

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**UDRŽITELNOST VÝSTAVBY A ČLOVĚKA**

**JERONÝM HAŠEK**

**VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE: DOC. ING. PAVEL SVOBODA, CSC.**

**PRAHA, 2023**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Hašek</u>	Jméno: <u>Jeroným</u>	Osobní číslo: <u>477492</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>B3651 - Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>3607R045 - Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Udržitelnost výstavby a člověka</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Sustainability of construction and human</u>	
Pokyny pro vypracování: Udržitelný rozvoj v ČR a srovnání se zahraničím. Srovnání udržitelnosti ve stavebních projektech Prahy a okolí. Posouzení snahy o udržení města co nejzelenějším.	
Seznam doporučené literatury: Udržitelný rozvoj území, Karel Maier Český mrakodrap, Petr Vorlík Průmyslová výroba staveb, budoucnost stavebnictví a architektury, Karel Janů	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>7.02.2022</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>22.05.2023</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne datum odevzdání \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Pavlovi Svobodovi, CSc za vedení práce a poskytnutí zajímavých zdrojů.

# Udržitelnost výstavby a člověka

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá udržitelným rozvojem. Úvodní část popisuje udržitelný rozvoj člověka obecně a vysvětluje jeho základní pilíře. Následně autor popisuje udržitelný rozvoj staveb a jak se mění pilíře a kritéria udržitelnosti přímo pro stavební obor.

V praktické části autor porovnává dvě vybrané lokality pomocí nástroje SBToolCZ. V druhé části praktické práce je popsána soutěž Solar Decathlon, autorova účast a přínos. Poslední částí praktické práce je podrobný popis vybraných použitých materiálů a jsou navrženy vhodné alternativy k některým z nich.

## **Klíčová slova**

Udržitelnost, CO<sub>2</sub>, energie, zdroj, spotřeba, materiály, technologie.

# Sustainability of construction and human

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with sustainable development. The introductory part describes sustainable human development in general and explains its basic pillars. Subsequently, the author describes sustainable development of buildings and how the pillars and criteria of sustainability change directly for the construction industry.

In the practical part, the author compares two selected sites using the SBToolCZ. The second part of the practical work describes the Solar Decathlon competition, the author's participation and contribution. The last part of the practical work is a detailed description of the selected materials used and suitable alternatives to some of them are proposed.

## **Keywords**

Sustainability, CO<sub>2</sub>, energy, source, consumption. materials, technology.

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Cíl práce a metodika</b> .....	<b>11</b>
<b>3 Teoretická část</b> .....	<b>12</b>
3.1 Udržitelný rozvoj .....	12
3.1.1 Pilíře udržitelnosti .....	13
3.1.2 Principy udržitelného rozvoje města .....	14
3.1.3 Hlavní charakteristiky dobré správy města podle Programu pro lidská sídla OSN.....	15
3.1.4 Změny poškozující udržitelný rozvoj území .....	16
3.1.5 Způsob naplňování principů udržitelnosti napříč obory.....	16
3.2 Udržitelný rozvoj staveb .....	18
3.2.1 Enviromentální kritéria staveb .....	19
3.2.1.1 Materiály .....	20
3.2.1.2 Technologie .....	23
3.2.2 Ekonomická kritéria staveb .....	23
3.2.3 Sociální kritéria staveb.....	24
3.2.3.1 Architektonická kvalita a prostorová efektivita .....	24
3.2.3.2 Kvalita vnitřního vzduchu.....	24
3.2.3.3 Tepelný komfort .....	25
3.2.3.4 Akustický komfort.....	25
3.2.3.5 Vizuální komfort .....	25
3.3 Měření udržitelnosti ve stavebnictví.....	26
3.3.1 Enviromentální, sociální a ekonomická kritéria SBToolCZ.....	26
3.3.2 Kritérium lokality SBToolCZ .....	29
<b>4 Vlastní práce</b> .....	<b>30</b>
4.1 Porovnání lokalit pomocí SBToolCZ.....	30
4.1.1 Kvalita místního ovzduší.....	30
4.1.2 Dostupnost služeb .....	31
4.1.3 Dostupnost veřejných míst pro relaxaci .....	33
4.1.4 Ekologická hodnota místa .....	35
4.1.5 Rizika lokality .....	36
4.1.6 Dostupnost veřejné hromadné dopravy .....	37

4.1.7	Vyhodnocení .....	38
4.2	Solar Decathlon.....	39
4.2.1	Koleje Větrník.....	39
4.2.2	Architektonický koncept .....	41
4.2.3	Návrh HDU.....	42
4.2.3.1	Exteriér .....	44
4.2.3.2	Interiér .....	44
4.2.3.3	Osvětlení.....	44
4.2.3.4	Fotovoltaika .....	45
4.2.3.5	Konstrukční systém .....	47
4.3	Popis vlastního přínosu do soutěže Solar Decathlon v ročníku 2021/2022 48	
4.3.1	Stavba HDU jednotky.....	48
4.3.2	Transport HDU.....	50
4.3.3	Realizace HDU.....	50
4.4	Vyhodnocení výsledků soutěže Solar Decathlon 2021/2022 .....	55
4.4.1	Architektura .....	55
4.4.2	Inženýrství a konstrukce .....	55
4.4.3	Energetická výkonnost .....	56
4.4.4	Dostupnost a životaschopnost .....	56
4.4.5	Komunikace, vzdělání a společenské povědomí.....	56
4.4.6	Udržitelnost.....	56
4.4.7	Komfort.....	56
4.4.8	Funkce budovy .....	57
4.4.9	Městská dopravní dostupnost.....	57
4.4.10	Inovace.....	57
4.5	Hodnocení vybraných materiálů použitých v soutěži Solar Decathlon 2021/2022.....	60
4.5.1	Dřevo.....	60
4.5.2	Packwall.....	61
4.5.3	Desky Cembrit.....	62
4.5.4	Konopná izolace.....	64
4.5.5	EPS izolace .....	65
4.5.6	Střešní PVC hydroizolace.....	66
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>70</b>



<b>8</b>	<b>Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk</b> .....	<b>74</b>
8.1	Seznam obrázků .....	74
8.2	Seznam tabulek .....	75
8.3	Seznam grafů.....	76
8.4	Seznam použitých zkratk .....	77

# 1 Úvod

Ne každý z nás dokáže přijmout způsob vedení života jako řecký Diógenés, který žil v sudu, aby na něj přímo nesvítilo sluníčko, jeho jediným majetkem byla miska na vodu, kterou odhodil, jakmile si povšiml, že děti pijí vodu z dlaní. Přesto, že by se jeho přístup dal brát za více než udržitelný, až komicky, já osobně dávám přednost komfortu bydlení v domě se vším komfortem.

Komfort a také způsob bydlení se vyvíjí od samého vzniku lidstva a jeho společenství. Na udržitelnost však nebylo dříve tolik nutné hledět, neboť nejen, že lidské počínání před průmyslovou revolucí zřejmě neovlivňovalo přírodu na tolik, aby si s tím nedokázala poradit sama, ale také lidská populace byla násobně nižší.

Pro porovnání, v roce 1804 jsme teprve překonali milník jedné miliardy a za 200 let se naše populace více než zosminásobila. Hmotnost lidmi vytvořeného materiálu navíc v roce 2020 oficiálně převýšila přírodní biomasu.

I když jsou tato čísla šokující, zároveň nám ukazují, jak se za poslední dvě století zlepšila kvalita života a podmínky pro založení rodiny a vychovávání potomstva. Díky moderním výtvarným naším civilizace máme zejména u nás v Čechách také přímý přístup ke kvalitnímu vzdělání a osobně věřím, že pokud se zaměříme na udržitelnost našeho rozvoje, nebudeme muset podnikat kroky ke snižování populace, zabráníme hladomoru a snížíme také sociální rozdíly.

Touto prací bych se rád připojil k dalším, kteří se otázkou udržitelnosti zabývají, neboť sám se o dané téma už roky zajímám a vybral jsem si jej proto, abych zjistil, jak se naše společnost zaměřuje na udržitelnost výstavby. Rád bych se v budoucnu účastnil prací na udržitelných výstavbách už jenom proto, abych napomohl našemu společnému úsilí.

## 2 Cíl práce a metodika

Cílem teoretického úvodu této bakalářské práce je především souhrn základních informací o udržitelném rozvoji a podrobnější rozbor možností udržitelnosti ve stavebním oboru. Tento teoretický úvod by měl stačit jako základní zdroj informací pro úplné pochopení praktické části práce. Kapitoly na sebe navazují tak, že postupně jsou popsána témata od obecnějších ke konkrétním. V práci budou kromě informativních kapitol také kapitoly, které budou vysvětlovat, jak je možné porovnávat udržitelnost staveb.

V práci budou předkládána konkrétní data a hodnoty, budou provedena srovnání a jejich prezentace bude pomocí přehledných grafů a tabulek. Bude provedeno srovnání aktuálních pilířů, které tvoří základy stavebního procesu a pilířů, které jsou důležité pro budoucnost naší planety a jsou tedy udržitelnou cestou. Udržitelná kritéria staveb budou popsána podrobněji.

Cílem praktické části této práce je popsat autorovu činnost v mezinárodní soutěži zaměřené na udržitelnost výstavby a její praktické provedení. Autor zhodnotí a popíše svou účast v soutěži. Budou popsány použité materiály, jak z praktického, tak teoretického hlediska. K materiálům, které nebyly při stavbě soutěžního exponátu shledány za ideální, budou navrženy vhodné alternativy a taktéž popsány. Autor dále vysvětlí a na konkrétním příkladu ukáže, jak je možné provést základní srovnání lokalit, pomocí nástroje SBToolCZ, z veřejně dostupných informací.

Čtenář se tak dozví nejen spoustu informací, zajímavých dat a čísel, porovnání, ale také osobní zkušenosti autora.

## 3 Teoretická část

### 3.1 Udržitelný rozvoj

Udržitelný je takový rozvoj, který *„zajistí potřeby současných generací, aniž by bylo ohroženo splnění potřeb generací příštích, a aniž by se to dělo na úkor jiných národů“*. [1] Takto definovaný udržitelný rozvoj postihuje dva rozměry souvislostí udržitelného rozvoje:

- časový – vyjadřující zodpovědnost a solidaritu mezi různými generacemi téhož lidského společenství (komunity) – někdy popisovaný jako mezigenerační zodpovědnost
- prostorový – vyjadřující zodpovědnost a solidaritu mezi společenstvími sdílejícími prostor Země, kontinentů a regionů. [1]

Evropský parlament definoval udržitelný rozvoj jako *„zlepšování životní úrovně a blahobytu lidí v mezích kapacity ekosystémů při zachování přírodních hodnot a biologické rozmanitosti pro současné a příští generace“*. [1] I tato definice obsahuje časový rozměr udržitelného rozvoje; udržitelný rozvoj pojímá z hlediska lidského společenství. Postihuje vztah mezi kvalitou života a přírodním prostředím, jako prvotním zdrojem veškerého bohatství a zlepšování kvality života. [1]

Udržitelný rozvoj bývá definován jako rovnováha mezi tzv. pilíři udržitelného rozvoje: enviromentálním, sociálním a ekonomickým. [1]

Systém tří pilířů můžeme odvodit z předpokladů naplnění základní definice udržitelného rozvoje podle Brundtlandové – smyslem udržitelného rozvoje je naplňování lidských potřeb. Naplňování lidských potřeb je ekonomicky podmíněno, pro zajištění udržitelného rozvoje je tedy nezbytný jeho ekonomický pilíř. Ekonomika nemůže existovat mimo společnost a její instituce. Protože společnost ani její ekonomika nemohou existovat jinak než jako součást životního prostředí (ekologický pilíř), je zřejmá vzájemná závislost jednotlivých pilířů udržitelného rozvoje. Z předpokladu této závislosti potom vyplývá požadavek na vyváženost rozvoje území z hlediska všech tří pilířů. [1]

Sílu či robustnost pilíře udržitelného rozvoje je možno popisovat pomocí pojmu kapitál, což můžeme chápat jako prostředky produkce, respektive potenciálu pro vytváření bohatství a blahobytu. Kapitál vyrobený ekonomickou činností je základem ekonomického pilíře. Sociální kapitál tvoří soudržnost společnosti, institucionální kapacita, kultura atd. Přírodní kapitál tvoří zdroje energie a surovin, kapacita výпустí pro odpady, rozsah a dostupnost ekosystémových služeb, půda aj. Vyjádření pilířů udržitelného rozvoje prostřednictvím ekonomického, sociálního a přírodního kapitálu je v současnosti poměrně časté například v dokumentech Evropské unie, jako je Územní agenda [CEC, 2007], kde se pro ekonomický, sociální a přírodní kapitál v území používá souhrnný pojem územní kapitál. [1]

Udržitelný rozvoj území spočívá podle zákona číslo 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavebního zákona) ve „vyváženém vztahu podmínek pro příznivé životní prostředí, pro hospodářský rozvoj a pro soudržnost společenství obyvatel území a který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by ohrožoval podmínky života generací budoucích“ (§ 18 odstavec 1 stavebního zákona). [1]

### **3.1.1 Pilíře udržitelnosti**

Enviromentální pilíř se zaměřuje na udržitelnost z hlediska ochrany životního prostředí, jeho cílem je minimalizovat negativní dopady lidské činnosti na životní prostředí a zabezpečit udržitelnost přírodních zdrojů pro budoucí generace. Zahrnuje například snižování emisí skleníkových plynů, ochrana biodiverzity, využívání obnovitelných zdrojů energie a minimalizaci produkce odpadů. [1] [2]

Ekonomický pilíř se týká schopnosti udržovat hospodárnou činnost v souladu s přírodními zdroji, tak aby se minimalizoval enviromentální dopady. Cílem tohoto pilíře je zajistit, aby ekonomické aktivity byly udržitelné a přinesly prospěch dnešním i budoucím generacím. Zahrnuje například rozvoj obnovitelných zdrojů a jejich efektivní využití, inovace, trvale udržitelné investice a podpora podnikání. [1] [2]

Sociální pilíř se zaměřuje na zlepšení sociálních podmínek a kvality života. Cílem je zajištění rovnosti a inkluzivity pro všechny členy společnosti a vytváření podmínek pro zdravý a bezpečný život. Zahrnuje rovný přístup ke vzdělání, zdravotní péči a příležitostem na trhu práce, bezpečnost a spravedlnost. [1] [2]

