

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



CERTIFIKACE BUDOV SE ZAMĚŘENÍM NA
TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Kateřina Čermáková

Vedoucí práce:

Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.

2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Čermáková	Jméno: Kateřina	Osobní číslo: 484557
Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor/specializace: Budovy a prostředí		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Certifikace budov se zaměřením na technická zařízení budov	
Název diplomové práce anglicky: Certification of buildings with a focus on building services systems	
Pokyny pro vypracování: Studie: Zpracování přehledu certifikačních systémů.	
Praktická část: Porovnání minimálně dvou certifikačních systémů při aplikaci na zvolené budově se zaměřením na oblast technických zařízení budov.	
Seznam doporučené literatury: 1. Příručka České rady pro šetrné budovy: https://www.czgbc.org/files/2021/01/738fb89879d9a56abcc3fb11ed7acce7.pdf 2. Přehled kreditů LEED: https://www.usgbc.org/credits 3. Přehled kreditů BREEAM (pro nově postavené budovy) dostupný na: https://bregroup.com/products/breeam/breeam-technical-standards/breeam-new-construction/ 4. https://www.sbtool.cz/	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 27. 9. 2023	Termín odevzdání DP v IS KOS: 8. 1. 2024 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu.

V Praze dne 1.1.2024

.....

Podpis

Poděkování

V první řadě děkuji mé vedoucí práce Ing. Pavle Dvořákové, Ph.D. za její podporu, odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce. Dále děkuji mé mentorce Karolíně Barič z firmy ZERO Architecture s.r.o., za odborné vedení a předně za poskytnutí podkladů k objektu Rezidence U Sluncové. Děkuji také respondentům mého dotazníkového průzkumu za jejich názory a čas. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu po celou dobu mého studia.

Obsah

Seznam zkratk	7
1 Úvod	10
2 Certifikace udržitelnosti budov	11
2.1 Motivace pro certifikaci budov	11
2.1.1 Developeři a majitelé	11
2.1.2 Nájemníci a obyvatelé objektu	11
2.1.3 Motivace z pohledu bank a finančních institucí	12
2.2 Certifikace budov v ČR	12
2.2.1 Počet certifikovaných projektů BREEAM	13
2.2.2 Počet certifikovaných projektů LEED	14
2.2.3 Počet certifikovaných projektů SBToolCZ.....	16
3 Certifikační systémy	17
3.1 BREEAM.....	17
3.1.1 Struktura systému BREEAM.....	17
3.1.2 Typy budov	18
3.1.3 Hodnocení.....	20
3.2 LEED	20
3.2.1 Struktura systému LEED	21
3.2.2 Typy projektů.....	22
3.2.3 Hodnocení.....	24
3.3 SBToolCZ.....	25
3.3.1 Schéma hodnocení systémem SBtoolCZ.....	25
3.3.2 Typy projektů.....	26
3.3.3 Hodnocení.....	27
3.4 WELL	28
3.5 DGNB	29
3.6 HAIEQ.....	29
4 Residence U Sluncové	31
4.1 Popis objektu.....	31
4.2 Technické řešení objektu	32
4.2.1 Vodovod.....	32
4.2.2 Splašková kanalizace	33
4.2.3 Dešťová voda.....	33
4.2.4 Vytápění.....	34
4.2.5 Vzduchotechnika	35
4.2.6 Chlazení	35

4.3	Posouzení budovy Rezidence U Sluncové třemi certifikačními systémy se zaměřením na TZB	36
4.3.1	Spotřeba vody	41
4.3.2	Měření spotřeby vody	45
4.3.3	Zadržování vody na pozemku	47
4.3.4	Měření energie	52
4.3.5	Obnovitelné zdroje energie	56
4.3.6	Energetická náročnost	60
4.3.7	Větrání objektu a kvalita vnitřního vzduchu	65
4.3.8	Radon	73
4.3.9	Akustika	76
4.3.10	Osvětlení	81
4.3.11	Tepelná pohoda	85
4.3.12	Chlazení	89
4.3.13	Emise NOx	93
4.3.14	Následné řešení TZB	96
4.3.15	Kvalita vody	97
4.3.16	Izolace potrubí teplé vody	97
4.3.17	Potenciál okyselování prostředí	97
4.3.18	Potenciál tvorby přízemního ozonu	99
4.4	Návrh nových technických řešení v objektu v oblasti TZB a zhodnocení jeho vlivu na jednotlivé certifikační systémy	101
4.4.1	Využití obnovitelných zdrojů energie	101
4.4.2	Návrh nuceného větrání v objektu	107
4.4.3	Využití šedé vody v objektu	113
4.5	Vyhodnocení jednotlivých certifikačních systémů v oblasti TZB	117
4.6	Celkové hodnocení certifikačních systémů	120
4.6.1	BREEAM	120
4.6.2	LEED	121
4.6.3	SBToolCZ	121
4.7	Ekonomické zhodnocení navržených opatření	122
4.7.1	Náklady na instalaci fotovoltaické elektrárny	123
4.7.2	Náklady na pořízení VZT jednotky s rekuperací	123
4.7.3	Náklady na instalaci systému šedé vody	123
4.7.4	Celkové náklady a výše investice	123
4.7.5	Dotazníkové šetření	124
4.7.6	Výsledky ekonomického zhodnocení	131
5	Závěr	132
	Použité zdroje	135
	Seznam obrázků	141
	Seznam tabulek	142
	Seznam grafů	143
	Seznam příloh	144

Seznam zkratk

BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method
C ₂ H ₄	Ethen
CO ₂	Oxid uhličitý
CZT	Centrální zásobování teplem
ČOV	Čistírna odpadních vod
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DPS	Dokumentace provedení stavby
FVE	Fotovoltaická elektrárna
GWP	Global Warming Potential
HAIEQ	Holistic Assessment of Indoor Environment Quality
HERS	The Home Energy Rating System
IGP	Inženýrsko - geologický průzkum
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MaR	Měření a regulace
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
NO _x	Oxidy dusíku
ODP	Ozone Depletion Potential
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
PCI	Performance Cost Index, Výkonnostní index nákladů
PMV	Predicted Mean Vote
PO ₄ ³⁻	Fosforečnany, fosfáty
PPD	Predicted Percentage of Dissatisfied
PVK	Pražské vodovody a kanalizace
SO ₂	Oxid siřičitý
TVOC	Total Volatile Organic Compounds
TZB	Technické zařízení budov
VZT	Vzduchotechnika

Abstrakt

Tato diplomová práce je zpracovaná na téma: Certifikace budov se zaměřením na technická zařízení budov. Cílem této práce je seznámení s certifikačními systémy budov BREEAM, LEED, SBToolCZ, WELL, DGNB a HAIEQ. V práci jsou popsány jednotlivé certifikační systémy a je provedena analýza počtu certifikovaných budov v České republice pro tři nejrozšířenější systémy.

Druhá část diplomové práce se věnuje certifikaci bytového komplexu Rezidence U Sluncové. Z certifikačních systémů BREEAM, LEED a SBToolCZ jsou vybrány kredity, které souvisí s vnitřním prostředím a technickým zařízením budov. Tyto kredity jsou následně rozděleny do osmnácti kategorií. V rámci této části práce je porovnáno, jak na jednotlivé kategorie nahlíží dané certifikační systémy.

V další fázi jsou navržena opatření v oblasti technických zařízení budov, která by mohla vést k lepšímu bodovému ohodnocení v rámci jednotlivých certifikačních systémů. Pro porovnání přínosu těchto opatření je vyhotovena certifikace bytového komplexu pro všechny tři certifikační systémy.

V závěru této diplomové práce je provedeno ekonomické zhodnocení navržených opatření, jehož součástí je i dotazníkové šetření. Z tohoto dotazníkového šetření je možné určit, zda investice do opatření bude mít z finančního hlediska smysl.

Klíčová slova

Certifikační systémy budov, BREEAM, LEED, SBToolCZ, porovnání, technické zařízení budov

Abstract

This thesis elaborates on the topic: Certification of building with a focus on the technical services systems. This thesis aims to acquaint you with building certification systems such as BREEAM, LEED, SBToolCZ, WELL, DGNB, and HAIEQ. The thesis outlines individual certification systems and conducts a comprehensive analysis of numerous certified buildings in the Czech Republic, focusing on the three most widespread systems.

The second part of the thesis is dedicated to the certification of the residential complex "Rezidence u Sluncové". Credits related to the indoor environment and technical systems are selected from the BREEAM, LEED, and SBToolCZ certification systems. These credits are subsequently divided into eighteen categories. Within this part of the thesis, a comparison is made of how each certification system perceives and evaluates these specific categories.

In the next phase strategic measures in the realm of technical services systems are proposed which, in my opinion, could lead to a better point assessment within the individual certification systems.

To compare the impact of these measures, the residential complex is certified for all three certification systems. In the concluding section of this thesis, an economic evaluation of the proposed measures is undertaken, including a survey in form of questionnaire. This survey will help determine whether the investment in these measures is financially favorable.

Key words

Building certification systems, BREEAM, LEED, SBToolCZ, comparison, building services systems

1 Úvod

V dnešní době, kdy je na udržitelnost ve výstavbě kladen čím dál tím větší důraz, se certifikace udržitelnosti budov stává nástrojem, který nejen reaguje na současné ekologické a ekonomické výzvy, ale také vytváří směr, kterým by se stavebnictví v budoucnosti mohlo ubírat.

Certifikace udržitelnosti budov představuje propracovaný hodnotící systém, který se zaměřuje na celý životní cyklus stavby. Od výběru materiálu přes energetickou náročnost až po sociální dopady na uživatele a okolí.

Pokud budova získá certifikát udržitelnosti, znamená to, že je již od návrhu řešena komplexně, což pro budoucí obyvatele skýtá několik zásadních výhod oproti běžné výstavbě.

Z ekonomického hlediska nám nabízí snížení provozních nákladů, zvyšuje hodnotu nemovitosti a je zajímavá pro investory. Ekologicky představuje snížení uhlíkové stopy, efektivnější využívání zdrojů a podporu biodiverzity. Ze sociálního hlediska nám přinášejí lepší kvalitu života pro obyvatele objektu a vylepšuje pracovní prostředí.

Význam certifikace nespočívá pouze v přítomnosti, ale i v budoucnosti, kdy se stane standardem pro výstavbu udržitelných domů pro nás i budoucí generace.

Tato diplomová práce se zabývá tím, jaký vliv mají technologie instalované v bytovém domě na hodnocení jednotlivých certifikačních systémů. Cílem této práce je porovnat certifikační systémy BREEAM, LEED a SBToolCZ a zjistit, zda by se při instalaci navržených opatření jejich výsledné hodnocení zlepšilo. Pro doplnění bude provedeno i ekonomické zhodnocení investice do navržených opatření, a také bude vytvořeno dotazníkové šetření, jež nám ukáže, jak se na certifikaci budov a udržitelné bydlení dívá veřejnost.

2 Certifikace udržitelnosti budov

2.1 Motivace pro certifikaci budov

Motivace pro získání certifikátu budovy se může lišit pro jednotlivé skupiny lidí, avšak podstata zůstává stejná. Jde o vytvoření budovy, která bude nejen dobře vypadat a fungovat, ale také o to, jakým způsobem bude k celému procesu od návrhu až po provoz budovy přistupováno. V následujících podkapitolách se podíváme podrobněji na motivaci různých skupin lidí.

