

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta architektury

Disertační práce

2016

Ing. arch. Hana Majerčíková



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta architektury
15128 Ústav navrhování II

VLIV CERTIFIKAČNÍCH NÁSTROJŮ NA ARCHITEKTURU

Disertační práce

Ing. arch. Hana Majerčíková

Doktorský studijní program: Architektura a urbanismus

Studijní obor: Architektura, teorie a tvorba

Školitel: doc. Ing. arch. Eduard Schleger

2016

Disertační práce byla vypracována v prezenční formě doktorského studia na Ústavu navrhování II Fakulty architektury ČVUT v Praze.

Uchazeč: Ing. arch. Hana Majerčíková (roz. Kasalová)

Školitel: doc. Ing. arch. Eduard Schleger

15128 Ústav navrhování II

Fakulta architektury ČVUT

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci Vliv certifikačních nástrojů na architekturu vypracovala samostatně. Literaturu a ostatní prameny, z nichž jsem při přípravě této práce čerpala, řádně cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

Praha 19. září 2016

Ing. arch. Hana Majerčíková

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala všem, kteří mi pomohli k vytvoření této disertační práce.

Předně bych chtěla poděkovat svému školiteli doc. Ing. arch. Eduardu Schlegerovi za odborné vedení, za přínosné rady a připomínky k disertační práci a za konzultace v průběhu studia doktorského studijního programu. Dále si poděkování zaslouží celý tým AIR House za vytvoření našeho úspěšného projektu a přetvoření myšlenky AIR House ve skutečnost.

Největší poděkování patří mému manželovi, rodičům a tchyni za trpělivost, emoční podporu při studiu a hlídání syna Jakuba při psaní disertační práce.

„To, kde jsme, může silně ovlivnit to, kým bychom mohli být. Úkolem architektury je, aby nám stále a výmluvně připomínala náš vlastní potenciál.“ (Alain de Botton)

Abstrakt

Tématem disertační práce je vliv certifikačních nástrojů na architekturu. V současné době stojí před architekty otázka, zda začnou při stavění budov pouze šetřit pomocí snižování energetické náročnosti budov nebo zda se pokusí navrhovat stavby komplexně tak, aby bylo dosaženo pasivního i aktivního využití sluneční energie. Tato druhá možnost, označovaná souhrnně jako udržitelná výstavba budov, by měla představovat holistický přístup k navrhování a neměla by se výhradně zabývat technickým řešením stavby. Certifikační nástroje vznikly jako jedny z prostředků sloužících k rozvíjení udržitelné architektury.

Disertační práce reaguje na směrnici Evropské unie (směrnice 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov), kdy všechny členské státy musí zajistit, aby do roku 2020 všechny nové budovy byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie. Zákon č. 406/2000 Sb. v návaznosti na tuto evropskou směrnici o hospodaření energií mimo jiné vyžaduje, aby při výstavbě nových budov byl doložen průkaz energetické náročnosti. Velkým tématem se tedy stává implementace požadavků evropské směrnice nejen do našeho právního systému, ale zejména jejich začlenění do praxe. Jedná se o novou výzvu nejen pro architekty a inženýry, ale také pro investory, jak tyto nové požadavky zavést, a to i s ohledem na krátkou lhůtu do nabytí účinnosti dané směrnice.

Na architektonický výraz staveb má legislativa obecně velký vliv, ať už se jedná o stavební zákon, přidružené vyhlášky či nové směrnice z Evropské unie. Rozhodující je, jakým způsobem se architekti zhostí aplikace nových směrnic z Evropské unie. Zda se rozhodnou navrhovat a využívat pouze tzv. implantaci energetických systémů do budovy, čímž dojde jenom ke snížení energetické náročnosti, anebo přistoupí ke komplexnímu holistickému navrhování staveb.

Disertační práce si klade za cíl nastínit, jak ovlivňuje používání komplexních hodnocení stavby její architekturu. Prostředkem k pochopení souvislostí se stal experiment – stavba udržitelného domu ve studentské soutěži Solar Decathlon. Soutěž Solar Decathlon mi nabídla příležitost k pochopení toho, jak jsou budovy navrhovány a stavěny, stejně tak, jak mohou být integrovány udržitelné principy. Vzhledem k využití obnovitelných zdrojů sluneční energie při návrhu udržitelných staveb se začíná užívat nový název – „solar design“. Soutěž Solar Decathlon se snaží tento termín nejen zpopularizovat, ale zejména naučit studenty navrhovat udržitelnou architekturu v praxi. Důležitým aspektem předložené práce je nastínit výhled do budoucna, kdy se budou stavět pouze domy s téměř nulovou spotřebou energie.

Abstract

The subject of my doctoral thesis is the possible impact of the assessment methods on architecture. At present architects stand on the verge of decision whether they shall just try to save costs and construct buildings via reducing their energy performance or if they will try to design buildings comprehensively with aim to apply both passive and active principles of solar energy. The second option referred to as sustainable architecture should represent holistic approach to design with its focus not just on technical aspects. The assessment methods were created as an instrument to further develop sustainable architecture.

This thesis reacts to European Union requirement (Directive 2010/31/EU on the energy performance of the buildings) for all member countries to secure that all new buildings shall consume near to zero energy, beginning 2020. The Act no. 406/2000 Coll, has implemented this requirement to Czech legal order. According to this Act every building must provide energetic certificate. The big issue is not just the legal impact of European Union requirements but mainly their functional implementation in construction and design. The great quest not only for architects and engineers but also for investors is how to integrate such requirements to development in such a short period of time.

Legal requirements and restrictions have always had big impact on architectonic expression of the buildings. No matter whether these were creation of European Union or part of Czech legal order such as Construction Act and decrees attached. The important issue for architects is not just to manage to apply new European requirements but mainly how shall they take up such a goal. Whether they simply integrate energetic systems to each building or they really try to design complex holistic constructions.

The purpose of this thesis is to present how assessment methods are able to affect architecture. Solar Decathlon contest served as a means of understanding these relations. This contest provided me with great chance to recognize how sustainable principles can be integrated and buildings constructed. Since solar energy is breaking through in the field of sustainable construction, architects start to use new term "solar design". The goal of Solar Decathlon contest is not just to popularize this term but also to teach students how to design sustainable architecture and make this concept work in practise. The very important part of this thesis is to set the future perspective when all the constructions shall be designed with close to zero consumption of energy.

Obsah

1	Úvod.....	12
1.1	Obecně.....	12
1.2	Motivace	13
1.3	Cíle disertační práce.....	14
1.4	Přehled o současném stavu problematiky.....	15
1.5	Metoda	18
1.6	Klíčová slova.....	18
2	Udržitelný rozvoj.....	19
2.1	Definice	19
2.2	Historie.....	20
2.3	Vývoj udržitelného způsobu stavění	21
2.4	Legislativa.....	23
2.5	Obnovitelné zdroje energie	25
2.6	Historie využití sluneční energie v architektuře	26
2.6.1	Starověk	26
2.6.2	Moderní dějiny.....	27
2.7	Sluneční záření a jeho využitelnost.....	29
2.7.1	Pasivní využití sluneční energie	30
2.7.2	Aktivní využití sluneční energie	31
3	Hodnocení udržitelné architektury.....	33
3.1	Vývoj	33
3.2	Charakteristiky certifikačních nástrojů	34
3.2.1	LEED	35
3.2.2	BREEAM	36
3.2.3	DGNB.....	38
3.2.4	SBToolCZ	38
3.2.5	CESBA.....	41
3.2.6	DQI	41
3.2.7	Srovnávací analýzy	42

3.3	Vyhodnocení certifikačních nástrojů.....	42
3.3.1	Výsledek hodnocení používaný jako reklama.....	43
3.3.2	Finanční aspekt.....	43
3.3.3	Regionální variace	43
3.3.4	Komplexnost.....	44
3.3.5	Vyhodnocení kvantitativních a kvalitativních údajů.....	44
3.3.6	Váhování.....	44
3.3.7	Stupnice hodnocení.....	44
4	Studijní hodnocení udržitelné architektury.....	45
4.1	Návrh vlastní certifikace pro studijní účely	45
4.2	Solar Decathlon	48
4.2.1	Historie	48
4.2.2	Pravidla	49
4.2.3	Hodnocení	49
4.3	Solar Decathlon Washington 2011.....	53
4.3.1	Úvod.....	53
4.3.2	Představení domů, které se umístily na prvních třech místech	54
4.4	Solar Decathlon Madrid 2012.....	60
4.4.1	Úvod	60
4.4.2	Představení domů, které se umístily na prvních třech místech	61
4.5	Solar Decathlon Orange County Great Park v Irvine 2013	69
4.5.1	Úvod	69
4.5.2	Představení domů, které se umístily na prvních třech místech	70
5	Experimentální výzkum v architektonické praxi.....	78
5.1	Vývoj experimentálního domu AIR House	78
5.1.1	Interní soutěž na návrh domu do soutěže Solar Decathlon	79
5.1.2	Návrh poslaný v přihlášce na Solar Decathlon 2013	80
5.1.3	Základní principy ovlivňující finální návrh AIR House.....	84
5.2	Certifikace AIR House	89
5.2.1	Úvod	89
5.2.2	SbToolCZ.....	90
5.2.3	Výsledek certifikace SbToolCZ.....	94
5.2.4	Závěrečné hodnocení	97

5.3	Dotazník prováděný mezi účastníky soutěže Solar Decathlon 2013 v Orange County Great Park.....	99
5.4	Vizuální porovnání AIR House s ostatními týmy	100
5.4.1	Obecně.....	100
5.4.2	Vnější objem	101
5.4.3	Vnitřní objem	102
5.4.4	Venkovní prostor	102
5.4.5	Konstrukce	103
5.4.6	Additive/subtractive	103
5.4.7	Společné/soukromé prostory	104
5.4.8	Obsluhované/obsluhující	104
5.4.9	Vnitřní zóny.....	105
5.4.10	Přirozená ventilace — půdorys.....	105
5.4.11	Přirozená ventilace — řez.....	106
5.4.12	Sklon fotovoltaických panelů.....	106
5.4.13	Umístění fotovoltaických panelů.....	107
5.4.14	Denní osvětlení.....	107
5.5	Nepředvídatelné faktory ovlivňující pořadí hodnocení.....	108
6	Závěr a předpokládaný přínos práce	110
7	Přílohy.....	112
7.1	Čtyři teoretické scénáře dalšího vývoje lidské společnosti.....	112
7.2	Pracovní program CEN TC 350.....	114
7.3	Podíl energie z obnovitelných zdrojů.....	114
7.4	Obnovitelné zdroje energie	115
7.5	Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech.....	118
7.6	Sluneční energie — dlouhodobé scénáře.....	119
7.7	Sluneční záření.....	120
7.8	Instalovaný výkon v systémech off-grid a on-grid v zemích OECD.....	122
7.9	Grafické znázornění nástroje DQI.....	123
7.10	Srovnávací analýzy.....	124
7.11	Souhrn hodnocení Solar Decathlonu 2013.....	126
7.12	Podrobné oficiální hodnocení Solar Decathlonu 2013.....	127
7.13	Podrobné hodnocení AIR House porotou.....	135
7.14	Výsledky interní soutěže na návrh domu do soutěže Solar Decathlon.....	140

7.15	Část dokumentace finálního návrhu domu AIR House	141
7.16	Výsledky dotazníku prováděného mezi účastníky soutěže Solar Decathlon 2013 v Orange County Great Park.....	144
8	Přehled dosavadních výsledků vlastní práce doktoranda v oblasti tématu disertační práce.....	159
8.1	Publikační činnost v odborném tisku	159
8.2	Účast na workshopech a přednáškách.....	159
8.3	Pořádání konferencí a výstav	160
8.4	Projekty	160
8.5	Zdroje — získané granty	161
9	Použitá literatura.....	162
10	Vyobrazení.....	168
10.1	Seznam obrázků	168
10.1	Seznam tabulek	173

1 Úvod

„Architecture is basically a container of something. I hope they will enjoy not so much the teacup, but the tea.“
(Yoshio Taniguchi)

1.1 Obecně

Budovy spotřebovávají významné množství energie nejen při svém vzniku a provozu, ale také při své likvidaci. Protože přibližně polovina veškerého poškozování životního prostředí vzniká výstavbou, stává se způsob, jakým stavíme domy, využíváme je a žijeme v nich, jednou z ústředních otázek. Na tuto skutečnost reaguje i Evropská unie a zavádí v tomto smyslu několik směrnic.

Evropská komise zveřejnila dne 23. ledna 2008 soubor legislativních návrhů a doprovodných dokumentů (tzv. klimaticko-energetický balíček) k naplnění závěrů přijatých jarní Evropskou radou v roce 2007, mj. snížení emisí skleníkových plynů do roku 2020 o 20 % a rozdělení závazku dosáhnout do roku 2020 podílu 20 % obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě. [1]

Podíl budov na celkové spotřebě energie v Evropské unii činí 40 %. Tento sektor se rozrůstá, což bude mít za následek zvýšení spotřeby energie. Snížení spotřeby energie a využívání energie z obnovitelných zdrojů v sektoru budov proto představují důležitá opatření nutná ke snižování energetické závislosti Unie a emisí skleníkových plynů. Spolu se zvýšeným využíváním energie z obnovitelných zdrojů by opatření přijatá za účelem snížení spotřeby energie v EU umožnila Unii dodržet dlouhodobý závazek Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě Organizace spojených národů o změně klimatu (UNFCCC) a udržet nárůst globální teploty pod 2 °C a také závazek do roku 2020 snížit celkové emise skleníkových plynů alespoň o 20 % ve srovnání s hodnotami z roku 1990 a v případě mezinárodní dohody o 30 %. Snížená spotřeba energie a zvýšené využívání energie z obnovitelných zdrojů také hrají důležitou úlohu při podpoře zabezpečování zásobování energií, technologického vývoje a při vytváření příležitostí k zaměstnání a regionálnímu rozvoji, zejména ve venkovských oblastech. [2]

Evropská rada v březnu roku 2007 znovu potvrdila závazek Evropské unie rozvíjet energii z obnovitelných zdrojů na území celé Unie, a to potvrzením závazného cíle dosáhnout 20 % podílu energie z obnovitelných zdrojů do roku 2020. Směrnice 2009/28/ES zavádí pro podporu energie z obnovitelných zdrojů společný rámec.

Na základě této směrnice Evropské unie se používání obnovitelných zdrojů energie při navrhování staveb, v českých podmínkách zvláště sluneční energie, stává nevyhnutelným trendem. Při současné úrovni poznání je možné realizovat udržitelný dům s použitím fotovoltaických systémů či tepelných čerpadel.

Obecná představa o „udržitelné výstavbě budov“ spočívá v utěšňování oken a instalaci jednoho či dvou solárních panelů. Udržitelná výstavba budov je ale ve skutečnosti mnohem více než jen spojení inteligentní technologie a energeticky úsporných zařízení. [3]

Od roku 2002 pořádá Ministerstvo energetiky Spojených států amerických studentskou soutěž Solar Decathlon. Jedná se o událost mezinárodního významu, která si klade za cíl podpořit rozvoj energeticky nulové až aktivní výstavby a progresivního využití solární energie. Vítězem soutěže se stává tým, který nejlépe spojí vynikající design, cenovou dostupnost a přitažlivost pro spotřebitele s optimální produkcí energie. Disertační práce čerpá ze zkušeností v účasti na Solar Decathlonu 2013.

1.2 Motivace

Původní téma disertační práce bylo zadáno obecněji – Tendence udržitelného rozvoje v architektuře. Téma jsem si zvolila na základě svého dlouhodobého zájmu o tuto problematiku a snahy dovědět se o této oblasti co nejvíce dostupných informací.

Během studia zelené architektury jsem dospěla k závěru, že zelená architektura má šanci na úspěch pouze v případě, že budovy budou nezávislé na zdrojích, a tomu musí odpovídat návrh budovy. Ve své praxi se setkávám s budovami, které mají značné rezervy v kvalitě projektů, proto mojí motivací je hledání možností, jak tuto situaci zlepšit. Současným trendem je „zelenání“ stavebního byznysu. To se projevuje někdy různými „zelenými deklaracemi“, ale je také často spojováno se skutečnými opatřeními. Povědomí o zelené architektuře a také současných požadavcích ohraničených legislativním rámcem je u nás poměrně malé. Proto jsem postupně téma zužovala až k tématu Vliv certifikačních nástrojů na architekturu.

Na počátku studia byl nápad zúčastnit se mezinárodní studentské soutěže Solar Decathlon a získat odpovědi na tyto otázky pomocí experimentu v praxi. Tento záměr se vyplnil a soutěž Solar Decathlon se mohla stát podkladem k výzkumu udržitelné architektury. Udržitelná kvalitní budova je v České republice zatím chápána jako přidaná hodnota. Soutěž Solar Decathlon se snaží o to, aby se udržitelné stavění stalo standardem.

Tento posun směrem k větší udržitelnosti životního prostředí může být označován jako „čtvrtá vlna“, jako následovník po třech hlavních revolucích v historii lidstva: zemědělské, průmyslové a informační. Posun do „čtvrté vlny“ je podnětný zejména pro architektury tak, aby přehodnotili způsob, jakým jsou budovy stavěny a používány. [3]

1.3 Cíle disertační práce

„Nezapomeňte, cílem je krásná, chytrá a pokorná architektura uprostřed naší krásné, dokonalé a tajuplné krajiny.“

(doc. Ing. arch. Eduard Schleger)

Práce se soustřeďuje na problematiku návrhu architektury, která je v dnešní době úzce svázána s vysoce aktuálními ekologickými problémy. Tematické zaměření práce vychází z potřeb pedagogicko-vědeckého zaměření Ústavu navrhování II na FA ČVUT. Zásadním podnětem pro výzkum bylo přihlášení týmu ČVUT do soutěže Solar Decathlon a výzkum během navrhování experimentálního domu AIR House.

Disertační práce si klade za cíl nastínit, jak může architekturu ovlivnit používání komplexních hodnocení budov. Prostředkem k pochopení souvislostí se stal experiment – stavba udržitelného domu v soutěži Solar Decathlon. Práce obsahuje základní rešerše multikriteriálních hodnocení budov a solárních domů ze soutěže Solar Decathlon. Účelem analýzy certifikací bylo určit ty zásady, které je možné sledovat při architektonickém návrhu. Na počátku studia bylo cílem práce vytvořit návrh vlastní certifikace pro studijní účely. Během práce na dotazníku pro studenty účastníci se soutěže Solar Decathlon jsem vyhodnotila jednotlivé motivace vedoucí k návrhu udržitelné architektury.

Cílem disertační práce je především syntéza poznatků o návrzích udržitelných staveb. Tento souhrn poznatků by se měl stát návodem k citlivému využívání přírodních zdrojů energie a k ochraně životního prostředí při navrhování architektury. Práce sleduje ještě další cíl, tím je utříděný přehled o poznatcích v oblasti užívání sluneční energie v architektuře a návod pro utváření koncepce udržitelné architektury.

Cílem této práce je popsání cesty k nalezení udržitelné architektury. K tomu mně posloužily různé hodnotící systémy a zejména projekt solárního domu AIR House. Důležitým aspektem předložené práce je nastínit výhled do budoucna, kdy se budou stavět pouze domy s téměř nulovou spotřebou energie. Záměrem je navrhování udržitelné architektury prostřednictvím spolupráce mezi obory.

Během výzkumu jsem se pokusila odpovědět na následující výzkumné otázky:

„Je možné standardizovat postup navrhování, které usiluje o udržitelnost?“

„Jak se mohou architekti připravit, aby zvládli problematiku udržitelného designu?“

„Jak funguje integrální design v praxi?“

Disertační práce je určena především pro potřeby studentů architektury jako návod pro rozhodování v procesu navrhování budov. Dále by tato práce mohla pomoci budoucím účastníkům soutěže Solar Decathlon prostřednictvím shromážděných skic, písemných materiálů, výsledků, projektové dokumentace a vývoje návrhu. Tyto dokumenty poskytují osobní svědectví během průběhu studentské soutěže Solar Decathlon. Řešení

otázek, ke kterému jsme během tříletého procesu dospěli, může pomoci nejen těm, kteří by se chtěli účastnit podobné soutěže, ale i všem, kteří jsou členy týmu při návrhu budov.

1.4 Přehled o současném stavu problematiky

V počátcích zkoumání jsem se věnovala převážně studiu certifikačních systémů. Již v 70. letech 20. století se objevily první pokusy, jak stavby komplexně hodnotit a skrze toto hodnocení docílit, aby byly stavěny budovy úsporné a nezatěžující životní prostředí. Tyto hodnoticí metody se nazývají komplexní metody multikriteriálního hodnocení. Ačkoliv každý systém obsahuje množství kritérií, kterými má zabezpečit posouzení stavby ze všech úhlů pohledu, při bližším zkoumání certifikačních kritérií lze dojít k závěru, že hodnocení se z větší části týká pouze stavebních a konstrukčních vlastností. Většinou bývají opomenuty architektonické kvality budovy. V současné době dochází k využití těchto certifikačních systémů k marketingovým účelům.

Dalším důležitým podkladem pro studium se stala studentská soutěž Solar Decathlon. Není to pouze studentská soutěž v návržení a realizaci solárního domu, ale zejména v nalezení spolupráce mezi studenty různých oborů.

Domy ze soutěže Solar Decathlon a zejména námi postavený AIR House se mi staly případovými studii pro bližší zkoumání vlivu certifikačních systémů na kvalitu architektury.

Současný stav problematiky lze posoudit dle typu informačních zdrojů. Ty lze rozdělit do následujících kategorií:

- vliv architektury na životní prostředí,
- technické vlastnosti certifikačních nástrojů,
- vědecké práce vycházející ze zkušeností na Solar Decathlonu.

Rešerše literatury

ASHRAE Press. *The ASHRAE GreenGuide*. Butterworth-Heinemann. 2006. 2. edice. ISBN 978-1933742076.

BÁČOVÁ, Marie, BÁRTA, Jan, BROTÁNEK, Aleš, CIHLÁŘ, Jiří, CIKÁN, Miroslav, ČECH, Jiří, DOUBNER, Karel, FÁRA, Pavel, HAZUCHA, Juraj, HOŠEK, Zdeněk, HORNÝ, Josef, JOKL, Miloslav, KECEK, Pavel, KLÁPŠTĚ, Petr, KONOPKA, Tomáš, KOUKALOVÁ, Václava, KRŇANASKÝ, Jan, LOVĚTÍNSKÝ, Radim, MACHOLDA, František, MÁCHA, Jan, NAJMANOVÁ, Monika, PITTNEROVÁ, Jitka, POCHMANOVÁ, Petra, RICHTERA, Marek, SMOLA, Josef, SOLAŘ, Miloš, SVOBODA, Pavel, ŠÁLA, Jiří, ULLMANOVÁ, Kateřina, VÁŇA, Slavomír, VOGEL, Petr, VŠETEČKA, Petr a Jaroslav ZIMA. *Manuál energeticky úsporné*

architektury. 1. vydání. Praha: Státní fond životního prostředí ve spolupráci s Českou komorou architektů, 2010. 228 s. ISBN 978-80-904577-1-3.

BARLOW, Stuart. *Guide to BREEAM*. RIBA Publishing. 2011. ISBN 978-1859464250.

BIRGISDOTTIR, H. a HANSEN, K. *Test of BREEAM, DGNB, HQE and LEED on two Danish office buildings*. Helsinki: VTT Technical Research Centre of Finland, 2011. ISBN 978-951-758-534-7.

BOYLE, Godfrey. *Renewable energy, Power for sustainable future*. Oxford University Press. 2004. 2. edice. ISBN 0-19-926178-4.

BUTTI, Ken a PERLIN, John. *A Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture*. Palo Alto, CA: Cheshire Books. 1980. ISBN 0-917352-07-6.

CLARK, Roger H. and PAUSE, Michael. *Precedents in Architecture: Analytic Diagrams, Formative Ideas, and Partis*. New Jersey: John Wiley & Sons. 2012. ISBN: 978-0-470-94674-9.

DAY, Christopher. *Duch a místo*. Brno: ERA, 2004. ISBN 0-7506-5359-0.

DAHL, Torben. *Climate and Architecture*. Routledge, Oxon. 2009. ISBN-13: 978-0415563093.

DENZER, Anthony. *The Solar House: Pioneering Sustainable Design*. Rizzoli. 2013. ISBN 978-0847840052.

Working Group III of the IPCC. *Renewable energy sources and climate change mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2012. ISBN 978-92-9169-131-9.

EDWARDS, Brian. *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili. 2008. ISBN 978-84-252-2208-5.

AL GORE, *Země na misce vah*. Praha: Argo. 2000. ISBN: 80-7203-310-7.

HAWKEN, Paul, LOVINS, Amory B. a LOVINSOVÁ, L. Hunter. *Přírodní kapitalismus*. Praha: Mladá fronta. 2003. ISBN 80-204-1078-3.

HEGGER, Manfred, FUCHS, Matthias, STARK, Thomas, ZEUMER, Martin. *Energy Manual. Sustainable architecture*. Birkhauser, Edition Detail. Mnichov. 2008. ISBN 978-3764388300.

KARAMANOLIS, Stratis. *Sluneční energie, Východisko z ekologicko-energetické krize*. Praha : Sdružení MAC. 1996. ISBN 80-86015-02-5.

KLAUS, Václav. *Modrá planeta v ohrožení*. Dokořán. 2009. ISBN 978-80-7363-277-9.

KREIDER, Jan F. *Solar energy handbook*. McGraw-Hill. 1981. ISBN 007035474X.

- MAU, Bruce and the Institute without boundaries. *Massive change*. Phaidon Press. 2004. ISBN 978 0 71484401 5.
- MASTNÝ, P. a DRÁPELA, J. a MIŠÁK, S. a MACHÁČEK, J. a PTÁČEK, M. a RADIL, L. a BARTOŠÍK, T. a PAVELKA, T. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze. 2011. ISBN 978-80-01-04937-2.
- MOLDAN, B. *Ekologická dimenze udržitelného rozvoje*. Praha: Karolinum, 2001. ISBN 80-246-0246-6.
- MOLDAN, B. *Indikátory trvale udržitelného rozvoje*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1996. ISBN 80-7078-380-X.
- MOSTAEDI, Arian. *Sustainable architecture – hightechhousing*. 2003. Barcelona: Links International. ISBN 978-8489861794.
- MURTINGER, Karel a TRUXA, Jan. *Solární energie pro váš dům*. Computer press. 2006. ISBN 80-7366-076-8.
- NELSON, Vaughn. *Introduction to renewable energy*. CRC Press. 2011. ISBN 978-1-4398-3449-7.
- PLAMÍNKOVÁ, Jana. *Slabikář ekologického bydlení*. Profes J&K. 1998. ISBN 80-238-2218-7.
- SCHEER, Hermann. *Sluneční strategie, Politika bez alternativy*. Praha: Nová Země. 1999. ISBN 80-902535-0-4.
- SCHLEGER, Eduard a LIESLER, Lukáš a HLAVÁČEK, Dalibor a ROTTOVÁ, Kateřina. *Zdraví a krása. Přírodní materiály a zdravé stavby*. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT. 2008. ISBN 978-80-01-04012-6.
- ŠILHÁNOVÁ, V. *Sustainable Development Indicators – Theoretical Approaches and Experiences in the Czech Republic, Hradec Králové Key Study*. Hradec Králové: Civitas per Populi, 2007. ISBN 978-80-903813-4-6.
- SUSKE, P. *Ekologická architektura ve stínu moderny*. Brno: ERA. 2008. ISBN 978-80-7366-112-0.
- The Agenda 21 on Sustainable Construction – CIB Report Publication 237*. 1999. ISBN 90-6363-015-8.
- TILDER, Lissa a BLOSTEIN, Beth. *Design Ecologies*. Princeton Architectural Press. 2010. ISBN 978-1-56898-783-5.
- VONKA, Martin a kolektiv. *Metodika SBToolCZ - manuál hodnocení administrativních budov ve fázi návrhu*. Praha. 2011. ISBN 978-80-01-04865-8.
- WATSON, Robert, LEED AP, KUBBA Sam, Ph.D., LEED AP. *Handbook of Green Building Design and Construction*. Butterworth-Heinemann. 2012. ISBN 9780123851291.

ZARETSKY M., *Precedents in Zero-Energy Design: Architecture and Passive Design in the 2007 Solar Decathlon*, New York: Routledge. 2009. ISBN 1135234663.

Zpráva komise Evropskému parlamentu a Radě: Pokrok členských států na cestě k budovám s téměř nulovou spotřebou energie. 2013. 52013DC0483R(01).

1.5 Metoda

Práce obsahuje teoretickou a analytickou část, které na sebe navazují a doplňují se.

V první části (kapitoly 1–2) jsou prezentovány současné poznatky a teoretická východiska práce. Jedná se zejména o metodu analýzy vztahu mezi poznáním přírodních zákonitostí a jeho vlivem na architektonickou tvorbu. Důkladná analýza poznatků se stala podkladem k širšímu pohledu na zkoumané téma.

Druhá část (kapitoly 3–4) obsahuje analytickou část práce, kde se věnuji hodnocením udržitelné architektury. Jedná se o stručné shrnutí hodnotících systémů, pokus o vytvoření vlastní certifikace pro studijní účely a zejména řeší tři ročníky Solar Decathlonu.

Získané poznatky jsou sloučeny ve třetí části (kapitoly 5–6), kde jsem jako základ vědecké práce použila empirickou metodu, a to experimentování. Experimentem se stal soutěžní dům AIR House. Pomocí případové studie AIR House jsem zkoumala a dokládala vývoj domu vzhledem ke změněným podmínkám zadání. AIR House mi také posloužil jako pomůcka k vizuálnímu porovnání s ostatními soutěžními domy. Na závěr jsem použila metodu kvantitativního výzkumu, a to dotazníku prováděného mezi účastníky Solar Decathlonu v Orange County Great Park. V poslední kapitole shrnuji zjištěné poznatky a formuluji vlastní názor na řešenou problematiku.

1.6 Klíčová slova

Certifikační systémy, zelená architektura, udržitelná výstavba budov, hodnotící parametry, multikriteriální hodnocení, kritéria, výuka, architektonická soutěž, Solar Decathlon, AIR House, integrální design, obnovitelné zdroje energie, solar design, certifikační nástroje

2 Udržitelný rozvoj

„There are no simple, universal, or transparent answers to the questions of sustainability.“
(Aidan Davison)

2.1 Definice

Základní aspekt udržitelného rozvoje vystihuje definice ze zprávy pro Světovou komisi OSN pro životní prostředí a rozvoj (WCED) nazvané Naše společná budoucnost. Tu v roce 1987 předložila tehdejší předsedkyně Světové komise životního prostředí a rozvoje Gro Harlem Brundtlandová: „Trvale udržitelný rozvoj je takový způsob rozvoje, který uspokojuje potřeby přítomnosti, aniž by oslaboval možnosti budoucích generací naplňovat jejich vlastní potřeby.“ [4]

V České republice byl termín udržitelný rozvoj definován v § 6 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí: „Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.“ [5]

Základní principy udržitelného rozvoje obsahuje dokument Agenda 21 (dokument OSN, který byl přijat na konferenci o životním prostředí v Rio de Janeiro roku 1992). Jedná se o program pro 21. století, který ukazuje cestu k udržitelnému rozvoji na naší planetě. Je komplexním návodem globálních akcí, které mohou poznamenat nebo ovlivnit přechod na udržitelný rozvoj.

Sedmnáct Cílů udržitelného rozvoje (Sustainable Development Goals – SDGs) bylo prezentováno na summitu OSN v New Yorku 25. září 2015. Představují program rozvoje na následujících patnáct let (2015–2030). Jeden z cílů této nové agendy se přímo týká zvyšování kvality života ve městech a podmínek dostupnosti bydlení. Jedná se o SDG 11: Vytvořit inkluzivní, bezpečná, odolná a udržitelná města a obce.

Klimatická konference v Paříži, která se konala od 30. listopadu do 12. prosince 2015, skončila přijetím právně závazné celosvětové dohody. Konference dosáhla svého cíle. Poprvé byla dojednána celosvětová dohoda o snižování dopadů klimatických změn. Pařížská dohoda byla přijata aklamací téměř všemi státy světa. [6]

V březnu 2016 se v Kongresovém centru v Praze uskutečnila konference „Evropský Habitat“. Tématem konference bylo „Bydlení v životaschopných městech“. Výstupem „Evropského Habitatu“ byla tzv. „Prague Declaration“. Navazující summit OSN „Habitat III“ v Ekvádoru bude tematicky zaměřen na aktuální problematiku spojenou s rozvojem měst a obecně s bydlením. Konference se koná jednou za dvacet let. Akce se účastní všechny členské státy OSN.

Obě konference, jak celosvětový „Habitat III“, tak „Evropský Habitat“, budou prvními implementačními akcemi OSN pro naplňování 17 Cílů udržitelného rozvoje (SDGs), které jsou součástí dokumentu Přeměna našeho světa: Agenda pro udržitelný rozvoj 2030, jenž byl oficiálně schválen na zářijovém summitu OSN v New Yorku. [6]

2.2 Historie

K pochopení pojmu udržitelný rozvoj je důležité znát vývoj naší civilizace v prostoru. Pokud bralo lidstvo dodatečnou energii z obnovitelných nebo nevyčerpatelných zdrojů (dřeva, vody, větru, síly zvířat), byl způsob obživy stále ještě udržitelný. Od zemědělské revoluce se člověk začal stavět proti toku přírodních procesů. Potřeboval k tomu množství dodatečné energie.

Od průmyslové revoluce pro člověka neměla příroda jinou cenu než cenu práce a techniky, jejíž pomocí se dala vytěžit. Postupně tak začaly být vážně poškozené nebo znečištěné všechny složky životního prostředí, zdroje se začaly blížit vyčerpání, prostoru ubývalo, stejně jako živočišných a rostlinných druhů.

Tabulka 1 – Vývoj civilizace

OBDOBÍ	SPOLEČNOST	DATAČE	TRVÁNÍ	VÝVOJ ODPADKŮ
PŘEDHISTORICKÉ	Sběrači, lovci, pastevcí	200 000 – 10 000 př. n. l.	TRVALE	Konstantní (krátký, cyklický)
ZEMĚDĚLSKÉ	Usedlí zemědělci	10 000 př. n. l. – 1670 n. l.	TISÍCILETÍ	Lineární (krátký až dlouhodobý)
PRŮMYSLOVÉ	Tovární výroba	1670 – konec 20. st	STALETÍ	Exponenciální růst (vedoucí ke krizi)
KOMUNIKAČNÍ	Globalizace, masová společnost	Konec 20. st – současnost	DESETILETÍ	Krátkodobý až nevratný
UDRŽITELNÝ ROZVOJ	Globalizace, masová společnost	Současnost	TRVALE	Konstantní (krátkodobý, cyklický)

Dnešní vědecké poznání i technika jsou neuvěřitelně vyspělé, avšak mají schopnost nejen sloužit, ale také ničit. Proto je potřeba se dohodnout, jak se o všechna tato rizika rozdělit. Strategii, jak to udělat, nazýváme trvale udržitelný rozvoj. [7]

Slovo udržitelný (spojované s myšlenkou čehosi trvanlivého, stálého nebo nepřetržitého) se v některých jazycích (např. holandštině, finštině, rumunštině nebo francouzštině) překládá jako trvanlivý. Pojetí trvanlivé výstavby může změnit představu o vytčených cílech v tom smyslu, že zdůrazňuje odolnost v čase. [8]

Udržitelná výstavba představuje tvorbu zdravého vystavěného životního prostředí a zodpovědné hospodaření s ním, založené na zásadách efektivního využívání zdrojů a na ekologických principech. [9]

V případě, kdy se jediným hlediskem udržitelnosti stavby stává její spotřeba energie, jedná se o stavby nízkoenergetické, ale ne udržitelné. Spotřeba energie je pouze jedním z pilířů udržitelné architektury. Udržitelná stavba harmonizuje s okolím, vhodně využívá přírodní zdroje a půdu, chrání ekosystém, spotřebovává minimum stavebního materiálu pro vlastní výstavbu a maximum recyklovaných hmot, zohledňuje snadnou a ekologicky šetrnou likvidaci stavby po dovršení její životnosti.

2.3 Vývoj udržitelného způsobu stavění

Zelená architektura se jako koncept objevila v 70. letech 20. století. Tehdy v době ropné krize šlo hlavně o obnovitelné zdroje energie. V 80. letech pak šlo zejména o otázky „nezdravých“ budov, které byly často výsledkem energetických úspor let předchozích. V 90. letech obavy z ozónové díry a globálního oteplování zaměřily pozornost na freony, CO₂ a ničení deštných pralesů. Okolo roku 2000 dospěly debaty ke konceptu kapacity Země. Nabízí se otázka, zda se lidstvo dokáže vypořádat s ekologickým otiskem, který vtisklo Zemi a moři. Odpovědi mohou být teoretické scénáře dalšího vývoje lidské společnosti.

Viz příloha č. 7.1 Čtyři teoretické scénáře dalšího vývoje lidské společnosti

Vývoji ekologie stavění se ve svých publikacích věnuje Václav Cílek. Jak vypadá přirozená lidská stavba? Především to není jeskyně, protože jeskyně je vlhká a okamžitě ji zaplní dým i malého ohně, jak jsme vícekrát vyzkoušeli. Navíc, když venku prší, tak je sice jeskyně suchá, ale už za hodinu začne déšť prosakovat a v jeskyni pak prší další tři dny. Jedním z prvních optimálních tvarů je převis. Je světlý, otevřený, má chráněná místa ke spánku i světlem zalité pracovní části. O skalní stěnu se dají opřít klády a překrýt kůží. Příbytek pak dobře drží teplo a dá se větrat. O krok dál jde příbytek typu jurty, tedy složité konstrukce kruhového tvaru překrývané kožešinami. Skutečným nomádům stačí indiánské teepee s šikmými stěnami, protože ženy mají málo dětí. Lidé polo kočovní však potřebují prostorné stany se svislými stěnami, kam se vejde celá široká rodina.

Příbytky lidí usedlých jsou jiné. Jejich základem je posledních zhruba sedm tisíc let prostý obdélník. Stěny jsou vertikální, tvořené tenkými kmínky pařezin anebo větvemi

omazanými hlinou. Sedlová střecha spočívá na hlavním trámu opřené o dva základní kůly. Stavby bývají zapuštěny zhruba metr pod okolní terén, takže v zimě se dostávají do nemrznoucích hloubek a vlastně jsou vytápěny tím nejjednodušším tepelným čerpadlem – kontaktem půdy se vzduchem. Vlhkost je strhávána vystupujícím teplým vzduchem. Všimněte si prosím, že obdélník o stranách proporčně odpovídajících ležící lidské postavě s mírně pokrčenýma rukama nemá s přírodou skoro nic společného. Existuje pár obdélníkových muší, ale skoro žádné květy či listy. Tvar přirozený pro člověka vlastně není přírodní v obvyklém smyslu slova. [10]

Dnes je potřebné neničit planetu, protože by nám to mohla vrátit, a tak vymýšlíme zelené ideologie a k nim odpovídající architekturu. Rozum nám správně říká, že nám nic jiného nejspíš nezbyvá, ale intuice se trochu bouří, protože dobře ví, že stavět se má podle člověka, a ne podle přírody. [11]

Al Gore ve své knize Země na misce vah problém poškozování životního prostředí přirovnává k závodům ve zbrojení během studené války. Řešení problémů nakonec nebylo v zavedení nějaké nové, nepřekonatelné zbraně ani v rozhodnutí některého z protivníků o jednostranném odzbrojení, ale v novém chápání vzájemného vztahu a v jeho úplné transformaci. Při transformaci našeho poměru k Zemi se jistě uplatní i nové technické vymoženosti. Klíčové změny však budou spojeny s tím, jak dokážeme nově pojmut vztah samotný. [12]

Jednou z definic pro udržitelné stavění vytvořených Federálním úřadem životního prostředí USA (The Office of the Federal Environmental Executive – EPA) je: „Udržitelné stavění je metodou, jak zvýšit efektivitu/hospodárnost, s jakou budovy a jejich pozemky používají energii, vodu a materiály a snižují stavební dopady na lidské zdraví a životní prostředí, a to prostřednictvím lepšího umístění, konstrukce, výstavby, provozu, údržby a odstranění stavby – kompletního stavebního cyklu života.“ [13]

Federální úřad životního prostředí USA (EPA) definuje pojem udržitelného stavění i takto: „Udržitelné stavění je metodou vytváření struktur a použití postupů, které jsou šetrné k životnímu prostředí a účinně využívají zdroje v celém průběhu životního cyklu budovy od umístění budovy na pozemku přes design, konstrukci, provoz, údržbu, rekonstrukce a dekonstrukci.“ [14]

Pokud je tedy správně aplikován princip udržitelného stavění ke zlepšení návrhových a konstrukčních postupů, stavby, které stavíme, vydrží déle, v levnějším provozu a umožní zvýšenou produktivitu i lepší pracovní prostředí pro zaměstnance a obyvatele. Navíc tento princip přispívá k ochraně přírodních zdrojů a zlepšení zastavěného prostředí tak, aby ekosystémy planety, lidé, podniky i komunity mohli žít zdravější a více prosperující život. [15]

2.4 Legislativa

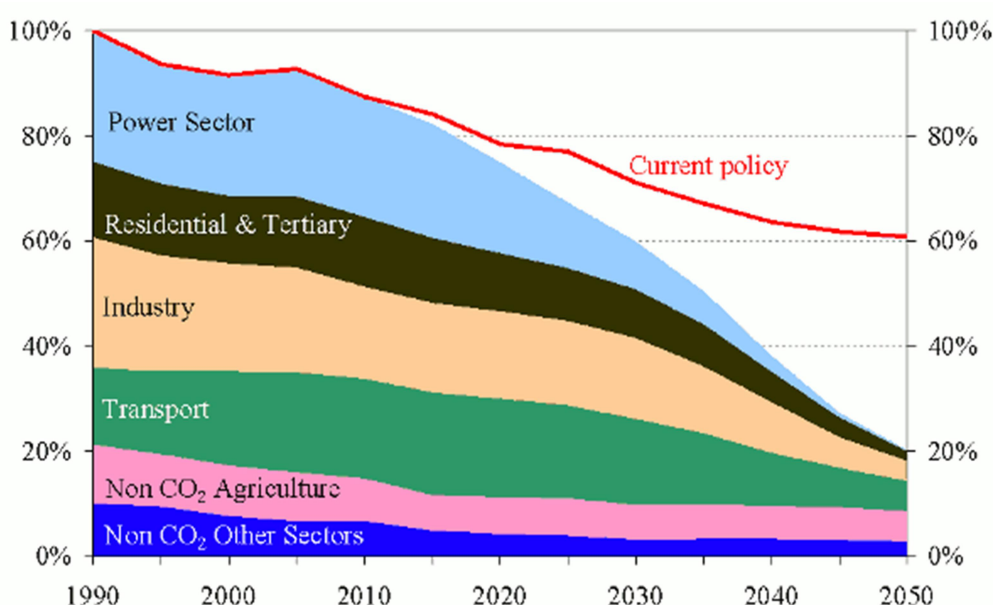
Mezinárodní organizací pro normalizaci (International Organization for Standardization = ISO) byla v roce 1997 ustanovena komise ISO TC59 (Výstavba budov) a podkomise SC 17 (Udržitelnost v pozemním stavitelství), které zpracovávají standardizaci v oblasti udržitelnosti zastavěného prostředí. Práci provádí pět pracovních skupin:

- WG 1: Obecné zásady a terminologie,
- WG 2: Ukazatele udržitelnosti,
- WG 3: Prohlášení na ochranu životního prostředí stavebních výrobků,
- WG 4: Rámec pro posuzování ekologické náročnosti budov,
- WG 5: Indikátory udržitelnosti pro inženýrské stavby.

Tyto skupiny vyvinuly čtyři důležité normy týkající se udržitelnosti budov: ISO 15392:2008, ISO 21931-1:2010, ISO 21929-1:2011 a ISO 16745:2015. [16]

Na evropské úrovni byla v roce 2002 vydána směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2002/91/EC, roku 2010 byla nahrazena směrnicí 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov. Pro její implementaci byla vydána řada evropských norem, např. mEN 15232 Energetická náročnost budov – vliv automatizace, řízení a správy budov. V České republice byla směrnice implementována zákonem č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhláškou 148/2007, o energetické náročnosti budov. [17]

V politice energetické účinnosti EU jsou budovy klíčovým prvkem, protože téměř 40 % konečné spotřeby energie a 36 % emisí skleníkových plynů připadá na domy, kanceláře, obchody a jiné budovy. Zlepšování energetické účinnosti budov v Evropě má zásadní význam nejen pro dosažení cílů EU pro rok 2020, ale také z hlediska dlouhodobých cílů naší strategie v oblasti klimatu stanovených v plánu přechodu na nízkouhlíkové hospodářství do roku 2050.



Obrázek 1 – Plán Evropské komise do roku 2050

Směrnice 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov (EPBD), je hlavním legislativním nástrojem na úrovni EU pro zvýšení energetické účinnosti budov. Klíčovým prvkem EPBD, zejména pro dosažení těchto dlouhodobých cílů, jsou požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Budovou s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB) se rozumí budova, jejíž energetická náročnost je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí.

Členské státy proto musí zajistit, aby:

- a) do 31. prosince 2020 všechny nové budovy byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie,
- b) po dni 31. prosince 2018 nové budovy užívané a vlastněné orgány veřejné moci byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie.

Souběžně s tím Evropský výbor pro normalizaci (CEN) pracuje (na základě mandátu Evropské komise) na zajištění jednotné metody hodnocení udržitelnosti budov. Jeho technický výbor udržitelnosti stavebních prací CEN/TC 350 vyprodukoval normy EN 15643-1, EN 15643-2, EN 15643-3, EN 15643-4, EN 15978 a prEN 16309 pokrývající všechny tři pilíře udržitelného rozvoje. [18]

Viz příloha č. 7.2 Pracovní program CEN/TC 350

V České republice v současné době probíhá schválení definice NZEB. Vyhláška o energetické náročnosti budov bude obsahovat definici s pevně stanoveným podílem spotřeby energie, který musí být pokryt z obnovitelných zdrojů energie.

Česká republika také zdůraznila příkladnou úlohu veřejného sektoru prostřednictvím zavedení konkrétních průběžných cílů pro veřejné budovy. V roce 2016 budou všechny veřejné budovy větší než 1 500 m² NZEB a v roce 2017 budou všechny veřejné budovy větší než 350 m² NZEB. Všechny nové budovy větší než 1 500 m² budou NZEB v roce 2018. Všechny nové budovy větší než 350 m² budou NZEB v roce 2019. Od roku 2020 bude 14 000 až 22 000 nových obytných budov NZEB. [19]

Cíle pro jednotlivé státy berou v úvahu jejich různé výchozí body, potenciál obnovitelných zdrojů a ekonomickou výkonnost. Nejvyšší podíl energie z obnovitelných zdrojů je ve Švédsku, Lotyšsku, Finsku a Rakousku.

Viz příloha č. 7.3 Podíl energie z obnovitelných zdrojů

2.5 Obnovitelné zdroje energie

„The Sun does not realise how wonderful it is until after a room is made.“
(Louis Kahn)

Spotřeba u budov s téměř nulovou spotřebou energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí.

Obnovitelné zdroje energie sestávají ze solární a fotovoltaické energie, vodní energie (včetně přílivové, vlnové a oceánské energie), větru, kinetické energie soustavy Země–Měsíc (přeměněné na energii přílivu), geotermální energie a biomasy (včetně biologického odpadu a kapalných biopaliv). Energie z obnovitelných zdrojů dodaná konečnému spotřebiteli (v průmyslu, dopravě, domácnosti, službách včetně veřejných služeb, zemědělství, lesnictví a rybolovu) je čitatelem evropského cíle pro rok 2020. Jmenovatel, hrubá konečná spotřeba energie všech energetických zdrojů, pokrývá celkovou energii dodanou k energetickým účelům konečným spotřebitelům i přenosové a distribuční ztráty elektřiny a tepla.

Většina obnovitelných zdrojů energie má svůj původ v energii slunečního záření. Obnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje, jež se přirozeně obnovují v průběhu svého využívání. Jedná se o energetické toky, které se přirozeně vyskytují v blízkosti zemského povrchu, a zásoby, které se obnovují alespoň tak rychle, jak jsou spotřebovávány. [20]

Ve své disertační práci jsem se soustředila na energii slunečního záření, které má v architektuře největší využití. Sluneční energie se přímo přeměňuje technickým zařízením na energii elektrickou (fotovoltaickým článkem) nebo na energii tepelnou (kolektorem vzduchovým či kapalinovým).

Sluneční energie může být přeměněna i na další formu. Energie předtím vázaná v živých organismech (většinou ve formě sloučenin uhlíku, například ve dřevě, olejnatých rostlinách či v obilí) se nazývá bionergie. Vodní energie je vázána do potenciální energie vody. Pokud se tato energie přemění na kinetickou energii vzdušných mas, jedná se o větrnou energii. Větrná energie může uvést do pohybu vodu na hladinách oceánů. Tuto energii nazýváme energií vln.

Slunečními paprsky dopadne na povrch Země přibližně 1 kW/m² energie. Sluneční záření lze u budov využívat pasivně i aktivně. Pasivním využitím se zabývá solární architektura. Ta zkoumá, jak stavět domy, aby v zimě zachycovaly co nejvíce sluneční energie a získané teplo si co nejlépe zachovaly. V létě je zase nutné, aby se dům nepřehříval.

Aktivně využívat sluneční záření lze pomocí technických zařízení, ve kterých se sluneční záření přeměnilo na jinou formu energie.

Fotovoltaická zařízení

Sluneční záření je zdrojem většiny energie, kterou máme k dispozici. Výrobní cena této technologie neustále klesá. Za posledních 30 let klesly náklady na kilowatthodinu vyrobenou z fotovoltaických zařízení téměř desetkrát. Naproti tomu cena elektřiny ze sítě v této době několikanásobně vzrostla. Předpokládá se, že v roce 2030 bude elektřina z fotovoltaiky stejně drahá jako z konvenčních zdrojů.

Solárně termické kolektory

Potenciál solární energie je z perspektivy současných potřeb nevyčerpatelný. Na území ČR dopadá stokrát více energie, než je současná spotřeba primárních energetických zdrojů. Sluneční záření lze přeměňovat přímo na elektřinu (pomocí fotovoltaických zařízení) nebo na teplo. [21]

Viz příloha č. 7.4 Obnovitelné zdroje energie

Spotřeba elektrické energie v domácnostech

V minulosti platilo, že nejvíce energie v domácnosti se spotřebuje na vytápění a na ohřev užitkové vody. To stále ještě ve většině případů platí, ale v posledních letech se rozdíl mezi spotřebou energie na vytápění a ohřev vody a spotřebou energie na provoz elektrických spotřebičů v domácnosti snižuje. Je to zčásti dáno tím, že nové nebo při rekonstrukci zateplené domy mají často poloviční nebo třetinové tepelné ztráty, zatímco účinnost domácích spotřebičů roste jen pomalu a navíc spotřebičů v domácnostech stále ještě znatelně přibývá. Výsledkem je, že přibývá domácností, kde se za elektřinu na běžný provoz platí ročně téměř stejně jako za vytápění.

Viz příloha č. 7.5 Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech

2.6 Historie využití sluneční energie v architektuře

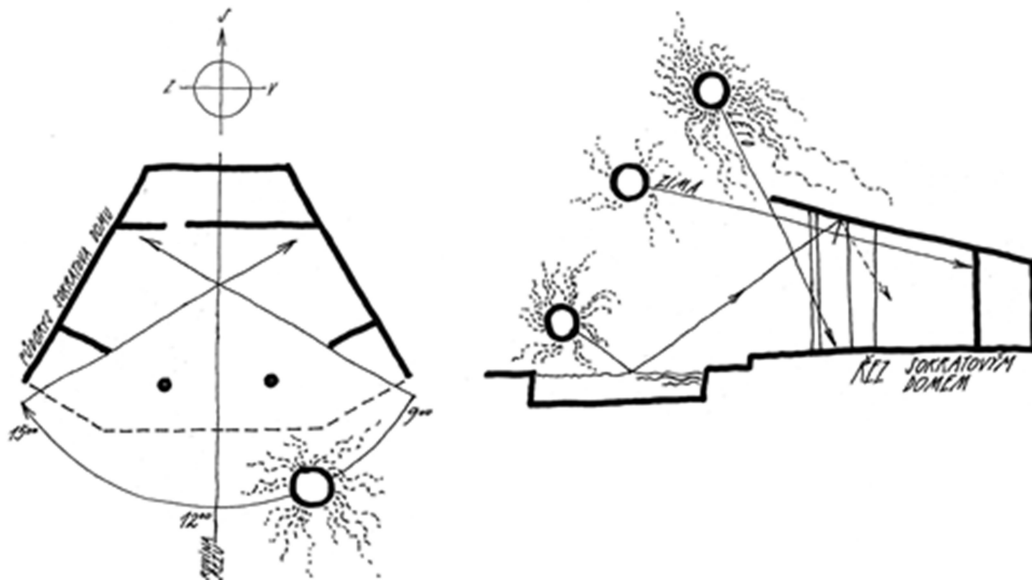
„Good design is determined at the interface or cusp between human needs and nature's needs, and is determined by the translatability between these two worlds.“
(Pliny Fisk III)

2.6.1 Starověk

Existují důkazy, že starověké kultury využívaly při výstavbě obytných domů sluneční orientaci, akumulaci tepelné energie a přirozené větrání. S plně vyvinutou solární architekturou se setkáváme nejdříve u Řeků a Číňanů, kteří orientovali své budovy směrem k jihu, aby měli dostatek světla a tepla. [22]

Téměř před dvěma a půl tisíci lety starověký řecký filozof Aischylos napsal, že znalost domů otočených k zimnímu slunci chybí jen primitivům a barbarům.