### 3.1.2 Principy udržitelného rozvoje města

- Vyváženost obytné a pracovištní funkce. Vzájemné přiblížení obou základních funkcí v území zvyšuje produktivitu a efektivitu, přičemž zároveň snižuje spotřebu přírodních zdrojů a vznik odpadů. [1]
- Promísení činností v urbanizovaném území. Vzájemné přiblížení a různorodost činností zvyšuje příležitost setkávat se a spolupracovat mezi příslušníky společenství, ulehčuje jejich spolupráci a snižuje dopravní náklady. [1]
- Využití místních obnovitelných energetických zdrojů nezatěžujících životní prostředí. Dlouhodobě udržitelná je zejména taková energetická strategie, která namísto importované energie využívá místní obnovitelné zdroje, jejichž zátěž životního prostředí nepřesahuje jeho únosnost a schopnost obnovy. [1]
- Budovy a zástavba energeticky úsporné a šetrné vůči přírodním zdrojům. V celém cyklu od pořízení přes užívání až po odstranění a náhradu je podstatné pro udržitelnou spotřebu zdrojů, například nízkou spotřebou tepla a vody z neobnovitelných zdrojů, trvanlivostí a možností recyklace stavebních materiálů. [1]
- Dostupnost pracovišť, vybavení a volnočasových aktivit nemotorovou dopravou. Možnost dosáhnout většiny každodenních cílů pěšky nebo na kole šetří náklady na dopravu, snižuje zatížení životního prostředí územními nároky dopravních infrastruktur, spotřebou energie vozidly a znečišťováním emisemi. Mimoto chůze a jízda na kole pozitivně ovlivňuje lidské zdraví. [1]

- Dostupnost přiměřeného bydlení pro všechny sociální skupiny obyvatel. Pokud zejména nižší příjmové skupiny postrádají přístup k cenově dostupnému a přiměřenému bydlení, svědčí to o větší či menší míře jejich sociálního vyloučení. Všeobecná dostupnost bydlení chrání proti ztrátě soudržnosti komunity jako celku. [1]
- Různé formy, typy a vlastnické druhy bydlení. Protože udržitelné systémy se vyznačují komplexitou a mnohotvárností, platí, že čím je nabídka bydlení rozrůzněnější, tím lépe vyhoví různým nárokům a potřebám. [1]
- Vyšší obytné hustoty. Kompaktní formy bydlení snižují spotřebu pozemků pro výstavbu a tím snižují tlak na ekosystémy a na zemědělskou půdu jako zdroj potravin.
- Ochrana přírodních funkcí a biologických procesů. [1]
- Účast občanů a jejich podíl na rozhodování a zodpovědnosti za vývoj území. [1]
- Identita místa. Posiluje pocit sounáležitosti. Identifikace s místem kde žijeme posiluje ochotu spoluúčastnit se a spolupracovat, a tím se zvětšuje schopnost komunity organizovat se a reagovat na měnící se podmínky. [1]

### **3.1.3 Hlavní charakteristiky dobré správy města podle Programu pro lidská sídla OSN**

- Udržitelnost – vyrovnaní potřeb společenských, ekonomických a životního prostředí mezi současnou generací a generacemi budoucími. [1]
- Subsidiarita – rozhodování o užívání zdrojů a zodpovědnost za ně probíhá na nejbližší vhodné úrovni. [1]
- Rovnost přístupu k rozhodovacím procesům a k základním životním potřebám. [1]
- Efektivní poskytování veřejných služeb a podpora místního hospodářského rozvoje. [1]
- Průhlednost a zodpovědnost na straně rozhodovacích orgánů a těch, kdo se na rozvoji podílejí. [1]

- Občanská angažovanost a občanské postoje – uznává se, že lidé jsou tím hlavním bohatstvím měst a že jsou současně objektem i prostředkem udržitelného rozvoje lidstva. [1]
- Bezpečnost osob a jejich životního prostředí. [1]

### **3.1.4 Změny poškozující udržitelný rozvoj území**

- Extenzivní zastavování území – suburbanizace
- Nadměrná intenzita využívání zastavěného území
- Úpadek využívání zastavěného území
- Nadměrná funkční specializace a koncentrace
- Oddělování bydlení a pracovišť
- Špatná dostupnost obslužných infrastruktur

### **3.1.5 Způsob naplňování principů udržitelnosti napříč obory**

- Zemědělství a potravinářství – zde je snaha minimalizovat vliv na životní prostředí a zlepšovat kvalitu potravin, například pomocí ekologického zemědělství, místních trhů a šetrných způsobů výroby a zpracování potravin.
- Průmysl – v tomto je snaha minimalizovat emise a produkci odpadu, snižovat nároky na energii a zlepšovat využití zdrojů.
- Doprava – cílem je snížit emise a spotřebu paliva, podporovat veřejnou dopravu, cyklistiku a chůzi a využívat ekologická dopravní řešení jako elektromobily či vodíková auta.
- Energetika – zde je snaha maximalizovat využití obnovitelných zdrojů energie a minimalizovat produkci emisí, včetně emisí skleníkových plynů.
- Vzdělání a výzkum – klade se důraz na vzdělávání a výzkum v oblasti udržitelnosti, aby byly vytvářeny nové a inovativní přístupy a řešení pro udržitelný rozvoj.



- Energie a změna klimatu – týká se zdrojů energie a snižování emisí skleníkových plynů. Zahrnuje úsporu energie, využívání obnovitelných zdrojů energie a snižování emisí skleníkových plynů. Cílem je snížení negativního dopadu lidských aktivit na klimatické změny.
- Zdraví a bezpečnost – Jedná se o zajištění zdravého a bezpečného prostředí pro lidi k životu, práci a rekreačním aktivitám. Zahrnuje ochranu lidského zdraví a bezpečnost před škodlivými faktory jako jsou toxické látky, znečištění ovzduší a vody, nehody na pracovišti a další.

## 3.2 Udržitelný rozvoj staveb

Stavební průmysl zahrnující výstavbu, existenci a provoz všech jeho produktů (budov, mostů, silnic, přehrad, ...) je hlavním spotřebitelem materiálových a energetických přírodních zdrojů. Je také významným znečišťovatelem životního prostředí a rozhodujícím uživatelem půdy. Skutečnost, že stavebnictví je zodpovědné za 40 % spotřeby veškeré vyrobené energie a 40 % z celkové produkce emisí skleníkových plynů, především oxidu uhličitého, je toho přímým důkazem. Na druhou stranu je ve stavebnictví zaměstnáno 7,5 % ekonomicky aktivních obyvatel EU a tvoří 11 % evropského HDP. Stavařina se tak stala jedním z rozhodujících socio-ekonomických faktorů v každé průmyslově rozvinuté zemi. [3]

O významu stavebnictví tak není pochyb, což mu dává obrovský potenciál k pozitivnímu ovlivnění udržitelného rozvoje společnosti, pomocí optimalizačních přístupů v technologii a správnému managementu životních cyklů staveb. Technologicky je důležité využití nových materiálů, recyklovaných a vysokohodnotových, a také nových konstrukčních řešení. Klíčová je však synchronizace energetické náročnosti stavby, zodpovědnost spotřeby neobnovitelných materiálů a dalších souvisejících ekonomických, environmentálních a socio-kulturních aspektů. [3]

Současný přístup k navrhování staveb zahrnuje tři klíčové aspekty: kvalita konstrukčního řešení, náklady a čas potřebný na realizaci stavby. Tedy kompromis toho, aby stavba byla co nejkvalitnější, co nejlevnější a co nejrychleji postavena. Tento postup je pro dnešní dobu nedostačující a postrádá hlediska, která by byla zaměřena na udržitelnost životního prostředí, sociální a kulturní kvalitu. V dnešní době se původní kritéria začínají nahrazovat novými, komplexnějšími a udržitelnějšími kritérii: kvalita životního prostředí, ekonomická efektivita a omezení, sociální a kulturní souvislosti. Toto jsou zároveň klíčová kritéria pro udržitelné stavebnictví jako celek. Oproti klasickému stavebnímu přístupu maximalizace ekonomické efektivity vychází „udržitelná výstavba“ z omezování negativních environmentálních vlivů staveb vyvážených s ostatními kritérii ekonomickými, sociálními a kulturními. [3]

### 3.2.1 Enviromentální kritéria staveb

Enviromentální pilíř se v oblasti stavebnictví zabývá minimalizací negativního dopadu na životní prostředí, tak aby stavby plnily svou funkci. Jedná se o využívání materiálů a technologií, které minimalizují spotřebu energie a zdrojů, a zároveň snižují množství odpadu a emisí produkovaných během životního cyklu stavby. [3]

Podle posledních dat Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) z roku 2020 má nejnižší spotřebu CO<sub>2</sub> na osobu v oblasti stavebnictví Lucembursko s 0,6 tuny CO<sub>2</sub> na osobu. Na druhé straně má nejvyšší spotřebu CO<sub>2</sub> na osobu v této oblasti Bulharsko s 4,8 tunami CO<sub>2</sub> na osobu. Česká republika podle těchto dat spotřebuje 2,1 tuny CO<sub>2</sub>. [4]

S produkcí CO<sub>2</sub> také souvisí spotřeba energie, průměrná spotřeba energie na m<sup>2</sup> pro oblast stavebnictví v EU 128 kWh. V ČR byla spotřeba energie na m<sup>2</sup> v roce 2019 průměrně 177,4 kWh, podle statistiky z Ministerstva průmyslu a obchodu z roku 2019 byla celková spotřeba energie v oblasti stavebnictví 48,6 TWh, což představovalo 27 % z celkové spotřeby energie v ČR. [4]

Dle aktuálních dat z roku 2021 od Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) má nejnižší spotřebu energie v oblasti stavebnictví Litva s 38,4 kWh/m<sup>2</sup> ročně a nejvyšší spotřebu má Kypr s 355,5 kWh/m<sup>2</sup> ročně. [4]

S produkcí CO<sub>2</sub> také souvisí spotřeba energie, průměrná spotřeba energie na m<sup>2</sup> pro oblast stavebnictví v EU 128 kWh. V ČR byla spotřeba energie na m<sup>2</sup> v roce 2019 průměrně 177,4 kWh, podle statistiky z Ministerstva průmyslu a obchodu z roku 2019 byla celková spotřeba energie v oblasti stavebnictví 48,6 TWh, což představovalo 27 % z celkové spotřeby energie v ČR. [4]

Dle aktuálních dat z roku 2021 od Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) má nejnižší spotřebu energie v oblasti stavebnictví Litva s 38,4 kWh/m<sup>2</sup> ročně a nejvyšší spotřebu má Kypr s 355,5 kWh/m<sup>2</sup> ročně. [4]

EU vyprodukuje asi 880 milionů tun odpadu a stavebnictví představuje významnou část tohoto objemu. Podle dat Eurostatu z roku 2019 byla celková produkce odpadů z oblasti stavebnictví v EU 462,5 milionů tun, což představuje zhruba 52 % z celkového objemu odpadu vyprodukovaného v EU. V ČR bylo v roce

2019 vyprodukovaných přibližně 33,5 milionů tun odpadu. Z toho asi 22 % bylo tvořeno odpady z oblasti stavebnictví, což představuje asi 7,4 milionu tun. [5]

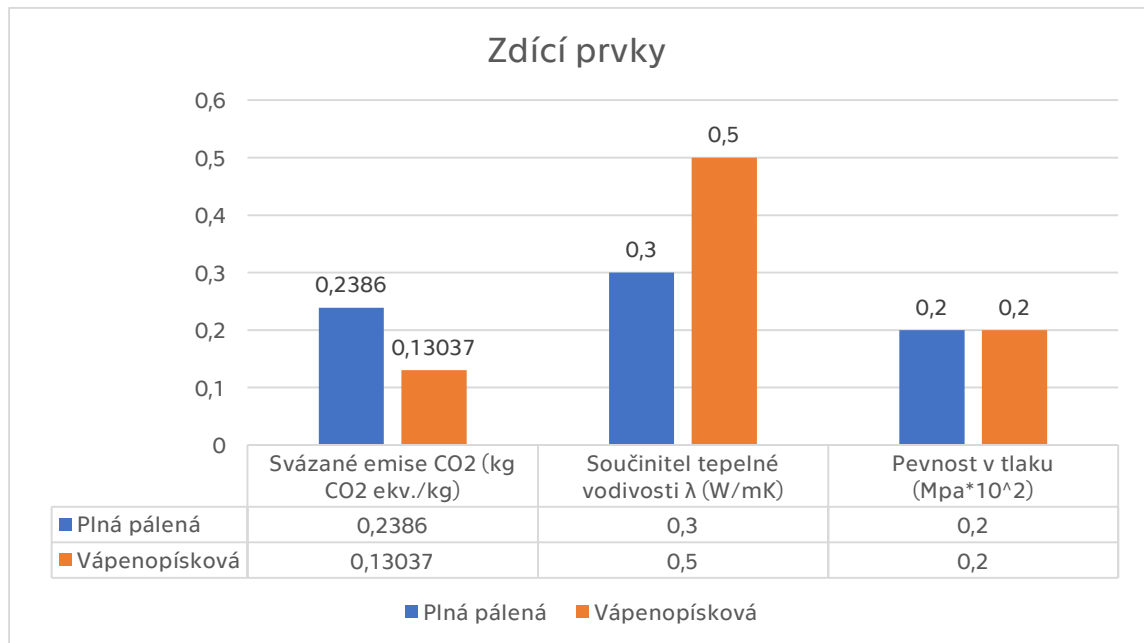
Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) je znečištění vzduchu jedním z největších environmentálních rizik pro zdraví lidí. Znečištění vzduchu je v oblasti stavebnictví způsobeno provozem staveb a přilehlých dopravních cest. Vzdušné emise pocházejí ze spalování fosilních paliv vytápěním a provozem strojů na staveništi, z používání nátěrových hmot, lepidel, izolačních materiálů a podobně. [6]

Zastavování území může mít mnoho negativních dopadů na životní prostředí. Kromě ztráty přírodních biotopů pro rostliny a zvířata, může zastavování území ovlivnit kvalitu vody a způsobit erozi půdy. Také může mít negativní dopad na klimatické podmínky, jako je zvyšování teploty v důsledku snížení evapotranspirace a úprav mikroklimatu. Kácení lesů může mít také vážné dopady na životní prostředí. Lesy slouží jako zdroj kyslíku a absorbují oxid uhličitý, což pomáhá snižovat emise skleníkových plynů. [1] [2] [3]