2.1.1 Developeři a majitelé

Pro developery a majitele budov může být získání certifikátu zajímavé a motivující hned z několika důvodů. Certifikovaná budova může být atraktivnější pro nájemce a investory, což může vést k rychlejšímu obsazení a zároveň může zvýšit její tržní hodnotu. Certifikace budovy může být také silným marketingovým prvkem. Developeři tak mohou využít certifikátu k propagaci svých projektů a přilákat více zájemců o koupi či pronájem budovy nebo její části.

2.1.2 Nájemníci a obyvatelé objektu

Certifikované budovy mají obvykle nižší náklady na vytápění, chlazení a větrání. To umožňuje nájemníkům objektů snižovat své měsíční náklady na bydlení a provoz. V rámci certifikace se klade také důraz na kvalitu vnitřního prostředí. Splnění aspektů řešených v rámci kvality vnitřního prostředí má pozitivní vliv na zdraví a na pohodu obyvatel bytových domů. Jestliže se jedná o administrativní budovy, je důležité dbát na kvalitní pracovní prostředí, kterého lze dosáhnout dostatečným osvětlením a kvalitou vnitřního vzduchu. Dosažením vhodných podmínek na pracovišti se může a pravděpodobně bude zvyšovat produktivita zaměstnanců a snižovat jejich nemocnost.

2.1.3 Motivace z pohledu bank a finančních institucí

Certifikované budovy, které splňují určité standardy, mají obvykle pozitivní vliv na hodnocení bank a finančních institucí. Certifikace mohou sloužit jako důkaz odborně navržené a udržitelné stavby, což poskytuje bankám větší jistotu v dlouhodobé udržitelnosti a hodnotě nemovitosti. Celkově finanční instituce a banky vnímají certifikované budovy jako méně rizikové, a proto jsou schopny v případě jejich výstavby nebo rekonstrukcí nabídkou zvýhodněné financování.

2.2 Certifikace budov v ČR

První budova, která byla v České republice certifikovaná, bylo ředitelství ČSOB v Praze. Tato budova získala v roce 2010 certifikát LEED Gold pro New Construction. Ve zmíněném roce byly vydány i první certifikáty BREEAM a SBToolCZ. [9,23]

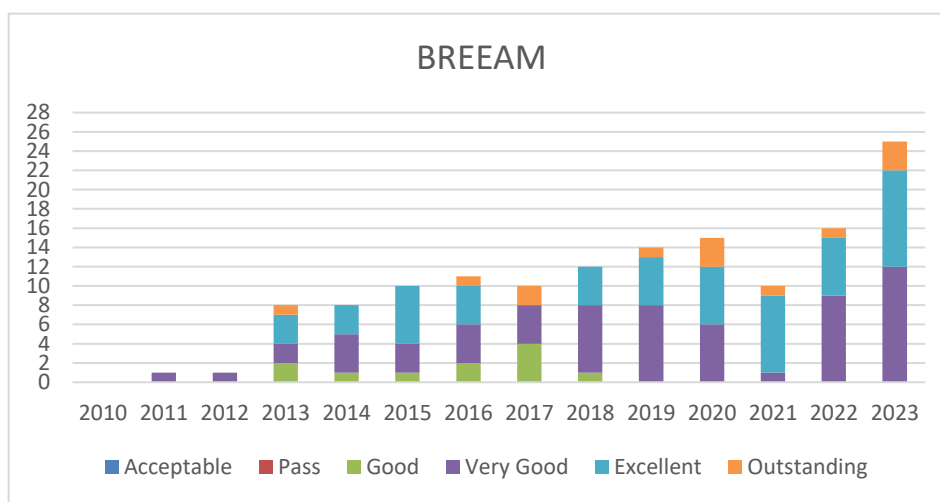
Od roku 2012 se začaly certifikovat i již stávající budovy, tedy budovy ve fázi provozu. První takto certifikovanou budovou byl Vyšehrad Victoria. Tento objekt získal certifikát LEED EB: OM v úrovni Gold. [9]

V České republice je nejvíce využíván certifikační systém BREEAM, pomocí kterého je k roku 2023 ohodnoceno 141 budov. Za ním se řadí certifikační systém LEED s počtem 81 certifikovaných budov a poté je certifikační systém SBToolCZ, který má k roku 2023 34 certifikovaných budov. Ostatní certifikační systémy jako jsou WELL, DGNB a HAIEQ nejsou pro hodnocení v České republice tak časté. [6,9,25,41]

V následujících grafech jsou zobrazeny certifikáty, které jsou uděleny k listopadu roku 2023. Pro tvorbu tohoto porovnání bylo vycházeno z dostupných podkladů na webových stránkách jednotlivých certifikačních systémů.

2.2.1 Počet certifikovaných projektů BREEAM

Z níže uvedené tabulky můžeme vidět, že je největší počet budov certifikováno na úrovni Very Good. V posledních letech stoupá počet certifikací na vyšších úrovních, a naopak nižší úrovně hodnocení nejsou od roku 2019 téměř udělovány. Na základě zpracovaného grafu 1 je zřejmé, že počet projektů hodnocených systémem BREEAM stále stoupá. Do listopadu roku 2023 proběhlo již 25 certifikací, což je oproti loňskému roku nárůst téměř o polovinu. [6]



Graf 1 – Počet vydaných certifikátů BREEAM v jednotlivých letech

BREEAM						
	Acceptable	Pass	Good	Very Good	Excellent	Outstanding
2010	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	1	0	0
2012	0	0	0	1	0	0
2013	0	0	2	2	3	1
2014	0	0	1	4	3	0
2015	0	0	1	3	6	0
2016	0	0	2	4	4	1
2017	0	0	4	4	0	2
2018	0	0	1	7	4	0
2019	0	0	0	8	5	1
2020	0	0	0	6	6	3
2021	0	0	0	1	8	1
2022	0	0	0	9	6	1
2023	0	0	0	12	10	3
Celkem	0	0	11	62	55	13

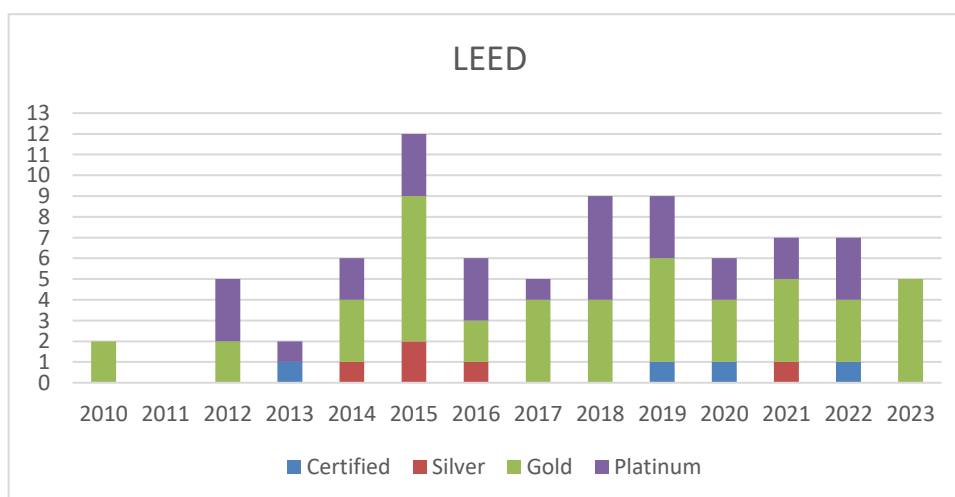
Tab. 1- Počet certifikovaných projektů BREEAM v ČR [6]



Obr. 1 – Panattoni Park Cheb South – BREEAM certifikát
OUTSTANDING v roce 2023 [13]

2.2.2 Počet certifikovaných projektů LEED

Certifikační systém LEED je druhý nejčastější systém používaný v ČR. Nejvyšší počet certifikací je na úrovni Gold, kterých je dle dostupných podkladů k listopadu roku 2023 44. Z níže uvedeného grafu můžeme vidět, že nedochází k velkému nárůstu počtu udělených certifikátů. Nejvíce, tedy 12, jich bylo uděleno v roce 2015 a od té doby je každoročně počet certifikací LEED pod hranicí 10. [25]



Graf 2 – Počet vydaných certifikátů LEED v jednotlivých letech

LEED				
	Certified	Silver	Gold	Platinum
2010	0	0	2	0
2011	0	0	0	0
2012	0	0	2	3
2013	1	0	0	1
2014	0	1	3	2
2015	0	2	7	3
2016	0	1	2	3
2017	0	0	4	1
2018	0	0	4	5
2019	1	0	5	3
2020	1	0	3	2
2021	0	1	4	2
2022	1	0	3	3
2023	0	0	5	0
Celkem	4	5	44	28

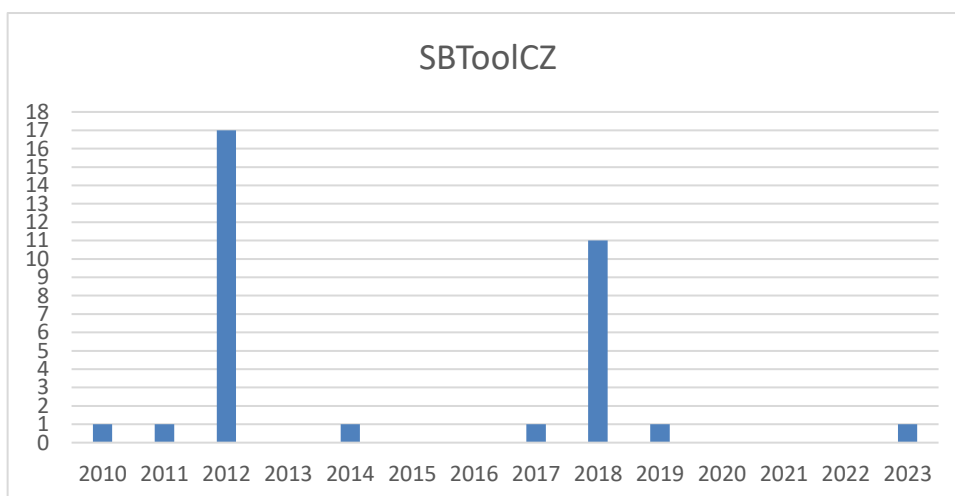
Tab. 2 – Počet certifikovaných projektů LEED v ČR [25]



Obr. 2 – Komplex Rustonka Office – LEED certifikát GOLD v roce 2023 [12]

2.2.3 Počet certifikovaných projektů SBToolCZ

Počet certifikovaných budov certifikačním systémem SBToolCZ bylo určeno z dostupných podkladů na webových stránkách SBToolCZ online a z příručky, kterou vydala Česká rada pro šetrné budovy. Dle dostupných informací bylo k roku 2020 33 certifikovaných budov certifikačním systémem SBToolCZ. Jednalo se o certifikaci rezidenčních objektů, škol a administrativních objektů. V roce 2023 byla certifikovaná další škola. Dále jsou dostupné informace o jedné administrativní budově a jedné škole, u kterých nyní probíhá certifikace systémem SBToolCZ. [9,41]



Graf 3 – Počet vydaných certifikátů SBToolCZ v jednotlivých letech [41]



Obr. 3 – SŠ Českobrodská – SBToolCZ Zlatý certifikát v roce 2017 [41]

3 Certifikační systémy

3.1 BREEAM

Systém BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) vznikl ve Velké Británii v roce 1990 a patří mezi nejstarší hodnotící systémy na světě. Tento certifikační systém umožňuje hodnotit budovy ve všech fázích životního cyklu. Tedy ve fázi projektu, výstavby, provozu a přestavby. Kromě samotných budov lze pomocí BREEAM certifikovat i projekty v oblasti urbanismu a infrastruktury. [9]



Obr. 4 – Logo BREEAM [7]

3.1.1 Struktura systému BREEAM

Nejčastěji využívané systémy hodnocení BREEAM v České republice jsou BREEAM International New Construction a BREEAM In-Use. Další méně využívané systémy jsou BREEAM Infrastructure, BREEAM Communities nebo BREEAM Refurbishment & Fit-out. Systém, kterým bude probíhat hodnocení je vybrán na základě toho, v jakém stádiu výstavby se projekt vyskytuje.