Sokratův žák Xenofón popsal Sokratův dům tak, že díky nízkému postavení slunce v zimním období bude prosluněn dům otočený k jihu. V letním období, kdy se slunce pohybuje přímo nad našimi hlavami, poskytne stříška nad okny domu příjemný stín. Tvarové řešení vychází ze znalostí geometrie slunečních paprsků. Jižní průčelí domu je navrženo výše, aby se lépe využívaly paprsky zimního slunce, a severní průčelí níže z důvodu ochrany před zimními větry. Jádru domu je od exteriéru odděleno nárazovými tepelnými zónami: na jihu předsíní a na severu skladovacím prostorem. Sklon střechy je v takovém úhlu, aby umožňoval pronikání zimních slunečních paprsků do celé hloubky dispozice domu a zabezpečoval tak vyhřívání domu. Střecha skloněná na sever zároveň zvyšuje odraz záření. Vysunutí střechy a hloubky jižní předsíně zamezují vnikání letních slunečních paprsků do interiéru a zabraňují jeho přehřívání. [23]



Obrázek 2 – Sokratův dům [75]

Příkladem využití sluneční energie jsou také římské lázně, které od prvního do čtvrtého století našeho letopočtu měly velká jižně orientovaná zasklená okna umožňující vstup slunečního tepla. [24]

2.6.2 Moderní dějiny

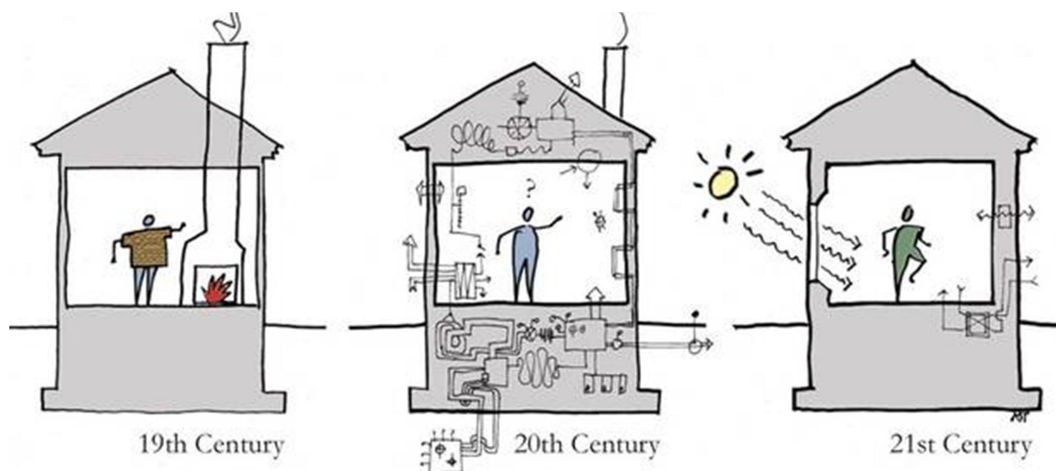
Historie aktivního využití energie v architektuře

Solární kolektor byl vynalezen v roce 1767 švýcarským vědcem Horacem de Saussure. Za objevitele fotoelektrického jevu (nesprávně označovaného jako fotovoltaický jev) je

považován francouzský fyzik Antoine César Becquerel. Fotoelektrický (fotovoltaický) jev popsal v roce 1839 při pokusu s elektrodami ponořenými do elektrolytu. [25]

Fotoelektrický jev fyzikálně popsal ve svém díle v roce 1905 Albert Einstein. V roce 1921 za něj získal Nobelovu cenu za fyziku. Solární články si nechal v roce 1946 patentovat americký inženýr Russell Shoemaker Ohl, který pracoval na výzkumu materiálů pro telekomunikační firmu AT&T Bell Laboratories, kde byl také roku 1954 vynálezci Geraldem Pearsonem, Darylem Chapinem a Calvinem Fullerem vyroben první solární článek založený na monokrystalickém křemíku s účinností cca 6 %. Primárním impulsem pro rozvoj fotovoltaiky byl nástup kosmonautiky, kdy solární články začaly sloužit jako zdroj energie pro vesmírné družice. První družicí, jejíž solární články napájely po sedm let jeden z jejích vysílačů, byla v roce 1958 americká družice Vanguard I. [26]

Historie pasivního využití energie v architektuře



Obrázek 3 – Pasivní dům – ilustrováno od Albert, Righter and Tittmann Architects [32]

Pasivní domy byly stavěny odjakživa. Po celém světě platilo, že pokud je stavba postavena kvalitně, nepotřebuje žádný dodatečný zdroj vytápění či chlazení. Pasivní domy nebyly nikým vynalezeny, spíše byly znovuobjeveny způsoby jejich fungování.

George Fred Keck byl ve 30. a 40. letech 20. století průkopnický architekt pasivních solárních domů. V roce 1933 na výstavě Století pokroku v Chicagu navrhl celoskleněný „House of Tomorrow“. Během slunečných zimních dnů bylo uvnitř domu teplo, a to i před instalací kotle. V návaznosti na tento projekt se architekt postupně snažil do svých návrhů začleňovat okna orientovaná na jih. V roce 1940 navrhl v Glenview v Illinois pro realitního developera Howarda Sloana pasivní solární dům. „The Sloan House“ byl nazýván „solární dům“. Jedná se o první moderní použití tohoto pojmu.

Howard Sloan poté postavil mnoho pasivních solárních domů a jeho propagační úsilí přispělo v roce 1940 k výraznému rozvoji staveb solárních domů.

Architekt Frank Lloyd Wright také používal v některých ze svých návrhů pasivní solární principy. Nejvíce byly patrné v „Jacob’s House“, postaveném v roce 1944 ve Wisconsinu, který byl také znám jako „Solar Hemicycle“ nebo „Solar Hemicyclo“. [27]

Zájem o pasivní solární navrhování budov byl výrazně podnícen v roce 1973 během ropné krize. [28] V roce 1977 vzniklo Ministerstvo energetiky USA (United States Department of Energy, DOE). V roce 1979 prezident Carter nechal instalovat solární panely na střechu Bílého domu. [29]

Viz příloha č. 7.6 Sluneční energie – dlouhodobé scénáře

2.7 Sluneční záření a jeho využitelnost

Množství energie, které lze získat ze slunečního záření, záleží na následujících faktorech:

1. Zeměpisná šířka

Možnosti využití slunečního záření jsou závislé především na době slunečního záření, která se uvádí jako průměrná hodnota za určité časové období, nejčastěji za rok. Tato hodnota činí v ČR zhruba 1500 hodin ročně. Druhým faktorem je intenzita slunečního záření, jejíž hodnota představuje množství sluneční energie, které dopadne na jednotku vodorovné plochy za určité časové období. V ČR je tato hodnota mezi 950 a 1250 kWh/m² za rok.

2. Roční doba

V období mimo topnou sezónu dopadá v České republice až 75 % ročního množství solární energie, na zbytek roku, tedy asi na 7 měsíců, připadá pak jen 25 % energie.

3. Místní klima, oblačnost

Oblačnost zmenšuje množství přímého záření.

4. Sklon orientace plochy, na niž sluneční záření dopadá

Optimální je natáčet zařízení za sluncem tak, aby paprsky dopadaly stále kolmo. V praxi se to dělá spíše výjimečně. Pro 50. stupeň severní či jižní šířky se zpravidla solární kolektory nebo fotovoltaické články osazují se sklonem přibližně 45° k jihu, což zaručuje dobrý celoroční zisk. Pokud chceme zvýšit zisk v zimním období, můžeme zvýšit sklon na 60°. Pro zvýšení zisku v letním období lze použít sklon kolem 30°. [30]

Viz příloha č. 7.7 Sluneční záření

Existuje celá řada faktorů, které ovlivňují praktickou využitelnost slunečního záření; nejvýznamnější jsou následující tři:

1. Účinnost systémů, kterými energii zachycujeme a přeměňujeme, je vždy menší než 100 %. V případě ohřevu teplé vody bývá průměrná účinnost kolektorů kolem 30–40 %, u fotovoltaických článků je zpravidla průměrná účinnost jen něco málo přes 10 %. Vývoj jde v tomto směru dopředu a již se testují fotovoltaické panely až se 40% účinností.
2. Existuje nepoměr mezi momentální nabídkou solární energie a okamžitou potřebou. Nejvíce energie na topení například potřebujeme za dlouhých zimních nocí, ale největší nabídka solární energie je v horkém létě. Zčásti se to dá řešit nějakým druhem akumulace.
3. Solární energie má poměrně malou plošnou hustotu, a tak rozměry zařízení pro její využití musí být úměrně velké. Proto je většina solárních systémů i relativně finančně náročná. Limitujícím faktorem je tedy doba návratnosti investice. [30]

Pokud chceme využívat sluneční energii, je potřeba k tomu účelu přizpůsobit návrh budovy. Jak je vidět na následujícím obrázku, plánované využití sluneční energie ovlivní návrh domu.

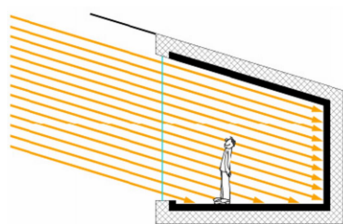


Fig. 1 Passive Solar Use

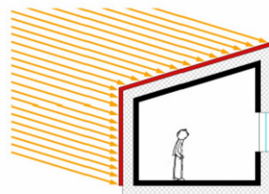


Fig. 2 Thermal Active Solar

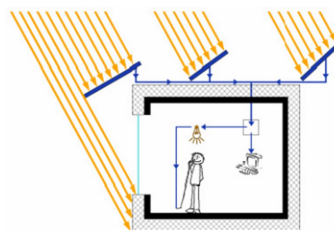


Fig. 3 Photovoltaic

Obrázek 4 – Využití sluneční energie a její vliv na architekturu [74]

2.7.1 Pasivní využití sluneční energie

Jedná se o principy tzv. solární architektury, které vedou k úsporám energie. Hlavními prvky pasivního solárního designu jsou správná orientace budovy, správné velikosti a umístění prosklených ploch, provedení stínění ke snížení letních tepelných zisků a tepelných ztrát v zimě, dosažení maximálního objemu stavby za minimálního povrchu obvodových stěn, důkladná tepelná izolace, zajištění zimních tepelných zisků a správné dimenzování zásobníků tepelné energie.

System s přímým ziskem tepelné energie

Ohřívání místností není nic nového, již ve starověku lidé stavěli domy tak, aby sluneční záření maximálně využili. Ve starověkém Řecku byl vyvinut typ domu zvaný „Sokratův dům“, který byl otevřen nízkému zimnímu slunci a byl dobře chráněn od severu. Hlavní prostory domu jsou situovány na jih a pomocné, komunikační a skladovací prostory k severu, kde tvoří „nárazníkovou“ zónu. K jihu je obrácena největší plocha oken, na

východ a na západ jsou obráceny co nejmenší plochy a na sever žádné transparentní plochy oken situovány nejsou. Zároveň jsou všechny transparentní plochy oken stíněny v souladu s pohybem slunce. [30]

Energetický skleník

Energetický skleník je prosklená konstrukce k vyhřívání a chlazení budovy za pomoci sluneční energie. Je založena na principu skleníkového efektu.

Trombeho stěna

Obvykle má Trombeho stěna podobu černé jižní zdi, před kterou je energetický skleník. Vzniklé teplo se částečně akumuluje, částečně předá vzduchu mezi sklem a zdí. Ohřátý vzduch pak přirozeným způsobem cirkuluje do místnosti, s kterou je prostor propojen průduchy u podlahy a u stropu. Během noci jsou průduchy uzavřeny a je předáváno pouze teplo naakumulované zdí. [31]

2.7.2 Aktivní využití sluneční energie

Aktivní solární systémy jsou technická zařízení, která zachycují, akumuluji a předávají teplo ze sluneční energie. Pro aktivní využití solární energie slouží termické a fotovoltaické kolektory. Termické kolektory slouží k ohřevu vody nebo vzduchu. Fotovoltaické kolektory pomocí tzv. fotovoltaického jevu přeměňují sluneční záření na elektrickou energii.

V zásadě se v praxi setkáváme se dvěma základními systémy, respektive způsoby provozu solárních fotovoltaických systémů:

1. Hybridní systém – ostrovní provoz (jedná se o autonomní systémy neboli systémy off-grid)

Jde o autonomní systém zajišťující dodávku elektřiny bez připojení k rozvodné síti. Takový systém je vybaven akumulátory, které uloží energii na dobu, kdy nesvítí slunce. Pro provozování hybridního fotovoltaického systému není nutné žádné povolení distribuční společnosti, protože hybridní systém nijak neovlivňuje vnější síť.

2. Síťový provoz (on-grid)

Jde o systém připojený na rozvodnou síť. Tento systém nepotřebuje akumulátor, protože vyrobený proud je průběžně dodáván do elektrické sítě přes měnič (inventor), který vytvoří ze stejnosměrného napětí 12V nebo 24V střídavé napětí o frekvenci 50 Hz a napětí 230 V. [30]

Viz příloha č. 7.8 Instalovaný výkon v systémech off-grid a on-grid (Grid-Connected) v zemích OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)

Co se týká výtěžnosti, nejlepším způsobem pro uchycení fotovoltaických panelů jsou polohovatelné systémy, tzv. trackery. Tracker se automaticky otáčí a naklání panely ke slunci dle jeho astronomické dráhy a umožňuje tedy maximální výkon. Nevýhodou ovšem zůstávají zvýšené počáteční náklady, vlastní spotřeba systému a nutná údržba.

Fotovoltaické panely vyrábějí pouze stejnosměrný proud, který je nutno změnit na proud střídavý, aby bylo možno připojit elektrárnu do elektrické rozvodné sítě. Zařízení umožňující tuto přeměnu se nazývá měnič nebo tzv. invertor. [33]

3 Hodnocení udržitelné architektury

„Země je kosmická loď, která je tak dobře navržena, že umožňuje regeneraci života i přes fenomén entropie, když všechny uzavřené systémy ztrácejí energii. Je proto paradoxní, že tento unikátní systém neustále zneužíváme a znečišťujeme. K vesmírné lodi Zemi jsme nedostali žádný návod k obsluze a údržbě.“ (Buckminster Fuller)

3.1 Vývoj

Již v 70. letech 20. století se lidé začali zabývat tím, jak by měl zelený dům vypadat. Objevily se první pokusy, jak stavby hodnotit komplexně a docílit toho, aby byly stavěny budovy úsporné a šetrné k životnímu prostředí. Tyto multikriteriální hodnotící metody nazýváme certifikační systémy. Do dnešní doby jich vzniklo několik desítek.

Ačkoliv myšlenky zelené architektury přicházejí do České republiky teprve v posledních letech, již zhruba od začátku tisíciletí je znatelný trend rozšiřování problematiky zelené výstavby.

Mezi první stavby, které v České republice získaly ocenění, patří ostravská administrativní budova Nordica Ostrava, jež v roce 2008 obdržela certifikát GBTool. Banka ČSOB pro své ústředí v Praze Radlicích získala ve stejném roce americký certifikát LEED. V současné době je v ČR certifikováno již mnoho staveb, až na výjimky se jedná o budovy administrativní. V současnosti probíhá v odborných kruzích diskuse, která metoda by se mohla stát regionálně uznávanou.



Obrázek 5 – Administrativní budova Nordica Ostrava [70]



Obrázek 6 – Budova Československé obchodní banky v Radlicích [71]

3.2 Charakteristiky certifikačních nástrojů

Ivan Rynda charakterizuje trvale udržitelný rozvoj jako komplexní soubor strategií, které umožňují pomocí ekonomických nástrojů a technologií uspokojovat sociální potřeby lidí, materiální i duchovní, při plném respektování environmentálních limitů. Aby to bylo v globálním měřítku možné, je nutné nově redefinovat na lokální, regionální i globální úrovni jejich instituce a procesy. [7] V rámci principu udržitelného rozvoje se tedy nelze jen spokojit s energetickou bilancí budov – průkazem energetické náročnosti budov. Komplexní přístup k hodnocení architektury se označuje jako tzv. multikriteriální hodnocení.

Jednotlivé certifikační metodiky posuzují budovy pomocí indikátorů a parametrů a definují kritéria, podle kterých lze získané výsledky vyhodnotit. Snaha jednotlivé budovy mezi sebou porovnávat vede ke stále se zvyšujícímu počtu sledovaných kritérií. Proto vznikají celé řady systémů hodnocení budov. V současné době existuje ve světě mnoho certifikačních nástrojů a téměř v každém státě se používá odlišná hodnotící metodika. V některých státech se setkáme dokonce s několika druhy certifikace, které si vzájemně konkurují nebo se doplňují (každá certifikace se soustředí na jiný druh budov).

Situace je tedy poměrně nepřehledná a nic nenasvědčuje vůli ke sjednocení hodnotících nástrojů. Certifikátů a metodik pro posouzení udržitelnosti budov jsou skoro dvě desítky. Mezi nejpoužívanější patří americký LEED, kterým se pyšní přes 3100 budov [34], britský BREEAM, který má po světě přibližně 260 000 certifikovaných budov

[35], či německý DGNB, který má 990 certifikovaných budov [36]. Uvedené počty budov se vztahují k roku 2016. V České republice se nejvíce používají tyto systémy: LEED, BREEAM, DGNB a SBToolCZ.

Tabulka 2 – Výběr certifikací

NÁSTROJ	ZEMĚ	STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA
LEED	USA	LEED v4 for Building Design and Construction posuzuje budovy v sedmi kategoriích
SBTool	Španělsko Portugalsko Itálie	hodnotí budovy z hlediska sedmi základních skupin kritérií
SBToolCZ	Česká republika	hodnocení zahrnuje tři základní oblasti: environmentální (životní prostředí), sociální kritéria (sociálně-kulturní) a kritérium ekonomiky a managementu. Tyto jsou doplněny o čtvrtou skupinu kritérií týkajících se lokality budovy.
BREEAM	Velká Británie	hodnotí budovy podle devíti kategorií a desáté doplňkové kategorie s názvem inovace; podle výsledného naváhování je budova zařazena do jedné z pěti kategorií
Green Star	Austrálie	hodnotí budovy podle čtyř základních kritérií
DGNB	Německo	hodnotí kritéria ekologické kvality, ekonomické kvality, funkčnost a sociální aspekty, technickou kvalitu, polohu a kvalitu procesu výstavby
PromisE	Finsko	zahrnuje čtyři základní oblasti: lidské zdraví, přírodní zdroje, ekologické důsledky a rizikový environmentální management
ESCALE	Francie	hodnocení je vztaženo k hodnotám běžná praxe, lepší praxe a horší praxe

3.2.1 LEED

Hodnoticí systém LEED (Leadership in Energy and Environment Design) byl vytvořen americkou společností U.S. Green Building Council (USGBC) – v překladu Americká rada pro šetrné budovy. Vznik certifikace v roce 1998 byl podpořen americkou vládou s cílem vytvořit jednotný standard pro zlepšení kvality vládních budov.

LEED je nástroj na hodnocení udržitelnosti komerčních budov, budov institucí, hotelů, školských staveb, zdravotnických staveb a staveb pro bydlení. Federální instituce General Service Administration (jeden z největších vlastníků nemovitostí v USA) požaduje, aby všechny nově stavěné budovy byly touto metodou hodnoceny a dosáhly alespoň stříbrného certifikátu. Metodikou LEED lze hodnotit budovy ve fázi návrhu i výstavby, stávající budovy za běžného provozu, interiéry budovy a městské prostory menšího rozsahu.

LEED je názorný příklad toho, proč je třeba přizpůsobovat certifikáty konkrétním podmínkám. Body v něm lze získat za použití místních materiálů. Za ně se považuje materiál dovezený až z 500 km, což v případě České republiky znamená body za dovoz třeba z Francie. Vzhledem k velikosti USA a několika zeměpisným pásmům, na kterých se Spojené státy americké rozléhají, jsou takové velké vzdálenosti daleko pochopitelnější.

„LEED v4 for Building Design and Construction“ posuzuje budovy v sedmi kategoriích.

Tabulka 3 – Hodnocení LEED v4 for Building Design and Construction [34]

KRITÉRIUM	MAXIMÁLNÍ POČET BODŮ
Udržitelný rozvoj lokality	10
Hospodaření s vodou	11
Energie a ovzduší	33
Materiály a zdroje	13
Kvalita vnitřního prostředí	16
Inovace	6
Regionální priorita	4

HODNOCENÍ	CELKEM BODŮ
Budova certifikována	40–49
Stříbrný certifikát	50–59
Zlatý certifikát	60–79
Platinový certifikát	80–110

3.2.2 BREEAM

BREEAM (BRE's Environmental Assessment Method) byl vyvinut britskou společností BRE (Building Research Establishment) a byl prvním certifikačním nástrojem. Jedná se

o světově nejrozšířenější systém hodnocení vlivu staveb na životní prostředí. Od založení v roce 1990 již více než 260 000 staveb získalo certifikát BREEAM a přes milion projektů je zaregistrováno. Ve Velké Británii, Nizozemsku, Španělsku, Norsku, Švédsku a v Německu je zavedena specifická národní verze této certifikace. Školený odborník (BREEAM Assessor) provádí administrativně náročný proces hodnocení. V průběhu procesu certifikace poskytuje projekčnímu týmu odborné konzultace ohledně udržitelné výstavby.

„BREEAM UK New Construction (2014)“ se skládá z 51 individuálních kritérií rozložených do devíti kategorií a desáté doplňkové kategorie s názvem inovace.

Tabulka 4 – BREEAM UK New Construction (2014) [35]

KRITÉRIUM	VÁHA
Energie	15 %
Doprava	9 %
Nakládání s odpady	8,5 %
Management	12 %
Zdraví a kvalita vnitřního prostředí	15 %
Použité materiály	13,5 %
Hospodaření s vodou	7 %
Využití území a ekologie	10 %
Znečišťování životního prostředí	10 %
Inovace	10 %

HODNOCENÍ BUDOVY	STAV V PROCENTECH
Neklasifikováno	< 30
Vyhověla	≥ 30
Dobrá	≥ 45
Velmi dobrá	≥ 55
Výborná	≥ 70
Vyjímečná	≥ 85

3.2.3 DGNB

Certifikace DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), v překladu Německá rada pro šetrné budovy, byla vyvinuta ve spolupráci s Ministerstvem dopravy, výstavby a rozvoje měst Spolkové republiky Německo.

Body projektu udělí auditor (vyškolený DGNB) pro každé kritérium zvlášť. Podle vah jednotlivých kritérií se dohromady udělí hodnocení pro celou budovu a šest tematických oblastí. Hodnocení vypovídá o míře naplnění jednotlivých požadavků. Pokud jsou například požadavky splněny z 50 %, budova obdrží stříbrný certifikát. Jelikož je cílem podporovat komplexní kvalitu budov, v každé oblasti musí být splněna určitá minimální úroveň pro dosažení certifikátu.

Certifikace pro novostavby kanceláří a administrativních budov se skládá ze 49 kritérií. 43 kritérií se vztahuje ke kvalitě budovy a jsou rozdělena do pěti skupin kvality. Zbývající šestá oblast hodnocení popisuje kvalitu lokality. Hodnocení oblasti lokalita není zahrnuto ve finálním hodnocení, ale je uváděno zvlášť.

Tabulka 5 – Hodnocení DGNB [36]

KRITÉRIUM	VÁHA
Ekologické	22,5 %
Ekonomické	22,5 %
Sociálně-kulturní	22,5 %
Technické	22,5 %
Kvalita výstavby	10 %
Lokalita	

PROCENTUÁLNÍ ZISK	HODNOCENÍ
Od 35 %	Bronzový
Od 50 %	Stříbrný
Od 65 %	Zlatý
Od 80 %	Platinový

3.2.4 SBToolCZ

SBToolCZ (Sustainable Building Tool) je český certifikační nástroj pro vyjádření úrovně kvality budov, a to v souladu s principy udržitelné výstavby. SBToolCZ je založen na obecném mezinárodním schématu SBTool, které vyvíjí organizace International

Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE). Je to mezinárodní nezisková organizace, jejímž cílem je usnadnit a podpořit přijetí metod a nástrojů přispívajících k celosvětovému udržitelnému prostředí.

Proces certifikace byl oficiálně představen a uveden do provozu na mezinárodní konferenci CESB10 v červnu 2010. Pozitiva certifikace SBToolCZ spočívají ve zpracování dat ve standardu zavedeném pro Českou republiku. Tato certifikace plně respektuje místní klimatické, stavební a legislativní poměry. Multikriteriální vyhodnocení kritérií je podloženo panelem expertů. Na základě obdržené počtu bodů se stanovuje výsledná úroveň kvality.

Hodnocení zahrnuje tři základní oblasti: environmentální (životní prostředí), sociální kritéria (sociálně-kulturní) a kritérium ekonomiky a managementu. Tyto jsou doplněny o čtvrtou skupinu kritérií týkajících se lokality budovy, která se sice hodnotí a výsledek se prezentuje, ale nevstupuje do výsledného certifikátu kvality. Každé kritérium je dle předepsaného algoritmu vyhodnoceno a pomocí kritériálních mezí (tzv. benchmarků) se tato hodnota normalizuje na jednotnou stupnici, což znamená, že se hodnota indikátoru předmětného kritéria převede na stupnici 0 až +10. Tato stupnice má následující význam:

Interval 0 až 4 - hodnota indikátoru odpovídá stavu obvyklému v ČR nebo splnění legislativních či normativních požadavků (pokud jsou nadefinovány). Tento stav lze nazvat standardem.

Interval 4 až 6 - hodnota indikátoru koresponduje s nadstandardní (dobrou) kvalitou.

Interval 6 až 8 - hodnota indikátoru odpovídá vysoké kvalitě.

Interval 8 až 10 - hodnota indikátoru odpovídá nejvyšší (nejlepší) kvalitě, v některých případech také dosažení BAT (tedy nejlepších dostupných technologií) nebo cíleně nastavenému trendu v oblasti udržitelné výstavby.

Výsledné body ze všech kritérií se následně přenásobí váhami, vážené body jednotlivých kritérií se sečtou a dospěje se tak k celkovému výsledku (opět v rozsahu 0 až 10), jehož hodnota reprezentuje úroveň kvality předmětné budovy.

Rozsah kritérií se liší podle typu budovy (obytné budovy, administrativní budovy) a fáze posuzovaného životního cyklu (návrh a provoz budovy). U bytových staveb se hodnotí 33 kritérií, u administrativních budov celkem 39.

Tabulka 6 – Hodnocení SbToolCZ pro administrativní budovy [37]

KRITÉRIUM	VÁHA
E.01 Spotřeba primární energie	11,4 %
E.02 Potenciál globálního oteplování	8,3 %
E.03 Potenciál okyselování prostředí	2,5 %
E.04 Potenciál eutrofizace prostředí	1,7 %

E.05 Potenciál ničení ozonové vrstvy	2,7 %
E.06 Potenciál tvorby přízemního ozonu	1,8 %
E.07 Využití zeleně na budově a pozemku	2,8 %
E.08 Spotřeba pitné vody	2,1 %
E.09 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě	4,6 %
E.10 Použití certifikovaných materiálů	2,6 %
E.11 Využití půdy	3,6 %
E.12 Zachycení dešťové vody	2,2 %
E.13 Výroba obnovitelné energie	2,1 %
E.14 Chlazení	1,9 %
S.01 Vizualní komfort	2,2 %
S.02 Akustický komfort	2,5 %
S.03 Tepelná pohoda v letním období	2,5 %
S.04 Tepelná pohoda v zimním období	2,1 %
S.05 Zeleň v interiéru	0,7 %
S.06 Pozitivní stimulace vnitřním prostředím	1,8 %
S.07 Bezbariérový přístup	2,4 %
S.08 Flexibilita využití budovy	2,2 %
S.09 Prostorová efektivita	2,1 %
S.10 Využití exteriéru budovy	1,1 %
S.11 Zdravotní nezávadnost materiálů	4,9 %
S.12 Kvalita vnitřního vzduchu	3,3 %
S.13 Zapojení do veřejného prostoru	2,2 %
S.14 Doprava	2,6 %
S.15 Bezpečnost v budově	2,0 %
C.01 Náklady životního cyklu	5,1 %
C.02 Facility management	4,3 %
C.03 Zajištění prováděcí a provozní dokumentace	2,1 %
C.04 Management tříděného odpadu	3,5 %

L.01 Dostupnost veřejných míst pro relaxaci	
L.02 Dostupnost služeb	
L.03 Dostupnost veřejné dopravy	
L.04 Živelná rizika	
L.05 Biodiverzita	
L.06 Bezpečnost budovy a okolí	

HODNOCENÍ	POTŘEBNÝ POČET BODŮ
Budova certifikována	0–40 % bodů
Bronzový certifikát kvality	40–60 % bodů
Stříbrný certifikát kvality	60–80 % bodů
Zlatý certifikát kvality	Nad 80 %

3.2.5 CESBA

CESBA je zkratkou pro Common European Sustainable Building Assessment (Společné evropské hodnocení udržitelných budov). Vznikla v roce 2011 a představuje kolektivní evropskou zespojující iniciativu pro harmonizované a holistické hodnocení budov. Protože se v Evropě nachází celá škála stavebních kultur, harmonizovaný systém hodnocení budov musí brát ohled na regionální podmínky a potřeby. CESBA proto slouží jako nástroj umožňující takovou regionální rozmanitost.

V rámci vysokého počtu odlišných systémů hodnocení budov se používají různé indikátory. Z toho důvodu není možné tyto systémy hodnocení porovnávat. Jako součást projektu CEC5 byly vyvinuty indikátory nástrojů CESBA a byla provedena modelová hodnocení.

V rámci CESBA se v současnosti identifikují společná kritéria nazývaná Klíčové indikátory výkonnosti. Klíčové indikátory výkonnosti by se měly stát společným evropským základem pro hodnocení udržitelnosti budov. Jejich přijetí regionálními nebo státními systémy hodnocení umožní komunikaci mezi zúčastněnými stranami, stejně jako porovnatelnost výsledků. Indikátory jsou organizovány dle oblastí: stavba, kvalita procesu a tři aspekty udržitelnosti, tj. ekologická, společenská a ekonomická kvalita. [38]

3.2.6 DQI

DQI je zkratkou pro Design quality indicator. Vývoj DQI byl zahájen Radou pro stavební průmysl (Construction Industry Council) z Velké Británie v roce 1999. Nástroj byl spuštěn jako online zdroj pro Velkou Británii na podzim 2003. [39]

Jedná se o sadu indikátorů pro měření, hodnocení a zlepšování kvality designu stavby. DQI je nástroj pro vyhodnocení celého projektu. DQI umožňuje, aby různé složky hodnocení kvality stavby byly měřeny dohromady. Jedná se o „vitruviánské“ posouzení, měřící design v nejširším slova smyslu, se zaměřením na vše od funkčnosti budovy, kvality zpracování a vlivu budovy na její obyvatele a okolí. Je určen pro použití v rámci konzultací a je založen na třech aspektech kvality návrhu: funkčnosti (Utilitas), kvalitě zpracování (Firmitas) a vlivu budovy (Venustas). [40]

Vliv budovy je posuzován ve vztahu k charakteru lokality, tvaru a materiálům, vnitřnímu prostředí a městské a společenské integraci. Kvalita zpracování je posuzována ve vztahu k výstavbě, provedení a inženýrským systémům. Funkčnost je posuzována z hlediska dostupnosti a vhodnosti objektu pro jeho využití. [41]

Viz příloha č. 7.9 Grafické znázornění nástroje DQI

3.2.7 Srovnávací analýzy

V případě, že bychom chtěli porovnávat hodnotící systémy mezi sebou, existuje nespočet studií, které zkoumají porovnání několika druhů certifikací.

Viz příloha č. 7.10 Srovnávací analýzy

3.3 Vyhodnocení certifikačních nástrojů

Není pochyb o tom, že hodnotící systémy se snaží významně přispět k dosažení cíle udržitelného rozvoje v rámci navrhování a výstavby. Na jedné straně poskytují metodický rámec pro měření a monitorování vlivu budov na životní prostředí, na druhé straně upozorní návrhový tým na význam udržitelného rozvoje ve stavebním procesu. Nicméně stávající hodnotící systémy mají svá omezení, která snižují jejich účinnost a užitečnost. Z pohledu navrhování budov navíc není nejdůležitější finální hodnocení certifikačním nástrojem, ale jeho použitelnost během procesu navrhování. Proto při použití certifikačního systému je důležité, aby návrh byl konfrontován s metodikou již ve fázi konceptu.

Úspěch certifikací je jednak pozitivní, dokazuje zájem organizací o výstavbu v určitých udržitelných standardech a zároveň investoři dostávají záruku, že jejich stavbu posuzuje třetí nezávislá strana. Dalším pozitivem certifikačních nástrojů je, že se snaží řešit problém syndromu nezdravých budov (Sick Building Syndrom – SBS).

Trh objevil hodnotu certifikací a začíná ji ve velké míře používat jako marketingový nástroj. Významnou roli při výběru hraje renomé a rozšířenost vybrané certifikace. Z certifikačních systémů se tak stává prostředek, jak budovu prodat co nejvýhodněji. Je možné si to dokázat např. na případě hodnotícího systému LEED. Ačkoliv se tato certifikace nehodí pro posuzování budov v českých podmínkách, je to nejoblíbenější

hodnoticí systém v České republice, neboť pro svůj věhlas je využíván jako nejlepší marketingový nástroj.

Zatím je udržitelná stavba určitý nadstandard, ale měl by to být základ, z kterého by měl každý architekt vycházet. Ve fázi tvorby návrhu jsou architekt a další účastníci nejvíce schopni ovlivnit budoucnost stavby a předurčit tak míru její udržitelnosti. I když má každý systém nepřeberné množství kritérií, při bližším prozkoumání certifikací se zjistilo, že většinou je zanedbáno hodnocení architektonických kvalit budov.

Velmi dobrým příkladem je německý certifikační systém DGNB. Jednotlivá kritéria jsou zařazena do pěti skupin kvalit: ekologická, ekonomická, sociálně-kulturní, technická a kvalita procesu. Kvalita návrhu je vyjádřena pouze kritériem architektonická soutěž (vypsání architektonické soutěže na návrh dotyčné stavby) a kritériem umění v architektuře (přítomnost prvku umění v budově). Dohromady tyto dva činitele ovlivní celkový výsledek certifikace pouze ze 3 %.

Dalším příkladem může být certifikace LEED. Hledané estetické kvality se objevují jen v kritériu inovace v designu, za které je možno získat pouze šest bodů z celkového počtu 110 bodů.

Metody posuzování certifikačních systémů mají tedy jistá omezení, která mohou bránit jejich budoucí využitelnosti a účinnosti, jak je shrnuto níže.

3.3.1 Výsledek hodnocení používaný jako reklama

Certifikační systémy jsou nejužitečnější ve fázi projektování, kdy kritéria mohou být posouzena a začleněna do návrhu. Nicméně pokud je pro investora nejdůležitější pouze výsledný certifikát, tak se proces hodnocení budovy provádí, když je návrh projektu téměř dokončen. Z tohoto důvodu použití hodnoticích systémů nemůže být dostačující.

3.3.2 Finanční aspekt

Některé hodnoticí nástroje, jako je BREEAM či LEED nezahrnují finanční stránku projektu. To může být v rozporu s podstatou developmentu, kdy finanční návratnost je hlavním předpokladem pro všechny projekty. Nemusí to však automaticky znamenat, že projekt šetrný k životnímu prostředí bude pro developery méně atraktivní. Při posuzování hodnoticím systémem je třeba vzít v úvahu jak environmentální, tak finanční aspekt.

3.3.3 Regionální variace

Většina hodnoticích nástrojů byla vyvinuta pro místní použití a neumožňuje zachytit národní nebo regionální rozdíly. Do určité míry může váhování nabídnout příležitost

k revizi stupnice hodnocení tak, aby se v ní odrážely regionální rozdíly a kritéria pořadí. Nicméně regionální, sociální a kulturní rozdíly jsou složité a hranice je obtížné definovat. [42]

3.3.4 Komplexnost

Komplexní přístup vedl ke složitosti systémů, které vyžadují velké množství podrobných informací, jež mají být sestaveny a analyzovány. Snahou je zachytit většinu kritérií v rámci jednoho hodnoticího systému. To však může ohrozit jeho užitečnost, protože se stane více těžkopádným. Rovnováha mezi úplností v pokrytí a jednoduchostí použití je jedna z výzev v rozvoji efektivního a účinného nástroje pro hodnocení budov. [43]

3.3.5 Vyhodnocení kvantitativních a kvalitativních údajů

Kvantitativní kritéria mohou být snadno vyhodnocena na základě celkové úrovně spotřeby a dle toho se udělují body. Nicméně hodnoticí systémy obsahují i kvalitativní kritéria, která nelze změřit. Tato kritéria mohou být hodnocena pouze na základě specifických rysů, kdy se získávají body za přítomnost nebo nepřítomnost žádoucích vlastností.

3.3.6 Váhování

Váhování je spjato se všemi hodnoticími systémy. Váhové koeficienty bývají stanoveny podle výsledků dotazníků pro uživatele systému, projektanty, vlastníky domů a jejich provozovatele i stavební úřady. Váhování kritérií by mělo být odvozeno od jednotlivých projektů a mělo by se odrážet cíle vývoje. Absence snadno použitelného metodologického rámce poškozuje stávající hodnoticí systémy. Váhové koeficienty by měly být pravidelně aktualizovány, což ale může být časově náročná činnost. [43]

3.3.7 Stupnice hodnocení

Stupnice hodnocení jsou založeny na udělování bodů a celkový dosažený výsledek posoudí výstavbu budovy z hlediska cílů udržitelnosti v odvětví. Nicméně neexistují žádná logická či obecná jednotná pravidla, dle kterých jsou body udělovány k naplnění jednotlivých kritérií. Většina hodnoticích systémů přiřazuje body k jednotlivým kritériím dle vlastních pravidel. Zavedení jednotné stupnice měření by usnadnilo porovnání výsledků hodnocení v jednotlivých zemích a přispělo by k přesnějšímu užívání hodnoticích nástrojů a systémů. [43]

4 Studijní hodnocení udržitelné architektury

4.1 Návrh vlastní certifikace pro studijní účely

Dle analýzy certifikačních systémů se jeví jako jeden z problémů výběr jednotlivých kritérií. Jejich množství má zabezpečit posouzení stavby ze všech úhlů pohledu. Při bližším zkoumání certifikačních kritérií lze dojít k závěru, že hodnocení se z větší části týká pouze stavebních a konstrukčních vlastností. Této problematice se podrobněji věnoval tým z Ústavu navrhování II na FA ČVUT (ve složení Ing. arch. Dalibor Hlaváček, Ph.D., Ing. arch. Martin Čeněk a Ing. arch. Hana Majerčíková, roz. Kasalová) ve výzkumu: Udržitelný rozvoj – důsledky pro architektonickou tvorbu.

Na základě vyhodnocení certifikačních systémů a konstrukční analýzy procesů byl vyvinut nástroj pro navrhování, který se skládá z checklistu a ekoparametrů. Ve spolupráci se studenty bakalářského a magisterského studia na FA ČVUT byla tato kritéria testována na stavbách malého měřítka. Cílem nebylo vymyslet další certifikaci, ale nástroj, jenž by mohl sloužit i ke studijním účelům při návrzích udržitelných staveb.

V první části vlastního výzkumu jsme zanalyzovali proces návrhu a rozdělili ho do osmi fází. V první fázi se vychází ze vstupních faktorů, z nichž mnohé nemohou být změněny návrhem a je třeba je dodržovat co nejefektivněji. Mezi takové faktory patří požadavky klienta, klimatické podmínky, urbanistický kontext, legislativa, orientace ke světovým stranám, rozpočet projektu atd. Další soubor faktorů zahrnuje širší vztahy a umístění pozemku, hmotové řešení – tvar a velikost stavby, dispozice a konstrukční systém, materiály, řešení dopravy, zeleně, energetické a technické řešení a životní cyklus budovy. Je potřeba zdůraznit, že postup není pouze jeden, ale dochází ke zpětným působením mezi jednotlivými kritérii.

Tabulka 7 – Fáze návrhu

1.	Vstupní faktory
2.	Širší vztahy
3.	Hmotové řešení (tvar a velikost budovy)
4.	Dispozice, stavební program a konstrukční systém
5.	Doprava
6.	Materiály
7.	Technologie
8.	Životní cyklus budovy

Podle definice udržitelnosti jsme každý soubor parametrů zdokumentovali podle čtyř hlavních oblastí zájmu. Uvedené úhly pohledu jsou kvality ekologické, ekonomické, architektonicko-estetické a sociálně-kulturní.

Tabulka 8 – Checklist kritérií spojený s jednotlivými složkami procesu architektonického návrhu stavby

	Ekologické kvality	Ekonomické kvality	Architektonicko-estetické kvality	Sociálně-kulturní kvality
1.	Vlivy území	Nutnost investice	Architektonický kontext, urbanistický kontext, místní tradice a historie, legislativa(prováděcí předpisy a územní / regulační plán), estetické představy klienta	Kvalita místa, kvalita veřejného a poloveřejného prostoru, sousedské vazby, nutnost dojíždění (kvalita dopravy, časová obtížnost)
2.	Geologický průzkum, analýza zeleně	Nutné finanční investice	Urbanistické řešení: vztah k okolí, architektura a zeleň, zachování původní zeleně, zachování původních staveb	Hmota budovy odpovídající hustotě osídlení, charakter zástavby, estetická kvalita, definování venkovního prostoru, využití exteriéru
3.	Ukazatel kompaktnosti	Ekonomie výstavby	Tvar, objem a výraz stavby, inovativní přístup a integrace technických řešení do formy budovy, kompoziční principy, estetické vyznění stavby s vazbou na kontext	Variabilnost, flexibilita (přizpůsobení novým podmínkám), forma společenských prostorů, prostorová efektivita
4.	Využití plochy povrchu (např. produktivní střechy), minimalizace stavebního odpadu	Finanční efektivita	Inovativní přístup ke stavebnímu programu, originální řešení, uspokojení potřeb všech uživatelů, propojení funkcí a formy, vztah technologie a architektury (integrace)	Veřejná doprava, osobní doprava (např. carpool, car-sharing), cyklodoprava, pěší doprava, bezbariérový přístup
5.	Redukce škodlivých látek do ovzduší	Ekonomie každodenního dojíždění	Vztah infrastruktury a stavby, naddimenzování dopravy v klidu, vyváženost ploch dopravy, zeleně a stavby	Kontakt se zelení (v exteriéru i v interiéru)
6.	Užití nízkoemisivních materiálů, recyklace – znovuvyužívání	Ekonomická náročnost údržby	Inovativní materiály, možnost použití materiálů z původní stavby, pohled na technické vlastnosti materiálů, cradle to cradle	Duševní pohoda, teplotní komfort (v létě, v zimě), zraková pohoda,

	dílčích konstrukcí a materiálů		vlastnosti materiálů, barevnost, textura, transparentnost, integrace technologie do materiálů	akustická pohoda
7.	Snížení spotřeby energie, výzkum výroby potravin, recyklace šedivé vody a její zpětné využití	Ekonomie provozu	Inovace v technologiích, integrace technologií do výrazu stavby a použitých materiálů	Životnost, použitelnost a využitelnost, údržba
8.	Minimalizace stavebního odpadu	Levnější údržba, ekonomie přestavby, adaptace, likvidace	Vytvoření trvalé (estetické) hodnoty, již nebude nutné pro její nemodernost měnit, flexibilita programu a architektonického řešení umožňující změnu užití	Realizovatelnost přestavby, adaptace, ochrana a udržování kulturního dědictví, bezpečnost, možnosti likvidace

Pro účely metody „design by research“ byl vyvinut checklist kritérií spojený s jednotlivými složkami procesu architektonického návrhu stavby. V celém procesu navrhování se jednotlivá kritéria překrývají a navzájem ovlivňují.

Proces architektonického návrhu pracuje s velkým počtem faktorů, z nichž mnoho lze vyjádřit v číslech a je možné je tedy poměrně snadno vyhodnotit. Tyto faktory jsou ideální pro vytvoření hodnoticího certifikačního systému.

Architektonický návrh však nevychází pouze z technických parametrů a fyzikálních vlastností jednotlivých součástí budovy, je podstatně ovlivněn zkušenostmi architekta a jeho týmu. Kvalitní a komplexní architektonické řešení nevznikne jen při zohlednění všech zadaných parametrů ze seznamu. Je třeba si uvědomit, že na udržitelnou kvalitu stavby má větší vliv jasný architektonický koncept, který je založen na důsledné filozofii a znalostech architekta ve spolupráci se specialisty.

Nástroj pro praktický výzkum úrovně udržitelnosti architektonické koncepce byl vyvíjen současně s kontrolním seznamem. Při vzniku architektonického návrhu umožňují ekoparametry architektovi zohlednit základní principy udržitelnosti projektu. Hodnocení budov má největší význam především ve fázi jejich návrhu, kdy lze ještě stavbu optimalizovat s ohledem na předběžné výsledky a minimalizovat tak její nároky na energie a dopady na životní prostředí. Primární myšlenkou bylo ovlivňovat úroveň udržitelnosti budovy uplatněním checklistu a ekoparametrů již v raných fázích návrhového procesu. Snahou bylo vypracovat vodítko pro celý přípravný, projektový a následně i realizační proces.

Návrh vlastní certifikace se však ukázal kvůli velkému množství kritérií a složitosti v hodnocení pro studijní účely příliš zdlouhavý. Přesto se stal výchozím podkladem pro

navrhování udržitelné architektury v ateliérech a ZANu doc. Ing. arch. Eduarda Schlegera.

4.2 Solar Decathlon

„Knowing how to do things not just with the head, but with the hands as well: this might seem a programmatic and ideological goal. It is not. It is a way of safe-guarding creative freedom.“
(Renzo Piano)

Solar Decathlon je jedinečná mezinárodní studentská soutěž, kterou vypisuje Ministerstvo energetiky Spojených států. Studenti v ní mají možnost postavit to, co vyprojektovali, a vyzkoušet si tak nejen pozici projektantů a architektů, ale zároveň se vžít i do role všech řemeslníků.

Dvacet vybraných studentských týmů soutěží v návrhu, výstavbě a provozu domu, jehož jediným zdrojem energie je sluneční záření a který má být vysoce energeticky efektivní, cenově přijatelný a architektonicky hodnotný. Cílem soutěže je propagace využití solární energie a podpoření výzkumu a vývoje v této oblasti. Na rozdíl od atletického desetiboje je Solar Decathlon založen na týmové spolupráci jednotlivých účastníků. Vítězem soutěže je tým, který nejlépe sloučí cenovou dostupnost, atraktivitu pro trh a architektonickou kvalitu domu s optimální výrobou energie a její maximální efektivitou. Samotná soutěž, kterou vyvrcholí dva roky usilovné práce a příprav, trvá jeden týden. Stavby jsou prezentovány veřejnosti a ukazují, jak je možné uspořít náklady a jaký je vliv stavby na životní prostředí díky využití sluneční energie a dalších efektivních technologií.

4.2.1 Historie

První ročník soutěže se odehrál v roce 2002. Od té doby soutěž vzbudila ve světě takový ohlas, že v roce 2010 poprvé proběhla paralelní soutěž mimo USA, a to Solar Decathlon Europe v Madridu. V roce 2013 se uskutečnil první Solar Decathlon China v Datongu. Solar Decathlon ovlivnil životy téměř 17 000 vysokoškolských studentů, soutěžního klání se od roku 2002 zúčastnilo 112 univerzitních týmů. V roce 2011 navštívilo solární vesnici ve Washingtonu přes 350 000 návštěvníků. [44]

Ročník 2013 se poprvé v historii konal na jiném místě než ve Washingtonu, D.C. Soutěž byla přemístěna do Orange County Great Park v Irvine v Kalifornii.

4.2.2 Pravidla

Pravidla soutěže Solar Decathlon se každým rokem vyvíjejí. V této práci vycházím z pravidel vydaných pro ročník 2013.

K základním omezením soutěže patří stanovení solární obálky. Jedná se především o to, aby se soutěžní domy navzájem nestínily. Maximální výška stavby je stanovena na 5,486 m od nejvyššího bodu pozemku. Velikost zastavěné plochy domu se může pohybovat od 55,7 do 92,9 m². Soutěžní pravidla dále uvádějí přesnou velikost pozemku: 23,8 x 18,3 m.

Jediným zdrojem energie smí být pouze slunce. Po dobu konání soutěže musí být dům zcela energeticky soběstačný. Domy musí být schopny plnit soutěžní úkoly v daném rozsahu. Jejich cena je omezena na 250 000 dolarů. Domy jsou navrženy pro předem určenou cílovou skupinu.

Domy musí respektovat místní legislativu, musí být navrženy dle místních podmínek (zemětřesení, vichřice, provoz s vysokou návštěvností veřejnosti) a zároveň musí obstát v legislativním rámci země, do nichž jsou určeny. Prohlídková trasa musí být plně bezbariérová.

Domy nesmí být založeny, mohou být pouze kotveny do betonu ranveje.

Domy musí být snadno transportovatelné, protože na jejich postavení mají týmy pouze 8,5 dne (19 hodin denně). Na demontáž mají pouze pět dní. Domy musí být navrženy tak, aby je bylo možné dopravit na místo určení – do Kalifornie. Způsob dopravy a jeho zajištění je vlastní zodpovědností každého týmu.

4.2.3 Hodnocení

Hodnocení soutěže Solar Decathlon se mění dle aktuálních podmínek. Vycházím z pravidel vydaných pro ročník 2013.

Dovednosti jsou testovány celkem v deseti disciplínách, všechny disciplíny mají stejnou váhu. Soutěžními disciplínami jsou: architektonická kvalita, atraktivita pro trh, technika, komunikace, cenová dostupnost, vnitřní komfort, ohřev vody, spotřebiče, domácí zábava a energetická bilance. V každé disciplíně lze dosáhnout až 100 bodů, celkové maximum je tedy 1000 bodů. Cílem soutěžních disciplín je zhodnotit celkovou kvalitu, provozuschopnost a hlavně udržitelnost jednotlivých prototypů. Jednotlivé disciplíny jsou navrženy takovým způsobem, aby porota mohla vyhodnotit fungování domu v reálném životě. Jsou rozděleny do tří kategorií: splnění úkolu, měřené disciplíny a hodnocení porotou. V první kategorii musí týmy splnit předepsané úkoly, jako vaření, mytí nádobí nebo praní a sušení prádla. Součástí měřených disciplín v druhé kategorii je například udržení vnitřní teploty a vlhkosti v předepsaném rozmezí. Ve třetí kategorii přiděluje porota body v oblastech, které nemohou být exaktně změřeny: architektonické řešení, použitelnost pro reálný realitní trh nebo způsob prezentace projektu.

Kromě těchto ziskových bodů dostávají týmy také trestné body, zejména za různá provinění proti soutěžním pravidlům během celé soutěže. Tyto trestné body ovlivňují celkové pořadí v soutěži.

Ve výsledku se jedná o kvalitní multikriteriální hodnoticí systém udržitelných staveb. Úspěch není dán pouze jednou disciplínou, ale kombinací dobrého hodnocení pokud možno ve všech disciplínách.

Deset soutěžních disciplín je specifikováno následovně:

1. Architektura

Pokud chce tým získat v disciplíně architektura co největší počet bodů, musí se snažit vytvořit celostní (holistický) návrh, který bude příjemný pro uživatele domu a kompatibilní s okolním prostředím.

Architektonické prvky

Architektonické prvky sledují měřítko, kompozici, proporce místností a fasádních prvků a propojení vnitřního prostoru s exteriérem.

Celostní návrh

Celostní návrh je takový, který je komfortní pro obyvatele a zároveň kompatibilní s okolním prostředím.

Osvětlení

Porota v této disciplíně hodnotí integraci a energetickou účinnost umělého a přirozeného osvětlení.

Inspirace

Má se odrazit v návrhu, který nabízí pocit inspirace a radosti návštěvníkům Solar Decathlonu.

Dokumentace

Dokumentace má přesně zachycovat v dodaných výkresech a audiovizuálních prezentacích postavený dům.

2. Atraktivita pro trh

Každý tým měl postavit dům pro cílového klienta dle svého výběru. Porota hodnotila:

Uživatelský komfort

Nabízí návrh bezpečné, funkční, pohodlné a příjemné místo k životu? Existuje intuitivní ovládání domu? Splňuje návrh jedinečné potřeby a přání cílového klienta?

Prodejnost

Je dům kvalitně řemeslně zpracován? Přispívají jeho funkce a strategie udržitelnosti k prodejnosti domu? Nabízí dům potenciálnímu kupci v rámci cílového trhu dobrou investici?

Proveditelnost stavby

Umožňuje stavební dokumentace staviteli stanovit přesný rozpočet na stavbu? Mohou být materiály a zařízení domu okamžitě použity v soukromém sektoru?

3. Technika

Funkčnost

Fungují energetické systémy a HVAC tak, jak bylo zamýšleno?

Účinnost

Kolik energie ušetří dům v průběhu jednoho roku v porovnání s konvenčními systémy? Uspodňuje systém snížení spotřeby energie během jednoho provozu?

Inovace

Jsou použity jedinečné přístupy k řešení stavebních problémů? Mají inovace tržní potenciál?

Spolehlivost zařízení

Jak dlouho se očekává, že budou systémy fungovat na vysoké úrovni výkonnosti? Kolik údržby je potřeba, aby dům zůstal v provozu na vysoké úrovni?

Dokumentace

Jakým způsobem je stavba dokumentována? Odpovídají odevzdané výkresy a prezentace skutečnému stavu?

4. Komunikace

Kvalita webových stránek, jejich vhodnost a originalita.

Audiovizuální prezentace a vhodnost prezentace soutěžního domu během konání soutěže.

Kvalita grafiky, fotografií a značení.

Komunikace s cílovou skupinou.

Využití inovativních metod při prohlídkách domu.

5. Cenová dostupnost

Disciplína byla poprvé zařazena do soutěže Solar Decathlon v roce 2011. Profesionální odhadce určí stavební náklady každého domu. Maximum bodů = 100 bodů získá dům,

který lze postavit za méně než 250 000 dolarů. Domy s odhadovanými náklady ve výši 600 000 dolarů nebo více obdrží nula bodů.

6. Vnitřní komfort

V soutěžních domech se během stanovené doby sledují parametry vnitřního prostředí, které je potřeba udržet v určitých limitech, teplotu vzduchu mezi 22,2 °C a 24,4 °C a relativní vlhkost vzduchu méně než 60 %.

7. Ohřev vody

Tato disciplína prověřuje fungování domu a posuzuje, zda navržené zařízení pokryje potřebu teplé užitkové vody domácnosti. Pro plný počet bodů musí dům v daný čas poskytnout 15 galonů (56,8 l) teplé vody (min. 43,3 °C) za maximálně 10 minut.

8. Spotřebiče

Tato disciplína posuzuje, jak dům vyhovuje potřebám běžné americké domácnosti a zaměřuje se na spotřebu elektrické energie. Body jsou uděleny za splnění následujících úkolů:

Udržení teploty uvnitř chladničky mezi 1,11 °C a 4,44 °C.

Udržení teploty uvnitř mrazničky mezi -28,9 °C a -1,5 °C.

Vyprání dávky prádla ve stanovené lhůtě. Pračka projde testem, který dokazuje, zda se bez problémů vypere jedna várka prádla, jež je definována přesným počtem ručníků.

Body za usušení jedné várky prádla se udělují za to, zda vyprané ručníky mají stejnou hmotnost před vypráním a po usušení.

Maximální počet bodů za test myčky nádobí je udělen, když je dosaženo teploty 48,9 °C během jednoho mycího cyklu.

