

Dosud největší bytový dům v pasivním standardu vzniká v Modřicích u Brna. Celkem 41 bezbariérových malometrážních bytů se službami pro seniory se nachází v komplexu dvou budov stavených ve zvýšené míře z materiálů přírodních a šetrných k životnímu prostředí. Cílem je snížit spotřebu energie jak na provoz, tak na stavbu.



tému (trubicové vakuové kolektory, $4 \times 9 \text{ m}^2$, sklon 45°). Topení v pobytových místnostech bytů zajišťují desková tělesa umístěná nad vstupními dveřmi pod vyústěním přiváděného vzduchu. Mají termostatickou hlavici umožňující individuální nastavení teploty. V koupelnách jsou otopné teplovodní žebříky. Ve společenských a ostatních místnostech jsou desková tělesa. Pro ohřev teplé vody je každý byt vybaven vlastní předávací stanicí (průtokovým ohříváčem 44 kW), která zajišťuje i část vytápění (je napojená na deskové těleso nade dveřmi). Každý bytový dům má svůj systém řízeného větrání s rekuperací a teplovodním ohřevem vzduchu – semicentrální typ (jedna rekuperační jednotka, ale více míst dohřevu). Rozvod vzduchu je realizován plechovým potrubím různých průřezů, čerstvý vzduch je nasáván z fasád. Blower Door test zatím nebyl proveden, uvažuje se s neprůvzdušností $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. PENB uvádí měrnou spotřebu energie na vytápění $11,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ a měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu $44 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Dešťová voda se sbírá a používá na splachování WC a závlahu zahrady. [1, 2]

Zdroj: [1] SMOLA, Josef a Jiří ŠÁLA. Informace pro stavební úřady. In: *Pasivní domy 2012*. Brno: Centrum pasivního domu, 2012, s. 34-65. ISBN 978-80-904739-2-8.

[2] SMOLA, Josef a Aleš BROTÁNEK. *Projekt pro provádění stavby*.

ANALÝZA VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ ZKOUMANÉHO VZORKU

Na základě metodiky popsané v kapitole c.4

- *Indukce platnosti hypotézy* jsem na zkoumaném vzorku identifikoval množinu vlastností, které mají potenciál indukovat pravděpodobnost platnosti hypotézy. Po analýze těchto vlastností, která zhodnotila míru jejich relevance, se staly argumenty potvrzujícími hypotézu. V této kapitole jsou analyzované vlastnosti prezentované společně se zněním argumentace samotné. Součástí argumentačního procesu jsou popsány v části kapitoly c.4
- *Proces argumentace*, jeho výsledky pak v kapitole *Závěr – přínos práce*.

Seznam vlastností / argumentů:

01 – Energetický standard – energetická náročnost provozu

02 – Přírodní materiály – energetická náročnost výstavby

03 – Dominantní jižní prosklení

04 – Teplotní zónování dispozice

05 – Kompaktnost – faktor tvaru

06 – Tepelně izolační vlastnosti vnějších konstrukcí

07 – Faktor neprůvzdušnosti

08 – Opatření proti letnímu přehřívání – stínící systém

09 – Využití obnovitelných zdrojů energie

10 – Řízené větrání s rekuperací tepla

11 – Zemní výměník tepla

12 – Ekologické hospodaření s dešťovou vodou

13 – Socio-ekonomický faktor

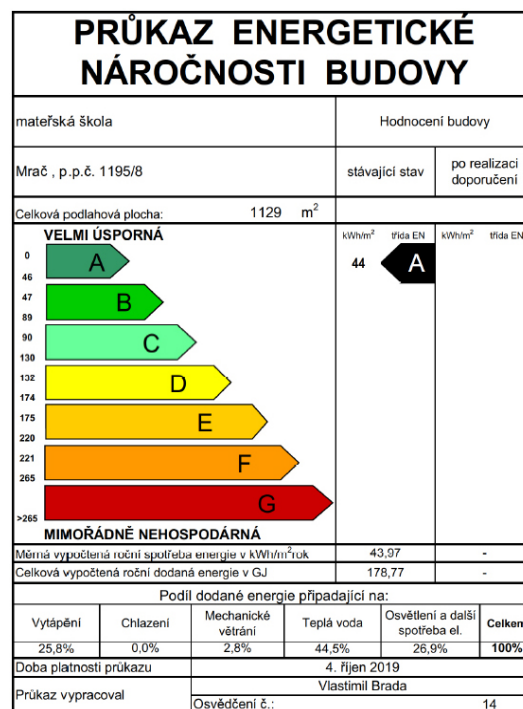
ENERGETICKÝ STANDARD

– ENERGETICKÁ NÁROČNOST PROVOZU

Pozorování

Energetický standard architektonického díla pozorováním zjistit nelze. Avšak lze jej odhadnout podle určitých často se opakujících vnějších znaků, jakými jsou například kompaktnost, dominantní jižní prosklení, kvalitní okna osazená ve vrstvě tepelné izolace a používající trojskla/dvojskla s fólií heat mirror, subtilní rámy, fixní zasklení a další. V novějších veřejných budovách už ale můžeme jejich energetický standard zjistit snadněji.

Podle vyhlášky č. 499/2006 Sb. musí být součástí dokumentace ke stavbě také Průkaz energetické náročnosti budov (PENB), který se obvykle skládá ze dvou částí – z protokolu a z grafického vyjádření jednotného vzoru podle přílohy 4 vyhlášky a s klasifikací třídy energetické náročnosti budovy (vyhláška § 9 a příloha 2). Toto grafické vyjádření, podobné energetickým štítkům známým z domácích spotřebičů, musí být poté viditelně umístěné ve veřejnosti přístupném prostoru veřejných budov. Nejčastěji ho najdeme ve vstupní hale.



Obr. d.2 Příklad PENB (CZ-05 školka v Mrači)

Analýza

Základní kritéria charakterizující energetickou náročnost provozu pasivních budov jsou dle ČSN 73 0540-2:2011 tato: měrná roční potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m²·a)], měrná roční potřeba na chlazení E_C [kWh/(m²·a)] a měrná roční potřeba primární energie PE_A [kWh/(m²·a)].

Typ budovy		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba na chlazení E_C [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba primární energie PE_A [kWh/(m ² ·a)]
Obytné budovy	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 ²⁾	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 ²⁾	≤ 60
Neobytná budova s převládající teplotou 18 °C až 22 °C		≤ 0,35 ¹⁾	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních po- znatků odborné literatury.			≤ 120

POZNÁMKY

¹⁾ Uvedená hodnota je doporučena, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$.

²⁾ Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.

Tab. d.2 Základní vlastnosti pasivních budov dle ČSN 73 0540-2:2011

Typ budovy		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba na chlazení E_C [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba primární energie PE_A [kWh/(m ² ·a)]
Obytné budovy	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 ²⁾	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 ²⁾	≤ 60
Neobytná budova s převládající teplotou 18 °C až 22 °C		≤ 0,35 ¹⁾	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních po- znatků odborné literatury.			≤ 120

POZNÁMKY

¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$.

²⁾ Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.

Tab. d.3 Základní požadavky na energeticky nulové budovy dle ČSN 73 0540-2:2011

U každého zkoumaného vzorku jsem se snažil získat o budově maximum informací charakterizujících jejich energetickou náročnost. Jelikož se zkoumané vzorky nachází v různých státech s různou legislativou a jejich projektové dokumentace byly prováděné v časovém rozmezí více než deseti let, nebylo snadné tyto informace získat. Údaj o měrné roční potřebě tepla na vytápění [kWh/(m²·a)] se mi však podařilo získat u většiny vzorků a proto jsem právě tento parametr použil jako srovnávací kritérium. Německé vzorky mají tento údaj vypočtený podle výpočtové metodiky PHPP. Rakouské vzorky také podle PHPP a navíc často i podle OIB, což je rakouská obdoba českého Průkazu energetické náročnosti budovy (PENB). České vzorky jsou nejčastěji hodnoceny podle PENB, některé i podle PHPP.

Argumentace

Všechna architektonická díla tvořící zkoumaný vzorek mají standard pasivního nebo nízkoenergetického domu. Výběr zkoumaného vzorku byl tedy proveden správně.

Protiargumentace

U zahraničních vzorků nebylo dosaženo pasivního standardu jen u budov staršího data realizace, což bylo způsobeno menší nabídkou

a vyššími cenami komponentů pasivních domů. Dále u budov spojených funkčně s výrobním provozem, který produkuje přebytky tepla. Podle množství těchto přebytků byla energetická náročnost těchto budov snížena. Například byla použita okna s mírně horšími parametry. Nebylo tedy dosaženo standardu pasivního domu, ale toto zvýšení energetické ztráty bylo pečlivě optimalizováno tak, aby využilo právě množství energetických přebytků z výroby. Ve výsledku jsou tedy tyto „pouze“ nízkoenergetické domy úspornější než některé domy pasivní a to za nižších finančních nákladů. U českých vzorků nedosáhlo parametrů pasivního domu větší množství budov. Opět se jedná většinou o budovy staršího data realizace. Výrazně nejhoršího výsledku dosahuje vzorek CZ-09 Zdravotní středisko Mníšek. Záměrně však nebyl z výzkumu vyřazen. Byl ve výzkumu využit jako srovnávací příklad kvalitní soudobé veřejné budovy mající energetické parametry většiny dnes stavěných budov v ČR.

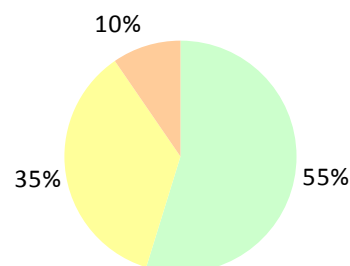
Závěr

Dominantní zastoupení budov splňujících buď parametr pasivního domu anebo parametr třídy A (mimořádně úsporná budova) potvrzuje, že energeticky mimořádně úsporné veřejné budovy lze realizovat a to pro různé účely, v různých velikostech i různých klimatických podmínkách území zkoumaných států.

ID	Název architektonického díla	PHPP	OIB	PENB	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	21	-	-	2
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	-	-	-	2
A-03	Solární škola	34	-	-	2
A-04	Farní centrum sv. Františka	31	14,5	-	2
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	12	-	-	1
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	15	11	-	1
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	19,4	13,4	-	2
A-08	Biodvůr Achleitner	19,8	-	-	2
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	-	15,8		1
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	11	-	-	1
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	12	11	-	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	15	-	-	1
A-12	Základní škola Mauth	-	14	-	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	14,7	-	-	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	-	14	-	1
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	-	8	-	1
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	11	-	-	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	11	-	-	1
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	10	9	-	1
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	-	28	-	3
CZ-01	Archa ekofarma Country Life	<20	-	-	2
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	-	-	17,6	2
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	-	-	<27	2
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	-	-	-	2
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	-	-	11,1	1
CZ-06	Hotel Beatrice	-	-	7,13	1
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	-	-	19	2
CZ-08	Mateřská škola Skalníková	-	-	33	3
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	-	-	110,5	3
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	-	-	15	1
CZ-11	Bytový dům pro seniory	-	-	11,1	1

Body	Energetický standard	Vlastnost	Počet
0	Nulový dům	přítomná	0
1	Pasivní dům – třída A	přítomná	17
2	Nízkoenergetický dům – třída A	částečně přito.	11
3	Nízkoenergetický dům – třída B	částečně přito.	3
4	Nízkoenergetický dům – třída C	nepřítomná	0

Značka	Popis
PHPP	měrná potřeba tepla na vytápění určená dle výpočtové metody PHPP [kWh/(m²a)]
PENB	měrná spotřeba energie na vytápění uvedená v Průkazu energetické náročnosti budovy [kWh/(m²a)]
OIB	měrná potřeba tepla na vytápění zjištěná z rakouského energetického štítku OIB [kWh/(m²a)]



Tab. d.4 Energetický standard – výskyt vlastnosti 01 ve zkoumaném vzorku

PŘÍRODNÍ MATERIÁLY – ENERGETICKÁ NÁROČNOST VÝSTAVBY

Pozorování

Přírodní materiály dominují nebo převažují exteriérům dvou třetin zkoumaných vzorků. Fasády nejčastěji tvoří dřevěný obklad, který je naimpregnovaný přírodním olejem či nátěrem tak, aby bylo materiálu umožněno přirozené „stárnutí“. Podle dřevěného opláštění, jeho barvy, struktury povrchu a změn tvaru můžeme odhadnout jeho stáří stejně jako světové strany, ke kterým je obrácen či převládající směr větru, kterému je vystaven. Jejich architekti očividně chtěli poukázat na přírodní vzhled a přirozené vlastnosti materiálu. Fasáda z hliněné omítky je výjimkou, běžná tenkovrstvá fasáda je však v množství výskytu na druhém místě. Na třetím místě jsou pak obkladové materiály z plechu, hliníku, skla, cementu a dalších materiálů s vysokou potřebou energie na výrobu.

Analýza

Chceme-li zacházet s životním prostředím šetrným způsobem a podle zásad udržitelného rozvoje je nezbytné, aby se architekti i stavební inženýři zabývali ekologickými činiteli již v projektové přípravě. Jejich pozornost si zasluhuje těchto šest environmentálních indikátorů (především však první tři z nich):

- Spotřeba primární energie (PEI – primary energy input [MJ]) – množství tzv. šedé energie
- potenciál globálního oteplování (GWP – Global Warming Potential [kg CO_{2,ekv.}])
- potenciál okyselování prostředí (AP – Acidification Potential [g SO_{2,ekv.}])
- Potenciál tvorby přízemního ozónu – POCP [kg C₂H_{4,ekv.}]
- Potenciál ničení ozonové vrstvy – ODP [kg CFC_{2,ekv.}]
- Potenciál eutrofizace prostředí – EP [kg NO_{x,ekv.}]

Hodnoty těchto činitelů ve vztahu ke stavebním materiálům jsou uvedeny například na

švýcarském webu www.ecoinvent.ch, rakouském www.baubook.at nebo německém webu www.bau-umwelt.de. Od konce roku 2012 začala fungovat také česká databáze stavebních produktů www.envimat.cz, což je on-line pomůcka pro hodnocení a porovnávání stavebních konstrukcí a prvků podle jejich environmentálních a fyzikálních profilů s uvážením účelu a použití daného prvku. Architekti a projektanti tím získali nový nástroj pro posuzování stavebních konstrukcí z hlediska dopadů jejich výroby na životní prostředí, který jim umožňuje sestavení a posouzení vlastních konstrukcí z materiálů obsažených v databázi.

Argumentace

Ve dvou třetinách případů zkoumaných vzorků budov převažují přírodní materiály v konstrukcích i v povrchovém ztvárnění exteriérů a interiérů. To, že nebyly uplatněny i v některých dalších případech bylo způsobeno například přísností českých požárních a hygienických předpisů.

Protiargumentace

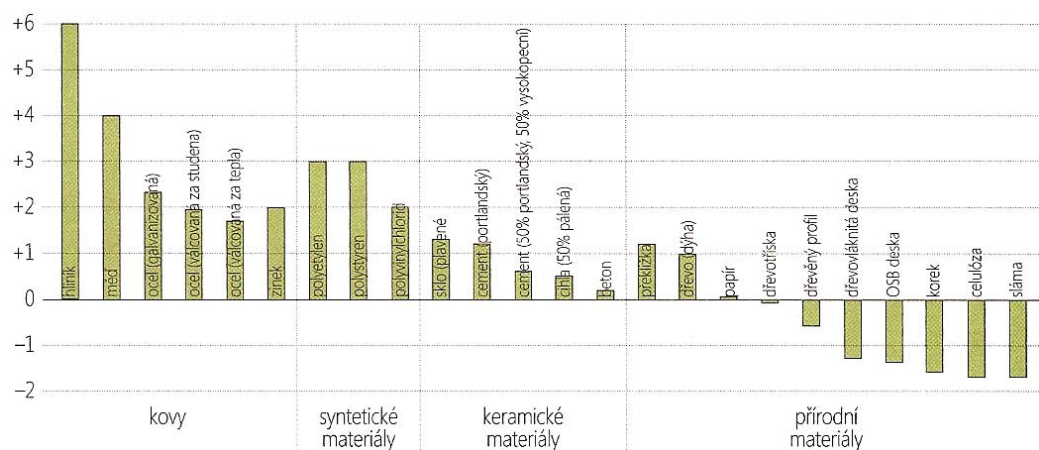
Energeticky pasivní veřejné budovy postavené bez použití přírodních materiálů budou mít zřejmě delší životnost, avšak tak, jak bylo zapotřebí více energie na jejich vyrobění, bude v budoucnu zapotřebí i více energie na rozebrání a recyklaci budovy. Zde zůstává na zvážení architekta a investora jakou míru životnosti a opotřebení od díla očekává.

Závěr

Dominantní či převažující zastoupení přírodních materiálů ve dvoutřetinové většině případů potvrzuje, že lze energeticky mimořádně úsporné veřejné budovy různých druhů a velikostí stavět s použitím přírodních materiálů. Kromě dřeva a výrobků z něj lze vhodně používat také hlinu, nepálené cihly, slámu, tepelné izolace z celulózy, konopí, lnu, ovčí vlny či korku. Vhodné jsou i další materiály s nízkým podílem zabudované energie.