BREEAM New Construction se skládá z devíti oblastí, z nichž každá má odlišné požadavky. Za každou oblast lze získat určitý počet kreditů. Kredity jsou pro jednotlivé oblasti přiděleny podle důležitosti z hlediska environmentálního dopadu. V oblastech jsou i požadavky, které nejsou ohodnoceny kredity, ale jsou pro certifikaci tímto systémem požadované. Oblasti hodnocení jsou zobrazeny na Obr. 5. [9]



Obr. 5 – Oblasti hodnocení v BREEAM New Construction [11]

Nejnovější verze BREEAM In-Use v6 pro stávající budovy se od starší, ale stále platné verze BREEAM In-Use 2015 lehce liší v oblastech, které jsou hodnoceny. Byly nahrazeny oblasti Materiály a Odpady (Materials and Waste). Tyto oblasti se vyskytují v nové oblasti Zdroje a částečně také Odolnost (Resources and Resilience). Oblasti hodnocení jsou zobrazeny na Obr. 6. [9]



Obr. 6 – Oblasti hodnocení v BREEAM In-Use v6 [11]

3.1.2 Typy budov

3.1.2.1 Novostavby a rekonstrukce

U novostaveb je využíván certifikační systém **BREEAM International New Construction v6**. Jedná se o mezinárodní verzi systému, kterou je možno užívat

celosvětově pro hodnocení nových budov. Některé státy mají vytvořené vlastní modifikace tohoto systému, které jsou přizpůsobeny jejich lokálním podmínkám. Tyto modifikace vyvíjí organizace National Scheme Operator. Mezi země, které mají svoji modifikaci patří Španělsko, Nizozemsko nebo Švédsko.

Hodnocení může probíhat ve fázi projektu nebo již ve fázi výstavby. Toto schéma je určeno pro novou výstavbu je určeno pro:

- Rezidenční výstavbu – rodinné domy, bytové domy
- Komerční budovy – kanceláře, průmyslové objekty, obchody
- Vzdělávací zařízení – školky, školy, univerzity
- Ubytovací zařízení dlouhodobé a krátkodobého charakteru – koleje, hotely
- Specifické objekty – např. knihovny, kina, radnice, plovárny, zdravotnická zařízení

Systémem BREEAM je možné posuzovat administrativní objekty ve fázi Shell, Shell and Core nebo ve fázi plného vybavení objektu. Posouzení ve fázi Shell zahrnuje základové a obvodové konstrukce, okna, dveře a hlavní vnitřní konstrukce. Fáze Shell and Core poté zahrnuje vše již uvedené plus technické zařízení budovy. Rezidenční objekty je poté možné posuzovat ve fázi Partially-fitted nebo Fully-fitted. [5,9]

Certifikačním nástroj, jenž je využíván pro rekonstrukce se nazývá **BREEAM Refurbishment and Fit out**. [9]

3.1.2.2 Provoz budovy

Pro certifikaci stávajících budov se využívá systém **BREEAM In-Use**. Tento systém se zaměřuje především na aktuální stav budovy a její správu. Charakteristickou vlastností těchto certifikací je jejich omezená platnost. Je nezbytné certifikáty pravidelně obnovovat a opětovně projekty certifikovat.

Tento systém má tu výhodu, že je flexibilní, pokud jde o rozsah hodnocení. Může být hodnocena pouze část budovy, jednotlivý fit-out (vybavení prostoru), několik pater budovy nebo společné prostory budovy. Platné verze jsou **BREEAM In-Use 2015** a verze **BREEAM In-Use v6**, která je složena ze dvou částí. [9,4]

- Budova – posuzují se zde funkční vlastnosti budovy s ohledem na typ stavby a systémy TZB. Podmínkou pro využití této části je vybavení nejméně 80% hrubé podlažní plochy v době podání projektu k certifikaci.

- Správa budovy – podmínkou pro použití této části je, že nesmí být neobsazeno více jak 20% hrubé podlažní plochy při podání projektu k certifikaci. Objekt musí být v době, kdy je podáván k certifikaci využíván alespoň 12 měsíců, za které musí být známy spotřeby médií.

Každá z těchto částí se hodnotí samostatně a za každou část se získává konečný bodový zisk.

3.1.3 Hodnocení

U certifikačního systému BREEAM je pro každou oblast určený jiný počet kreditů. Tyto kredity se následně vynásobí váhami, které jsou přiděleny k jednotlivým oblastem. Poté se jednotlivé kreditové skóre za všechny oblasti sečte, a tím získáme celkový procentuální zisk. Hodnocení se určuje v procentech, kdy maximální procentuální zisk je 110 %. Za běžné kredity je získáno 100 % a zbylých 10 % se získává za inovativní kredity. Inovativní kredity se liší pro každou zemi a také podle systému, pomocí kterého je prováděno hodnocení. Dle výsledků se budova zařadí do jedné z níže uvedené úrovně hodnocení. [5,9]

Úroveň certifikace	BREEAM NC v2	BREEAM In-USE v6
Unclassified	<30 %	<10 %
Acceptable	-	>10 %
Pass	>30 %	>25 %
Good	>45 %	>40 %
Very Good	>55 %	>55 %
Excellent	>70 %	>70 %
Outstanding	>85 %	>85 %

Tab. 3- Úrovně hodnocení BREEAM [4,5]

3.2 LEED

Certifikace LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) prošla postupným vývojem od svého uvedení na trh v roce 1998, aby zohledňovala technologický pokrok ve stavebnictví. Současné platné verze pro hodnocení budov jsou v4 a v4.1. Verze v4.1 je přísnější z hlediska požadavků na technické standardy. [9]



Obr. 7 – Logo LEED [1]

3.2.1 Struktura systému LEED

Hodnotící systém LEED se skládá z celkem devíti hodnocených oblastí na Obr. 8. Každá oblast zahrnuje určité kredity, které se liší podle typu projektu. Body za jednotlivé kredity jsou rozděleny dle důležitosti. Některé kredity jsou povinné a je nutné je pro získání certifikace splnit.



Obr. 8 – Oblasti hodnocení LEED v4.1 [3]

3.2.2 Typy projektů

3.2.2.1 Novostavby a rekonstrukce

U novostaveb a rekonstrukcí je pro obálku budovy nebo celou budovu využíván systém **LEED BD+C** (Building Design and Construction). Na základě specifik daného projektu je poté několik variant, které lze pro hodnocení použít. [9,26]

- **LEED BD+C: New Construction and Major Renovation**

Tento systém hodnocení je používán k hodnocení budov, které nejsou níže specifikovány. Jestliže se jedná o multifunkční objekt, je projekt zařazen do kategorie podle funkce, která převládá.

- **LEED BD+C: Core and Shell Development**

Toto schéma je vhodné pro projekty, u nichž není znám uživatel. Předmětem certifikace je pouze obálka budovy, společné prostory a technická zařízení budovy.

- **LEED BD+C: Data Centers**

Systém pro certifikaci datových center.

- **LEED BD+C: Healthcare**

Schéma určené pro certifikaci nemocnic a zdravotnických zařízení.

- **LEED BD+C: Hospitality**

Toto schéma je určené pro hodnocení ubytovacích služeb jako jsou hotely, motely atd..

- **LEED BD+C: Retail**

Tento systém řeší certifikaci obchodů. Lze v něm hodnotit také banky, restaurace, obchodní centra atd.

- **LEED BD+C: Schools**

Schéma hodnocení určené pro vzdělávací zařízení.

- **LEED BD+C: Warehouses and Distribution Centres**

Schéma je určené k hodnocení skladovacích a distribučních prostorů.

- **LEED BD+C: Homes and Multifamily Lowrise**

Schéma se využívá k hodnocení rodinných domů a bytových domů, které mají méně jak 3 nadzemní podlaží.

- **LEED BD+C: Multifamily Midrise**

Tento hodnotící systém je určen pro rezidenční budovy, které mají více než 3 nadzemní podlaží.

Pro certifikaci interiérů budov je využíván systém LEED ID+C (Interior Design and Construction). Aby tento certifikační systém mohl být použit je nutné, aby minimálně 60% hrubé podlahové plochy interiéru bylo dokončeno v době certifikace. Toto certifikační schéma má opět několik variant, které lze pro hodnocení použít. [9,26]

- **LEED ID+C: Commercial Interiors**

Toto schéma může být využito pro všechny komerční prostory, kromě obchodů a ubytovacích a stravovacích služeb, které mají vlastní schémata hodnocení.

- **LEED ID+C: Retail**

Využívá se k hodnocení obchodů

- **LEED ID+C: Hospitality**

Využívá se ubytovací a stravovací služby

3.2.2.2 Provoz budovy

Pro stávající budovy slouží certifikační systém LEED O+M (Operations and Maintenance). Aby mohl být tento systém použit, musí být budova obsazená a v provozu minimálně jeden rok. Do hodnocení vstupuje celá hrubá podlahová plocha objektu. Stejně jako u předchozích certifikačních systémů zahrnuje tento systém více schémat, která se liší pro jednotlivé typy objektů. [9,26]

- **LEED O+C: Existing Buildings**

Tento systém hodnocení je možné použít v případě, kdy se nejedná o žádný z níže zmíněných objektů.

- **LEED O+C: Retail**

- **LEED O+C: Schools**

- **LEED O+C: Hospitality**

- **LEED O+C: Data Centers**

- **LEED O+C: Warehouses and Distribution Centres**

- **LEED O+C: Multifamily**

Hodnocení je nutné provést pro minimálně 20 bytových jednotek v rámci bytového domu nebo celého komplexu

- **LEED O+C: Existing Interiors**

Toto schéma slouží k certifikaci stávajících interiérů kanceláří, obchodů a hotelů.