9. Domácí zábava

Tato disciplína má za cíl simulovat skutečný provoz domu, prověřuje návrh, zařízení a spotřebu elektrické energie. Je nutno splnit následující úkoly:

Uspořádání dvou večeří pro sousedy, kteří ocení hostitelský tým body za kvalitu jídla, atmosféru a celkový dojem.

Rozsvícení všech interiérových a exteriérových světel ve stanoveném čase.

Nechat zapnutou televizi a počítač po stanovenou dobu.

Večerní promítání filmů pro sousedy, kteří ocení své hostitele na základě kvality a návrhu domácího kina, atmosféry a celkového dojmu.

Simulace vaření pomocí odpaření 5 liber (2,268 kg) vody ve stanoveném čase.

10. Energetická bilance

Všechny testy a simulace denního provozu mají ukázat, zda soutěžní dům vyrobí nejméně tolik energie, kolik sám spotřebuje. Aby byl dosažen plný počet bodů v disciplíně energetická bilance, musí být čistá spotřeba nulová. Soutěžní domy jsou proto vybaveny přístrojem, který zaznamenává, kolik energie dům produkuje a spotřebovává.

Viz příloha č. 7.11 Souhrn hodnocení Solar Decathlonu, ročník 2013

4.3 Solar Decathlon Washington 2011

4.3.1 Úvod

V roce 2011 se konalo páté kolo mateřské soutěže Solar Decathlon ve Washingtonu. Z přihlášených 20 týmů se soutěže zúčastnilo pouze 19 univerzit. Týmu Havaje se nepodařilo nashromáždit dostatečné finanční prostředky a finále soutěže se nezúčastnil.

Ačkoliv během soutěže bylo většinou zataženo, sedm z devatenácti domů vyrobilo více energie, než spotřebovalo. Během deseti dnů navštívilo soutěžní přehlídku 357 000 návštěvníků. Do soutěže o nejoblíbenější dům publika se zapojilo 92 000 návštěvníků. Soutěže se zúčastnilo přibližně 4000 vysokoškolských studentů, kteří získali cenné zkušenosti v budování energeticky efektivního domu ve spolupráci s vrstevníky z jiných oborů.

Konečné hodnocení:

Umístění	Tým	Bodové skóre
1.	University of Maryland	951,151
2.	Purdue	931,390
3.	New Zealand	919,058
4.	Middlebury College	914,809
5.	Ohio State	903,938
6.	SCI-Arc/Caltech	899,490
7.	Illinois	875,715
8.	Tennessee	859,132
9.	Team Massachusetts	856,351
10.	Canada	836,423
11.	Florida Int'l	833,159
12.	Appalachian State	832,499
13.	Parsons NS Stevens	828,816

14.	Tidewater Virginia	774,910
15.	Team China	765,471
16.	Team Belgium	709,843
17.	Team New York	677,356
18.	Team New Jersey	669,352
19.	Team Florida	619,006 [45]

Rozdíl mezi prvním a třetím místem je 32,093 bodů.

Rozdíl mezi prvním a posledním místem je 332,145 bodů.

4.3.2 Představení domů, které se umístily na prvních třech místech

1. místo: University of Maryland

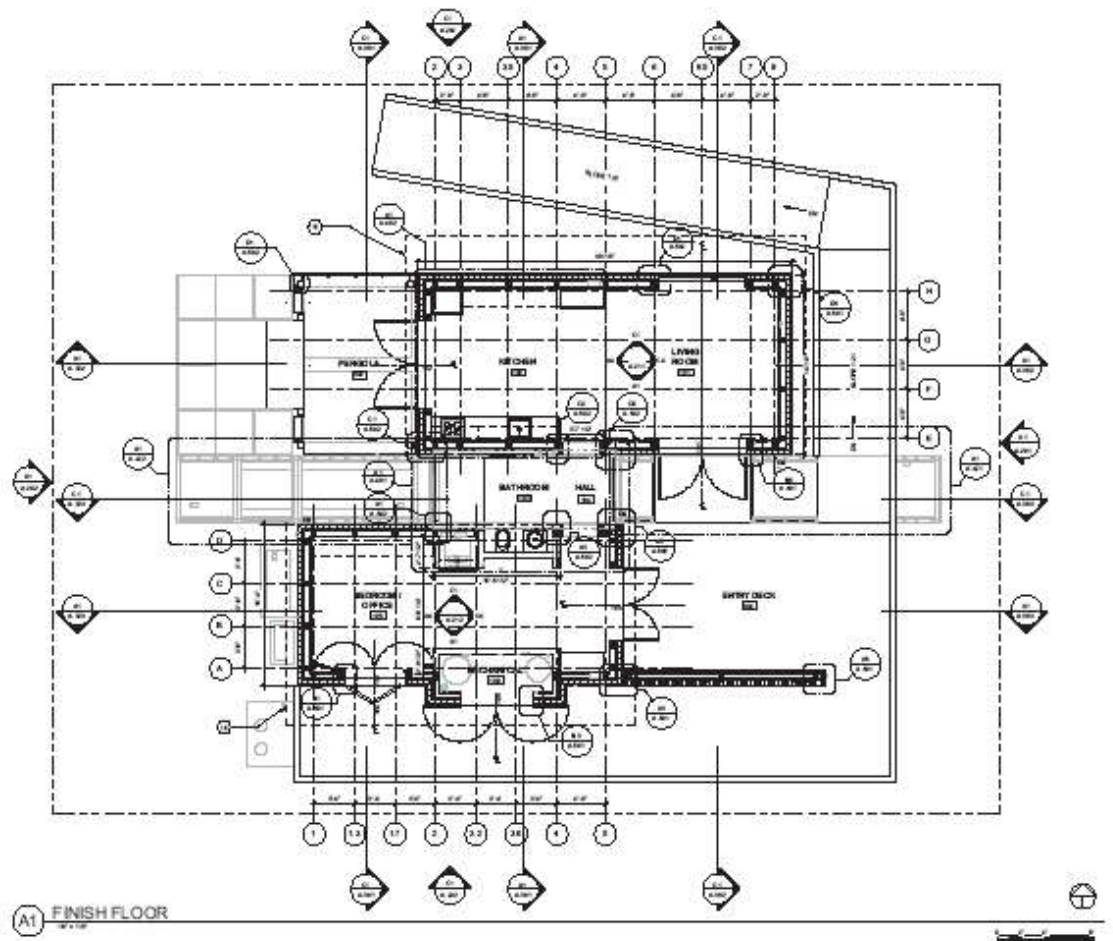
Dům: WaterShed

Webová stránka: 2011.solarteam.org

University of Maryland vyhrála soutěž Solar Decathlon v roce 2011 domem WaterShed díky inspiraci ekosystémem Chesapeake Bay a následnému návrhu řešícímu nedostatek energie a vody. Dům je modelem, jak zastavěnému prostředí může pomoci řízení dešťové vody, filtrování znečišťujících látek z šedé vody a minimalizace spotřeby vody. Fotovoltaické a solární pole, efektivita obvodového pláště budovy a účinnost mechanických systémů umožňují to, aby dům WaterShed nepotřeboval tolik dodané energie jako běžné domy.

Energie: Dům využívá solární panely 42 Sanyo HIT220A. Třicet šest panelů namontovaných na drážkové spoje kovové střechy a šest panelů integrovaných se střechou zahradní pergoly generuje až 9,2 kW. [46]

Disciplína	Hodnocení	Skóre	
1. Architektura	1	96,000	
2. Atraktivita pro trh	2	94,000	
3. Technika	4	89,000	
4. Komunikace	3	88,000	
5. Cenová dostupnost	12	91,366	
6. Vnitřní komfort	3	96,139	
7. Ohřev vody	1	100,000	
8. Spotřebiče	2	99,798	
9. Domácí zábava	3	97,847	
10. Energetická bilance	1	100,000	
Skóre celkem	1	951,151	[45]



Obrázek 7 – Půdorys domu WaterShed [46]



Obrázek 8 – Fotografie domu WaterShed, Ing. arch. Hana Majerčíková

2. místo: Purdue University

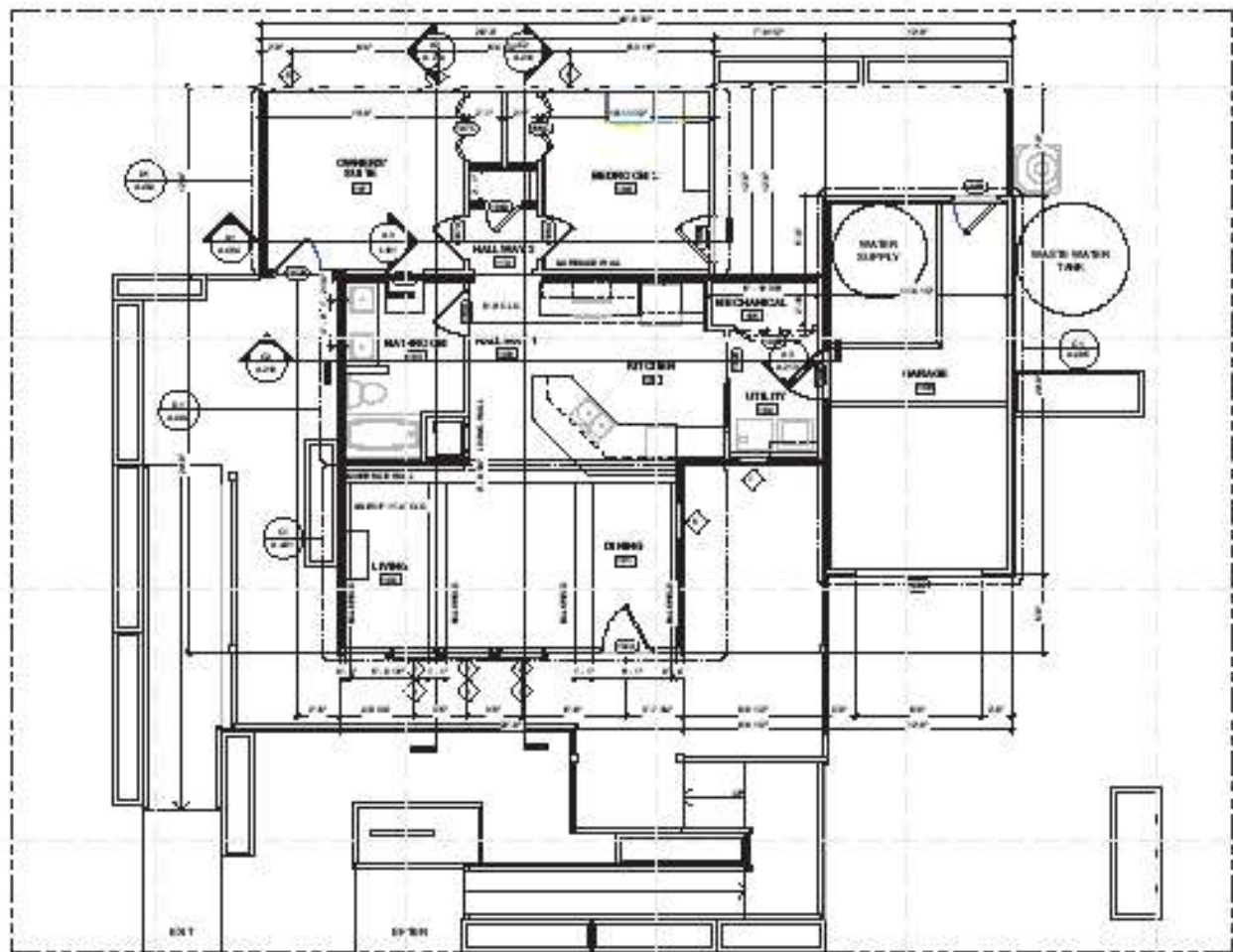
Dům: INhome

Webová stránka: www.purdue.edu/inhome/

INhome nabízí realistickou a vyváženou vizi pro ultraefektivní bydlení. Ve zkratce INhome IN znamená Indiana a home inovativní. Jedná se však především o tradiční praktický dům, který splňuje potřeby průměrného obyvatele amerického Středozápadu.

Energie: Solární fotovoltaický systém s výkonem 9 kW ročně vyprodukuje tolik elektřiny, kolik dům spotřebuje. Fotovoltaický systém je poháněn třiceti šesti 240W panely, fotovoltaika je umístěna na střeše. [47]

Disciplína	Hodnocení	Skóre	
1. Architektura	17	80,000	
2. Atraktivita pro trh	5	91,000	
3. Technika	6	87,000	
4. Komunikace	6	83,000	
5. Cenová dostupnost	2	99,215	
6. Vnitřní komfort	2	98,529	
7. Ohřev vody	3	98,750	
8. Spotřebiče	6	97,333	
9. Domácí zábava	7	96,563	
10. Energetická bilance	1	100,000	
Skóre celkem	2	931,390	[45]



(A1) FIRST FLOOR PLAN

Obrázek 9 – Půdorys domu Inhome [47]



Obrázek 10 – Fotografie domu INhome, Ing. arch. Martin Čeněk

3. místo: Middlebury College

Dům: Self-Reliance

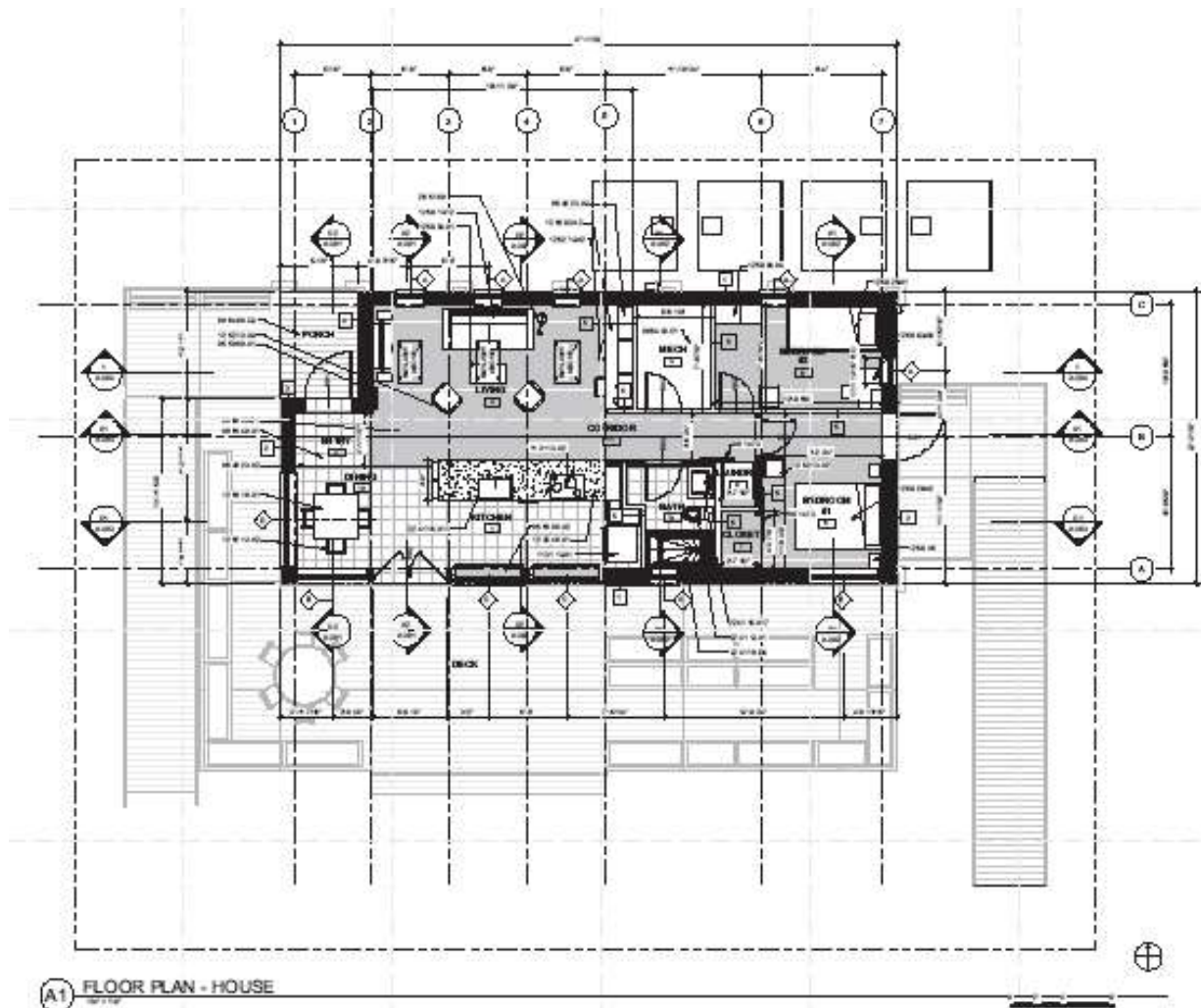
Webová stránka: solardecathlon.middlebury.edu

Self-Reliance je dvoupokojový, ultraefektivní 990-ft² dům určený pro čtyřčlennou rodinu. Je vybaven zelenou stěnou pro pěstování rostlin, má otevřený rodinný obytný prostor a využívá zdravé stavební materiály.

Energie: Solární pole se skládá ze dvou horkovodních kolektorů a 30 výkonných solárních panelů, které mohou vyprodukovat ve Vermontu odhadem 7 930 kWh energie ročně, což je přibližně o 1550 kWh více než roční poptávka.

Pasivní systémy: Dům byl navržen citlivě vzhledem k orientaci ke světovým stranám, což je obzvláště nezbytné při návrhu solárního pasivního domu. Dům Self-Reliance je orientován podélně na ose východ–západ s cílem maximalizovat jižní plochu pro fotovoltaické střešní pole a okna. Význačným rysem jižní fasády je skleník, který využívá akumulaci tepla. [48]

Disciplína	Hodnocení	Skóre	
1. Architektura	2	95,000	
2. Atraktivita pro trh	3	93,000	
3. Technika	1	93,000	
4. Komunikace	5	84,000	
5. Cenová dostupnost	9	94,653	
6. Vnitřní komfort	12	77,347	
7. Ohřev vody	1	100,000	
8. Spotřebiče	14	86,478	
9. Domácí zábava	8	96,079	
10. Energetická bilance	1	100,000	
Skóre celkem	3	919,058	[45]



Obrázek 11 – Půdorys domu Self-Reliance [48]



Obrázek 12 – Fotografie domu Self-Reliance, Ing. arch. Martin Čeněk

4.4 Solar Decathlon Madrid 2012

4.4.1 Úvod

V roce 2012 se konal v Madridu druhý ročník evropské verze soutěže. Z přihlášených 20 týmů se soutěžní přehlídce z technických důvodů nezúčastnily dva týmy. Evropská soutěž se nepatrně liší od mateřské americké soutěže pravidly a hodnocenými disciplínami.

V americké verzi soutěže je jedním ze soutěžních kritérií cenová dostupnost. Toto kritérium ukazuje, že chytré řešení šetří finance nejen při provozu, ale i při výstavbě. Maximum bodů získává v americké verzi Solar Decathlonu dům, který lze postavit za méně než 250 000 dolarů. Na Solar Decathlonu v Madridu 2012 toto kritérium nebylo zařazeno. To se promítlo v kvalitě domů a v profesionálním přístupu k soutěži.

V evropské verzi soutěže je navíc hodnocena kategorie inovace. V důsledku inovací dochází k úsporám práce a přírodních zdrojů. V této kategorii jsou hodnoceny inovativní aspekty domů, jejich novinky a zdokonalení.

Porota:

Hodnocení architektury:

Susana Torre (USA)

Mario Cucinella (Itálie)

José María Lapuerta Montoya (Španělsko)

Hodnocení techniky a konstrukce:

David Springer (USA)

Tjerk Reijenga (Nizozemsko)

Rafael Úrculo (Španělsko)

Hodnocení energetické účinnosti:

Karsten Voss (Německo)

Ignacio Fernández-Solla (Španělsko)

Marija Todorović (Srbsko)

Hodnocení komunikace:

Jane Kolleeny (USA)

Daniel Sieberg (USA)

Miguel Angel Valladares (Španělsko)

Hodnocení atraktivity pro trh:

Jennifer Siegal (USA)

Luis Basagoiti (Španělsko)

Harriet Pilkington (Nový Zéland)

Hodnocení udržitelnosti:
Emilio Mitre (Španělsko)
Manfred Hegger (Německo)
Jason Twill (USA)

Konečné hodnocení:

Umístění	Tým	Bodové skóre
1.	Rhône-Alpes	908,72
2.	Andalucía Team	897,39
3.	Med in Italy	863,49
4.	Ecolar	835,00
5.	RWTH Aachen University	819,31
6.	Odooproject	766,98
7.	CEU Team Valencia	765,98
8.	(eco) Team	731,57
9.	Prispa	719,16
10.	Team DTU	715,59
11.	Tongji Team	686,88
12.	EHU Team	684,20
13.	Aquitaine Bordeaux Campus	674,80
14.	Team Brasil	670,99
15.	Chiba University	641,91
16.	cem+nem-	538,29
17.	Astonyshine	416,49
18.	Grupo pi Unizar	371,48 [49]

Rozdíl mezi prvním a třetím místem je 45,23 bodů.

Rozdíl mezi prvním a posledním místem je 537,24 bodů.

4.4.2 Představení domů, které se umístily na prvních třech místech

1. místo: Team Rhône-Alpes

Dům: CANOPEA

Webová stránka: www.solardecathlon.fr

Projekt týmu Rhône-Alpes Canopea se zabývá problematikou zvyšování zástavby alpského regionu. Studenti se snažili najít řešení, jak žít v omezeném městském prostoru v těsném sousedství přírody, aby nedocházelo k živelnému růstu měst. Jedná se o originální koncept „nanotower“, kdy z osmi bytových buněk může být postavena věž, která je součástí bloku složeného ze tří takových věží. Principem „nanotower“ je několik rodinných domů Canopea umístěných nad sebe do osmi až desetipatrového

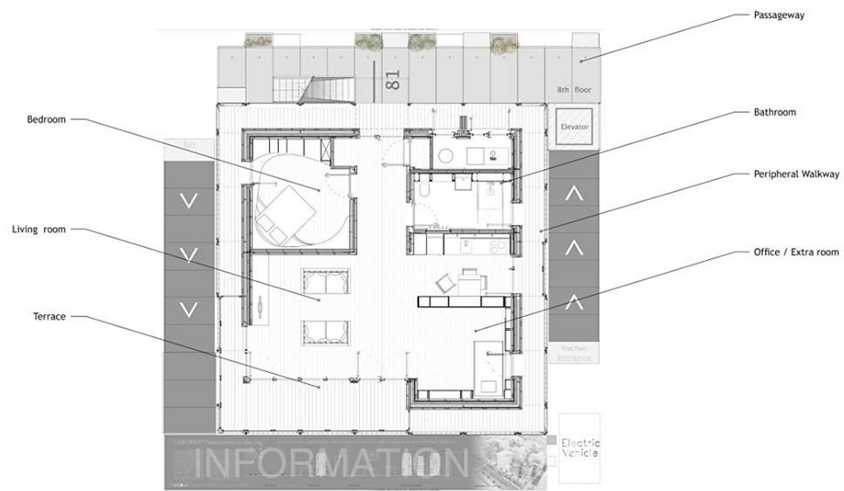
bytového domu. Jednotlivé bytové jednotky spojují prostorové a architektonické kvality rodinného domu.

Velký důraz je kladen na společné prostory domu, v nichž je místo i pro populární městské zahrádkaření (urban gardening), letní kuchyň i společný prostor na střeše, kde se mohou sousedé setkávat v letní kuchyni nebo zimní zahradě. „Nanotower“ má i celodomovní systém recyklace odpadů. Na soutěži Solar Decathlon byla prezentována pouze poslední dvě podlaží s jedním bytem a střešním společným prostorem, který dal domu název: canopea – koruna stromu. Koncepce vznikla především jako reakce na problém sídelní kaše a na snahu o větší zahušťování měst.

Kolem jednoduchého obdélníkového půdorysu samotného bytu byl navržen balkon krytý pohyblivými stínícími systémy – jak textilními panely, tak skleněnými lamelami, jejichž zavřením v zimě z balkonu vznikne zimní zahrada. To vneslo do jinak racionálního domu hravost, kterou navíc podtrhly houpačky ve společném prostoru na střeše. V interiéru bylo příjemně chladno díky sálavému systému chlazení. Vlastní dům byl složen ze tří bloků : blok ložnice, technický a flexibilní blok. [50]

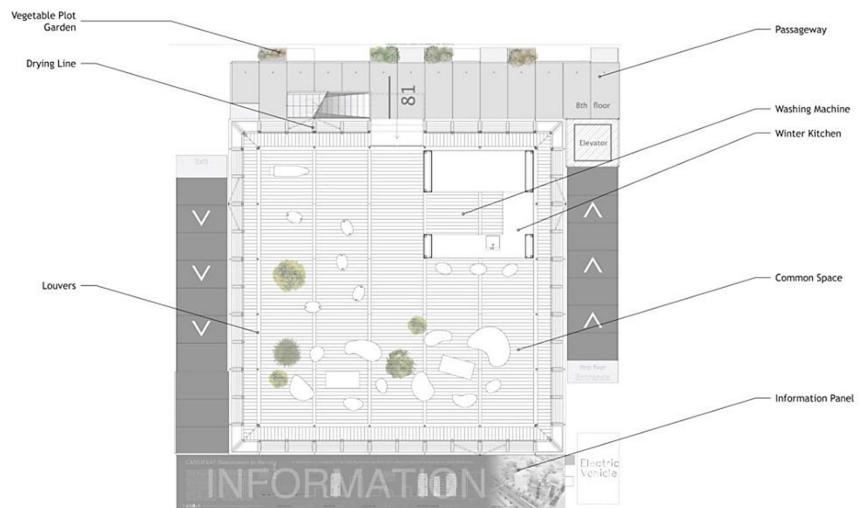
Disciplína	Hodnocení	Skóre	
1. Architektura	1	120,00	
2. Technika a konstrukce	5	71,00	
3. Energetická účinnost	5	87,00	
4. Bilance elektrické energie	6	87,11	
5. Vnitřní komfort	1	114,86	
6. Provoz domu	1	116,85	
7. Komunikace	2	77,30	
8. Atraktivita pro trh	2	72,90	
9. Inovace	1	75,00	
10. Udržitelnost	5	86,70	
Bonusy/penalizace celkem	14	0,00	
Skóre celkem	1	908,72	[49]

A
AR-021 **Ground Floor**



Obrázek 13 – Půdorys domu Canopea 1. NP [50]

A
AR-023 **Second Floor Plan - Common Space**



Obrázek 14 – Půdorys domu Canopea 2. NP [50]



Obrázek 15 – Fotografie domu Canopea, Ing. arch. Martin Čeněk

2. místo: Andalučia Team

Dům: PATIO 2.12

Webová stránka: www.andaluciateam.org

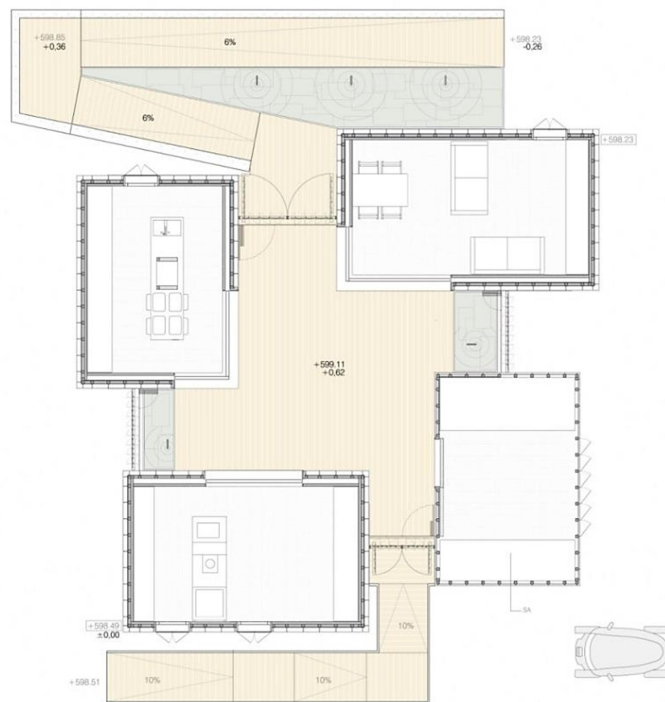
Koncepce domu je založena na principu obytných modulů, které jsou plně prefabrikované a které mohou být dle požadavků rozmístěny několika způsoby. Uživatel může jednoduchým a rychlým procesem montáže a demontáže libovolně seskládat prostory domu. Vzhledem k absenci základů a nutnosti použití podpěr může vzniknout konstrukce bez viditelných stop v krajině nebo beze zbytků po demontáži domu.

Srdcem celého domu je vnitřní atrium, kolem kterého jsou uspořádány obytné buňky. Jednotlivé obytné moduly (kuchyň, obývací prostor, ložnice s koupelnou a technická místnost) jsou téměř stejně velké a moc nerespektují jednotlivá funkční využití. Vzniká tak například poměrně stísněný obývací prostor a nepřiměřeně velká technická místnost. Atrium je zasklené a stíněné naklápěcími žaluziemi, které mají v tomto centrálním prostoru navozovat pocit podobný tomu, jaký zažíváme, když stojíme ve stínu stromu. Celý dům je navržen tak, aby se jednotlivé prefabrikované obytné moduly daly bez problémů převézt. Jednotlivé obytné buňky se otevírají pouze do hlavního prostoru domu – centrálního přirozeně větraného atria. Proto se dá velmi dobře kontrolovat a regulovat vzduch přicházející do obytných prostor, a to jak v zimním, tak v letním období.

Dalším zajímavým prvkem domu Patio 2.12 je voda. Ta se objevuje v exteriéru i v interiéru ve formě vodních ploch, které zpřijemňují mikroklima. Zároveň je ale také používána na zvlhčování fasádního keramického obkladu, kdy díky odpařování celý dům přirozeně ochlazuje. Ve velké míře se v domě objevují moderní, avšak drahé materiály, například Corian. Po skončení soutěže bude dům Patio 2.12 sloužit jako výstavní pavilon.

Pasivní využití a regulace energetických ztrát: V zimních dnech se terasa stává skleníkem. Jeho skleněná obálka zachycuje sluneční záření a ohřátý vzduch je veden do pokoje. Aby se snížily ztráty energie, jsou v noci zavřeny všechny dveře i terasa. Terasa funguje jako tepelný přechod mezi vnitřním a venkovním prostředím. [51]

Disciplína	Hodnocení	Skóre
1. Architektura	4	95,00
2. Technika a konstrukce	3	73,00
3. Energetická účinnost	1	100,00
4. Balance elektrické energie	1	106,51
5. Vnitřní komfort	12	92,86
6. Provoz domu	8	110,32
7. Komunikace	1	80,00
8. Atraktivita pro trh	5	64,90
9. Inovace	2	68,90
10. Udržitelnost	2	95,90
Bonusy/penalizace celkem	10	10,00
Skóre celkem	2	897,39 [49]



Obrázek 16 – Půdorys domu PATIO 2.12 [51]



Obrázek 17 – Fotografie domu PATIO 2.12, Ing. arch. Martin Čeněk

3. místo: Med in Italy

Dům: Med in Italy

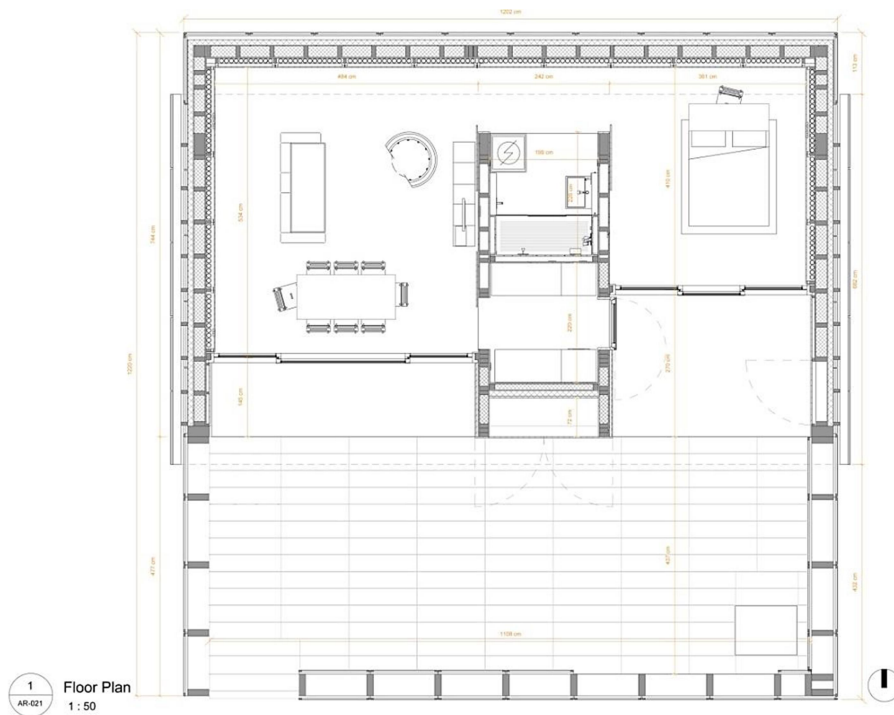
Webová stránka: www.medinitaly.eu

Název domu MED in Italy nejen odkazuje na skutečnost, že dům byl vyroben v Itálii, ale také na středomořské klima, kam byl dům navržen. Aby bylo možné použít dřevo jako hlavní stavební materiál a aby si stále mohlo udržet velkou akumulaci schopnost, tým přidal stěnové souvrství naplněné těžkým materiálem. Všechny obvodové zdi jsou doplněny o ocelové trubky naplněné pískem, které zajišťují tepelnou akumulaci. Centrální terasa funguje jako nárazníkové pásmo mezi exteriérem a interiérem.

Jednoduchý kvádrový tvar je předělen vystupujícím jádrem s technickou místností, kuchyní a koupelnou. Terasu domu ohraničuje přes dva metry vysoká dřevěná konstrukce potažená jutou. Veškeré prosklené plochy zajišťující osvětlení interiéru jsou orientovány do takto vytvořeného vnitřního dvora. V interiéru převládá dřevo. Na podlahu je použit inovační materiál z recyklovaných plen a stolního oleje.

Energie: Střešní fotovoltaické panely generují přibližně 9,330 kWh ročně, což je téměř dvojnásobek toho, co je nezbytné. Trubky plné písku uchovávají zbytky energie, která je potřeba k vytápění domu v noci. [52]

Disciplína	Hodnocení	Skóre
1. Architektura	3	100,00
2. Technika a konstrukce	4	72,00
3. Energetická účinnost	5	87,00
4. Balance elektrické energie	3	93,87
5. Vnitřní komfort	9	96,46
6. Provoz domu	2	115,85
7. Komunikace	3	66,70
8. Atraktivita pro trh	7	64,00
9. Inovace	3	57,60
10. Udržitelnost	1	100,00
Bonusy/penalizace celkem	10	10,00
Skóre celkem	3	863,49 [49]



Obrázek 18 – Půdorys domu Med in Italy [52]



Obrázek 19 – Fotografie domu Med in Italy, Ing. arch. Martin Čeněk

4.5 Solar Decathlon Orange County Great Park v Irvine 2013

4.5.1 Úvod

Šestého ročníku Solar Decathlon se zúčastnilo 19 týmů. Tým Tidewater Virginia z Hampton University a Old Dominion University neshromáždil dostatečné finanční prostředky a finále soutěže se nezúčastnil.

Porota:

Hodnocení architektury:

Amy Gardner (USA)

Richard N. Swett (USA)

Victor Olgay (USA)

Hodnocení komunikace:

Ariel Schwartz (USA)

Mark Walhimer (USA)

Haily Zaki (USA)

Hodnocení techniky:

Brad Oberg (USA)

Kent Peterson (USA)

Mark Thornbloom (USA)

Atraktivita pro trh:

Susan Aiello (USA)

Brian Baker (USA)

Steve Glenn (USA)

Konečné hodnocení:

Umístění	Tým	Bodové skóre
1.	Team Austria	951,922
2.	Las Vegas	947,572
3.	Czech Republic	945,142
4.	Stevens	939,176
5.	Stanford	933,125
6.	Team Ontario	926,478
7.	Team Capitol DC	920,267
8.	Middlebury College	920,262
9.	Team Alberta	913,574
10.	U of So Cal	906,203
11.	Santa Clara	888,929

12.	Norwich	876,928
13.	North Carolina	870,210
14.	SCI-Arc/Caltech	868,666
15.	Kentucky/Indiana	850,079
16.	Missouri S&T	840,455
17.	AZ State/New Mexico	823,165
18.	Team Texas	776,454
19.	West Virginia	774,742 [53]

Rozdíl mezi prvním a třetím místem je 6,78 bodů.

Rozdíl mezi prvním a posledním místem je 177,18 bodů.

Viz příloha č. 7.12 Podrobné oficiální hodnocení Solar Decathlonu 2013 na soutěži v Orange County Great Park

4.5.2 Představení domů, které se umístily na prvních třech místech

1. místo: Team Austria

Dům: LISI

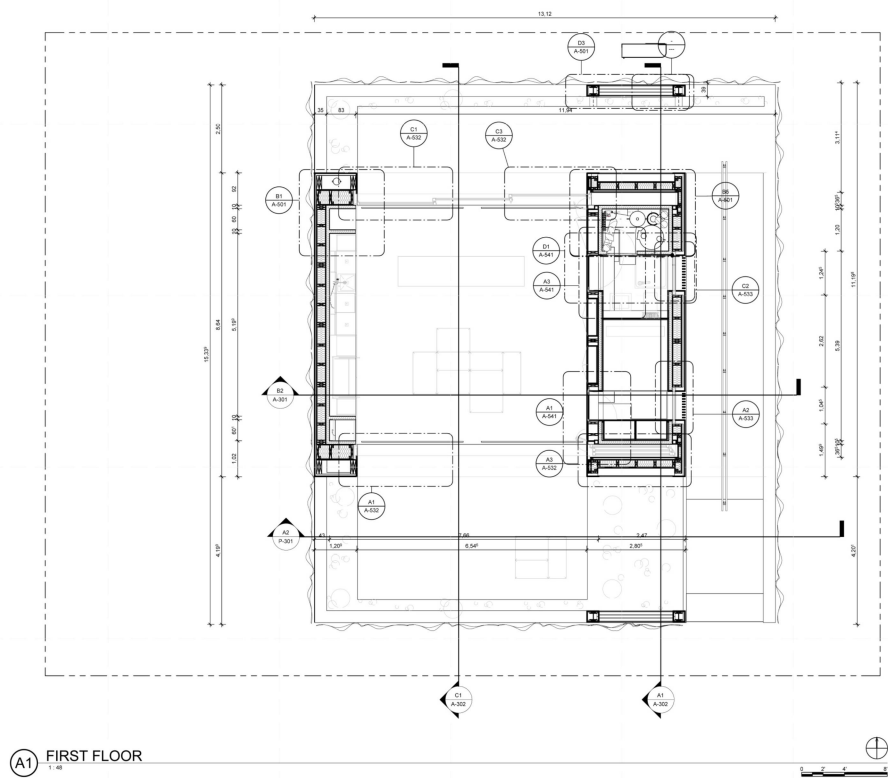
Webová stránka: www.solardecathlon.at

Návrh týmu Austria představuje jednoduchý, chytrý a udržitelný dům, který získává energii z fotovoltaického systému na střeše. Bydlení inspirované udržitelnými inovacemi produkuje více energie, než dům během celého roku spotřebuje. Dům se dokáže přizpůsobit různým klimatickým podmínkám a rozdílným životním stylům uživatelů.

Při návrhu domu LISI byla pro autorský tým podstatná vize zdravé a udržitelné budoucnosti a koncept, jenž by se mohl přizpůsobit velkému množství životních stylů a klimatických podmínek. Dům navrhli jako společenský organismus, který je schopen najít si pevnou pozici v rozmanité komunitě. Dům LISI zaujme citlivým využíváním obnovitelných zdrojů. Hlavním tématem bylo maximální použití dřeva jako konstrukčního materiálu i v interiéru. Dřevo se využilo na podlahách, v podhledech, na interiérových panelech či na nábytku od kmene až po kůru. Dům je charakteristický velkými terasami, které volně přecházejí ve velkorysý centrální prostor obývacího pokoje a kuchyně. Tento prostor může být uzavřen flexibilní textilní fasádou. Dům je navržen jako chata na malé pozemky v městských strukturách nebo do hor.

Energie: Fotovoltaické moduly poskytují přebytky energie, jež mohou být použity na nabíjení elektrických kol či automobilů. Pasivní solární design kombinovaný s automatizovaným plachtovým stíněním poskytuje dostatek stínu, aby vnitřní prostředí bylo příjemné a dostatečně ochlazované. [54]

Disciplína	Hodnocení	Skóre	
1. Architektura	4	91,000	
2. Atraktivita pro trh	2	93,000	
3. Technika	3	93,000	
4. Komunikace	1	94,000	
5. Cenová dostupnost	14	93,007	
6. Vnitřní komfort	12	93,1	
7. Ohřev vody	1	100,000	
8. Spotřebiče	6	98,971	
9. Domácí zábava	4	98,272	
10. Energetická bilance	1	100,000	
Bonusy/penalizace celkem	1	2,50	
Skóre celkem	1	951,922	[53]



Obrázek 20 – Půdorys domu LISI [54]



Obrázek 21 – Fotografie domu LISI, Ing. arch. Martin Čeněk

2. místo: Las Vegas

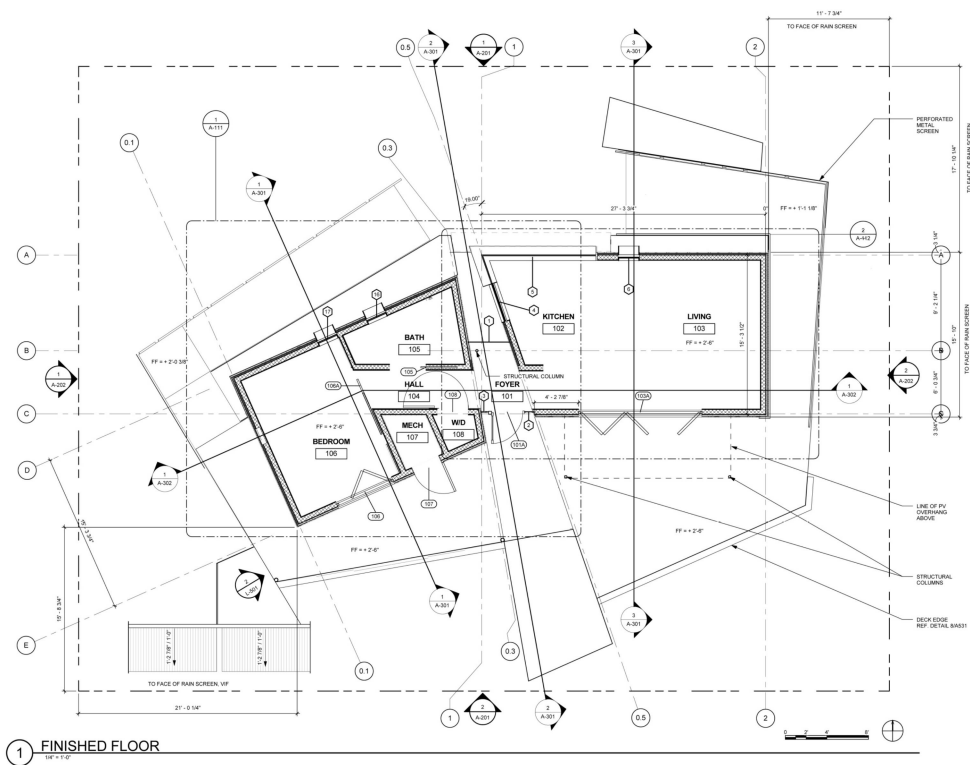
Dům: DesertSol

Webová stránka: solardecathlon.unlv.edu

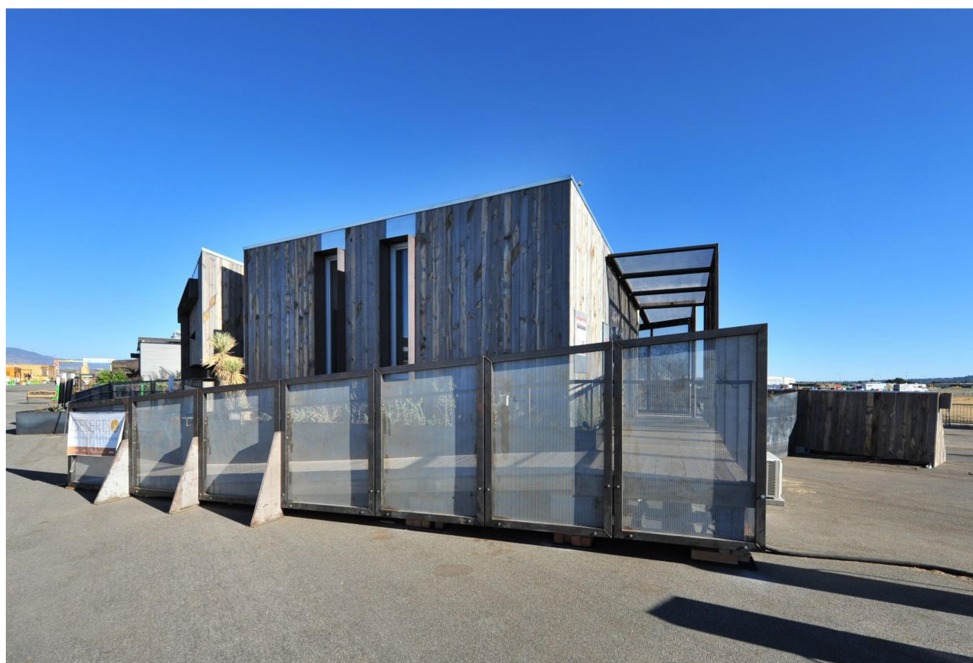
Návrh domu DesertSol reflektuje atmosféru Mohavské pouště. DesertSol využívá prudké sluneční světlo pro solární elektřinu a zároveň zachycuje déšť používaný k ochlazení a zavlažování. Dům DesertSol tak umožňuje šetrné využívání solárních a vodních zdrojů pouště. Vysoce účinný dům je koncipován jako sezónní rekreační dům. Jeho návrh spojuje moderní architekturu s dávnou estetikou a pečlivě vybranými materiály, aby byl posílen pocit otevřenosti a dobrodružství. Dům reflektuje problém Mohavské pouště, a to nedostatek vody. Pracuje se zachytáváním dešťové vody, která se využívá pro chlazení a zalévání. Do jednotlivých místností se vstupuje z vnitřní chodby sousedící s jižní terasou, která je stíněna fotovoltaickými panely. Cílová skupina je prázdninový dům pro aktivní americký pár s dětmi i bez dětí s vyšším středním příjmem ve věku 35-75 let.

Energie: Fotovoltaické panely zajišťují výrobu elektřiny a zároveň stíní venkovní obytný prostor, fungují jako zatahovací stínicí systém. Fototermické kolektory jsou zdrojem pro sálavé podlahové vytápění a ohřev vody. Digitálně vyrobené zatahovací clony v létě chrání nejexponovanější strany domu a v zimě poskytují přímé slunce a teplo. [55]

Disciplína	Hodnocení	Skóre	
1. Architektura	5	85,000	
2. Atraktivita pro trh	1	94,000	
3. Technika	3	93,000	
4. Komunikace	2	90,000	
5. Cenová dostupnost	13	95,137	
6. Vnitřní komfort	4	98,059	
7. Ohřev vody	1	100,000	
8. Spotřebiče	9	98,441	
9. Domácí zábava	7	97,935	
10. Energetická bilance	1	100,000	
Bonusy/penalizace celkem		4,00	
Skóre celkem	1	947,572	[53]



Obrázek 22 – Půdorys domu DesertSol [55]



Obrázek 23 – Fotografie domu DesertSol, Ing. arch. Martin Čeněk

3. místo: Czech Republic

Dům: AIR House

Webová stránka: www.airhouse.cz

Studentský tým z Českého vysokého učení technického navrhl AIR House pro dvojici generace 50+, která žije již bez dětí a připravuje se na důchod. AIR House je prototyp dostupného (Affordable – A), inovativního (Inovative – I) a recyklovatelného (Recyclable – R) domu, navrženého pro uživatele předdůchodového věku jako chata na venkově, která se může proměnit ve stálé bydlení po jejich odchodu do důchodu.

AIR House představuje energeticky efektivní a k životnímu prostředí šetrný dům, který zohledňuje zdraví i pohodlí uživatelů. Koncept je založen na principu „domu v domě“, v němž je minimální vnitřní obytný prostor doplněn o velkorysou chráněnou venkovní plochu. AIR House je téměř celý vyroben ze dřeva – jak jeho nosná konstrukce, tak tepelná izolace, fasády, povrchy i nábytek.

Energie: Fotovoltaický systém AIR House je složen z 33 kusů monokrystalických panelů o výkonu 185 Wp a celkovém výkonu 6,105 kWp. Fotovoltaické panely jsou umístěny na kovové konstrukci nad stínícími žebry „canopy“ s jižní orientací v pěti řadách ve sklonu 10°. Na střeše jsou vytvořena tři panelová pole po jedenácti panelech zapojených do série. Solární systém slouží k přípravě teplé vody a k přitápění. Skládá se ze dvou plochých solárních termických kolektorů.

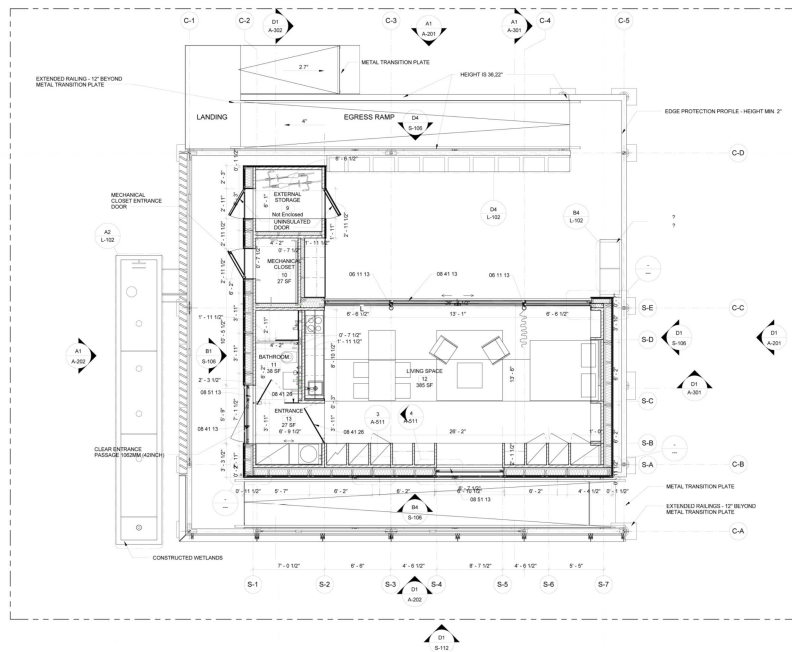
V Kalifornii, kde se konala soutěž Solar Decathlon 2013, byla terasa otočena na sever, aby se zminimalizovalo přehřívání domu v horkém podnebí Kalifornie. V českých podmínkách dojde ke změně orientace domu, terasa bude otočena na jih.

Koncept „domu v domě“ pracuje s principem dvou „kůží“. První kůži tvoří tepelně izolovaná obálka obytného prostoru. Druhá kůže (dřevěná pergola, horizontální a vertikální stínící lamely) funguje jako „narázníková“ zóna a zmírňuje tepelnou zátěž. Vodorovně orientované lamely na jižní straně stíní fasádu proti vysoko položenému polednímu slunci a svisle orientované lamely na západní straně proti nízkému západnímu slunci. [56]

Disciplína	Hodnocení	Skóre
1. Architektura	1	98,000
2. Atraktivita pro trh	3	92,000
3. Technika	2	94,000
4. Komunikace	7	85,000
5. Cenová dostupnost	15	92,677
6. Vnitřní komfort	3	98,691
7. Ohřev vody	3	98,938
8. Spotřebiče	7	98,903

9. Domáci zábava	9	97,433	
10. Energetická bilance	1	100,000	
Bonusy/penalizace celkem		10,50	
Skóre celkem	1	945,142	[53]

Viz příloha č. 7.13 Podrobné hodnocení AIR House porotou



A1 FLOOR PLAN
1/4" = 1'-0"

Obrázek 24 – Půdorys domu AIR House [56]



Obrázek 25 – Fotografie domu AIR House, Ing. arch. Martin Čeněk

5 Experimentální výzkum v architektonické praxi

5.1 Vývoj experimentálního domu AIR House

Od prvních úvah o účasti v soutěži Solar Decathlon 2013 uplynul přesně rok, když na podzim roku 2011 tým ČVUT podával přihlášku do soutěže. Na počátku bylo přání zúčastnit se této velké soutěže a vyzkoušet si v praxi, zda dokážeme navrhnout, postavit a provozovat solární dům. Až později jsme si začali uvědomovat zodpovědnost i to, jakou máme jedinečnou příležitost propagovat českou architekturu a inženýrství ve světě.

Díky grantu SGS, který týmu poskytla ČVUT v roce 2011, bylo možné věnovat se intenzivně přípravě na soutěž s jednoročním předstihem. V letním semestru 2011 byl návrh solárního domu pro Solar Decathlon jedním z témat zadání v ateliérech Ústavu navrhování II na Fakultě architektury ČVUT. Čtyři studentské týmy podrobně analyzovaly podmínky soutěže a soutěžní stavby z minulých kol a připravily podklady pro další vývoj projektu.

V létě 2011 byla uspořádána dvě kola interní architektonické soutěže, které se zúčastnili zejména studenti doktorského studia z Fakulty architektury a Fakulty stavební ČVUT. Z hodnocení odborné poroty vzešla doporučení a nasměrování pro konečný design soutěžního domu. Důležitým bodem přípravy byla exkurze členů týmu na finále Solar Decathlon 2011 ve Washingtonu a pak zejména finále Solar Decathlon Europe 2012 v Madridu. Navštívili jsme zde všechny soutěžní domy, diskutovali s jednotlivými týmy a upřesnili si řadu detailů ohledně přihlášky i samotného návrhu.

Návrh soutěžního domu se postupem času značně vyvíjel. Přispěl k tomu i fakt, že až po podání přihlášky došlo k oficiálnímu oznámení místa, kde se bude konat šestý ročník soutěže. V pozdější fázi návrhu byl projekt upřesňován hlavně požadavky specialistů, kteří se postupně stávali součástí týmu. Dva roky práce na projektu vyústily nejdříve ve cvičnou stavbu domu před Fakultou architektury ČVUT a následně ve stavbu v Orange County Great Park v Kalifornii.