č.	Vybrané stavební materiály	PEI MJ/kg	GWP kg CO _{2,ekv} /kg	AP g SO _{2,ekv} /kg	ρ kg/m ³	λ W/mK
1	Lepené lamelové dřevo, vnější	8,67911	0,45562	2,57111	495	0,13
2	Lepené lamelové dřevo, vnitřní	7,9543	0,41788	2,35717	495	0,13
3	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%	3,35264	0,18736	1,16793	400	0,18
4	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu/uměle sušené 10%	1,95887	0,10875	0,6321	600	0,22
5	Masivní hlína, dusaná	0,350	0,017	0,10	2000	-
6	Cihla lehčená pálená	2,5737	0,23862	0,5456	600	-
7	Cihla lehčená nepálená	2,64261	0,16092	0,29826	600	0,47
8	Cihla plná pálená	2,5737	0,23862	0,5456	2100	-
9	Cihla vápenopísková	1,27912	0,13037	0,21284	1530	0,50
10	Tvarovka pěnasilikátová, autoklávovaná	3,24998	0,4117	0,67442	350	0,12
11	Tvarovka betonová	0,75772	0,12127	0,24332	2380	-
12	Kámen – vápenec	0,02782	0,00193	0,03370	2200	1,7
13	Beton prostý	0,57493	0,10989	0,1849	2380	1,36
14	Beton vysokopevnostní	0,69079	0,13316	0,22171	2440	1,4
15	Beton, základové desky a pasy	0,48378	0,48378	0,13891	2385	1,36
16	Ocel, výztuž do betonu	22,5279	1,482	5,0948	7850	48
17	Polystyren pěnový EPS, desky	105,073	4,2121	14,9	30	0,035
18	Polystyren extrudovaný XPS	96,5145	3,8205	13,392	25	0,034
19	Pěnové sklo	35,0611	1,5719	3,9223	110	0,04
20	Pěnové sklo drcené a zhutněné 1,3	6,670	0,348	1,33	136,5	-
21	Celulóza vlákna, včetně foukání	7,14406	0,36779	2,9049	50	0,04
22	Dřevitá vlna, u=20%	1,14496	0,0622	0,312	45	0,08
23	Minerální vlna, kamenná	20,1923	1,1331	8,3583	32	0,036
24	Minerální vlna, skelná	45,5342	1,4958	6,9675	40	0,04
25	Polyuretan, pružná pěna	99,265	4,8451	20,278	20	0,035
26	Izolace potrubí, elastomer	123,061	4,4882	29,498	75	0,04
27	Korek	7,100	-1,230	2,74	120	-
28	Vakuová izolace	62,100	3,430	10	190	-
29	Konopné rohože s PE vlákny	31,100	-0,133	5,39	30	-
30	Lněné rohože s PE vlákny	38,000	0,364	8,74	30	-
31	Ovčí vlna	14,700	0,045	2,66	30	-
32	OSB deska	12,5057	0,48132	2,03708	650	0,13
33	MDF deska	14,1856	0,6423	2,53603	780	0,18
34	Sádkartonová deska	5,74453	0,35429	1,0976	1000	0,36
35	Sklolaminátová deska	44,4276	2,6351	15,663	1600	0,21
36	Střešní taška pálená	3,82665	0,35789	0,80248	1400	-
37	Střešní taška betonová	1,70234	0,20874	0,44574	2250	-
38	Střešní taška vláknocementová	8,76871	0,73111	1,7343	1800	0,5
39	Fasádní perlitová omítka tl. 30 mm	2,230	0,551	1,11	-	-
40	Fasádní dřevěný obklad tl. 25 mm	3,060	-1,140	1,63	-	-
41	Fasádní překližka tl. 15 mm	18,500	-0,707	6,02	-	-

Tab. d.5 Environmentální indikátory vybraných stavebních materiálů (zdroj: www.envimat.cz)



Obr. d.3 Množství potřebných svázaných emisí k výrobě vybraných materiálů (zdroj: M. Hudec, 2013)

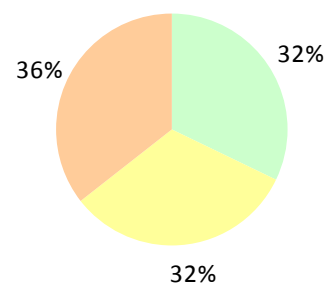
Materiál	Tepelná vodivost λ [W/(m·K)]	Svázané energie PEI [MJ/kg]	Objemová hmotnost ρ [kg/m ³]	Primární energie na výrobu odpovídá [kWh/m ³]
Izolace				
Sláma*	0,300	15,000	100	50,00
Dřevitá vlna	0,500	25,000	150	90,00
Celulóza	0,040	7,144	50	99,22
Ovčí vlna*	0,040	14,700	30	122,50
Minerální vlna	0,036	18,902	32	168,02
Korek*	0,045	7,100	120	236,67
Konopí*	0,041	31,100	30	259,17
Perlit	0,040	16,266	60	271,10
Len*	0,040	38,000	30	316,67
Keramzit	0,076	5,007	260	361,59
Skelná vata	0,040	45,534	40	505,94
Polyuretan	0,035	99,265	20	551,47
Polystyren XPS	0,034	96,515	25	670,24
Polystyren EPS	0,035	105,073	30	875,61
Pěnové sklo	0,040	35,061	110	1 071,31
Deskové materiály				
Dřevovláknitá deska	0,038	5,095	300	424,62
Sádkartonová deska	0,360	5,745	1 000	1 595,70
OSB	0,130	12,506	650	2 257,97
Konstrukční materiály				
Beton – základové patky a pasy	1,360	0,484	2 385	320,50
Dřevěné řezivo tvrdé	0,220	1,959	600	326,50
Dřevěné řezivo měkké	0,180	3,353	400	372,56
Beton prostý	1,360	0,575	2 380	380,09
Cihla lehčená pálená	0,470	2,573	600	428,83
Betonová tvarovka	0,758	0,757	2 380	500,46
Cihla vápenopísková	0,500	1,279	1 530	543,58
Jiné				
Hlína těžená	0,700	0,044	2 000	24,44
Písek	0,950	0,054	1 750	26,25
Vápno hašené	?	4,192	800	931,56
Omítky				
Omítka hliněná	0,570	0,482	1 815	243,01
Omítka vápenocementová	0,990	1,460	2 000	811,11

Obr. d.4 Vlastnosti vybraných materiálů – řazeno dle energet. náročnosti na výrobu (zdroj: M. Hudec)

ID	Název architektonického díla	KCE	INT	EXT	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	1	1	1	1
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	1	1	1	1
A-03	Solární škola	3	3	4	3
A-04	Farní centrum sv. Františka	1	1	1	1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	2	1	3	2
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	1	3	2	2
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	1	2	1	1
A-08	Biodvůr Achleitner	1	1	1	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	1	1	4	2
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	3	3	3	3
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	1	1	1	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	3	2	2	2
A-12	Základní škola Mauth	3	3	3	3
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	1	1	1	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	2	3	3	3
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	2	3	3	3
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	3	3	3	3
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	3	3	3	3
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	3	3	4	3
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	3	3	4	3
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	1	1	1	1
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	2	1	3	2
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	2	1	1	1
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	1	1	1	1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	1	3	1	2
CZ-06	Hotel Beatrice	3	3	3	3
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	1	3	3	2
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova	1	3	1	2
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	1	3	1	2
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	2	3	2	2
CZ-11	Bytový dům pro seniory	3	3	2	3

Body	Materiály použité při stavbě	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Přírodní materiály dominují	přítomná	10
2	Přírodní materiály převažují	částečně přito.	10
3	Neutrální materiálový výraz	nepřítomná	11
4	Převaha syntetických materiálů	kontrapunkt	0

Značka	Popis
KCE	Výskyt přírodních materiálů v konstrukci
INT	Výskyt přírodních materiálů na interiérových površích
EXT	Výskyt přírodních materiálů na exteriérových površích



Tab. d.6 Přírodní materiály – výskyt vlastnosti 02 ve zkoumaném vzorku

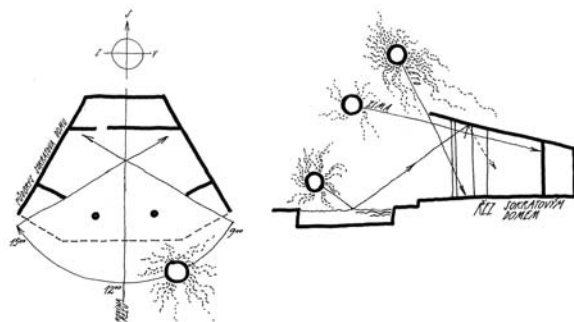
DOMINANTNÍ JIŽNÍ PROSKLENÍ

Pozorování

Dominantní jižní prosklení je uváděno jako jedna z hlavních zásad výstavby pasivních domů, protože díky němu je dosahováno pasivních solárních zisků v zimním období. U většiny zkoumaných vzorků však překvapivě není aplikováno.

Analýza

Aby bylo množství pasivních solárních zisků maximalizováno, bývá delší fasáda pasivních domů s velkými prosklenými plochami obrácená přímo k jihu. Toto pravidlo vychází už z tzv. Sokratova domu a některé ze zkoumaných budov se podle něj řídí.



Obr. d.5 Schéma Sokratova domu.
(kresba: Lukáš Liesler)

Jedná se o budovy, kterým v této orientaci nebrání tvar pozemku ani okolní situace, souvislosti a návaznosti. Jiné ze zkoumaných budov však toto pravidlo nedodržují a obracejí se na všechny světové strany stejným množstvím prosklených ploch. Tři ze zkoumaných budov mají dokonce minoritní jižní prosklení. V případě vzorku A-01 *Hasičská stanice a stavební dvůr* to bylo způsobeno tvarem pozemku sevřeným mezi silnicí na severu a železnicí na jihu a důsledkem bylo, že dům i přes dodržení dalších zásad nedosahuje parametrů pasivního domu. V případě vzorků A-03 a A-17 se jedná o základní školy se zvoleným dispozičním trojtraktem. Ten je velmi vhodný z hlediska dispozičních a provozních zásad návrhu školských budov a také z hlediska výhodného faktoru tvaru A/V. Pokud se pro něj autoři škol

rozhodli, zvolili následně vhodnou orientaci podélné osy budovy ve směru sever-jih, aby třídy byly rovnoměrně prosvětlené západním a východním světlem.

Argumentace

Dominantní jižní prosklení přináší pasivní solární zisky a je proto velmi výhodné jak pro rodinné domy, tak pro veřejné budovy. Jelikož je však prosklená plocha výrazně slabším článkem obálky než stěna, je zapotřebí pečlivě dimenzovat její plochu tak, aby obdržené pasivní solární zisky byly větší než energetické ztráty touto plochou.

Protiargumentace

V některých situacích není dominantní jižní prosklení nejvhodnější z hlediska dispozičního uspořádání budovy. Jindy ho nedovoluje tvar a orientace pozemku, sousední stavby nebo jiné souvislosti jako například hezký výhled.

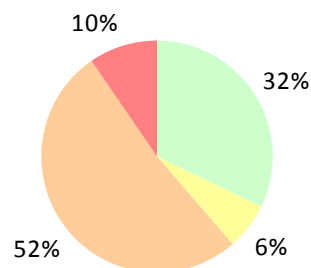
Závěr

U menších veřejných budov je nutnost dominantního jižního prosklení akutnější. U velkých veřejných budov toto pravidlo není nutné dodržet za každou cenu, pokud však autor objektu dodrží další zásady výstavby pasivních domů, zejména zvolí dobrý faktor tvaru A/V, kvalitní izolační vlastnosti obálky a vybaví dům systémem řízeného větrání s rekuperací tepla. Pak může být výsledkem i pasivní dům s minoritním jižním prosklením (viz. vzorek A-17 *Střední škola a gymnázium BORG & NMS*). Z provedené analýzy také vyplynulo, že použití střešních oken je pro zkoumaný typ architektury výjimečným jevem. Naopak použití střešních světlíků bylo zjištěno u více než dvou třetin vzorků, z čehož vyplývá, že je vhodným a často používaným architektonickým prvkem. Dominantní jižní prosklení tedy není ve většině případů povinnou vlastností zkoumaného druhu architektury. Avšak čím má budova menší objem a horší hodnotu faktoru tvaru A/V, tím důležitější je dbát na správný návrh dominantního jižního prosklení.

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	-	4
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	SS	3
A-03	Solární škola	SS	4
A-04	Farní centrum sv. Františka	SS	2
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	SS	3
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	-	1
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	SS	1
A-08	Biodvůr Achleitner	SS	2
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	SS	1
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	SS	1
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	-	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	SS	1
A-12	Základní škola Mauth	SS	3
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	SS	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	-	3
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	SS	3
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	SS	3
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	SS	3
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	SS	4
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	SS	3
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	SS	3
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	SO, SS	3
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	SS	1
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	-	3
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	-	1
CZ-06	Hotel Beatrice	SS	3
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	-	1
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova	SS	3
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	-	3
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	SS	3
CZ-11	Bytový dům pro seniory	SS	3

Body	Dominantní jižní prosklení - DJP	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	DJP s odchylkou od jihu < 15°	přítomná	10
2	DJP s odchylkou od jihu > 15°	částečně přito.	2
3	Neutrální poměr prosklení	nepřítomná	16
4	Minoritní jižní prosklení	kontrapunkt	3

Značka	Popis
SO	Výskyt střešních oken
SS	Výskyt střešních světlíků



Tab. d.7 Jižní prosklení – výskyt vlastnosti 03 ve zkoumaném vzorku

TEPLOTNÍ ZÓNOVÁNÍ DISPOZICE

Pozorování

Většina zkoumaných vzorků má vynikající nebo velmi dobré teplotní zónování vnitřní dispozice. Lze u nich pozorovat opakující se dispoziční schémata, která vhodně situují jednotlivé místnosti ke světovým stranám podle jejich funkce a požadované vnitřní teploty.

Analýza

Teplotní zónování dispozice vychází z požadovaných teplot v místnostech, jež mají dle druhu využití různou doporučenou interiérovou teplotu. Vzhledem k faktu, že ve zkoumaném vzorku jsou nejvíce zastoupeny budovy školské, vycházím zejména z v současnosti platné vyhlášky č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, jež stanovuje základní parametry mikroklimatických podmínek následovně:

Učebny, pracovny, družiny a další místnosti určené k dlouhodobému pobytu

a) Zimní období

- průměrná výsledná teplota v místnosti $\varnothing t_g = 22 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ (v tělocvičně $\varnothing t_g = 20 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$),
- minimální výsledná teplota v místnosti $t_{g\min} = 19 \text{ } ^\circ\text{C}$ (taktéž i v tělocvičně),
- rozdíl výsledné teploty v úrovni hlavy a kotníků nesmí být větší než $3 \text{ } ^\circ\text{C}$ (i v tělocvičně)

b) Letní období

Učebny, pracovny, družiny a další místnosti určené k dlouhodobému pobytu

- průměrná výsledná teplota v místnosti $\varnothing t_g = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$,
- maximální výsledná teplota v místnosti $t_{g\max} = 31 \text{ } ^\circ\text{C}$,

Při vlastní analýze jsem vnitřní prostory nejprve rozdělil do tří kategorií:

- společenské – sem řadím společenskou místnost, jídelnu, centrální halu, konferenční sál, skupinovou místnost, hernu, učebnu, družinu, knihovnu apod.

- obytné – sem řadím ložnici, místnost na spaní, pracovnu, kancelář apod.
- technicko-hospodářské – sem řadím technickou místnost, hygienické a úklidové místnosti, kuchyň, sklady, šatny, zádveří, chodby, schodiště a také tělocvičnu

Poté jsem určil čtyři znaky dobrého teplotního zónování dispozice a analyzoval jsem jejich přítomnost v dispozicích zkoumaných děl:

- A – společenské a obytné prostory orientované na jih
- B – obytné prostory orientované na východ a západ
- C – technicko-hospodářské prostory orientované na sever
- D – technicko-hospodářské prostory uvnitř dispozice

Argumentace

Až na jednu výjimku bylo u všech zkoumaných architektonických děl zjištěno vynikající nebo velmi dobré teplotní zónování dispozice.

Protiargumentace

Výjimkou je pouze vzorek *CZ-04 Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna*. Při hodnocení dispozice dosáhl „jen“ hodnocení průměrný. Ve skutečnosti však i v tomto případě je dispozice velmi dobrá. Ideální rozmístění místností nebylo výhodné dodržet z toho důvodu, že budova se nachází na severním svahu a právě směrem na sever do údolí se z ní nabízejí nejatraktivnější výhledy. Proto se architekt v tomto případě rozhodl orientovat jídelnu a některé další společenské a obytné místnosti na severní stranu. Umístění velkých prosklených ploch na severní straně si ale vyžádalo použití oken s vynikajícími tepelně izolačními vlastnostmi. V tomto případě byla osazena dvojité okna s izolačními dvojskly ve vnitřních i vnějších křídlech.

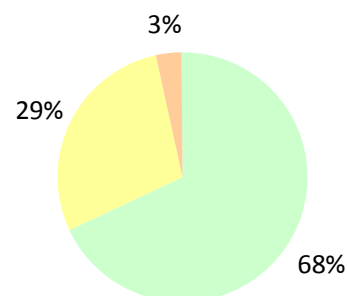
Závěr

Výskyt vynikajícího a velmi dobrého teplotního zónování dispozice v naprosté většině zkoumaných architektonických děl potvrzuje, že se jedná o jednu z velmi důležitých vlastností zkoumaného segmentu architektury.

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	BD	2
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	ABD	1
A-03	Solární škola	BD	2
A-04	Farní centrum sv. Františka	ABD	1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	ABD	1
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	ABC	1
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	ABD	1
A-08	Biodvůr Achleitner	ABD	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	AC	2
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	ABC	1
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	AC	2
D-01	Mateřská škola Heidenau	AC	2
A-12	Základní škola Mauth	ABD	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	ABC	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	ABD	1
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	ABC	1
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	ABC	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	ABC	1
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	BD	2
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	ABD	1
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	ABD	1
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	AB	2
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	ABC	1
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	B	3
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	ABC	1
CZ-06	Hotel Beatrice	BD	2
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	ABC	1
CZ-08	Mateřská škola Skalníková	ABC	1
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	ABC	1
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	BD	2
CZ-11	Bytový dům pro seniory	ABD	1

Body	Teplotní zónování dispozice	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Vynikající (3 znaky)	přítomná	21
2	Velmi dobré (2 znaky)	částečně přito.	9
3	Průměrné (1 znak)	nepřítomná	1
4	Energeticky neefektivní	kontrapunkt	0

Značka	Popis
A	Společenské a obytné prostory orientované na jih
B	Obytné prostory orientované na východ a západ
C	Technicko-hospodářské prostory orientované na sever
D	Technicko-hospodářské prostory uvnitř dispozice



Tab. d.8 Teplotní zónování – výskyt vlastnosti 04 ve zkoumaném vzorku

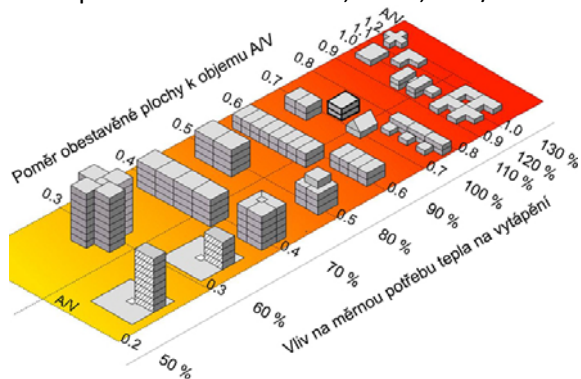
KOMPAKTNOST – FAKTOR TVARU

Pozorování

Většina zkoumaných architektonických děl se už při prvním pozorování vyznačuje kompaktním tvarem.