3.2.3 Hodnocení

Pro získání certifikátu LEED je nutné získat nejméně 40 bodů. Systém je složen z povinných kreditů a z volitelných kreditů. Povinné kredity musí být pro získání certifikátu splněny vždy. Na základě bodů z volitelných kreditů poté budova získá výslednou úroveň certifikátu. [26]

- Certified 40-49 bodů
- Silver 50-59 bodů
- Gold 60-79 bodů
- Platinum 80+ bodů



Obr. 9 – Stupnice hodnocení LEED [40]

3.3 SBToolCZ

SBToolCZ je certifikační program, který hodnotí komplexní kvalitu budovy s důrazem na zásady udržitelné výstavby. Lokální varianty tohoto certifikačního systému se používají ve Španělsku, Portugalsku nebo v Itálii. Hlavní výhodou tohoto certifikačního systému v České republice je začlenění českých legislativních poměrů a také nižší cena v porovnání s certifikáty ze zahraničí. První verze pro bytové domy byla představena roku 2010, což jsou zhruba 3 roky poté, co na vývoji začala pracovat Česká společnost pro udržitelnou výstavbu společně s Fakultou stavební ČVUT v Praze. Následně byly vyhotoveny metodiky pro další typy budov. V roce 2011 byla vyhotovena metodika pro administrativní budovy, v roce 2013 následovala druhá verze pro bytové domy. Ve stejném roce byla představena i metodika pro rodinné domy a v roce 2016 i pro školské budovy. V roce 2022 byly vydány nové verze všech již výše zmíněných metodik a k tomu byla vydána metodika pro budovy terciálního vzdělávání. [9,45]



Obr. 10 – Logo SBToolCZ [11]

3.3.1 Schéma hodnocení systémem SBtoolCZ

Certifikační systém SBToolCZ se skládá ze tří základních pilířů, které vstupují do hodnocení a čtvrtého pilíře, který se nepodílí na výsledku certifikátu kvality. Hodnocená kritéria jsou tato: [42]

- E – Enviromentální
- S – Sociálně-kulturní
- C – Ekonomika a management

Čtvrté kritérium, které nespadá do hodnocení je L- Lokalita.

3.3.2 Typy projektů

3.3.2.1 Novostavby a rekonstrukce

Pro nově navržené budovy existují varianty pro hodnocení podle typu budovy. Pokud se jedná o smíšený provoz, využívá se varianta hodnocení provozu, jehož účel převládá. V rámci hodnocení rekonstrukce, se hodnotí vždy až vzniklý stav po rekonstrukci. Pokud dojde k odstranění a následnému vybudování více jak 50 % objemu stavby, uvažuje se objekt jako novostavba. [9]

- Rodinné domy
- Bytové domy
- Administrativní budovy
- Školské budovy
- Budovy terciálního vzdělávání



Obr. 11 – Typologie budovy v metodice SBToolCZ [45]

3.3.3 Hodnocení

Hodnocení pro získání certifikátu je odlišné než u předchozích dvou certifikačních systémů. Každé kritérium ze tří základních skupin, které vstupuje do hodnocení, je posouzeno a následně mu jsou přiděleny body od 0 do 10. Body přiřazené jednotlivým kreditům mají následující význam:

- 0-3,9 body obvyklý stav v ČR – standardní
- 4-5,9 bodů dobrá kvalita
- 6-7,9 bodů vysoká kvalita
- 8-10 bodů nejvyšší kvalita

Následně se body vynásobí definovanými vahami, které jsou přiděleny jednotlivým kritériím. Tyto vážené body se následně sečtou a určí se tak celkový výsledek. Výsledky jsou opět ve stupnici od 0 do 10 a tato hodnota určuje celkovou úroveň návrhu budovy. Na základě bodového zisku je budově přidělen jeden ze čtyř certifikátů. Pro získání stříbrného nebo zlatého certifikátu musí být navíc splněna požadovaná kritéria na určitý počet bodů, jinak se nelze o tyto certifikáty ucházet. [42]

- Zlatý certifikát 8-10 bodů
- Stříbrný certifikát 6-7,9 bodů
- Bronzový certifikát 4-5,9 bodů
- Základní certifikát 0-3,9 bodů



Obr. 12 – Certifikáty SBTtoolCZ [11]

3.4 WELL

Certifikační systém WELL je jeden z nejmladších certifikačních systémů. Byl uveden na trh v roce 2014. V porovnání s ostatními certifikačními nástroji se WELL zaměřuje jen na určité oblasti, které mají vliv na lidské zdraví a spokojenost uživatelů. Oproti ostatním certifikačním systémům se zaměřuje na určité oblasti velmi podrobně a jiné oblasti jako je například energetická náročnost budovy vůbec nehodnotí. Jelikož tento nástroj nehodnotí budovu komplexně, kombinuje se většinou s certifikačními systémy LEED nebo BREEAM. [9,16]



Obr. 13 – Logo WELL [11]

První verze tohoto systému byla uvedena v roce 2014 a měla označení v1. Pilotní verze v2 byla představena v roce 2018 a v roce 2020 se stala standardní verzí.

V rámci certifikace WELL je možné certifikovat novou budovu i již existující budovu. Stejně jako u ostatních systémů, je možné certifikovat jen vnitřní část (fit-out), budovu bez vybavení (core and shell) nebo kompletní budovu s vybavením. Systém je využíván především v kancelářských budovách. V rezidenčních objektech jeho využití zatím není příliš obvyklé.

Obdobně jako u BREEAM In-Use je platnost certifikátu omezena. Certifikát je platný 3 roky, během kterých je správce budovy povinen dokládat fotografie a doklady, které prokazují řádnou péči o budovu. Po třech letech místo navštíví prověřená osoba, která provede testy a měření, stejně jako při získání certifikátu, aby mohl být certifikát prodloužen. [9,16]

3.5 DGNB

Certifikační systém DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - Německá rada pro šetrnou výstavbu) byl založen v roce 2009 v Německu. Staví na komplexním pojetí udržitelnosti v budovách a je rozčleněn do tří pilířů: enviromentálních kritérií, ekonomických kritérií a sociokulturních a funkčních kritérií. Tento certifikační systém se zaměřuje na hodnocení celého ekonomického a životního cyklu budovy. Tento přístup k certifikaci je náročný a komplikovaný na vyhodnocení, jelikož je velice komplexní. To je také důvod vyšší ceny za provedení této certifikace.

Hodnocení se provádí pro projekty budov, interiéry i urbanistické celky ve všech zemích. Nejnovější verze tohoto systému byla publikovaná v roce 2020. [9]



Obr. 14 – Logo DGNB [11]

3.6 HAIEQ

Jedná se o novou metodiku, která byla vydána v roce 2022 Fakultou stavební ČVUT. Tato metodika se zabývá zejména vnitřním prostředím objektu, takže bychom ji mohli přirovnat k certifikačnímu systému WELL. Metodiku lze použít pro všechny fáze procesu výstavby.

Metodika se skládá z několika kritérií, mezi které patří:

- LS – Lokalita a umístění budovy z hlediska vnějšího prostředí s sociálních vztahů
- STI – Stavebně-technické řešení a interiér posuzované budovy

- TCW – Tepelný komfort v zimním období
- TCS – Tepelný komfort v letním období
- IAQ – Kvalita vnitřního vzduchu
- LC – Světelná pohoda
- AC – Akustická pohoda
- EC – Elektromagnetická, -iontová,-statická pole, ionizační záření

Každé z těchto osmi kritérií obsahuje 3-10 dílčích kritérií, z nichž každé je hodnoceno body 1-3 anebo N, což znamená neohodnoceno. Posuzovaný objekt se rozdělí do několika zón, které určí hodnotitel.

Hodnocení v rámci této metodiky probíhá formou měření, matematického modelu a dotazníkového šetření. Výstupem hodnocení jsou informace o současném plnění kritéria a také informace o tom, jaký je potenciál pro zlepšení kvality vnitřního prostředí nebo naopak jaké existují nedostatky z hlediska vnitřního prostředí.

Pokud je k dispozici dostatek údajů k posouzení kritéria a nejsou žádná doporučení ke zlepšení stávajícího stavu, je kritérium hodnoceno stupněm 1. Pokud jsou navržena opatření, která vedou ke zlepšení vnitřního prostředí, je kritérium hodnoceno stupněm 2 nebo 3. Stupeň 3 znamená, že je závažný problém, který je potřeba neprodleně řešit. Hodnocením 2 je označován stav, který je přijatelný, ale je vhodné jej zlepšit.

Na konci hodnocení každého kritéria se vypočítá průměr z nenulových hodnot. V závěrečném shrnutí se procentuálně zhodnotí potenciál pro zlepšení kvalit v daných kritériích od 0 % do 100 %. [38]

Zone:			FM1		FM2	
Evaluation criteria			Evaluation	Potential for improvement	Evaluation	Potential for improvement
	LS	Locality and place of the object in terms of the external environment and social	1,000	0%	1,143	7%
	STI	Building - construction and technical solution and interior of the evaluated	1,200	10%	1,300	15%
	TCW	Thermal comfort for the cold period	1,667	33%	1,600	30%
	TCS	Thermal comfort for the warm period	1,278	14%	1,500	25%
	IAQ	Indoor air quality	1,667	33%	1,833 !	42%
	LC	Light comfort	1,500	25%	1,500	25%
	AC	Acoustic comfort	2,000	50%	1,250	13%
	EC	Electro-magnetic, -ionic- static fields, ionizing radiation	1,333	17%	1,000	0%

Obr. 15 – Příklad hodnocení metodikou HAIEQ [15]

4 Rezidence U Sluncové

V rámci praktické části této diplomové práce se budu zabývat bytovým komplexem Rezidence U Sluncové. U této části jsem vycházela z vyhotovené projektové dokumentace pro provedení stavby, která byla poskytnuta firmou Horizon Holding, investorem projektu. Projekt se nyní nachází ve stavu, kdy byl vybrán zhotovitel stavby a v roce 2024 je plánované zahájení výstavby.

K dispozici jsem měla veškeré podklady, které zahrnovaly průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy, architektonicko-stavební část, stavebně-konstrukční část, požárně bezpečnostní řešení a řešení technické prostředí staveb. Dále jsem měla k dispozici veškeré průzkumy a studie, které byly k projektu vyhotoveny.

- Akustický posudek
- Dendrologický průzkum
- Dopravně inženýrská studie
- Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum
- Areálový průzkum
- Základní korozní průzkum
- Posouzení denního osvětlení obytných místností
- Průkaz energetické náročnosti budovy
- Odborný posudek – stanovení radonového indexu pozemku
- Tepelně technický posudek terasy v 1.NP
- Zaměření

4.1 Popis objektu

Rezidence u Sluncové je soubor bytových domů, které se nachází mezi ulicemi U Invalidovny a U Sluncové v Praze 8, Karlín. Jedná se o komplex dvou samostatných bytových sekcí s podzemním parkingem. Nad každým parkingem jsou umístěny 3 věže bytových domů. V této diplomové práci se zabývám severní sekcí, kde jsou věže označeny A, B a C. Bytové domy mají sedm nadzemních podlaží, z nichž je 7.NP ustoupené. Na Obr. 17 jsou řešené objekty s červenou fasádou. V 1.PP v sekci A, B a C se nachází celkem 65 parkovacích stání a dále technické zázemí.



Obr. 17 – Vizualizace Rezidence U Sluncové [39]



Obr. 16 – Vizualizace Rezidence U Sluncové 2 [39]

4.2 Technické řešení objektu

4.2.1 Vodovod

Objekt bude napojen na vodovodní řad. Vodovodní přípojka bude přivedena do společného 1.PP objektu, kde bude osazena vodoměrná sestava s hlavním uzávěrem vodovodu.

Od hlavní uzávěru bude veden rozvod studené vody do jednotlivých bytových domů a do výměňikové stanice pro přípravu teplé vody. Z výměňikové stanice bude veden rozvod teplé vody souběžně se studenou vodou do jednotlivých objektů. V projektu není

navrženo cirkulační potrubí. Potrubí teplé vody bude doplněno elektrickým topným kabelem, který bude zajišťovat dohřev vody při vychládání potrubí. Elektrické topné kabely budou udržovat teplotu teplé vody v potrubí, aby byl zajištěn výtok teplé vody v požadované době.