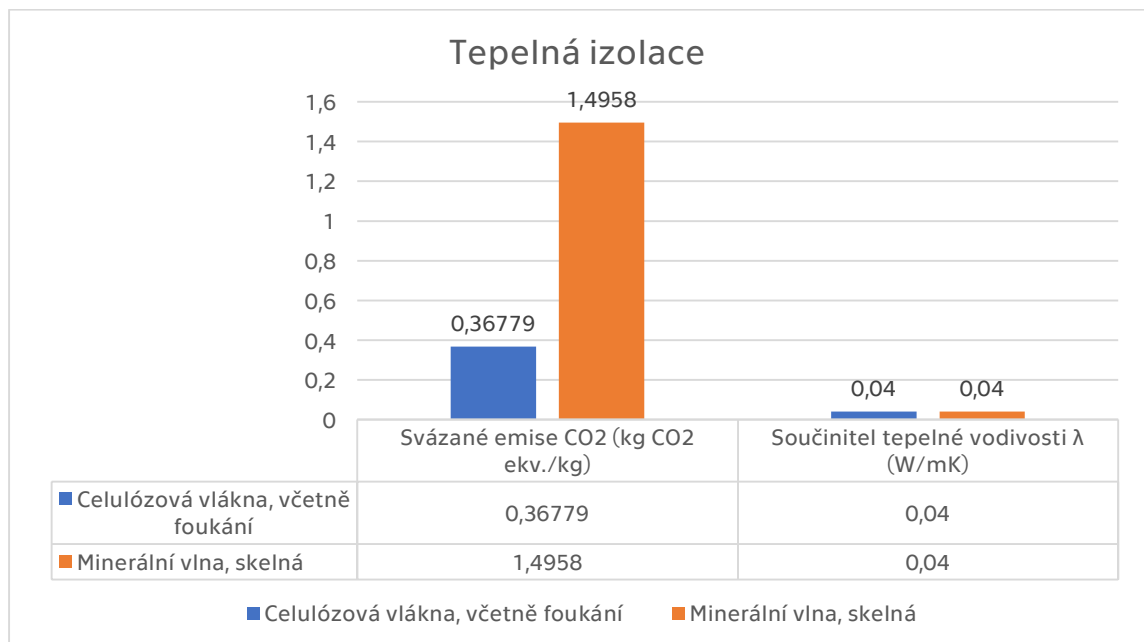
### **3.2.1.1 Materiály**

Materiály mají významný dopad na životní prostředí v celém životním cyklu budov, od těžby surovin a výroby materiálů přes výstavbu a provoz budov až po konečnou likvidaci odpadů. Z hlediska udržitelnosti jsou preferovány materiály, které jsou obnovitelné, recyklovatelné a mají nízký ekologický dopad. Důležitým faktorem pro udržitelnost materiálů je také jejich trvanlivost a odolnost vůči vnějším vlivům, protože to snižuje nutnost časté výměny a obnovy. [1] [2] [3]

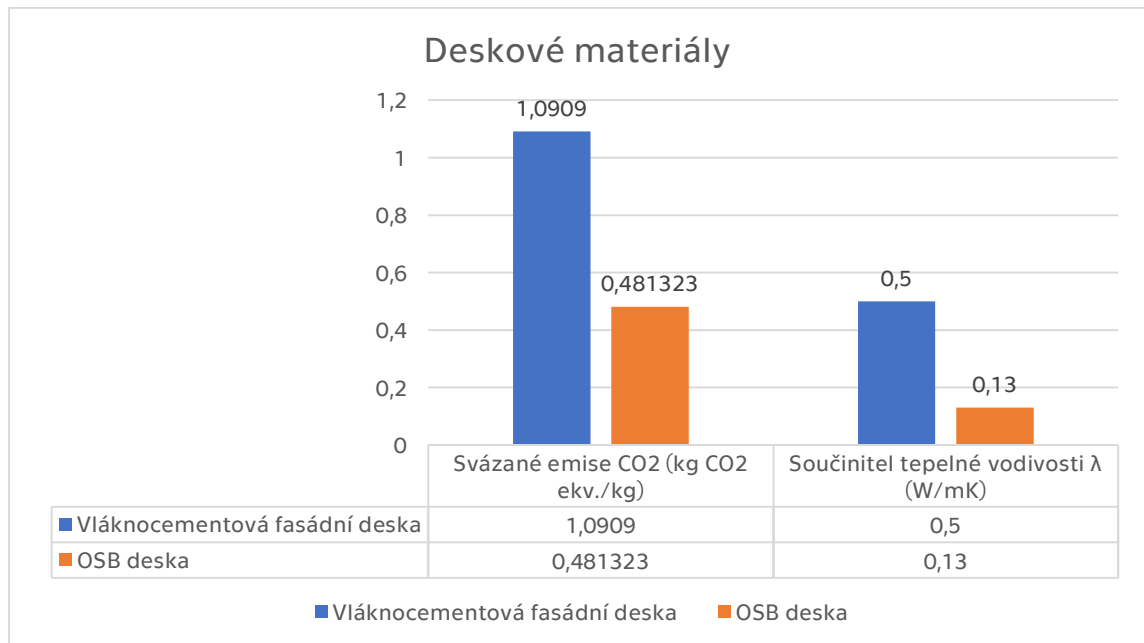
Komparace vlastností materiálů a množství uhlíkových stop při výrobě základních stavebních materiálů a těch, kterými je lze nahradit viz Graf 1: Zdicí prvky komparace, Graf 2: Tepelná izolace komparace, Graf 3: Deskové materiály komparace, Graf 4: Podlahy komparace: [7]



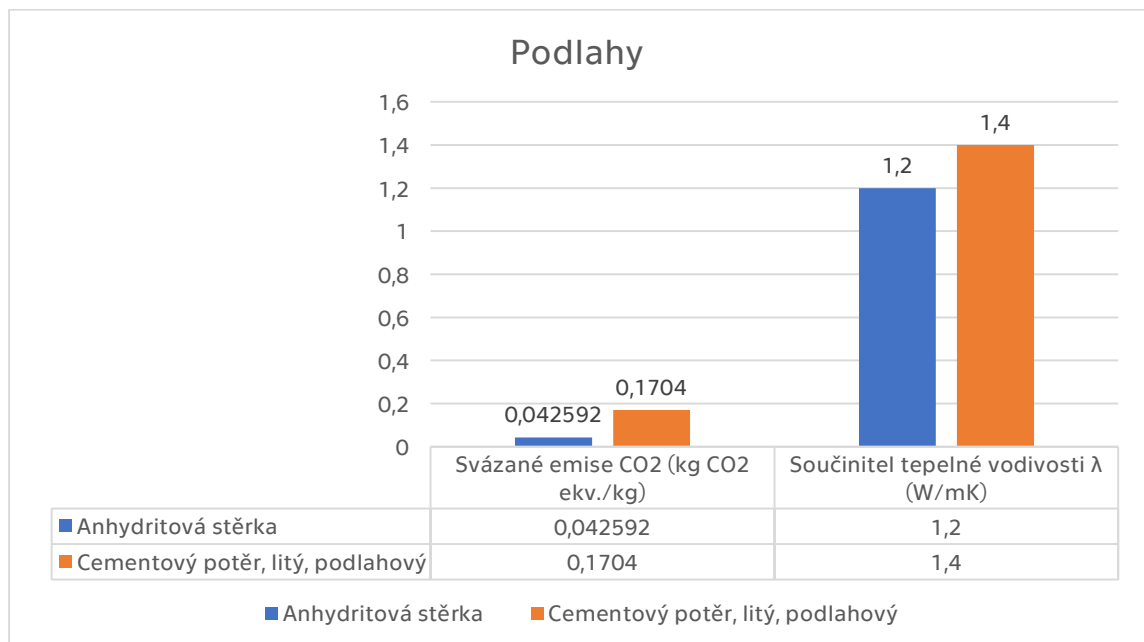
Graf 1: Zdící prvky komparace [7]



Graf 2: Tepelná izolace komparace [7]



Graf 3: Deskové materiály komparace [7]



Graf 4: Podlahy komparace [7]

Podrobný popis vlastností vybraných udržitelných materiálů, použitých při výstavbě HDU na straně 60.

### 3.2.1.2 Technologie

Technologie a jejich vývoj jsou důležitou součástí cesty k udržitelnosti stavebnictví. Vyvíjí se pro zlepšení současných nedostatků. Největším je nedostatek „čisté“ energie. Všechny běžné způsoby vytápění nebo výroby elektrické energie zanechávají značnou stopu CO<sub>2</sub>. Cílem vývojářů stavebních technologií je přinést nástroje pro výrobu a efektivní využití energie, které takové stopy netvoří a celý jejich životní cyklus je k přírodě co nejšetrnější.

- Solární panely – solární panely slouží k výrobě elektrické energie z obnovitelného zdroje energie → slunce.
- Tepelná čerpadla – tepelná čerpadla využívají teplo ze vzduchu, země nebo vody k vytápění a chlazení budovy.
- Pasivní solární design – zahrnuje návrh a orientaci budovy tak, aby využívala sluneční energii k ohřevu a osvětlení vnitřních prostor.
- Rekuperace – řízené větrání skrz rekuperační výměník, který zabraňuje únikům tepla.

[3]

### 3.2.2 Ekonomická kritéria staveb

Ekonomický pilíř se zabývá především náklady na realizaci a provoz, životností stavby a místní ekonomikou. Náklady na realizaci ideálně mají pokrývat maximální funkční kvalitu a minimální environmentální dopad v rámci celého životního cyklu. Životní cyklus se v kontextu stavebnictví odkazuje na celkový proces vytváření, provozování a nakládání s budovami a infrastrukturou. Zahrnuje fáze jako je návrh, výstavba, provoz, údržba a konečné demolice nebo rekonstrukce. Ekonomický pilíř také klade důraz na inovace a nové technologie, které mohou zvýšit konkurenceschopnost. Postupem, jak zajistit dlouhodobou životnost budovy je zvolení trvanlivých a dlouhodobých materiálů a konstrukcí.

[3]

### **3.2.3 Sociální kritéria staveb**

Úkolem sociálního pilíře je zajistit uživatelům komfortní a zdravé prostředí. Je třeba zohlednit s dobou se zvyšující nároky obyvatel a kladený důraz na bezpečnost. Dnes je standardem trávit pod střechou většinu denního času. Současným trendem tedy je napodobit venkovní prostředí, například čistý vzduch a přirozené osvětlení. [3]

#### **3.2.3.1 Architektonická kvalita a prostorová efektivita**

Záměrem je vytváření estetického prostředí a provozně i konstrukčně funkční budovy. Zaručuje se tím dlouhá životnost a funkčnost. Budova může být vybavena nejmodernějšími technologiemi a tepelně izolačními materiály, ale pokud bude dům špatně navržený, požadovaného tepelného komfortu nedosáhne.

Efektivní využití prostoru podporuje enviromentální i ekonomický pilíř. Záměrem je na daném zastavěném území a při stejném počtu podlaží dosáhnout vyšší rentability. [8] [9]

#### **3.2.3.2 Kvalita vnitřního vzduchu**

Cílem je snížit zdravotní rizika a zvýšení komfortu osob v budově. Vzduch v budově může být znečištěn například oxidem uhličitým, odéry, mikrobiologickým znečištěním, pevnými prachovými částicemi a jinými alergeny, radonem apod. Pro kvalitu vnitřního vzduchu neexistuje žádná přesná veličina, lze měřit pouze koncentrace některých látek a samotná kvalita je většinou vyjádřena požadovaným průtokem vnitřního vzduchu. Problémem není ovlivnit intenzitu větrání, ale zvýšit průtok vzduchu s minimální ztrátou energie, což nás vede zpět k technologiím. [10]



### **3.2.3.3 Tepelný komfort**

Tepelná pohoda má jeden z nejvýznamnějších podílů na spokojenosti uživatelů v budově a přímý dopad na výkonnost a produktivitu práce. Z hlediska komfortu je vnímání teplot velmi individuální, ale k nejvyšší efektivitě výkonnosti člověka podle studií dochází při 22°C. Tepelný komfort se dělí na 2 problematiky, zimní období a letní období. Každé období si vyžaduje jiné technologie a vzhledem k tomu, že žijeme v mírném podnebném pásu, vývoj technologií a materiálů se tady musí soustředit na obě varianty. [11]

### **3.2.3.4 Akustický komfort**

Má vliv na zdraví, kvalitu, výkon, soustředěnost i psychiku lidí. Záměrem je optimalizace a zlepšování akustických parametrů. Ty jsou ovlivněné zvukovou izolací, zdroji hluku v prostoru a schopností povrchových konstrukcí pohltit zvuk. [12]

### **3.2.3.5 Vizualní komfort**

Denní světlo je důležitou fyziologickou a psychologickou potřebou našeho organismu, primárně je tedy potřeba navrhnout budovu tak, aby se sluneční svit v ideální čas dostal v ideální míře do budovy. Poté je třeba navrhnout umělé osvětlení, tak aby se v co největší míře podobalo tomu přirozenému. [13]

### 3.3 Měření udržitelnosti ve stavebnictví

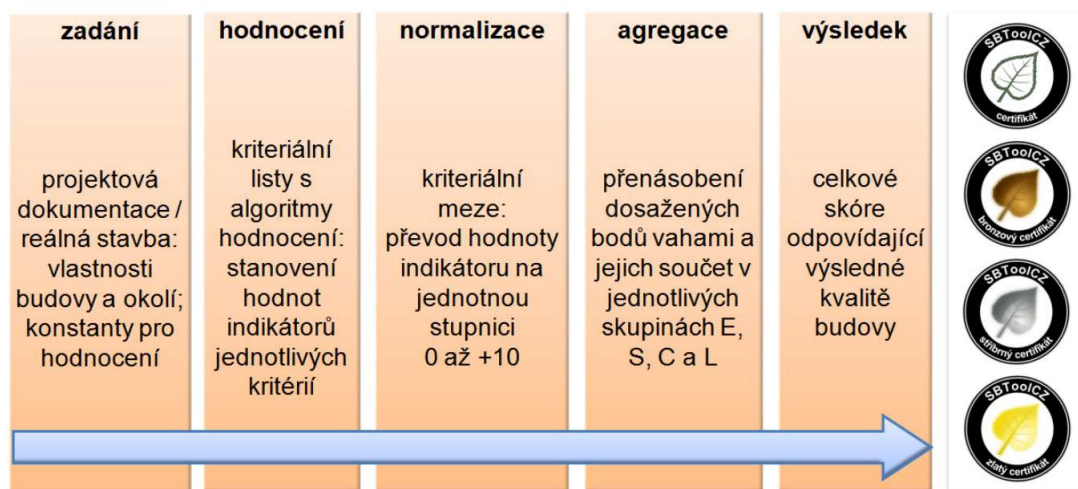
Pro hodnocení kvality budov využíváme certifikační systémy, například SBToolCZ, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM). Systémy LEED a BREEAM jsou celosvětově uznávané, rozšířené i na českém trhu a nejčastěji se využívají pro hodnocení administrativních, obchodních a logistických objektů. Pro podrobnější popis byl vybrán SBToolCZ. SBToolCZ je národní certifikační systém na jehož vývoji se výrazně podílí Fakulta stavební ČVUT.