Analýza

Při podrobnější analýze jsem u zkoumaných architektonických děl zjišťoval jejich hodnotu faktoru tvaru, což je činitel používaný v technické praxi a determinující tvarové optimum. Je odvozen z poměru A/V , tedy ze vztahu ochlazovaných ploch A [m²] a obestavěného prostoru V [m³]. Nejlepší faktor tvaru mají výškové budovy, deskové a bodové domy. Čím je počet podlaží nižší, tím je faktor tvaru větší, což je méně výhodné. U budov velikosti rodinného domu je za optimální faktor tvaru považováno rozmezí 0,7 až 0,8 m²/m³.



Obr. d.6 Hodnoty faktoru tvaru (zdroj: Centrum pasivního domu, 2012)

Co se týká zastřešení, jsou z energetického hlediska nejvhodnější střechy s malým sklonem (do 20°), ať už jsou ploché, pultové nebo sedlové. Vytváří totiž menší ochlazovanou plochu a jsou i konstrukčně jednodušší a levnější.

Při analýze jsem zkoumané budovy rozdělil do čtyř kategorií podle jejich hodnoty faktoru tvaru:

- Vynikající ($A/V < 0,5$ m²/m³)
- Velmi dobrý ($A/V = 0,5 - 0,75$ m²/m³)
- Dobrý ($A/V = 0,75 - 1,0$ m²/m³)
- Komplikovaný tvar ($A/V > 1,0$ m²/m³)

U budov, u kterých se mi nepodařilo získat přesný údaj o hodnotě faktoru tvaru, jsem jejich zařazení do kategorie odhadl podle jejich velikosti a tvaru.

Argumentace

Všechna zkoumaná architektonická díla mají vynikající, velmi dobrý nebo dobrý faktor tvaru, který zabezpečuje minimální plochu obvodových konstrukcí, prevenci před komplikovanými detaily s rizikem vzniku tepelných mostů, zjednodušení a zlevnění realizace stavby, použití optimální tloušťky tepelné izolace a vyloučení potřeby použití speciálních konstrukcí s přerušným tepelným mostem. Venkovní schodiště, balkóny, pavlače a jiné konstrukce, které dodávají architektuře vnější plasticitu, jsou převážně řešeny jako samonosné, předsazené konstrukce. S budovou jsou pak propojené jen bodově z důvodu zajištění jejich stability. U převážné části zkoumaných děl se vyskytuje výhodné zastřešení s malým sklonem do 20° (většinou se jedná o ploché střechy).

Protiargumentace

Nejhorší hodnotu faktoru tvaru má ze zkoumaných děl vzorek CZ-09 Zdravotní středisko Mníšek a to přesto, že jeho tvar čistého kvádra je velmi kompaktní. Je to způsobeno tím, že se jedná o objemově nejmenší budovu ze zkoumaných vzorků, a kvůli tomuto handicapu dosahuje horší hodnoty než jiné, méně kompaktní, avšak objemnější budovy.

Možnost použití sedlové střechy pro budovy v pasivním standardu prokazuje vzorek CZ-02 Centrum Veronica Hostětín. Tento typ střechy zde byl zvolen kvůli návaznosti budovy na náves obce s tradičními sedlovými střechami.

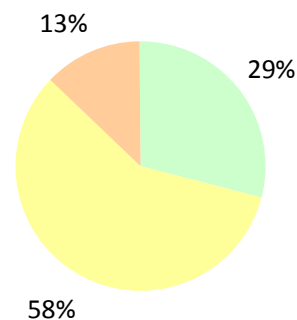
Závěr

Hledisko faktoru tvaru je pro zkoumaný segment architektury velice důležité. Musí být zohledňováno již od prvních fází návrhu budovy. Čím má budova menší objem, tím musí být navržena kompaktnější, čili s co nejnížší hodnotou faktoru tvaru A/V .

ID	Název architektonického díla	Podlaží	A/V	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	1	-	3
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	1-2	-	2
A-03	Solární škola	2-3	-	1
A-04	Farní centrum sv. Františka	1-2-3	-	3
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	3	-	2
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	1-2	-	2
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	2	-	2
A-08	Biodvůr Achleitner	2	0,47	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	3	-	2
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	1	-	2
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	2	-	2
D-01	Mateřská škola Heidenau	2	-	2
A-12	Základní škola Mauth	2	0,37	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	1	0,74	2
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	1-2-3	-	3
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	2	-	1
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	3-4	-	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	3	-	1
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	3-4	0,26	1
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	3	0,31	1
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	2	-	2
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	2	0,59	2
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	1-2	-	2
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	3	-	2
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	1-2-3	0,57	2
CZ-06	Hotel Beatrice	2	0,54	2
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	1	0,74	2
CZ-08	Mateřská škola Skalníková	1	0,68	2
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	1	0,79	3
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	2	-	1
CZ-11	Bytový dům pro seniory	2-3	-	2

Body	Faktor tvaru A/V [m ² /m ³]	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Vynikající (A/V < 0,5)	přítomná	9
2	Velmi dobrý (A/V = 0,5 – 0,75)	částečně přito.	18
3	Dobrý (A/V = 0,75 – 1,0)	nepřítomná	4
4	Komplikovaný tvar (A/V > 1,0)	kontrapunkt	0

Značka	Popis
A/V	Faktor tvaru [m ² /m ³]
Podlaží	Počet podlaží zkoumaného díla



Tab. d.9 Kompaktnost – výskyt vlastnosti 05 ve zkoumaném vzorku

TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ

Pozorování

Pasivní domy se vyznačují extrémně nízkou potřebou tepla. Aby v nich byla příjemná tepelná pohoda i při dodávce tak malého množství energie je zapotřebí teplo uvnitř pečlivě chránit a nepouštět ho ven. Jednou z nejdůležitějších vlastností pasivních domů je tedy dostatečně silná vrstva tepelné izolace a kvalitní okna, které úniku tepla zabraňují. Velmi důležitá je také důsledná minimalizace tepelných mostů a vazeb.

Konkrétní tepelně izolační vlastnosti obvodových konstrukcí pozorováním zjistit nelze. Lze je však odhadnout podle určitých vnějších znaků, jakými jsou například tloušťka obvodových stěn, hloubka osazení oken, zvolený typ zasklení a další. V novějších rakouských veřejných budovách můžeme z vystaveného energetického štítku zjistit hodnotu U_m [$W/(m^2K)$], což je průměrný součinitel prostupu tepla všech konstrukcí ve styku s vnějším prostředím. V českých průkazech energetické náročnosti budov, které se mi podařilo získat k některým zkoumaným vzorkům, však tento údaj uvedený není.

Analýza

U většiny zkoumaných budov se mi podařilo zjistit hodnoty součinitele prostupu tepla [$W/(m^2K)$] jednotlivých součástí obálky domu (stěny, střechy, podlahy nebo základové desky, okna, skla). V případě, že se mi hodnoty zjistit nepodařilo, konstrukci jsem do hodnocení nezahrnul. V návaznosti na ČSN 73 0540-2:2011 jsem vytvořil pět kategorií, do kterých jsem následně jednotlivé konstrukce zařazoval:

- lepší než $U_{pas,20}$
- $U_{pas,20}$ – doporučené hodnoty pro pasivní domy
- $U_{rec,20}$ – doporučené hodnoty
- $U_{N,20}$ – požadované hodnoty
- horší než $U_{N,20}$

Argumentace

Velká většina z hodnocených architektonických děl (přesně 18 z 21) má tepelně izolační vlastnosti obvodových konstrukcí na úrovni $U_{pas,20}$ nebo ještě lepší. Vlastnosti jejich konstrukcí tedy odpovídají vlastnostem, jež pro pasivní domy doporučuje ČSN 73 0540-2:2011.

Protiargumentace

V několika málo případech nebylo u některých konstrukcí dosaženo hodnoty, jež pro pasivní domy doporučuje ČSN 73 0540-2:2011. Jednalo se však pouze o velmi malé vzdálení se od těchto doporučených hodnot.

Závěr

Tepelně izolační vlastnosti obvodových konstrukcí ve standardu doporučeném pro pasivní domy nebo lepším jsou jednou ze základních podmínek vzniku zkoumaného segmentu architektury. Lze jich dosáhnout i s použitím přírodních tepelně-izolačních materiálů např. na bázi dřeva, technického konopí či slámy.



Obr. d.7 Příklad skladby vnější stěny dřevostavby v pasivním standardu vystavené na veletrhu Pasivní domy 2012 v Brně (foto: autor)

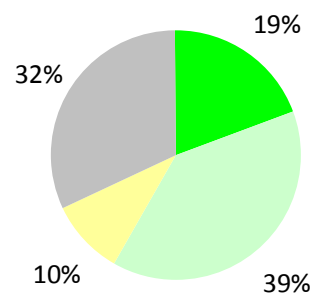
Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,50
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,50 ²⁾	1,20	0,80 až 0,60
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 °, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,40 ⁷⁾	1,10	0,90
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,70	1,20	0,90
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,50	2,30	1,70
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,50	2,30	1,70
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 ° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,60	1,70	1,40
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w/A$, v m ² /m ² A je celková plocha obvodového pláště (LOP), v m ² ; A_w je plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ² .	$f_w \leq 0,50$	0,3 + 1,4· f_w	0,2 + f_w 0,15 + 0,85· f_w
	$f_w > 0,50$	0,7 + 0,6· f_w	
Kovový rám výplně otvoru	–	1,80	1,00
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾	–	1,30	0,90 až 0,70
Rám lehkého obvodového pláště	–	1,80	1,20

Tab. d.10 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18°C až 22°C včetně dle ČSN 73 0540-2:2011.

ID	Název architektonického díla	$U_{stěn}$	$U_{střech}$	U_{podlah}	U_{oken}	U_{skel}	U_{em}	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	-	-	-	-	-	-	-
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	-	-	-	-	-	-	-
A-03	Solární škola	-	-	-	-	-	-	-
A-04	Farní centrum sv. Františka	0,11	0,07	0,12	0,90	0,70	-	1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	0,12	0,12	0,125	0,85	-	-	1
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	0,10	0,09	0,11	0,80	0,60	-	1
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	0,18	0,11	0,09	1,05	0,70	-	1
A-08	Biodvůr Achleitner	0,15	0,13	0,13	0,80	-	-	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	-	-	-	-	0,50	-	-
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	0,13	0,10	0,15	0,80	-	-	1
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	0,12	0,09	0,09	-	-	-	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	0,13	0,10	0,14	0,80	-	-	1
A-12	Základní škola Mauth	0,16	0,10	0,21	-	0,60	-	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	0,10	0,08	0,15	0,80	0,65	-	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	-	-	-	-	-	-	-
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	-	-	-	-	-	-	-
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	0,14	0,12	0,11	0,86	0,50	-	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	0,08	0,09	0,08	0,80	-	-	1
A-17	Střední škola a gymnázium BORG&NMS	-	-	-	-	0,80	0,33	-
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	-	-	-	-	-	0,18	-
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	-	-	-	-	-	-	-
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	0,13	0,10	0,23	0,56	-	-	1
CZ-03	Středisko ekologické výchovy Sluňákov	-	-	-	-	-	-	-
CZ-04	Naučné středisko ekolog. výchovy K-Č	0,14	0,06	-	0,80	0,60	-	1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	0,17	0,14	0,31	1,00	-	-	2
CZ-06	Hotel Beatrice	0,13	0,12	0,15	0,80	-	-	1
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	0,09	0,11	0,14	0,75	-	-	1
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova	0,24	0,17	0,19	1,00	0,70	0,29	2
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	0,18	0,20	0,29	0,78	-	-	2
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	-	-	-	<0,8	0,70	-	1
CZ-11	Bytový dům pro seniory	0,13	0,10	0,13	0,80	-	-	1

Body	T. i. v. o. k. dle ČSN 73 0540-2:2011	Vlastnost	Počet
1	Lepší než $U_{pas,20}$	přítomná	6
1	$U_{pas,20}$ – dopor. hodnoty pro PD	přítomná	12
2	$U_{rec,20}$ – doporučené hodnoty	částečně přito.	3
3	$U_{N,20}$ – požadované hodnoty	nepřítomná	0
4	Horší než $U_{N,20}$	kontrapunkt	0

Značka	Popis
$U_{stěn}$	Součinitel prostupu tepla obvodové stěny [W/(m ² K)]
$U_{střech}$	Součinitel prostupu tepla střechy [W/(m ² K)]
U_{podlah}	Součinitel p. t. podlahy nebo základové desky [W/(m ² K)]
U_{oken}	Součinitel prostupu tepla okna [W/(m ² K)]
U_{skel}	Součinitel prostupu tepla skla [W/(m ² K)]
U_{em}	Průměrný součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]



Tab. d.11 Vlastnosti obálky – výskyt vlastnosti 06 ve zkoumaném vzorku

FAKTOR NEPRŮVZDUŠNOSTI

Pozorování

Požadavek na téměř vzduchotěsnou obálku domu je jedním ze základních předpokladů správného fungování všech energeticky vysoce efektivních domů včetně domů pasivních. Případné netěsnosti totiž způsobují tepelné ztráty, riziko kondenzace vodních par v konstrukci, snižují účinnost systému větrání s rekuperací a zhoršují také akustické vlastnosti konstrukcí. Prostým pozorováním však tyto netěsnosti ani kvalitu vzduchotěsnosti obálky určit nelze. K jejich ověření je zapotřebí provést tzv. Blower-door test (BD test). U zkoumaných vzorků jsem se tedy snažil zjistit, zda byl na nich tento test proveden a pakliže ano, tak s jakým výsledkem.

Analýza

Jedním z povinných kritérií pasivních domů je $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$. Celková výměna vzduchu n_{50} při tlakovém spádu 50 Pa nesmí tuto hodnotu překročit. Určení této hodnoty se provádí pomocí metody tlakového spádu – BD testu. Pravidla pro hodnocení celkové průvzdušnosti obálky a pro provedení BD testu určuje ČSN EN 13829 a TNI 73 0329 a TNI 73 330. Pro výpočet energetické náročnosti budovy se jako projektový předpoklad používají hodnoty na úrovni I, které stanovuje ČSN 73 0540-2:2011.

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N} [1/h]$	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění – pasivní domy	0,6	0,4

Tab. d.12 Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ dle ČSN 73 0540-2:2011

Hodnoty úrovně I se doporučují splnit vždy, avšak přednostně se doporučují splnit hodnoty úrovně II. Norma tedy pro pasivní domy doporučuje zlepšit hodnotu n_{50} až na $0,4 \text{ h}^{-1}$.

Před započítáním testu se všechny funkční otvory v obálce domu (okna, dveře, zámky oken a dveří, komíny, odvětrání vzduchotechniky, kanalizace, zápachové uzávěry apod.) utěsní a do rámu vstupních dveří se osadí vysoce výkonný rychloběžný ventilátor spojený s počítačem. Konstrukce se poté zatíží podtlakem nebo přetlakem 50 Pa a po hodině se tlak změří znovu. Tím se zjistí, kolik vzduchu netěsnostmi uniklo a jaká je výsledná naměřená hodnota n_{50} .



Obr. d.8 Ventilátor osazený do vstupních dveří a napojený na měřicí jednotku (foto: autor)

Argumentace

Všechny vzorky, s výjimkou jednoho, u kterých byla naměřená hodnota n_{50} zjištěna, splňují kritérium pro pasivní domy $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$.

Protiargumentace

U většiny vzorků však naměřená hodnota n_{50} zjištěna nebyla. BD test buď nebyl proveden vůbec, nebo byl, ale jeho výsledek nemotivoval investora k jeho publikování.

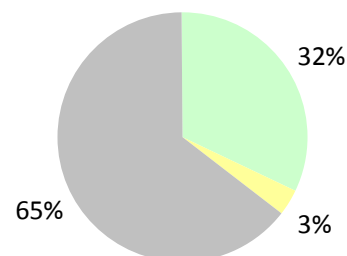
Závěr

Splnění požadované hodnoty faktoru neprůvzdušnosti je povinnou vlastností pasivních budov. Jejich majitelé však nutnost provedení BD testu často opomíjejí či jeho výsledek tají.

ID	Název architektonického díla	n_{50} výpočtový	n_{50} naměřený	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	-	-	-
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	-	-	-
A-03	Solární škola	-	-	-
A-04	Farní centrum sv. Františka	-	0,6	1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	-	-	-
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	-	0,4	1
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	-	-	-
A-08	Biodvůr Achleitner	-	0,25	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	-	-	-
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	-	-	-
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	-	0,4	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	-	0,49	1
A-12	Základní škola Mauth	-	0,4	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	-	0,57	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	-	-	-
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	0,6	-	-
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	-	0,3	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	-	0,4	1
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	-	-	-
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	-	-	-
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	-	-	-
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	-	0,7	2
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	-	-	-
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	-	0,6	1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	-	-	-
CZ-06	Hotel Beatrice	-	-	-
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	0,6	-	-
CZ-08	Mateřská škola Skalníková	-	-	-
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	-	-	-
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	-	-	-
CZ-11	Bytový dům pro seniory	0,6	-	-

Body	Faktor neprůvzdušnosti	Vlastnost	Počet
0	Nezjištěný	nezjištěná	20
1	Vynikající ($n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$)	přítomná	10
2	Velmi dobrý ($0,6 < n_{50} < 1,0 \text{ h}^{-1}$)	částečně přito.	1
3	Dobrý ($1,0 < n_{50} < 1,5 \text{ h}^{-1}$)	nepřítomná	0
4	Špatný ($n_{50} > 1,5 \text{ h}^{-1}$)	kontrapunkt	0

Značka	Popis
n_{50} výpočtový	Faktor neprůvzdušnosti n_{50} – výpočtová hodnota
n_{50} naměřený	Faktor neprůvzdušnosti n_{50} – naměřená hodnota



Tab. d.13 Neprůvzdušnost – výskyt vlastnosti 07 ve zkoumaném vzorku

OPATŘENÍ PROTI LETNÍMU PŘEHŘÍVÁNÍ – STÍNÍCÍ SYSTÉM

Pozorování

U většiny zkoumaných architektonických děl lze přítomnost stínícího systému zjistit již pozorováním. Jedná se o jeden z viditelných znaků zkoumaného druhu architektury.