Za odbočením ze stoupacího potrubí do jednotlivých bytů v patrech objektu, budou umístěny vodoměry na potrubí teplé a studené vody.

Ohřev teplé vody bude prováděn centrálně v suterénu ve výměňkové stanici a bude sloužit pro všechny tři objekty.

4.2.2 Splašková kanalizace

Přípojovací potrubí splaškové kanalizace bude vedeno od jednotlivých zařizovacích předmětů a bude provedeno z třívrstvého polypropylenu. V blízkosti napojovacího bodu vodovodu bude provedeno napojení na jednotnou kanalizaci. Navrhovaná stoka DN300 bude napojena do koncové šachty stoky DN250.

4.2.3 Dešťová voda

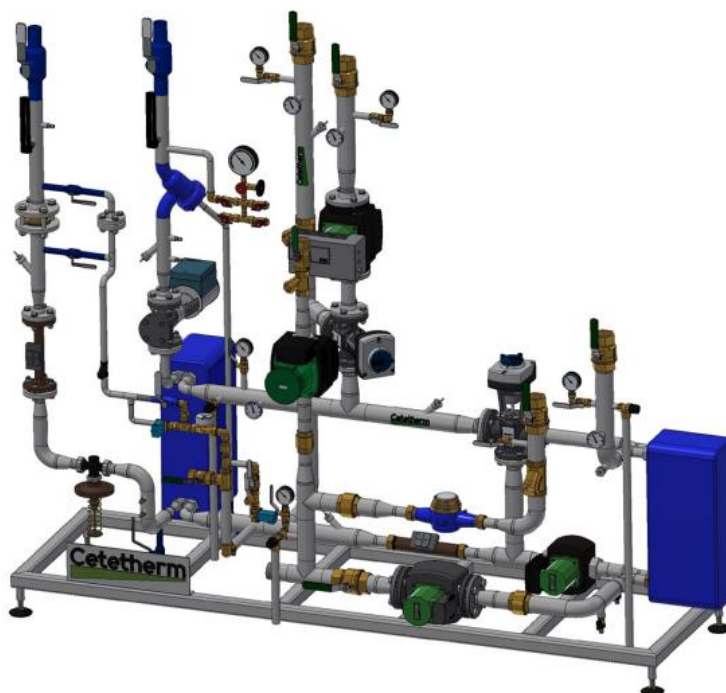
Dešťové vody ze střech, komunikace a zpevněných ploch budou kvůli nepříznivým vsakovacím poměrům retenovány v retenčních nádržích a řízeně vypouštěny do kanalizace. Pro odvod dešťové vody ze střech je navržena jedna retenční nádrž a pro odvod vody z komunikace a zpevněných ploch je navržena nádrž druhá. Regulovaný odtok bude odváděn do navrhované jednotné stoky DN300, která bude napojena na stávající stoku DN250 v ulici U Invalidovny.

4.2.4 Vytápění

Zdrojem tepla pro tento objekt bude předávací stanice. Předávací stanice bude připravovat topnou vodu o teplotě 70/55 °C s ekvitermní regulací. Z předávací stanice bude vedena topná větev do rozdělovače vytápění. Tento rozdělovač bude mít pro každý objekt jednu větev, tedy celkově 3 větve. Na jednotlivých větvích budou osazeny čerpadla a regulační armatury.

Větve budou napojeny na stoupačí potrubí v jednotlivých bytových domech. V jednotlivých patrech budou stoupačky napojeny na patrové rozdělovače a sběrače, z nichž bude rozvedena topná voda do bytů na patře.

Pro vytápění bytů jsou navržena desková otopná tělesa Korado Radik VKM8 a podlahové konvektory Koraflex FKE bez ventilátorů. V koupelnách jsou navržena trubková otopná tělesa Korado Koralux Linear. Všechna tělesa budou opatřena termostatickou hlavicí a konvektory budou opatřeny termoelektrickou hlavicí a prostorovým termostatem.



Obr. 18 – Výměňková stanice Catetherm Maxi S [18]

4.2.5 Vzduchotechnika

Pro trvalé větrání bytů je navržen přívod vzduchu přirozeně a odvod pomocí ventilátorů. Přívod vzduchu do jednotlivých bytů bude zajištěn přes přívodní mřížky, které jsou umístěny vedle oken na fasádě objektu. Odvod vzduchu je navržen z koupelen a WC, pomocí 2-otáčkových ventilátorů, které budou trvale v chodu na 1. stupeň otáček. 2. stupeň otáček pro nárazové větrání bude ovládán individuálně dle potřeby. Ventilátory budou zapuštěny do stěny a napojeny na společné stoupací potrubí, které bude vyvedeno nad střechu. Odvětrání vnitřních chodeb je řešeno střešními ventilátory, na které je napojeno svislé potrubí. V každém podlaží je na potrubí napojen talířový ventil pro odvod vzduchu.

V kuchyních jednotlivých bytů je navrženo podtlakové větrání pomocí odsavače par umístěného nad sporákem. Odsavače par budou napojeny na společná stoupací potrubí, vyvedená nad střechu. Potrubí, vedené v nevytápěném prostoru, bude z důvodu omezení koncentrace vodní páry tepelně izolováno.

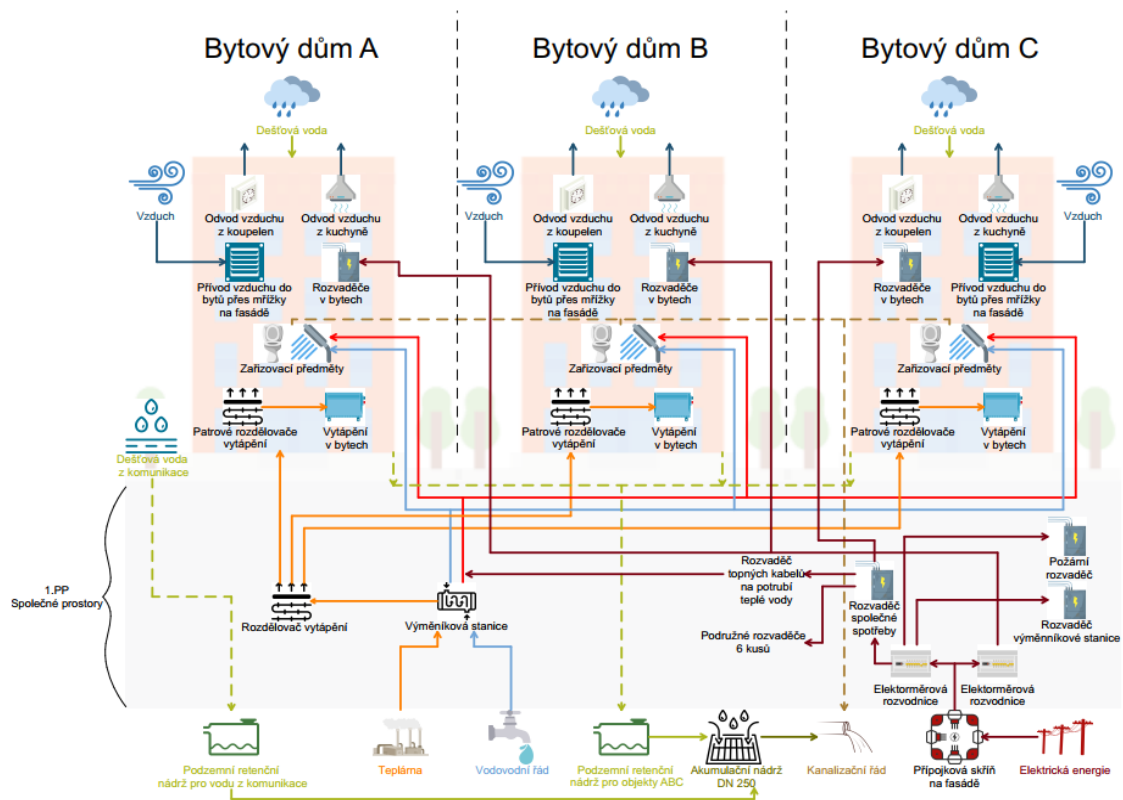
Pro garáže je navrženo provozní větrání. Provozní větrání je navrženo podtlakové a slouží k odvodu škodlivin způsobených provozem vozidel. Potrubí v šachtě i v průchodu jinými požárními úseky bude vždy v celé délce tepelně a požárně izolováno.

Větrání ve sklepeních kójičích je navrženo přetlakové a sestává se z nuceného přívodu a přirozeného odvodu vzduchu. V místnostech určených pro popelnice je navrženo podtlakové větrání.

4.2.6 Chlazení

V posledních dvou nadzemních podlažích, tedy v 6.NP a 7.NP je uvažováno s návrhem chlazení z důvodů přehřívání v letním období. Pro chlazení se uvažuje s instalací MultiSplit systémů s přímým vstříkáváním paliva. Pro každý byt by byl navržen systém LG, který se sestává z venkovní kondenzační jednotky a z vnitřních nástěnných jednotek podle počtu chlazených místností. Umístění venkovní jednotky bude na střeše objektu.

4.2.7 Koncept TZB – stávající stav



Obr. 19 – Koncept TZB – stávající stav viz. Příloha 1

4.3 Posouzení budovy Residence U Sluncové třemi certifikačními systémy se zaměřením na TZB

V této kapitole se budu zabývat porovnáním certifikačních systému BREEAM, LEED a SBToolCZ pro Rezidenci U Sluncové. V rámci diplomové práce jsem pro všechny tři certifikační systémy vyhotovila excel, ve kterém jsem provedla vyhodnocení zkoumané budovy z pohledu všech tří certifikačních systémů. Hodnocení certifikačního systému BREEAM bude dle schématu BREEAM International New Construction v.6 multi-family residential, partially-fitted. Certifikační systém LEED budu hodnocen podle schématu LEED v4.1 Residential BD+C Multifamily Homes. Systém SBToolCZ bude hodnocen na základě metodiky SBToolCZ pro bytové domy verze 2022.

Bližší se budu dále zabývat pouze kredity, které spadají do vnitřního prostředí budovy a technického zařízení budovy.

Kredity, které jsou zaměřeny na vnitřní prostředí budov a technické zařízení budov jsem dle svého uvážení rozdělila do jednotlivých kategorií.

Kategorie	BREEAM	LEED	SBToolCZ
Spotřeba vody	WAT01	WE01	E.UPV
	WAT03	WE03	
Měření spotřeby vody	WAT 02	WE02	C.MAR
		WE04	
Zadržování vody na pozemku	WAT04	SS05	E.ZSV
	POL03		
Měření energie	-	EA03	C.MAR
		EA08	
Obnovitelné zdroje energie	ENE04	EA10	E.OZE
			E.GWP
Energetická náročnost	ENE01	EA02	E.PEE
		EA07	
Větrání objektu	HEA02	EQ01	S.INT
		EQ02	
		EQ03	
		EQ10	
		EQ12	
Radon	-	EQ04	S.RAD
Akustika	HEA05	EQ15	S.AKU
	POL05		
Osvětlení	HEA01	EQ14	S.VIZ
		SS07	
Tepelná pohoda	HEA04	EQ13	S.TKL -
			S.TKZ
Chlazení	POL01	EA05	E.ODP
		EA11	
Emise NOx	POL02	-	E.EUP
Následné řešení TZB	MAN05	-	-
Kvalita vody	HEA09	-	-
Izolace potrubí	-	EA12	-
Potenciál oxyselování prostředí	-	-	E.ACP
Potenciál tvorby přízemního ozonu	-	-	E.POC

Tab. 4 – Rozdělení kreditů do kategorií

U každé kategorie je v následujících podkapitolách provedeno porovnání certifikačních systémů a je vyhotoven graf porovnání. Jelikož každý systém má v kategorii jiný počet kreditů, je graf porovnání vyhotoven v procentech. Maximální počet kreditů v kategorii u každého certifikačního systému je ohodnocen 100 %.