Na projektu se podíleli studenti bakalářského, magisterského a hlavně doktorského programu fakulty architektury, stavební, strojní, dopravní a informačních technologií. Během celého procesu jsme měli možnost vyzkoušet si, jak funguje integrální navrhování v praxi.

Celý projekt by se nemohl uskutečnit bez finanční a odborné pomoci řady firem i individuálních osob, záštity ČVUT, pomoci zúčastněných fakult a zejména záštity děkana Fakulty architektury ČVUT prof. Zdeňka Zavřela. Účast v soutěži je spojená s grantem pořadatele soutěže, který představuje 15 % celkového rozpočtu projektu. Další části rozpočtu pokrývají grantové programy (25 %), např. Studentská grantová

soutěž ČVUT nebo Fond celoškolských aktivit, a komerční zdroje (40 %), ze kterých je převážně financována výstavba domu.

Během průběhu soutěže Solar Decathlon docházelo k určitým milníkům, při kterých byly konzultovány a následně odevzdávány části projektu.

Tabulka 9 – Certifikační proces návrhu AIR House

Datum odevzdání	Dodání
Únor 2012	Týmové motivační video
Duben 2012	Náklady na výstavbu (předběžné) Studie
Srpen 2012	Návrh webových stránek
Říjen 2012	Dokumentace pro stavební povolení Plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (předběžný) Náklady na výstavbu (revidované)
Prosinec 2012	Počítačová animace Vizualizace
Únor 2013	Dokumentace pro provedení stavby Plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (finální) Náklady na výstavbu (finální) Statické výpočty
Duben 2013	Resumé projektu
Červen 2013	Materiály nabízené veřejnosti
6 týdnů před začátkem soutěžního týdne	Dokumentace skutečného provedení stavby Audiovizuální prezentace Finální materiály nabízené veřejnosti Finální návrh webových stránek
Listopad 2013	Finální zpráva

5.1.1 Interní soutěž na návrh domu do soutěže Solar Decathlon

V létě 2011 byla uspořádána dvě kola interní architektonické soutěže. Nebyl vybrán vítěz, ale z hodnocení odborné poroty vzešla doporučení a nasměrování pro konečný design soutěžního domu. Výsledkem bylo deset koncepčních studií, na kterých se podíleli: Ing. arch. Dalibor Hlaváček, Ing. arch. Martin Čeněk, Tomáš Durdis, Barbora Janíková, Ing. arch. Hana Majerčíková, Ing. arch. Lucie Kirovová, Martin Král, Petr Pale-

ček, Jan Rosík, Petra Rybářová, Ing. arch. Kateřina Rottová a Ing. arch. Lucie Zemenová.

Viz příloha č. 7.14 Výsledky interní soutěže na návrh domu do soutěže Solar Decathlon

5.1.2 Návrh poslaný v přihlášce na Solar Decathlon 2013

Práce na návrhu vyústila v první společnou variantu: dům s membránou. Tento návrh byl zpracován a poslán v rámci přihlášky na Solar Decathlon 2013 a díky němu jsme byli vybráni k účasti v soutěži. Od návrhu jsme však museli opustit pro technické potíže a změnu místa konání soutěže.

Koncept domu AIR House (Affordable-Inflatable-Recyclable), se kterým jsme se hlásili do soutěže, lze popsat dvěma slovy: box–membrána. Box jako odkaz na tradici minimálního bytu české architektonické avantgardy 20. let minulého století, prefabrikovaný a mobilní. Membrána jako nosná konstrukce, high-tech, inteligentní kůže.

Vtip řešení box–membrána tkví v nízké hmotnosti domu, skladnosti, jeho snadné přepravě a rychlé výstavbě – stačí ho rozložit a nafouknout. Využití se nabízí všude, kde se hraje o čas, pozemek a konečně o peníze. Hodí se pro bydlení pro mladý pár, seniory či přechodné bydlení při živelných katastrofách.

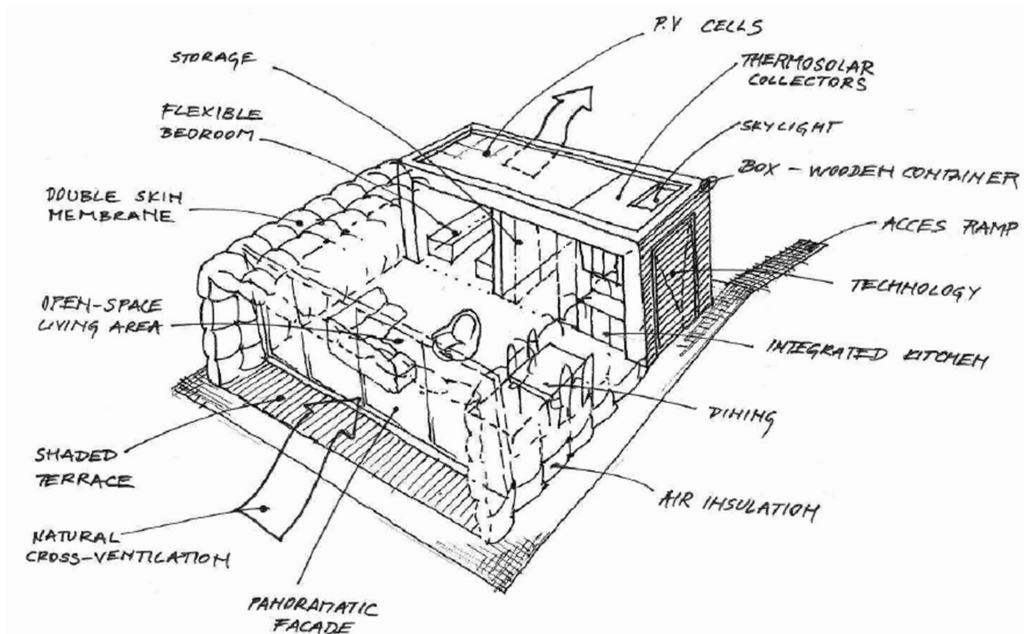
Návrh pracuje s kontrasty a propojuje je do nového a funkčního celku. Dům má minimální rozměry, přesto nabízí velkorysý obytný prostor a komfort. Pevný prefabrikovaný box kontrastuje s lehkou membránou, která se přizpůsobí potřebám uživatelů. Na jih se dům otevírá panoramatickým oknem, které propojuje interiér se stíněnou terasou, na severní straně se nachází pouze vstupní dveře.

Dispozice je přehledná a funkční. V dřevěné části je integrováno technologické a sociální zázemí včetně spotřebičů a ložnice. Box je snadno transportovatelný, rozměry odpovídají velikosti přepravních kontejnerů. Na jeho konstrukci jsou použity masivní dřevěné panely, v Čechách oblíbená technologie pro CO₂ neutrální ekologickou výstavbu. Jako tepelné izolace je zde použito ovčí rouno, tradiční, zdravotně nezávadný přírodní materiál.

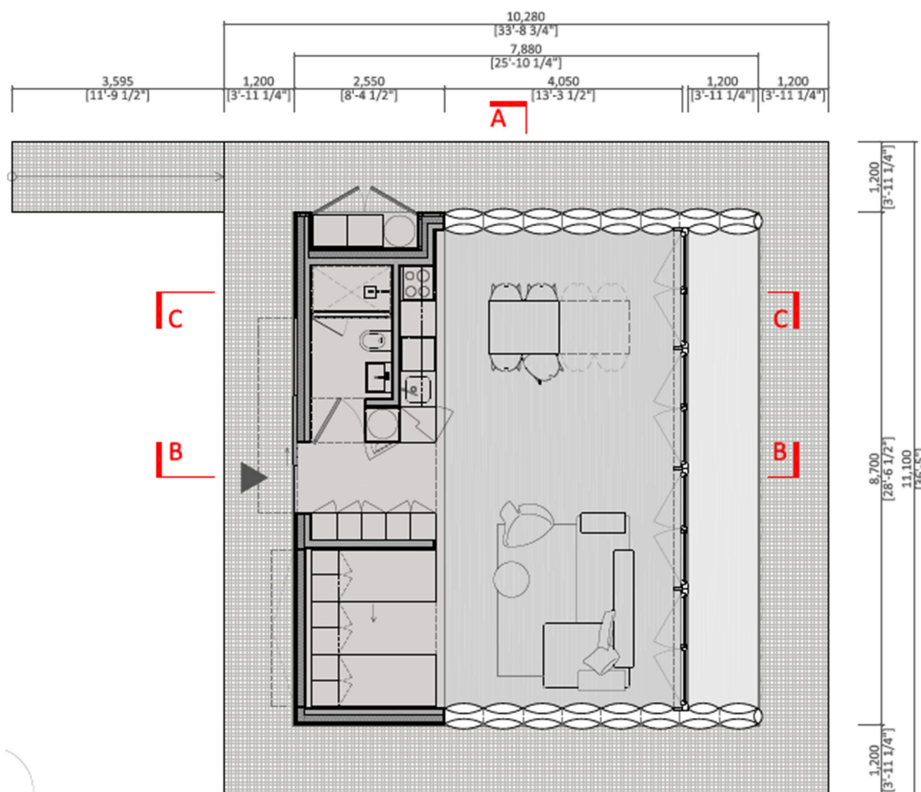
Hlavní technologickou inovací je použití lehké membránové konstrukce, která jako „architektonická kůže“ integruje veškeré funkce – je nosná, tepelně izoluje, propouští světlo, vyrábí elektrickou energii i stíní. Samonosná konstrukce z polštářů z ETFE fólie je navržena jako zdvojená fasáda. V prostoru mezi polštáři proudí vzduch, který je podle potřeby předehříván či ochlazován, tím konstrukce reaguje na teplotní výkyvy v exteriéru i interiéru. Průsvitná membrána maximálně využívá přirozeného osvětlení a snižuje spotřebu elektrické energie, zprostředkovává tak nový a nezvyklý kontakt s okolím.

AIR House využívá pasivní i aktivní solární systémy. Na střeše dřevěného boxu jsou umístěny fotovoltaické panely a vakuové trubkové solární kolektory. Tenkovrstvé

fotovoltaické články jsou integrovány přímo ve střešních polštářích. Stínění domu je zajištěno reflexním potiskem membrány, jeho intenzita je variabilní a reaguje na světové strany. Masivní dřevěná podlaha přirozeně vyrovnává výkyvy tepelně-vlhkostního klimatu. Všechny použité materiály včetně ETFE fólie jsou stoprocentně recyklovatelné a jsou vybrány v duchu filozofie „Cradle to Cradle“. [57]



Obrázek 26 – Koncept domu „AIR House“, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design



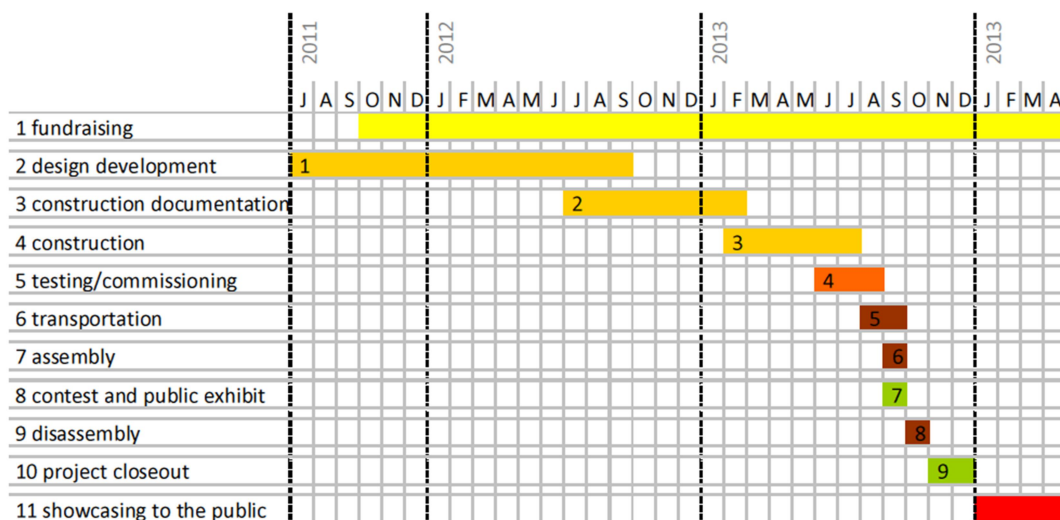
Obrázek 27 – Půdorys, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design



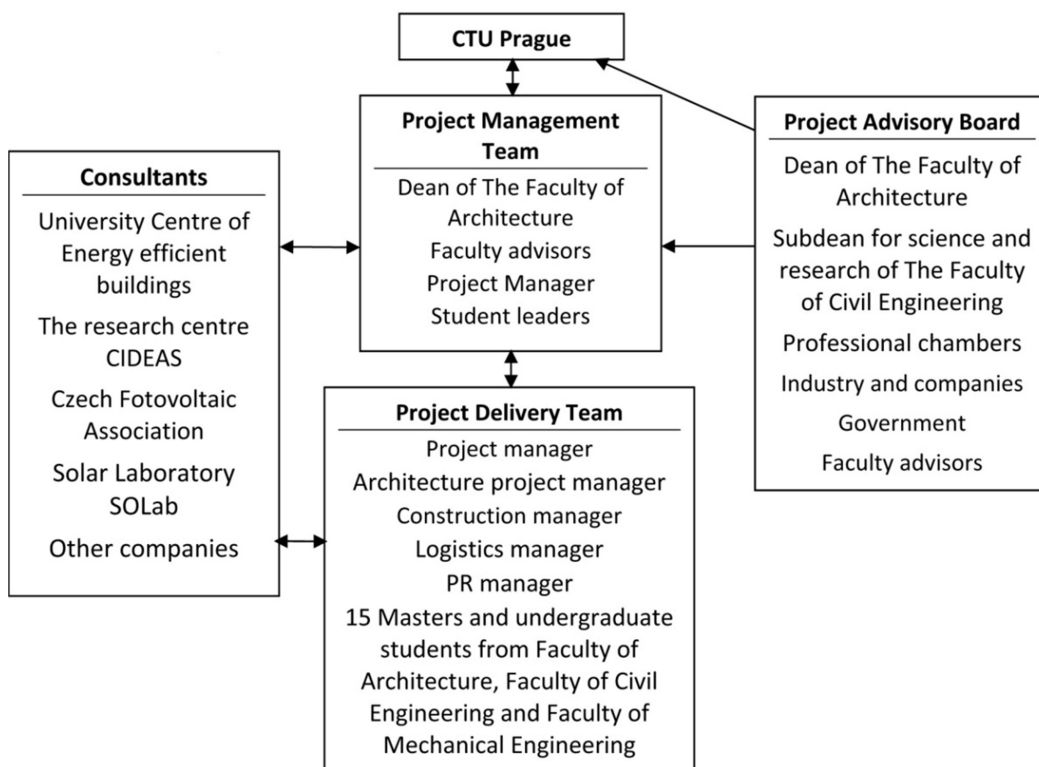
Obrázek 28 – Vizualizace – pohled z jihovýchodu (cyrany.com), součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design



Obrázek 29 – Vizualizace – hlavní obytný prostor (cyrany.com), Součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design



Obrázek 30 – Plánovaný harmonogram projektu, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Technical Proposal



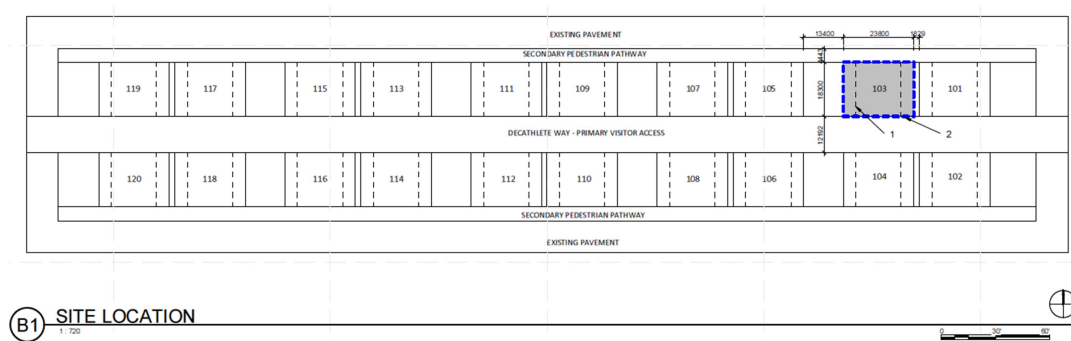
Obrázek 31 – Plánovaná organizace týmu během podání přihlášky v roce 2011, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Technical Proposal

5.1.3 Základní principy ovlivňující finální návrh AIR House

Vzhledem k technickým potížím a změně místa konání soutěže jsme museli opustit návrh zasláný do přihlášky na Solar Decathlon. Při zpracování finálního konceptu AIR House jsme proto museli navrhovat od začátku. Výsledný projekt se snaží o jedno-duchý přístup a holistické spojení technického a architektonického řešení v jeden sou-držný celek. Vzhledem k charakteru soutěže jsme si byli vědomi požadavků, které bylo nutné splnit při navrhování našeho soutěžního domu. Jedná se o vlastnosti, které ovlivňují náročnost a chování budovy. Tyto faktory se promítly do architektonického a technického řešení domu.

Volba pozemku

Všechny pozemky soutěžních domů měly stejnou velikost 23,8 x 18,3 m. Deset pozemků bylo umístěno od hlavní komunikace na sever a deset pozemků na jih. Z hlavní komunikace se vcházelo do jednotlivých domů. Na začátku soutěže si jednotlivé týmy mohly vybrat, který pozemek by si přály. My jsme si vybrali pozemek na sever od hlavní komunikace. Rozhodli jsme se tak, protože fasáda domu, kterou uvidí návštěvníci jako první, je otočena na jih, musí být kvůli kalifornskému slunci zacloněna, a proto bude částečně schována. Návštěvníkovi, který vejde na terasu otočenou na sever, se až poté rozvine pohled na celý dům.



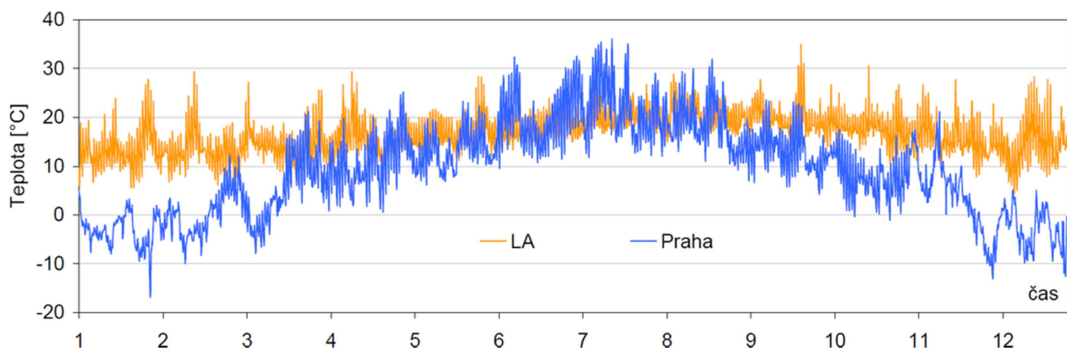
Obrázek 32 – Rozmístění domů v Orange County Great Park 2013 [77]

Orientace a osazení budovy na pozemku

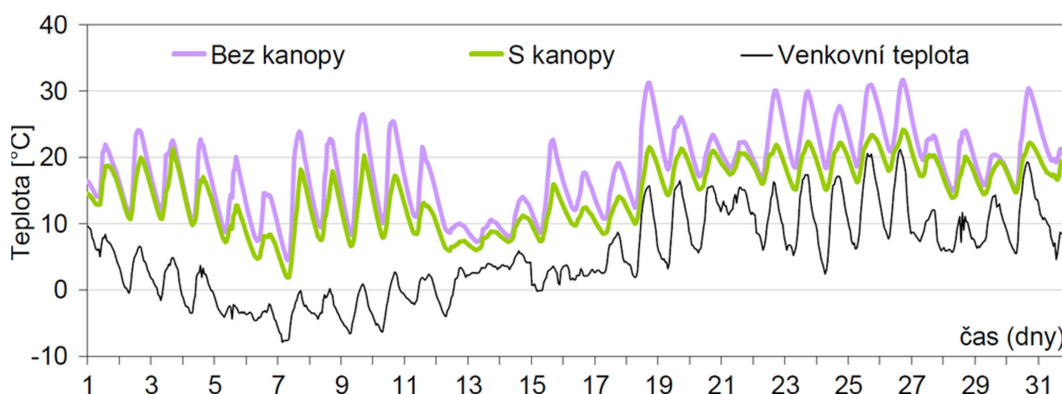
S ohledem na přímé sluneční záření se ukázalo jako klíčové osazení budovy a její orientace. Na začátku soutěže jsme byli v domněnání, že se Solar Decathlon 2013 bude odehrávat ve Washingtonu jako předešlé roky. Washington se nachází v podobném pásmu jako Česká republika. Proto jsme od začátku navrhovali soutěžní dům podobným způsobem, jako kdyby měl stát v České republice. Po podání přihlášky došlo ke změně lokace do Orange County Great Park v Irvine, které leží v Kalifornii. Vzhledem k cha-

rakteru lokality Orange County Great Park, kdy se jedná o bývalou leteckou základnu americké námořní pěchoty přímo v poušti, jsme museli změnit od základu přemýšlení nad orientací domu na pozemku. Na rozdíl od České republiky bylo nutno návrh domu změnit tak, aby jih byl úplně zacloněn vzhledem k velkým slunečním ziskům. S ohledem na stín, který vznikne na severní straně domu, mohl být dům na této straně více otevřen do exteriéru. Dům v podstatě musel fungovat opačně, než jsme zvyklí v podmínkách České republiky. Aby dům fungoval i po návratu, otočili jsme v České republice orientaci domu o 90° stupňů. Podrobněji se tomuto tématu věnovali kolegové z Fakulty stavební ČVUT, zejména Ing. Kateřina Sojková, která zpracovávala analýzy energetické koncepce.

Při hledání optimálních parametrů obvodových konstrukcí byly vypracovány analýzy dynamického tepelného chování budovy v hodinovém kroku využívající jednodušový model. Jedním z klíčových prvků návrhu bylo stínění. Vzhledem k vysokým denním teplotám a intenzitě dopadajícího slunečního záření v Kalifornii bylo nutné v době soutěže odstínit pokud možno veškeré sluneční záření. V ČR pak bylo žádoucí odstínit pouze letní slunce, a zimnímu naopak umožnit vstup do interiéru. Z tohoto důvodu byla prosklená fasáda a terasa natočena v Kalifornii na sever, zatímco v ČR je dům otočen o 90°, tedy terasou na jihovýchod. Vzhledem ke složité geometrii stínící konstrukce druhé kůže (tzv. kanopy) bylo stínění modelováno velmi podrobně na 3D model v prostředí programu Matlab. Kromě optimalizace geometrie stínících prvků byl vyčíslen i vliv kanopy jako celku. Ukázalo se, že stínící druhá kůže je klíčová pro zajištění tepelného komfortu, bez ní by se AIR House i v podmínkách ČR potýkal s přehříváním už v březnu (obr. 35) a potřeba tepla na chlazení by byla více než trojnásobná. [58]



Obrázek 33 – Porovnání ročního průběhu venkovní teploty v Kalifornii, LA a v Praze [58]



Obrázek 34 – Vliv kanopy na průběh vnitřní free-floating teploty (tj. teploty bez vlivu otopné, resp. chladicí soustavy), březen, klimatická data Praha [58]

Tvarové řešení a velikost budovy

Nejjednodušším způsobem, jak omezit tepelné ztráty, je zmenšit podíl ochlazovaných ploch vůči objemu. Tento způsob přináší rovněž finanční úspory – čím méně ploch, tím nižší budou náklady. Soutěžní podmínky stanovují velikost solární obálky tak, aby si případně nemohly jednotlivé domy stínit. Maximální výška stavby byla stanovena na 5,486 m. Bylo tedy možné navrhnout i dvoupatrový dům. Ačkoliv by bylo energeticky výhodnější navrhnout dvoupatrový dům, rozhodli jsme se navrhnout dům jednopodlažní vzhledem k tomu, že by druhé patro nemohlo být přístupné osobám s omezenou schopností pohybu. Velikost zastavěné plochy domu se mohla pohybovat od 55,7 do 92,9 m². Navrhli jsme dům co nejvíce kompaktní a co nejméně členitý vzhledem k energetické bilanci. Technologický box, který jediný vystupuje z kompaktního půdorysu, je nevytápěný. Návrh AIR House byl pojat jako minimální dům, proto jsme se drželi co nejmenší velikosti zastavěné plochy.

Způsob užívání budovy

AIR House představuje malý dům s velkorysým venkovním prostorem. Je určen pro dvoučlennou domácnost 50+, tedy v zásadě pro generaci našich rodičů. Dům je navržen jako chata pro ekologicky smýšlející lidi na vrcholu produktivního věku, která může v důchodu sloužit pro plnohodnotné trvalé bydlení. Inspirací je česká tradice chatařství a chalupářství. Díky malým rozměrům a jednoduchému tvaru lze dům také postavit na běžně velké zahradě jako výminek.

Stavební řešení

Doba určená na montáž a zprovoznění domu v USA byla pouhých osm a půl dne, na demontáž pouze pět dní. Konstrukci bylo tedy nutné navrhnout tak, aby šla sestavit a rozložit opakovaně, jednotlivé díly zároveň musely být navrženy tak, aby se vešly do lodních kontejnerů. Neméně důležitým faktorem byla i pracovní síla, tedy studenti měli být schopni objekt sestavit.

Air House je konstruován tak, aby nejen šetřil spotřebu, ale aby byl šetrný k přírodě už od začátku výstavby. Proto materiály měly umožnit snadnou a efektivní údržbu s minimálním vstupem energií a surovin. Základním koncepčním požadavkem bylo používat materiály přírodní, ekologicky nezávadné a recyklovatelné.

Jako základní stavební prvek bylo zvoleno dřevo a výrobky na bázi dřeva. Nosná konstrukce AIR House je navržena z masivních dřevěných CLT (cross laminated timber) panelů. Z CLT panelů je v AIR House vyrobeno i zařízení interiéru. Nosná konstrukce je z exteriéru opatřena tepelně izolačními panely. Sandwichový panel s dřevovláknitou tepelnou izolací je ze strany interiéru kryt OSB deskou a ze strany exteriéru DHF dřevovláknitou deskou. Skladba je navržena jako paropropustná (difuzně otevřená). Pouze základový rošt, rampy, sloupy pergoly a zavětrování jsou ocelové (konstrukce musela být navržena na častá kalifornská zemětřesení). Podružnými materiály, především pro výplně otvorů a nosnou konstrukci fotovoltaiky, jsou sklo a hliník.

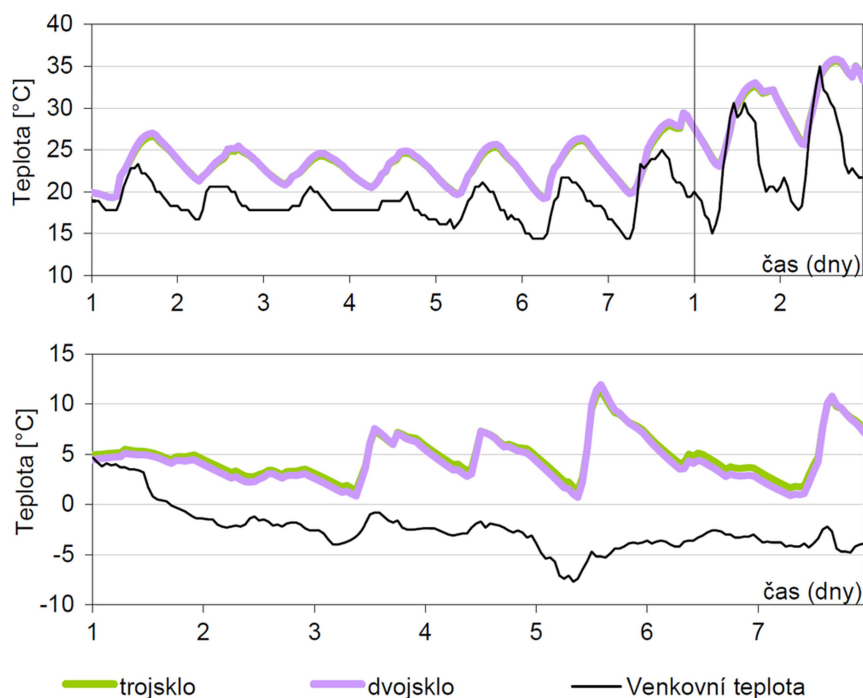
Vlastnosti obvodových stěn

AIR House pracuje s principem dvou „kůží“. První kůži tvoří tepelně izolovaná obálka obytného prostoru z masivních dřevěných panelů v kombinaci s přírodní dřevovláknitou tepelnou izolací. Druhá kůže (dřevěná pergola, horizontální a vertikální stínící lamely) funguje jako „nárážníková“ zóna a zmírňuje tepelnou zátěž. Prostřednictvím fotovoltaických panelů vyrábí elektrickou energii a díky trubicovým vakuovým solárním kolektorům zajišťuje dostatek teplé užitkové vody.

Velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách

Okna jsou nejen zdrojem tepelných zisků, ale také denního osvětlení. V porovnání se stěnami a stropem se okna považují téměř vždy za jeden z kritických bodů, pokud jde o únik tepla, nezávisle na tom, zda se jedná o dvojsklo či trojsklo.

Při volbě mezi dvojsklem a trojsklem do rozhodování vstupoval součinitel prostupu tepla a energetická propustnost zasklení. Dvojsklo mělo vyšší tepelné ztráty, ale na druhou stranu umožnilo vyšší solární zisky. Změna zasklení měla na tepelnou bilanci jak v Kalifornii, tak v ČR poměrně malý vliv, viz obr. 35. Při rozhodování bylo proto upřednostněno kritérium dopravy a montáže a bylo zvoleno dvojsklo. [58]



Obrázek 35 – Průběh vnitřní teploty v závislosti na zasklení dvojsklem a trojsklem (nahore soutěžní týden, klimatická data LA, dole zimní víkend, klimatická data Praha) [58]

Na západní a na východní fasádě nebyly navrženy žádné prosklené plochy vzhledem k orientaci k jednotlivým světovým stranám a prudkému světlu v Kalifornii. Na jižní fasádě je navrženo jedno malé okno, nejvíce prosklená je severní fasáda domu. Druhá kůže, která funguje jako nárazníková zóna, ještě navíc umocňuje stínění nakloněním lamel. Vodorovná orientace lamel směrem na jih stíní fasádu proti vysoko položenému polednímu slunci, svisle orientované lamely na západní straně proti nízkému západnímu slunci. Prostor mezi oběma kůžemi funguje jako prostředník mezi interiérem a exteriérem.

Vnitřní uspořádání s ohledem na vytápěný a nevytápěný prostor

Cílem bylo umístit maximum funkčních jednotek mimo klimatizovaný prostor a tím minimalizovat energii vynaloženou na udržení vnitřního komfortu. Vnitřní dispozice kombinuje jeden obytný prostor a technologický modul s koupelnou, technickou místností, venkovní kuchyní a skladem. Hlavní obytný prostor byl pojat jako open space a společně s koupelnou se jedná o jediné vytápěné/chlazené prostory. Vzhledem ke světovým stranám a požadavku stíněné terasy byl na západní stranu umístěn technologický modul, ve kterém se nachází technická místnost a sklad. Velká terasa s integrovanou zahrádkou, oddělená od obytného prostoru prosklenou fasádou, funguje jako rozšíření vnitřního prostoru. Objekt je doplněn o dvojici ramp pro bezbariérový přístup.

Způsob, jakým je zajištěn komfort vnitřního prostředí

Požadavky na komfort vnitřního prostředí, které dům musel splňovat během soutěže, byly poměrně přísné. Vnitřní teplota se musela pohybovat v pásmu mezi 21,7 °C a 24,4 °C, relativní vlhkost vzduchu pod 60 %.

Jako hlavní zdroj tepla a chladu bylo navrženo tepelné čerpadlo vzduch–voda. AIR House je vybaven stropními panely pro sálavé vytápění a chlazení. Z pohledu tepelného komfortu je výhodou malé proudění vzduchu v místnosti, při kterém se minimálně víří prach a mikroorganismy. Teplota v místnosti je oproti vytápění tělesy rovnoměrnější, což umožňuje její snížení o 1–3 °C, aniž by se narušila tepelná pohoda člověka.

Způsob větrání

V podmínkách České republiky je po většinu roku dům větrán přirozeně. Pro zimní období a pro účely soutěže je navržena vzduchotechnická jednotka s rekuperací odpadního tepla s účinností až 93 %. Výhodou takové jednotky je neustále čerstvý vzduch bez překračování koncentrace CO₂ a také kontinuální odvod vlhkosti, což je ochrana proti plísním. Koncové, viditelné prvky, kterými je vzduch v prostoru distribuován, jsou navrženy v jednotném designu se zařízením interiéru.

Viz příloha č. 7.15 Část dokumentace finálního návrhu domu AIR House

5.2 Certifikace AIR House

5.2.1 Úvod

Během návrhu AIR House jsem se pokusila nechat certifikovat tento dům ve dvou nej-používanějších hodnoticích systémech v České republice. Po neúspěšném pokusu o certifikát u LEED for Homes kvůli nepoužívání tohoto hodnoticího systému pro rodinné domy na českém trhu jsem se spojila s Ing. Martinem Volfem z Fakulty stavební ČVUT. Ing. Martin Volf se stal garantem ohodnocení domu AIR House certifikací SBToolCZ.

Na začátku bylo potřeba nastavit několik parametrů a hranic pro posouzení udržitelnosti AIR House, abychom získali srovnatelné výsledky. Posouzení mělo ukázat kvalitu skutečného rodinného domu, ne pouze prototypu, kterým je AIR House ve skutečnosti. Jako předpokládané staveniště bylo stanoveno do té doby nejpravděpodobnější místo – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT (UCEEB) v Kladně. Bylo předpokládáno, že po soutěžní přehlídce Solar Decathlon 2013 v Kalifornii bude dům znovu sestaven v Kladně, dojde ke změně orientace domu a dům se otočí tak, že terasa bude směřovat na jih.

Zpracování tohoto hodnocení bylo pilotním hodnocením pro poslední verzi metodiky SBToolCZ pro rodinné domy a bylo tak zpětnou vazbou i jejím autorům. Tímto projekt AIR House napomohl k nastavení hodnocení udržitelnosti v České republice. V té době ještě nebyla schválena komerční verze metody hodnocení SBToolCZ pro rodinné domy. Hodnocení pomohlo určit slabá místa a kvalitu projektu. Nakonec jsme získali skutečné posouzení, které ukazuje, jak může AIR House obstát v českém stavebnictví.

5.2.2 SbToolCZ

Na následujících řádkách uvádím jednotlivá kritéria certifikačního systému SbToolCZ a postupy, na které jsme se zaměřili při hledání dobrého výsledku.

Environmentální kritéria

E.01 Spotřeba primární energie

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba využívat v maximální míře obnovitelné zdroje.

E.02 Potenciál globálního oteplování

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba vhodně volit zdroje energie, v našem případě, kdy je zdrojem sluneční energie, je to bez problému.

E.03 Potenciál okyselování prostředí

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba vhodně volit zdroje energie, v našem případě, kdy je zdrojem sluneční energie, je to bez problému.

E.04 Potenciál eutrofizace prostředí

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba vhodně volit zdroje energie, v našem případě, kdy je zdrojem sluneční energie, je to bez problému.

E.05 Potenciál ničení ozonové vrstvy

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba vhodně volit zdroje energie, v našem případě, kdy je zdrojem sluneční energie, je to bez problému.

E.06 Potenciál tvorby přízemního ozonu

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba vhodně volit zdroje energie, v našem případě, kdy je zdrojem sluneční energie, je to bez problému.

E.07 Výroba obnovitelné energie

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba vhodně volit zdroje energie, v našem případě, kdy je zdrojem sluneční energie, je to bez problému.

E.08 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě:

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba snažit se používat materiály obnovitelné, recyklované, lokálně vyráběné a takové, u kterých toto bude možné zjistit.

E.09 Použití certifikovaných stavebních výrobků

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba používat co nejvíce výrobky, které jsou s certifikátem EPD, ISO 14025 nebo EN 15804 či s certifikací PEFC či FSC.

E.10 Spotřeba pitné vody

Pro dobrý výsledek bylo potřeba akumulovat dešťovou vodu, přefiltrovat ji v nádrži a dovést do budovy, kde je využita ke svému provozu (splachování WC, úklid, praní aj.) nebo alespoň po vhodné úpravě využívána k údržbě okolí budovy (zalévání zahrady, mytí auta, úklid venkovních ploch aj.). Šedá splašková voda by měla být akumulována a po vhodné úpravě využívána k údržbě okolí budovy, v lepším případě využita pro provoz budovy.

E.11 Zachycení dešťové vody

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba snažit se zachytit co největší procento ze srážkové vody dopadající na pozemek.

E.12 Využití pozemku

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba mít pozemek v co největším svahu, ideálně by to měl být brownfield, neměly by být káceny kvůli výstavbě stromy, neměly by se v okolí budovy vyskytovat louky s chráněnými druhy, mokřady a národní parky. V našem případě to není možné ovlivnit.

E.13 Zeleň na budově a pozemku

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba navrhnout co nejvíce zeleně na pozemku, na střeše, na fasádě, používat zeď ke stínění na jižní, západní a východní fasádě, vypracovat plán rozvoje a údržby zeleně a použít původní zeď z lokality.

Sociální kritéria

S.01 Vizuelní komfort

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba zajistit denní osvětlenost v co největším prostoru. Odstupové vzdálenosti AIR House nejdou ovlivnit.

S.02 Akustický komfort

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba splnit normové požadavky proti hluku uvnitř a vně stavby. Bylo potřeba použít těžší, výborně zaizolované konstrukce a hlavně dobrá okna a dveře.

S.03 Tepelná pohoda v letním období

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba zvládat tepelnou stabilitu v letním období i bez strojního chlazení.

S.04 Tepelná pohoda v zimním období

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba splnit požadavky na tepelnou stabilitu v zimním období, tedy mít akumulční hmotu v objektu, používat velmi teplé, resp. teplé podlahové krytiny.

S.05 Kvalita vnitřního vzduchu

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba navrhnout násobnost výměny vzduchu větší než 0,5, mechanické větrání kuchyně, koupelny a WC. Systém větrání a úpravy vzduchu by měl být nucený, rovnotlaký a řízený dle množství CO₂ a vlhkosti s možností zvlhčování a odvlhčování.

S.06 Ochrana proti radonu

V našem případě toto není možné ovlivnit.

S.07 Zdravotní nezávadnost materiálů

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba používat v interiéru materiály, které mají deklarovaný nulový (nízký) obsah formaldehydu a dalších nebezpečných látek v souladu s požadavky příslušných norem, a vytvořit manuál zdravotní nezávadnosti materiálů v domě.

S.08 Uživatelský komfort

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba mít úložné prostory pro zahradní nářadí, kola v domě nebo v krytém prostoru v exteriéru, mít krytý vyhrazený parkovací prostor v exteriéru, nebo lépe garáž, mít uvnitř domu úložné prostory typu: sušárna, prádelna, v exteriéru mít terasu alespoň 6 m² a plochu zahrady větší než 600 m².

S.09 Flexibilita využití budovy

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba nemít uvnitř dispozice nosné sloupy a nosné stěny delší než 1,5 m, mít příčky lehké, demontovatelné a mít v projektu studii možností změn uspořádání v průběhu životního cyklu domu.

S.10 Prostorová efektivita

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba minimalizovat plochy přímo nevyužitelné obyvateli domu (šachty, světlíky, stěny, příčky atp.) uvnitř obvodu domu.

S.11 Bezbariérové řešení

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba zohlednit co nejvíce bezbariérových řešení vyjmenovaných v kritériu.

S.12 Míra oplocení pozemku

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba mít co nejmenší oplocenou plochu z celkové plochy zahrady.

S.13 Zabezpečení obydlí

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba mít co nejvyšší úroveň bezpečnosti. Úroveň zabezpečení domu nebyla posuzována.

Kritéria ekonomiky a managementu

C.01 Náklady životního cyklu

Pro dobrý výsledek v hodnocení by bylo potřeba provést kvalitní analýzu nákladů životního cyklu domu (LCC). LCC analýza nebyla provedena.

C.02 Prováděcí a provozní dokumentace

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba vytvořit manuál pro budoucího uživatele budovy s projektovou dokumentací obsahující body popsané v kritériu, např. způsob, jak postupovat při třídění odpadu, či popis únikových cest.

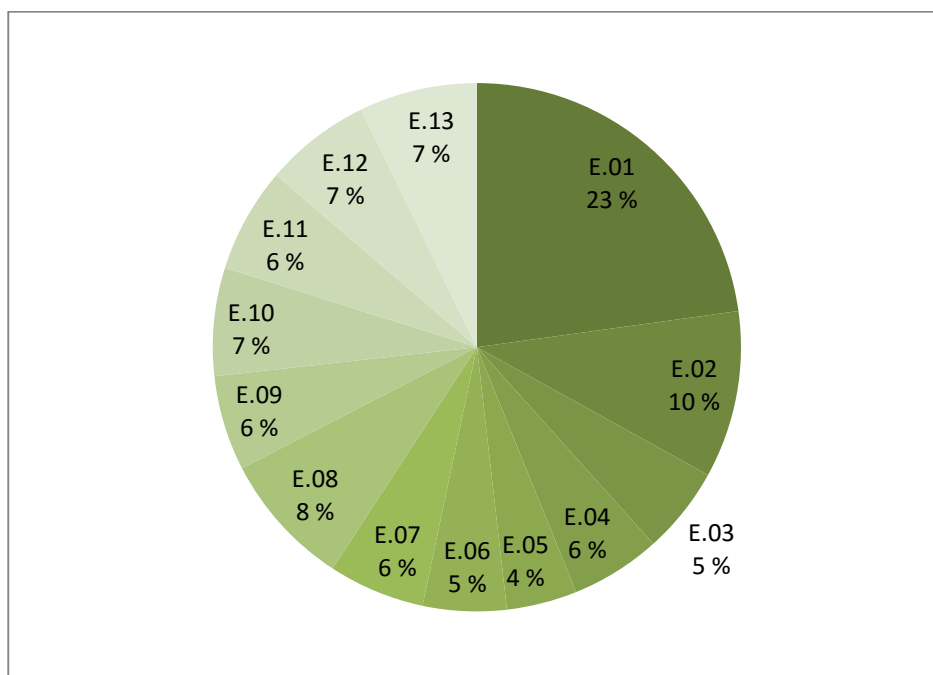
C.03 Měření spotřeb energií a vody

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba mít osazená zařízení ukazující aktuální a statistické spotřeby, umožňující předpověď spotřeb do budoucna, monitorování parametrů a regulaci vnitřního prostředí.

C.04 Management tříděného odpadu

Pro dobrý výsledek v hodnocení bylo potřeba mít kryté místo pro popelnice, sběrné nádoby přehledně popsané, nemíchat vytříděný odpad a třídit alespoň 4 druhy odpadu.

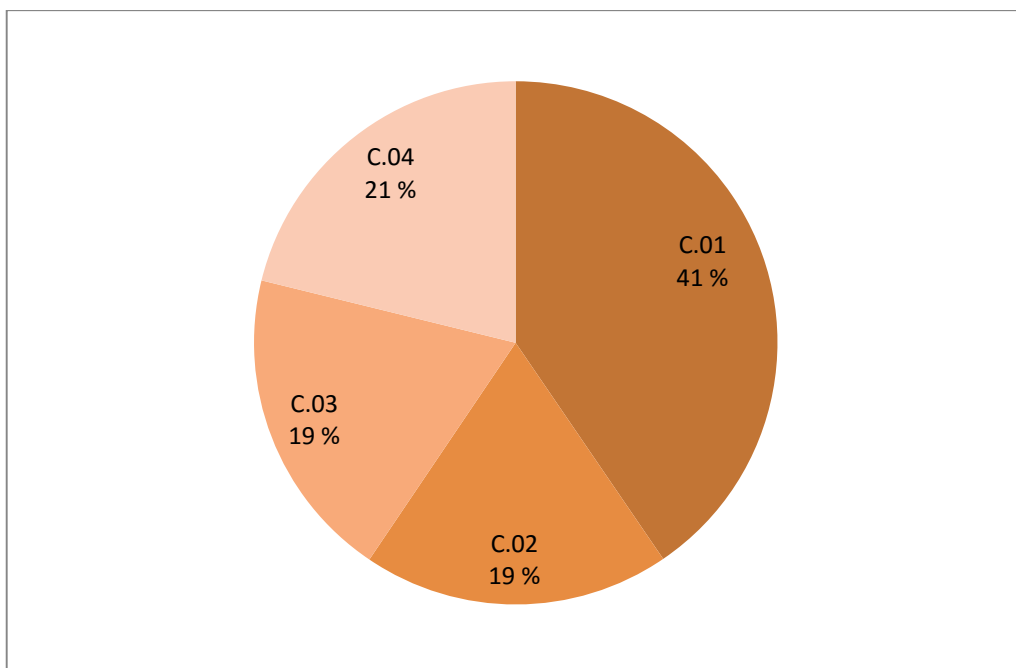
5.2.3 Výsledek certifikace SbToolCZ



Obrázek 36 – Váhy: Environmentální kritéria (E) [59]

Tabulka 10 – Hodnocení: Environmentální kritéria (E) [59]

Environmentální kritéria				
Kritérium	Název	Body	Váhy	Výsledné body
E01	Spotřeba primární energie	10,00	22,82 %	2,28
E02	Potenciál globálního oteplování	10,00	10,22 %	1,02
E03	Potenciál okyselování prostředí	8,20	5,32 %	0,44
E04	Potenciál eutrofizace prostředí	10,00	5,52 %	0,55
E05	Potenciál ničení ozonové vrstvy	7,50	4,32 %	0,32
E06	Potenciál tvorby přízemního ozonu	0,00	5,12 %	0,00
E07	Výroba obnovitelné energie	10,00	5,92 %	0,59
E08	Použití konstrukčních materiálů při výstavbě	6,50	8,22 %	0,53
E09	Použití certifikovaných stavebních výrobků	3,33	5,82 %	0,19
E10	Spotřeba pitné vody	4,00	6,62 %	0,26
E11	Zachycení dešťové vody	9,00	6,42 %	0,58
E12	Využití pozemku	7,00	6,52 %	0,46
E13	Zeleň na budově a pozemku	4,50	7,22 %	0,32
Oddíl celkem				7,56

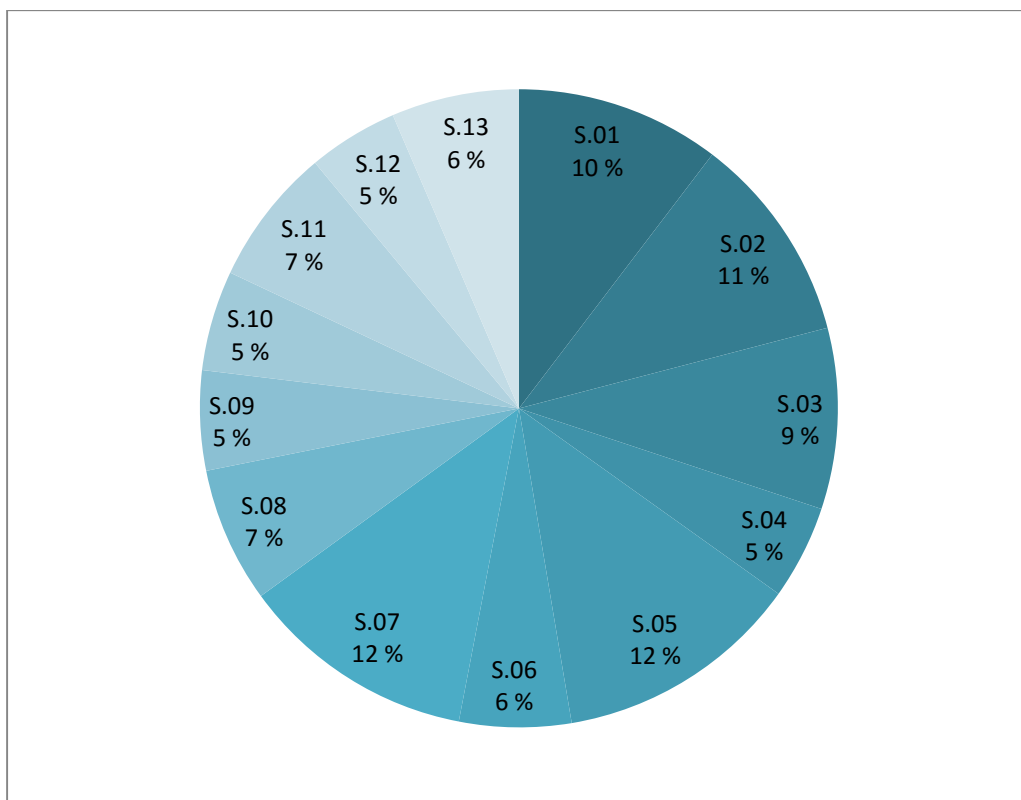


Obrázek 37 – Váhy: Ekonomika a management (C) [59]

Tabulka 11 – Hodnocení: Ekonomika a management (C) [59]

Ekonomika a management

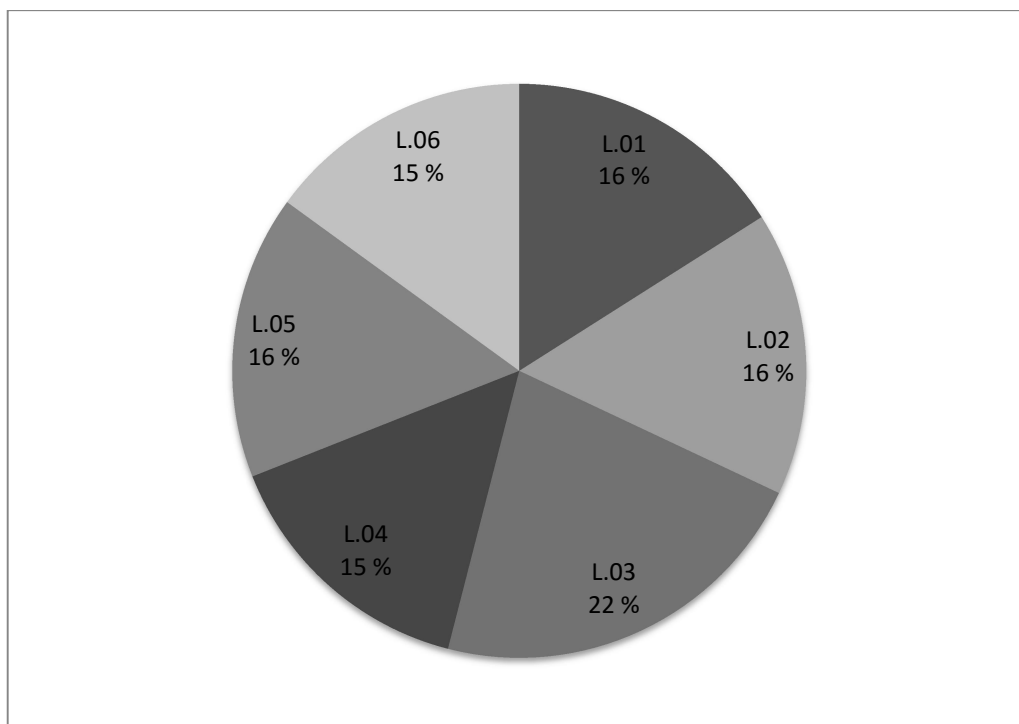
Kritérium	Název	Body	Váhy	Výsledné body
C01	Náklady životního cyklu	0,00	40,48 %	0,00
C02	Prováděcí a provozní dokumentace	9,50	18,98 %	1,80
C03	Měření spotřeby energie a vody	9,00	19,38 %	1,74
C04	Management tříděného odpadu	5,50	21,18 %	1,16
Oddíl celkem				4,71



Obrázek 38 – Váhy: Sociální kritéria (S) [59]

Tabulka 12 – Hodnocení: Sociální kritéria (S) [59]

Sociální kritéria				Výsledné	
Kritérium	Název	Body	Váhy	body	
S01	Vizuální komfort	9,50	10,37%	0,99	
S02	Akustický komfort	4,00	10,57%	0,42	
S03	Tepelná pohoda v letním období	8,00	9,17%	0,73	
S04	Tepelná pohoda v zimním období	6,40	4,77%	0,31	
S05	Kvalita vnitřního vzduchu	8,70	12,47%	1,08	
S06	Ochrana proti radonu	7,50	5,67%	0,43	
S07	Zdravotní nezávadnost materiálů	7,00	11,97%	0,84	
S08	Uživatelský komfort	3,00	6,87%	0,21	
S09	Flexibilita využití budovy	4,00	5,07%	0,20	
S10	Prostorová efektivita	6,00	5,07%	0,30	
S11	Bezbariérové řešení	7,50	6,97%	0,52	
S12	Míra oplocení pozemku	0,00	4,57%	0,00	
S13	Zabezpečení obydlí	0,00	6,47%	0,00	
Oddíl celkem				6,03	



Obrázek 39 – Váhy: Lokalita (L) [59]

Tabulka 13 – Hodnocení: Lokalita (L) [59]

Lokalita				Výsledné
Kritérium	Název	Body	Váhy	body
L01	Availability of public places for relaxation	3,50	16,00%	0,56
L02	Key amenities - provision and proximity	2,50	16,00%	0,40
L03	Public transport accessibility	3,00	22,00%	0,66
L04	Natural risk	10,00	15,00%	1,50
L05	Local air quality	5,50	16,00%	0,88
L06	Site security	0,00	15,00%	0,00
Oddíl celkem				4,00

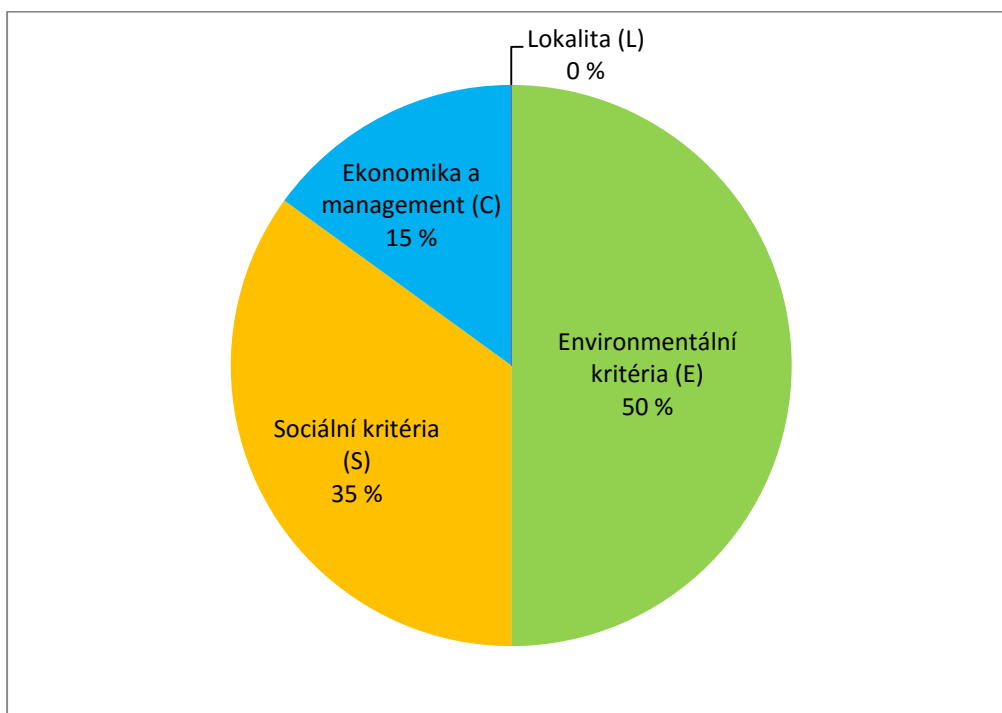
5.2.4 Závěrečné hodnocení

Projekt AIR House je velmi silný v environmentálních kritériích, především díky nízké spotřebě primární energie a nízkému potenciálu globálního oteplování nebo eutrofizaci prostředí.