Analýza

Hlavním cílem stínícího systému je zabránit nechtěným solárním ziskům v letním období, jež by způsobovaly přehřívání interiéru. Další funkcí je možnost zatemnění interiéru, což je žádoucí v přednáškových a konferenčních sálech, učebnách, pracovnách, kancelářích apod. Pro každou situaci je vhodný jiný systém zastínění. Architekt by měl při každém návrhu pečlivě posoudit konkrétní situaci a souvislosti a podle nich navrhnout adekvátní typ stínícího systému. Funkci stínění lze například spojit se získáváním elektrické energie.



Obr. d.9 Stínění fotovolt. články (foto: autor)

Pasivní domy se správně navrženým a provozovaným stínícím systémem se v našich klimatických podmínkách zpravidla obejdou bez potřeby strojního chlazení. Optimalizované stínění spolu s efektivním nočním větráním a případným využitím vzduchu předchlazeného v zemním výměníku, zabezpečí ve většině případů v interiéru vyhovující teploty. Ve větších, nejčastěji administrativních, budovách bývá celkový příspěvek vnitřních zdrojů tepla vyšší. Počítače, umělé osvětlení a další spotřebiče vytvářejí teplo, jež v letním období může způsobovat přehřívání interiéru. Vhodné je tedy volit tato zařízení s nízkou spotřebou energie a tím pádem i nízkým výdejem tepla. Další možností je využití systému tzv. aktivace

betonového jádra, kdy dochází ke chlazení vnitřních masivních konstrukcí pomocí rozvodů v nich umístěných. Ochlazená kapalina pak protéká rozvody v betonových stropěch, které však musí zůstat propojené s interiérem (bez zavěšených podhledů, které by je oddělovaly). Alternativní možností je umístění těchto rozvodů do stěn či do vrstvy omítky. Těmito rozvody pak lze v létě chladit i v zimě vytápět.

Argumentace

Více než tři čtvrtinová většina zkoumaných architektonických děl má opatření proti letnímu přehřívání zajištěna vynikajícím způsobem. Většinou kombinací stínícího systému s některým systémem přirozeného chlazení, čímž potvrzují environmentální kvalitu svého návrhu a dokazují, že při správném návrhu lze pasivní budovy realizovat bez klimatizačního zařízení.

Protiargumentace

U vzorku A-01 nebyly zjištěny žádné stínící systémy. Přesto u něj k přehřívání nedochází, protože jižní prosklené plochy jsou z důvodu stísněného pozemku a blízké železnice tak malé, že stínění nevyžadují.

U vzorku A-16 architekt upřednostnil vnější vzhled nenarušený venkovním stínícím systémem nad funkčností. Použité vnitřní textilní žaluzie brání přehřívání nedostatečně a v létě se proto intenzivněji používá systém řízeného větrání se vzduchem ochlazeným pomocí solankového zemního výměníku. Environmentální kvalita tohoto řešení je diskutabilní.

U vzorku CZ-08 je stínící systém navržen dobře, avšak přesto dochází v létě k přehřívání interiéru. Slabou stránkou této lehké dřevostavby je nedostatek masivních akumulčních hmot a absence jakéhokoli systému chlazení. Pomoci by mohlo například dodatečné vylepšení stínícího systému a doplnění systému stěnového či stropního chlazení umístěného v nové vrstvě hliněných omítek.

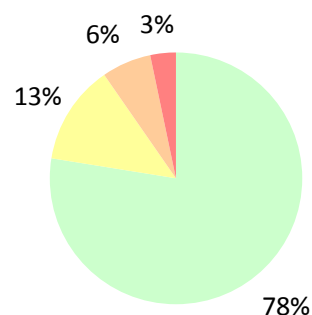
Závěr

Pečlivě navržená a správně realizovaná a provozovaná opatření proti letnímu přehřívání jsou jednou ze základních vlastností zkoumaného segmentu architektury.

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	-	4
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	Že, Ri, A	1
A-03	Solární škola	N, S	1
A-04	Farní centrum sv. Františka	N, Ri	1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	Že, A	1
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	F, V	1
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	F, Ži, A, S	1
A-08	Biodvůr Achleitner	F, Že, V, A	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	F, Re, S	1
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	Že, Re, S	1
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	F, A	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	F, N	1
A-12	Základní škola Mauth	Že	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	F, Že, A, S	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	Že, Re, S	1
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	F, Že	1
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	Že	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	Ži	3
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	Že	1
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	Že	1
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	F	2
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	Že, S	1
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	F, Re	1
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	F, Že	1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	F, Že, (K)	1
CZ-06	Hotel Beatrice	F	2
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	Že, V	1
CZ-08	Mateřská škola Skalníková	F, Re	3
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	Že	1
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	F	2
CZ-11	Bytový dům pro seniory	F	2

Body	Opatření proti přehřívání	Vlastnost	Počet
1	Vynikající	přítomná	24
2	Velmi dobrá	přítomná	4
3	Dobrá	částečně přito.	2
4	Nevytvořena	kontrapunkt	1

Značka	Popis opatření proti přehřívání
F	Fixní prvek – přesah střechy/slunolam/pergola atd.
N	Nastavitelný prvek – slunolam/okenice/stínící panel atd.
Že/Ži	Žaluzie venkovní/vnitřní
Re/Ri	Rolety venkovní/vnitřní
V	Vegetace (např. listnaté stromy, popínavé rostliny atd.)
A	Aktivace betonového jádra nebo stěnové chlazení
S	Systém nočního větrání na principu komínového efektu
K/(K)	Klimatizace/(klimatizace použita jen v části budovy)



Tab. d.14 Stínící systém – výskyt vlastnosti 08 ve zkoumaném vzorku

VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Pozorování

Způsobů a možností využívání obnovitelných zdrojů energie je velké množství. Pro potřebu této práce zúžím tento rozsah pouze na ty způsoby a možnosti, které jsou aplikovatelné na zkoumaný druh architektury a souvisí přímo s jejich návrhem, výstavbou a provozem. Pozorováním nejsnadněji zjistitelnými jsou solární a fotovoltaické systémy, z výskytu komínů lze odvodit použití kotlů či krbů.

Analýza

Přesto, že spotřeba energie je u pasivních budov pečlivě minimalizovaná, neobejde se jejich provoz bez dodávky malého množství energie. Celoročně je potřeba energie na ohřev teplé vody, osvětlení, provoz systému řízeného větrání a dalších spotřebičů. V zimním období pak také na vytápění.

Je na volbě architekta a investora pro jaký zdroj energie se rozhodnou. Obecně by měli dávat přednost obnovitelným zdrojům energie. Záleží však vždy na pečlivém posouzení konkrétní situace včetně širších souvislostí staveniště a stavebního záměru. Důležitým faktorem při rozhodování je také zda chceme být závislí na dodávkách energie, o jejímž způsobu získávání nemůžeme rozhodovat stejně jako o její ceně, nebo zda chceme být soběstační a potřebnou energii získávat lokálně z obnovitelných zdrojů a získat tím energetickou nezávislost.

Pro potřeby této analýzy jsem určil čtyři druhy získávání energie z obnovitelných zdrojů a zkoumal jsem jejich přítomnost ve vzorku architektonických děl:

- Solární systém – získávání tepla
- Fotovoltaický systém – získávání elektrické energie
- Tepelné čerpadlo – získávání tepla
- Kotel nebo krbová vložka na biomasu (dřevo, pelety atd.) – získávání tepla



Obr. d.10 Fasáda z fotovolt. článků (foto: autor)

Argumentace

Devadesát procent zkoumaných architektonických děl využívá alespoň jeden z výše uvedených obnovitelných zdrojů energie. Více než šedesát procent využívá alespoň dva z těchto zdrojů a dvacet šest procent využívá dokonce tři z těchto obnovitelných zdrojů.

Protiargumentace

Pouze u tří vzorků nebyl zjištěn výskyt využívání žádného z obnovitelných zdrojů energie. U vzorku CZ-08 *Mateřská škola Skalníkova* se rozhodli využít stávající přípojku sousedící základní školy na centrální zásobování teplem. Také vzorek CZ-10 *Mateřská škola Slivenec* bezprostředně navazuje na stávající areál základní školy disponující plynovou kotelnou s výkonem, kterým může pokrýt i její potřebu tepla. Třetím vzorkem je CZ-09 *Zdravotní středisko Mníšek*, kde jako zdroj tepla zvolili plynový kondenzační kotel. Důvodem zřejmě byla jednoduchost napojení na stávající rozvod plynu a jednoduchost obsluhy tohoto zdroje v závislosti na přerušovaném provozu budovy a jejím užívání více osobami.

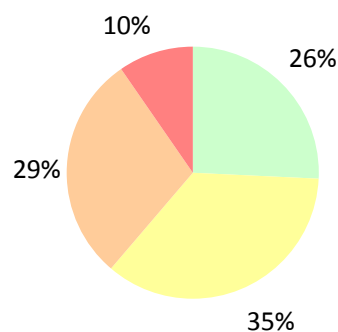
Závěr

Přesto, že využívání obnovitelných zdrojů energie, není povinnou vlastností pasivních budov, dominující četnost jejich uplatnění ve zkoumaných dílech ukazuje na silnou tendenci „povýšit“ pasivní budovy na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Přičemž budovou s téměř nulovou spotřebou energie se rozumí budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů. (viz. §2, odst. 1, písm. v, zákona č. 318/2012 Sb.)

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	S	3
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	S	3
A-03	Solární škola	S, F	2
A-04	Farní centrum sv. Františka	S, F, K	1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	F, Č	2
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	S, F	2
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	S, K	2
A-08	Biodvůr Achleitner	S, F, Č	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	F, K	2
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	S	3
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	S, Č	2
D-01	Mateřská škola Heidenau	S	3
A-12	Základní škola Mauth	S, F, Č	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	S, F, Č	1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	S, F, Č	1
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	F	3
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	S, F, Č	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	Č	3
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	F, Č	2
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	Č	3
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	S, K	2
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	S, F, K	1
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	S, K	2
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	S, F, K	1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	Č	3
CZ-06	Hotel Beatrice	Č	3
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	S, Č	2
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova	-	4
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	-	4
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	-	4
CZ-11	Bytový dům pro seniory	S, K	2

Body	Obnovitelné zdroje energie	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Maximální využití (3 způsoby)	přítomná	8
2	Výborné využití (2 způsoby)	přítomná	11
3	Dobré využití (1 způsobem)	částečně přito.	9
4	Nevyužívané	kontrapunkt	3

Značka	Popis
S	Solární systém – ohřev vody
F	Fotovoltaický systém – získávání elektrické energie
Č	Tepelné čerpadlo – získávání elektrické energie
K	Kotel nebo krbová vložka na biomasu (dřevo, pelety atd.)



Tab. d.15 Obnovitelné zdroje energie – výskyt vlastnosti 09 ve zkoumaném vzorku

ŘÍZENÉ VĚTRÁNÍ S REKUPERACÍ TEPLA

Pozorování

Vnější pozorování zkoumaných architektonických děl nelze zjistit, zda jsou vybavená systémem řízeného větrání s rekuperací. Avšak při pozorování v interiéru lze identifikovat výstky vzduchotechnického vedení skrytého nejčastěji v podhledech. I když poměrně často bývá naopak viditelně přiznané, zejména v chodbách, halách a jiných velkých místnostech. Vzduchotechnické a rekuperační jednotky veřejných budov mívají značné rozměry a hlučnost a bývají proto nejčastěji umístěné v samostatné technické místnosti.

Analýza

Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí včetně intenzity větrání vychází z patřičných vyhlášek. Vzhledem k faktu, že ve zkoumaném vzorku jsou nejvíce zastoupeny budovy školské, vycházím zejména z v současnosti platné vyhlášky č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, jež stanovuje intenzitu větrání takto:

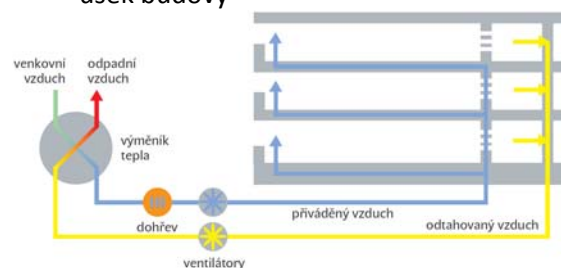
Zařízení	Výměna vzduchu v m ³ .hod ⁻¹
Učebny	20-30 na 1 žáka
Tělocvičny	20 na 1 žáka
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150-200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár

Na kvalitu vnitřního vzduchu mají uživatelé obecně dva základní požadavky. Zaprvé, aby byl vzduch čerstvý a příjemný, ne zatuchlý a zapáchající a zadruhé, aby vzduch neobsahoval škodlivé látky ohrožující zdraví, které v budovách produkují jednak stavební materiály a prvky, ale hlavně samotní uživatelé. Nejvíce vnitřní vzduch zatěžují tyto faktory:

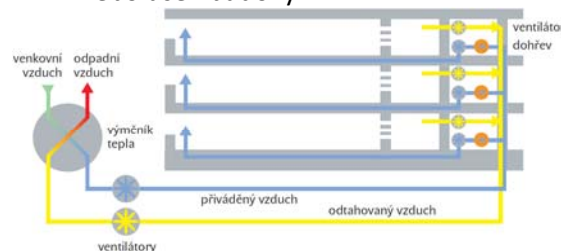
- CO₂ jako indikátor škodlivin ve vzduchu,
- těkavé organické látky a s nimi spojené oděry,
- prašnost.

Závěry mnohých tuzemských i zahraničních studií potvrdily, že systém přirozeného větrání okny (i u poučených uživatelů) nedokáže zajistit kvalitní a hygienické vnitřní prostředí, což se projevuje nejvíce u rekonstruovaných budov s těsnou obálkou. Řešením tohoto problému je aplikace systému řízeného (nuceného) větrání s rekuperací tepla, který se používá ve třech základních možných koncepcích:

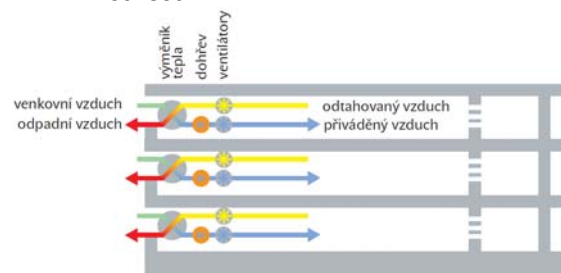
- centrální systém – pro celý objekt nebo úsek budovy



- semicentrální systém – pro celý objekt nebo úsek budovy



- decentrální - samostatně pro jednotlivé místnosti



Obr. d.11 Systémy řízeného větrání – schémata (zdroj: Státní fond život. prostředí ČR, 2010)

Výše uvedená schémata a podrobnější popis systémů řízeného větrání s rekuperací jsou uvedené v publikaci nazvané Nucené větrání s možností rekuperace odpadního tepla v objektech pro vzdělávání, kterou vydal Státní fond životního prostředí ČR v lednu 2010 (www.sfzp.cz).

Kritérium	Řešení	Centrální	Decentrální (1)	Decentrální (2)	Semicentrální
Silná prašnost lokality					
Velká hlučnost lokality					
Silné letní zahřívání fasády			(3)		
Silné zatížení fasády větrem			(4)		
Nemožnost změny vzhledu fasády					
Nízké náklady a náročnost výměny filtrů				(5)	
Velká vzdálenost od tech. místnosti, složité rozvody					
Vysoké požární požadavky					
Spolehlivost					
Jednoduchost nastavení a ovládání					
Požadována vícestupňová úprava vzduchu *					
Individuální nároky na kvalitu vzduchu v učebnách					
Individuální nároky na dobu provozu v učebnách					
Jednoduché odhlučnění jednotek					(6)
Nízká náročnost návrhu					
Omezení tepelných ztrát prostupem a tepel. mostů					

(1) Větrací jednotka v učebně.

(2) Větrací jednotka mimo učebnu.

(3) Nasávání čerstvého vzduchu na stíněné straně fasády.

(4) Nasávání čerstvého vzduchu a výfuk odpadního vzduchu na straně chráněné proti větru, příp. horizontální orientace mřížek.

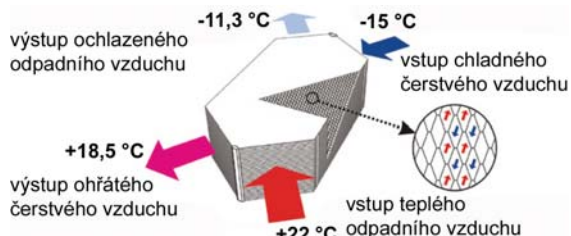
(5) Pouze při centrální filtraci vzduchu.

(6) Bez ventilátorů v učebnách.

* Např. vícestupňová filtrace, využití zemního výměníku vzduchu, dohřev/chlazení vzduchu, zvlhčování apod.

Obr. d.12 Systémy řízeného větrání – srovnání (zdroj: Státní fond život. prostředí ČR, 2010)

Výměník tepla neboli rekuperační jednotka je zařízení, ve kterém teplý odváděný vzduch předává v protiproudém výměníku své teplo chladnému přiváděnému vzduchu, aniž by došlo k jejich smíchání. Tímto zařízením lze využít 50-90% tepla odpadního vzduchu °C.



Obr. d.13 Princip rekuperace odpadního vzduchu (zdroj: Atrea)

Princip/nákres			
Profil proudění			
Typ výměníku	Křížový deskový výměník	Protiproudý deskový výměník	Protiproudý kanálový výměník
Účinnost	50 - 70 %	70 - 80 %	85 - 90 %

Obr. d.14 Typy rekuperačních výměníků tepla (zdroj: Paul-Wärmeruckgewinnung)

Argumentace

Aplikace systému řízeného větrání s rekuperací tepla byla až na jednu výjimku zjištěna u všech zkoumaných architektonických děl.



Obr. d.15 Zařízení systému řízeného větrání s rekuperací vzorku A12 - ZŠ Mauth (foto: autor)



Obr. d.16 Kompaktní jednotka systému řízeného větrání s rekuperací pro rodinný dům vejde např. do skříně, RD Hohe Wand, 2009 (foto: autor)

Protiargumentace

Výjimkou je jen vzorek CZ-09 Zdravotní středisko Mníšek, jež má pravděpodobně právě kvůli absenci systému řízeného větrání s rekuperací přibližně desetinásobně vyšší nároky na potřebu tepla na vytápění (dle PENB 110,5 kWh/(m²a)), než kdyby byl tímto systémem vybaven. Všechny další hodnocené vlastnosti má totiž s ostatními vzorky srovnatelné. Nutnost použití tohoto systému pro dosažení energetické úspornosti budovy ve standardu pasivního domu se tedy na základě těchto zjištění potvrzuje. Pravděpodobně právě jeho absence způsobila, že zůstal vzorek CZ-09 výrazně vzdálen od standardu pasivního domu.