Před samotným hodnocením jednotlivých kategorií, jsem na základě kreditů, které lze v daných kategoriích získat, vytvořila tabulku a grafy. Tyto grafy zobrazují procentuální zastoupení jednotlivých kategorií spadajících do vnitřního prostředí a technického zařízení budovy, a tudíž ukazují důležitost dané oblasti v jednotlivých certifikačních systémech.

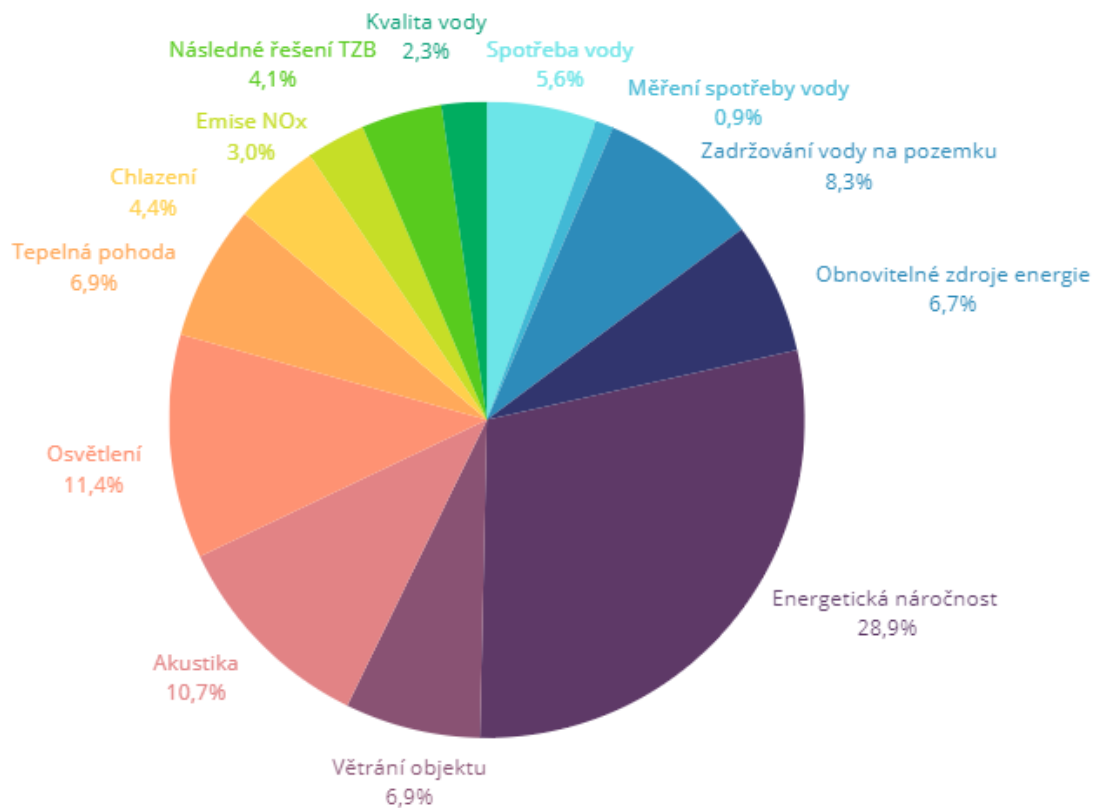
Kategorie	BREEAM	LEED	SBToolCZ
Spotřeba vody	5,6%	19,2%	6,7%
Měření spotřeby vody	0,9%	3,8%	0,0%
Zadržování vody na pozemku	8,3%	5,8%	5,8%
Měření energie	0,0%	1,9%	6,7%
Obnovitelné zdroje energie	6,7%	9,6%	14,0%
Energetická náročnost	28,9%	34,6%	7,0%
Větrání objektu	6,9%	11,5%	7,8%
Radon	0,0%	Požadováno	5,7%
Akustika	10,7%	3,8%	7,2%
Osvětlení	11,4%	3,8%	5,4%
Tepelná pohoda	6,9%	1,9%	14,9%
Chlazení	4,4%	1,9%	4,5%
Emise NOx	3,0%	0,0%	4,8%
Následné řešení TZB	4,1%	0,0%	0,0%
Kvalita vody	2,3%	0,0%	0,0%
Izolace potrubí	0,0%	1,9%	0,0%
Potenciál oxyselování prostředí	0,0%	0,0%	4,8%
Potenciál tvorby přízemního ozonu	0,0%	0,0%	4,5%

Tab. 5 - Porovnání hodnocených kategorií

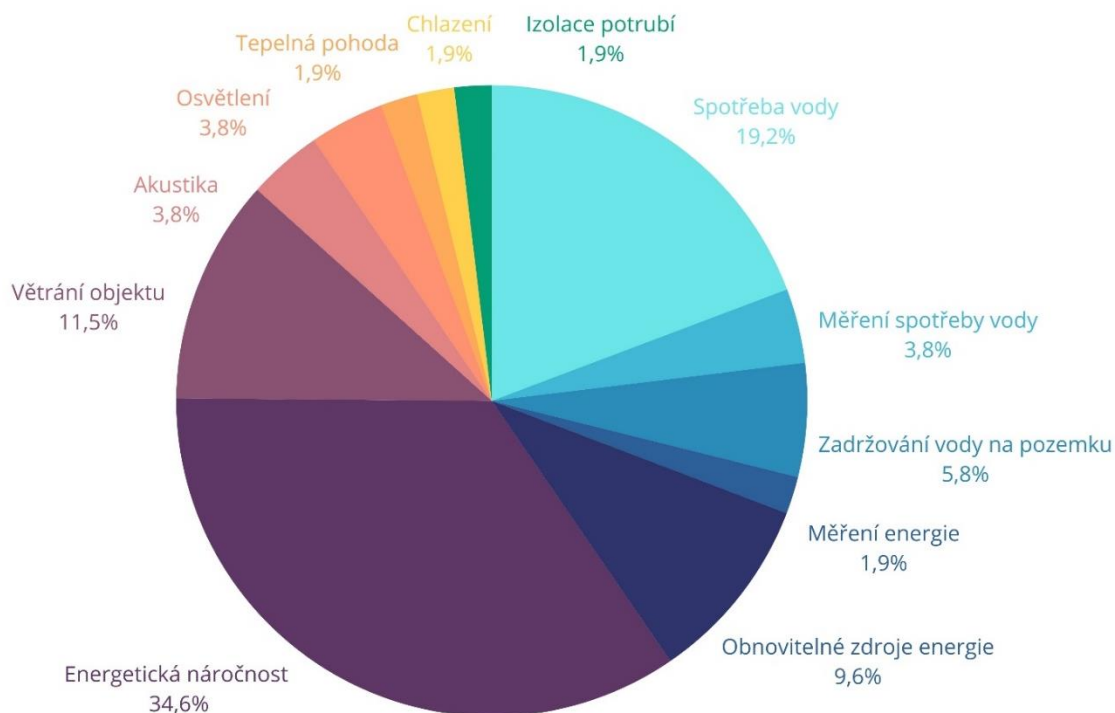
V tabulce můžeme vidět, že v certifikačních systémech BREEAM a LEED má největší procentuální zastoupení kategorie Energetická náročnost. Oproti tomu v metodice SBToolCZ mají největší váhu kategorie Obnovitelné zdroje energie a Tepelná pohoda. U zbylých kategorií je procentuální zastoupení u systému SBToolCZ vyrovnané a v kategoriích je získán přibližně stejný počet bodů. U certifikačního systému BREEAM mají poměrně vysoké procentuální zastoupení oproti ostatním i kategorie Akustika a Osvětlení. V systému LEED je kladen velký důraz na spotřebu vody a tato kategorie dosahuje téměř 20 %. Zbylé kategorie se pohybují pod 10 % zastoupením. Zajímavým

aspektem v hodnocení je, že požadavky ohledně radonu jsou pro certifikační systém LEED požadované, což znamená, že je nutné tyto požadavky splnit a oproti tomu systém BREEAM jim nepřipisuje žádnou váhu a neřeší toto téma v žádném kreditu.

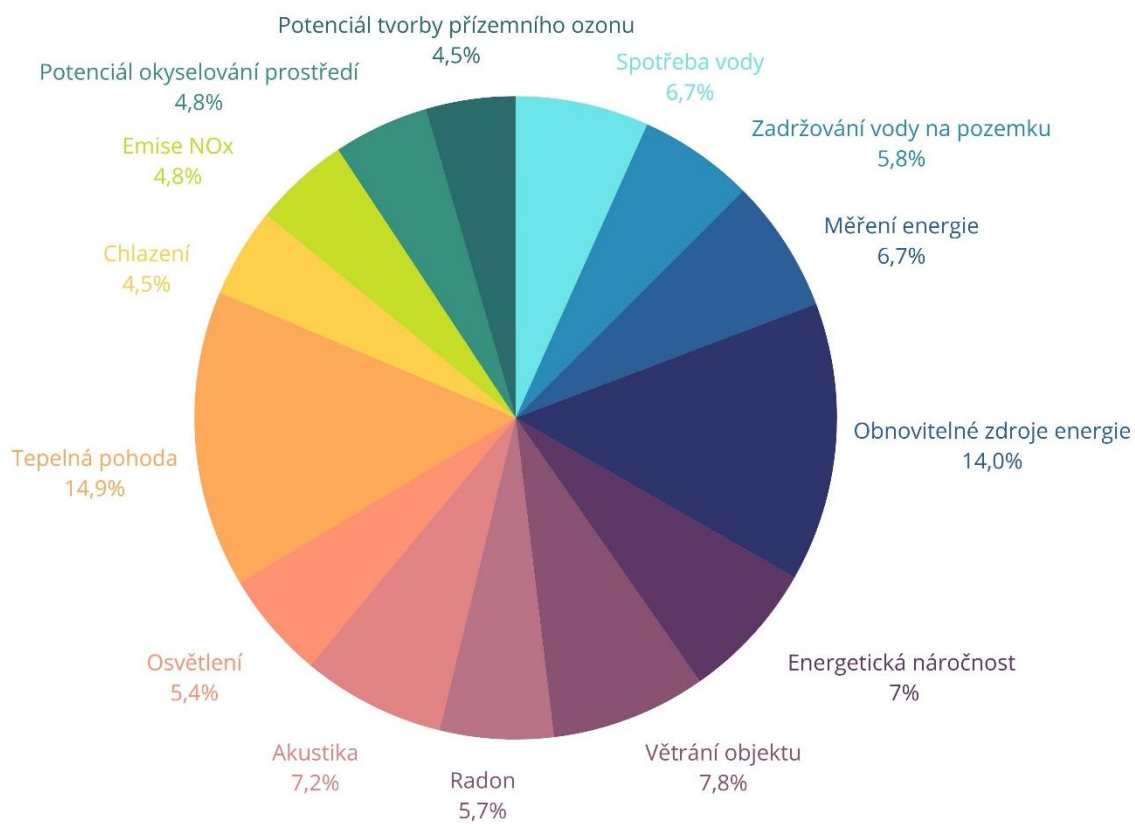
Jen devět kategorií z celkových osmnácti mají procentuální zastoupení v každém certifikačním systému. A pět kategorií řeší pouze jeden ze tří certifikačních systémů.