Ztrácí však důležité body v sociálních a ekonomických sekcích, a to zejména vzhledem k nezpracované analýze životního cyklu. Další body by mu přinesl lepší a detailnější návrhový proces s větším důrazem na použití certifikovaných materiálů, zpracování

analýzy nákladů životního cyklu a ostatních parametrů. Ze sociálních kritérií snížila výsledné skóre především unikátnost domu. V případě standardního, neprototypového domu by bylo snadné vyřešit lépe například zabezpečení objektu.

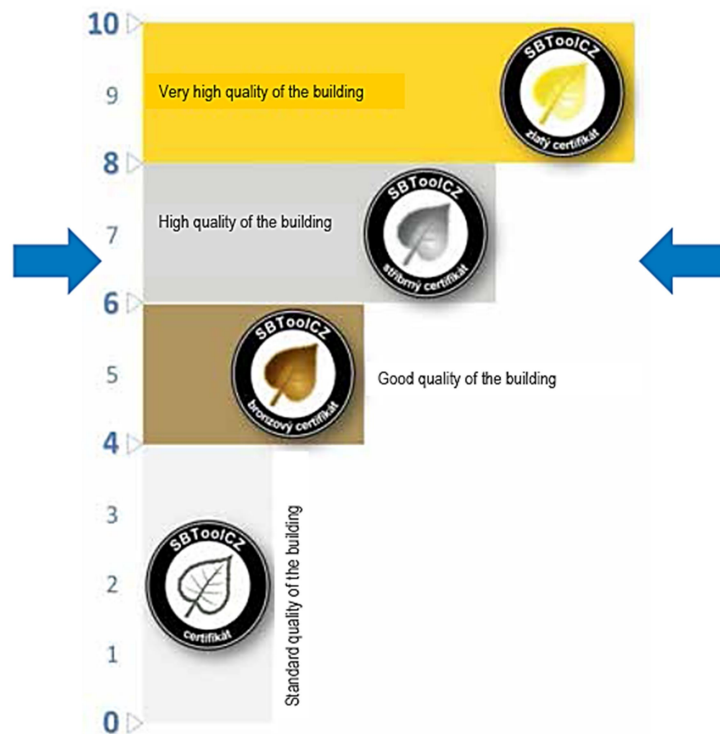
Celkově si AIR House vedl velmi dobře a zasloužil si stříbrný certifikát SBToolCZ. Zpracováním samotného hodnocení jsme objektivně ověřili správnost svého návrhu a zároveň označili slabá místa projektu.



Obrázek 40 – Výsledné váhy

Tabulka 14 – Výsledek hodnocení

	Bodový zisk	Váhy	Výsledné body
Environmentální kritéria	7,56	50,0 %	3,78
Ekonomika a management	4,71	15,0 %	0,71
Sociální kritéria	6,03	35,0 %	2,11
Lokalita	4,00	0,0 %	0,00
Hodnocené oddíly celkem			6,60



Obrázek 41 – Výsledný certifikát kvality – stříbrný [59]

5.3 Dotazník prováděný mezi účastníky soutěže Solar Decathlon 2013 v Orange County Great Park

Solar Decathlon je soutěží nejen v navržení, zajištění financování a realizaci solárního domu, ale zejména ve vytvoření spolupráce mezi studenty různých oborů, různých zkušeností a možností. Práce na projektu Solar Decathlon byla pro většinu z 600 zúčastněných studentů první mezioborovou spoluprací, během níž většina týmů čelila podobným otázkám, např.: „Kdo se stává vedoucím týmu? Jaké jsou největší problémy, které musí týmy řešit? Jak funguje interdisciplinární navrhování v praxi? Jak tato kooperace probíhá a jaké je možné si z ní vzít poučení?“

Řešení těchto otázek, ke kterému jsme během dvouletého procesu dospěli, může pomoci nejen těm, kteří by se chtěli účastnit podobné soutěže, ale i všem, kteří jsou součástí týmu při návrhu architektury.

Během soutěže Solar Decathlon 2013 v Kalifornii jsem sestavila dotazník, s kterým jsem obcházela všechny soutěžící týmy. Dotazník je rozčleněn do tří skupin: otázky týkající se návrhu domu, složení týmu a systému fungování týmu.

Dotazník

A. Návrh domu:

1. Jaký je největší přínos Vašeho domu?
2. Co se stane s domem po soutěži?
3. Usilovali jste o udělení mezinárodního certifikátu?
4. Kdybyste mohli změnit něco během celého projektu Solar Decathlon, co by to bylo?
5. Jaký byl největší problém, který jste museli řešit?

B. Složení týmu:

6. Kolik bylo v týmu celkem studentů?
7. Jaké je procento studentů bakalářského, magisterského a doktorského programu?
8. Jaký je ve Vašem týmu poměr zastoupení mužů a žen?
9. Jaký je poměr zastoupení studijních oborů (architekti, inženýři atd.)?

C. Systém fungování týmu:

10. Jak Vás podpořila Vaše univerzita?
11. Jaký byl způsob ohodnocení za práci na Solar Decathlonu? Finanční, kreditový?
12. Jak fungovala spolupráce architektů a inženýrů?
13. Kdo vedl tým? Architekt, inženýr nebo manažer?

Viz příloha č. 7.6 Výsledky dotazníku prováděného mezi účastníky soutěže Solar Decathlon 2013 v Orange County Great Park

5.4 Vizuální porovnání AIR House s ostatními týmy

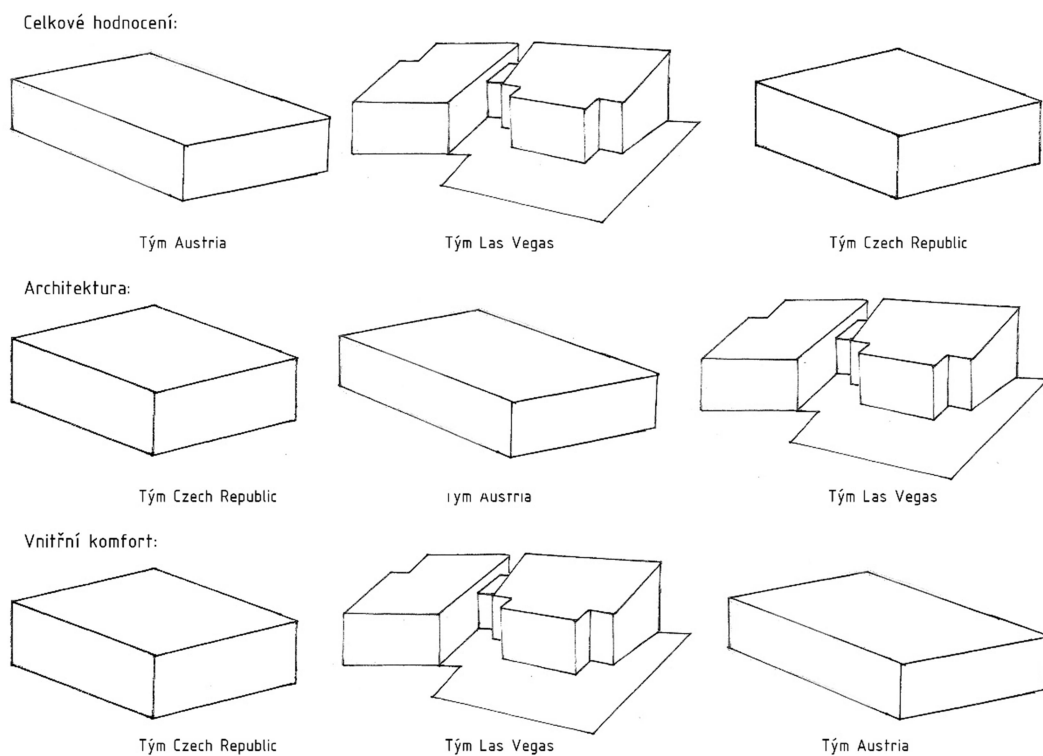
5.4.1 Obecně

Níže zaznamenaná schémata reprezentují v grafickém formátu vizuální zobrazení dat domů, které se umístily na prvních třech místech v Solar Decathlonu 2013. Cílem porovnání schémat a analýz bylo poskytnout vhled a inspiraci, ne nutně dojít k jednoznačnému závěru. Záměrem bylo poskytnutí srovnání a analýz, dle nichž by bylo možno případně iniciovat další průzkum a výzkum minulých či budoucích soutěží. Solar Decathlon v analýze funguje jako prostředek pro posouzení vztahu mezi architekturou a pasivním designem pomocí porovnatelné a srozumitelné série schémat.

Hypotéza, kterou měl ověřit tento výzkum, byla ta, že by mohla existovat jasná a měřitelná korelace mezi týmy, které využívaly pasivní principy designu a dosáhly lepšího ohodnocení v disciplíně vnitřní komfort, v disciplíně architektura a zejména v celkovém pořadí soutěže. Ač výsledné údaje neprokázaly, že by týmy vynikaly pouze kvůli integrování pasivních principů v návrzích domů, přesto se zjistilo, že tyto strategie měly pozitivní vliv, a v důsledku toho týmy dosáhly lepších výsledků. Z analýz vyplývá, že pasivní strategie a architektonická propracovanost koreluje s vyšším ohodnocením.

5.4.2 Vnější objem

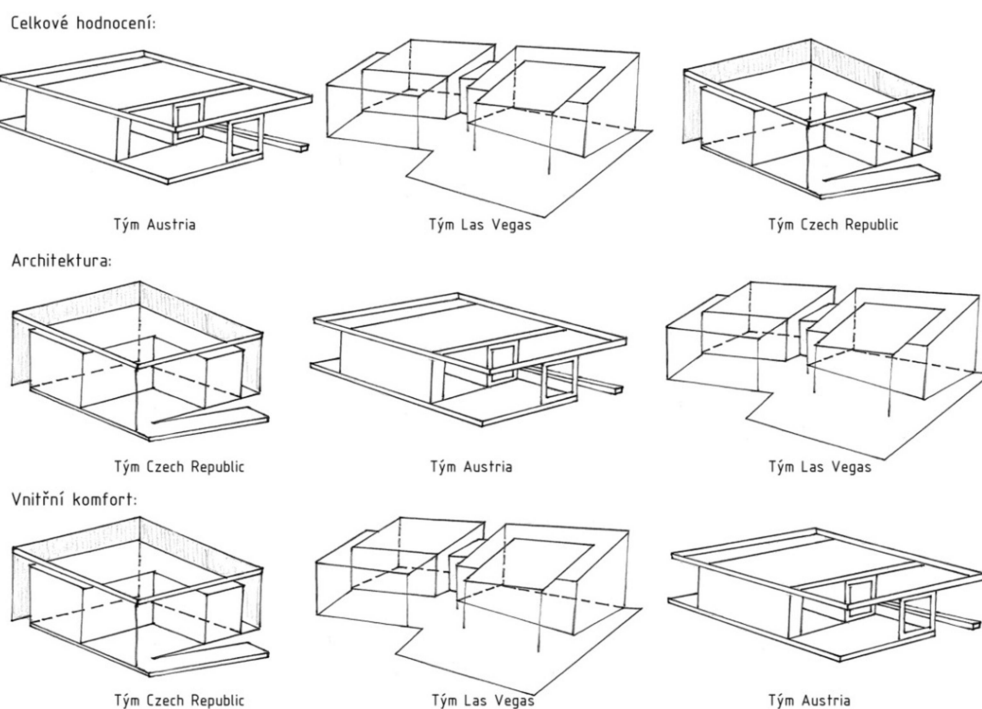
Vnější forma stavby je znázorněna základním schématem, které je načrtnuto v několika linkách. Toto axonometrické schéma reprezentuje abstrahovanou expresi stavební formy.



Obrázek 42 – Schéma: Vnější objem

5.4.3 Vnitřní objem

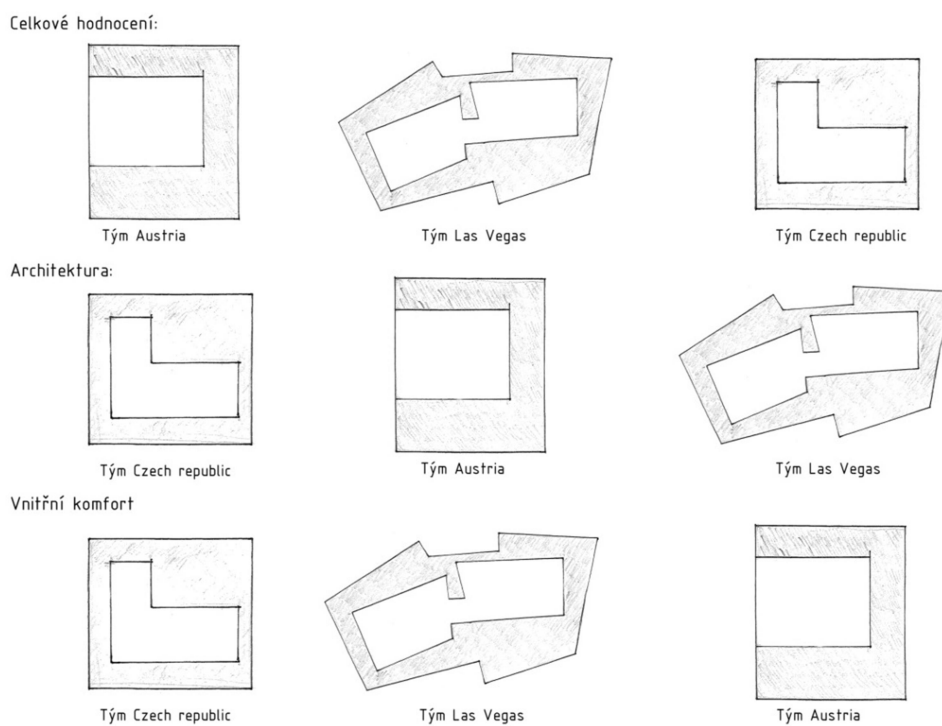
Tato axonometrická schémata představují základní tvar vnitřní užité plochy ve třech dimenzích.



Obrázek 43 – Schéma: Vnitřní objem

5.4.4 Venkovní prostor

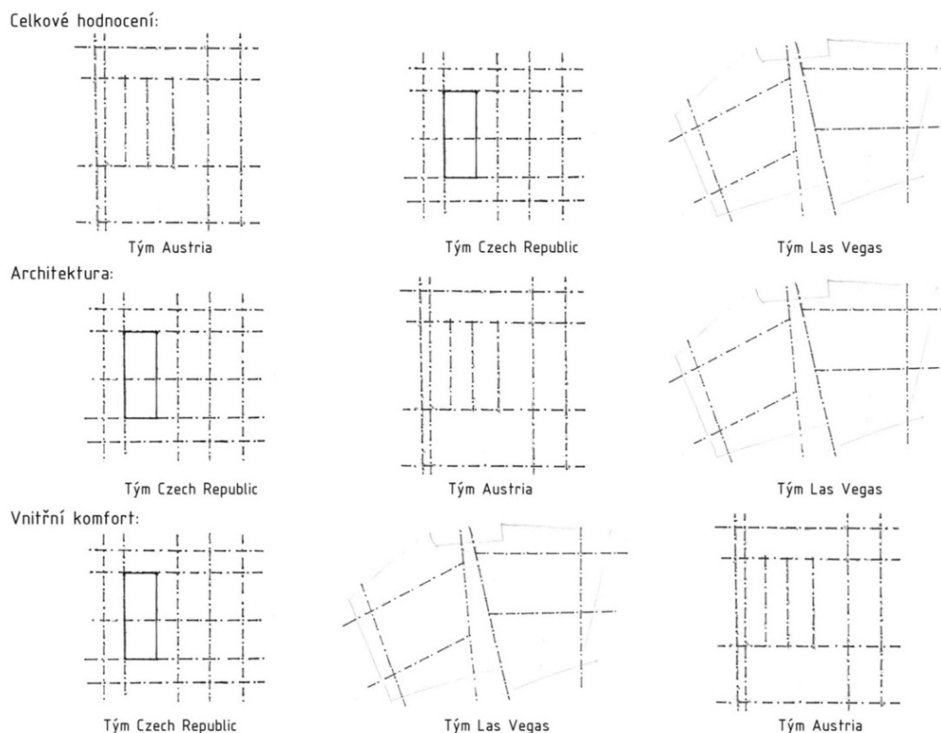
Tato schémata situačního plánu ukazují venkovní prostory, které jsou navrženy pro využití obyvateli domu. Dům je zobrazen v bílé barvě, venkovní prostory v šedé.



Obrázek 44 – Schéma: Venkovní prostor

5.4.5 Konstrukce

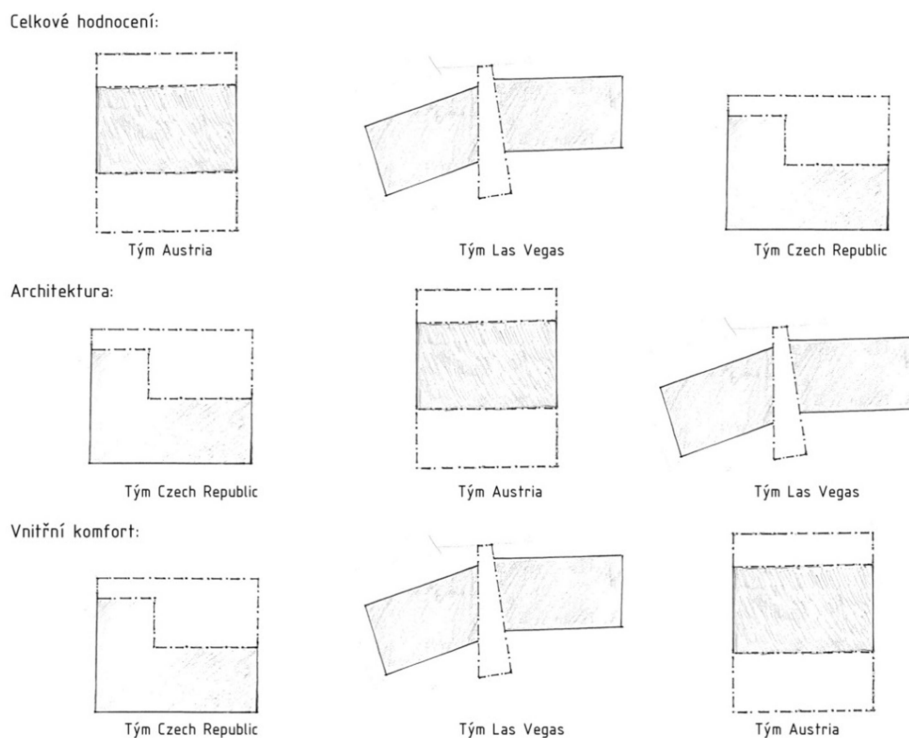
Tato půdorysná schémata ukazují systém nosných konstrukčních prvků.



Obrázek 45 – Schéma: Konstrukce

5.4.6 Additive/subtractive

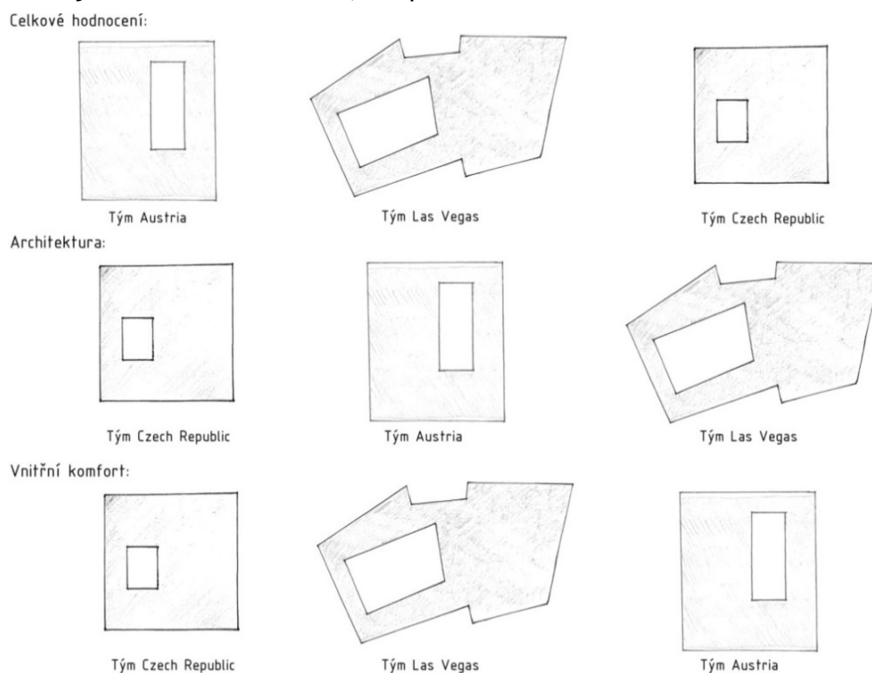
Tato schémata zobrazují přírůstky a ubrání od základní hmoty. Základní tvar je zobrazen v šedé barvě. Přidání a ubrání hmoty jsou uvedena v bílé barvě.



Obrázek 46 – Schéma: Additive/subtractive

5.4.7 Společné/soukromé prostory

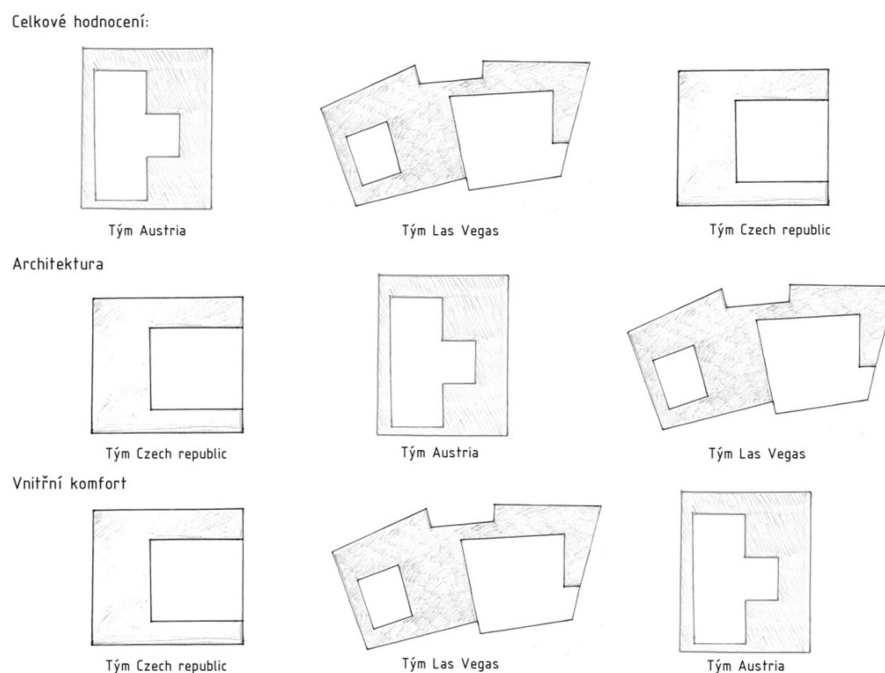
Společné prostory (zobrazeny šedě) zahrnují prostory, kde může nastat interakce s hostem: obývací pokoj / jídelna, studovna a kuchyně. Soukromý prostor (zobrazen bíle) zahrnuje technickou místnost, koupelnu a ložnici.



Obrázek 47 – Schéma: Společné/soukromé prostory

5.4.8 Obsluhované/obsluhující

Louis Kahn zavedl pojem obsluhovaných a obsluhujících prostor. Obsluhující prostory jsou ty, které jsou věnovány na podporu obsluhovaných prostor. Obsluhující prostory jsou znázorněny v šedé barvě, obsluhované v bílé.

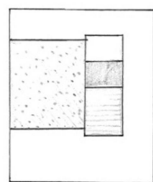


Obrázek 48 – Schéma: Obsluhované/obsluhující

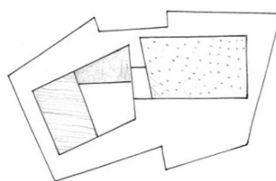
5.4.9 Vnitřní zóny

Vnitřní funkční zóny domu jsou zobrazeny čtyřmi různými šrafováními.

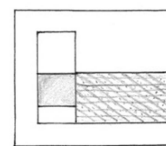
Celkové hodnocení:



Tým Austria

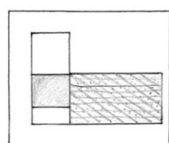


Tým Las Vegas

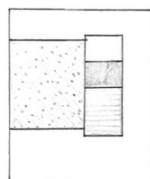


Tým Czech Republic

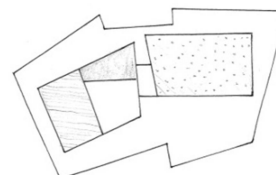
Architektura:



Tým Czech Republic

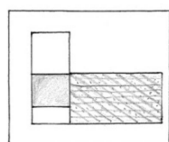


Tým Austria

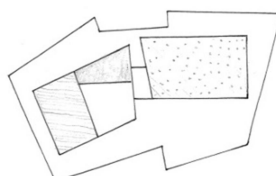


Tým Las Vegas

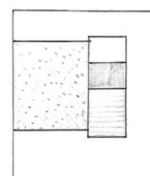
Vnitřní komfort:



Tým Czech Republic



Tým Las Vegas



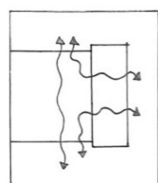
Tým Austria

Obrázek 49 – Schéma: Vnitřní zóny

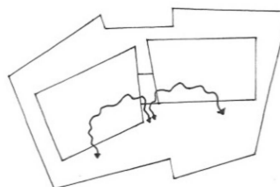
5.4.10 Přirozená ventilace – půdorys

Tato schémata vyznačují, kde a jak je začleněna přirozená ventilace v domě.

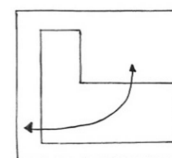
Celkové hodnocení:



Tým Austria

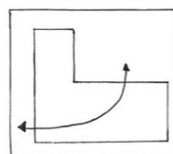


Tým Las Vegas

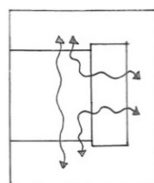


Tým Czech Republic

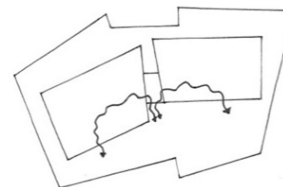
Architektura:



Tým Czech Republic

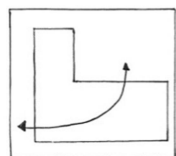


Tým Austria

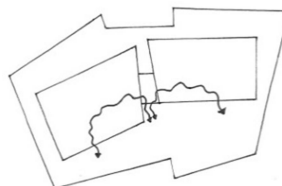


Tým Las Vegas

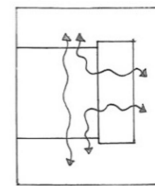
Vnitřní komfort:



Tým Czech Republic



Tým Las Vegas



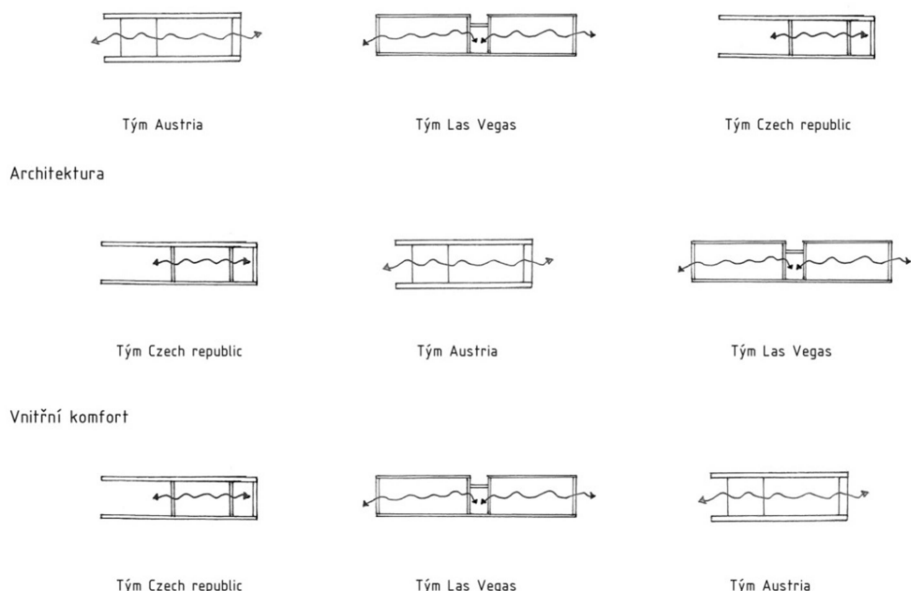
Tým Austria

Obrázek 50 – Schéma: Přirozená ventilace – půdorys

5.4.11 Přirozená ventilace – řez

Tato sada schémat zobrazující ventilaci umožňuje porovnání, kde a jak je přirozená ventilace začleněna v domě. První tři týmy nevyužily proudění vzduchu umístěním vstupů vzduchu níže a výstupů vzduchu výše, čímž by byl využit komínový efekt.

Celkové hodnocení:

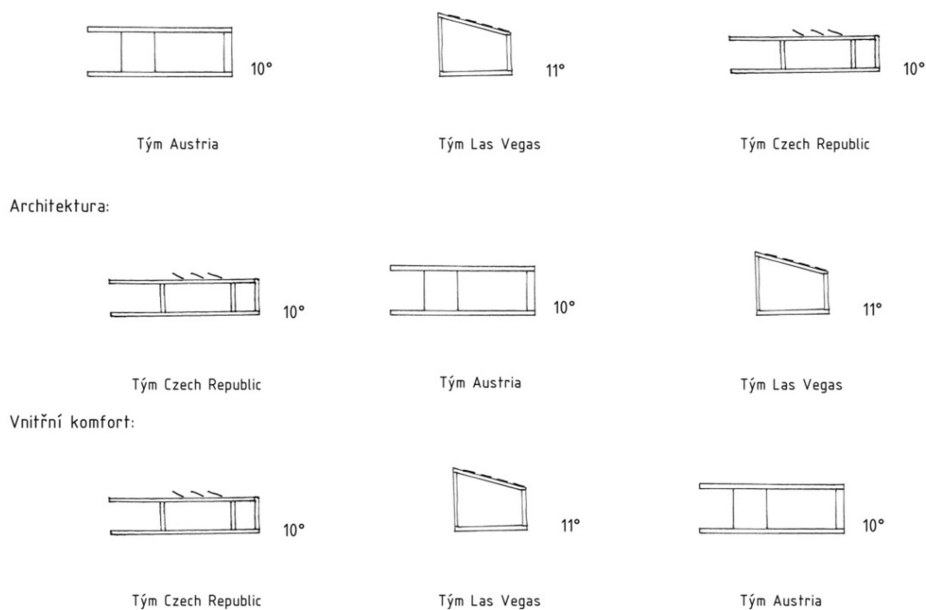


Obrázek 51 – Schéma: Přirozená ventilace – řez

5.4.12 Sklon fotovoltaických panelů

Každý tým musel čelit rozhodnutí o nastavení úhlu fotovoltaických panelů. Pokud nebyl dům navržen s fotovoltaickými panely, které je možno naklápět, bylo nutno vybrat úhel odpovídající sklonu slunečních paprsků v místě soutěže.

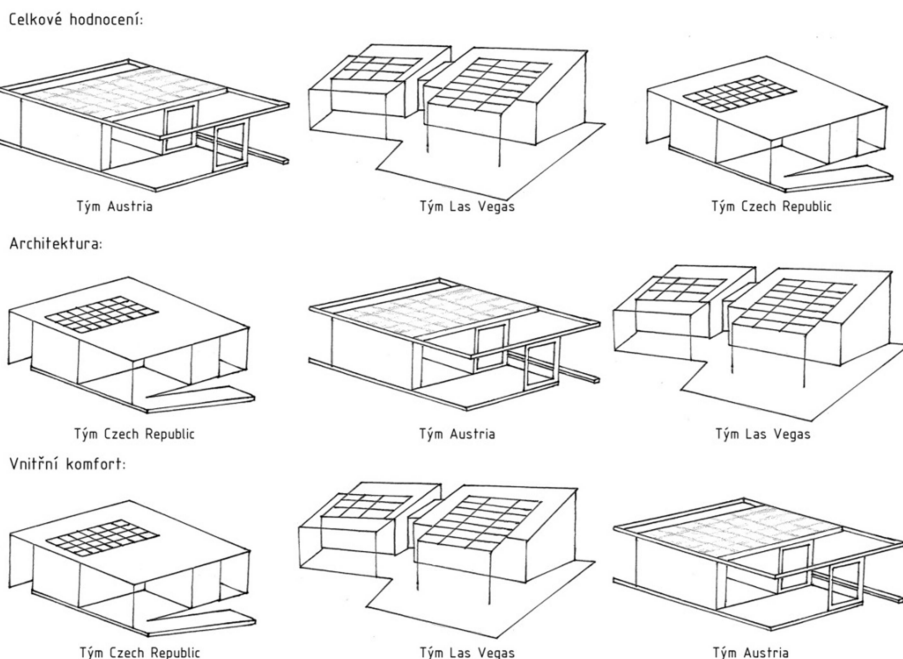
Celkové hodnocení:



Obrázek 52 – Schéma: Sklon fotovoltaických panelů

5.4.13 Umístění fotovoltaických panelů

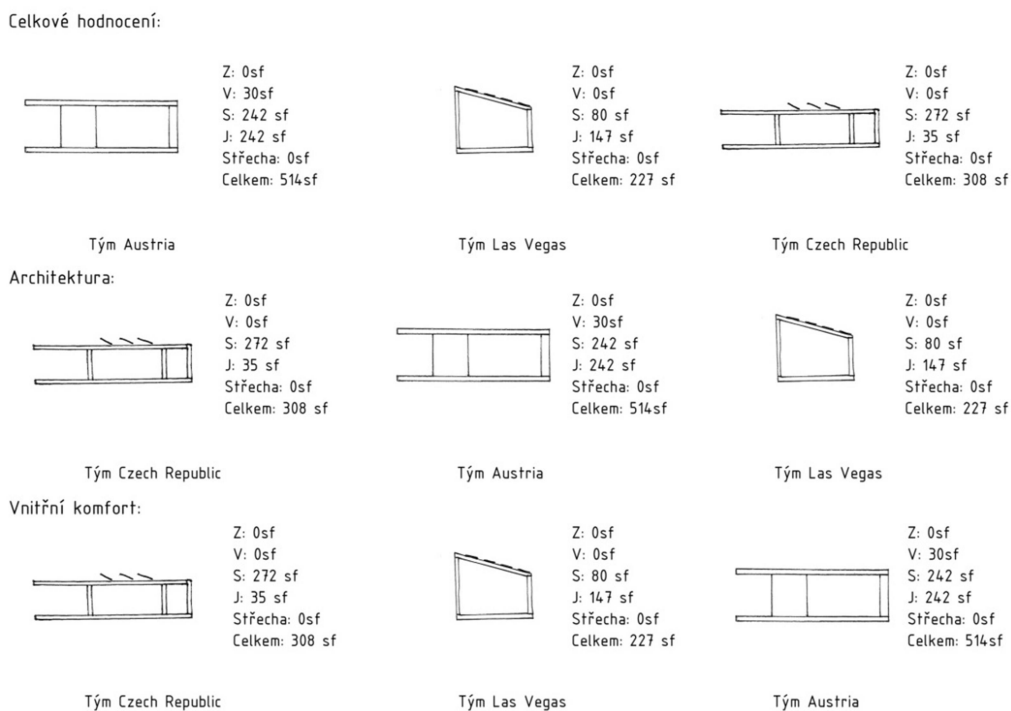
Tento soubor schémat znázorňuje uspořádání fotovoltaických panelů každého domu.



Obrázek 53 – Schéma: Umístění fotovoltaických panelů

5.4.14 Denní osvětlení

Každý tým se pokusil vyrovnat poměr denního osvětlení, ventilace a tepla, které prochází přes zasklení oken a dveří ve stěnách či střeších soutěžních domů. Údaje u těchto schémat udávají množství prosklení na všech fasádách a střeších jednotlivých domů, ale i celkové množství zasklení (ve čtverečních stopách).



Obrázek 54 – Schéma: Denní osvětlení

5.5 Nepředvídatelné faktory ovlivňující pořadí hodnocení

Hodnocení v disciplínách, které není možné měřit empiricky, jako je architektura nebo atraktivita pro trh, vychází ze subjektivních názorů poroty. Ale i v rámci objektivního hodnocení v měřitelných disciplínách se ukázalo, že jednotlivá objektivní hodnocení jsou provázena určitými nesrovnalostmi. Existuje celá řada nepředvídatelných faktorů, které mohly ovlivnit pořadí hodnocení. Jsou to zejména:

Počasí v místě konání soutěže Orange County Great Park

Počasí v roce 2013 v Orange County Great Park mělo pravděpodobně největší vliv ze všech nepředvídatelných faktorů na výsledném pořadí v soutěži. Teploty v roce 2013 byly vyšší, než je v tomto časovém období obvyklé. Kdyby bylo chladnější počasí, výsledky soutěže by byly významně odlišné.

Rozpočtová omezení soutěžících vysokých škol

Celkové náklady na soutěžní domy byly v rozmezí od 170 000 do 350 000 dolarů. První tři místa obsadily týmy, jejichž náklady na soutěžní domy byly nadprůměrné.

Institucionální podpora

Značně se různilo množství věnovaného času, financování a aktivní účast fakult. Některé školy okamžitě rozpoznaly přínos soutěže a nabídly financování a věnovaný fakultní čas. Některé týmy čelily problémům při získání podpory od svých domovských institucí. Tento rozdíl měl významný dopad na výsledky soutěže.

Konzistentní účast studentů během celého dvouletého procesu projektování a výstavby

Úspěšné navržení a postavení domu v této soutěži požaduje důsledný závazek a trvalou účast fakult a účastnících se studentů. Týmy, jejichž studenti se účastnili projektu po celou dobu příprav, navrhování a stavby, dosáhly vyššího hodnocení v soutěži.

Pracovní dovednosti zapojených studentů a fakult

Každý tým zahrnoval členy celé řady oborů, od architektury přes stavební inženýrství až po obchod a komunikace. Nicméně dostupnost znalostí a dovedností získaných od vysílací instituce měla nevyhnutelně vliv na úspěch každého týmu.

Efektivita týmové struktury

Z průzkumu je evidentní, že počet studentů, různorodost oborů, zapojení fakult a odborníků a zejména struktura týmu měly významný dopad na výsledky. Fungování organizační struktury týmu mohlo být jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících úspěch či neúspěch v soutěži.

Hodnocení porotou

Zatímco porota se snažila posuzovat soutěž spravedlivě, mohly se objevit nechtěné nesrovnalosti v ohodnocení úkolů. Příkladem může být nejednotné umístění snímačů teploty a vlhkosti u každého z týmů, které mohlo ovlivnit přesnost hodnocení.

Vzdálenost a obeznámenost s místem soutěže v Orange County

Dle výsledků hodnocení se překvapivě ukázalo, že různá vzdálenost soutěžících týmů od místa konání Solar Decathlonu v Orange County nebyla velkou překážkou. Týmy s největší vzdáleností od místa konání se umístily na prvních místech.

Nečekané události

Téměř každý tým hlásil nepředvídatelná nemilá překvapení, která ovlivnila jeho ohodnocení. Jednalo se zejména o poruchy mechanických systémů, jež nefungovaly přesně tak, jak byly navrženy.

Závěr

Na základě předloženého výzkumu Solar Decathlonu ročníku 2013 bylo zjištěno, že týmy, které začlenily do architektonického návrhu i sofistikovanost pasivní strategie, dosáhly lepšího hodnocení v soutěži.

V závěru dvacátého století si naše civilizace uvědomila, že neutěšený stav životního prostředí může být přímým důsledkem postindustriální revoluce. V případě, že by klíčem k vítězství v soutěži Solar Decathlon bylo co největší fotovoltaické pole, pracovalo by se v rámci stejného paradigmatu – pouze za pomoci nových technologií.

Nutností je významně snížit energetické potřeby prostřednictvím integrace pasivních strategií. Tento přístup by se měl stát zdrojem inspirace udržitelných domů. Architekti musí zvážit nejen nahrazení neobnovitelných zdrojů energie, ale také snížení celkové poptávky energie. To by mělo být prvním krokem každého integrovaného navrhování.

Soutěž Solar Decathlon poskytuje místo pro další rozvoj těchto strategií. Týmy by nicméně měly být vybízeny k úspěšné integraci aktivních technologií i pasivních strategií do svých návrhů. Do návrhů je nutno začlenit to nejlepší z obnovitelných technologií, přitom je třeba dbát na cenovou dostupnost, aby se udržitelné domy mohly stát pro zájemce o bydlení tou nejlepší volbou. [60]

6 Závěr a předpokládaný přínos práce

„Quality is always sustainable.“

(Thomas Sandell)

Práce se snaží podat utříděný přehled o poznacích v oblasti využívání sluneční energie v architektuře i návod pro využití certifikačních nástrojů. Prostřednictvím rozboru různých hodnoticích systémů a projektu solárního domu AIR House popisuje cestu k návrhu udržitelné architektury. Doc. Ing. arch. Eduard Schleger uvádí: „Udržitelná architektura či zelená architektura není novým architektonickým stylem. Představuje změnu v myšlení, změnu životních priorit. Je architekturou přátelskou k přírodě, lidem. Propojuje otázky životního prostředí a stavění tak, aby jejich symbióza vytvářela podmínky pro udržitelný rozvoj života na Zemi.“ [61]

Ze závěrů, ke kterým jsem dospěla, vyplývá, že návrh vlastní certifikace se jeví kvůli velkému množství kritérií a složitosti v hodnocení pro studijní účely příliš zdlouhavý. Daleko úspěšnější byl experiment, který se týkal zrealizování udržitelné stavby AIR House. V tomto případě se použitá metoda „research by design“ ukázala být bližší mentalitě architektů. Potvrdila, že udržitelný návrh spojuje přirozené, minimální řešení převzaté z minulosti s inovativními technologiemi současnosti. Zároveň pak udržitelný návrh spojuje více než pouze úspory energie či aplikaci pasivního designu, má také důležitý sociální aspekt. Soutěž Solar Decathlon mi nabídla příležitost k pochopení toho, jak jsou budovy navrhovány a stavěny, stejně tak, jak mohou být integrovány udržitelné principy.

Vliv certifikačních nástrojů na architekturu je v zásadě kladný, hlavně v době návrhu stavby. Vždyť soutěž Solar Decathlon by nebylo možné uskutečnit bez pevných a podrobných kritérií. Certifikační systémy umějí stavby seřadit a dát jim známku. To studentská soutěž Solar Decathlon dokazuje v jednom čase, na jednom místě a se stejnými podmínkami. Ve výsledku se jedná o kvalitní multikriteriální hodnoticí systém udržitelných staveb. Úspěch není dán pouze jednou disciplínou, ale kombinací dobrého hodnocení pokud možno ve všech disciplínách.

Zpracované výsledky ankety potvrdily, že většina studentů architektury přistupuje k navrhování udržitelné architektury podobně. Rozdíly v zodpovězení dotazníku přibližně kopírovaly umístění v soutěži, a tím i v kvalitě navržených staveb.

Na architektonický výraz staveb má obecně velký vliv také legislativa, ať už se jedná o stavební zákon, přidružené vyhlášky či nové směrnice Evropské unie. Rozhodující je, jakým způsobem se architekti zhostí jejich aplikace, zda přistoupí ke komplexnímu holistickému navrhování staveb. Nejde totiž o to, aby se udržitelná architektura deformovala na technická řešení pouhým snižováním energetické náročnosti. Oproti čistě technickému přístupu by měl architekt být schopen nahlížet na udržitelné stavění komplexně včetně sociálních, psychologických a estetických aspektů, protože důležité není stavět udržitelnou architekturu, ale dobrou architekturu. Úspornost stavby by tedy

neměla být jediným kritériem kvality architektury, ale její součástí. Jak říká Norman Foster: „Nelze oddělit otázku spotřeby energie a emise oxidu uhličitého od architektury.“ [62]

Václav Cílek poznamenává: „Viděl jsem řadu úsporných domů, odkud majitelé každý den odjížděli jedním až dvěma automobily do 30 kilometrů vzdáleného zaměstnání.“ [63] Urbanistické řešení je první a nejdůležitější krok, který architektuře umožňuje být zelenou. Pokud se udělá chyba ve výběru místa, už se to nedá napravit. Aby byla udržitelná architektura skutečně účinná, musí jít dále nad rámec pouhých předepsaných kritérií. Tato architektura se potřebuje opírat o kohezní a holistickou udržitelnou filozofii. Udržitelnost architektury je něco, o co je třeba usilovat při pohledu nahoru, ne shora dolů. Aby byla skutečně úspěšná ve všech úrovních, musí být začleněna do všech fází projektu, počínaje návrhem, dokumentací, realizací, provozem a konče likvidací.

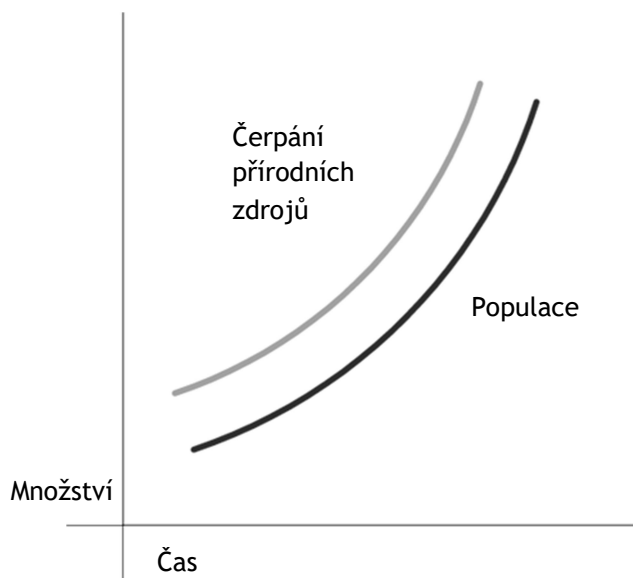
Disertační práce je určena zejména pro potřeby studentů architektury. Měla by sloužit jako návod pro rozhodování v procesu navrhování budov prostřednictvím spolupráce mezi obory a zároveň jako návod pro navrhování udržitelné architektury. V souvislosti s přijetím nových směrnic z Evropské unie je třeba při přípravě studentů na vysokých školách položit důraz na navrhování udržitelných staveb v nulovém standardu.

Věřím, že v budoucnosti se budou stavět budovy, které budou působit komfortně a úsporně v harmonii s přírodními toky na Zemi, budovy, které budou nejen zdravě a efektivně působit na své obyvatele, ale také na planetu samotnou. [64]

7 Přílohy

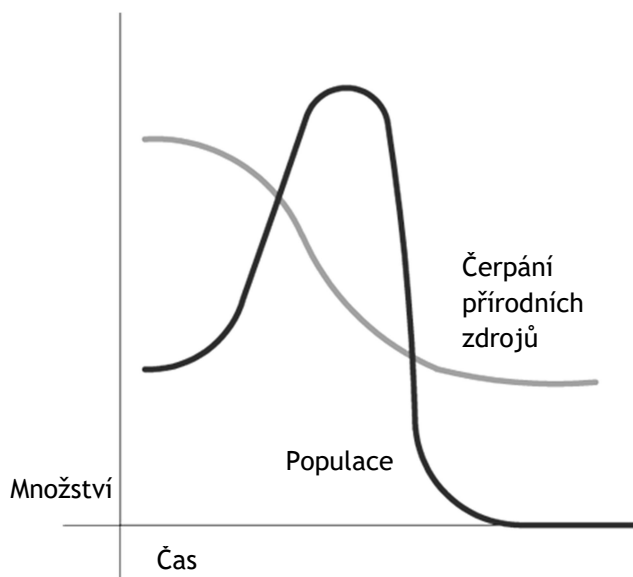
7.1 Čtyři teoretické scénáře dalšího vývoje lidské společnosti

1. Dochází k nárůstu populace a zároveň se zvyšuje čerpání zdrojů. Současně narůstá efektivita čerpání přírodních zdrojů.



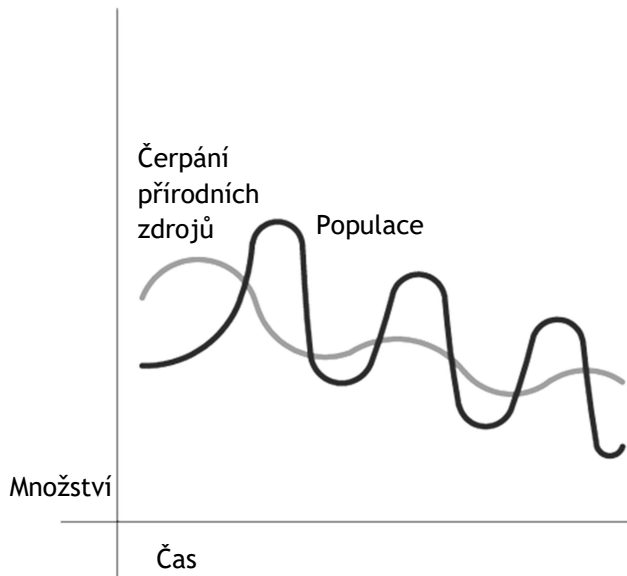
Obrázek 55 – Nárůst efektivity čerpání přírodních zdrojů [7]

2. Při vzrůstajícím nárůstu populace za stejného čerpání zdrojů dojde k protnutí těchto křivek. Nakonec se příroda dokáže vzpamatovat, ale lidstvo ne.



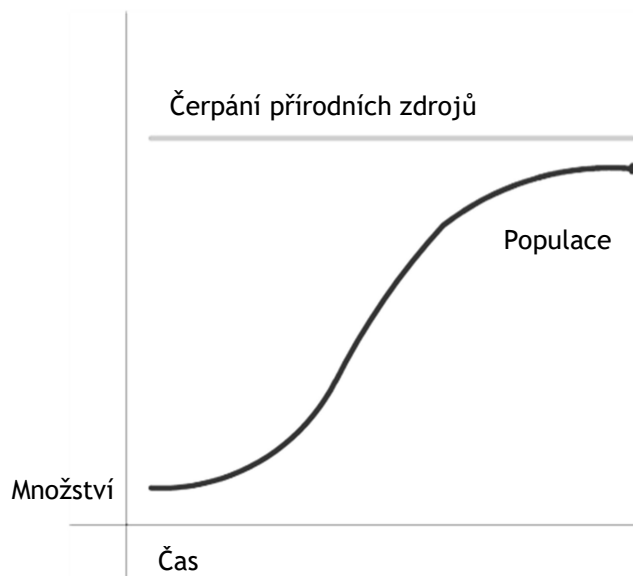
Obrázek 56 – Vzpamatování přírody [7]

3. Dochází k neustálým protínáním čerpání přírodních zdrojů a populace, ale na určité rovině se jejich křivky relativně ustálí.



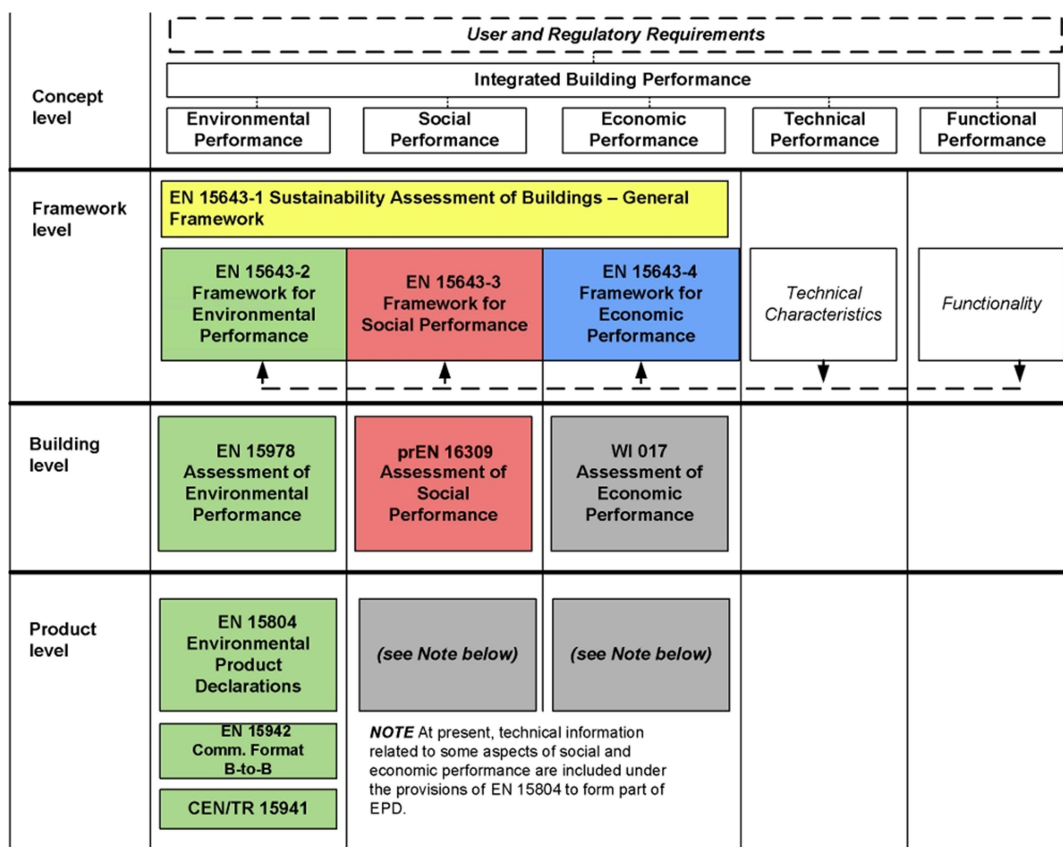
Obrázek 57 – Neustálé kolize [7]

4. Lidstvo se začne chovat tak, aby se křivka znázorňující vývoj populace nedotýkala křivky, která znázorňuje limity dané přírodou. To se nazývá udržitelnost.