Systém SBToolCZ byl oficiálně představen a uveden do provozu v červnu 2010. Na rozdíl od uvedených zahraničních systémů je přizpůsobený pro Českou republiku. Respektuje místní poměry, je veden v českém jazyce a cenou je přizpůsobený českému trhu. Přesto hodnotí podobná kritéria jako ostatní zahraniční metody. Cílem certifikace je zhodnocení budov, podpora snižování energetické náročnosti, zmírnění dopadu staveb na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu a stimulace poptávky po udržitelných budovách, což vede k motivaci výrobců uvádět na trh kvalitní výrobky šetrné k životnímu prostředí. [14]

#### 3.3.1 Enviromentální, sociální a ekonomická kritéria SBToolCZ

SBToolCZ se řídí základními pilíři udržitelnosti, každý z nich má v hodnocení svou váhu a sadu kritérií. Mezi enviromentální kritéria patří například ochrana životního prostředí, materiály, energie, voda. K sociálním kritériím se řadí uživatelský komfort v interiéru, vnitřní klima, zdravotní nezávadnost a nejmenší váha se klade na ekonomická kritéria, kam přísluší primárně redukce nákladů životního cyklu. Certifikovaná osoba vyhodnotí moduly, udělí body za každé kritérium. Kriteriační meze převede na bodovou stupnici 0-10. Následuje agregace, násobení bodů danými vahami. Jejich součet v dané skupině vynásobí celkovou vahou skupiny viz *Obrázek 1: Výsledné certifikáty dle celkového skóre*. Případné přidání bonusů za inovace, tento bonus může tvořit maximálně 1 bod tzn. 10 % celkového hodnocení. Inovace se hodnotí samostatně ve všech třech

pilířích, ke každé oblasti lze započítat maximálně 4 inovace, každá uznaná získá  $\frac{1}{4}$  váha skupiny z celkového bodu. Dále se vyhodnotí celkový bodový zisk a udělí certifikát. [14]



Obrázek 1: Výsledné certifikáty dle celkového skóre

Touto metodou je možné hodnotit návrh novostavby, dokončenou budovu nebo rekonstrukci budovy. Při rekonstrukci je vždy posuzován výsledný stav, bez ohledu na to, zda se změny daných prvků týkají či nikoliv. [14]

Typologicky se certifikace dělí na administrativní budovy, budovy terciárního vzdělávání, bytové domy, rodinné domy a školské budovy. Jednotlivé typologie mají svá kritéria s různou vahou. Jako příklad jsou uvedeny rodinné domy, váhy enviromentálních kritérií.

Tabulka 1: Rodinné domy, váhy enviromentálních kritérií [15]

E.GWP	Potenciál globálního oteplování	8,8 %
E.OZE	Obnovitelné zdroje energie	8,8 %
E.PEE	Primární energie z neobnovitelných zdrojů	8,8 %
E.UPV	Úspora pitné vody	8,7 %
E.ZSV	Zadržování srážkových vod	8,0 %
E.CIR	Cirkularita konstrukcí a materiálů	6,4 %
E.BIO	Biodiverzita	6,4 %
E.ACP	Potenciál okyselování prostředí	6,0 %
E.EUP	Potenciál eutrofizace prostředí	6,0 %
E.ODP	Potenciál ničení ozonové vrstvy	5,7 %
E.ZEL	Zeleň na budově a pozemku	5,7 %
E.POC	Potenciál tvorby přízemního ozonu	5,7 %
E.SOD	Stavební odpad	4,0 %
E.CEM	Certifikované výrobky a materiály	3,9 %
E.DOP	Podpora šetrné individuální nemotorové dopravy	3,7 %
E.PAR	Doprava v klidu	3,4 %

Každé kritérium má svá pravidla a způsoby hodnocení, uvedu příklad hodnocení potenciálu globálního oteplování. V tomto okruhu se klade primárně důraz na omezení emisí CO<sub>2</sub>, které vznikají během výstavby a provozu budovy. [15]

Certifikace návrhu budovy spočívá v kvalitě podkladů, výpočtů a simulací. Certifikace budovy se provádí měřením hodnot dílčích spotřeb energie. Je potřeba zohlednit případné nedosažení plné obsazenosti a průměrné lokální klimatické podmínky. Součtem měřených hodnot vzniká výsledná měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub>,ekv. HGWP [kg CO<sub>2</sub>,ekv./ ( m<sup>2</sup>·a)]. Z výsledné hodnoty se určí počet bodů za kritérium potenciálu globálního oteplování. [16]

Tabulka 2: Bodování kritéria potenciálu globálního oteplování [16]

Výsledná měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> ,ekv. HGWP [kg CO <sub>2</sub> ,ekv./ ( m <sup>2</sup> ·a)]	Body
≥ 62,0	0
57,8	1
53,6	2
49,4	3
45,2	4
41	5
36,8	6
32,6	7
28,4	8
24,2	9
≤ 20,0	10

Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují.

### 3.3.2 Kritérium lokality SBToolCZ

Lokalita je čtvrtá skupina, kterou SBToolCZ hodnotí a výsledek prezentuje, ale nezahrnuje do výsledného certifikátu kvality. Lokalita je kritérium, které nelze návrhem přímo ovlivnit, proto se informace o kvalitě lokality dodává odděleně. U rodinných domů se hodnotí kritéria Kvalita místního ovzduší, dostupnost služeb, dostupnost veřejných míst pro relaxaci, ekologická hodnota místa, prevence kriminality, rizika lokality, dostupnost veřejné hromadné dopravy. [14]

## 4 Vlastní práce

### 4.1 Porovnání lokalit pomocí SBToolCZ

Srovnání lokalit Praha a okolí, konkrétně rodinný dům v Praze – Šeberov a Městys ve středočeském kraji na severozápadě od Prahy – Horoměřice. Vybral jsem dvě lokality, ve kterých se prodávají rodinné domy v řádově podobné cenové třídě, Šeberov je v Katastrálním území Prahy, Horoměřice nikoliv a obě lokality jsou oblíbené pro výstavbu rodinných domů.

#### 4.1.1 Kvalita místního ovzduší

Cílem hodnocení je pro danou lokalitu zjistit průměrnou koncentraci v roce 2021 PM10 v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pomocí nejbližší meteostanice. [17]

**Horoměřice, Třešňovka 109:** nejbližší meteostanice je Praha 6 - Suchdol.

Roční průměr PM10 = 16,97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  **8b**

**Šeberov, Žábova 398:** nejbližší meteostanice je Praha 4 – Libuš

Roční průměr PM10 = 16,89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  **8b**

*Tabulka 3: Bodování kritéria výsledná průměrná roční koncentrace [17]*

Výsledná průměrná roční koncentrace PM10 $H_{\text{AIR}}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Body
$\geq 40$	0
35	4
28	6
19	8
$\leq 10$	10

## 4.1.2 Dostupnost služeb

Posuzuje se vzdušná vzdálenost plošného těžiště měřeného objektu a jednotlivých služeb roztríděných do 3 tříd. Vzdálenost menší, než 500m je hodnocena 10 kredity, 500-750m je hodnoceno 7 kredity, 750-1000m je hodnoceno 5 kredity a větší vzdálenost, než 1000m je hodnoceno 0 kredity. Služba vzdálená více než 1 km se nepovažuje jako dostupná. [18]

### Horoměřice, Třešňovka 109:

Tabulka 4: Kriteriaální meze pro Dostupnost služeb Horoměřice [18]

Služba	Typ služby	Třída	Kredity za třídu	Vzdálenost (m)	Kredity za vzdálenost	Kredity
n			a		b	a*b
1	Prodejna potravin	1	4	681	7	28
2	Základní škola	1	4	773	5	20
3	Mateřská škola	1	4	732	7	28
4	Výdejní místo	1	4	605	7	28
5	Pošta	2	3	765	5	15
6	Bankomat	2	3	681	7	21
7	Lékárna	2	3	820	5	15
8	Restaurace/bar	2	3	674	7	21
9	Úřad	1	1	739	7	7
10	Kostel	1	1	663	7	7

Celkem:	190
---------	-----

Počet bodů viz *Tabulka 4: Kriteriaální meze pro Dostupnost služeb Horoměřice*: **4b**

## Šeberov, Žábova 398:

Tabulka 5: Kriteriaální meze pro Dostupnost služeb Šeberov [18][19]

Služba	Typ služby	Třída	Kredity za třídu	Vzdálenost (m)	Kredity za vzdálenost	Kredity
n			a		b	a*b
1	Prodejna potravin	1	4	1500	0	0
2	Základní škola	1	4	682	7	28
3	Mateřská škola	1	4	385	10	40
4	Výdejní místo	1	4	823	5	20
5	Pošta	2	3	2300	0	0
6	Bankomat	2	3	1900	0	0
7	Lékárna	2	3	1900	0	0
8	Restaurace/bar	2	3	202	10	30
9	Úřad	1	1	797	7	7
10	Kostel	1	1	582	7	7

Celkem:	132
---------	-----

Počet bodů viz *Tabulka 5: Kriteriaální meze pro Dostupnost služeb Šeberov: 1,5b*



### 4.1.3 Dostupnost veřejných míst pro relaxaci

Jedná se o stejný princip jako v předchozím kritériu. Vzdálenost 600m je hodnocena 8 kredity, 1200 je hodnoceno 4 kredity a větší vzdálenost než 2500m je hodnoceno 0 kredity. Místa musí být přístupná veřejnosti zdarma (placená sportoviště se řadí do služeb). [19]

#### Horoměřice, Třešňovka 109:

Tabulka 6: Kriteriaální meze pro Dostupnost veřejných míst pro relaxaci Horoměřice [19]

Služba	Typ služby	Třída	Kredity za třídu	Vzdálenost (m)	Kredity za vzdálenost	Kredity
n			a		b	a*b
1	Větší park nad 50 000 m <sup>2</sup>	1	8	903	6	48
2	Veřejné sportoviště/ in-line dráha, rybník, dětské hřiště	1	8	1100	5	40
3	Les/volná krajina	1	8	35	8	64
4	Veřejné sportoviště	2	6	288	8	48
5	Menší park 5000 - 50 000 m <sup>2</sup>	2	6	765	7	42
6	Veřejná zeleň 1 000 - 5 000 m <sup>2</sup>	3	2	327	8	16
7	Oplocené herní prvky	3	2	740	7	14
<b>Celkem:</b>						<b>272</b>

Počet bodů viz *Tabulka 6: Kriteriaální meze pro Dostupnost veřejných míst pro relaxaci Horoměřice: 7b*

## Šeberov, Žábova 398:

Tabulka 7: Kriteriaální meze pro Dostupnost veřejných míst pro relaxaci Šeberov [19]

Služba	Typ služby	Třída	Kredity za třídu	Vzdálenost (m)	Kredity za vzdálenost	Kredity
n			a		b	a*b
1	Větší park nad 50 000 m <sup>2</sup>	1	8	x	0	0
2	Veřejné sportoviště/ in-line dráha, rybník, dětské hřiště	1	8	564	8	64
3	Les/volná krajina	1	8	1300	4	32
4	Veřejné sportoviště	2	6	870	6	36
5	Menší park 5000 - 50 000 m <sup>2</sup>	2	6	912	6	36
6	Veřejná zeleň 1 000 - 5 000 m <sup>2</sup>	3	2	635	8	16
7	Oplocené herní prvky	3	2	865	6	12

Celkem:	196
---------	-----

Počet bodů viz *Tabulka 7: Kriteriaální meze pro Dostupnost veřejných míst pro relaxaci Šeberov. 4b*

#### 4.1.4 Ekologická hodnota místa

Cílem tohoto kritéria je využití brownfieldu s minimálním negativním vlivem na přírodně cenné oblasti. Hodnocení se dělí na 2 parametry „umístění budovy z pohledu přírodně cenných míst“ a „umístění budovy z pohledu využití brownfieldu. [20]

##### Horoměřice, Třešňovka 109:

Tabulka 8: Kriteriaální meze pro ekologickou hodnotu místa Horoměřice [20]

Umístění budovy z pohledu přírodně cenných míst	Kredity
Vzdálenost okraje budovy od hranice přírodně cenného místa je více než 500 m.	10
Umístění budovy z pohledu využití brownfieldu	Kredity
Budova je umístěna na rostlém terénu, který dosud nebyl zastavěn trvalou stavbou.	0

Průměr výsledných hodnot:	5
---------------------------	---

Počet bodů viz *Tabulka 8: Kriteriaální meze pro ekologickou hodnotu místa Horoměřice: 5b*

##### Šeberov, Žábava 398:

Tabulka 9: Kriteriaální meze pro ekologickou hodnotu místa Šeberov [20]

Umístění budovy z pohledu přírodně cenných míst	Kredity
Vzdálenost okraje budovy od hranice přírodně cenného místa je více než 500 m.	10
Umístění budovy z pohledu využití brownfieldu	Kredity
Budova je umístěna na rostlém terénu, který dosud nebyl zastavěn trvalou stavbou.	0

Průměr výsledných hodnot:	5
---------------------------	---

Počet bodů viz *Tabulka 9: Kriteriaální meze pro ekologickou hodnotu místa Šeberov: 5b*

## 4.1.5 Rizika lokality

Posouzení rizika škod na budově způsobené povodněmi, technickou seizmicitou a umístěním na poddolovaném území. [21]

### Horoměřice, Třešňovka 109:

Tabulka 10: Kriteriaální meze pro riziko lokality Horoměřice [21]

<b>Umístění budovy na poddolovaném území</b>	<b>Kredity</b>
Budova není umístěna na poddolovaném území.	10
<b>Riziko povodní</b>	<b>Kredity</b>
Budova je umístěna mimo záplavové území i mimo území ohrožená povodněmi.	10
<b>Rizika spojená s technickou seizmicitou</b>	<b>Kredity</b>
Budova není ohrožena technickou seizmicitou.	10

Průměr výsledných hodnot:	10
---------------------------	----

Počet bodů viz *Tabulka 10: Kriteriaální meze pro riziko lokality Horoměřice: 10b*

### Šeberov, Žábova 398:

Tabulka 11: Kriteriaální meze pro riziko lokality Šeberov [21]

<b>Umístění budovy na poddolovaném území</b>	<b>Kredity</b>
Budova není umístěna na poddolovaném území.	10
<b>Riziko povodní</b>	<b>Kredity</b>
Budova je umístěna mimo záplavové území i mimo území ohrožená povodněmi.	10
<b>Rizika spojená s technickou seizmicitou</b>	<b>Kredity</b>
Budova není ohrožena technickou seizmicitou.	10

Průměr výsledných hodnot:	10
---------------------------	----

Počet bodů viz *Tabulka 11: Kriteriaální meze pro riziko lokality Šeberov: 10b*

## 4.1.6 Dostupnost veřejné hromadné dopravy

### Horoměřice, Třešňovka 109:

Tabulka 12: Kriteriační meze pro dostupnost VD Horoměřice [22]

Frekvence dopravního spojení v době od 7:00 do 19:00		Kredity
Pracovní dny	Víkendy	
120x za den	60x za den	2
Převládající kvalita komunikace pro pěší		Kredity
Neudržovaný povrch, křížení s ostatními komunikacemi je nechráněné		0,5
Pěší vzdálenost od zastávky		Kredity
800 - 1000m		0,4
Množství zastávek veřejné dopravy do 1000m		Kredity
Zastávka v obci s méně než 80 000 obyvatel		2

Součin hodnot:	0,8
----------------	-----

Počet bodů viz Tabulka 12: Kriteriační meze pro dostupnost VD Horoměřice: **0,5b**

### Šeberov, Žábova 398:

Tabulka 13: Kriteriační meze pro dostupnost VD Šeberov [22]

Frekvence dopravního spojení v době od 7:00 do 19:00		Kredity
Pracovní dny	Víkendy	
120x za den	60x za den	2
Převládající kvalita komunikace pro pěší		Kredity
Chodník, křížení s ostatními komunikacemi (vozovkou) je nechráněné		0,75
Pěší vzdálenost od zastávky		Kredity
400-599m		1,2
Množství zastávek veřejné dopravy do 1000m		Kredity
Zastávka v obci s 80 000 a více obyvateli.		1

Součin hodnot:	1,8
----------------	-----

Počet bodů viz Tabulka 13: Kriteriační meze pro dostupnost VD Šeberov: **2b**

## 4.1.7 Vyhodnocení

Dle vyhodnocení získala kvalita lokality Horoměřice hodnocení 5,75 bodů a Šeberov 5,08 bodů. Lze říct, že lokality splňují podobné kvality. Je překvapivé, že dostupnost služeb v Praze je horší než ve vesnici za Prahou, ale ostatní body odpovídají očekávání.