Graf 4 – Procentuální zastoupení TZB kategorií v systému BREEAM



Graf 5 – Procentuální zastoupení TZB kategorií v systému LEED



Graf 6 – Procentuální zastoupení TZB kategorií v systému SBTToolCZ

4.3.1 Spotřeba vody

4.3.1.1 BREEAM

- **WAT01 – Water Consumption (5 bodů)**
 - **Popis požadavku:** V rámci hodnocení tohoto kreditu BREEAM cílí na úsporu pitné vody pomocí instalace úsporných zařizovacích předmětů. Pro získání certifikátu Very Good a vyšší je povinné získat minimálně jeden bod. Jeden bod se dá získat běžnými armaturami s těmito průtoky: splachování 3/6 l, sprcha 10 l/min, umyvadlová armatura 7,5 l/min. Pro získání více bodů je nutné instalovat úsporné armatury, a navíc je třeba počítat s podmínkou času výtoku teplé vody, která je do 30 sekund. Další body za tento kredit je možné získat systémem recyklace šedé vody. [5]
 - **Plnění požadavku:** Armatury pro projekt zatím nejsou vybrány, ale požadavky na průtoky budou předány architektům. V objektu není uvažovaná recyklace šedé vody ani využití dešťové nebo šedé vody ke splachování. Při splnění požadavků na průtoky, zde bude získán jeden bod.
 - **Kredity KwAT01: 1**
- **WAT03- Water leak detection and prevention (1 bod)**
 - **Popis požadavku:** Tento kredit vyžaduje izolovat možné úniky vody pomocí uzavíracích armatur u vstupu do jednotlivých bytů a u každého výtokového místa jako jsou vodovodní baterie, sprcha nebo otopná tělesa. Dále také u spotřebičů využívající vodu – pračka, myčka. [5]
 - **Plnění požadavku:** Ze stoupačního potrubí budou na každém patře provedeny odbočky do jednotlivých bytů. Kulové uzavírací kohouty budou umístěny před vodoměry na potrubí teplé i studené vody. Pro získání kreditu je nutný vyšší počet uzavíracích armatur například u pračky nebo myčky. Na generálním zhotoviteli bude pohlídat tuto problematiku a zajistit instalaci uzavíracích armatur ke všem spotřebičům využívajících vodu a také k výtokovým místům jako jsou například topná tělesa.
 - **Kredity KwAT03: 1**

4.3.1.2 LEED

○ WE01- Water use reduction (požadováno)

- **Popis požadavku:** V rámci hodnocení LEED je tento kredit požadovaný, tedy budova jej musí splnit. Záměr tohoto kreditu je snížit spotřebu vody o 20 % oproti výchozímu stavu. Pro výpočet úspory pitné vody v interiéru má LEED kalkulačku, pomocí které je možné spočítat snížení spotřeby vody a průměrnou rychlost průtoku pro každý typ zařizovacího předmětu nebo armatury. Zjednodušeně se jedná o instalaci úsporných baterií, pisoáru, záchodu nebo sprch. Pokud jsou v kreditu WE03 získány 3 body, poté se považuje požadavek za splněný. Pro úspory vody v exteriéru LEED nabízí nástroj EPA WaterSense Budget Tool pro výpočet výchozí spotřeby vody v krajině a výpočet návrhové spotřeby vody v krajině. Dále je v tomto kreditu zmíněno několik opatření, které je vhodné aplikovat pro snížení spotřeby vody v exteriéru. Jedná se o chytré řízení technologií. Pokud bude systém zavlažování řízen dle počasí je možné dosáhnout až 30% snížení spotřeby vody. Dalším opatřením je využití dešťové vody, šedé vody nebo například vody z potoků nebo řek. [24]
- **Plnění požadavku:** Byly získány 3 body u kreditu WE03, jelikož spotřeba vody oproti výchozímu stavu je snížena o 20,63 %. Tato úspora je dosažena díky použitím úsporných armatur. Požadavek je tímto splněn.
- **Kredity K_{WE01}:** požadováno

○ WE03- Water use reduction (10 bodů)

- **Popis požadavku:** Jedná se o kredit, který je velice podobný kreditu WE01. Je zde několik možností, jak získat body. Jednou z možností je celkové snížení spotřeby vody o minimálně 20 %. Další možnost je snížení spotřeby vody v exteriéru a interiéru. V exteriéru lze dosáhnout bodového hodnocení pomocí vysazení rostlin na pozemku, které jsou přizpůsobené danému regionu. V interiéru se poté udělují body za instalaci úsporných záchodových baterií, sprchových hlavice nebo za instalaci automatické pračky splňující označení A+++.
- Obecně lze říci, že čím menší průtok budou jednotlivé armatury a baterie mít, tím větší bude bodový zisk za toto opatření. [24]

- **Plnění požadavku:** Pro vyhodnocení tohoto požadavku jsem uvažovala s použitím průměrných armatur. Průtok pro duální splachování WC jsem uvažovala 6/3 l/spláchnutí, pro sprchu 10 l/min, pro umyvadlo 3 l/min, pro dřez 7,5 l/min. Pomocí LEED kalkulačky jsem určila měsíční úsporu spotřeby vody na 20,63%, což odpovídá 3 kreditům. [27]
- **Kredity KWE03: 3**

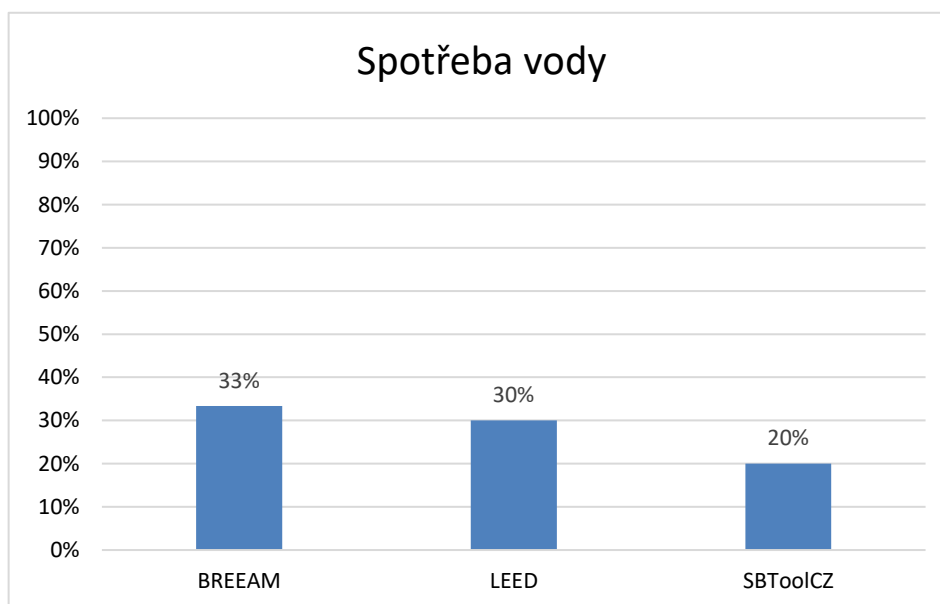
4.3.1.3 SBToolCZ

- **E.UPV Úspora pitné vody (10 bodů)**
- **UPV.RT – Využití srážkové vody**
 - **Popis požadavku:** V rámci tohoto kreditu se hodnotí využití srážkové vody, která je zachycována na budově nebo na pozemku. SBToolCZ se zde dívá na to, jakým způsobem bude voda upravena a následně využita. Pokud je srážková voda akumulována a odpařována z vegetačních ploch budovy a okolí je udělen 1 kredit. Jestliže je voda kromě akumulace dále využívána k zalévání, úklidu venkovních ploch nebo k mytí aut jsou uděleny další dva kredity. Pokud je voda i přečištěna v nádrži a následně je využívána v budově pro splachování nebo praní jsou zde uděleny body tři. [46]
 - **Plnění požadavku:** Dešťové vody ze střech, komunikace a přilehlých zpevněných ploch budou retenovány v retenčních nádržích a následně řízeně vypouštěny do kanalizace. V letním období budou dešťové vody využívány pro zálivku.
 - **Kredity KUPV.RT: 2**
- **UPV.SP – Využití šedé splaškové vody**
 - **Popis požadavku:** U tohoto kreditu je hodnoceno využití přečištěné vody z praní a mytí neboli šedé vody. Hodnocení probíhá obdobně jako u využití srážkové vody, což znamená, že se hodnotí způsob úpravy a následné využití. Jestliže je šedá voda akumulována a následně se používá pro údržbu okolí jsou zde přiděleny 2 kredity. Jestliže je voda dále vhodně upravena a použita pro provoz budovy je kritérium ohodnoceno třemi body. [46]

- **Plnění požadavku:** V rámci projektu nebylo představeno využití šedé vody v objektu ani pro zalévání zahrady. Toto kritérium už nebude možno v tomto projektu splnit.
 - **Kredity K_{UPV.SP}: 0**
- **Výsledné kreditové hodnocení K_{UPV}: 2**
 - **Výsledné bodové hodnocení E._{UPV}: 2**

4.3.1.4 Porovnání

Certifikační systémy BREEAM a LEED mají téměř stejné požadavky. Oba systémy řeší průtoky armaturami a instalaci úsporných armatur. Hodnocení LEED cílí na celkovou úsporu vody v objektu a v systému BREEAM se dostávají body za instalaci úsporných armatur v objektu. BREEAM řeší i umístění uzavíracích kohoutů na odbočkách ze stoupacího potrubí. Systém SBToolCZ se dívá na spotřebu vody odlišně. Oba kredity se zaměřují na využití vody na pozemku. Jeden se zabývá využitím dešťové vody a druhý využitím šedé vody. V požadavku nejsou řešeny úsporné armatury. Využitím vody se zabývají i BREEAM a LEED, jejichž kredity jsem zařadila do odstavce 5.2.3 Zadržování vody na pozemku.