Obrázek 58 – Udržitelnost [7]

7.2 Pracovní program CEN TC 350



Obrázek 59 – Pracovní program CEN TC 350 [18]

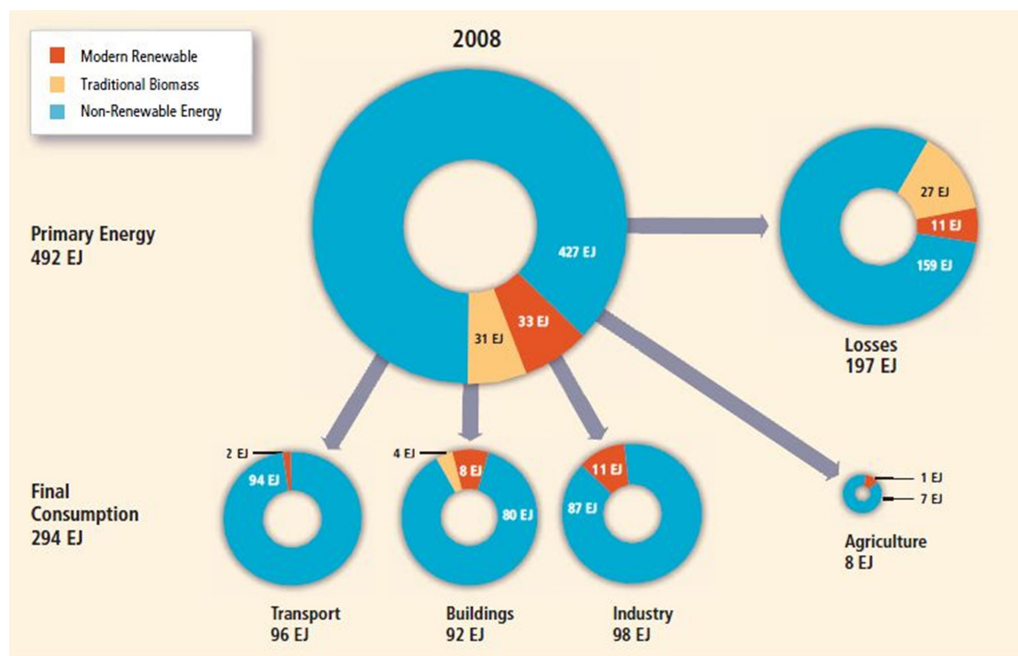
7.3 Podíl energie z obnovitelných zdrojů

	2004	2006	2008	2010	2011	2020
EU27	7,9	8,5	9,6	12,1	13	20
Belgie	1,9	2,6	3	4	4,1	13
Bulharsko	9,2	9,3	9,5	13,4	13,8	16
Česká republika	5,9	6,4	7,2	8,4	9,4	13
Dánsko	14,9	16,4	18,6	22	23,1	30
Německo	4,8	5,5	7,3	10,7	12,3	18
Estonsko	18,4	16,1	18,9	24,6	25,9	25
Irsko	2,4	3,1	3,6	5,6	6,7	16
Řecko	7,1	7,2	8	9,2	11,6	18
Španělsko	8,1	9	10,1	13,8	15,1	20
Francie	9,1	9,1	9,9	11,4	11,5	23
Itálie	4,9	5,4	6,3	9,8	11,5	17
Kypr	2,7	2,8	3,7	4,6	5,4	13
Lotyšsko	32,8	31,1	29,8	32,5	33,1	40

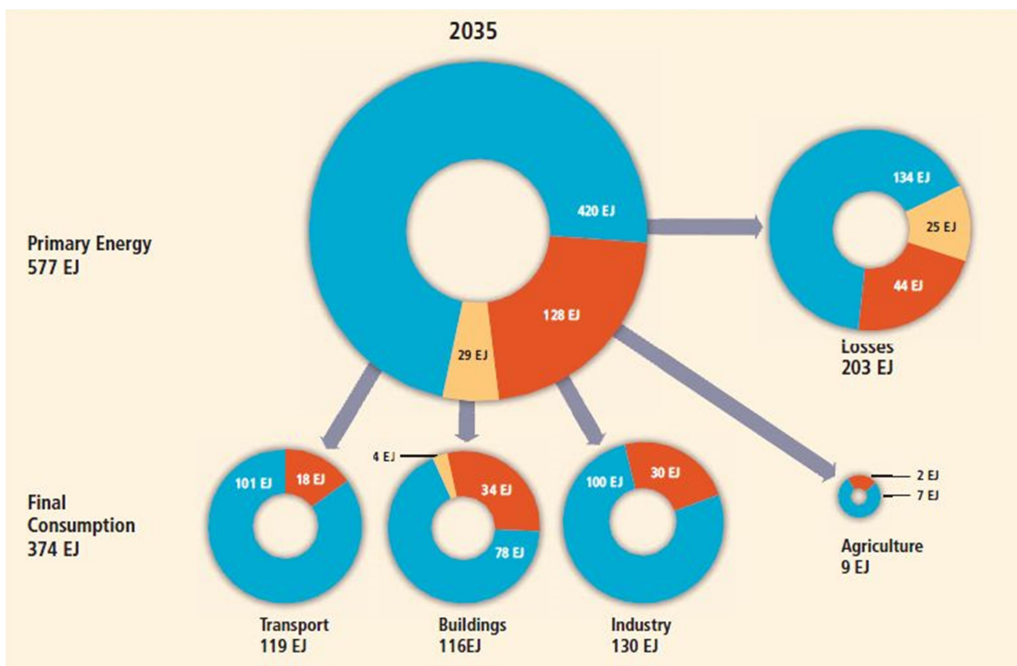
Litva	17,2	16,6	16,9	19,8	20,3	23
Lucembursko	0,9	1,5	1,8	2,9	2,9	11
Maďarsko	4,4	5	5,6	7,6	8,1	13
Malta	0	0	0	0,2	0,4	10
Nizozemsko	1,8	2,2	2,7	3,3	4,3	14
Rakousko	22,8	24,4	26,9	30,4	30,9	34
Polsko	7	6,9	7,2	9,3	10,4	15
Portugalsko	19,3	20,6	22,3	22,7	24,9	31
Rumunsko	17	17,1	20,1	22,9	21,4	24
Slovinsko	16,1	15,5	14,6	19,6	18,8	25
Slovensko	6,7	6,5	7,5	8,5	9,7	14
Finsko	29	29,8	30,5	31	31,8	38
Švédsko	38,3	41,7	43,9	47,9	46,8	49
Velká Británie	1,1	1,4	1,9	3,3	3,8	15
Norsko	58,6	60,6	61,7	61,4	64,7	67,5
Chorvatsko	15,2	13,8	12,2	14,6	15,7	20

Obrázek 60 – Podíl energie z obnovitelných zdrojů (v procentech hrubé konečné spotřeby energie) [65]

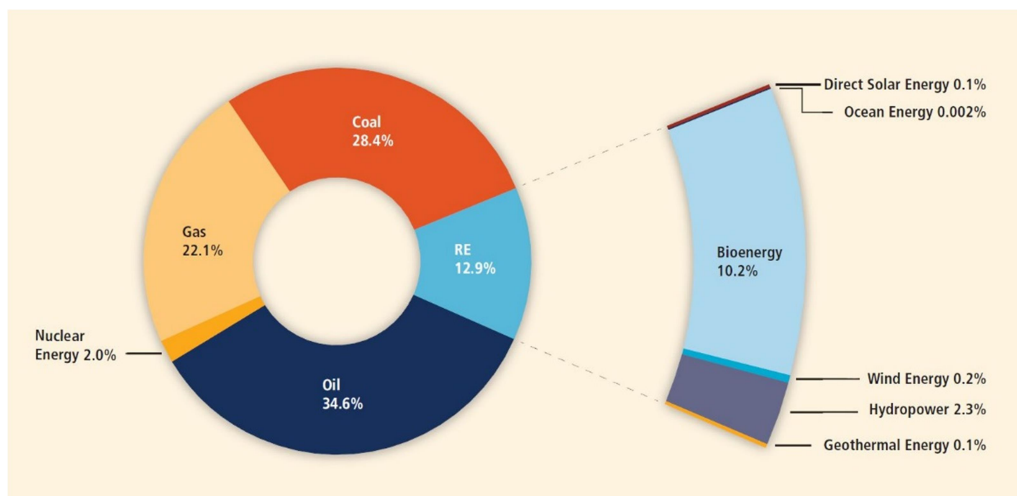
7.4 Obnovitelné zdroje energie



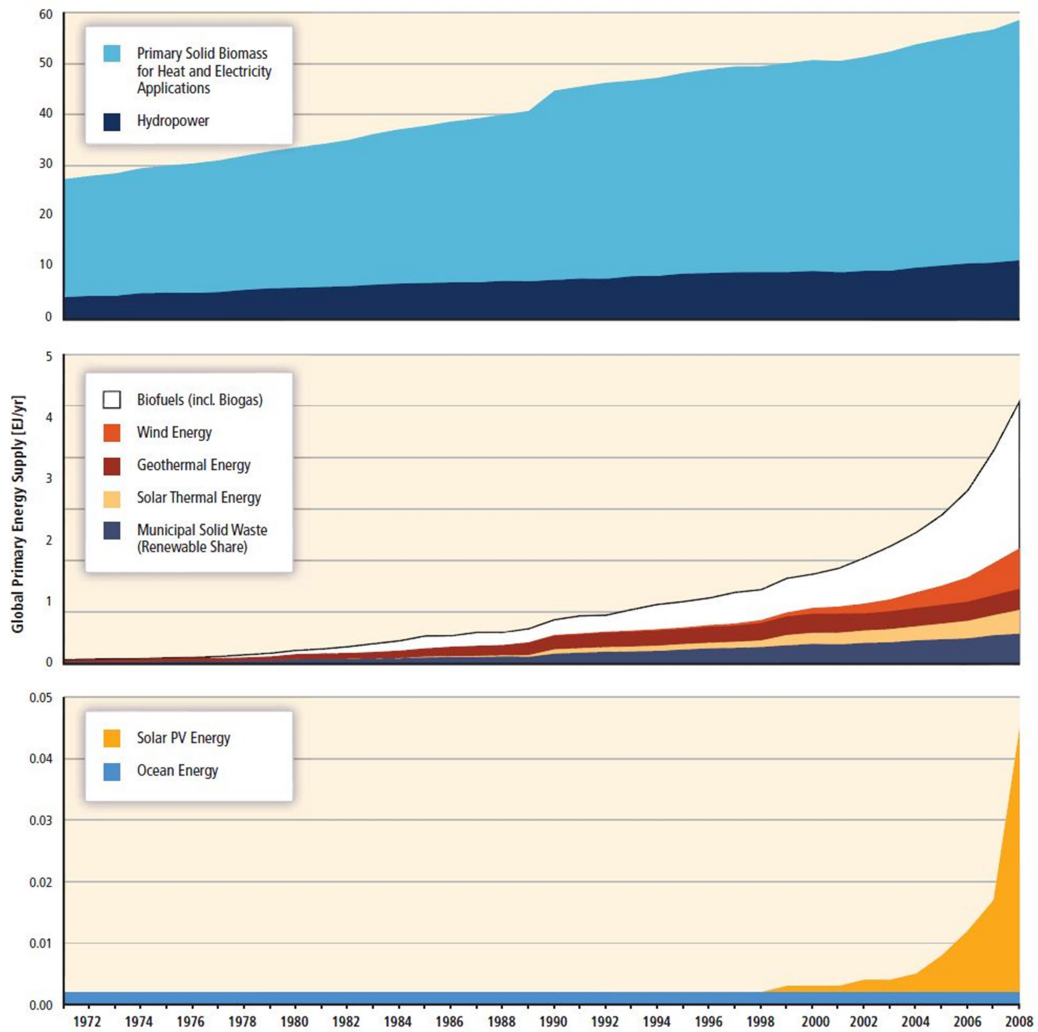
Obrázek 61 – Primární a konečné spotřeby energie v dopravě, budovách (včetně tradiční biomasy), průmyslu a zemědělství, rok 2008 [66]



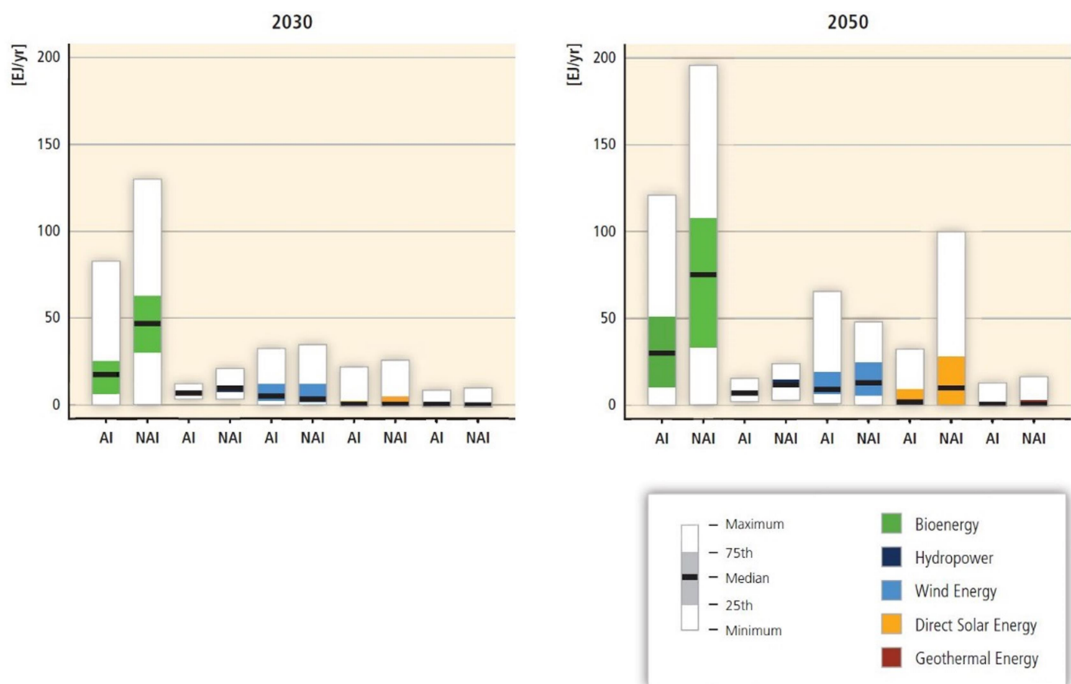
Obrázek 62 – Primární a konečné spotřeby energie v dopravě, budovách (včetně tradiční biomasy), průmyslu a zemědělství, očekávané v roce 2035 [66]



Obrázek 63 – Zdroje energie z celkové primární energie v roce 2008 [66]



Obrázek 65 – Historický vývoj globální primární energie z obnovitelných zdrojů [66]



Obrázek 64 – Zdroje primární energie ze skupiny zemí AI a NAI v roce 2030 a 2050 [66]

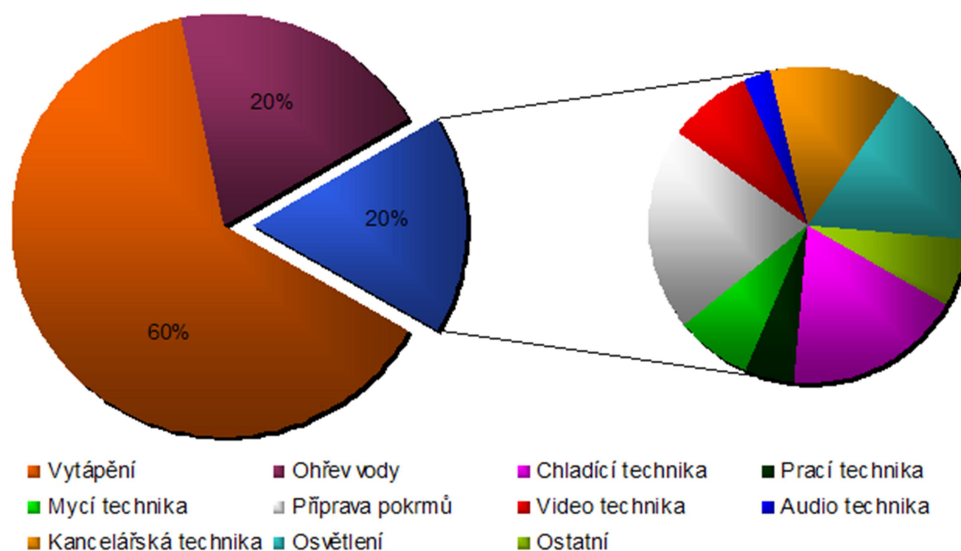
7.5 Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech

1. Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech:

Vytápění: 60 % Ohřev vody: 20 % Ostatní el. spotřebiče: 20 %

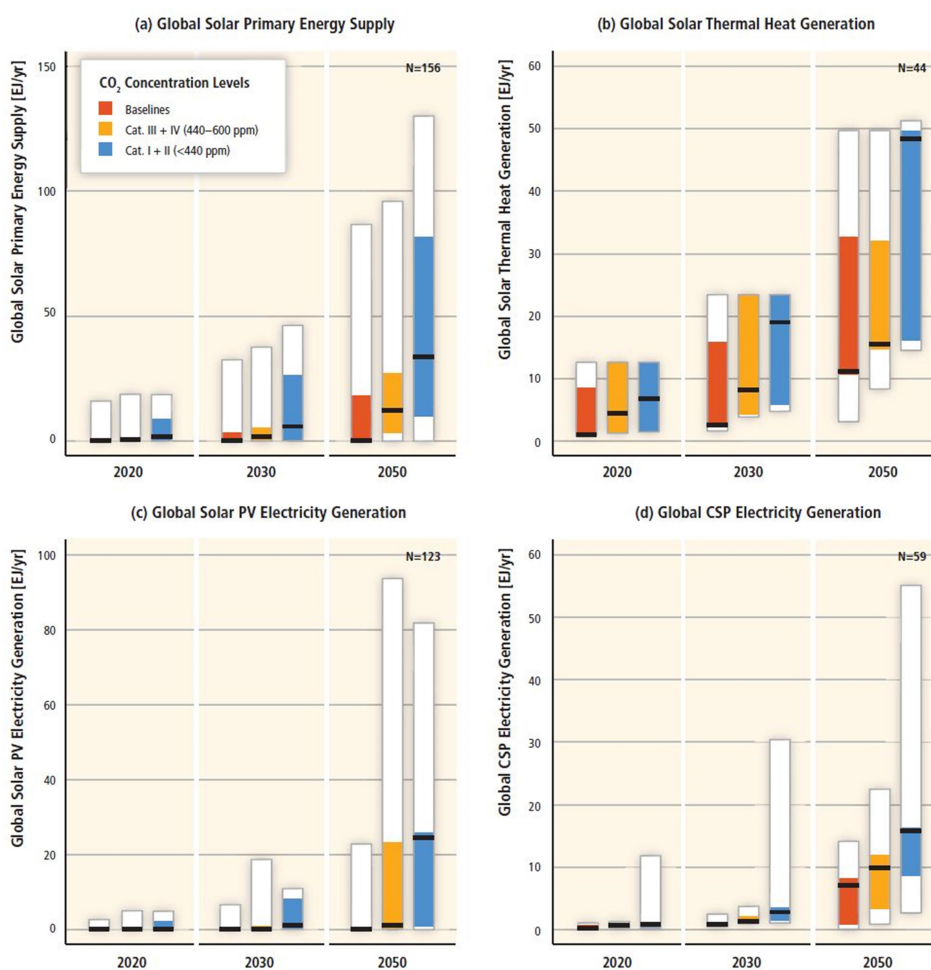
2. Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech – ostatní elektrické spotřebiče:

Chladicí technika	18 %
Prací technika	5,2 %
Mycí technika	7,8 %
Příprava pokrmů	20,7 %
Videotechnika	8,3 %
Audiotechnika	2,8 %
Kancelářská technika	13,7 %
Osvětlení	16,6 %
Ostatní	6,9 % [67]

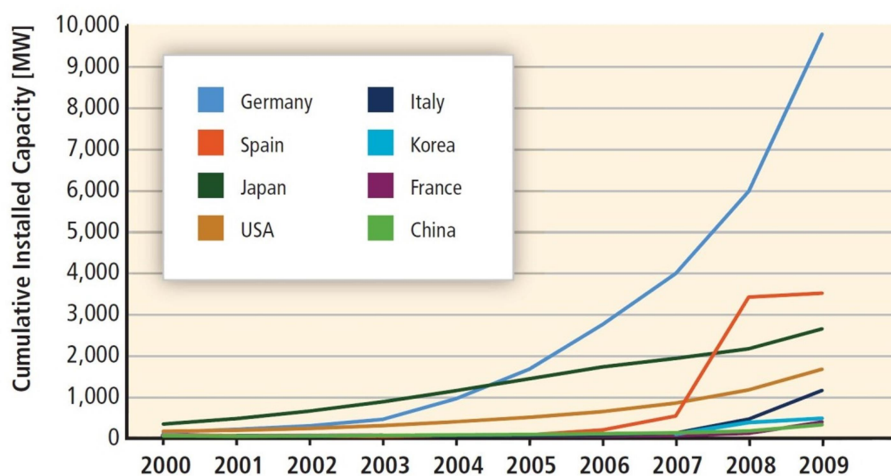


Obrázek 65 – Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech [67]

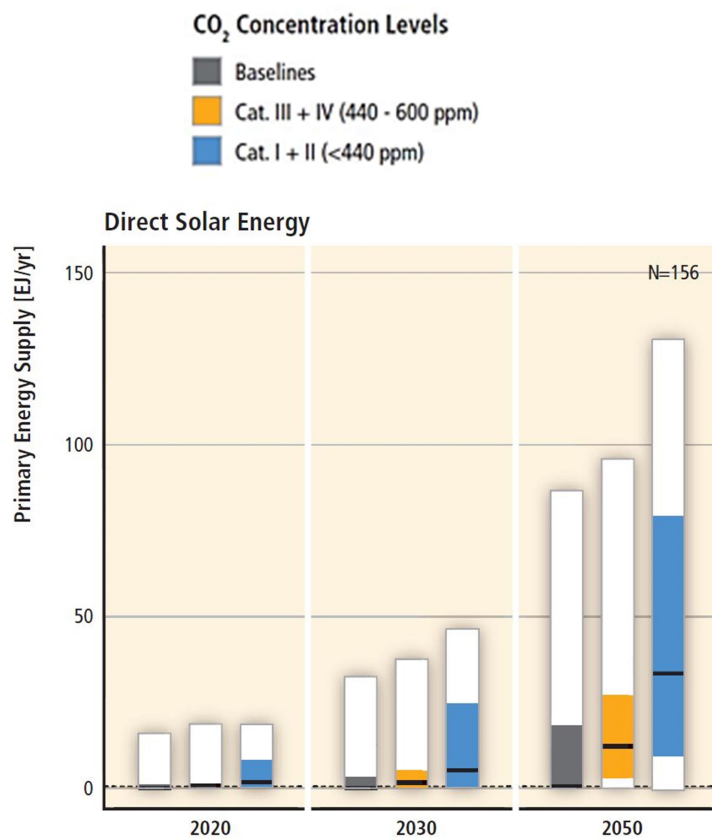
7.6 Sluneční energie – dlouhodobé scénáře



Obrázek 66 – Celková dodávka a výroba solární energie během dlouhodobých scénářů [67]

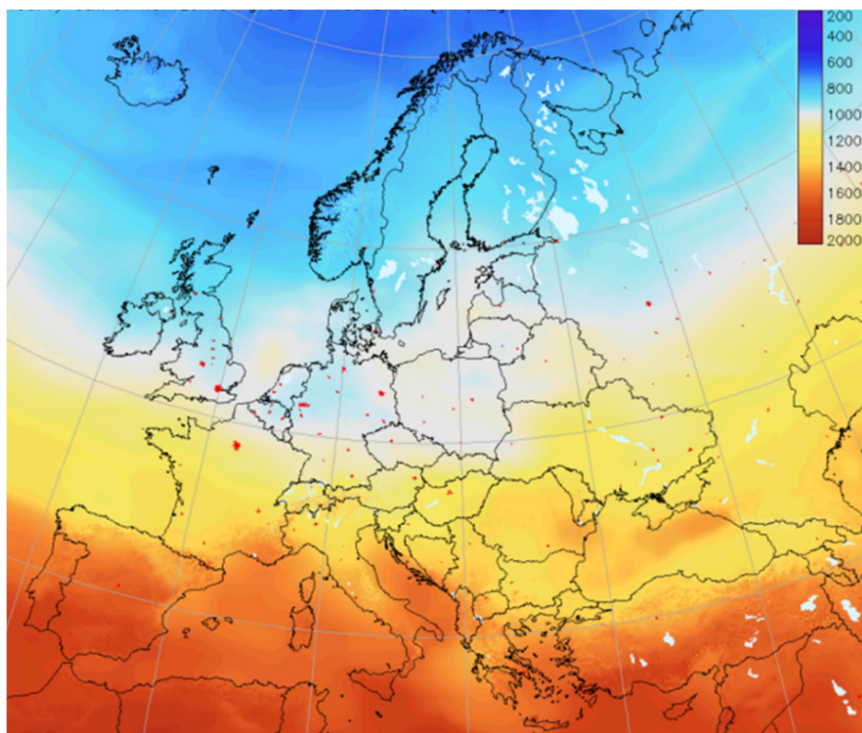


Obrázek 67 – Přehled instalovaného výkonu fotovoltaické energie na osmi trzích v letech 2000–2009 [67]

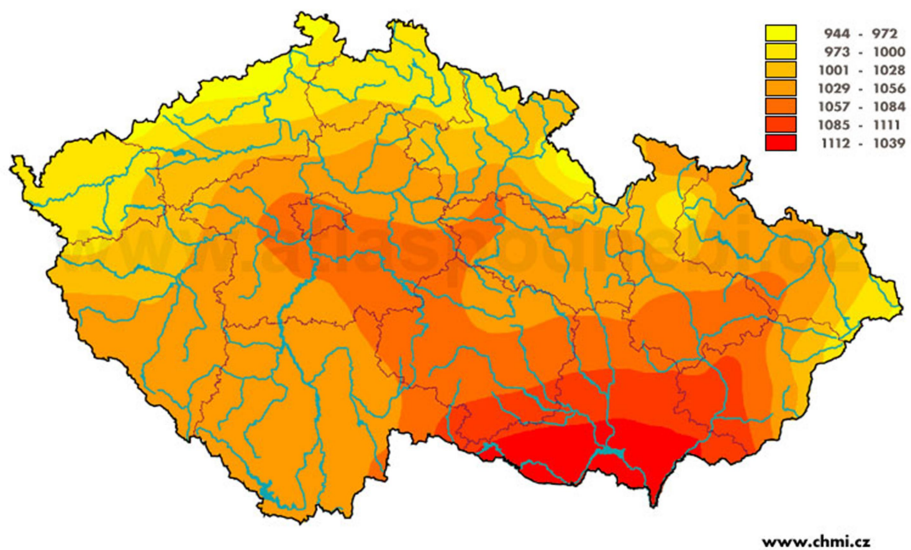


Obrázek 68 – Globální dodávky energie ze solární energie [67]

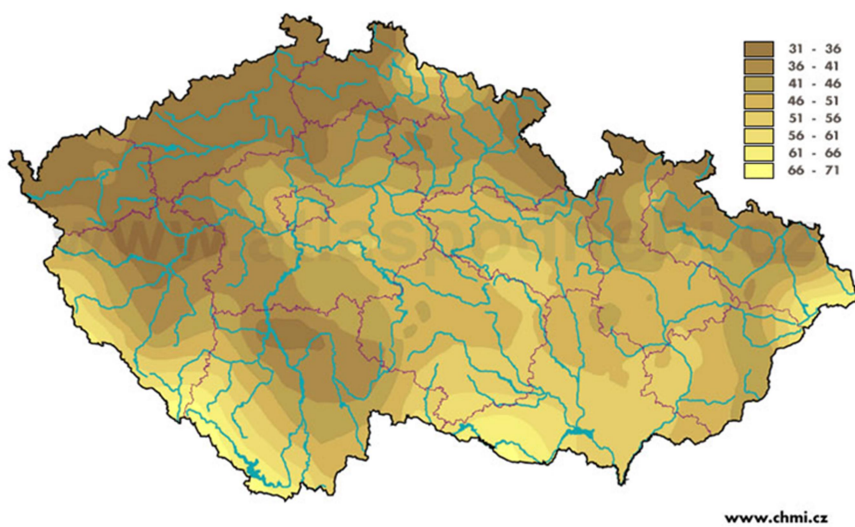
7.7 Sluneční záření



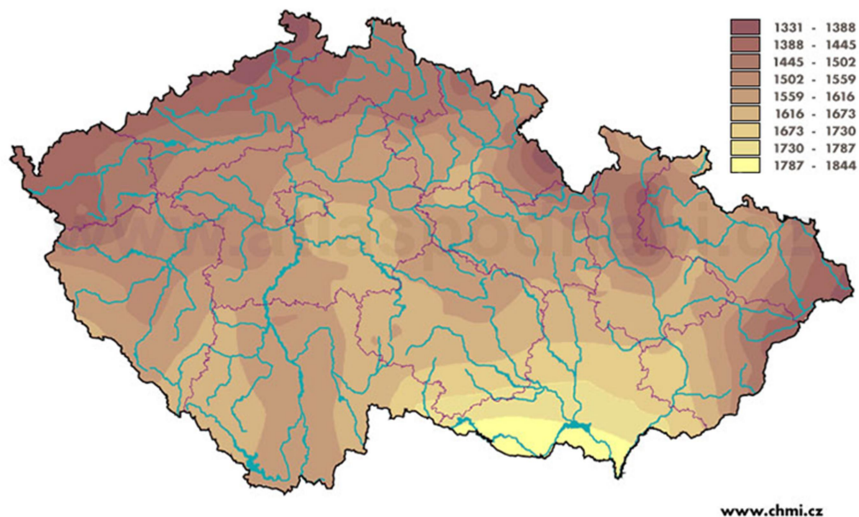
Obrázek 69 – Energie dopadající na zemský povrch za jeden rok (kWh/m²)



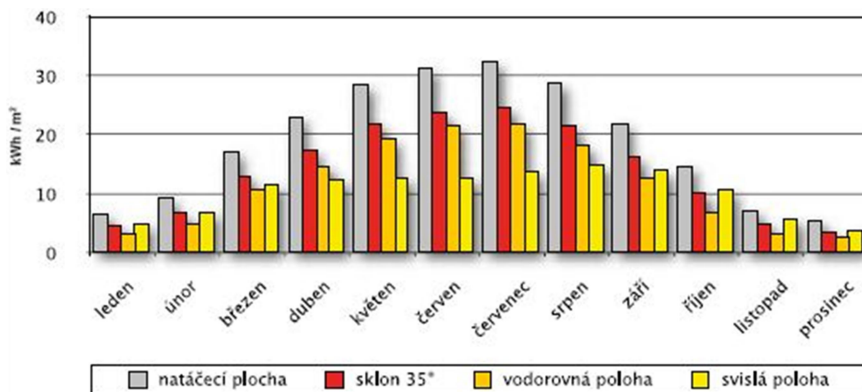
Obrázek 70 – Roční průměrný úhrn slunečního záření v ČR [kWh/m²] [78]



Obrázek 71 – Roční průměrný počet bezoblačných dní [78]

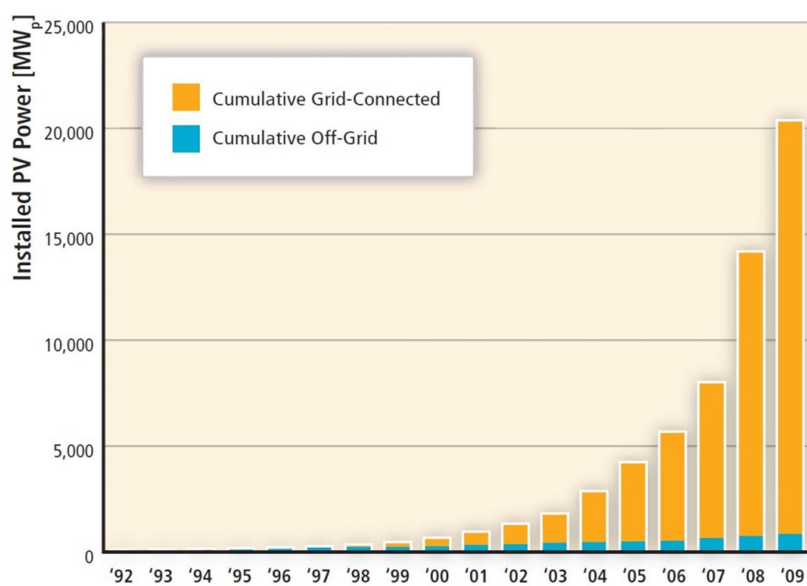


Obrázek 72 – Roční průměrná doba slunečního záření [h] [78]



Obrázek 73 – Odhad produkce fotovoltaického panelu [79]

7.8 Instalovaný výkon v systémech off-grid a on-grid v zemích OECD

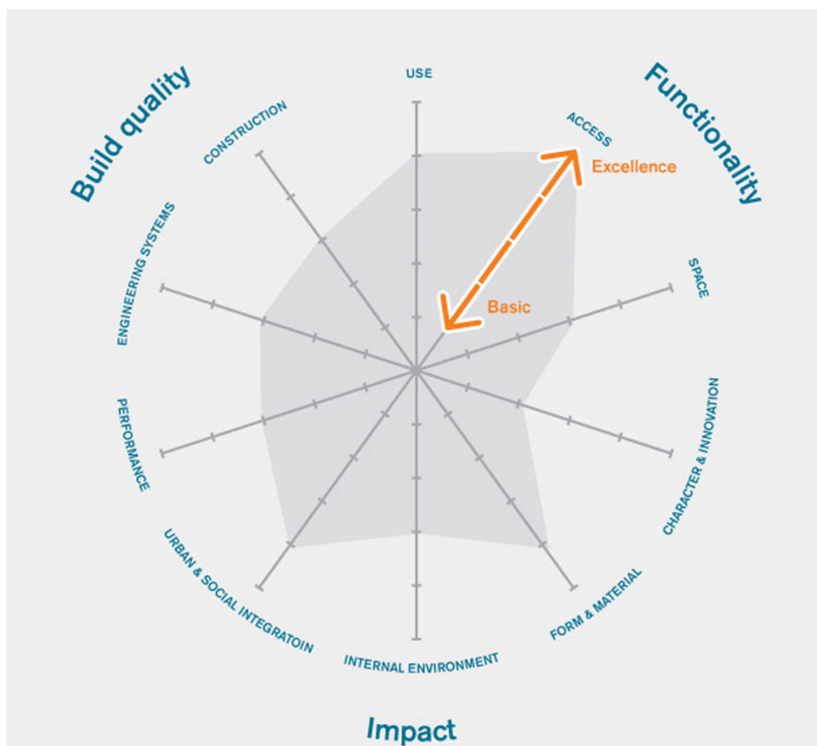


Obrázek 74 – Instalovaný výkon v systémech off-grid a on-grid (Grid-Connected) v zemích OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) [24]

7.9 Grafické znázornění nástroje DQI



Obrázek 75 – Design Quality Indicator (DQI) - grafické znázornění [39]



Obrázek 76 – Design Quality Indicator (DQI) - grafické znázornění [41]

7.10 Srovnávací analýzy

Building		LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Building 1	Classification	Silver (Gold)	Pass (good)	Silver	(Achieved)
	Point	57 p (66 p)	35% (48%)	69% (71%)	2 / 5 / 6 / 1
Building 2	Classification	Certified (Gold)	Pass	Bronze	Not achieved
	Point	49 p (67 p)	34% (43%)	62% (63%)	2 / 1 / 7 / 4
Scheme classification		Certified ≥40 p Silver ≥50 p Gold ≥60 p Platin ≥80 p	Pass ≥30% Good ≥45% Very good ≥55% Excellent ≥70% Outstanding ≥85%	Bronze ≥50% Silver ≥65% Gold ≥80%	Achieved: Very good ≥ 3 Good (4) Base ≤ 7 No "Not achieved"

Obrázek 77 – Porovnání LEED vs. BREEAM vs. DGNB vs HQE na dvou dánských kancelářských budovách (BIRGISDOTTIR, H. a HANSEN, K.) [69]

Aspect	DGNB, Version 2008	LEED, Version 3.0
Organization - Members	German Sustainable Building Council (DGNB) - ~ 800	United States Green Building Council (USGBC) - ~ 20,000
First Publication	2008	1998
Certified Projects	~ 85	~ 2400
Accredited Auditors / Professionals - Required?	~ 150 - yes	~ 125,000 - no
Categories - Degree of Compliance [%]	Ecological Quality - 22,5 Economical Quality - 22,5 Socio-cultural and Functional Quality - 22,5 Technical Quality - 22,5 Quality of the Process - 10 Quality of the Location - extra	Sustainable Sites - 24 Water Efficiency - 9 Energy and Atmosphere - 32 Materials and Resources - 13 Indoor Environmental Quality - 14 Innovation in Design - 5 Regional Priority - 4
Number of Criteria / Prerequisites / Credits	49	63
Certificates - Degree of Compliance [%]	Bronze > 50 Silver > 65 Gold > 80	Certified > 36 Silver > 45 Gold > 55 Platin > 73
Costs in € [6]: Project Registration Pre-Certificate Certificate Appeals (per Credit) Software Handbook / Reference Guide Education Auditor / AP	- 2,000 - 13,000 3,000 - 28,000 - 800 -over 4,000 290 - 580 3,000 - 7,500	~ 650 - 900 ~ 1,850 - 3,700 (Core&Shell) ~ 1,300 - 20,000 ~ 400 0 (LEED Online) ~ 100 - 150 ~ 300 - 410

Obrázek 78 – Porovnání DGNB vs. LEED (EBERL, S.) [72]

Criteria:	DGNB (%)	BREEAM (%)	LEED (%)
1. Ecology	16	38	31
2. Energy	14	27	40
3. Comfort and well-being	16	17	20
4. Economy	23	0	0
5. Social-cultural aspects	3	2	6
6. Functional aspects	3	3	0
7. Design	4	0	3
8. Technical aspects	9	1	0
9. Process/ Management	12	12	0
10. Site	*separate	*separate	*separate

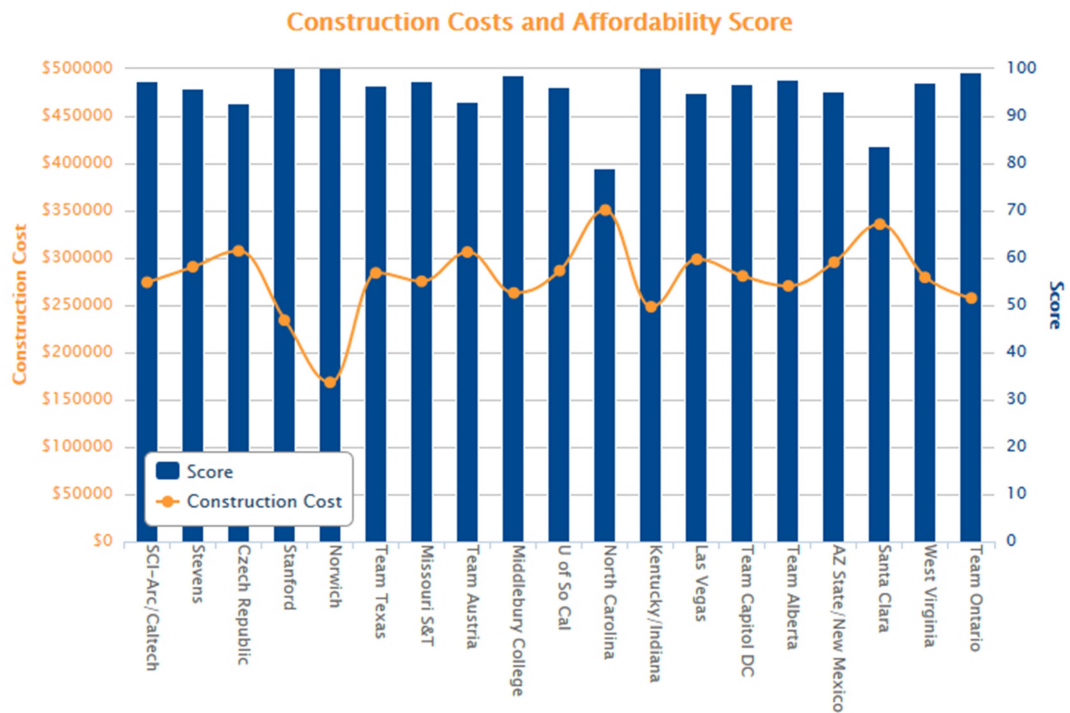
Obrázek 79 – Porovnání DGNB vs. BREEAM vs. LEED (Essig, N.) [73]

7.11 Souhrn hodnocení Solar Decathlonu 2013

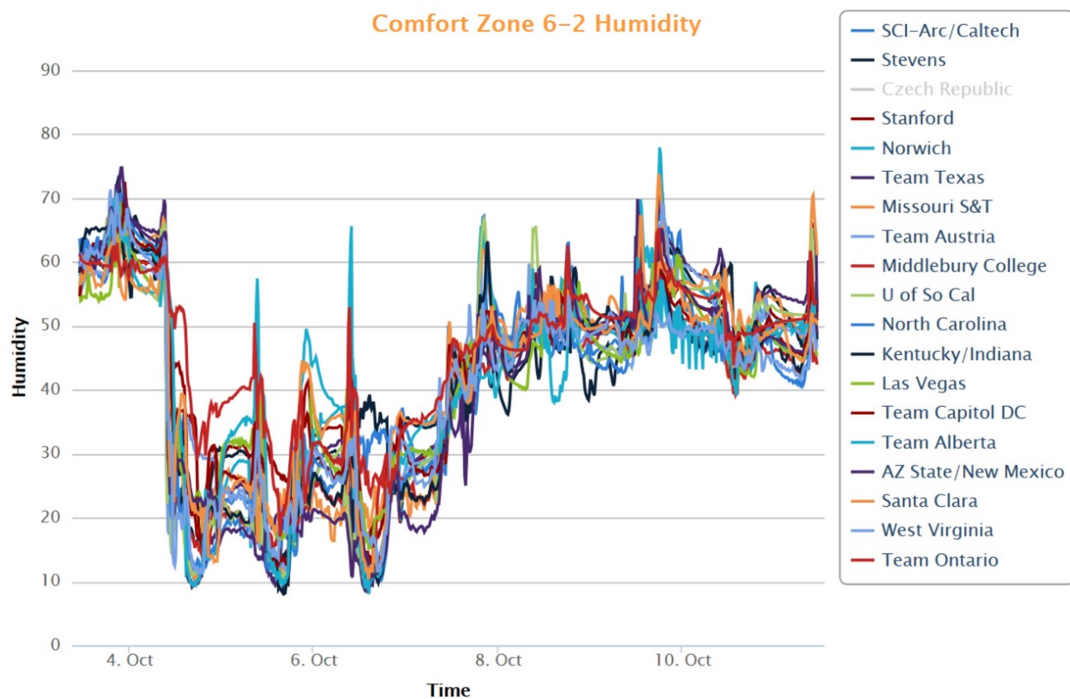
Tabulka 15 – Hodnocení Solar Decathlonu 2013

Číslo	Hodnocení	Podkategorie číslo	Podkategorie	Typ hodnocení	Celkový počet bodů
1	Architektura	-	-	Porota	100
2	Atraktivita pro trh	-	-	Porota	100
3	Technika	-	-	Porota	100
4	Komunikace	-	-	Porota	100
5	Cenová dostupnost	-	-	Porota	100
6	Vnitřní komfort	6.1	Teplota	Měřeno a sledováno	75
		6.2	Vlhkost	Měřeno a sledováno	25
7	Ohřev vody	-	-	Měřeno	100
8	Spotřebiče	8.1	Lednice	Měřeno a sledováno	10
		8.2	Mraznička	Měřeno a sledováno	10
		8.3	Pračka	Měřený úkol	20
		8.4	Sušička	Měřený úkol	40
		8.5	Myčka	Měřený úkol	20
9	Domácí zábava	9.1	Osvětlení	Měřený úkol	40
		9.2	Vaření	Měřený úkol	20
		9.3	Večeře	Porota	10
		9.4	Domácí elektronika	Měřený úkol	25
		9.5	Domácí kino	Porota	5
10	Energetická bilance	-	-	Měřeno a sledováno	100

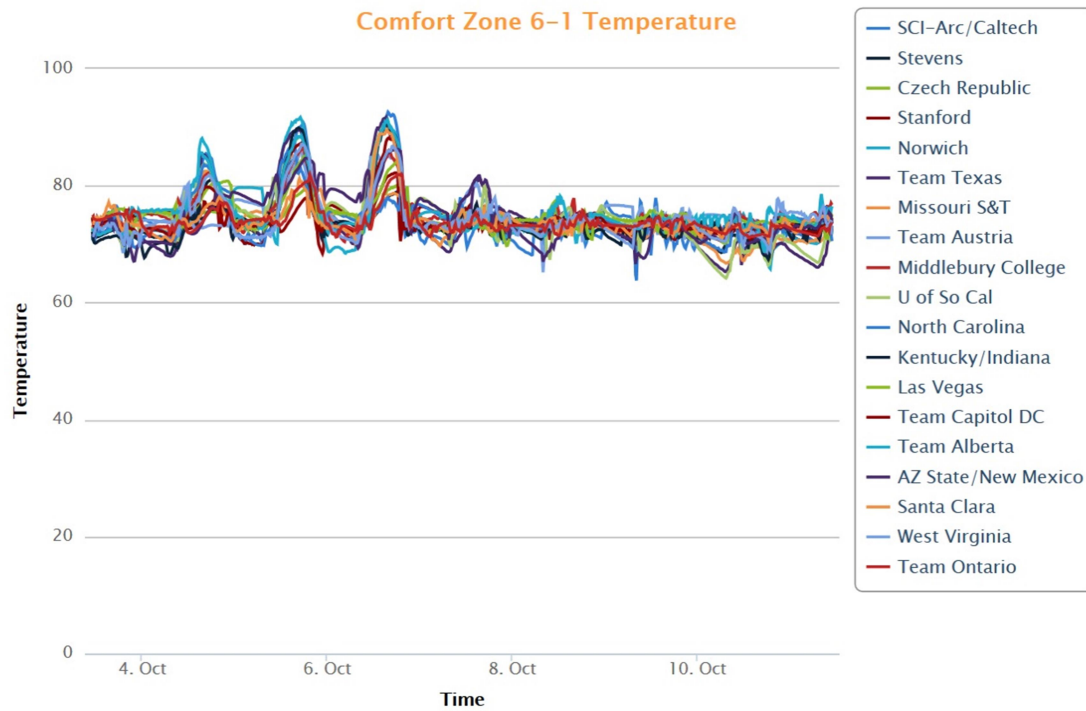
7.12 Podrobné oficiální hodnocení Solar Decathlonu 2013



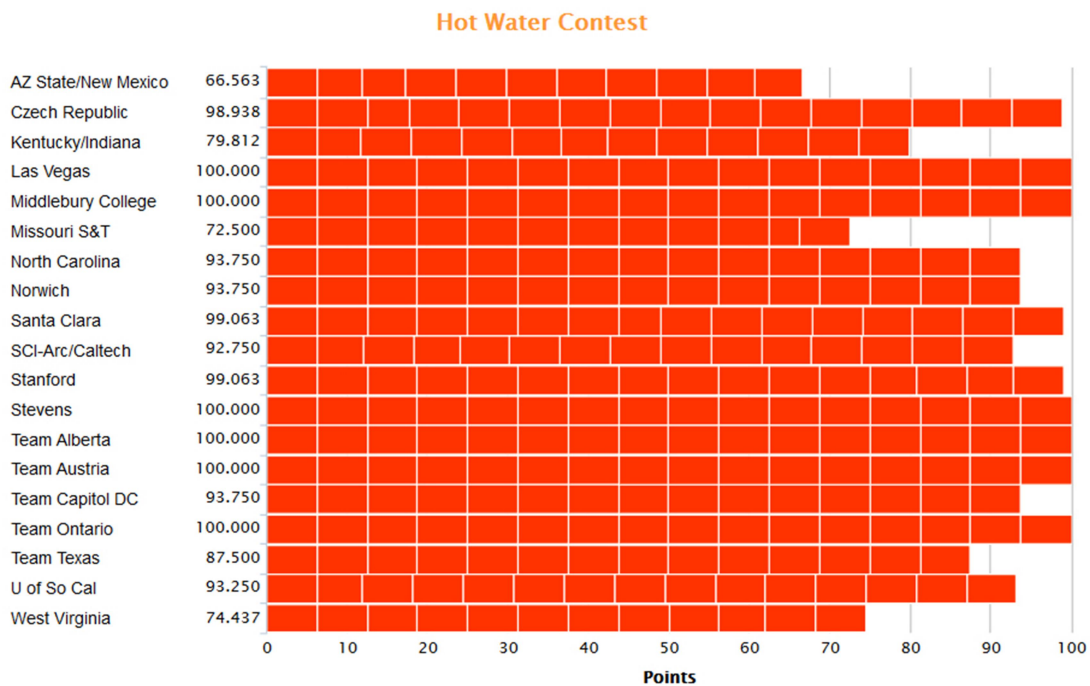
Obrázek 80 – Hodnocení: cenová dostupnost [53]



Obrázek 81 – Hodnocení: vnitřní komfort - vlhkost [53]

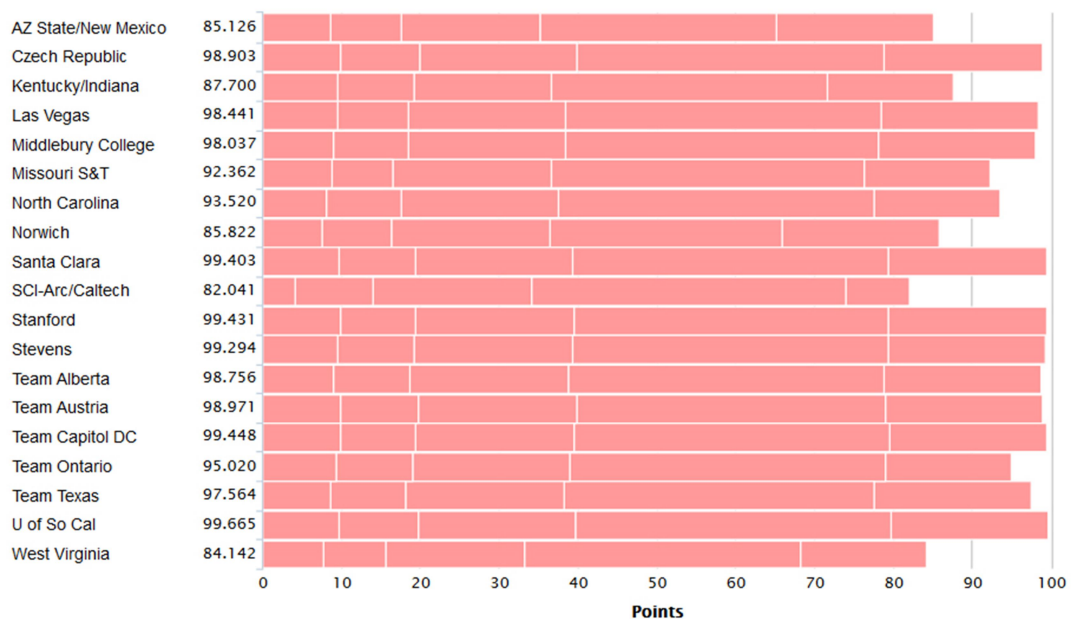


Obrázek 82 – Hodnocení: vnitřní komfort - teplota [53]



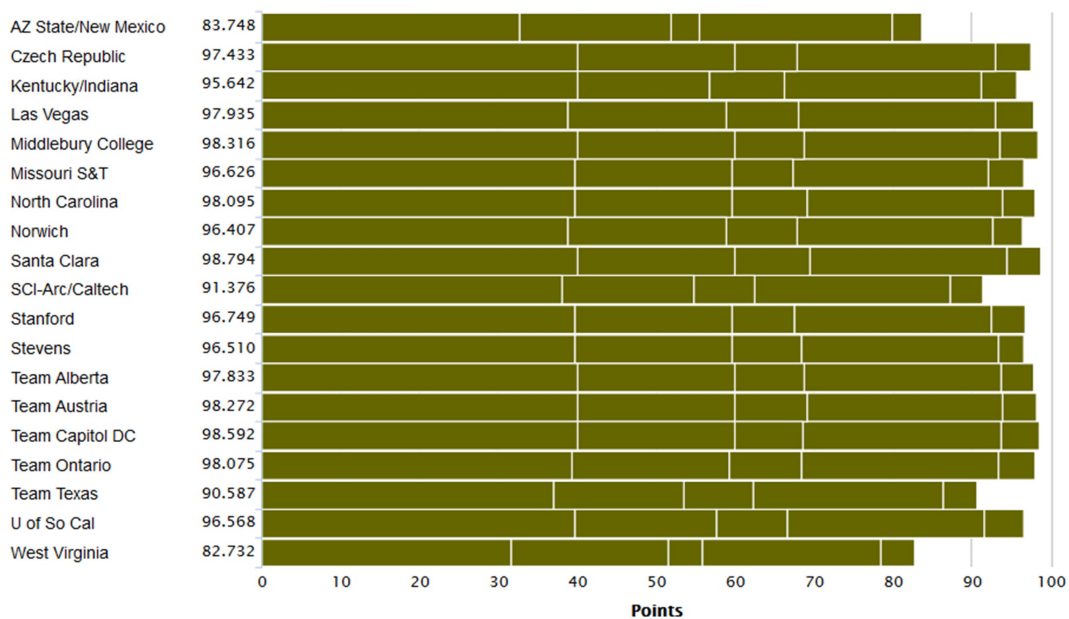
Obrázek 83 – Hodnocení: ohřev vody [53]

Appliances Contest



Obrázek 84 – Hodnocení: spotřebiče [53]