Tabulka 14: Vyhodnocení lokalit Horoměřice x Šeberov [22]

	Horoměřice, Třešňovka 109:	Šeberov, Žábova 398:
Kvalita místního ovzduší	8	8
Dostupnost služeb	4	1,5
Dostupnost veřejných míst pro relaxaci	7	4
Ekologická hodnota místa	5	5
Rizika lokality	10	10
Dostupnost veřejné hromadné dopravy	0,5	2
Průměr:	5,75	5,08

## 4.2 Solar Decathlon

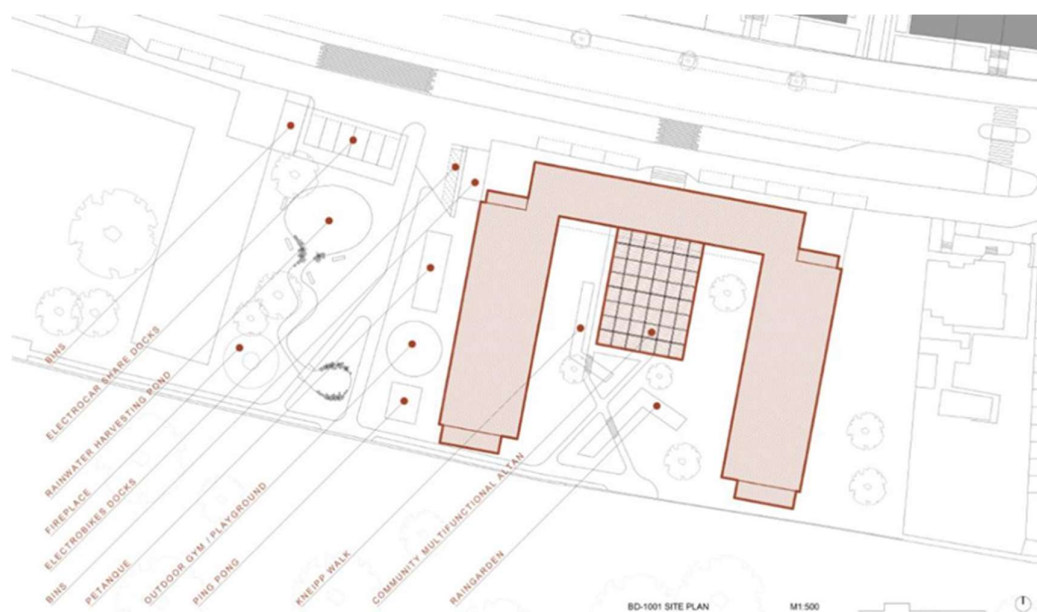
Solar Decathlon je mezinárodní soutěž zahrnující 10 disciplín, která vyzývá studentské týmy, aby navrhly a postavily co nejefektivnější, inovativní budovy poháněné obnovitelnými zdroji energie. Cílem je spojit architektonickou a inženýrskou dokonalost designu s inovacemi, tržním potenciálem, efektivitou budov a inteligentní výrobou energie. Studenti navrhnu celý projekt a část z něj (HDU – House demonstration unit) předvedou v soutěžním městě. [23]

Pro získání praktických zkušeností a hlubšího porozumění udržitelných staveb jsem se připojil k týmu First Life do soutěže Solar Decathlon v ročníku 2021/2022. [23]

Základní myšlenkou ročníku soutěže 2021/2022 bylo navrhnout rozšíření studentských kolejí a současně tak zlepšit kvalitu bydlení v okolí. Soutěžní týmy si mohly vybrat z několika zadání. Tento ročník soutěže se uskutečnil v německém Wuppertalu. Týmy si sehnaly materiál a ve své zemi připravily prefabrikáty na převoz do soutěžního města, kde měly 14 dní na výstavbu celého HDU v měřítku 1:1. Následovalo 16 dní, kdy byly jednotlivé HDU objekty hodnoceny v jednotlivých disciplínách, které jsou nezbytné pro samotné vyhodnocení této soutěže. [23]

### 4.2.1 Koleje Větrník

Najít si bydlení je pro studenta v Praze čím dál složitější a toto byla pro tým First Life příležitost předvést konkrétní projekt, který by mohl tomuto problému předejít. Projekt je situován v pražské čtvrti Petřiny, která byla původně vybudována v 60. letech 20. století pro cca 15 000 obyvatel. V nejbližším okolí se nachází veřejný prostor s občanskou vybaveností, rodinnými a bytovými domy a dalšími budovami koleje Větrník. V blízkosti kolejí Větrník se vyskytuje Břevnovský klášter s přilehlými zahradami a parky, Ústřední vojenská nemocnice či obora Hvězda. [23]



Obrázek 2: Solar Decathlon uvažovaný objekt [23]

Objekt, se kterým uvažujeme v návrhu, se skládá ze 3 křídel, nádvoří by mohlo tvořit komunitní prostor pro studentské aktivity. Návrhem je využít nefunkční areál, který patří pod správu kolejí Univerzity Karlovy. [23]



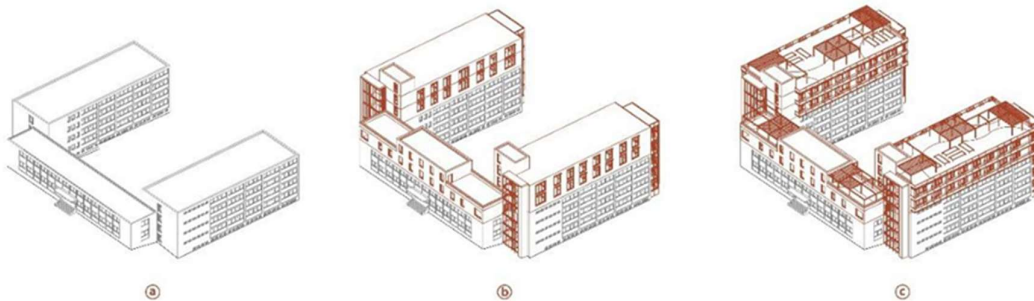
## 4.2.2 Architektonický koncept

Ke stávající budově, viz *Obrázek 3: Původní koleje Větrník nalevo, nově navrhované koleje napravo*, byla navržena nadstavba, v rámci, které jsou se snahou respektovat stávající budovu navržena nová patra. Přístavbou bytových balkonů vzniká rozšířená obytná plocha, která díky lehké závěsné konstrukci v kombinaci s lanky na popínavou zeleň nevytváří masivní hmotnou konstrukci nad menší konstrukcí. [23]



*Obrázek 3: Původní koleje Větrník nalevo, nově navrhované koleje napravo [23]*

Původní fasáda kolejí bude dle návrhu nahrazena kombinací bílým nátěrem. Pro zlepšení tepelně izolačních vlastností budovy je navržena větší vrstva kvalitnější tepelné izolace. Nová podlaží jsou navržena tak, aby poskytovala dostatečný komfort, spojovala soukromí a možnost společných aktivit. Nová přístavba nabízí bydlení a komunitní prostor pro 62 studentů. [23]



*Obrázek 4: Vizualizace zvětšení prostor [23]*

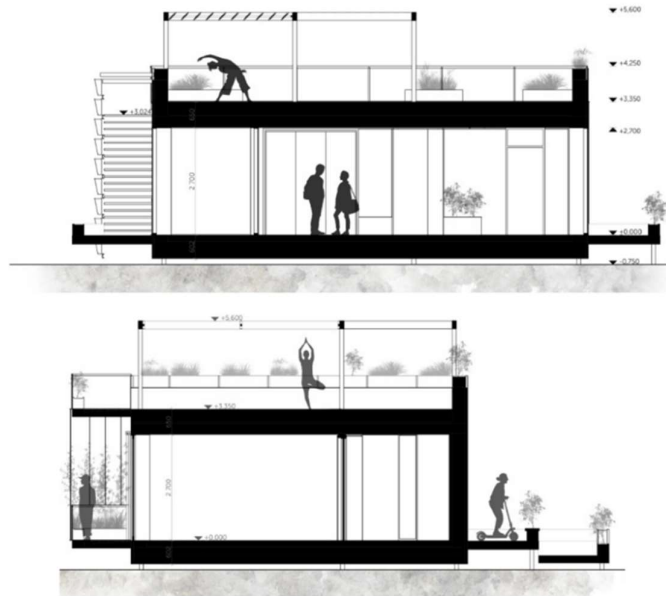
### 4.2.3 Návrh HDU

Část střešního prostoru je využita pro integraci fotovoltaických panelů. Zbytek prostoru je pokrytý zelenou střechou. Součástí zeleně jsou rostliny v truhlících kolem střechy, balkonu a schodiště. K truhlíkům na balkoně a u schodů jsou přidány popínavé rostliny, jejichž myšlenkou bylo zastínit letní slunce, aniž by bylo ohroženo slunce v zimním období. [23]



Obrázek 5: Vizualizace HDU [23]

Pro zeleň byl zvolen inovativní substrát, vyvinutý na České zemědělské univerzitě v Praze, s příměsí biouhlu, obohacující biologickou složku. Biouhel upravuje vlastnosti substrátu. Substrát díky svým sorpčním schopnostem minimalizuje kolísání vlhkosti, zvyšuje zadržování dešťové vody a snižuje potřebu závlivky. Biouhel je přírodní uhlík, pomocná půdní látka vyrobená z biomasy vícestupňovým procesem termochemické přeměny. Jeho vedlejší výhodou je postupné uvolňování organických látek do substrátu. [23]



Obrázek 6: HDU jednotka – řez [23]

HDU jednotka, viz *Obrázek 6: HDU jednotka – řez*, představuje nejen komunitní prostor obývacího pokoje s kuchyní, chodbu technického zázemí, ale i ukázkový studentský pokoj včetně kuchyňského koutu, koupelny a zádveří. Místnosti v přízemí jsou propojeny balkonem, který také funguje jako venkovní komunitní prostor a rozšiřuje tak obytnou část, kterou mohou využívat obyvatelé. Tímto návrhem jsme ukázali představit, jak mohou studenti žít pohodlný život i na malých plochách prostoru. [23]



Obrázek 7: HDU jednotka – půdorys

#### **4.2.3.1 Exteriér**

Fasádu jsme konstruovali z desek, které se vyrábí z recyklovaných pevných odpadních materiálů a splňují požární normy, jsou odolné vůči vnějším podmínkám.

Balkony jsou lemovány zábradlím a lanky na popínavou zeleň. [23]

#### **4.2.3.2 Interiér**

Hlavním záměrem při zařizování interiéru bylo ušetřit prostor a variabilním nábytkem poskytnout co největší možný komfort. Obývací pokoj slouží především veřejnosti jako výstavní místnost s nainstalovanými miniaturními modely architektury, na které se návštěvníci chodí dívat. Druhá část je studentský pokoj s kuchyňkou v zádveří a koupelnou. Vzhledem k tomu, že jsme se snažili prostor pokoje maximálně využít, navrhli jsme jednu stěnu jako úložný prostor, a naproti ní jsme umístili rozkládací postel, která se dá roztáhnout na pohovku a stůl. Pokoj lze rozdělit pohyblivou příčkou, která funguje jako akustická bariéra. Povrch stěn a stropů tvoří desky Packwall, detailní popis viz strana 61. [23]

#### **4.2.3.3 Osvětlení**

Místnosti jsou navrženy tak, aby využily co nejvíce denního světla. V obou místnostech jsou velká okna dodávající místnosti vysokou úroveň přirozeného osvětlení. Přesah střechy se stínícím systémem zabraňuje přehřívání místností. Světelné zdroje jsou navrženy tak, aby během dne měnily spektrální složení a respektovaly přirozené denní světlo. [23]

#### 4.2.3.4 Fotovoltaika

Panely jsou instalovány na střeše pergoly, tak aby neomezovaly veřejný prostor. Což je výhodné i pro to, že jsou umístěny výše, a tudíž méně času ve stínu. [23]

I přes to, že je systém elektrárny chráněn řídicím systémem, doplněným o teplotní čidla u baterií, střídače a kabelové trasy, je stejně nutná pravidelná údržba a revize FVE. Provádění každoroční pravidelné kontroly elektrického zařízení je dle norem povinné pro všechny panely vystavené venkovním podmínkám. Vnitřní vybavení prochází jednou za 5 let. Řídicí systém detekuje poklesy výkonu způsobené poškozením panelů a bezodkladně doporučuje kontrolu v konkrétním sektoru závady. [23]

#### 4.2.3.4.1 Porovnání fotovoltaických elektráren na Kolejích Větrník a HDU

Na rozdíl od HDU je uvažováno pro koleje Větrník využít články z monokrystalického křemíku s ochranným sklem, protože jsou účinné a odolné. Účinnost těchto modulů je 21 %, a k opotřebením dochází až po 35-40 letech, kdy výkon klesne přibližně o 1/5, ale panely se dají stále využívat. Celkový výkon tak činí 42kWp a kapacita baterií 120kWh. Výpočet výnosů byl proveden pro cenu elektřiny 0,244 EUR/kWh a výkupní cenu 0,061 EUR/kWh. Celkové investiční náklady byly stanoveny na 95 600 EUR. Roční úspora je 8 500 EUR. Včetně servisu a údržby má systém návratnost 13 let. [23]

Pro HDU jsme použili tenkovrstvé moduly s technologií CIGS. Jejich nízká hmotnost je významnou výhodou, ale jejich účinnost je oproti křemíkovým pouze 10-12 %. Tento typ je však na trhu běžně dostupný v rozměrech lamel a není nutná zakázková výroba. Celkový výkon je 2,72 kWp a kapacita baterie 2,5 kWh. Rozpočet investic do panelů umístěných na HDU byl stanoven ve výši 12 800 EUR. Roční průměrná finanční úspora na energiích je 620 EUR. Včetně servisu a údržby má systém ekonomickou návratnost do 21 let. Do výpočtu však nebyla zahrnuta možnost unijní dotační podpory formou grantů. Pro HDU by mohl být poskytnut grant až ve výši 5400 EUR, díky čemuž by se doba návratnosti zkrátila už na 13 let. [23]

Tabulka 15: Porovnání Kolej Větrník a HDU

	Koleje Větrník	HDU
Investice (EUR)	95600	12800
Výkon (kWp)	42	2,5
Účinnost (%)	21	11
Roční úspora (EUR)	8500	620
Návratnost (rok)	13	21

V běžném případě, kdy lze zanedbat rozdíl velikosti a hmotnosti, je významně vhodnější použít články z monokrystalického křemíku. V soutěži se mimo efektivitu hodnotila spousta jiných kritérií, proto jsme použili tenkovrstvé moduly s technologií CIGS, umožnily nám střechu pergoly navrhnout částečně průsvitnou. [23]

#### 4.2.3.5 Konstrukční systém

Náš tým kladl důraz na udržitelnost a použití přírodních materiálů, a proto jsme jako hlavní konstrukční materiál zvolili dřevo. Pro většinu prvků jsme zvolili rostlé dřevo C24. Hlavním konstrukčním systémem je lehký skelet tvořený z prefabrikovaných sloupů systému 2by4 a stěnových CLT panelů. Hlavní konstrukce HDU je 10,8 metru dlouhá a 8,4 metru široká. Je navržena jako jednopodlažní objekt s pochozí střechou včetně přístřešku. Součástí této stavby jsou venkovní ocelové konstrukce (schodiště, zábradlí apod.). Konstrukce HDU je založena na ocelovém rámu a základové desce. [23]

## 4.3 Popis vlastního přínosu do soutěže Solar Decathlon v ročníku 2021/2022

Do týmu jsem se přidal 20.dubna 2022, kdy jsem začal pomáhat se stavbou soutěžní jednotky v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT „UCEEB“ v Buštěhradě. V té době byl již architektonický návrh dokončen a já se podílel na samotné výstavbě.