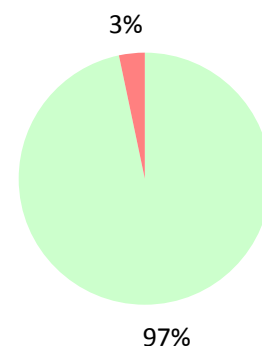
Závěr

Použití systému řízeného větrání s rekuperací tepla je pro zkoumaný druh architektury nutností.

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr		1
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené		1
A-03	Solární škola		1
A-04	Farní centrum sv. Františka		1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4		1
A-06	Mateřská škola Lichtenegg		1
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop		1
A-08	Biodvůr Achleitner		1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus		1
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse		1
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm		1
D-01	Mateřská škola Heidenau		1
A-12	Základní škola Mauth		1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram		1
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy		1
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha		1
D-02	Základní škola Friedrich Schiller		1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu		1
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS		1
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram		1
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life		1
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín		1
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov		1
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna		1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač		1
CZ-06	Hotel Beatrice		1
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova		1
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova		1
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek		4
CZ-10	Mateřská škola Slivenec		1
CZ-11	Bytový dům pro seniory		1

Body	Řízené větrání s rekuperací	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Je použito	přítomná	30
2	-	-	-
3	-	-	-
4	Není použito	nepřítomná	1

Značka	Popis



Tab. d.16 Větrání s rekuperací – výskyt vlastnosti 10 ve zkoumaném vzorku

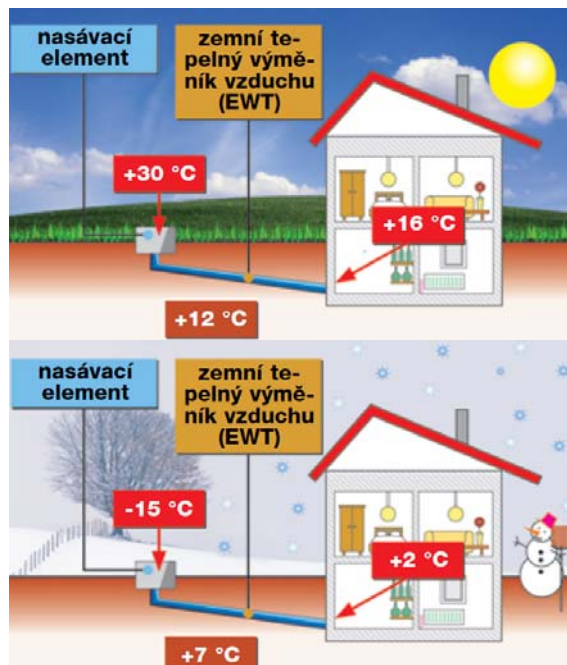
ZEMNÍ VÝMĚNÍK TEPLA

Pozorování

Vnější pozorování zkoumaných architektonických děl většinou nelze zjistit, zda jsou vybavená zemním výměníkem tepla. Jedná se totiž o potrubní systém umístěný přibližně dva metry pod povrchem. Pouze v případě vzduchového výměníku můžeme v určité vzdálenosti od budovy pozorovat nadzemní zakončení koncové nasávací šachty. To bývá umístěné zpravidla v části pozemku s nejčistším vzduchem a často „zamaskované“ okrasnou zelení.

Analýza

Zemní výměník tepla využívá principu přenosu stabilního tepla zeminy v průběhu celého roku v hloubce více než dva metry pod upraveným terénem. Vzduch je tedy, během přivádění do větrací jednotky s rekuperátorem, okolní zeminou o stabilní teplotě v létě ochlazován a v zimě ohříván.



Obr. d.17 Schéma zemního výměníku v létě a v zimě (zdroj: Rehau)

Zemní výměníky mohou mít dva druhy teplosměnného média a podle toho se dělí na vzduchové a solankové.

Vzduchové výměníky jsou buď jednotrubkové nebo vícetrubkové s cirkulačním řešením. Potrubí musí být vytvořené vodotěsně (vzhledem k zatížení pozemku radonem lépe vzduchotěsně) a musí být čistitelné. U rodinných domů jsou většinou vytvářené z PVC potrubí o profilu 200 mm a délce min. 20m. Pro větší veřejné budovy se používá PVC potrubí o větším profilu i délce, anebo betonové šachty. U velkých budov mívá profil průřezný rozměr, aby se usnadnilo provádění údržby a čištění. Pro účinnost každého zemního výměníku je velmi důležité, aby byl obsypán teplosměnnou zeminou. Nejlépe jílem či hlinitými zeminami. Zcela nevhodné jsou písčité zeminy a štěrky.

V solankových výměnících dochází k přenosu tepla voda/vzduch. Místo vzduchového potrubí je použitý uzavřený okruh potrubí naplněný solankou (solným roztokem), který se ukládá ve formě plošných hadů opět do hloubky min. 2 m. Navíc oproti vzduchovému výměníku je ještě potřeba expanzní nádoba, oběhové čerpadlo a solankový výměník, předávající teplo do systému větrání. V porovnání se vzduchovým výměníkem je výhodou tohoto systému jeho vyšší hygienická bezpečnost, lepší ekonomická dostupnost a vhodnost i pro vícepodlažní výstavbu. Jeho nevýhodou je nutnost pohonu oběhového čerpadla a menší energetická účinnost.

Řešení		Vzduchový	Solankový
Kritérium			
technické	Hygienic. nezávadnost		
	Spolehlivost		
	Regulovatelnost		
	Centrální řešení větrání		
	Radonová zátěž		
	Kombinace s TČ		
cena	Budova s <3 učebnami		
	Větší objekty		

Obr. d.18 Porovnání druhů zemního výměníku (zdroj: Státní fond život. prostředí ČR, 2010)

Argumentace

Téměř polovina zkoumaných architektonických děl používá zemní výměník tepla. Jeho

výhody jsou o to větší, čím vhodnější podmínky podloží a vyšší hladinu podzemní vody nabízí daný pozemek. Výhodou zemního výměníku je také ochrana rekuperační jednotky před zamrznutím. Při dodržení kvality provedení tohoto systému a využití možnosti jeho realizace v souběhu s jinými výkopovými pracemi, např. při položení v souběhu s kanalizační přípojkou, je jeho použití velmi výhodné.

Protiargumentace

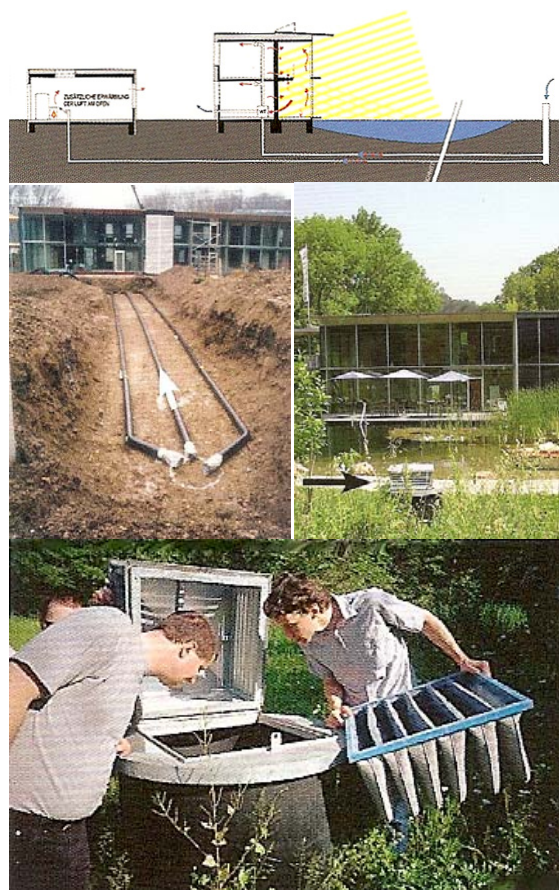
Nevhodné podloží, tvar a velikost pozemku, určité nevýhody obou systémů a možnost obejít se v pasivní budově i bez tohoto systému značí, že jeho výhodnost použití není jednoznačná. To potvrzuje i mírná nadpoloviční většina zkoumaných budov, u kterých tento systém není použitý.

Závěr

Zemní výměník tepla není povinným, nýbrž jen volitelným, vybavením pasivních domů. Jeho realizace je technicky poměrně složitá a ekonomická návratnost jeho investice diskutabilní. Proto se od tohoto řešení v současné době pozvolna upouští, což můžeme pozorovat i na zkoumaném vzorku budov. Čím jsou budovy novějšího data realizace, tím méně zemní výměník využívají.



Obr. d.19 Vzduchový zemní výměník tepla, vzorek A-02 - Denní stacionář pro mentálně postižené (zdroj: G. W. Reinberg)

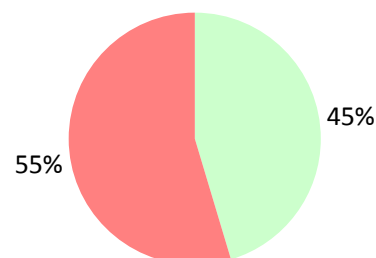


Obr. d.20 Vzduchový zemní výměník tepla, vzorek A-07 - Kancelářská budova firmy Biotop; nahoře: schéma distribuce vzduchu v době zimního slunečního dne; vlevo: instalace větracího potrubí pod dno biotopu; vpravo: stav po dokončení s vyznačením nadzemní části zakončení nasávací šachty; dole: výměna filtru v zakončení nasávací šachty (zdroj: G. W. Reinberg)

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	V	1
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	V	1
A-03	Solární škola	V	1
A-04	Farní centrum sv. Františka	V	1
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	S	1
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	-	4
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	V	1
A-08	Biodvůr Achleitner	V	1
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	V	1
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	-	4
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	V	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	-	4
A-12	Základní škola Mauth	V	1
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	-	4
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	-	4
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	-	4
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	V	1
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	S	1
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	-	4
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	-	4
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	-	4
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	-	4
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	V	1
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	-	4
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	-	4
CZ-06	Hotel Beatrice	V	1
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	-	4
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova	-	4
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	-	4
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	-	4
CZ-11	Bytový dům pro seniory	-	4

Body	Zemní výměník tepla	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Je použito	přítomná	14
2	-	-	-
3	-	-	-
4	Není použito	nepřítomná	17

Značka	Popis
V	Vzduchový
S	Solankový



Tab. d.17 Zemní výměník tepla – výskyt vlastnosti 11 ve zkoumaném vzorku

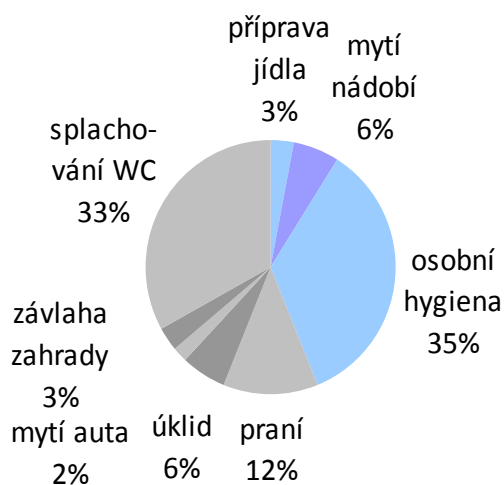
Ekologické hospodaření s dešťovou vodou

Pozorování

V posledních letech označovaných často také jako "doba ekologie" vedou ekologické problémy projevující se v různé míře na celém světě k nutnosti šetření nejen energií, ale i vodou. Lidé si čím dál častěji uvědomují, že je třeba volit cestu úsporných opatření zejména v užívání nenahraditelných surovin, kterou je i pitná voda. U většiny architektonických děl tvořících zkoumaný vzorek lze pozorovat přítomnost tohoto ekologického přístupu k hospodaření s dešťovou vodou vnějším projevem ve formě zelené vegetační střechy.

Analýza

Chceme-li s vodou hospodařit efektivně, musíme nejdříve určit, kde dochází k největším ztrátám a kde je největší potenciál úspory vody i energie. Jde především o změnu některých lidských návyků spojených s používáním vody. Jde o to si uvědomit a dbát úsporného používání pitné vody a jejího nahrazení v místech, kde je možné použít vodu nepitnou. Dešťovou vodu nebo tzv. „šedou“ odpadní vodu z umyvadel a sprch lze používat pro splachování záchodů, úklid, praní, závlahu apod.



Graf d.1 Využití vody v typické domácnosti (zdroj: Vivienne Brophy, J. Owen Lewis, 2011)

Největší vliv na to, jakým způsobem budou vodu po desetiletí používat uživatelé budov, má už architektonický koncept návrhu vodního hospodářství v budovách. Zda architekt navrhne pouze jeden rozvod vody pitné nebo dva oddělené rozvody pro vodu pitnou a užitkovou. Zda jako zdroj užitkové vody zvolí studnu, akumulční nádrž dešťové vody či tzv. „šedé“ vody. Jak úsporné zvolí výtokové armatury, splachovací systémy či zvolí pisoáry bez splachování vodou. Dalším důležitým cílem je také udržení maximálního množství srážkové vody na pozemku ať už formou přímého vsakování na pozemku a vegetačních střechách nebo formou svádění dešťové vody do akumulčních nádrží. Nejen, že se tím zlepšuje lokální mikroklima, ale snižuje se potřeba čerpání vody z podzemí nebo používání vody pitné.

Pro potřebu analýzy jsem stanovil tři znaky a zkoumal jsem jejich přítomnost na vzorcích:

- zelená – vegetační – střecha
- vsak dešťové vody na vlastním pozemku
- akumulace dešťové vody a její využívání jako vody užitkové

Argumentace

Aplikace vegetační střechy na téměř dvou třetinách zkoumaných děl a systému akumulace a využívání dešťové vody jako vody užitkové na téměř třetině vzorků potvrzují environmentální kvalitu jejich návrhů. Vegetační střecha pomáhá také bránit letnímu přehřívání objektu.

Protiargumentace

Úplná nepřítomnost této zkoumané vlastnosti u čtvrtiny vzorků a částečný výskyt u další čtvrtiny potvrzují, že tato vlastnost není zatím ještě považována za dostatečně důležitou téměř polovinou architektů – tvůrců zkoumaných architektonických děl.

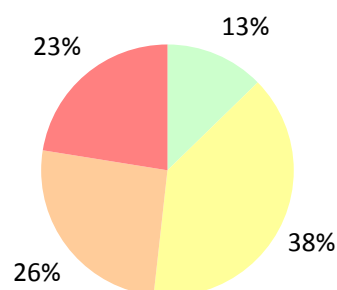
Závěr

Ekologické hospodaření s vodou jak dešťovou tak pitnou je z globálního pohledu jistě správným řešením. Pro zkoumaný druh architektury není povinnou, nýbrž jen volitelnou vlastností, která však dílu přidává na hodnotě.

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	Z	3
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	Z, V	2
A-03	Solární škola	Z, V	2
A-04	Farní centrum sv. Františka	V	3
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	Z, A	2
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	Z	3
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	Z, V	2
A-08	Biodvůr Achleitner	Z	3
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	-	4
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	Z, V	2
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	Z, V, A	1
D-01	Mateřská škola Heidenau	Z, V	2
A-12	Základní škola Mauth	Z	3
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	Z, V	2
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	-	4
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	Z, V	2
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	-	4
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	-	4
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	V	3
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	V	3
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	Z, A	2
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	Z, V, A	1
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	Z, V	2
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	Z, V, A	1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	A, V	2
CZ-06	Hotel Beatrice	-	4
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	V	3
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova	-	4
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	-	4
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	Z, V	2
CZ-11	Bytový dům pro seniory	Z, V, A	1

Body	Využití dešťové vody	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Vynikající (3 způsoby)	přítomná	4
2	Velmi dobré (2 způsoby)	částečně přito.	12
3	Dobré (1 způsob)	částečně přito.	8
4	Žádné	nepřítomná	7

Značka	Popis způsobu využití dešťové vody
Z	Zelená – vegetační – střecha
V	Vsak dešťové vody na vlastním pozemku
A	Akumulace dešťové vody a její využití jako užitkové vody



Tab. d.18 Využití dešťové vody – výskyt vlastnosti 12 ve zkoumaném vzorku

SOCIO-EKONOMICKÝ FAKTOR

Pozorování

Chceme-li minimalizovat negativní dopad výstavby na životní prostředí je správné, že se zaměřujeme na snižování spotřeby energie na provoz i na výstavbu budov. Nyní se však zaměříme na efektivitu využití hotové budovy v čase a z toho vyplývající socio-ekonomické souvislosti.

Analýza

U některých zkoumaných architektonických děl lze pozorovat snahu o to, aby byl provoz budovy nebo její předem určené části upraven tak, že bude umožňovat její využití jak k primárnímu účelu, tak k dalším prospěšným účelům. Zejména ke konání společenských, kulturních či sportovních událostí. Možnost využívat celou budovu nebo alespoň její společenský či sportovní sál se zázemím k obecním, spolkovým a soukromým akcím zvyšuje efektivitu využití vynaložených prostředků, vypořádává finančně s krytím provozních nákladů a hlavně nabízí obyvatelům v okolí nové možnosti aktivního společenského života. Lidé dostanou k dispozici nové možnosti služeb a setkávání se, čímž dojde k lokálnímu zvýšení kvality životního prostředí i sociálních vazeb a cítění.

Argumentace

Vhodně se dají přizpůsobit například sportovní a společenské sály škol a školek tak, aby v nich byl možný provoz bez narušení primárního provozu ať už souběžně s ním nebo až po jeho ukončení v odpoledních a večerních hodinách či o víkendech a prázdninách. Mohou se zde konat například tréninky různých sportů, výuka tance, zpěvu a dalších umění, kroužky zájmových činností či schůzky nejrozličnějších spolků a zájmových skupin. Obec se tím může vyhnout nutnosti budovat další budovu pro tyto účely. Výše popsané možnosti využívání vymezených částí objektů nabízí osm budov ze zkoumaného vzorku.