Home Entertainment Contest

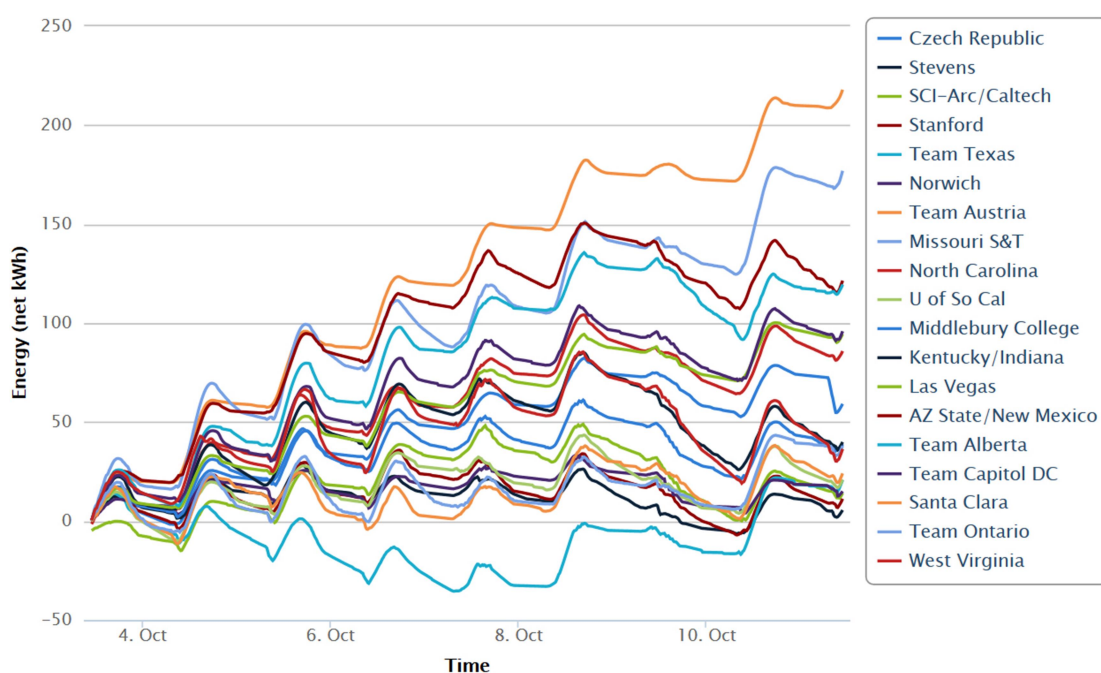


Obrázek 85 – Hodnocení: zábava [53]

Tabulka 16 – Hodnocení: zábava, část hodnocení: večere a filmový večer [53]

Číslo	Tým	Večeře				Filmová noc	
		3. října (11. den)		5. října (13. den)		4. října (12. den)	
		Procenta	Získané body	Procenta	Získané body	Procenta	Získané body
101	SCI-Arc/Caltech	66,333 %	3,317	88,889%	4,444	81,111 %	4,056
102	Stevens	95,556 %	4,778	78,667%	3,933	63,667 %	3,183
103	Czech Republic	98,444 %	4,922	60,556%	3,028	89,667 %	4,483
104	Stanford	85,556 %	4,278	72,556%	3,628	84,556 %	4,228
105	Norwich	91,111 %	4,556	87,778%	4,389	76,000 %	3,800
106	Team Texas	89,778 %	4,489	84,444%	4,222	84,111 %	4,206
107	Missouri S&T	89,111 %	4,456	64,444%	3,222	90,333 %	4,517
109	Team Austria	90,667 %	4,533	90,556%	4,528	87,889 %	4,394
110	Middlebury College	99,444 %	4,972	75,556%	3,778	95,000 %	4,750
111	U of So Cal	91,889 %	4,594	88,000%	4,400	100,00 %	5,000
112	North Carolina	97,167 %	4,858	93,889%	4,694	82,222 %	4,111
113	Kentucky/ Indiana	97,222 %	4,861	94,444%	4,722	87,833 %	4,392
114	Las Vegas	92,222 %	4,611	92,333%	4,617	97,222 %	4,861
115	Team Capitol DC	81,833 %	4,092	91,444%	4,572	98,556 %	4,928
116	Team Alberta	90,556 %	4,528	86,444%	4,322	83,333 %	4,167
117				68,833%	3,442	78,000 %	3,900
118	Santa Clara	96,444 %	4,822	93,667%	4,683	85,778 %	4,289
119	West Virginia	0,000 %	0,000	85,667%	4,283	86,000 %	4,300
120	Team Ontario	88,444 %	4,422	94,556%	4,728	93,889 %	4,694

Contest 10 Energy Balance



Obrázek 86 – Hodnocení: energetická bilance [53]

Tabulka 17 – Shrnutí hodnocení [53]

Číslo	Tým	Hodnocení 1 Architektura	Hodnocení 2 Aktivita pro trh	Hodnocení 3 Technika	Hodnocení 4 Komunikace	Hodnocení 5 Cenová	Hodnocení 6 Vnitřní komfort	Hodnocení 7 Ohřev vody	Hodnocení 8 Spotřebiče	Hodnocení 9 Zábava	Hodnocení 10 Energetická bilance	CELKOVÉ SKÓRE
BODOVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH DISCIPLÍN												
101	SCI-Arc/Caltech	80,0	83,0	70,0	88,0	97,57	91,93	92,75	82,04	91,38	100,0	868,67
102	Stevens	96,0	91,0	86,0	81,0	95,93	93,94	100,0	99,29	96,51	100,0	939,18
103	Czech Republic	98,0	92,0	94,0	85,0	92,68	98,69	98,94	98,90	97,43	100,0	945,14
104	Stanford	75,0	92,0	91,0	86,0	100,00	94,13	99,06	99,43	96,75	100,0	933,13
105	Norwich	75,0	86,0	81,0	72,0	100,00	87,45	93,75	85,32	96,41	100,0	876,93
106	Team Texas	60,0	77,0	50,0	56,0	96,58	77,47	87,50	97,56	90,59	100,0	776,45
107	Missouri S&T	65,0	73,0	85,0	76,0	97,46	90,75	72,50	92,36	96,63	100,0	840,46
109	Team Austria	91,0	93,0	93,0	94,0	93,01	93,17	100,0	98,97	98,27	100,0	951,92
110	Middle-	75,0	90,0	79,0	89,0	98,69	97,22	100,0	98,04	98,32	100,0	920,26

	bury College											
111	U of So Cal	93,0	84,0	80,0	78,0	96,34	85,38	93,25	99,67	96,57	100,0	906,20
112	North Carolina	70,0	82,0	93,0	75,0	78,95	95,40	93,75	93,52	98,10	100,0	870,21
113	Kentucky /Indiana	65,0	82,0	75,0	75,0	100,00	96,43	79,81	87,70	95,64	100,0	850,08
114	Las Vegas	85,0	94,0	93,0	90,0	95,14	98,06	100,0	98,44	97,94	100,0	947,57
115	Team Capitol DC	80,0	87,0	79,0	87,0	96,90	98,82	93,75	99,45	98,59	100,0	920,27
116	Team Alberta	75,0	91,0	86,0	76,0	97,96	97,78	100,0	98,76	97,83	100,0	913,57
117	AZ State/ New Mexico	85,0	83,0	86,0	77,0	95,46	73,52	66,56	85,13	83,75	100,0	823,16
118	Santa Clara	70,0	82,0	89,0	71,0	83,68	99,48	99,06	99,40	98,79	100,0	888,93
119	West Virginia	60,0	75,0	58,0	78,0	97,06	84,37	74,44	84,14	82,73	100,0	774,74
120	Team Ontario	70,0	91,0	95,0	84,0	99,24	97,64	100,0	95,02	98,08	100,0	926,48
SHRNUTÍ TRESTNÝCH BODŮ												
101	SCI-Arc/ Caltech	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00
102	Stevens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
103	Czech Republic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,50
104	Stanford	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
105	Norwich	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
106	Team Texas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,25
107	Missouri S&T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,25
109	Team Austria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
110	Middle- bury College	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
111	U of So Cal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
112	North Carolina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50
113	Kentucky	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,50

	/Indiana											
114	Las Vegas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
115	Team Capitol DC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
116	Team Alberta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,75
117	AZ State/ New Mexico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,25
118	Santa Clara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50
119	West Virginia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00
120	Team Ontario	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50
CELKOVÉ SHRUTÍ BODOVÁNÍ												
101	SCI-Arc/ Caltech	80,0	83,0	70,0	88,0	97,57	91,93	92,75	82,04	91,38	100,0	876,67
102	Stevens	96,0	91,0	86,0	81,0	95,93	93,94	100,0	99,29	96,51	100,0	939,68
103	Czech Republic	98,0	92,0	94,0	85,0	92,68	98,69	98,94	98,90	97,43	100,0	955,64
104	Stanford	75,0	92,0	91,0	86,0	100,00	94,13	99,06	99,43	96,75	100,0	933,38
105	Norwich	75,0	86,0	81,0	72,0	100,00	87,45	93,75	85,82	96,41	100,0	877,43
106	Team Texas	60,0	77,0	50,0	56,0	96,58	77,47	87,50	97,56	90,59	100,0	792,70
107	Missouri S&T	65,0	73,0	85,0	76,0	97,46	90,75	72,50	92,36	96,63	100,0	848,71
109	Team Austria	91,0	93,0	93,0	94,0	93,01	93,17	100,0	98,97	98,27	100,0	954,42
110	Middle- bury College	75,0	90,0	79,0	89,0	98,69	97,22	100,0	98,04	98,32	100,0	925,26
111	U of So Cal	93,0	84,0	80,0	78,0	96,34	85,38	93,25	99,67	96,57	100,0	906,20
112	North Carolina	70,0	82,0	93,0	75,0	78,95	95,40	93,75	93,52	98,10	100,0	879,71
113	Kentucky /Indiana	65,0	82,0	75,0	75,0	100,00	96,43	79,81	87,70	95,64	100,0	856,58
114	Las Vegas	85,0	94,0	93,0	90,0	95,14	98,06	100,0	98,44	97,94	100,0	951,57
115	Team Capitol DC	80,0	87,0	79,0	87,0	96,90	98,82	93,75	99,45	98,59	100,0	920,52
116	Team Alberta	75,0	91,0	86,00	76,0	97,96	97,78	100,0	98,76	97,83	100,00	920,32

117	AZ State/ New Mexico	85,0	83,0	86,00	77,0	95,46	73,52	66,56	85,13	83,75	100,00	835,41
118	Santa Clara	700	82,0	89,00	71,0	83,68	99,48	99,06	99,40	98,79	100,00	892,43
119	West Virginia	60,0	75,0	58,00	78,0	97,06	84,37	74,44	84,14	82,73	100,00	793,74
120	Team Ontario	70,0	91,0	95,00	84,0	99,24	97,64	100,0	95,02	98,08	100,00	929,98

Tabulka 18 – Udělení trestných bodů [53]

Trestné body	Název sekce	Popis porušení pravidla
---------------------	--------------------	--------------------------------

0,25	Doručení	Pozdní audiovizuální odevzdání v 17:05
0,25	Doručení	Pozdní odevzdání manuálu skutečného provedení – 17:07
0,5	Doručení	Pozdní odevzdání textů pro porotu v 17:19
2	Dodávka vody	Tým byl neschopen přijmout plánovanou dodávku vody a požaduje dodání nákladu vody následující den.
4,5	Harmonogram	Tým pracoval přes stanovený termín ukončení prací. Dům byl připraven pro konečné inspekce 1. října ve 12:54.
3	Bezpečnost	Tým porušil elektrické bezpečnostní požadavky a postupy i přes opakovanou komunikaci s organizátory.

7.13 Podrobné hodnocení AIR House porotou

Tabulka 19 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína architektura

Czech Republic					POINTS /100
ARCHITECTURE	TEAM SCORE				
	APPROACH	EQUALS	EXCEEDS	ECLIPSES	
CONTEST CRITERIA	0-60%	61-80%	81-90%	91-100%	
A. DESIGN & IMPLEMENTATION					
1	Was the team effective in its use of architectural elements including, but not limited to:				
	Scale and proportion of room and façade features			X	
	Indoor/outdoor connections			X	
	Composition			X	
	Linking of various home elements			X	
2	Did the team create a holistic design that will be comfortable for occupants and compatible with the surrounding environment?			X	
3	Lighting				
	Are the lighted spaces rich and varied?			X	
	Do they have adequate light for tasks?			X	
	Do they have good color rendition?			X	
	Do the luminaires properly distribute light?			X	
	Is the admission of direct and diffuse sunlight effectively controlled?			X	
4	Will the overall architectural design offer a sense of inspiration and delight to Solar Decathlon visitors?			X	
B. DOCUMENTATION					
1	Did the drawings, construction specifications, and audiovisual architecture presentation enable the jury to conduct a preliminary evaluation of the design prior to its arrival at the competition site?			X	
2	Did the drawings, construction specifications, and audiovisual architecture presentation accurately reflect the constructed project as assembled on the competition site?			X	
Total					98.0

Tabulka 20 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína komunikace

Czech Republic					
COMMUNICATIONS	TEAM SCORE				POINTS /100
	APPROACH	EQUALS	EXCEEDS	ECLIPSES	
CONTEST CRITERIA	0-60	61-80	81-90	91-100	
A FINAL WEBSITE					
1 Was the site submitted by the deadline?				X	
2 Is the design appealing (graphics, photos, colors, and typography)?				X	
3 Is the information architecture easy to use, consistent, and comprehensible? Does it present a logical hierarchy of information?			X		
4 Are graphical elements easy to use, consistent, and well integrated with content and design?				X	
5 Does the Web site meet minimum coding requirements?			X		
6 Is the Web site usable by people of all abilities?				X	
7 Does the team communicate its messages appropriately to online audiences?			X		
8 Does the team employ original and creative methods to capture users' interests and engage online visitors?			X		
9 Does the site comply with rules 10-2 and 10-3?				X	
B. PUBLIC EXHIBIT MATERIALS					
1 Do the on-site communications materials (signage and handout) comply with rules 10-2 and 10-3?				X	
2 Did the house pass all on-site inspections in time to be opened to the public during required public hours?				X	
3 Are messages communicated appropriately?		X			
4 Do materials use correct spelling and grammar?			X		
5 Do the handout and signage demonstrate originality?		X			
6 Do materials both educate and engage audiences?		X			

C. PUBLIC EXHIBIT PRESENTATION					
1	Does the team adequately offer two presentations for the jurors' evaluation: one that represents a comprehensive, personalized "tour" appropriate for times when visitors are few and another that represents a fast, yet informative, self-guided exhibit that accommodates large crowds and long lines?		X		
2	Are both on-site presentations for the public informative? Interesting? Accessible by people of all abilities?		X		
1	Has the team planned original and creative methods to control lines and wait times and to engage visitors waiting in line during public hours? Are these methods effective?		X		
2	Are the team messages appropriate for the public?		X		
C. VIDEO WALKTHROUGH					
1	Does the walkthrough provide viewers with interesting and informative video of the team's house?			X	
2	Does the walkthrough include an audio narrative that explains to viewers what they're seeing and describes the philosophy behind the design?			X	
3	Does the video walkthrough closely represent the as-built house on the competition site?			X	
4	Has the team followed formatting requirements?			X	
5	Has the team provided a verbatim transcript to meet Section 508 Accessibility standards?			X	
Total					85.0

PUBLIC COMMENTS

The Czech Republic team had a strong showing in the Communications Contest, especially with their video and public tours. The video seamlessly integrated live footage with renderings of the house. It identified the team's target market and informed the audience about the Czech Republic lifestyle as it pertains to the house. The PR team did an excellent job creating an interesting map on the website showing the route and transportation methods used to get the house from the Czech Republic to Solar Decathlon 2013. Nice touch! The media section of their website is especially robust, including high-resolution photos. The onsite

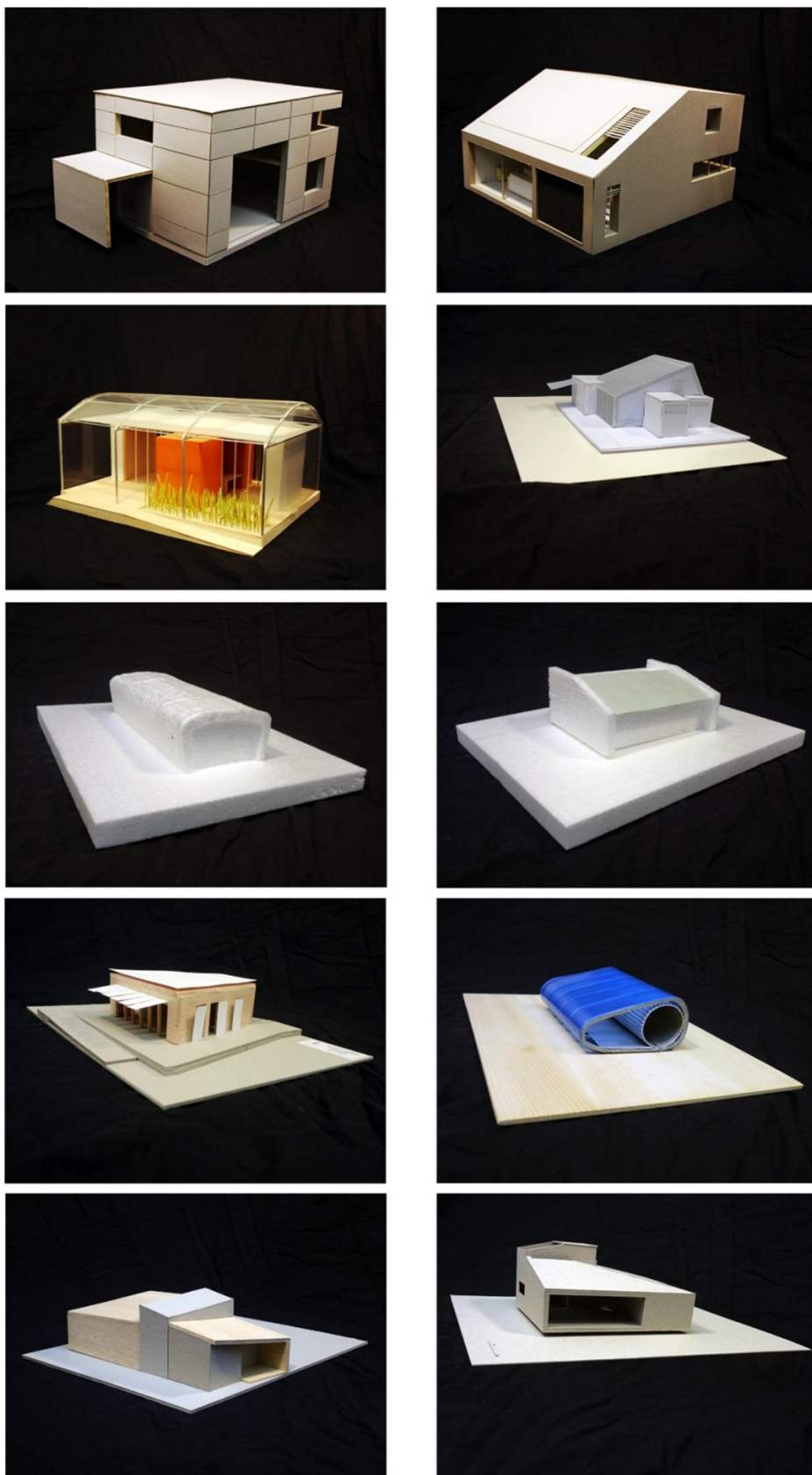
Tabulka 21 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína atraktivita pro trh

CZECH REPUBLIC					
MARKET APPEAL	TEAM SCORE				POINTS /100
	APPROACH	EQUALS	EXCEEDS	ECLIPSES	
CONTEST CRITERIA	0-60%	61-80%	81-90%	91-100%	
A. LIVABILITY					
1	Is the operation of the house's lighting, entertainment, and other controls intuitive?		X		
2	Does the design offer the occupant(s) a safe, functional, convenient, comfortable, and enjoyable place to live		X		
3	Are the unique needs and desires of the target client met by the design?			X	
B. MARKETABILITY					
1	Does the house demonstrate curb appeal, interior appeal, and quality craftsmanship?			X	
2	Do the house's sustainability features and strategies make a positive contribution to its marketability?			X	
3	Does the house offer a good value to potential homebuyers?	X			
C. BUILDABILITY					
1	Are the drawings and construction specifications of sufficient quality and detail to enable a contractor to generate an accurate, detailed construction cost estimate?			X	
2	Are the drawings and construction specifications of sufficient quality and detail to enable a contractor to construct the building as the design team intended it to be built?			X	
3	Are all the house's materials and equipment commercially available, such that the house can be immediately built in the private sector?			X	
Total					92.0
PUBLIC COMMENTS					
<p>This house offered master craftsmanship and a warm modern space. The efficient design, beautiful built-ins, and well thought out sustainability program made this house very well suited for the target client of empty nesters looking for a suitable country home.</p>					

Tabulka 22 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína technika

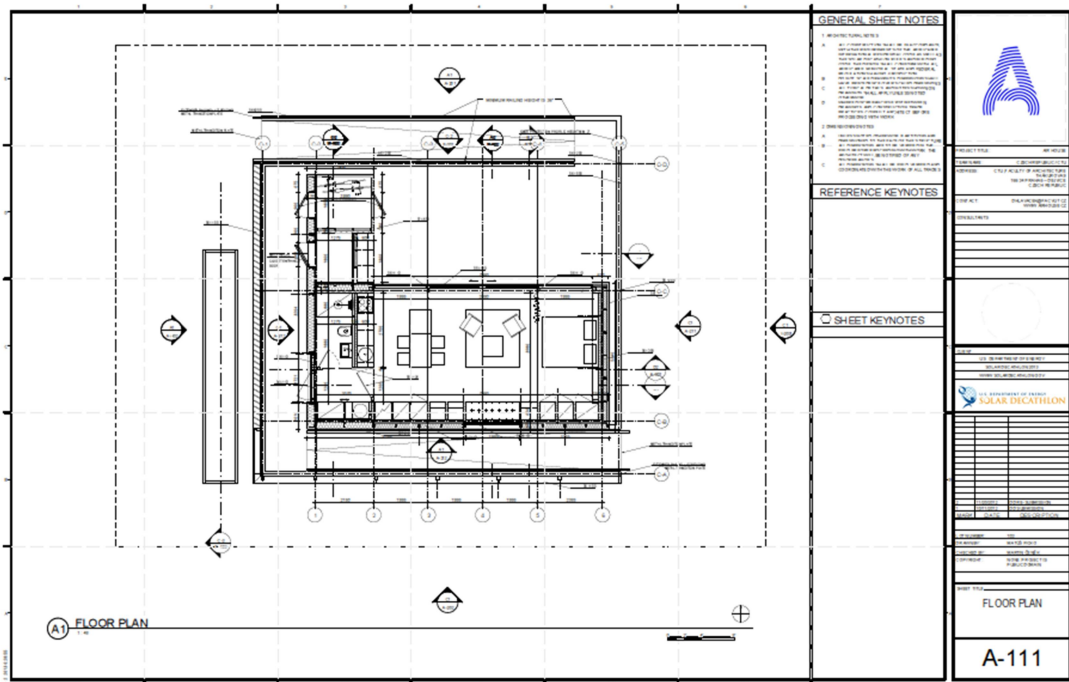
Czech Republic					
ENGINEERING	TEAM SCORE				POINTS
	APPROACH	EQUALS	EXCEEDS	ECLIPSES	/100
CONTEST CRITERIA	0-60%	61-80%	81-90%	91-100%	
A. FUNCTIONALITY					
1 Do the systems function as intended?				X	
2 Does the HVAC system maintain indoor air quality via contaminant control, fresh air ventilation, or both?				X	
3 Does the HVAC system maintain uniform thermal comfort conditions via temperature control, humidity control, air movement, and a successful distribution system design?				X	
B. EFFICIENCY					
1 Relative to conventional systems, how much energy will the systems save over the course of an entire year?				X	
2 Do the HVAC and lighting controls facilitate a reduction in energy consumption during an entire year of operation?				X	
C. INNOVATION					
1 Were any unique approaches used to solve design challenges?				X	
2 Do the proposed innovations have true market potential?				X	
D. RELIABILITY					
1 How long are the systems expected to operate at a high level of performance?			X		
2 How much maintenance is required to keep them operating at a high level?				X	
E. DOCUMENTATION					
1 Did the drawings, construction specifications, energy analysis results and discussion, and audiovisual engineering presentation enable the jury to conduct a preliminary evaluation of the design prior to its arrival at the competition site?				X	
2 Did the drawings, construction specifications, energy analysis results and discussion, and audiovisual engineering presentation accurately reflect the constructed project as assembled on the competition site?				X	
Total					94.0
PUBLIC COMMENTS					
<p>Focused on passive strategies to reduce need for mechanical load and support by extensive simulation and analysis for both competition site and target market. Functional radiant ceiling was delivering comfort.</p>					

7.14 Výsledky interní soutěže na návrh domu do soutěže Solar Decathlon

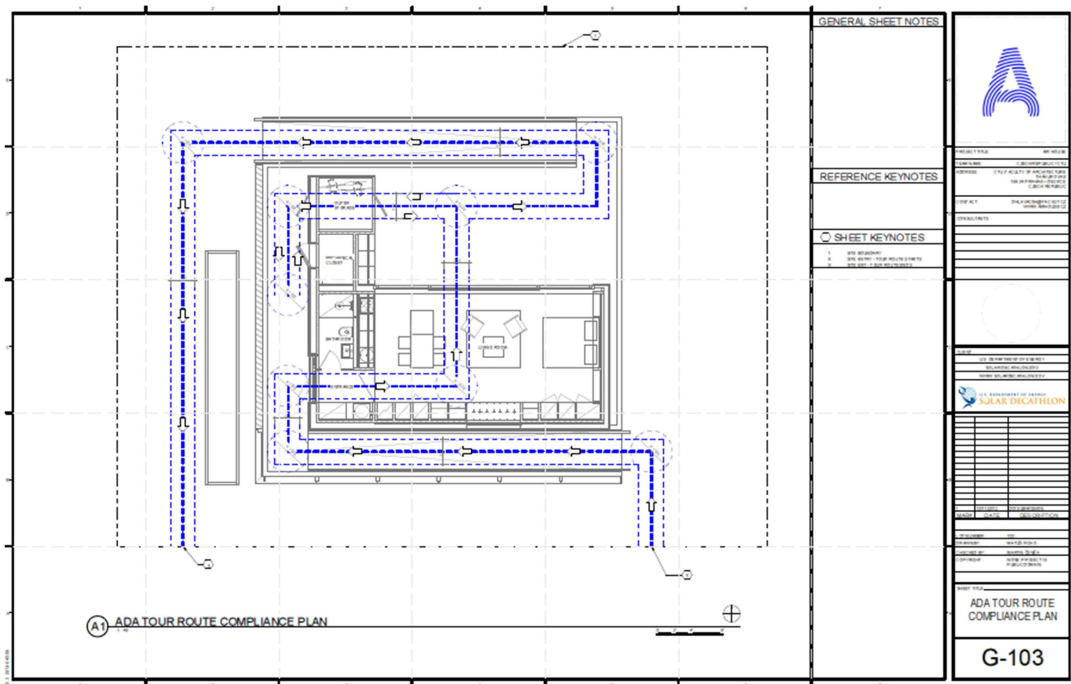


Obrázek 87 – Výsledky interní soutěže na návrh domu do soutěže Solar Decathlon, Ing. arch. Hana Majerčíková

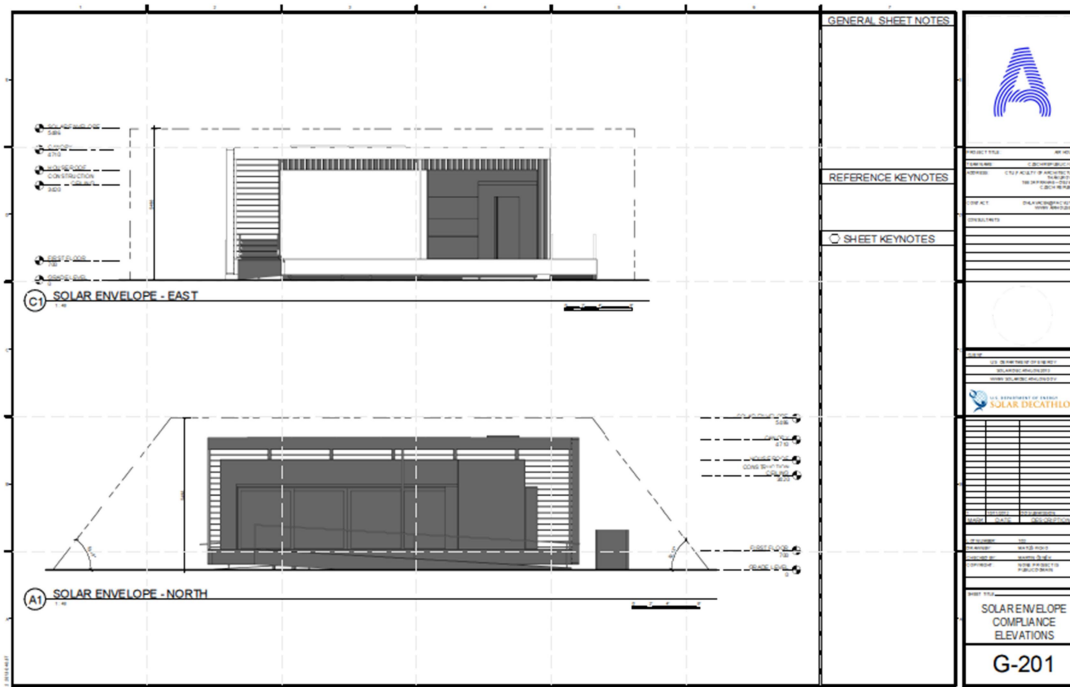
7.15 Část dokumentace finálního návrhu domu AIR House



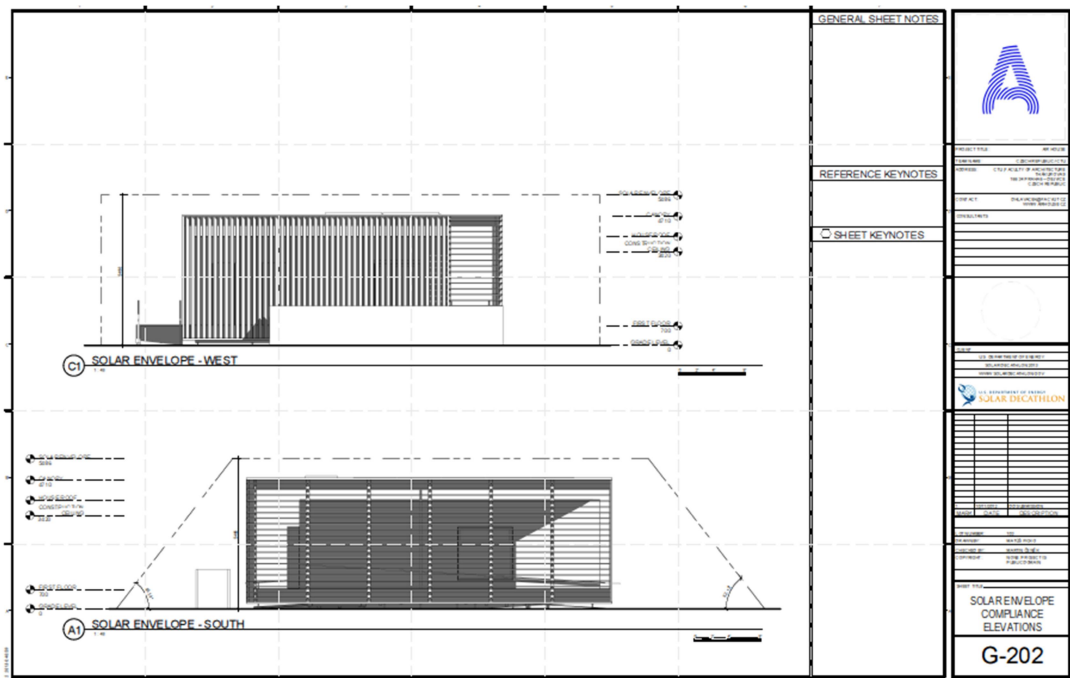
Obrázek 88 – Půdorys AIR House [77]



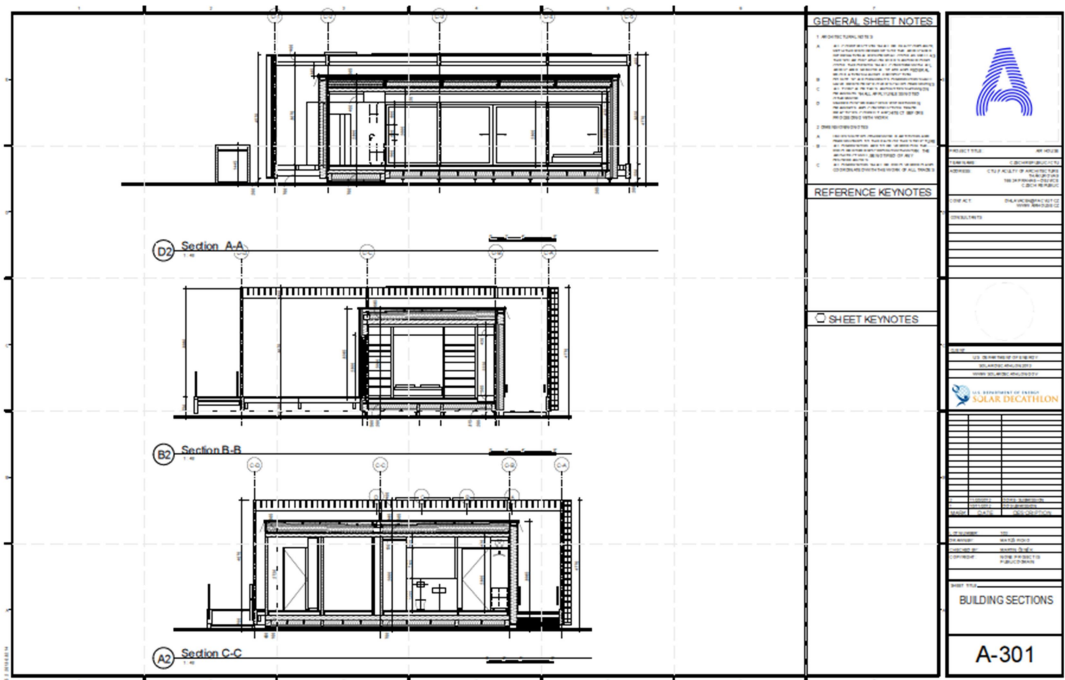
Obrázek 89 – Prohlídková trasa [77]



Obrázek 90 – Pohled východní a severní [77]



Obrázek 91 – Pohled západní a jižní [77]



Obrázek 92 – Řezy [77]



Obrázek 93 – Vizualizace [77]

7.16 Výsledky dotazníku prováděného mezi účastníky soutěže Solar Decathlon 2013 v Orange County Great Park

Jednotlivé týmy uvádím podle umístění v konečném pořadí. Týmy Stevens Institute of Technology (4. místo) a University of Southern California (10. místo) se nepodařilo zkontaktovat, proto v tabulce chybí čísla čtyři a deset.

1. Team Austria
2. Las Vegas
3. Czech Republic
5. Stanford
6. Team Ontario
7. Team Capitol DC
8. Middlebury College
9. Team Alberta
11. Santa Clara
12. Norwich
13. North Carolina
14. SCI-Arc/Caltech
15. Kentucky/Indiana
16. Missouri S&T
17. AZ State/New Mexico
18. Team Texas
19. West Virginia

Dotazník

A. Návrh domu:

1. Jaký je největší přínos Vašeho domu?
2. Co se stane s domem po soutěži?
3. Usilovali jste o udělení mezinárodního certifikátu?
4. Kdybyste mohli změnit něco během celého projektu Solar Decathlon, co by to bylo?
5. Jaký byl největší problém, který jste museli řešit?

B. Složení týmu:

6. Kolik bylo v týmu celkem studentů?
7. Jaké je procento studentů bakalářského, magisterského a doktorského programu?
8. Jaký je ve Vašem týmu poměr zastoupení mužů a žen?

9. Jaký je poměr zastoupení studijních oborů (architekti, inženýři atd.)?

C. Systém fungování týmu:

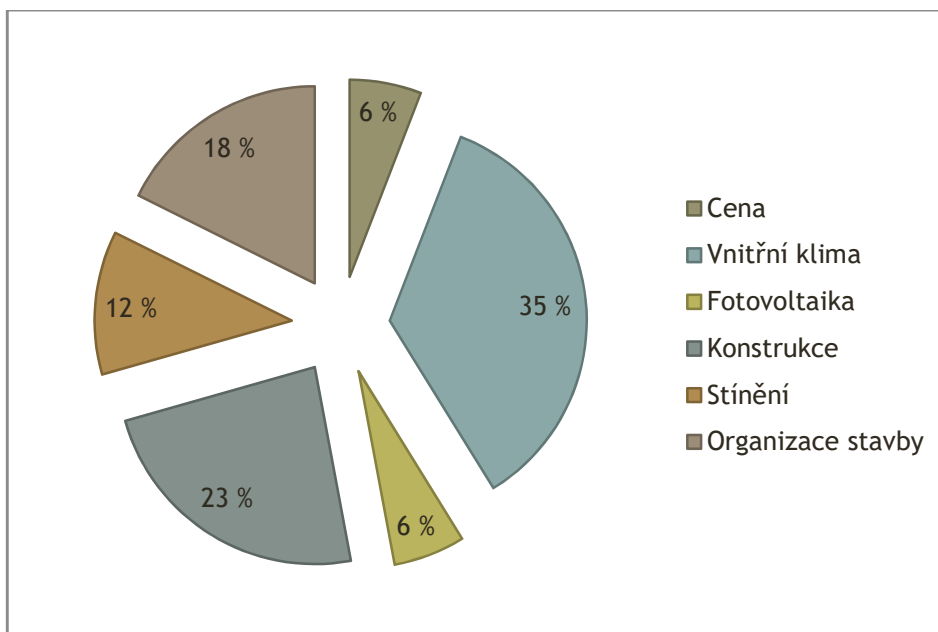
10. Jak Vás podpořila Vaše univerzita?

11. Jaký byl způsob ohodnocení za práci na Solar Decathlonu? Finanční, kreditový?

12. Jak fungovala spolupráce architektů a inženýrů?

13. Kdo vedl tým? Architekt, inženýr nebo manažer?

Ze zodpovězených odpovědí jsem vytvořila následující shrnutí:

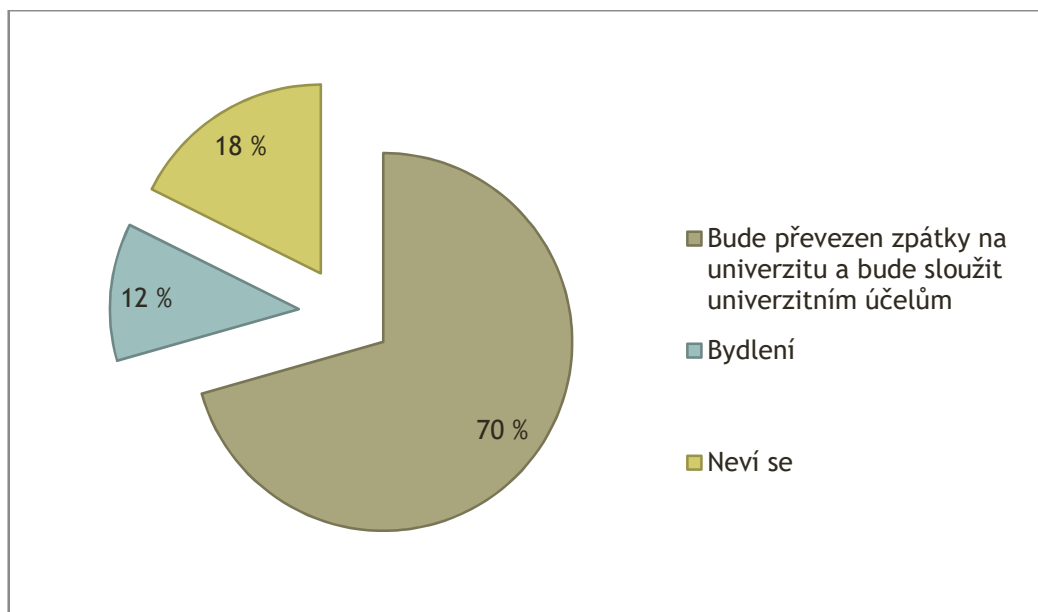


Obrázek 94 – Anketa: Jaký je největší přínos Vašeho domu?

1. Jaký je největší přínos Vašeho domu?

Šest týmů považuje za největší přínos domu vyřešení vnitřního klimatu pomocí inovací ve vytápění, chlazení, v návrhu technické místnosti. Čtyři týmy považují za největší přínos způsob konstrukce. Stojí za povšimnutí, že dva týmy považují za nejdůležitější organizaci stavby. Tím je myšleno to, že dům lze jednoduše smontovat bez nutnosti použití jeřábu nebo že je postaven pouze studenty.

1.	Team Austria	Vnitřní klima
2.	Las Vegas	Stínění
3.	Czech Republic	Organizace stavby
5.	Stanford	Vnitřní klima
6.	Team Ontario	Vnitřní klima
7.	Team Capitol DC	Stínění
8.	Middlebury College	Fotovoltaika
9.	Team Alberta	Organizace stavby
11.	Santa Clara	Konstrukce
12.	Norwich	Cena
13.	North Carolina	Konstrukce
14.	SCI-Arc/Caltech	Konstrukce
15.	Kentucky/Indiana	Konstrukce
16.	Missouri S&T	Organizace stavby
17.	AZ State/New Mexico	Vnitřní klima
18.	Team Texas	Vnitřní klima
19.	West Virginia	Vnitřní klima

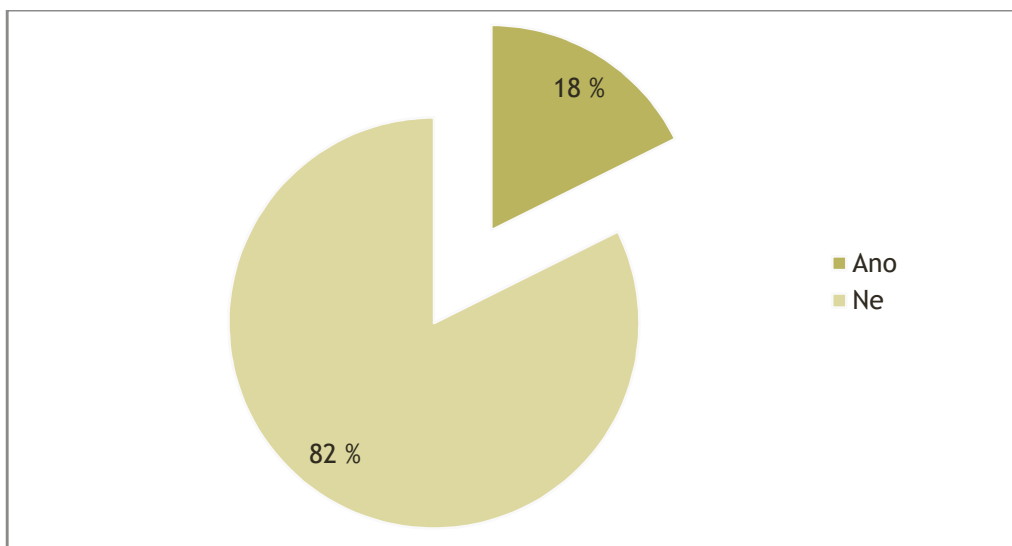


Obrázek 95 – Anketa: Co se stane s domem po soutěži?

2. Co se stane s domem po soutěži?

Dvanáct domů bude převezeno zpátky na univerzitu a budou sloužit univerzitním účelům. Pouze ve dvou domech se bude skutečně bydlet. Tři týmy ještě přesně nevěděly, co se s domy po soutěži stane.

1.	Team Austria	Neví se
2.	Las Vegas	Univerzitní účely
3.	Czech Republic	Univerzitní účely
5.	Stanford	Bydlení
6.	Team Ontario	Neví se
7.	Team Capitol DC	Bydlení
8.	Middlebury College	Univerzitní účely
9.	Team Alberta	Univerzitní účely
11.	Santa Clara	Neví se
12.	Norwich	Univerzitní účely
13.	North Carolina	Univerzitní účely
14.	SCI-Arc/Caltech	Univerzitní účely
15.	Kentucky/Indiana	Univerzitní účely
16.	Missouri S&T	Univerzitní účely
17.	AZ State/New Mexico	Univerzitní účely
18.	Team Texas	Univerzitní účely
19.	West Virginia	Univerzitní účely

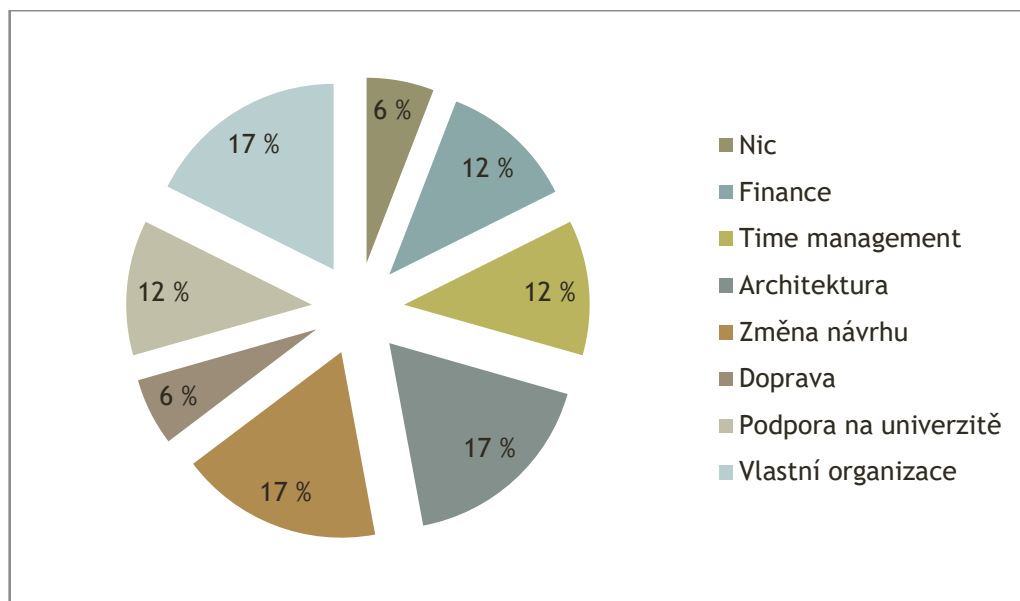


Obrázek 96 – Anketa: Usilovali jste o udělení mezinárodního certifikátu?

3. Usilovali jste o udělení mezinárodního certifikátu?

Většina týmů neusilovala o udělení mezinárodního certifikátu. Je pozoruhodné, že všechny tři týmy, které nechaly certifikovat dům, se umístily na prvním, druhém a třetím místě. Team Austria: certifikace The Austrian Sustainable Building Council (ÖGNB) a certifikace LEED for Homes, Team Czech Republic: certifikace SBToolCZ, University of Nevada Las Vegas: certifikace LEED for Homes. Tento výsledek může dokazovat, že certifikaci není možné získat, jestliže neexistuje povědomí o hodnocených udržitelných aspektech.

1.	Team Austria	Ano
2.	Las Vegas	Ano
3.	Czech Republic	Ano
5.	Stanford	Ne
6.	Team Ontario	Ne
7.	Team Capitol DC	Ne
8.	Middlebury College	Ne
9.	Team Alberta	Ne
11.	Santa Clara	Ne
12.	Norwich	Ne
13.	North Carolina	Ne
14.	SCI-Arc/Caltech	Ne
15.	Kentucky/Indiana	Ne
16.	Missouri S&T	Ne
17.	AZ State/New Mexico	Ne
18.	Team Texas	Ne
19.	West Virginia	Ne

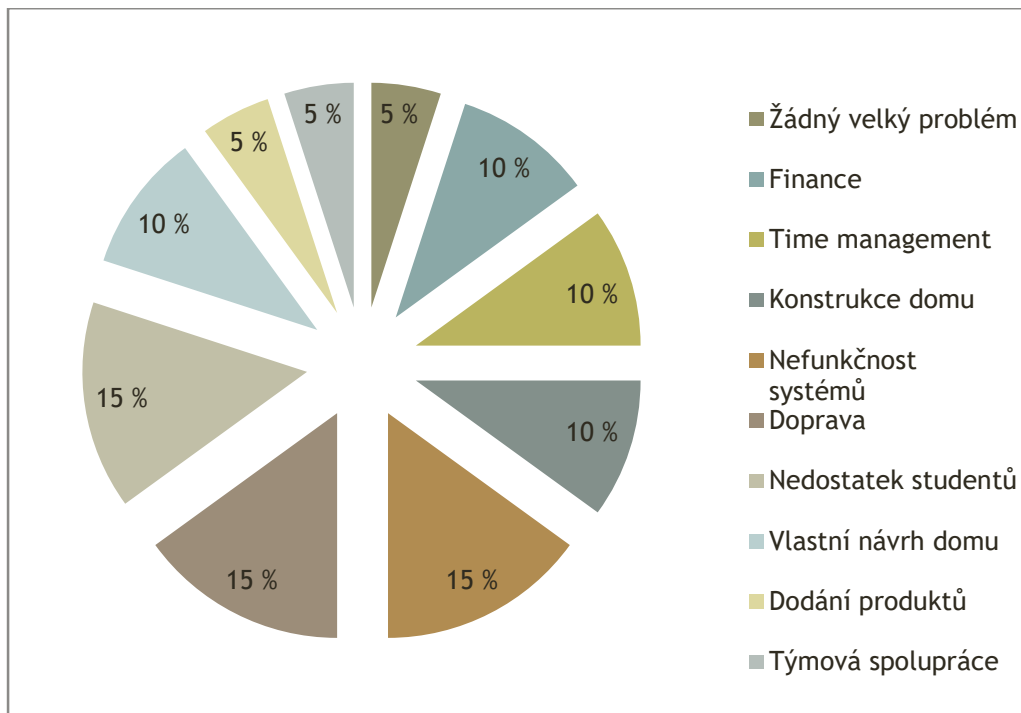


Obrázek 97 – Anketa: Kdybyste mohli změnit něco během celého projektu Solar Decathlon, co by to bylo?

4. Kdybyste mohli změnit něco během celého projektu Solar Decathlon, co by to bylo?

Studenti by nejraději během celého projektu změnili vlastní organizaci, více by řešili architektonické detaily a zaměřili by se na změnu návrhu. Architektonické detaily by více řešily týmy, jejichž součástí nebyli studenti architektury.

1.	Team Austria	Vlastní organizace
2.	Las Vegas	Time management
3.	Czech Republic	Vlastní organizace
5.	Stanford	Finance
6.	Team Ontario	Změna návrhu
7.	Team Capitol DC	Nic
8.	Middlebury College	Doprava
9.	Team Alberta	Finance
11.	Santa Clara	Architektura
12.	Norwich	Architektura
13.	North Carolina	Architektura
14.	SCI-Arc/Caltech	Time management
15.	Kentucky/Indiana	Podpora na univerzitě
16.	Missouri S&T	Podpora na univerzitě
17.	AZ State/New Mexico	Vlastní organizace
18.	Team Texas	Změna návrhu
19.	West Virginia	Změna návrhu

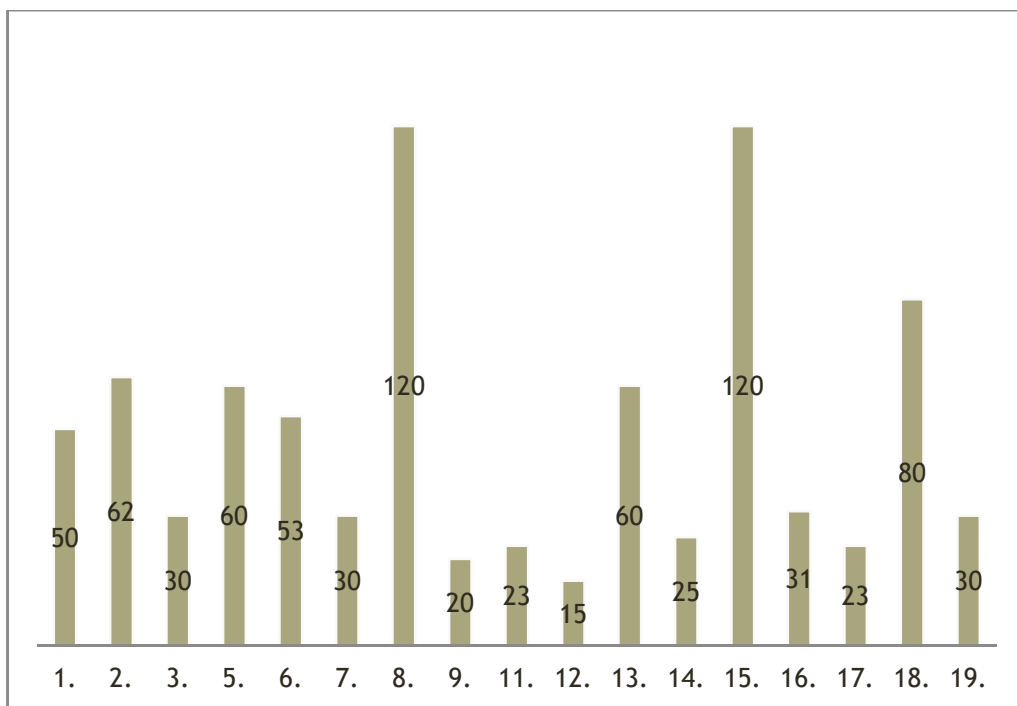


Obrázek 98 – Anketa: Jaký byl největší problém, který jste museli řešit?

5. Jaký byl největší problém, který jste museli řešit?

K největším problémům, s kterými se potýkala většina týmů, patří problém sehnání studentů, doprava soutěžního domu a nefunkčnost systémů při soutěži.