Náš tým byl rozdělen do několika různých stavebních odvětví – architektura, TZB, elektro, osvětlení, statika, technologie staveb, ekonomika a udržitelnost – já se zapojil do skupiny, která se zabývala technologií staveb. Cílem naší skupiny byla organizace BOZP, zajištění autojeřábů a zajištění dopravy samotné jednotky HDU do soutěžního města Wuppertalu apod. [23]

### 4.3.1 Stavba HDU jednotky

Stavba v Buštěhradě probíhala převážně svépomocí studentů. S odbornějšími pracemi pomáhali zaměstnanci z UCEEB. Jako studenti jsme na pracoviště jezdili ve volném čase, tak aby nám to korespondovalo s rozvrhem. Na stavbě střídavě pracovalo 3-15 lidí.

Mým hlavním úkolem byla úprava a osazení fasádních desek Cembrit, desek Packwall (interiér) a všech vrstev podlahy. Práce s deskami byly specifické tím, že každá měla svůj unikátní tvar, který musel zapadnout na konkrétní místo. Bylo potřeba vytvořit plánec, kde každý jednotlivý kousek byl zakreslený s vlastními rozměry a vlastním označením. Následně jsme museli nařezat jednotlivé kusy, vyvrtat díry v místech jejich uchycení a teprve potom je osadit na stěny a stropy.

To, že některé části byly křehčí, a tudíž složitější na přepravu bylo jedním z hlavních důvodů, proč byly práce rozděleny mezi Buštěhrad a Wuppertal. Budova se při převozu dělila na jednotlivé panely a nebylo možné tyto práce kompletně připravit v ČR.





*Obrázek 8: Fotografie z výstavby v UCEEB*

Velkým oříškem pro všechny členy týmu bylo plánování výstavby. V první fázi, která probíhala u nás, se nám dobře nedařilo synchronizovat rozvrhy a neměli jsme tedy úplný harmonogram prací. Často jsme museli čekat, než některá ze skupin dodělá svůj úkol, aby mohla další pokračovat. Na projektu jsem pracoval téměř veškerý volný čas. Někdy jsem na stavbu přijel i spontánně bez předchozí domluvy a kvůli tomu, že nepřijel nikdo z mojí skupiny, jsem také pomáhal v ostatních skupinách a nabyl tak širší povědomí o celém projektu. Vzhledem k mým zkušenostem z minulosti jsem zejména pomáhal s TZB. Budova byla technologicky vysoce vyspělá. Díky tomu jsem si rozšířil znalosti v oblasti nových technologií a získal mnoho nových zkušeností. Oproti běžnému vedení elektřiny z jističů přímo do zásuvek a elektrických zařízení, jsem poznal inovativní centrální ovládání, kde se elektřina propojí nejdříve s počítačem a poté se z počítače rozvede do budovy. Konkrétně spotřebiče v kuchyni jsme zapojovali jednotlivě pomocí datových kabelů vedoucích z centrálního počítače.

### 4.3.2 Transport HDU

Následoval převoz do soutěžního města. Naším úkolem bylo zajistit rozložení jednotky na panely a sestavení do velikosti dané dopravci. Důležité bylo zkoordinovat nakládání panelů do kamionů, a poté vykládku ve Wuppertalu pomocí autojeřábů. Panely jsme museli posílat postupně podle plánu výstavby. Vytvořili jsme časový harmonogram, koordinovali jsme BOZP a všechny jeho součásti (pracovní oděv, veškerou bezpečnostní výbavu, veškeré dokumenty týkající se BOZP apod.).



*Obrázek 9: Převoz HDU*

### 4.3.3 Realizace HDU

Dne 19. května 2022 v 10:00 nám i všem ostatním týmům byla předána parcela v obrovském areálu ve Wuppertalu a všechny týmy mohli začít stavět. Termín dokončení, kdy jsme měli stavbu předat byl do 3. června 2022 v 13:00.

Na začátku každý dělal, co bylo třeba bez ohledu na jeho hlavní úkol. Začali jsme ocelovou konstrukcí, kterou jsme smontovali a srovnali do roviny, tak aby se na ni daly položit spodní panely, poté stěny a střecha. V této etapě vznikaly velmi napjaté situace, stačil jeden špatný pohyb jeřábu a konstrukce mohla být deformována. Druhý den večer byly na řadě stropní panely, které bychom byli stihli položit, kdyby nám však jeřábník přibližně hodinu před koncem večerní směny neoznámil, že odchází. Tu noc jsme podle meteorologické předpovědi očekávali srážky a museli jsme kvůli tomu konstrukci zabezpečit. Vytvořili jsme provizorní dřevěný krov, který nám měl plachtu držet přes noc. Viz *Obrázek 11*: Proto jsme se na stavbě zdrželi přibližně do 0:30 druhého dne, místo 22:00 kdy jsme měli opustit pracovní prostor. Přibližně po třech dnech se mohl každý vrátit ke své práci. Nálada mezi námi všemi neustále kolísala zhruba ve dvoudenních intervalech mezi euforií z úspěchů a napětím z termínu dokončení. Přestože některé dny proběhly úspěšně, náhle se objevující problémy či nedostatky situaci rychle obrátily. Poslední den nám zbývalo už jen 6 hodin na dokončení práce. I přes napětí, které mezi námi panovalo, jsme jako tým zvládli zachovat chladnou hlavu a vše včas dodělat. V poslední hodině jsme celou stavbu uklidili, ale pod tlakem vypršení lhůty jsme nářadí brali do náručí a házeli na hromadu před naší skladovou buňku. Viz *Obrázek 11*: Termín jsme dodrželi, ale nakonec nám přísní porotci udělili pár záporných bodů. Viz *Obrázek 15: Finální verze HDU*.



*Obrázek 10: Ocelová konstrukce kotvená do základu*



*Obrázek 11: Transformace kuchyně*



*Obrázek 12: Provizorní konstrukce pro zadržení dešťové vody*



*Obrázek 13: Svařování PVC folie*



*Obrázek 14: Hromada „všeho“ před buňkou*



*Obrázek 15: Finální verze HDU*

## **4.4 Vyhodnocení výsledků soutěže Solar Decathlon 2021/2022**

Jak již bylo zmíněno v kap. 4.2, tak se celá soutěž zaměřuje na deset disciplín, které jsou hodnoceny nejen samotným monitoringem (30%), ale především porotou soutěže (70%). Tato porota v rámci soutěžních dnů jednotlivé HDU jednotky navštěvovala a následně jim udělovala bodové hodnocení. [24]

### **4.4.1 Architektura**

Zahrnuje čtyři kritéria, kde porota hodnotí celkovou architektonickou kvalitu HDU. Prvním kritériem je "lokalita", což znamená, jak dobře je navržený solární dům začleněn do svého okolí a jak respektuje místní prostředí a krajinný kontext. Druhým kritériem je "vzhled budovy", které hodnotí estetickou kvalitu exteriéru domu a jeho funkčnost. Třetím kritériem je "vzhled interiéru a osvětlení", což zahrnuje jak kvalitu interiéru, tak využití přirozeného světla a kvalitu umělého osvětlení. Posledním kritériem je "architektonické začlenění solárního systému", což znamená, jak dobře je solární systém začleněn do architektonického návrhu domu a jak přispívá k celkové architektonické kvalitě a estetice. [24]

### **4.4.2 Inženýrství a konstrukce**

Tato disciplína se zaměřuje na tři kritéria hodnocená porotou. Prvním kritériem je "návrh výroby a využití energie", které hodnotí, jak dobře je navržený solární dům schopen vyrábět a využívat energii z obnovitelných zdrojů. Druhým kritériem je "zhodnocení výkonu", které zahrnuje hodnocení výkonu solárního systému a jeho schopnost naplnit energetické potřeby domu. Třetím kritériem je "uhlíková stopa v životním cyklu", což znamená, jaký je celkový vliv HDU na životní prostředí v průběhu celého jeho životního cyklu, od výroby materiálů až po konečnou likvidaci. [24]

### **4.4.3 Energetická výkonnost**

V této disciplíně je hodnocena energetická výkonnost projektu. Monitorováním je měřena spotřeba energie, rovnováha energie, vlastní spotřeba, výkonnost fotovoltaického systému a interakce s elektrickou sítí. [24]

### **4.4.4 Dostupnost a životaschopnost**

Porota zhodnocuje, zda je budova přístupná a dostupná pro všechny uživatele a zda má potenciál pro dlouhodobé používání a udržování. [24]

### **4.4.5 Komunikace, vzdělání a společenské povědomí**

V této disciplíně porota hodnotí, jakým způsobem tým komunikuje a sdílí informace o svém projektu s veřejností. Jak projekt přispívá ke vzdělání a osvětě veřejnosti v oblasti udržitelné architektury a energetické efektivity. A jak projekt ovlivňuje společenské povědomí o udržitelnosti a ekologické odpovědnosti. [24]

### **4.4.6 Udržitelnost**

Porota hodnotí, zda je dům navržen a postaven s ohledem na udržitelnost a využívá přírodních zdrojů. Kritéria "cirkularita" a "přizpůsobivost" se v tomto kontextu týkají schopnosti domu být opakovaně využitý a schopnosti přizpůsobit se změnám v prostředí a klimatu. [24]

### **4.4.7 Komfort**

Kritérium komfortu měřením hodnotí faktory: teplota, vlhkost, kvalita vzduchu (obsah CO<sub>2</sub>), osvětlení, zvuková izolace, vzduchotěsnost a proměnlivost výkonu. [24]



#### **4.4.8 Funkce budovy**

Měřením je hodnocena funkčnost spotřebičů (konkrétně lednice, mrazák, pračka, sušička, myčka, trouba, sporák a domácí elektronika), tlak a ohřev vody. [24]

#### **4.4.9 Městská dopravní dostupnost**

Koncept dostupnosti zkoumá, jak snadno se dá dům připojit k městské dopravě. To může být například blízkost zastávky autobusu, tramvaje nebo metra a jak snadno je pro uživatele domu dostupné nakupování potravin a nápojů, a také mít možnost navečeřet se v okolí domu. [24]

#### **4.4.10 Inovace**

Kritérium inovace se zaměřuje na schopnost týmu představit nové a kreativní přístupy, technologie a řešení v rámci solárního domu. Hodnocení tohoto kritéria zahrnuje posouzení novátorských prvků, technologických inovací, efektivního využívání zdrojů a možnosti aplikace těchto inovací v praxi. [24]

no.	contest	innovation	total points	sub contest	points	sub contest	assigned by	design challenge	building challenge
<b>1</b>	<b>Architecture</b>	•	<b>120</b>	site integration	20	jury		•	
				building design	60	jury		• •	
				interior & lighting design	20	jury		•	
				solar system integration	20	jury		• •	
<b>2</b>	<b>Engineering &amp; Construction</b>	•	<b>120</b>	energy concept	60	jury		• •	
				performance analysis	30	jury		• •	
				life cycle carbon footprint	30	jury		•	
<b>3</b>	<b>Energy Performance</b>		<b>120</b>	energy consumption	30	monitoring		•	
				energy balance	30	monitoring		•	
				self consumption	20	monitoring		•	
				pv system performance	20	monitoring		•	
				grid interaction	20	task		•	
<b>4</b>	<b>Affordability &amp; Viability</b>	•	<b>100</b>	affordability	50	jury		• •	
				viability	50	jury		• •	
<b>5</b>	<b>Communication, Education &amp; Social Awareness</b>		<b>80</b>	communication	40	jury		• •	
				education	20	jury		•	
				social awareness	20	jury		• •	
<b>6</b>	<b>Sustainability</b>	•	<b>100</b>	circularity	60	jury		•	
				sufficiency, flexibility & environmental performance	40	jury		•	
<b>7</b>	<b>Comfort</b>		<b>100</b>	temperature	25	monitoring		•	
				humidity	5	monitoring		•	
				air quality (CO <sub>2</sub> )	20	monitoring		•	
				lighting	10	monitoring		•	
				sound insulation	10	test		•	
				air tightness	10	test		•	
				performance gap	20	task		•	
<b>8</b>	<b>House Functioning</b>		<b>80</b>	appliances	40			•	
				refrigeration		5	monitoring	•	
				freezing		5	monitoring	•	
				washing		5	task	•	
				drying		5	task	•	
				dish washing		5	task	•	
				oven		5	task	•	
				cooking		5	task	•	
				home electronics		5	task	•	
				water	10			•	
				hot water		5	task	•	
				water balance		5	monitoring	•	
				dinner	15		guest evaluation	•	
				user friendliness	15		guest evaluation	•	
<b>9</b>	<b>Urban Mobility</b>	•	<b>80</b>	mobility concept	60	jury		•	
				beverages, dinner food, food retrieval	20	task		•	
<b>10</b>	<b>Innovation</b>		<b>100</b>	5 x 20 points	100	jury		• •	
			<b>1000</b>		1000				