Akce pro veřejnost

- Přehled všech akcí
- Pilates s hlídáním dětí zdarma
- Všechnálek
- Jóga s hlídáním dětí zdarma
- Judo a sebeobrana pro děti
- Sauna a relaxace
- Cestička k muzice
- Keramika pro maminky
- Taneční kroužek pro děti
- Malí kuchtíci - vaření je zábava!
- Klavírní školička - výuka hry

Obr. d.21 Příklad akcí pro veřejnost v mateřské škole Minisvět (zdroj: www.minisvetskolka.cz)

Dalších pět ze zkoumaných vzorků umožňuje k těmto účelům využití celou budovu. V případě vzorku *A-18 Sportovní hala Deutsch Wagram* zde lze například pořádat i víkendové sportovní turnaje okresního významu. Hala byla pro tyto účely vybavena i tribunou, kterou by běžná školní tělocvična nepotřebovala. Dalšími vzorky umožňujícími kompletní využití jsou výuková střediska a hotel. Pro tento typ budov je běžné, že mohou nabídnout celý svůj provoz pro konání různých akcí (např. konferencí, školení či svateb).

Protiargumentace

Přibližně u poloviny ze zkoumaných vzorků nebyla zjištěna možnost dalšího využití jejich prostor. Například v případě vzorku *CZ-09 Zdravotní středisko Mníšek* to ani není vhodné. Většina dalších případů však potenciál dalšího využití má.

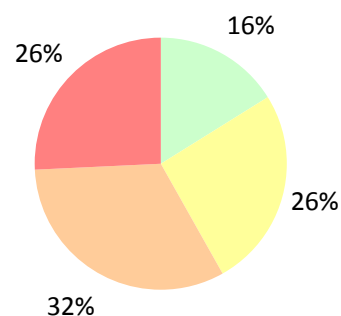
Závěr

Umožnění dalšího využití zkoumaného segmentu budov není jejich povinnou vlastností. Avšak je-li to možné, měl by s touto přidanou hodnotou projektu jeho autor počítat už od fáze záměru a architektonické studie.

ID	Název architektonického díla	Značka	Body
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	V	3
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	V	3
A-03	Solární škola	-	4
A-04	Farní centrum sv. Františka	V	2
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	-	4
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	V	2
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	-	4
A-08	Biodvůr Achleitner	V	3
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	-	4
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	V	3
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	-	4
D-01	Mateřská škola Heidenau	V	2
A-12	Základní škola Mauth	V	3
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	V	3
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	V	2
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	V	3
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	V	2
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	V	3
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	V	3
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	V	1
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	V	2
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	V	1
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	V	1
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno – Čabárna	V	1
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	V	2
CZ-06	Hotel Beatrice	V	1
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	-	4
CZ-08	Mateřská škola Skalníkova	V	3
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	-	4
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	-	4
CZ-11	Bytový dům pro seniory	V	2

Body	Socio-ekonomický faktor	Vlastnost	Počet
0	-	-	-
1	Další využitelnost celé budovy	přítomná	5
2	Další využitelnost části budovy	částečně přito.	8
3	Potenciál využitelnosti	byla by možná	10
4	Další využití není možné	není možná	8

Značka	Popis
V	Možnost využít budovu nebo její část k obecním, spolkovým, veřejným či soukromým akcím (společenským, kulturním, uměleckým, sportovním či dalším)



Tab. d.19 Socio-ekonom. faktor – výskyt vlastnosti 13 ve zkoumaném vzorku

ZÁVĚR – PŘÍNOS PRÁCE

Primárním cílem této práce je ověření *hypotézy možnosti výstavby veřejných budov v pasivním standardu s použitím přírodních materiálů ve venkovském prostředí České republiky*, určení souboru vlastností, které vznik tohoto druhu architektury podmiňují a ověření uplatnitelnosti přírodních materiálů při jejich výstavbě. Sekundárním cílem je prezentace vlastností zkoumaného vzorku pasivních veřejných budov na venkově a jejich architektonické kvality.

Stanovení platnosti hypotézy

Po dokončení výzkumu, zjištění dílčích závěrů a jejich analýze byla platnost hypotézy potvrzena s vysokou pravděpodobností.

Ve venkovském prostředí České republiky lze realizovat kvalitní architektonická díla veřejných budov v pasivním energetickém standardu a tato díla lze stavět z přírodních materiálů.

Z dílčích závěrů výzkumu dále vyplývá, které ze třinácti zkoumaných vlastností jsou pro platnost hypotézy klíčové (povinné) a které jsou nepovinné.

Povinné vlastnosti architektonického díla, podmiňující platnost hypotézy jsou:

- 01 – Energetický standard – energetická náročnost provozu
- 05 – Kompaktnost – faktor tvaru
- 06 – Tepelně izolační vlastnosti vnějších konstrukcí
- 07 – Faktor neprůvzdušnosti
- 08 – Opatření proti letnímu přehřívání – stínící systém
- 10 – Řízené větrání s rekuperací tepla

Nepovinné vlastnosti architektonického díla, nepodmiňující přímo platnost hypotézy, avšak

přispívající k jeho celkové kvalitě a zvyšující jeho udržitelnost, jsou:

- 02 – Přírodní materiály – energetická náročnost výstavby
- 03 – Dominantní jižní prosklení
- 04 – Teplotní zónování dispozice
- 09 – Využití obnovitelných zdrojů energie
- 11 – Zemní výměník tepla
- 12 – Ekologické hospodaření s dešťovou vodou
- 13 – Socio-ekonomický faktor

Souhrnné vyhodnocení zkoumaných vzorků

Podrobné vyhodnocení všech třinácti zkoumaných vlastností provádím pomocí souhrnné tabulky. V řádcích je všech třicet jedna architektonických děl – zkoumaný vzorek. Ve sloupcích jsou zkoumané vlastnosti – argumenty. Míra přítomnosti každé vlastnosti je hodnocena jedním až čtyřmi body, přičemž jeden bod znamená nejvyšší míru přítomnosti a čtyři body nejnižší míru přítomnosti. V případech, kdy se hodnotu vlastnosti nepodařilo určit, je buňka tabulky prázdná a počítám s její nulovou hodnotou. Získaným bodům jsem pro zlepšení čitelnosti tabulky přiřadil ještě barvu: 1 bod – zelená, 2 body – žlutá, tři body – oranžová, 4 body – červená, nezjištěná hodnota – bílá. Volbu barev jsem provedl analogicky s barvami používanými na průkazech energetické náročnosti budov.

V posledním sloupci je součet bodů, které vzorek za své vlastnosti získal. Toto souhrnné hodnocení jsem pro lepší přehlednost také rozdělil do čtyř skupin a přiřadil jsem jim zvolené barvy:

- do 20 bodů – vynikající (zelená)
- 20 až 25 bodů – velmi dobrý (žlutá)
- 25 až 30 bodů – dobrý (oranžová)
- nad 30 bodů – dostatečný (červená)

Nejlepšího souhrnného hodnocení dosáhl vzorek CZ-03 *Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov*, nejhoršího pak vzorek CZ-09 *Zdravotní středisko Mníšek*. Míru porovnatelnosti souhrnných výsledků však snižují nezjištěné (nulové) hodnoty některých vzorků. Ze vzorků s provedeným hodnocením všech třinácti vlastností dosáhly nejlepšího výsledku vzorky A-08, A-11, A-04, A-13.

ID	Název architektonického díla	vlastnost / argument													BODY CELKEM – SOUHRNNÉ HODNOCENÍ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		Energetický standard/náročnost provozu	Přírodní materiály/náročnost výstavby	Dominantní jižní prosklení	Tepelná zónování dispozice	Kompaktnost – faktor tvaru	Tepelně izolační vlastnosti konstrukcí	Faktor neprůvzdušnosti	Opatření proti letnímu přehřívání/stínění	Využití obnovitelných zdrojů energie	Řízení větrání s rekuperací tepla	Zemní výměník tepla	Ekologické hospodaření s dešťov. vodou	Socio-ekonomický faktor	
A-01	Hasičská stanice a stavební dvůr	2	1	4	2	3	-	-	4	3	1	1	3	3	27
A-02	Denní stacionář pro mentálně postižené	2	1	3	1	2	-	-	1	3	1	1	2	3	20
A-03	Solární škola	2	3	4	2	1	-	-	1	2	1	1	2	4	23
A-04	Farní centrum sv. Františka	2	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	3	2	20
A-05	Kancelářské a seminární centrum SOL4	1	2	3	1	2	1	-	1	2	1	1	2	4	21
A-06	Mateřská škola Lichtenegg	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	4	3	2	22
A-07	Kancelářská budova firmy Biotop	2	1	1	1	2	1	-	1	2	1	1	2	4	19
A-08	Biodvůr Achleitner	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	19
A-09	Kancelářská budova Oststeiermarkhaus	1	2	1	2	2	-	-	1	2	1	1	4	4	21
A-10	Mateřská škola Schukowitzgasse	1	3	1	1	2	1	-	1	3	1	4	2	3	23
A-11	Kancelářská budova firmy Natur & Lehm	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	4	19
D-01	Mateřská škola Heidenau	1	2	1	2	2	1	1	1	3	1	4	2	2	23
A-12	Základní škola Mauth	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	21
A-13	Mateřská škola Deutsch Wagram	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	2	3	20
A-14	Rekonstrukce a přístavba základní školy	1	3	3	1	3	-	-	1	1	1	4	4	2	24
A-15	Mateřská škola Roberta Kocha	1	3	3	1	1	-	-	1	3	1	4	2	3	23
D-02	Základní škola Friedrich Schiller	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	21
A-16	Kancelářská budova Stavebního úřadu	1	3	3	1	1	1	1	3	3	1	1	4	3	26
A-17	Střední škola a gymnázium BORG & NMS	1	3	4	2	1	-	-	1	2	1	4	3	3	25
A-18	Sportovní hala Deutsch Wagram	3	3	3	1	1	-	-	1	3	1	4	3	1	24
CZ-01	Archa ekofarmy Country Life	2	1	3	1	2	-	-	2	2	1	4	2	2	22
CZ-02	Centrum Veronica Hostětín	2	2	3	2	2	1	2	1	1	1	4	1	1	23
CZ-03	Středisko ekologické výchovy (SEV) Sluňákov	2	1	1	1	2	-	-	1	2	1	1	2	1	15
CZ-04	Naučné středisko ekologické výchovy Kladno	2	1	3	3	2	1	1	1	1	1	4	1	1	22
CZ-05	Mateřská škola MiniSvět Mrač	1	2	1	1	2	2	-	1	3	1	4	2	2	22
CZ-06	Hotel Beatrice	1	3	3	2	2	1	-	2	3	1	1	4	1	24
CZ-07	Mateřská škola Rooseveltova	2	2	1	1	2	1	-	1	2	1	4	3	4	24
CZ-08	Mateřská škola Skalníková	3	2	3	1	2	2	-	3	4	1	4	4	3	32
CZ-09	Zdravotní středisko Mníšek	3	2	3	1	3	2	-	1	4	4	4	4	4	35
CZ-10	Mateřská škola Slivenec	1	2	3	2	1	1	-	2	4	1	4	2	4	27
CZ-11	Bytový dům pro seniory	1	3	3	1	2	1	-	2	2	1	4	1	2	23

Tab. e.1 Celková míra přítomnosti zkoumaných vlastností ve zkoumaném vzorku architektonických děl

Vzorky, u kterých bylo provedeno hodnocení všech třinácti vlastností, a po jejich součtu dosáhly nejlepších výsledků, jsou pro závěr této práce nejdůležitější.



Obr. e.1 A-08 Biodvůr Achleitner, 19 bodů (foto: autor)



Obr. e.2 A-11 Kancelářská budova firmy Natur & Lehm, 19 bodů (foto: autor)



Obr. e.3 A-04 Farní centrum sv. Františka, 20 b. (foto: autor)



Obr. e.4 A-13 Mateřská škola Deutsch Wagram, 20 bodů (foto: autor)

Jedná se o čtyři zde uvedené veřejné budovy. Každá z nich má jiné funkční využití a osobitý architektonický výraz. Co je spojuje?

Už na první pohled mají společný kompaktní tvar a plochou střechu. Lze pozorovat, že čím je budova menší, tím je snaha o kompaktnost důslednější. Všechny čtyři vzorky mají také dominantní jižní prosklení vybavené účinným stínícím systémem a využívají tak pasivní solární zisky. Současně solární zisky využívají i aktivním způsobem. Solární kolektory pro ohřev teplé vody a fotovoltaické články pro získávání elektrické energie mají pečlivě a současně elegantně integrované buď do fasády, střešního pláště nebo do předsazených prvků, kterými současně efektivně stíní.

Společné všem čtyřem je také použití kvalitních oken s izolačními trojskly, redukováním množstvím rámců a otevíravých částí. Zelené střechy porostlé vegetací, jezírka či vsakovací jámy zase napovídají, že bylo zvoleno ekologické hospodaření s dešťovou vodou.

Podle hojného použití přírodních materiálů na fasádách můžeme odhadovat, že z nich je vytvořena i konstrukce a interiéry, čemuž tak ve všech čtyřech případech ve skutečnosti opravdu je. Konkrétně se jedná o dřevostavbu s dřevěnými obklady (vzorky A-04 a A-08), o dřevostavbu s hliněnými omítkami v interiéru a dřevěným obkladem na fasádách (vzorek A-03) a o stavbu postavenou výhradně z přírodních materiálů – z panelů ze dřeva, hlíny a slámy (vzorek A-11).

Architektura pasivních domů je mladý vývojový směr architektury, jehož projevy lze pozorovat teprve přibližně od devadesátých let 20. století. V mnoha částech světa, především pak v Rakousku a Německu však za tuto krátkou dobu zaznamenal velmi intenzivní rozvoj. V současné době jsou v pasivním standardu stavěny 3% novostaveb v Evropě, v Rakousku je to již 25% (zdroj: www.langconsulting.at). Cílem, který si stanovila Evropská unie však je, že od roku 2021 budou všechny nové budovy budovány s téměř nulovou spotřebou energie, čehož předpokladem je, že budou v pasivním standardu. Přesto, že je realizovaných veřejných budov na území České republiky stále velmi málo, dokazuje tato práce nejen, že veřejné budovy lze stavět v energeticky pasivním standardu, ale že mohou být současně stavěny z přírodních materiálů.

Povinné vlastnosti pasivních veřejných budov	Nepovinné, avšak důležité vlastnosti pasivních veřejných budov	Další nepovinné vlastnosti pasivních veřejných budov, které však zvyšují jejich celkovou udržitelnost
---	---	--

01 – Energetický standard – energetická náročnost provozu	03 – Dominantní jižní prosklení	02 – Přírodní materiály – energetická náročnost výstavby
Je nutné splnit požadavky měrné roční potřeby tepla na vytápění a chlazení a měrné roční potřeby primární energie. Též je důležité zvolit úsporné elektrospotřebiče.	Pasivní využití solární energie je důležitým faktorem. Pokud to situace umožní, je nejvhodnější orientovat dominantní prosklení na jižní nezastíněnou stranu.	Kromě dřeva a výrobků z něj lze vhodně použít také hlinu, nepálené cihly, slámu, tepelné izolace z celulózy, konopí, lnu, ovčí vlny, korku a dalších ekologických materiálů.
05 – Kompaktnost – faktor tvaru	04 – Teplotní zónování dispozice	12 – Ekologické hospodaření s dešťovou vodou
Čím má budova kompaktnější tvar, tím má méně ochlazovaných ploch a složitých detailů a její výsledná spotřeba energie je nižší.	Situovat místnosti na světové strany s ohledem k jejich funkci je výhodné nejen z důvodu dosažení pasivního standardu, ale i komfortu.	Pitná voda se má používat jen tam, kde je to nutné. Pro další účely lze používat dešťovou vodu. Lokální mikroklima zlepšují zelené střechy.
06 – Tepelně izolační vlastnosti vnějších konstrukcí	09 – Využití obnovitelných zdrojů energie	13 – Socio-ekonomický faktor
Celý vnější plášť domu musí být výborně izolovaný. Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} \leq 0,35 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Přičemž by měli být $U_{oken \text{ a dveří včetně rámu}} \leq 0,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ a $U_{neprůsvit. konstrukcí} \leq 0,15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ a hodnota g skel $\geq 50 \%$.	Energii na ohřev vody a vytápění lze výhodně získávat pomocí solárních kolektorů (spotřeba elektřiny na jejich provoz je jen asi 1% získané energie) nebo také pomocí tepelných čerpadel (podíl elektřiny na jejich provoz je asi 33%).	Možnosti využití veřejných budov nejen k jejich primárnímu účelu, ale i k dalším společenským, kulturním či sportovním akcím zvyšují jak efektivnost jejich využití, tak kvalitu životního prostředí místních obyvatel a posilují sociální vazby.
07 – Faktor neprůvzdušnosti	11 – Zemní výměník tepla	
Neprůvzdušnost musí být ověřená Blower door testem a dosáhnout hodnoty $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$.	Čerstvý vzduch přiváděný zemním výměníkem využívá pasivního předehřívání/předchlazení zeminou.	
08 – Opatření proti letnímu přehřívání – stínící systém		
V letním období je nutné především jižně orientované prosklené plochy velmi dobře stínit, aby nedocházelo k přehřívání interiéru.		
10 – Řízené větrání s rekuperací tepla		
Rekuperace tepla z odváděného vzduchu je povinná a musí mít účinnost minimálně 80% či více.		

Tab. e.2 Rozdělení zkoumaných vlastností pasivních veřejných budov podle jejich důležitosti

Architektura pasivních domů

V současné době už v zásadě neexistují žádné smysluplné důvody stavět konvenčně (myšleno hůře než v energeticky pasivním standardu nebo ve standardu jemu blízkém). Četné příklady kvalitní architektury v pasivním standardu i výsledky tohoto výzkumu potvrzují, že pasivní domy se již staly technicky tak vyspělými, že jejich architektura má nyní zcela volnou ruku. Architektura pasivních veřejných budov může dosahovat srovnatelné kvality jako soudobá architektura ostatních veřejných budov. Potvrzují to ostatně i četná odborná ocenění zkoumaných architektonických děl. Jejich architektura může být a je různorodá. Přestože pasivní budovy musí splňovat některé povinné vlastnosti, žádná striktní architektonická omezení, jež by bránila tvůrčí práci architekta, z výzkumu nevyplývají a nelze je tedy ani definovat. Z těchto důvodů hodnocení architektonického výrazu zkoumaných děl nebylo zařazeno mezi zkoumané vlastnosti/argumenty. Určenými zásadami pro navrhování a výstavbu pasivních domů je architekt směřován tím správným směrem.