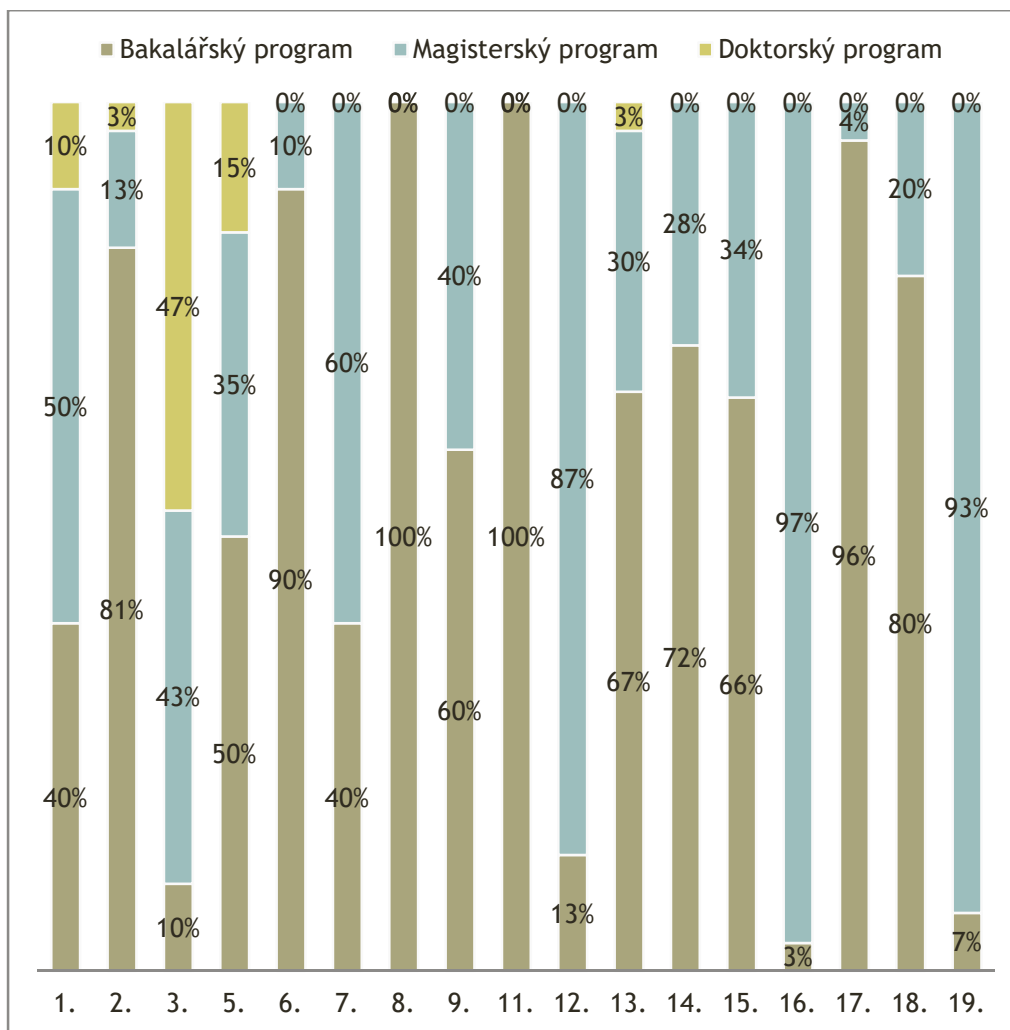
1.	Team Austria	Konstrukce domu
2.	Las Vegas	Doprava
3.	Czech Republic	Týmová spolupráce
5.	Stanford	Vlastní návrh domu
6.	Team Ontario	Žádný velký problém
7.	Team Capitol DC	Vlastní návrh domu
8.	Middlebury College	Dodání produktů
9.	Team Alberta	Nedostatek studentů
11.	Santa Clara	Konstrukce domu
12.	Norwich	Doprava
13.	North Carolina	Doprava
14.	SCI-Arc/Caltech	Nefunkčnost systémů
15.	Kentucky/Indiana	Nefunkčnost systémů
16.	Missouri S&T	Finance a nedostatek studentů
17.	AZ State/New Mexico	Nefunkčnost systémů
18.	Team Texas	Finance a time management
19.	West Virginia	Time management a nedostatek studentů



Obrázek 99 – Anketa: Kolik bylo v týmu celkem studentů?

6. Kolik bylo v týmu celkem studentů?

Největší počet studentů (120 studentů) byl u dvou univerzit: Middlebury College a Kentucky/Indiana. Nejmenší byl tým Norwich University (15 studentů) a tým Alberta (20 studentů). Tým Czech Republic měl 30 studentů, což je méně než celkový průměr, který čítá 48,9 studentů.

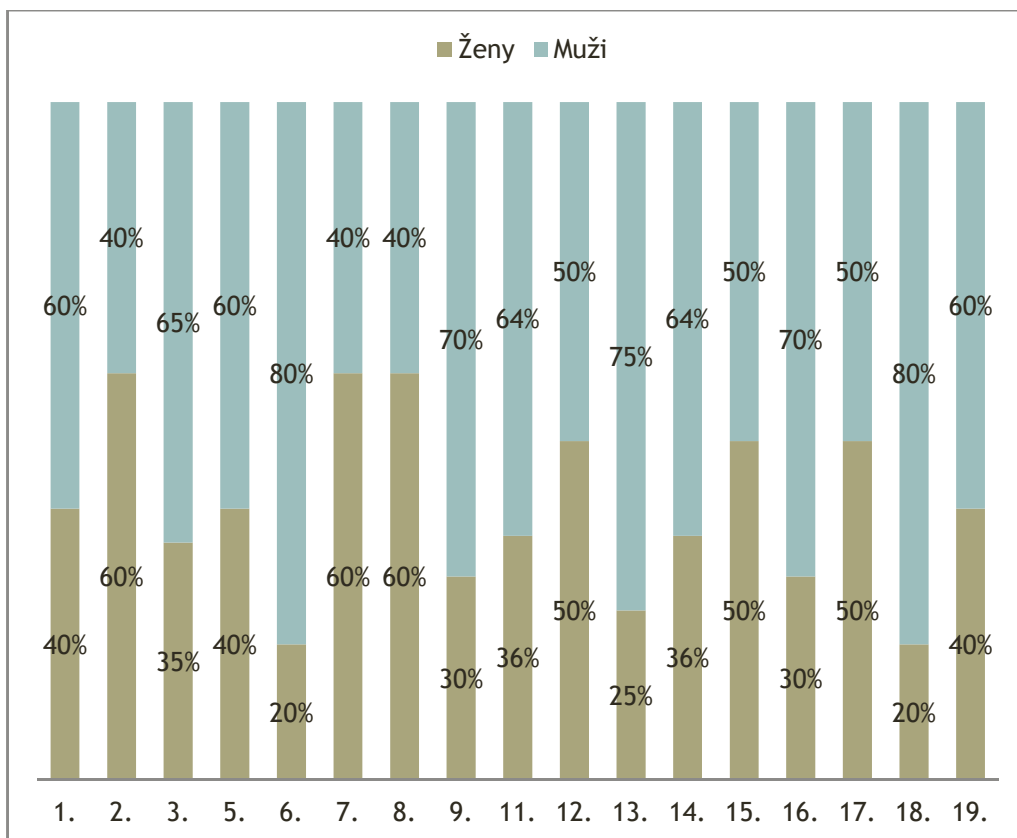


Obrázek 100 – Anketa: Jaké je procento studentů bakalářského, magisterského

7. Jaké je procento studentů bakalářského, magisterského a doktorského programu?

Celkový průměr je 54 % studentů bakalářského programu, 41 % studentů magisterského programu a 6 % studentů doktorského programu. V této statistice se tým Czech Republic vymyká průměru. Tým měl 8 % studentů bakalářského programu, 35 % studentů magisterského programu a 58 % studentů doktorského programu. Soutěžily dokonce dva týmy, které měly pouze studenty bakalářského studia: Middlebury College a Santa Clara University.

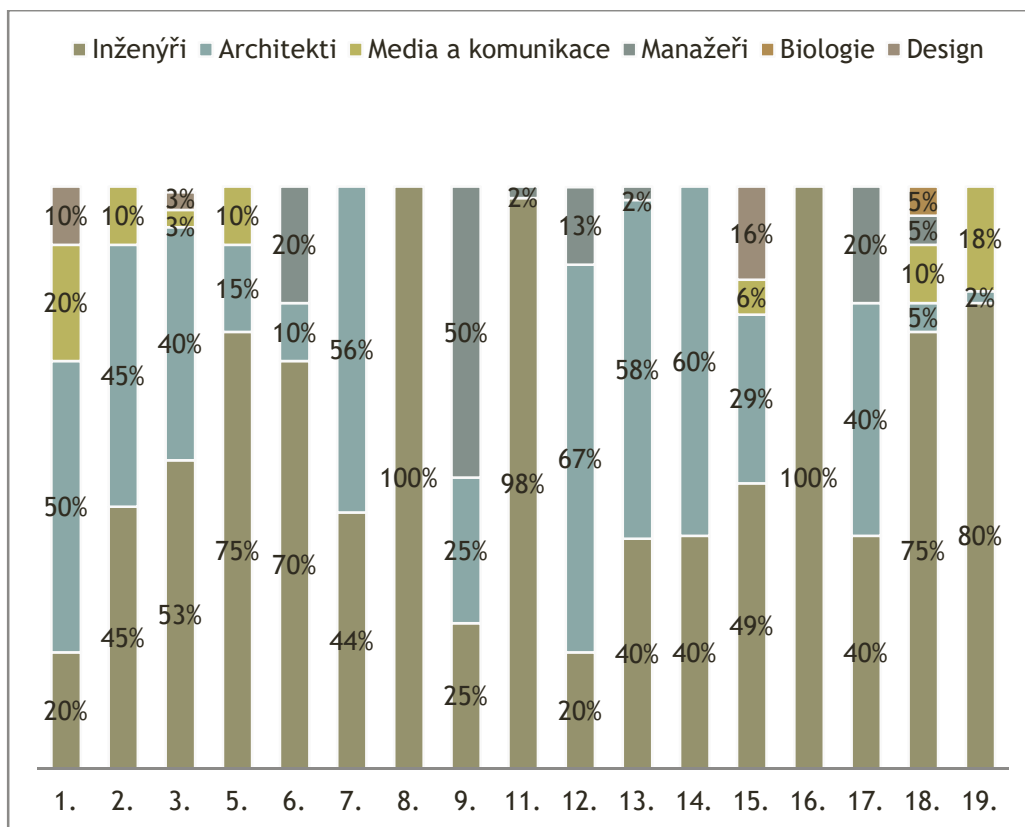
Pozn. Mezi studenty bakalářského studia jsou počítáni i ti, kteří během léta udělali zkoušky a postoupili do magisterského studia.



Obrázek 101 – Anketa: Jaký je ve Vašem týmu poměr zastoupení mužů a žen?

8. Jaký je ve Vašem týmu poměr zastoupení mužů a žen?

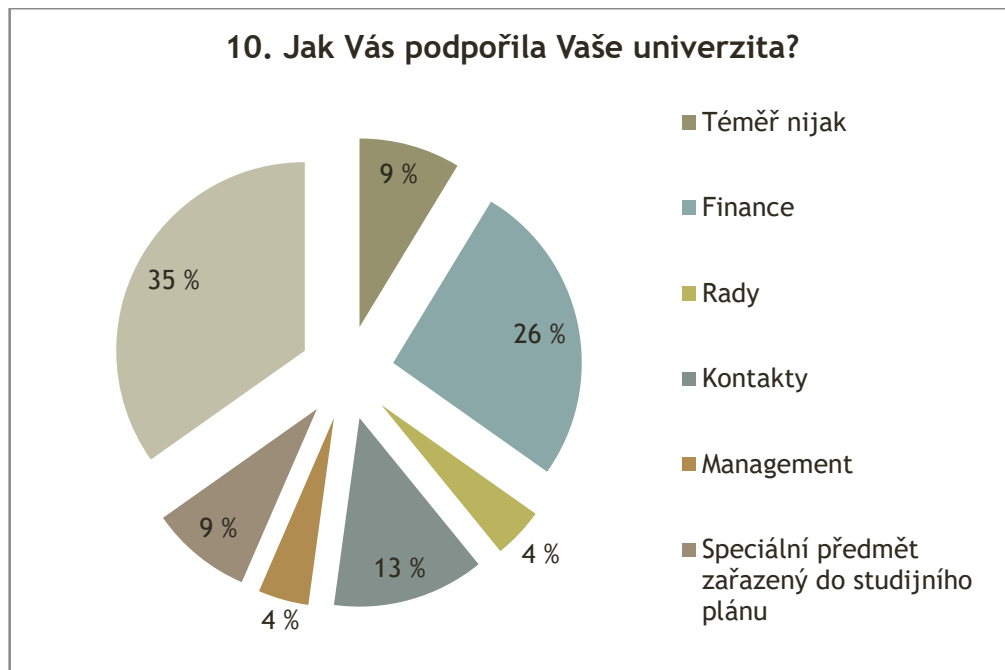
Celkový průměr vychází poměrem 41 % pro ženy a 59 % pro muže. Tým Czech Republic je v tomto směru velmi vyrovnaný: 42 % žen a 58 % mužů. V několika týmech byla naprostá většina týmu mužská (75–80 %), například u týmu Texas, North Carolina a týmu Ontario.



Obrázek 102 – Anketa: Jaký je poměr zastoupení studijních oborů (architekti, inženýři atd.)?

9. Jaký je poměr zastoupení studijních oborů (architekti, inženýři atd.)?

Celkový průměr vychází 57 % inženýrů, 30 % architektů, 7 % manažerů, 5 % studentů médií a komunikace, 2 % studentů designu a necelé procento studentů biologie. U týmu Czech Republic poměr vychází 53 % inženýrů, 40 % architektů, 3 % studentů médií a komunikace a 3 % studentů designu. Dva týmy mají 100% inženýrské zastoupení: Missouri S&T a Middlebury College. Jeden tým má 98% inženýrské zastoupení: Santa Clara University. Zastoupení všech studijních oborů (inženýři, architekti, manažeři, studenti médií a komunikace, studenti designu a studenti biologie) měl pouze tým Texas.

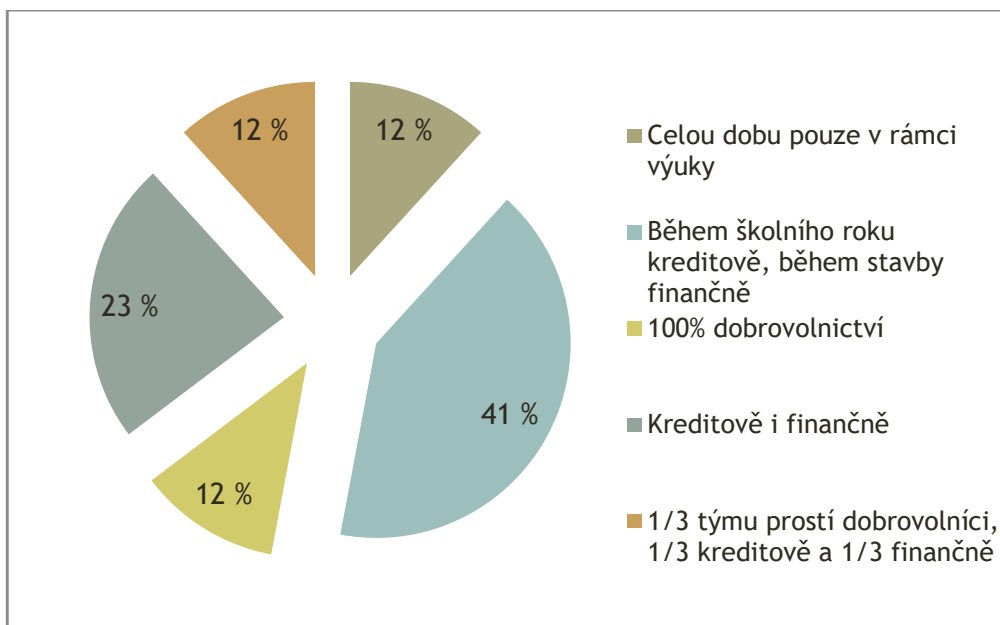


Obrázek 103 – Anketa: Jak Vás podpořila Vaše univerzita?

10. Jak Vás podpořila Vaše univerzita?

Nejvíce týmů získalo od univerzit stoprocentní nebo pouze finanční podporu. Dva týmy odpověděly, že téměř žádnou podporu od univerzity nedostaly. Dva týmy si velmi pochvalovaly zejména předmět týkající se soutěže Solar Decathlon, který byl zařazen do výukových osnov školy.

1.	Team Austria	Management
2.	Las Vegas	Finance + kontakty
3.	Czech Republic	100% podpora
5.	Stanford	100% podpora
6.	Team Ontario	100% podpora + speciální předmět ve studijním plánu
7.	Team Capitol DC	Finance + rady
8.	Middlebury College	Finance + kontakty
9.	Team Alberta	Téměř nijak
11.	Santa Clara	100% podpora
12.	Norwich	Finance + kontakty
13.	North Carolina	Finance
14.	SCI-Arc/Caltech	100% podpora + speciální předmět ve studijním plánu
15.	Kentucky/Indiana	100% podpora
16.	Missouri S&T	100% podpora
17.	AZ State/New Mexico	Téměř nijak
18.	Team Texas	Finance
19.	West Virginia	100% podpora

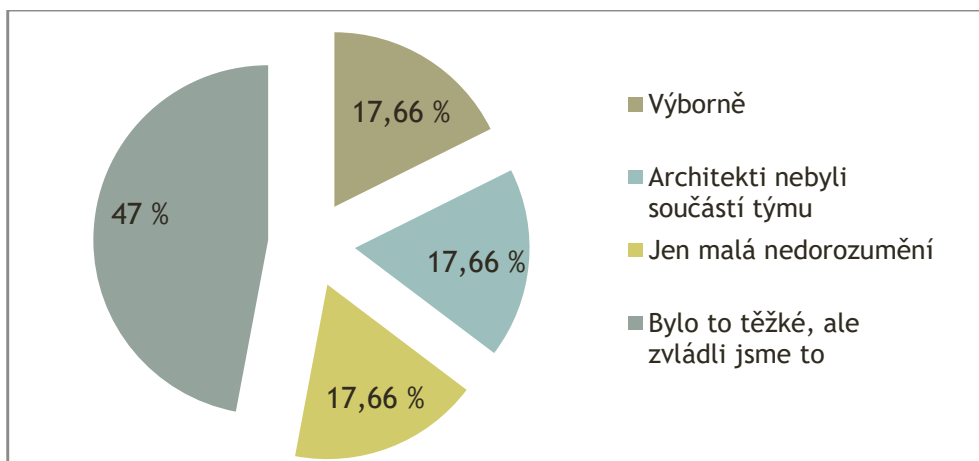


Obrázek 104 – Anketa: Jaký byl způsob ohodnocení za práci na soutěži Solar Decathlon? Finanční, kreditový?

11. Jaký byl způsob ohodnocení za práci na soutěži Solar Decathlon? Finanční, kreditový?

Většina týmů byla během školního roku hodnocena kreditově a až během stavby finančně. Dva týmy (tým Alberta a Missouri S&T) uvedly, že všichni členové se účastnili soutěže pouze jako dobrovolníci.

1.	Team Austria	Kreditově i finančně
2.	Las Vegas	1/3 týmu prostí dobrovolníci, 1/3 kreditově a 1/3 finančně
3.	Czech Republic	Kreditově i finančně
5.	Stanford	1/3 týmu prostí dobrovolníci, 1/3 kreditově a 1/3 finančně
6.	Team Ontario	Během školního roku kreditově, během stavby finančně
7.	Team Capitol DC	Během školního roku kreditově, během stavby finančně
8.	Middlebury College	Kreditově i finančně
9.	Team Alberta	100% dobrovolnictví
11.	Santa Clara	Během školního roku kreditově, během stavby finančně
12.	Norwich	Během školního roku kreditově, během stavby finančně
13.	North Carolina	Kreditově i finančně
14.	SCI-Arc/Caltech	Celou dobu pouze v rámci výuky
15.	Kentucky/Indiana	Během školního roku kreditově, během stavby finančně
16.	Missouri S&T	100% dobrovolnictví
17.	AZ State/New Mexico	Během školního roku kreditově, během stavby finančně
18.	Team Texas	Celou dobu pouze v rámci výuky
19.	West Virginia	Během školního roku kreditově, během stavby finančně

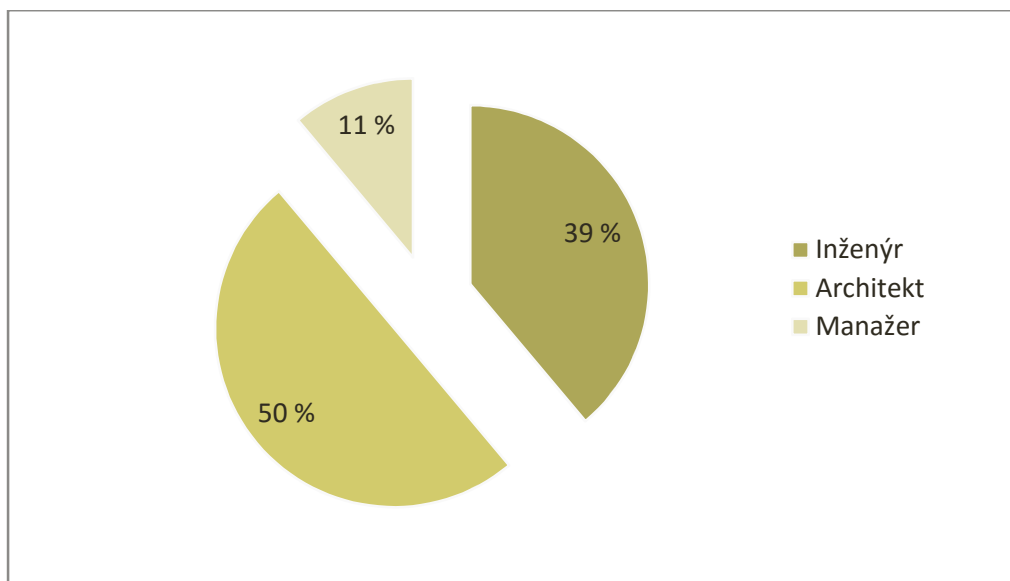


Obrázek 105 – Anketa: Jak fungovala spolupráce architektů a inženýrů?

12. Jak fungovala spolupráce architektů a inženýrů?

Téměř polovina dotázaných mluvila o obtížné spolupráci mezi architekty a inženýry. Tento problém shrnuje odpověď týmu West Virginia University: „Obě skupiny mluví jinými jazyky. Jedna skupina mluví čísly a druhá barvami. Ale když mají obě skupiny chuť dorozumět se nohama a rukama, tak se vždy k nějakému výsledku dojde.“ Pouze tři týmy neměly žádný problém ve spolupráci architektů a inženýrů. Dva týmy to zdůvodnily tím, že od začátku studia tyto dvě skupiny ve škole spolupracují. Architekti nebyli součástí tří týmu, tým se skládal pouze z inženýrů nebo manažerů.

1.	Team Austria	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to
2.	Las Vegas	Výborně
3.	Czech Republic	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to
5.	Stanford	Výborně
6.	Team Ontario	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to
7.	Team Capitol DC	Jen malá nedorozumění
8.	Middlebury College	Architekti nebyli součástí týmu
9.	Team Alberta	Výborně
11.	Santa Clara	Architekti nebyli součástí týmu
12.	Norwich	Jen malá nedorozumění
13.	North Carolina	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to
14.	SCI-Arc/Caltech	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to
15.	Kentucky/Indiana	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to
16.	Missouri S&T	Architekti nebyli součástí týmu
17.	AZ State/New Mexico	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to
18.	Team Texas	Jen malá nedorozumění
19.	West Virginia	Bylo to těžké, ale zvládli jsme to



Obrázek 106 – Anketa: Kdo vedl tým? Architekt, inženýr nebo manažer?

13. Kdo vedl tým? Architekt, inženýr nebo manažer?

Manažer vedl dva týmy: tým Kentucky/Indiana a tým Alberta. Je zajímavé, že oba týmy uvedly, že neměly žádný problém ve spolupráci mezi architektky a inženýry. Devět týmů mělo vedoucího architekta a sedm týmů inženýra.

1.	Team Austria	Architekt
2.	Las Vegas	Architekt
3.	Czech Republic	Architekt
5.	Stanford	Architekt
6.	Team Ontario	Inženýr
7.	Team Capitol DC	Architekt
8.	Middlebury College	Inženýr
9.	Team Alberta	Manažer
11.	Santa Clara	Inženýr
12.	Norwich	Architekt
13.	North Carolina	Architekt
14.	SCI-Arc/Caltech	Inženýr + architekt
15.	Kentucky/Indiana	Manažer
16.	Missouri S&T	Inženýr
17.	AZ State/New Mexico	Architekt
18.	Team Texas	Inženýr
19.	West Virginia	Inženýr

8 Přehled dosavadních výsledků vlastní práce doktoranda v oblasti tématu disertační práce

8.1 Publikační činnost v odborném tisku

KASALOVÁ, H. a ROTTOVÁ, K., eds. *Druhá kůže 2014: Sborník studentské soutěžní přehlídky 2013/14*. Praha. 2014, ISBN 978-80-01-05513-7. In: <http://www.fa.cvut.cz/Cz/Publikace/DruhaKuze2014>. 50 %

BOUMOVÁ, I.; Kasalová, H., et al., eds. *Collective Housing in Europe*. 1. vyd. Praha: Fakulta architektury ČVUT. 2012, ISBN 978-80-01-05008-8. 12,5 %

KASALOVÁ, H., et al. Solar Decathlon. In: CHMEL, F., et al., eds. *Historická zkušenost v architektuře a udržitelný rozvoj*. Praha: Nakladatelství ČVUT. 2012, s. 67-70. sv. 0. ISBN 978-80-01-04988-4. 25 %

CHMEL, F.; Kasalová, H., et al., eds. *Historická zkušenost v architektuře a udržitelný rozvoj*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT. 2012, sv. 0. ISBN 978-80-01-04988-4. Dostupné z: <http://pamatky-facvut.cz/granty/>. 5 %

HLAVÁČEK, D.; Kasalová, H., et al., eds. *Ekologie versus architektura*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury. 2011, ISBN 978-80-01-04769-9. 14,29 %

8.2 Účast na workshopech a přednáškách

KASALOVÁ, H., ZEMENOVÁ, L., a KIROVOVÁ, L. *Solar Decathlon 2013*. 02.03.2012. 33 %

KASALOVÁ, H. AIR HOUSE, *Konference Mash Up*. 26.04.2012. 100 %

KASALOVÁ, H. *Aplikace hodnocení udržitelné architektury do výuky*, Mezinárodní vědecká konference - VEDA VO VÝSTAVBE. 13.09.2012. 100 %

KASALOVÁ, H. *Regenerace parteru náměstí*. 01.12.2012. 100 %

KASALOVÁ, H. *Konceptuální řešení témat 10 x 10*, Architektonický workshop 10 x 10. 17.02.2012. 100 %

KASALOVÁ, H. Solar Decathlon, *Konference Historická zkušenost v architektuře a udržitelný rozvoj*. 06.12.2011. 100 %

KASALOVÁ, H., CHMELÍK, Jaromír, a KREISINGER, Kryštof. *Klatovy - Regenerace parteru náměstí Míru*. 01.12.2011. 33 %

8.3 Pořádání konferencí a výstav

Udržitelné zdroje energie jako integrální součást návrhu domu - týmová spolupráce na projektu pod vedením architekta. [Pořádání konference]. 2013, Dostupné z: <http://www.fa.cvut.cz/Cz/Fakulta/ZpravyZFA/1Dum1Tym>. 20 %

HLAVÁČEK, D.; KASALOVÁ, H., et al. *AIR House, Pozor stavba!*. Výstava. ČVUT, Fakulta architektury. Praha, 05.06.2013 - 28.06.2013. 9,09 %

HLAVÁČEK, D.; KASALOVÁ, H., et al. *AIR HOUSE, rok první*. Výstava. ČVUT, Fakulta architektury. Praha, 10.12.2012 - 04.01.2013. 11 %

8.4 Projekty

HLAVÁČEK, D.; KASALOVÁ, H., et al. *AIR HOUSE - Computer-Animated Walkthrough*. 2012. 11 %

HLAVÁČEK, D.; KASALOVÁ, H., et al. *AIR HOUSE*. Významnější projekt. Projekt ke stavebnímu povolení. Zadavatel: U.S. Department of Energy. Washington, 11.10.2012. 11 %

HLAVÁČEK, D.; KASALOVÁ, H., et al. *AIR HOUSE*. Významnější projekt. Architektonická studie. Zadavatel: U.S. Department of Energy. Washington, 19.04.2012. 11 %

KASALOVÁ, H., CHMELÍK, Jaromír, a KREISINGER, Kryštof. *Národní urbanisticko-architektonická soutěž Cena Petra Parléře 9, 2011*. Architektonická soutěž. Vypisovatel: Společnost Petra Parléře. Mlýnská 60/2, Praha 6, 21.09.2011. 33 %

KASALOVÁ, H. *Solar Decathlon - EvoEcoSolution*. Významnější projekt. Zadavatel: U.S. Department of Energy. Washington D.C., 19.07.2011. 100 %

BUREŠ, M.; KASALOVÁ, H., et al. *Solar Decathlon - Air House*. Významnější projekt. Architektonická studie. Zadavatel: U.S. Department of Energy. Washington D.C., 10.11.2011. 10 %

HLAVÁČEK, D.; KASALOVÁ, H., et al. *Solar Decathlon 2013 - Team Prague, Technical Proposal*. Washington D.C.: U.S. Department of Energy. 2011. 12 %

KASALOVÁ, H. *Rodinný dům*, Praha 4. Realizace. Prov. org.: soukromá osoba. Praha, 20.11.2009 - 07.09.2010.

KASALOVÁ, H. *Rodinný dům - Finca Can Arbona*, Mallorca. Realizace. Prov. org.: Finca Can Arbona. Mallorca, 01.02.2010 - 20.06.2010.

KASALOVÁ, H. *OBYTNÝ SOUBOR "ROTUJÍCÍ DOMY" PALMA DE MALLORCA*. 2009. Diplomová práce. Praha: Fakulta architektury ČVUT.

8.5 Zdroje – získané granty

Spoluřešitel. *Udržitelný rozvoj – důsledky pro architektonickou tvorbu.* SGS10/098/OHK1/1T/15.

Spoluřešitel. *Solar Decathlon.* SGS11/168/OHK1/3T/15.

Spoluřešitel. *Studentská vědecká konference ČVUT, Udržitelné zdroje energie jako integrální součást návrhu domu – týmová spolupráce na projektu pod vedením architekta,* SGS SVK 40/13/F5.

Spoluřešitel. *Solar Decathlon.* Fond ČVUT na podporu celoškolských aktivit 2012.

Spoluřešitel. *Rozvoj spolupráce se zahraničními univerzitami,* Institucionální rozvojový plán (IRP) ČVUT.

Spoluřešitel. *Solar Decathlon 2013.* U.S. Department of Energy.

Spoluřešitel. *Nejnovější trendy udržitelného bydlení.* FRVŠ 1151/2013.

9 Použitá literatura

- [1] *Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů*, Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu. Prosinec 2015
- [2] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov*, Štrasburk: Evropský parlamentu a Rada Evropské unie. Schváleno 19. 5. 2010
- [3] MCMINN J., POLO M. *41° to 66°: Regional Responses to Sustainable Architecture in Canada*. Waterloo, Ont.: Cambridge Galleries Design at Riverside, 2005. ISBN-13 978-1897001158.
- [4] Gro Harlem Brundtlandová: *Naše společná budoucnost, Výtah ze zprávy komise WCED OSN pro životní prostředí*. Z anglického originálu přeložil Pavel Korčák. Praha: Academia, 1991. 297 s. ISBN 80-85368-07-2.
- [5] *Zákon č. 171/1992 Sb. Zákon o životním prostředí*. In: Sběrka zákonů. 16.01.1992
- [6] SUTTER, John D., BERLINGTER Joshua, ELLIS Ralph, CNN. IN: www.edition.cnn.com [online]. Poslední změna 14.12.2015. [Cit. 15.8.2016]. Dostupné z: <http://edition.cnn.com/2015/12/12/world/global-climate-change-conference-vote/>
- [7] RYNDA, Ivan. *Přednáška Ekologie na FA ČVUT*. Praha. 13. 5. 2010
- [8] *The Agenda 21 on Sustainable Construction, CIB Report Publication 237*. Rotterdam. 1999. ISBN 90-6363-015-8.
- [9] *První mezinárodní konference o trvale udržitelné výstavbě. Kibertova definice*. Tampa. 1994
- [10] CÍLEK, V. Stavět podle přírody nebo podle člověka? In: *Zelená architektura.cz*. KRATOCHVÍL, P., TYWONIAK, J., Katalog k výstavě v Galerii Jaroslava Fragnera. GJF a Architektura. Praha. 2008. ISBN 978-80-254-3160-3.
- [11] CÍLEK, V. *Krajina z druhé strany - Poznámky ke Knize závoje a čar*. Praha: Malovaný kraj Břeclav. 2009. ISBN 978-80-903759-5-6.
- [12] Al Gore, *Země na misce vah*. Praha: Argo. 2000. ISBN 80-7203-310-7.
- [13] *The Federal Commitment to Green Building: Experiences and Expectations*. část V. In: www.sustainability.gov [online]. The Office of the Federal Environmental Executive. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: https://www.sustainability.gov/Resources/Guidance_reports/Guidance_reports_archives/fgb_report.pdf (vlastní překlad)

- [14] The Office of the Federal Environmental Executive – EPA In: www.epa.gov [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm (vlastní překlad)
- [15] WATSON, Robert, *LEED AP*, KUBBA Sam, Ph.D., LEED AP. *Handbook of Green Building Design and Construction*. Butterworth-Heinemann. 2012. ISBN 9780123851291
- [16] Standards catalogue. In: www.iso.org [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=322621&published=on
- [17] HALUZA Miroslav a MACHÁČEK Jan. Spotřeba elektrické energie domácností, predikce a potenciální úspory pomocí BACS. In: elektro.tzb-info.cz [online]. 7.5.2012 [Cit. 27.10.2015]. Dostupné z:
<http://elektro.tzb-info.cz/8570-spotreba-elektricke-energie-domacnosti-predikce-a-potencialni-uspory-pomoci-bacs>
- [18] CEN - European Committee for Standardization. 2011. EN 15978 Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method
- [19] Evropská komise. *Zpráva komise Evropskému parlamentu a Radě. Pokrok členských států na cestě k budovám s téměř nulovou spotřebou energie*. 28. 6. 2013. In: eur-lex.europa.eu [online]. [Cit. 24.8.2016] Dostupné z: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex%3A52013DC0483R\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex%3A52013DC0483R(01))
- [20] A. Gritsevskiy, International Atomic Energy Agency. *Renewable vs. Non-renewable energy*. [online]. [Cit. 13.8.2016] Dostupné z: unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting13/LG13_13b.ppt
- [21] *Typy obnovitelných zdrojů energie*. [online]. [Cit. 13.8.2016] Dostupné z: <http://www.spsemoh.cz/vyuka/elz/elz.htm>
- [22] BUTTI, Ken a PERLIN, John. *A Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture*. Palo Alto, CA: Cheshire Books. 1980. ISBN 0-917352-07-6.
- [23] Sokratův dům. In: Wikipedie: otevřená encyklopedie [online]. [Cit. 24.8.2016]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sokrat%C5%AFv_d%C5%AFm
- [24] United States Department of Energy, *The History of Solar* [online]. 2006. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_linetime.pdf
- [25] United States Department of Energy, *The History of Solar* [online]. 2006. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_linetime.pdf
- [26] DOLEŽAL Martin, NEVŘALOVÁ Jana, OTÝPKA Miloslav, VALA Věroslav. *Solární energie* [online]. 2013. [Cit. 12.10.2015]. Dostupné z: http://zelenymost.cz/files/solarni_energie.pdf

- [27] DENZER, Anthony. *The Solar House: Pioneering Sustainable Design*. Rizzoli. 2013. ISBN 978-0847840052. (vlastní překlad)
- [28] BORASI, Giovanna; Mirko Zardini, eds. *Sorry, Out of Gas: Architecture's Response to the 1973 Oil Crisis*. Edizioni Corraini/Canadian Centre for Architecture. 2008. ISBN 88-7570-143-1.
- [29] History of passive solar building design. In: Wikipedie: otevřená encyklopedie [online]. [Cit. 24.8.2016]. Dostupné z: www.en.wikipedia.org/wiki/History_of_passive_solar_building_design (vlastní překlad)
- [30] MURTINGER, Karel a TRUXA, Jan. *Solární energie pro váš dům*. Computer press. 2006. ISBN 80-7366-076-8.
- [31] Trombeho stěna. In: Wikipedie: otevřená encyklopedie [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Trombeho_st%C4%9Bna
- [32] Albert, Righter, Tittmann. www.artarchitects.com [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.artarchitects.com/sustainability/>
- [33] MASTNÝ, P. a DRÁPELA, J. a MIŠÁK, S. a MACHÁČEK, J. a PTÁČEK, M. a RADIL, L. a BARTOŠÍK, T. a PAVELKA, T. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze. 2011. ISBN 978-80-01-04937-2.
- [34] www.usgbc.org [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.usgbc.org/leed>
- [35] www.breeam.com [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.breeam.com/>
- [36] www.dgnb.de [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.dgnb.de/en/>
- [37] www.sbtool.cz [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.sbtool.cz/>
- [38] CESBA. In: Wikipedie: otevřená encyklopedie [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: http://cz-wiki.cesba.eu/wiki/Hlavn%C3%AD_strana
- [39] <http://www.dqi.org.uk/dqi/Common/DQIOnline.pdf> (vlastní překlad)
- [40] www.dqionline.com [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.dqionline.com/dqi.php> (vlastní překlad)
- [41] More about monitoring design quality [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http://www.cabe.org.uk/buildings/monitoring-design-quality/info> (vlastní překlad)
- [42] KOHLER, N., 1999. *The relevance of Green Building Challenge: an observer's perspective*. Building Research and Information 27 (4/5), 309-320. (vlastní překlad)
- [43] Grace K C Ding. *Sustainable Construction - the Role of Environmental Assessment Tools*. [online]. [Cit. 1.9.2016]. 2008. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Grace_Ding/publication/6516125_Sustainable_C

onstruction__the_Role_of_Environmental_Assessment_Tools/links/00b495315062e55a3f000000.pdf (vlastní překlad)

[44] www.solardecathlon.gov [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.solardecathlon.gov/>

[45] [www.solardecathlon.gov](http://www.solardecathlon.gov/past/2011/) [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.solardecathlon.gov/past/2011/>

[46] www.2011.solarteam.org [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.2011.solarteam.org (vlastní překlad)

[47] www.purdue.edu/inhome/ [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.purdue.edu/inhome/ (vlastní překlad)

[48] www.solardecathlon.middlebury.edu [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.solardecathlon.middlebury.edu (vlastní překlad)

[49] [www.sdeurope.org](http://www.sdeurope.org/?lang=en) [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.sdeurope.org/?lang=en>

[50] www.solardecathlon.fr [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.solardecathlon.fr

[51] www.andaluciateam.org [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.andaluciateam.org

[52] www.medinitaly.eu [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.medinitaly.eu

[53] www.solardecathlon.gov/past/2013/ [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: <http://www.solardecathlon.gov/past/2013/>

[54] www.solardecathlon.at [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.solardecathlon.at

[55] www.solardecathlon.unlv.edu [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.solardecathlon.unlv.edu

[56] www.airhouse.cz [online]. [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.airhouse.cz

[57] Majerčíková, H. Konference Historická zkušenost v architektuře a udržitelný rozvoj. *Solar Decathlon*. Praha 6. 12. 2011

[58] Ing. Antonín Lupíšek, Ing. Pavel Nechanický, Ing. Kateřina Sojková, Ing. Ondřej Surý, Ing. Martin Volf, Ing. Michal Marek, prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc., ČVUT v Praze. *Český solární dům AIR House na soutěži U.S. Solar Decathlon 2013 – 1. část*. In: [elektro.tzb-info.cz](http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/10945-cesky-solarni-dum-air-house-na-soutezi-u-s-solar-decathlon-2013-1-cast) [online]. 10.3.2014 [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/10945-cesky-solarni-dum-air-house-na-soutezi-u-s-solar-decathlon-2013-1-cast>

- [59] Team Czech Republic. *Project manual. As built documentation*. Solar Decathlon 2013. 22.08.2013
- [60] ZARETSKY, M. *Precedents in Zero-Energy Design: Architecture and Passive Design in the 2007 Solar Decathlon*. New York: Routledge. 2009. ISBN 1135234663.
- [61] SCHLEGER, Eduard a kol. *Přednáška Zelená architektura - úvod do problematiky*
In: www.fa.cvut.cz [online]. [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z:
<https://www.fa.cvut.cz/Cz/Predmety/521EKL1>
- [62] Foster, Norman. *Green Industrial Revolution*. Berlin: Free University. 2008.
[online]. [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z:
<http://www.fosterandpartners.com/media/546759/essay0.pdf>
- [63] Cílek, V. *Krajina z druhé strany - Poznámky ke Knize závoju a čar*. Praha: Malovaný kraj Břeclav. 2009. ISBN 978-80-903759-5-6.
- [64] WATSON, Robert, LEED AP, KUBBA Sam, Ph.D., LEED AP. *Handbook of Green Building Design and Construction*. Butterworth-Heinemann. 2012. ISBN 9780123851291
- [65] *Eurostat 65/2013*. 26.4. 2013
- [66] Working Group III of the IPCC. *Renewable energy sources and climate change mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
[online]. 2012. [Cit. 27.8.2016]. ISBN 978-92-9169-131-9. Dostupné z:
https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf
- [67] HALUZA Miroslav a MACHÁČEK Jan. Spotřeba elektrické energie domácností, predikce a potenciální úspory pomocí BACS. In: elektro.tzb-info.cz [online]. 7.5.2012
[Cit. 27.10.2015]. Dostupné z:
<http://elektro.tzb-info.cz/8570-spotreba-elektricke-energie-domacnosti-predikce-a-potencialni-uspory-pomoci-bacs>
- [68] [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z: www.re.jrc.ec.europa.eu/pygis/apps4/pvest.php
- [69] BIRGISDOTTIR, H. a HANSEN, K. *Test of BREEAM, DGNB, HQE and LEED on two Danish office buildings*. Helsinki: VTT Technical Research Centre of Finland. 2011. ISBN 978-951-758-534-7. (vlastní překlad)
- [70] [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z:
http://www.konstrukce.cz/PublicFiles/UserFiles/images/K/2009/K209/800x800_nordic_a01.jpg
- [71] [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z:
<https://img.firmy.cz/premise/full/201307/0211/c0/51d2bf56c052f4fb8daf0400?v=1>

[72] EBERL, S. *DGNB VS. LEED: A comparative analysis*. Conference Central Europe towards Sustainable Building - CESB10 Prague. 2010. [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z: http://cesb.cz/cesb10/papers/5_assessment/031.pdf

[73] ESSIG, N. *OPEN HOUSE - Instrument for assessing the sustainability performance of buildings in Europe*. Conference Central Europe towards Sustainable Building - CESB10 Prague. 2010. [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z: http://www.cesb.cz/cesb13/proceedings/5_tools/CESB13_1308.pdf

[74] REINBERG, G. W. *Photovoltaics is modern architecture*. Conference Central Europe towards Sustainable Building - CESB10 Prague. 2010. [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z: http://www.cesb.cz/cesb10/papers/1_design/082.pdf

[75] SCHLEGER, Eduard a LIESLER, Lukáš a HLAVÁČEK, Dalibor a ROTTOVÁ, Kateřina. *Zdraví a krása. Přírodní materiály a zdravé stavby*. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT. 2008. ISBN 978-80-01-04012-6.

[76] [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/images/targets.png>

[77] Team Czech Republic. *AIR House. Drawings – Design development*. Solar Decathlon 2013. 2012.

[78] [Cit. 1.9.2016]. Dostupné z: www.chmi.cz

[79] *Energie slunce - výroba elektřiny*. [Cit. 27.8.2016]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-slunce---vyroba-elektriny>

10 Vyobrazení

10.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Plán Evropské komise do roku 2050	23
Obrázek 2 – Sokratův dům [75]	27
Obrázek 3 – Pasivní dům – ilustrováno od Albert, Righter and Tittmann Architects [32]	28
Obrázek 4 – Využití sluneční energie a její vliv na architekturu [74]	30
Obrázek 5 – Administrativní budova Nordica Ostrava [70].....	33
Obrázek 6 – Budova Československé obchodní banky v Radlicích [71]	34
Obrázek 7 – Půdorys domu WaterShed [46]	55
Obrázek 8 – Fotografie domu WaterShed, Ing. arch. Hana Majerčíková	55
Obrázek 9 – Půdorys domu Inhome [47].....	57
Obrázek 10 – Fotografie domu INhome, Ing. arch. Martin Čeněk	57
Obrázek 11 – Půdorys domu Self-Reliance [48]	59
Obrázek 12 – Fotografie domu Self-Reliance, Ing. arch. Martin Čeněk	59
Obrázek 13 – Půdorys domu Canopea 1. NP [50]	63
Obrázek 14 – Půdorys domu Canopea 2. NP [50]	63
Obrázek 15 – Fotografie domu Canopea, Ing. arch. Martin Čeněk	64
Obrázek 16 – Půdorys domu PATIO 2.12 [51]	66
Obrázek 17 – Fotografie domu PATIO 2.12, Ing. arch. Martin Čeněk	66
Obrázek 18 – Půdorys domu Med in Italy [52].....	68
Obrázek 19 – Fotografie domu Med in Italy, Ing. arch. Martin Čeněk	68
Obrázek 20 – Půdorys domu LISI [54]	72
Obrázek 21 – Fotografie domu LISI, Ing. arch. Martin Čeněk	72

Obrázek 22 – Půdorys domu DesertSol [55].....	74
Obrázek 23 – Fotografie domu DesertSol, Ing. arch. Martin Čeněk	74
Obrázek 24 – Půdorys domu AIR House [56]	77
Obrázek 25 – Fotografie domu AIR House, Ing. arch. Martin Čeněk.....	77
Obrázek 26 – Koncept domu „AIR House“, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design	81
Obrázek 27 – Půdorys, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design	81
Obrázek 28 – Vizualizace – pohled z jihovýchodu (cyrany.com), součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design	82
Obrázek 29 – Vizualizace – hlavní obytný prostor (cyrany.com), součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Conceptual Design	82
Obrázek 30 – Plánovaný harmonogram projektu, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Technical Proposal	83
Obrázek 31 – Plánovaná organizace týmu během podání přihlášky v roce 2011, součást přihlášky na Solar Decathlon 2013, část Technical Proposal	83
Obrázek 32 – Rozmístění domů v Orange County Great Park 2013 [77]	84
Obrázek 33 – Porovnání ročního průběhu venkovní teploty v Kalifornii, LA a v Praze [58]	85
Obrázek 34 – Vliv kanopy na průběh vnitřní free-floating teploty (tj. teploty bez vlivu otopné, resp. chladicí soustavy), březen, klimatická data Praha [58]	86
Obrázek 35 – Průběh vnitřní teploty v závislosti na zasklení dvojsklem a trojsklem (nahore soutěžní týden, klimatická data LA, dole zimní víkend, klimatická data Praha) [58]	88
Obrázek 36 – Váhy: Environmentální kritéria (E) [59]	94
Obrázek 37 – Váhy: Ekonomika a management (C) [59].....	95
Obrázek 38 – Váhy: Sociální kritéria (S) [59]	96
Obrázek 39 – Váhy: Lokalita (L) [59].....	97
Obrázek 40 – Výsledné váhy	98
Obrázek 41 – Výsledný certifikát kvality - stříbrný [59]	99

Obrázek 42 – Schéma: Vnější objem	101
Obrázek 43 – Schéma: Vnitřní objem.....	102
Obrázek 44 – Schéma: Venkovní prostor	102
Obrázek 45 – Schéma: Konstrukce	103
Obrázek 46 – Schéma: Additive/subtractive	103
Obrázek 47 – Schéma: Společné/soukromé prostory	104
Obrázek 48 – Schéma: Obsluhované/obsluhující	104
Obrázek 49 – Schéma: Vnitřní zóny	105
Obrázek 50 – Schéma: Přirozená ventilace – půdorys	105
Obrázek 51 – Schéma: Přirozená ventilace – řez	106
Obrázek 52 – Schéma: Sklon fotovoltaických panelů	106
Obrázek 53 – Schéma: Umístění fotovoltaických panelů.....	107
Obrázek 54 – Schéma: Denní osvětlení.....	107
Obrázek 55 – Nárůst efektivity čerpání přírodních zdrojů [7].....	112
Obrázek 56 – Vzpamatování přírody [7].....	112
Obrázek 57 – Neustálé kolize [7].....	113
Obrázek 58 – Udržitelnost [7].....	113
Obrázek 59 – Pracovní program CEN TC 350 [18].....	114
Obrázek 60 – Podíl energie z obnovitelných zdrojů (v procentech hrubé konečné spotřeby energie) [65]	115
Obrázek 61 – Primární a konečné spotřeby energie v dopravě, budovách (včetně tradiční biomasy), průmyslu a zemědělství, rok 2008 [66]	115
Obrázek 62 – Primární a konečné spotřeby energie v dopravě, budovách (včetně tradiční biomasy), průmyslu a zemědělství, očekávané v roce 2035 [66]	116
Obrázek 63 – Zdroje energie z celkové primární energie v roce 2008 [66]	116
Obrázek 64 – Zdroje primární energie ze skupiny zemí AI a NAI v roce 2030 a 2050 [66]	117

Obrázek 65 – Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech [67].....	118
Obrázek 66 – Celková dodávka a výroba solární energie během dlouhodobých scénářů [67]	119
Obrázek 67 – Přehled instalovaného výkonu fotovoltaické energie na osmi trzích v letech 2000–2009 [67].....	119
Obrázek 68 – Globální dodávky energie ze solární energie [67]	120
Obrázek 69 – Energie dopadající na zemský povrch za jeden rok (kWh/m ²).....	120
Obrázek 70 – Roční průměrný úhrn slunečního záření v ČR [kWh/m ²] [78].....	121
Obrázek 71 – Roční průměrný počet bezoblačných dní [78].....	121
Obrázek 72 – Roční průměrná doba slunečního záření [h] [78]	122
Obrázek 73 – Odhad produkce fotovoltaického panelu [79].....	122
Obrázek 74 – Instalovaný výkon v systémech off-grid a on-grid (Grid-Connected) v zemích OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) [24].....	122
Obrázek 75 – Design Quality Indicator (DQI) - grafické znázornění [39]	123
Obrázek 76 – Design Quality Indicator (DQI) - grafické znázornění [41]	124
Obrázek 77 – Porovnání LEED vs. BREEAM vs. DGNB vs. HQE na dvou dánských kancelářských budovách (BIRGISDOTTIR, H. a HANSEN, K.) [69]	124
Obrázek 78 – Porovnání DGNB vs. LEED (EBERL, S.) [72].....	125
Obrázek 79 – Porovnání DGNB vs. BREEAM vs. LEED (Essig, N.) [73]	125
Obrázek 80 – Hodnocení: cenová dostupnost [53].....	127
Obrázek 81 – Hodnocení: vnitřní komfort - vlhkost	127
Obrázek 82 – Hodnocení: vnitřní komfort - teplota	128
Obrázek 83 – Hodnocení: ohřev vody	128
Obrázek 84 – Hodnocení: spotřebiče	129
Obrázek 85 – Hodnocení: zábava	129
Obrázek 86 – Hodnocení: energetická bilance	131
Obrázek 87 – Výsledky interní soutěže na návrh domu do soutěže Solar Decathlon, Ing. arch. Hana Majerčíková	140

Obrázek 88 – Půdorys AIR House [77].....	141
Obrázek 89 – Prohlídková trasa [77].....	141
Obrázek 90 – Pohled východní a severní [77]	142
Obrázek 91 – Pohled západní a jižní [77].....	142
Obrázek 92 – Řezy [77].....	143
Obrázek 93 – Vizualizace [77]	143
Obrázek 94 – Anketa: Jaký je největší přínos Vašeho domu?	146
Obrázek 95 – Anketa: Co se stane s domem po soutěži?	147
Obrázek 96 – Anketa: Usilovali jste o udělení mezinárodního certifikátu?	148
Obrázek 97 – Anketa: Kdybyste mohli změnit něco během celého projektu Solar Decathlon, co by to bylo?	149
Obrázek 98 – Anketa: Jaký byl největší problém, který jste museli řešit?	150
Obrázek 99 – Anketa: Kolik bylo v týmu celkem studentů?.....	151
Obrázek 100 – Anketa: Jaké je procento studentů bakalářského, magisterského a doktorského programu?	152
Obrázek 101 – Anketa: Jaký je ve Vašem týmu poměr zastoupení mužů a žen?.....	153
Obrázek 102 – Anketa: Jaký je poměr zastoupení studijních oborů (architekti, inženýři atd.)?.....	154
Obrázek 103 – Anketa: Jak Vás podpořila Vaše univerzita?	155
Obrázek 104 – Anketa: Jaký byl způsob ohodnocení za práci na soutěži Solar Decathlon? Finanční, kreditový?	156
Obrázek 105 – Anketa: Jak fungovala spolupráce architektů a inženýrů?	157
Obrázek 106 – Anketa: Kdo vedl tým? Architekt, inženýr nebo manažer?	158

10.1 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Vývoj civilizace	20
Tabulka 2 – Výběr certifikací.....	35
Tabulka 3 – Hodnocení LEED v4 for Building Design and Construction [34].....	36
Tabulka 4 – BREEAM UK New Construction (2014) [35].....	37
Tabulka 5 – Hodnocení DGNB [36].....	38
Tabulka 6 – Hodnocení SbToolCZ pro administrativní budovy [37]	39
Tabulka 7 – Fáze návrhu	45
Tabulka 8 – Checklist kritérií spojený s jednotlivými složkami procesu architektonického návrhu stavby.....	46
Tabulka 9 – Certifikační proces návrhu AIR House	79
Tabulka 10 – Hodnocení: Environmentální kritéria (E) [59]	94
Tabulka 11 – Hodnocení: Ekonomika a management (C) [59]	95
Tabulka 12 – Hodnocení: Sociální kritéria (S) [59]	96
Tabulka 13 – Hodnocení: Lokalita (L) [59].....	97
Tabulka 14 – Výsledek hodnocení	98
Tabulka 15 – Hodnocení Solar Decathlonu 2013	126
Tabulka 16 – Hodnocení: zábava, část hodnocení: večere a filmový večer.....	130
Tabulka 17 – Shrnutí hodnocení	131
Tabulka 18 – Udělení trestných bodů.....	134
Tabulka 19 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína architektura	135
Tabulka 20 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína komunikace.....	136
Tabulka 21 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína atraktivita pro trh	138
Tabulka 22 – Výsledkový formulář hodnocení AIR House: disciplína technika.....	139

©Ing. arch. Hana Majerčíková

15128 Ústav navrhování II

Fakulta architektury ČVUT v Praze

Thákurova 9, 166 34 Praha 6 – Dejvice

2016