Obrázek 16: Seznam disciplín [24]

Rank	Team	Univesity	Team name	Country	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
				max.	120	120	120	100	80	100	100	80	80	100	0	1.000
1	KIT	Karlsruhe Institute of Technology	RoofKIT	Germany	109	103	84	77	63	94	74	63	71	68	8	814
2	TUE	Eindhoven University of Technology	VIRTUe	The Netherlands	102	93	86	65	73	85	81	77	74	59	7	801
3	GRE	Grenoble National School of Architecture	AuRA	France	119	74	89	88	69	82	76	71	58	59	0	795
3	TUD	Delft University of Technology	SUM	The Netherlands	72	94	95	90	64	85	79	73	73	62	8	795
4	HSD	University of Applied Science Düsseldorf	MIMO	Germany	110	101	64	89	76	73	60	67	67	58	9	775
5	FHA	Aachen University of Applied Sciences	LOCAL+	Germany	78	106	81	60	74	79	76	63	74	54	0	745
6	ROS	Technical University of Applied Sciences Rosenheim	levelup	Germany	98	92	99	53	67	63	88	74	64	31	10	739
7	UPV	Polytechnic University of Valencia	Azalea	Spain	115	103	40	68	65	77	51	67	65	79	0	728
8	HFT	Stuttgart University of Applied Sciences	coLLab	Germany	106	108	70	52	70	82	65	71	54	34	0	711
9	ION	Ion Minou University of Architecture and Urbanism	EFdeN	Rumania	76	81	80	75	63	73	89	74	52	35	-2	695
10	NCT	National Chiao-Tung University,	TDIS	Taiwan	120	75	71	75	59	52	43	64	64	63	-1	685
11	HBC	Biberach University of Applied Sciences	X4S	Germany	76	75	83	65	56	65	80	68	40	27	-1	634
12	CTU	Czech Technical University in Prague	FIRSTLIFE	Czech Republic	74	90	43	59	61	50	88	72	58	25	2	622
13	ITU	Technical University of Applied Sciences / Lübeck, Istanbul Technical University	Deeply High	Germany / Turkey	74	41	76	51	50	65	41	69	28	25	-5	515
14	UPH	University of Pécs	Lungs of the City	Hungary	79	38	38	54	0	73	32	44	47	18	-10	413
15	CHA	Chalmers University of Technology	Team Sweden	Sweden	110	0	0	0	0	0	0	4	0	20	-7	127

Obrázek 17: Výsledné hodnocení [24]

## 4.5 Hodnocení vybraných materiálů použitých v soutěži Solar Decathlon 2021/2022

### 4.5.1 Dřevo

Výhody:

- Obnovitelný materiál
- Dobře izoluje teplo a zvuk
- Má příznivé vlastnosti pro regulaci vlhkosti
- Snadná montáž a demontáž
- Vzhledem k tomu, že dřevo ukládá oxid uhličitý, může být považováno za uhlíkově neutrální

Nevýhody:

- Potřeba kácení lesů, což může mít negativní dopad na životní prostředí
- Náchylnost k houbovým a plísním
- Vyžaduje údržbu a ochranu proti hmyzu a hnilobě

Dřevo jsem vyhodnotil jako ideální materiál pro nosnou konstrukci poměrně malého objektu. Nedokázal jsem vymyslet vhodnou alternativu.

## 4.5.2 Packwall

Packwall je materiál, který je vyráběn z recyklovaných nápojových kartonů, například z Tetra Paků. Tyto kartony jsou vyrobeny z několika vrstev, které obsahují papír, hliník a polyethylen. Packwall je tvořen výhradně papírovou složkou z těchto kartonů.

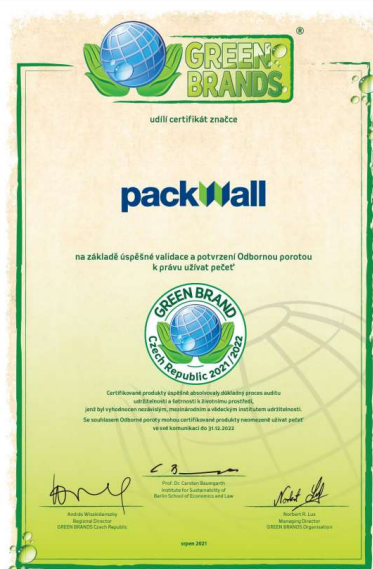
Výhody:

- Jedná se o recyklovatelný a obnovitelný materiál
- Dobrá tepelná izolace
- Snadná montáž a demontáž
- Má nízkou hmotnost, což usnadňuje transport a manipulaci
- Může být vyroben z recyklovaných materiálů

Nevýhody:

- Při výrobě se uvolňují emise CO<sub>2</sub>
- Při požáru může uvolňovat toxické látky
- Je potřeba zajistit vhodné odvětrání, aby nedošlo k vzniku plísní

Desky Packwall jsem vyhodnotil jako vhodný materiál, jak z pohledu udržitelnosti, tak z pohledu zpracovatelnosti, kterou jsem si osobně vyzkoušel.



Obrázek 18: Packwall certifikát

### 4.5.3 Desky Cembrit

Cembrit fasádní desky jsou vyráběny z vláknocementového materiálu, což je směs cementu, vody, organických vláken a dalších příměsí. Tento materiál je velmi odolný vůči povětrnostním vlivům, netvoří se na něm plísně ani řasy a má dlouhou životnost. Fasádní desky Cembrit jsou vysoce ohnivzdorné. [25]

Výhody:

- Vyroben z přírodních materiálů (cement, vláknitý cement)
- Vysoká odolnost proti požáru a povětrnostním podmínkám
- Snadná údržba
- Dlouhá životnost

Nevýhody:

- Při výrobě může docházet k emisím CO<sub>2</sub>
- Těžký materiál, což ztěžuje manipulaci a transport
- Může být náchylný k praskání

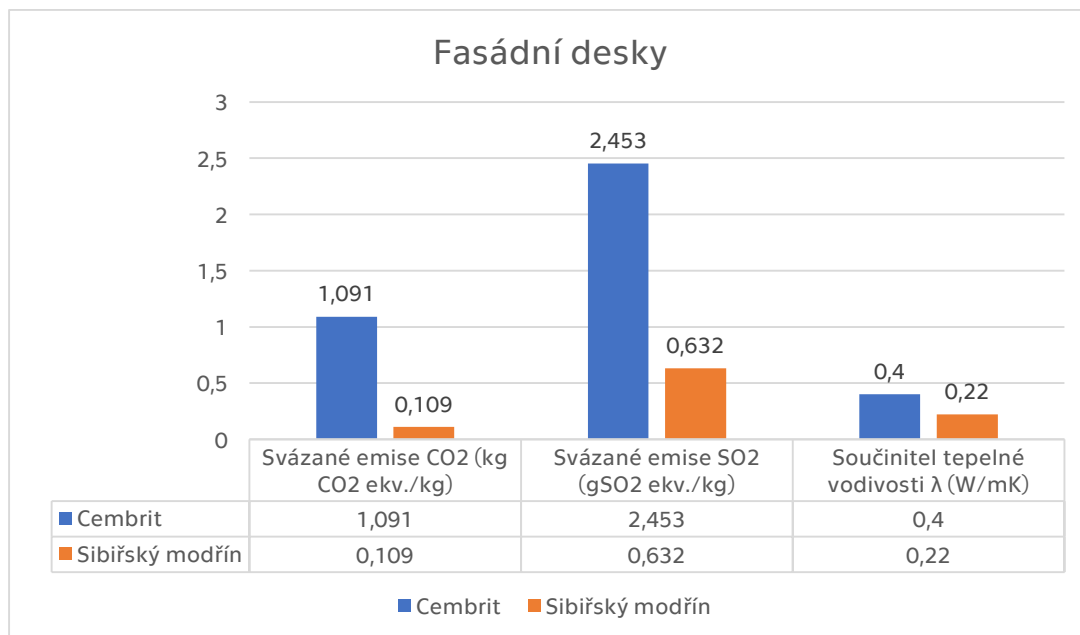
Vzhledem k udržitelnosti převažují nevýhody nad výhodami materiálu. Já jsem se rozhodl navrhnout a zhodnotit jinou alternativu. Po výstavbě jsem si šel prohlédnout ostatní projekty a většina týmů zvolila jako vnější povrchovou úpravu dřevo. Pro srovnání jsem vybral sibiřský modřín, v minulosti jsem se s ním setkal a mohu porovnat zpracovatelnost.

Výhody:

- Přirozeně odolný vůči hnilobě a škůdcům
- Není třeba chemicky ošetřovat
- Dlouhodobá životnost
- Obnovitelný přírodní zdroj
- Jednoduchá recyklace
- Dobré tepelně izolační vlastnosti

Nevýhody:

- Vysoký stupeň objemových změn dřeva
- V dlouhodobém cyklu nutnost údržby
- Nízká požární odolnost



Graf 5: Fasádní desky [7]

Sibiřský modřín hodnotím jako udržitelnější materiál než Cembrit, neboť jeho výroba produkuje násobně méně skleníkových plynů. Náročnost montáže hodnotím jako srovnatelnou, byť postup je výrazně rozdílný. Cembrit je nutné předem velice pečlivě připravit. Dle návodu předepsaného výrobcem je potřeba spočítat počet kotevních šroubů a dle parametrů (minimální vzdálenost od kraje, maximální osová vzdálenost apod.) rozkreslit a vyvrtat kotevní body. Dále přimontovat na své místo minimálně ve třech osobách, neboť Cembrit je těžký a křehký materiál, tudíž dva lidé musí desku držet a třetí utahuje kotevními šrouby.

V minulosti jsem pracoval s palubkami ze sibiřského modřínu a i když byla příprava pečlivá, byla o něco méně náročná než práce s Cembritem. Zaměřili jsme se na rohy, kde se modřínové palubky setkávaly. Samotná montáž byla jednodušší, ale časově náročnější vzhledem k počtu kusů. Esteticky mě více zaujal modřín a tepelně izolačními vlastnostmi také vítězí. Pro zlepšení tepelně izolačních vlastností a trvale udržitelné výstavby bych zvolil sibiřský modřín.

#### 4.5.4 Konopná izolace

Konopná izolace je ekologický a udržitelný materiál, který se vyrábí z konopí. Umožňuje difuzi vodní páry, což zlepšuje kvalitu vnitřního prostředí a minimalizuje riziko vzniku plísní a dalších mikroorganismů. Na druhou stranu, konopná izolace může být náchylná k napadení škůdci a hmyzem a vyžaduje pečlivou montáž, aby se minimalizovala pravděpodobnost vzniku mezery mezi izolací a konstrukcí. Při výstavbě HDU tato izolace byla použita ve skladbě obvodových stěn.

Výhody:

- Ekologický materiál, získávaný z obnovitelného zdroje
- Vysoký tepelný odpor
- Neobsahuje škodlivé chemikálie
- Dobře reguluje vlhkost

Nevýhody:

- Menší dostupnost na trhu
- Vyšší cena ve srovnání s jinými izolačními materiály

Konopnou izolaci jsem vyhodnotil jako vhodný materiál, jak z pohledu udržitelnosti, tak z pohledu zpracování. S konopnou izolací se pracuje velice podobně jako s běžnou izolací z minerální vaty.



#### 4.5.5 EPS izolace

Polystyren je běžně používán jako tepelná izolace, při výstavbě HDU byl použit ve skladbě střechy, jako spádová a izolační vrstva (150-200mm).

Výhody:

- Nenasákavost
- Lehkost

Nevýhody:

- Hořlavost
- Výroba z neobnovitelných zdrojů
- Výroba a konečná likvidace může mít negativní dopad na životní prostředí

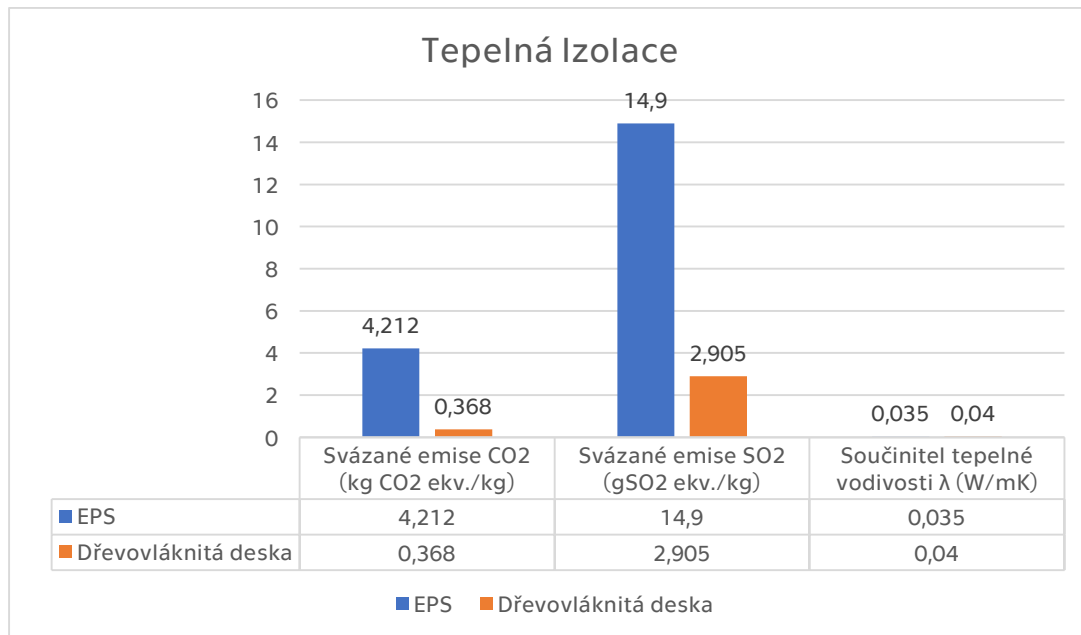
Z pohledu udržitelnosti hodnotím polystyren jako nevhodný materiál. Navrhuji zhodnotit a srovnat s dřevovláknitou izolací. Dřevovláknité desky jsou vyrobeny z recyklované celulózy, která pochází z novinového papíru, kartonu a dalšího recyklovatelného papírového odpadu. [26]

Výhody:

- Obnovitelný zdroj
- Výroba generuje nižší emise skleníkových plynů
- Jednoduchá recyklace

Nevýhody:

- Nasákavost
- Potenciální náchylnost k napadení hmyzem a plísní



Graf 6: [7]

Z hlediska tepelně izolačních vlastností je vhodnější EPS. Zpracovatelnost nemohu hodnotit, protože jsem pracoval pouze s EPS. Pro zlepšení udržitelnosti výstavby bych zvolil dřevovláknitou desku a zvýšil nejmenší tloušťku ze 150mm na 180mm pro zachování tepelně izolačních vlastností.