Nejdůležitější je, aby architekt už na počátku každého nového projektu, když si stanovuje cíle, kterých chce svým návrhem dosáhnout, myslel také na to, že budova má dosáhnout parametrů pasivního standardu. Z vytyčených cílů pak v průběhu navrhování nesmí slevit a způsob navrhování by měl řídit tak, aby se k nim v závěru přiblížil co nejblíže. Důležité je také zapojení specialistů do projekčního týmu a to již od rané fáze návrhu a pokračování v týmové spolupráci po celou dobu projektování, realizace i dokončování stavby. Vždy totiž záleží na konkrétním zadání a situaci a z toho vyplývající rozvaze a volbě správných prostředků k dosažení stanovených cílů. Cílů, které by vždy měly být v souladu s principy udržitelného rozvoje.

Obecně lze říci, že v současné době nic nebrání tomu, aby kvalita architektury pasivních domů byla na stejné nebo i vyšší úrovni než architektura jiných domů. Mnoho realizací především ze zahraničí to již dnes potvrzuje. Architekti těchto děl většinou vycházejí z kontextu sídla a přispívají ke zlepšení jeho obrazu. Jejich architektura je inovativní, avšak nesnaží se být kontroverzní.

Je pravdou, že na počátku vývoje pasivních domů bylo více pozornosti věnováno dosažení co nejlepších technických parametrů budov a snaha o kvalitní architekturu zůstávala poněkud v pozadí. To je v dnešní době však již jinak a architektů, kterým jde v první řadě o kvalitní architekturu a standard pasivního domu berou buď jako samozřejmost či nutnost, pomalu přibývá.

Architektura pasivních domů by měla být především kvalitní architekturou, symbiotickým vztahem funkce, formy, konstrukce, dispozice, nízké energetické náročnosti a ohleduplnosti vůči životnímu prostředí. Měla by to být architektura krásná, jejíž přidanou hodnotou je vysoký komfort vnitřního prostředí dosažitelný při velmi nízkých provozních nákladech a také šetrnost k životnímu prostředí dosažitelná použitím materiálů s malým množstvím zabudované tzv. šedé energie.

Příkladem velmi kvalitní architektury veřejných budov v energeticky pasivním standardu přibývá. Mnoho z nich stojí například v Rakousku, blízko za našimi hranicemi a některé stojí i na našem území. Jen 120 km od Brna, v rakouském Korneuburgu, dokončili v roce 2012 rozsáhlý areál justičního centra a věznice (architekti: Dieter Mathoi Architekten, DIN A4 Architektur) a o 20 km dál, na okraji Vídně v ulici Schukowitzgasse stojí od roku 2010 nová mateřská škola (architekt: Clemens Kirsch).



Obr. e.5 Soudní dvůr, Korneuburg (foto: autor)



Obr. e.6 Věznice, Korneuburg (foto: autor)



Obr. e.7 Mateřská škola, Schukowitzgasse 85, Vídeň (zdroj: www.hb2.tuwien.ac.at)

Velmi kvalitní příklady architektury veřejných budov v energeticky pasivním standardu však stojí i na území ČR. V roce 2011 byla v Ostravě dokončena pasivní administrativní budova firmy Intoza od architekta Radima Václavíka. V roce 2012 byla v Brně otevřena pasivní administrativní budova nadace Partnerství nazvaná podle areálu, který ji obklopuje, Otevřená zahrada. Dílo architektů z ateliéru Projektíl architekti již získalo řadu významných ocenění (zdroj: www.otevrenazahrada.cz).



Obr. e.8 Administrativní budova firmy Intoza, Varšavská 99, Hulváky, Ostrava (foto: autor)



Obr. e.9 Administrativní budova Otevřená zahrada, Údolní 33, Brno (foto: autor)

Další příklady kvalitní architektury veřejných budov v energeticky pasivním standardu na území ČR jsou v současné době ve fázi projektu či výstavby. V roce 2014 bude například dokončena budova Základní umělecké školy v Holicích od brněnského architektonického ateliéru Dobrý dům.



Obr. e.10 Základní umělecká škola, ul. Holubova, Holice (zdroj: Dobrý dům, s.r.o.)

Hledání nových estetických paradigmat architektury pasivních domů je zatím v počátku. Ve své dizertační práci *Hypotéza ekologické authenticity architektury* zkoumal související problematiku Ing. arch. Lukáš Šíp a dospěl k tomuto závěru. „Nová estetická paradigma v souvislosti s ekologicky autentickou architekturou zatím nevznikla.“ Možný vývoj naznačují například architektonická díla zkoumaná v této dizertační práci či díla oceněná v mezinárodní soutěži o nejkrásnější pasivní dům roku. V prvním ročníku této soutěže, *1st Passive House Architecture Award*, byly oceněny například tyto pasivní domy: 1. cena – Bytový dům, Liebefeld, Švýcarsko; 2. cena – Komunitní centrum, St. Gerold, Rakousko, které je mimo jiné také vzorovým příkladem veřejné budovy v pasivním standardu na venkově; 3. cena – Přístavba Národního archivu, Drážďany, Německo; speciální ocenění – Bytový dům, Hamburg-Ottensen, Německo. Všechna prezentovaná díla ukazují svojí různorodostí architektonického ztvárnění i funkčního využití, že energeticky úsporná výstavba pasivních domů nabízí architektům více tvůrčí inspirace než omezení.



Obr. e.11 Bytový dům, Liebefeld, Švýcarsko, Halle 58 Architects¹⁰



Obr. e.12 Komunitní centrum, St. Gerold, Rakousko, Cukrowicz Nachbaur Architects¹⁰



Obr. e.13 Přístavba Národního archivu, Drážďany, Německo, Schweger Assoc. Architects¹⁰



Obr. e.14 Bytový dům, Hamburg-Ottensen, Německo, Huke-Schubert Berge Architects¹⁰

Navrhování veřejných budov na venkově

Zřejmě nejdůležitější roli, při rozhodování o zadání návrhu a realizace nových budov, hraje v současné době tlak na úspornost pořizovacích nákladů za každou cenu, a to bez ohledu na architektonickou i technickou kvalitu návrhu a provedení díla. Jak ale uvádí tisková zpráva České komory architektů z 27. 11. 2013 „Opatrnost je však na místě zejména v případě veřejných staveb. Ty by měly být společnostmi vnímány jako smysluplný nástroj pro utváření veřejného prostředí a zároveň sloužit jako primární ukazatel architektonické a urbanistické kvality našich měst a obcí. Navíc právě tyto stavby se nestaví pro krátkodobý či několikaleť zisk, ale mají naopak sloužit co nejdelší dobu a při co nejmenších nákladech na provoz. Zadavatelé musí zvážit i fakt, že veřejné stavby jdou vždy příkladem a značně, byť nepřímo ovlivňují podobu soukromých investic. Nastavení laťky by tedy rozhodně nemělo být nízké a tyto stavby podfinancované. Hodnotit stavbu pouze na základě pořizovací ceny přitom nepřináší kvalitní a uspokojivý výsledek. Proto se přílišné vkládání důvěry do obchodních soutěží nemusí zadavatelům vyplatit. Na rozdíl od architektonické soutěže totiž nezískají možnost porovnávat několik konkrétních řešení a vybrat z nich to nejvíce vyhovující. Nejnižší cena projektu se ve výsledku také může prodražit, protože mnohdy nepočítá s provozními náklady, které v rozpočtu stavby představují nezanedbatelnou položku, ba u dlouhodobě provozovaných veřejných staveb dokonce i položku násobně překračující samotné náklady stavby.“ Při pořizování nové budovy tedy nestačí pouze vyvíjet tlak na nízkou pořizovací cenu, ale tlak by měl být vyvíjen také na kvalitu architektonického a technického návrhu a provedení stavby a důsledně také na úspornost provozu budovy v průběhu celého jejího životního cyklu.

Proces navrhování a realizace veřejných budov na venkově pak může být úspěšný tehdy, když se na jeho vzniku podílejí již od počátku také místní obyvatelé. Účast veřejnosti již při analýze, definování problémů, při formulaci záměru a návrhu opatření se sice obvykle neobejde bez kontroverzní diskuse, ale současně umožní odborníkům porozumět místním obyvatelům a sladit odbornou znalost

¹⁰ Overview of the Architecture Award Winners. In: *Architecture Award 2010 Passive House* [online]. 2010 [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.passiv.de/archpreis/englisch/download/architecture_award_en.pdf

s místními zkušenostmi. Architekti tak mohou lépe identifikovat a konkretizovat přání, potřeby a zájmy místních obyvatel. Během této počáteční fáze je nutno získat vzájemnou důvěru a vybudovat motivaci a akceptovatelnost změn. Lidé se pak s vytvořeným dílem intenzivněji identifikují a výsledek mívá kladnější odezvu na obou stranách.¹¹

Architektonické formy vesnice by v procesu její obnovy neměly být zakonzervovány. Nao-pak, mělo by se tvořivě přistupovat ke hledání nových soudobých architektonických forem, které však budou současně synergicky začle-něny do stávající venkovské zástavby a citlivě integrovány do přírodního vesnického pro-středí. Výjimkou je přístup k obnově historicky cenných objektů, prostorového výrazu návsi a obrazu vesnice jako celku, kdy je vhodnější zvolit spíše ohleduplný a ochranný postup.¹²

Přínos práce

V roce 2010 vydal Státní fond životního prostředí ČR (SFŽP) ve spolupráci s Českou komorou architektů publikaci *Manuál energeticky úsporné architektury*, která je zdarma ke stažení na webu www.sfzp.cz. Publikace byla vydána i v tištěné formě v nákladu 5000 kusů a distribuována zdarma na odborných seminá-řích a konferencích architektům, projektantům a stavebníkům. V roce 2012 vydal SFŽP ve spo-lupráci s Ministerstvem životního prostředí a Centrem pasivního domu další publikaci k tomuto tématu určenou především pro sta-vební úřady. Její název zní *Nízká energetická náročnost budov a její zajištění ve výstavbě* a je zdarma ke stažení na webových stránkách www.pasivnidomy.cz. Lze předpokládat, že au-torizovaní architekti i úředníci veřejné zprávy by s těmito publikacemi měli být seznámeni. Bohužel na architektonické a technické kvalitě veřejných budov vznikajících na českém ven-kově to zatím není patrné, až na několik pozi-tivních výjimek. Důvodem je pravděpodobně nezájem investorů veřejných budov o budovy

architektonicky a technicky kvalitní a současně energeticky úsporné a nechuť většiny archi-tektů takové budovy navrhovat. Přitažlivých příkladů výrazově i technicky kvalitní architek-tury veřejných budov je sice zatím málo, avšak existují a měly by být následovány. Prezentovat tyto příklady odborné i laické veřejnosti je také jeden z cílů této dizertační práce. Vždyť už od 1. 1. 2016 budou dle platné novely zá-kona muset všechny nové budovy, jejichž vlastníkem a uživatelem je orgán veřejné moci nebo subjekt řízený orgánem veřejné moci a jejichž celková energeticky vztažná plocha bude větší než 1500 m², splňovat při podání žádosti o stavební povolení nebo ohlášení stavby požadavek na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie.¹³

Výzkum provedený v rámci této dizertační práce přináší nový pohled na segment archi-tektury pasivních domů a to zejména svým zaměřením na výzkum aktuálního trendu na-vrhování a výstavby veřejných budov v pasiv-ním standardu s použitím přírodních materiálů ve venkovském prostředí České republiky. Stanovil si hypotézu možnosti tohoto navrho-vání a výstavby, zvolil vědecké metody, který-mi ověřil její platnost a po jejich vyhodnocení doložil fakty závěr, že hypotéza je platná s vysokou pravděpodobností. Zkoumaný seg-ment architektury byl tímto způsobem zkou-mán poprvé a tím obohacuje obor o nové a původní výsledky výzkumu.

Možnosti aplikovatelnosti těchto výsledků v praxi jsou široké. Zjištěné poznatky mohou při své činnosti využít nejen architekti, inves-toři a zadavatelé veřejných budov, ale i budov soukromých. Výsledky práce lze též využít při vzdělávání, čehož bylo již využito při publiko-vání průběžných výstupů tohoto výzkumu na konferencích a seminářích a také pomocí vy-tvořených učebních pomůcek používaných při výuce na Fakultě architektury VUT v Brně.

Tato práce by své čtenáře měla inspirovat a motivovat k většímu zájmu o architekturu pasivních domů dříve, než k tomu budou do-nuceni zpřísnující se legislativou.

¹¹ URBÁŠKOVÁ, H. Udržitelný rozvoj venkova. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2012. str. 93, ISBN: 978-80-7204-819- 9

¹² URBÁŠKOVÁ, H. Udržitelný rozvoj venkova. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2012. str. 99, ISBN: 978-80-7204-819- 9

¹³ Novela zákona o hospodaření energií č. 318/2012 Sb, platná od 1. 1. 2013.

SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ VZTAHUJÍCÍCH SE K TÉMATU DIZERTAČNÍ PRÁCE

V této kapitole předkládám seznam vlastních prací a činností vztahujících se k tématu dizertační práce, které jsem vytvořil a vykonal v průběhu svého doktorandského studia a při tvorbě této dizertační práce.

Autorské a spoluautorské publikace

NOVÁK, Petr, URBÁŠKOVÁ Hana: *Novodobé stavby s využitím přírodních materiálů*, Sdružení hliněného stavitelství o.s., Brno, 2008, ISBN 978-80-254-2274-8.

NOVÁK, Petr, URBÁŠKOVÁ Hana: *Hlína dnes*, Sdružení hliněného stavitelství o.s., Brno, 2009, ISBN 978-80-254-3903-6.

NOVÁK, Petr, URBÁŠKOVÁ Hana, HOLÁ Magda: *Atlas hliněných staveb*, Sdružení hliněného stavitelství o.s., Brno, 2009, ISBN 978-80-254-3904-3.

URBÁŠKOVÁ, Hana; POHANKOVÁ, Lucie; NOVÁK, Petr. *Architektura ekofaremu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2009. 79 s. ISBN 978-80-214-4028-9.

NOVÁK, Petr. *Udržitelné budovy s certifikátem: katalog udržitelných a ekologicky šetrných budov certifikovaných některou z metod komplexního hodnocení budov*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2011, 108 s. ISBN 978-80-214-4391-4.

NOVÁK, Petr. *Ekologické stavební materiály v soudobých stavbách: Katalog referenčních příkladů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2012, 50 s. ISBN 978-80-214-4624-3.

NOVÁK, Petr. *Ekologické aspekty v územním plánování: Regenerace brownfields*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2012, 48 s. ISBN 978-80-214-4647-2.

NOVÁK, Petr. *Ekologické veřejné stavby na venkově: Katalog referenčních příkladů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2012, 70 s. ISBN 978-80-214-4646-5.

NOVÁK, Petr, URBÁŠKOVÁ Hana: *Typologie (n)ostalgie*, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 2013, ISBN 978-80-7204-858-8.

Články v časopisech

NOVÁK, Petr: XI. vědecká konference doktorských studentů Fakulty architektury. Události na VUT v Brně. 2007, č. 6, s. 10. Reg. č. MK ČR E 7521, ISSN 1211 - 4421.

NOVÁK, Petr: Lehké stavební konstrukce: Konstrukce stěn s použitím přírodních materiálů. *Fasády: čtvrtletní revue časopisu Střechy, Fasády, Izolace*. 14. 9. 2009, 7, III/září 2009, s. 12-14. ISSN 1214-4592.

NOVÁK, Petr. Projekt OP VK Trvale udržitelná sídla. *Události na VUT v Brně*. Brno: VUTIUM, 2011, XXI., č. 1, s. 32-33. ISSN 1211-4421.

NOVÁK, Petr. Workshop Udržitelná sídla. *Události na VUT v Brně*. Brno: VUTIUM, 2011, XXI., č. 6, s. 43. ISSN 1211-4421.

NOVÁK, Petr a Š. ČERVINKOVÁ. Winery: Stavba v krajině. *Události na VUT v Brně*. Brno: VUTIUM, 2012, XXII., č. 12, s. 30-31. ISSN 1211-4421.

NOVÁK, Petr a Šárka ČERVINKOVÁ. Winery - Stavba v krajině - viniční hospodářství Strachotín: Workshop studentů Fakulty architektury VUT v Brně a výstava studentských projektů. *U&ÚR: Urbanismus a územní rozvoj*. Brno: 2012, XV., č. 6, s. 36. ISSN 1212-0855.

NOVÁK, Petr. Projekt OP VK - Trvale udržitelná sídla – na Fakultě architektury VUT v Brně. *Brněnský deník: Rovnost*. 2012, roč. 125, č. 251, s. A. ISSN 1802-0887.

NOVÁK, Petr. Udržitelný rozvoj krajiny a sídel. *Události na VUT v Brně*. Brno: VUTIUM, 2013, XXIII., č. 2, s. 18-19. ISSN 1211-4421.

NOVÁK, Petr. Udržitelný rozvoj krajiny a sídel. *U&ÚR: Urbanismus a územní rozvoj*. Brno: 2013, XVI., č. 1, s. 46. ISSN 1212-0855.

Příspěvky ve sbornících z konferencí

NOVÁK, Petr: Nepálená hlína v novodobých stavbách, příspěvek ve Sborníku z mezinárodní vědecké konference Přírodní materiály v regionální stavební kultúre, Trenčianska univerzita A. Dubčeka v Trenčíně, 2007, s. 43-46. ISBN 978-80-8075-203-3.

NOVÁK, Petr: Metodika průzkumů a rozborů staveb ve svazku obcí Větrník (Rostěnice- Zvonovice, Lysovice, Hlubočany, Kučerov), příspěvek ve Sborníku z XI. Vědecké konference doktorandů, Fakulta architektury VUT v Brně, Brno, 2007, s. 68-72. ISBN 978-80-214-3405-9.

NOVÁK, Petr: Ekologické palivo v ekologických kamnech, příspěvek ve sborníku z mezioborové konference Udržitelná energie a krajina, ZO ČSOP Veronica, Brno, 2008, s. 88-92. ISBN 978-80-904109-0-9.