#### 4.5.6 Střešní PVC hydroizolace

PVC folie je běžně používaný materiál, na HDU pokrývá celou střechu. [25]

Výhody:

- Snadná údržba
- Odolnost vůči povětrnostním podmínkám

Nevýhody:

- Vyrobena z neobnovitelných zdrojů
- Při výrobě může docházet k emisím skleníkových plynů
- Při požáru vytváří nebezpečné emise

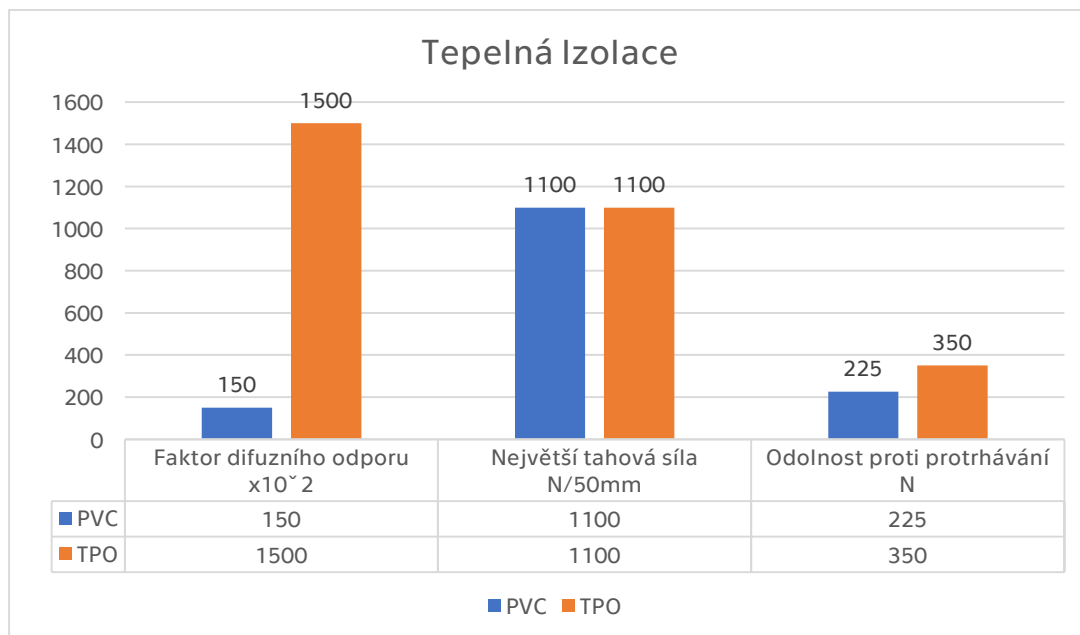
Materiál je svými vlastnostmi ideální a velmi oblíbený, ale z pohledu udržitelnosti bych zhodnotil spíše jako nevhodný. Jako alternativu jsem vybral folii z termoplastického olefinu – TPO. [27] [26]

Výhody:

- Výroba z recyklovaného materiálu
- Odolnost vůči UV záření
- Dlouhá životnost
- Při svařování se neuvolňuje kouř

Nevýhody:

- Náročnější pokládka
- Složitější údržba
- Horší paropropustnost



Graf 7: [28] [29] [29]

Vlastnosti materiálů jsou podobné, největší nevýhodou TPO folií je vysoký faktor difuzního odporu, je to tedy potřeba zohlednit při návrhu skladby střechy. Zpracovatelnost je údajně komplikovanější s TPO folií, což nemohu posoudit, protože jsem pracoval pouze s PVC folií. Každopádně zpracovatelnost obou materiálů není jednoduchá, je potřebný odborný přístup a zkoušky kvality. Přes to bych v projektu zvolil TPO folii. Neobsahuje těžké kovy a je jednodušeji recyklovatelná. Bohužel jsem nenašel informace o svázaných emisích k výrobě materiálů, ale mohu posoudit z pohledu recyklovatelnosti a odolnosti, že TPO folie lze brát jako udržitelnější materiál. Celý projekt byl prakticky řešením komplikací pro posun v udržitelnosti, proto bych tedy zanedbal komplikace při návrhu skladby a samotné realizaci, volím tedy TPO folii.

## 6 Závěr

Bakalářská práce aplikovala teoretické znalosti a východiska do praktické části práce. Po přečtení teoretické části práce čtenář získal přehled o možnostech, kritériích, technologiích a materiálech udržitelné výstavby. Plně tak mohl pochopit část praktickou, která se o tyto informace opírá. Dále autor porovnal základní materiály z hlediska enviromentálních vlivů a jejich mechanicko-fyzikálních parametrů.

V první části vlastní práce autor srovnal kvalitu lokality dvou konkrétních domů. Porovnal tím kvalitu oblíbených developerských lokalit v Praze a za hranicí Prahy. Výsledky jsou hodně podobné, přibližně o 7% zvítězila lokalita za Prahou.

Autor se jako součástí týmu First Life účastnil soutěže Solar Decathlon. Osobním přínosem tohoto projektu bylo poznání odborníků v oboru, od kterých se mnoho naučil, poznal nové technologie a materiály. Tyto zkušenosti následně aplikoval v praktické části, kde pro materiály, které nebyly dostatečně udržitelné, vyhledal alternativy a následně porovnal.

Přínosem projektu Solar Decathlon bylo zanechání odkazu. Na HDU jednotku se dodnes jezdí inspirovat architekti, projektanti a vývojáři materiálů a technologií. Dům, který tým postavil bude následujících několik let, umožňovat obyvatelům Evropy pokračovat v udržitelnosti směrem dopředu.

## 7 Seznam použitých zdrojů

- [1] MAIER, Karel. *Udržitelný rozvoj území*. 1. vydání. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4198-7.
- [2] *Udržitelný rozvoj* [online]. Praha 10: Ministerstvo životního prostředí, 2017 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny\\_\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny__rozvoj)
- [3] Udržitelná výstavba budov a její uplatňování ve střední Evropě. *Časopis stavebnictví* [online]. Praha: Informační centrum ČKAIT s.r.o., 2007, 1 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-udrzitelna-vystavba-budov-a-jeji-uplatnovani-ve-stredni-evrope.html>
- [4] *EEA* [online]. Kodaň: European Environment Agency, 2021 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications>
- [5] *Eurostat* [online]. Lucemburk: European Statistical System, 2020 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
- [6] *WHO* [online]. Ženeva: World health organization, 2015 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/253237>
- [7] *Envimat* [online]. Praha: EU, ČVUT, 2023 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz>
- [8] *Prostorová efektivita* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/s-pef-prostorova-efektivita-ab-vk-1/>
- [9] *Architektonická kvalita* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/s-arc-architektonicka-kvalita-rd-vk-1/>
- [10] *Kvalita vnitřního vzduchu* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/s-int-kvalita-vnitriho-vzduchu-ab-vk-1/>

- [11] *Tepelný komfort* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/s-tkz-tepelny-komfort-v-zimnim-obdobi-ab-vk-1/>
- [12] *Akustický komfort* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/s-aku-akusticky-komfort-ab-vk-1/>
- [13] *Vizuální komfort* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/s-viz-vizualni-komfort-ab-vk-1/>
- [14] *Metodika SBTool* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/ometodice/>
- [15] *Váhy kritérií* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/b-1-vahy-kriterii-a-minimalni-zisk-ab-vk-1/>
- [16] *Potenciál globálního oteplování* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/e-gwp-potencial-globalniho-oteplovani-ab-vk-1/>
- [17] *Kvalita místního ovzduší* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/l-air-kvalita-mistniho-ovzdusi-ab-vk-1/>
- [18] *Dostupnost služeb* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/l-dos-dostupnost-sluzeb-ab-vk-1/>
- [19] *Dostupnost veřejných míst pro relaxaci* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/l-dvm-dostupnost-verejnych-mist-pro-relaxaci-ab-vk-1/>

- [20] *Ekologická hodnota místa* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/l-eko-ekologicka-hodnota-mista-ab-vk-1/>
- [21] *Rizika lokality* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/l-riz-rizika-lokality-ab-vk-1/>
- [22] *Dostupnost veřejné hromadné dopravy* [online]. Praha: Národní platforma SBToolCZ, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/kriterium/l-vhd-dostupnost-verejne-hromadne-dopravy-ab-vk-1/>
- [23] *Deliverable - First Life*. Praha, 2021.
- [24] *SDE\_2122\_Compitition\_Source\_Book* [online]. Praha: Solar Decathlon Europe, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: [https://elpub.bib.uni-wuppertal.de/receive/duerpublico\\_mods\\_00000696?fbclid=IwAR1pkXDEohZqLx3Bf-de76Gl1SdeLMQATr9Bst2pCJ8wWT8uIWWqeYVJuil](https://elpub.bib.uni-wuppertal.de/receive/duerpublico_mods_00000696?fbclid=IwAR1pkXDEohZqLx3Bf-de76Gl1SdeLMQATr9Bst2pCJ8wWT8uIWWqeYVJuil)
- [25] *Swisspearl: Swisspearl Patina Signature* [online]. 2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: [https://www.swisspearl.com/media/8506/download/Datasheet%20Swisspearl%20Patina%20Signature\\_\\_Global.pdf?v=1](https://www.swisspearl.com/media/8506/download/Datasheet%20Swisspearl%20Patina%20Signature__Global.pdf?v=1)
- [26] *PECHAR s.r.o.: DREVENÉ FASÁDY - Fasádní profily Rhombus sibiřský modřín* [online]. Praha [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: [https://www.pechar.cz/editor/image/eshop\\_products\\_files/144/fasady\\_sibirsky\\_modrin\\_rhombus\\_technicky\\_list\\_file\\_en\\_144.pdf](https://www.pechar.cz/editor/image/eshop_products_files/144/fasady_sibirsky_modrin_rhombus_technicky_list_file_en_144.pdf)
- [27] *Mapei: Mapeplan® TM* [online]. [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: [https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider38/products-documents/1\\_mapeplan-tm-ceco\\_1cd39da216374569a1c2a62f4698d063.pdf?sfvrsn=5a95922f\\_0](https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider38/products-documents/1_mapeplan-tm-ceco_1cd39da216374569a1c2a62f4698d063.pdf?sfvrsn=5a95922f_0)
- [28] *DEK: Fólie hydroizolační z PVC-P DEKPLAN 76 šedá tl. 1,5 mm šířka 1,60 m (24 m2/role)* [online]. © 2023 DEK a.s. [cit. 2023-05-20]. Dostupné z:



<https://www.dek.cz/produkty/detail/1015102080-dekplan-76-kotveny-1-5mm-s-1-60m-seda-24m2/3144>

[29] *Mapei: MAPEPLAN TM*[online]. [cit. 2023-05-20]. Dostupné z:  
<https://www.mapei.com/cz/cs/vyrobky-a-reseni/seznam-vyrobku/product-detail/mapeplan-tm>

## 8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratek

### 8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Výsledné certifikáty dle celkového skóre .....	27
Obrázek 2: Solar Decathlon uvažovaný objekt [23] .....	40
Obrázek 3: Původní koleje Větrník nalevo, nově navrhované koleje napravo [23] .....	41
Obrázek 4: Vizualizace zvětšení prostor [23] .....	41
Obrázek 5: Vizualizace HDU [23] .....	42
Obrázek 6: HDU jednotka – řez [23] .....	43
Obrázek 7: HDU jednotka – půdorys .....	43
Obrázek 8: Fotografie z výstavby v UCEEB .....	49
Obrázek 10: Převoz HDU .....	50
Obrázek 11: Ocelová konstrukce kotvená do základu.....	52
Obrázek 12: Transformace kuchyně .....	52
Obrázek 13: Provizorní konstrukce pro zadržení dešťové vody .....	53
Obrázek 14: Svařování PVC folie .....	53
Obrázek 15: Hromada „všeho“ před buňkou.....	54
Obrázek 16: Finální verze HDU .....	54
Obrázek 17: Seznam disciplín [24] .....	58
Obrázek 18: Výsledné hodnocení [24].....	59
Obrázek 19:Packwall certifikát.....	61

## 8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Rodinné domy, váhy enviromentálních kritérií [15].....	28
Tabulka 2: Bodování kritéria potenciálu globálního oteplování [16] .....	29
Tabulka 3: Bodování kritéria výsledná průměrná roční koncentrace [17] .....	30
Tabulka 4: Kriteriaální meze pro Dostupnost služeb Horoměřice [18].....	31
Tabulka 5: Kriteriaální meze pro Dostupnost služeb Šeberov [18] [19] .....	32
Tabulka 6: Kriteriaální meze pro Dostupnost veřejných míst pro relaxaci Horoměřice [19].....	33
Tabulka 7: Kriteriaální meze pro Dostupnost veřejných míst pro relaxaci Šeberov [19].....	34
Tabulka 8: Kriteriaální meze pro ekologickou hodnotu místa Horoměřice [20].....	35
Tabulka 9: Kriteriaální meze pro ekologickou hodnotu místa Šeberov [20] .....	35
Tabulka 10: Kriteriaální meze pro riziko lokality Horoměřice [21].....	36
Tabulka 11: Kriteriaální meze pro riziko lokality Šeberov [21].....	36
Tabulka 12: Kriteriaální meze pro dostupnost VD Horoměřice [22].....	37
Tabulka 13: Kriteriaální meze pro dostupnost VD Šeberov [22].....	37
Tabulka 14: Vyhodnocení lokalit Horoměřice x Šeberov [22] .....	38
Tabulka 15: Porovnání Kolejů Větrník a HDU.....	46

### 8.3 Seznam grafů

Graf 1: Zdící prvky komparace [7] .....	21
Graf 2: Tepelná izolace komparace [7] .....	21
Graf 3: Deskové materiály komparace [7] .....	22
Graf 4: Podlahy komparace [7] .....	22
Graf 5: Fasádní desky [7] .....	63
Graf 6: [7] .....	66
Graf 7: [28] [29] [29] .....	68

## 8.4 Seznam použitých zkratk

**WHO** – World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

**LEED** – Leadership in Energy and Environmental Design (certifikace ekologického stavitelství)

**BREEAM** – Building Research Establishment Environmental Assessment Method (standard postupů v oblasti navrhování budov s důrazem na trvalou udržitelnost)

**CO<sub>2</sub>** – Oxid uhličitý

**HDU** – House demonstration unit (ukázková jednotka domu)

**FVE** – Fotovoltaická elektrárna

**CIGS** – Tenkovrstvé bezrámové fotovoltaické panely

**C24** – Třída pevnosti konstrukčního dřeva (Pevnost v ohybu – 24MPa)

**2BY4** – Poměr stran nosného sloupu ve stopách (2" x 4")

**CLT** – Cross laminated timber (křížem lepené dřevo)

**TZB** – Technické zařízení budov

**BOZP** – Bezpečnost ochrana a zdraví při práci

**UCEEB** – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

**EPS** – Expanded polystyren (pěnový polystyren)

**PVC** – Polyvinylchlorid

**TPO** – Termoplastické polyolefiny