NOVÁK, Petr: Energeticky úsporná opatření v novodobých stavbách, příspěvek ve Sborníku ze XII. Vědecké konference doktorandů, Fakulta architektury VUT v Brně, Brno, 2008, s. 80-85. ISBN 978-80-214-3656-5.

NOVÁK, Petr: Typologie V - Zemědělské stavby, příspěvek ve Sborníku z mezinárodní vědecké konference *Modernizace a inovace výuky oboru architektura s podporou IT*, Fakulta architektury VUT v Brně, 2008, ISBN 9788021435940.

NOVÁK, Petr: Konstrukce stěn s užitím přírodních materiálů a hlíny, příspěvek ve sborníku z mezinárodní konference Zdravé domy 2008, Sdružení hliněného stavitelství o.s., Brno, 2008, s. 59-65. ISBN 978-80-214-3635-0.

NOVÁK, Petr: Hlína dnes, příspěvek ve Sborníku ze XIII. Vědecké konference doktorandů, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury, Brno, 2009, s. 110-115. ISBN 978-80-214-3878-1.

NOVÁK, Petr: Hlína dnes, příspěvek ve sborníku z mezinárodní konference Zdravé domy 2009, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury, Brno, 2009, s. 119-124. ISBN 978-80-214-3886-6.

NOVÁK, Petr: Elumaja – obytný dům zítřka z Estonska, příspěvek ve Sborníku z XIV. Vědecké konference doktorandů, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury, Brno, 2010, s. 65-71. ISBN 978-80-214-4088-3.

NOVÁK, Petr: Z praxe v architektonické kanceláři Reinberg, příspěvek ve sborníku z mezinárodní konference Zdravé domy 2010, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury a Sdružení hliněného stavitelství o.s., Brno, 2010, s. 152-157. ISBN 978-80-904593-0-4.

REINBERG, Georg Wolfgang, NOVÁK, Petr: Renovation of a historic barn into a passive residential house, příspěvek ve sborníku z mezinárodní konference CESB 10 - Central Europe toward Sustainable Building v Praze, Fakulta stavební ČVUT, Praha, 2010, s. 149-152. ISBN 978-80-247-3624-2.

NOVÁK, Petr. Architektura pasivních domů na venkově. In MACHŮ, Hana (ed.): *Udržitelná energie a krajina 2010 : Sborník příspěvků z mezioborové konference. Hostětín, 11. - 12. 11. 2010.* 1. Brno: ZO ČSOP Veronica, 2010, s. 91-95. Dostupné z WWW: <<http://hostetin.veronica.cz/publikace>>. ISBN 978-80-87308-05-9.

NOVÁK, Petr. Trvale udržitelná sídla. In XV. *Vědecká konference doktorandů.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2011, s. 68-73. ISBN 978-80-214-4266-5.

NOVÁK, Petr. Trvale udržitelná sídla. In *Mezinárodní vědecko-výzkumné kolokvium-workshop studentů doktorského studia 2011 : Nové vědecké poznatky v oboru architektura a urbanismus.* Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury, 2011. s. 64. ISBN 978-80-01-04823-8.

NOVÁK, Petr. Zdravé veřejné stavby na venkově. In: *Zdravé domy 2012: Healthy houses.* Brno: Sdružení hliněného stavitelství, o.s., 2012, s. 64-71. ISBN 978-80-214-4490-4.

Příspěvky v ročenkách

NOVÁK, Petr: Dřevařský průmysl, systém vzdělávání a soudobé dřevostavby ve Švýcarsku, příspěvek v ročence doktorandských akcí DA-

FA 2008, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury, Brno, 2009, s. 56-62. ISBN 978-80-214-3877-4.

NOVÁK, Petr: Zapojení doktorandů a studentů do projektu Minulostí k budoucnosti – Přírodní materiály v regionální stavební kultuře, příspěvek v ročence doktorandských akcí DAFA 2008, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury, Brno, 2009, s. 11-19. ISBN 978-80-214-3877-4.

NOVÁK, Petr: Sommerakademie 2009 – Architektur mit Energie, příspěvek v Ročence DSP 2010 – Doktorské aktivity na FA 2009-2010, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury, Brno, 2010, s. 103-110. ISBN 978-80-214-4225-2.

NOVÁK, Petr: Hlína v architektuře, příspěvek v Ročence DSP 2011 – Doktorské aktivity na FA 2010-2011, Vysoké učení technické v Brně – Fakulta architektury, Brno, 2011, s. 89-94. ISBN 978-80-214-4373-0.

Grantové projekty

Spolupráce při řešení projektu INTERREG IIIA: Projekt Česká republika – Slovensko „Minulostí k budoucnosti – přírodní materiály v regionální stavební kultuře“. Registrační číslo projektu v MONIT: CZ.04.4.84/1.2.00.1/0216.

Spolupráce při řešení projektu OP RLZ – HLÍNA DNES. Název projektu: Přírodní materiály a nepálená hlína v novodobých i tradičních stavbách. Registrační číslo projektu: CZ.04.1.03/3.3.11/3131.

Řešitel projektu FRVŠ 532/2008/G2 *E-learningový kurz – Novodobé stavby ze dřeva a z hlíny*.

Spolupráce při řešení projektu OP RLZ *Moderizace a inovace výuky oboru architektura*, reg. č.: CZ.04.1.03/3.2.15.2/0286.

Spoluřešitel projektu FRVŠ 881/2009/G2 *Architektura ekofaremu*.

Spoluřešitel projektu FRVŠ 790/2010/G2 *E-learningový kurz: Typologie I - Obytné stavby*.

Spoluřešitel projektu FRVŠ 1635/2010/F2d *Hlína v architektuře*.

Řešení projektu OP VK *Trvale udržitelná sídla* v pozicích manažera projektu, věcného manažera, autora výukových materiálů (přednášek, katalogů, e-learningových podpor výuky atd.), registrační č. projektu CZ.1.07/2.2.00/15.0485.

Zahraniční studijní stáže a kurzy

ŠVÝCARSKO – 10 denní studijní stáž na dřevařské škole *Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau* v Biel (20. - 29. 10. 2008)

ESTONSKO – 14 denní kurz *ECObob-Ecological buildings* na Technické univerzitě v Tallinnu (3. - 16. 7. 2009)

NĚMECKO – 10 denní kurz *Sommerakademie 2009 – Architektur mit Energie*, který organizovalo sdružení EnOB ve spolupráci s Bergische Universität Wuppertal, Universität Karlsruhe a Technische Universität Dresden na Technické univerzitě ve Wuppertalu (21. - 30. 9. 2009)

TURECKO – 13 denní kurz *Into The Blue: The Endless Fight Between The Sea And Man* v Ankaře a Bodrumu, který organizovala Technická univerzita v Ankaře (26. 8. - 9. 9. 2010)

Zahraniční pedagogické stáže

TURECKO – 7 denní pedagogická stáž na fakultě Engineering and Architecture na *Anadolu University* v Eskisehiru (23. - 29. 4. 2008)

KAZACHSTÁN – 14 denní pedagogická stáž na *Faculty of Architecture, S.Seifullin Kazakh Agro Technical University* v Astaně (6. - 19. 9. 2012)

Zahraniční pracovní stáže

RAKOUSKO – 6 měsíční pracovní stáž v architektonickém ateliéru *Architekturbüro Reinberg ZT GmbH* ve Vídni (20. 7. 2009 – 20. 1. 2010)

Tuzemské pracovní stáže

Průběžná spolupráce s brněnským architektonickým ateliérem *Vize ateliér* specializovaným na pasivní domy (od roku 2011 doposud).

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Bibliografické citace

Centrum pasivního domu. *Nejnovější evropské míry jsou "20 – 20 – 20"* [online]. Centrum pasivního domu, 2007 [cit. 2008-03-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz/aktualne/nejnovejsi-evropske-miry-jsou-20-20-20.html>>.

NAGY, Eugen. *Nízkoenergetický ekologický dům*. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2002, s. 289. ISBN 8088905745.

ROCKWOOL : *TEPELNÉ A PROTIPOŽÁRNÍ IZOLACE* [online]. c2008 [cit. 2008-03-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.rockwool.cz/graphics/RW-CZ-implementation/frontpage/delejmetojinak/rw-environment-06.pdf>>.

Multi-Komfortní dům: pasivní dům od Isoveru. *ISOVER* [online]. [2012] [cit. 2013-01-22]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/pasivni-dum>

HRAZDILOVÁ, M. Zdravé bydlení. In BÁRTA, J. (redaktor). *Sborník mezinárodní konference: Pasivní domy 2005*. 1. vydání Brno: Centrum pasivního domu, 2005. s. 283-289, citát s. 283 a s. 287.

OÖ Welios Science Center: Hands-On Lessons in Renewable Energy Practices. In: *Entertainment De-signer* [online]. 2011 [cit. 2013-01-27]. Dostupné z: <http://entertainmentdesigner.com/news/museum-design-news/oo-welios-science-center-hands-on-lessons-in-renewable-energy-practices/>

Erster Architekturpreis Passivhaus als Buch. In: *IG-Passivhaus* [online]. 2010 [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.ig-passivhaus.de/index.php?page_id=186&level1_id=75

Jenišov, pasivní RD. První pasivní dům v ČR s certifikátem Qualitätsgeprüftes Passivhaus od PHI Darmstadt. In: *Pasivní domy* [online]. 2010 [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/domy/jenisov-pasivni-rd-prvni-pasivni-dum-v-cr-s-certifikatem-qualitatsgepruftes-passivhaus-od-phi-darmstadt.html>

REINBERG G. W. Vývoj, současnost a budoucnost pasivních domů na příkladech od Georga W. Reinberga. In BÁRTA, J. – HAZUCHA J. (editor). *Pasivní domy 2007*. 1. vydání Brno: Centrum pasivního domu, 2007, 339 s., ISBN 978-80-254-0126-2. s. 22-36, citát s. 36.

REINBERG, Georg W a Matthias BOECKL. *Reinberg: ökologische architektur: entwurf, planung, ausführung*. Wien: Springer, 2008, ISBN 978-3-211-32770-8.

Schule Solar City Pichling. *Architekten Loudon & Habeler* [online]. 2012 [cit. 2012-12-09]. Dostupné z: <http://www.loudon-habeler.at/>

SolarCity Linz-Pichling – Sustainable City Development. In: *Stadt Linz* [online]. 2012 [cit. 2012-12-09]. Dostupné z: http://www.linz.at/images/Article_School_Center.pdf

Röm.-kath. Pfarre Wels - St. Franziskus. In: *Architekten Luger & Maul* [online]. 2012 [cit. 2012-12-14]. Dostupné z: <http://luger-maul.syreta.com/index.cfm?seite=werkdetails&sprache=DE&inhaltID=60>

Pfarrzentrum St. Franziskus. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhausdaten-bank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0241

KIESSLER, Klaus. "SOL4" - pasivní kancelářské a seminární centrum Eichkogel - Mödling. In: *Tzbin-fo* [online]. 14. 8. 2006 [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3461-sol4-pasivni-kancelarske-a-seminarni-centrum-eichkogel-modling>.

PIA ODORIZZI: *photographie* [online]. 2012 [cit. 2013-01-29]. Dostupné z: www.odorizzi.net

Architekturbüro Fuchs [online]. 2012 [cit. 2012-12-21]. Dostupné z: <http://www.arch-fuchs.at/>

Kindergarten Lichtenegg. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhausdaten-bank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0409

PREISACK, E. B., P. HOLZER a H. RODLEITNER. Neubau Biohof Achleitner Gebäude aus Holz, Stroh & Lehm. In: *HAUS der Zukunft* [online]. 2008 [cit. 2012-12-07]. Dostupné z: http://download.nachhaltigwirtschaften.at/hdz_pdf/endbericht_0804_biohof_achleitner.pdf

Biohof Achleitner - Verwaltungs-, Kundentrakt. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-07]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0339&picSEL=1

OSTSTEIERMARKHAUS Bürogebäude. *Nextroom* [online]. 2007 [cit. 2012-12-08]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=29484&inc=home>

Bürogebäude Fa. natur&lehm. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0139

Kindergarten Heidenau. *Architektengemeinschaft Reiter + Rentzsch* [online]. 2009 [cit. 2012-11-24]. Dostupné z: <http://www.reiter-rentzsch.de/>

Pasivní domy: radost z bydlení. In: *Pasivní domy* [online]. 5. vyd. 2013 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: http://www.pasivnidomy.cz/files/download/Pasivni_domy-radost_z_bydleni.pdf

Volksschule Mauth. In: *Nextroom* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=33655>

Volksschule Wels-Mauth. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0816

Deutsch Wagram, 4-gruppiger Kindergarten als Klima: Aktiv haus. *Architekturbüro Reinberg* [online]. 2009 [cit. 2012-03-31]. Dostupné z: <http://www.reinberg.net/architektur/215>

Kindergarten Deutsch-Wagram, 2232 Deutsch-Wagram. In: *Klima:aktiv Gebäudedatenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: <http://www.klimaaktiv-gebaut.at/main.php?show=2>

Hauptschule Langenzersdorf Sanierung und Erweiterung. In: *Nextroom* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=35142>

TQB Projektdokumentation: Klosterneuburgerstraße 12, 2103 Langenzersdorf: Generalsanierung Hauptschule Langenzersdorf. In: *ÖGNB: Österreichische Gesellschaft für nachhaltiges Bauen* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: https://www.oegnb.net/zertifizierte_projekte.htm

Kindergarten Wels. In: *SWAP Architekten* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: <http://architektur.swap-zt.com/projekt/kindergarten-wels/>

Kindergarten Wels. In: *Nextroom* [online]. 2011 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=34490>

Neubau der ersten Passivhausschule Sachsens. In: *Raum und Bau* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: http://www.raumundbau.com/e710/e4461/index_ger.html?img=1

D-01326 Dresden (Sachsen). In: *Gebaute Passivhaus Projekte* [online]. 2011 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z: <http://www.passivhausprojekte.de/projekte.php?detail=1991>

Gebietsbauamt Korneuburg. In: *Nextroom* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=34330>

Gebietsbauamt. In: *Passivhaus Datenbank* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: http://www.passivhausdatenbank.at/obj_basic_show.php?objID=AT-0788

BORG + NMS Deutsch-Wagram. In: *Nextroom* [online]. 2012 [cit. 2012-12-11]. Dostupné z: <http://www.nextroom.at/building.php?id=35079>

Franz Architekten [online]. 2012 [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <http://www.franz-architekten.at/>

County Life. *County Life* [online]. 2007 [cit. 2009-09-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.countrylife.cz/index.php?id=21>>.

BROTÁNEK, Aleš. Archa firmy Country Life v Nenačovicích. *Pasivní domy* [online]. [cit. 2009-09-13]. Dostupný z WWW: <http://amper.ped.muni.cz/jenik/dirs/tmp/repasivver_pri_je.doc>.

Centrum Veronica. In: *Pasivní domy* [online]. 2010 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/domy/centrum-veronica.html?chapter=zakladni-udaje>

Pasivní dům. *Centrum Veronica Hostětín* [online]. 2012 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://hostetin.veronica.cz/156/>

HOFMEISTER, Ondřej. *Obvodový plášť NED v areálu Sluňákov. Stavebnicví. 2008, roč. II, č. 03/2008, s. 24-28.*

HOFMEISTER, Ondřej, Pavel KOPECKÝ a Jan TYWONIAK. Středisko ekologické výchovy Sluňákov. In: *Archiweb* [online]. 2009 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=992>

Centrum ekologické výchovy Kladno. Stavba roku [online]. 2011 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.stavbaroku.cz/printDetail.do?Dispatch=ShowDetail&siid=705&coid=22>

VPA: Penzion ve vesničce vinných sklepů Nechory. *StavbaWEB* [online]. 2012 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.stavbaweb.cz/Stavby-a-projekty/VPA-Penzion-ve-vesnicce-vinnych-sklepu-Nechory.html?reh=a45385708bde60afc7a010260b1dc1fce9b35754a0e8860b1dc1fce-9b35754a0e88cf529fbbdc2c0a995bbe88a0a86212ed8d>

Mateřská škola Úšovice [online]. 2012 [cit. 2012-10-10]. Dostupné z: <http://www.msskalnikova.websnadno.cz/>

Dřevěná stavba roku [online]. 2012 [cit. 2012-10-10]. Dostupné z: <http://www.drevenastavbaroku.eu/>

ČECH, Jiří. Energeticky pasivní mateřská škola v Praze-Slivenici: Zkušenosti z výstavby. *Materiály pro stavbu*. 2013, roč. 19, č. 1, s. 32-35.

SMOLA, Josef a Jiří ŠÁLA. Informace pro stavební úřady. In: *Pasivní domy 2012*. Brno: Centrum pasivního domu, 2012, s. 34-65. ISBN 978-80-904739-2-8.

Overview of the Architecture Award Winners. In: *Architecture Award 2010 Passive House* [online]. 2010 [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.passiv.de/archpreis/englisch/download/architecture_award_en.pdf

URBÁŠKOVÁ, H. Udržitelný rozvoj venkova. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2012. str. 93, ISBN: 978-80-7204-819-9

Související dizertační práce

KŘEČEK, D. *Vliv architektonického konceptu na potřebu tepla na vytápění energeticky úsporných budov pro bydlení*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2012. 190 s. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. Josef Chybík, CSc.

GERÖ, J. *Architektonický výraz obytných staveb energeticky efektivní výstavby*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2013. 116 s. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. Miloslav Meixner, CSc.

ŠÍP, L. *Hypotéza ekologické authenticity architektury*, Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta architektury, 2011. 259 s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. arch. Robert Špaček, CSc.

Další zdroje (zákony, normy, architektonické ateliéry, firmy, on-line zdroje apod.)

Směrnici Evropského parlamentu a Rady Evropské unie 2010/31/EU o energetické náročnosti budov
Zákon č. 318/2012 Sb. kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění
pozdějších předpisů

ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov

Atelier ARS

Mojmír Hudec

AB atelier – Aleš Brotánek

paa atelier architektury

Projektový ateliér DAVID

Flansburgh Architects

Lukáš Liesler

Atrea s.r.o.

Paul-Wärmerückgewinnung GmbH.

Rehau s.r.o.

Vivienne Brophy, J. Owen Lewis, 2011

www.pasivnidomy.cz

www.envimat.cz

www.hlinenydum.cz

www.claygar.cz

www.jva.no

www.hausderzukunft.at

www.bernardobader.com

www.flickr.com

www.rieder.cc

www.poppeprehn.at

www.sfzp.cz

www.minisvetskolka.cz