Graf 7 – Procentuální plnění kategorie spotřeba vody ve zkoumaném objektu

4.3.2 Měření spotřeby vody

4.3.2.1 BREEAM

○ WAT 02- Water monitoring (1 bod)

- **Popis požadavku:** V rámci tohoto kreditu se požaduje, aby byly prostory budovy a zařízení, které spotřebovávají více než 10% celkové spotřeby vody v budově měřeny. Vodovodní přípojka by měla být ukončena vodoměrnou sestavou a musí být v budově instalovány podružné vodoměry pro měření spotřeby vody v jednotlivých jednotkách. Vodoměry musí umožňovat dálkový odečet a být napojeny na Building management systém což je systém, který řídí různé elektronické systémy v budově. [5]
- **Plnění požadavku:** Je navrženo měření vody na patě objektu a dále podružně pro jednotlivé byty a komerční prostory. Dále je podružně měřena spotřeba vody v rámci výměňkové stanice a v retenční nádrži. Z pohledu plnění kreditu však musí jít o vodoměry s datovým výstupem pro dálkové odečítání a napojení na MaR nebo s možností budoucího napojení na BMS (v technické zprávě DPS uvedeno, že vodoměry budou použity s dálkovým odečtem kompatibilním s telemetrickým systémem a zákaznickým systémem provozovatele) - v případě hlavního vodoměru je potřebné toto projednat s PVK, které bude vlastníkem vodoměru.
- **Kredity KwAT02: 1**

4.3.2.2 LEED

○ WE02- Building-level water metering (požadováno)

- **Popis požadavku:** Tento kredit je opět požadovaný, tedy budova jej musí splňovat. Kredit cílí na úsporu vody prostřednictvím sledování spotřeby vody. V objektu je nutné nainstalovat vodoměry pro měření spotřeby pitné vody. Výstupy z vodoměrů musí být zpracovány do měsíčních a ročních přehledů. LEED vyžaduje sdílení údajů o spotřebě vody po dobu 5 let ode dne, kdy projekt získá certifikaci LEED. [24]

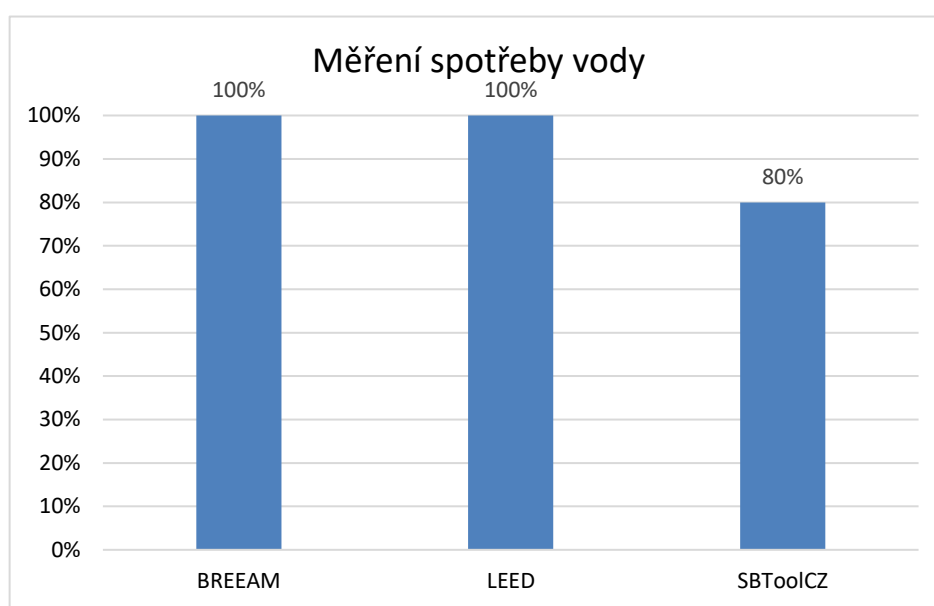
- **Plnění požadavku:** V budově jsou navrženy domovní vodoměry a podružné vodoměry pro jednotlivé byty. Dále je podružně měřena spotřeba vody v rámci výměňkové stanice a v retenční nádrži. Budou zde použity vodoměry s dálkovým odečtem kompatibilní s telemetrickým systémem. V případě hlavních vodoměru je potřeba měření projednat s PVK, který bude vlastníkem vodoměru.
 - **Kredity K_{WE02}: požadováno**
- **WE04- Water metering (2 body)**
- **Popis požadavku:** Tento kredit je opět velice podobný již zmíněnému kreditu WE02. Jsou zde dvě možnosti, ze kterých lze při jejich splnění získat až dva body. První možností je instalace vodoměru a měřičů pro minimálně dva subsystemy, které jsou objekt relevantní. Jedná se o měření vody využívané pro zavlažování, měření spotřeby teplé vody, měření šedé vody atd. Druhou možností je instalace trvalých vodoměrů do obytných jednotek, které budou měřit celkovou spotřebu pitné vody pro danou jednotku. [24]
 - **Plnění požadavku:** Dle technické zprávy D.1.4 budou provedeny odbočky ze stoupaček do jednotlivých bytů na patrech objektu. Za odbočkou budou osazeny podružné vodoměry pro měření spotřeby teplé a studené vody v jednotlivých bytech. Dle technické zprávy vytápění budou na výstupech z rozdělovačů umístěny uzavírací armatury a na vstupech do rozdělovačů budou umístěny uzavírací armatury a měřiče tepla. Snímání teploty přívodního potrubí bude čidlem osazeným v kulových kohoutech.
 - **Kredity K_{WE04}: 2**

4.3.2.3 SBToolCZ

Částečně řešeno v kreditu C.MAR – Měření spotřeb energií a vody. Tento kredit je ale zaměřen na celkové měření energií v budově. SBToolCZ nemá samostatný kredit, který by řešil měření spotřeby vody. Celkový bodový zisk za měření vody SBToolCZ v kapitole 4.3.4 – Měření energie je **8**.

4.3.2.4 Porovnání

Certifikační systém BREEAM obsahuje jeden kredit, který je zaměřen na měření vody v objektu. Nejsou zde tak přísné požadavky jako u systému LEED, kde je požadavek na sdílení údajů o spotřebě vody po dobu 5 let ode dne, kdy projekt získá certifikaci LEED. Podobný požadavek na sbírání dat o spotřebě je v části požadavku Man05-Aftercare, který je řešen v kapitole 4.3.14. Systém SBToolCZ nemá samostatný kredit, který by problematiku měření spotřeby vody řešil. Částečně je tento požadavek řešen v C.MAR – Měření spotřeb a energií. Tento kredit bude rozebrán v kapitole 4.3.4 – Měření energie.



Graf 8 – Procentuální plnění kategorie měření spotřeby vody ve zkoumaném objektu

4.3.3 Zadržování vody na pozemku

4.3.3.1 BREEAM

- **WAT04- Water efficient equipment (1 bod)**
 - **Popis požadavku:** v rámci plnění tohoto požadavku musí být identifikovány veškeré způsoby využívání vody i mimo využívání v bytech. Jedná se například o zalévání, úklid, napouštění jezírka nebo bazénu atd. Dále musí být identifikovány systémy, které snižují spotřebu pitné vody a prokazují výrazné snížení celkové potřeby pitné vody v budově. [5]

- **Plnění požadavku:** V projektu se nachází dvě retenční nádrže. Do jedné retenční nádrže je sváděna voda ze střech budov a ta je následně využita pro závlivku. Do druhé nádrže je svedena voda z parkovacích stání a silnice, je do ní tedy umístěn i odlučovač ropných látek. Tato nádrž slouží především pro zpomalení odtoku do kanalizace, tato dešťová voda pravděpodobně nebude využita pro závlahu.

Pro zalévání bude instalován automatický zavlažovací systém, ten bude u záhonových výsadeb řešen kapkovou závlahou, voda čerpána z retenčních nádrží. Zbytek areálu bude v případě potřeby manuálně zaléván do ujmoutí.

- **Kredity KwAT04: 1**

○ **POL03- Surface water run-off (5 bodů)**

- **Popis požadavku:** Tento požadavek je rozdělen na další tři části. První část požadavku je **Flood resilience**. Jedná se o určení toho, zda se pozemek nachází v povodňovém území. Pro plnění požadavků kreditu musí být kvalifikovaným odborníkem zpracován tzv. Flood Risk Assessment (vyhodnocení rizika povodní z různých zdrojů-povrchové, podzemní, srážkové, vodní zdroje), včetně doporučení, která musí být následně do projektu implementována. Druhá část požadavku je **Surface water run-off**. Tento požadavek nám říká, že v rámci projektu nesmí dojít k navýšení odtoku dešťových vod vzhledem ke stavu před výstavbou (počítá se pro 6hodinový 100letý déšť). Tuto hodnotu je třeba navýšit o 20 % jako rezervu pro budoucí klimatické změny. Plnění tohoto požadavku musí být potvrzeno kvalifikovaným specialistou. Třetí částí požadavku je **Minimising watercourse pollutions**. Pro plnění této části požadavku je nutné, aby nedošlo při prvních 5 mm srážek k žádnému odtoku dešťových vod z pozemku – musí být potvrzeno kvalifikovaným specialistou. Dále v místech, kde hrozí znečištění vodních zdrojů olejem, naftou apod. (parkovací stání před domem komunikace) musí být realizována adekvátní opatření. Mezi tato opatření patří například odlučovače ropných látek nebo propustná částečně zelená dlažba s geotextilií. Musí být zpracován plán odtoku dešťových vod, který bude přístupný uživatelům budovy. [5]
- **Plnění požadavku:** První požadavek-zhodnocení rizika povodní specificky pro lokalitu zatím provedeno nebylo. Dle povodňové mapy se lokalita nachází

v zóně s nízkým nebezpečím výskytu povodní. Projekt se dle vyjádření povodí Vltavy nenachází v záplavové zóně. Pro plnění tohoto kreditu je však nutné doložit Flood Risk Assessment a také doporučení specialisty. Jelikož se projekt nachází ve stavu návrhu, tento požadavek by mohl být splněn. Druhý požadavek-cílem tohoto požadavku je posoudit, zda pro certifikovanou část území vychází množství odtokových srážek po výstavbě menší než odtokové množství před výstavbou. V aktuální dokumentaci chybí výpočet 6hodinového 100letého deště – proveden pouze výpočet 10minutového dvouletého deště. Dle provedeného IGP je vsakování na pozemku nevhodné, proto jsou zde navrženy retenční nádrže. Třetí požadavek-V této části návrhu ještě nebylo plnění tohoto požadavku potvrzeno specialistou, ale předpokládáme splnění. Dle IGP průzkumy není vsakování na pozemku vhodné, proto jsou zde navrženy retenční nádrže. V dostupné dokumentaci ovšem není uvedeno, jestli se vsákne 5 mm. V retenční nádrži, která shromažďuje vodu ze silnice a parkovacích stání, je navržen odlučovač ropných látek. Za tyto tři části požadavku je možné získat 5 kreditů. V tuto chvíli zde není získán ani jeden kredit, ale při provedení doporučení by bylo možné cílit na minimálně 3 kredity.

- **Kredity K_{POL03}: 0**

4.3.3.2 LEED

○ **SS05- Rainwater management (3 body)**

- **Popis požadavku:** Cílem tohoto požadavku je ošetřit odtok z nepropustných povrchů, které způsobují znečištění jako je např. vozovka. Je zde několik technik, které jsou přijatelné pro plnění tohoto požadavku. Jedná se o vysázení keřů a stromů na pozemku, využití vegetační střechy, použití propustné dlažby nebo instalace nádrží na dešťovou vodu. [24]
- **Plnění požadavku:** V objektu je navržena zelená vegetační střecha. Dále jsou v projektu navrženy 2 retenční nádrže – jedna je využita pro svádění vody ze střech a následné využití pro zálivku zeleně. Do druhé retenční nádrže je svedena voda z parkovacích stání a silnice, je do ní tedy umístěn i odlučovač ropných látek. Tato nádrž slouží především pro zpomalení odtoku do kanalizace, dešťová voda pravděpodobně nebude využita pro závlahu.

- **Kredity K_{SS05}: 3**

4.3.3.3 SBToolCZ

- **E.ZSV– Zadržování srážkových vod (10 bodů)**
- **ZSV.OP – Opatření podporující zadržování srážkové vody na pozemku**
 - **Popis požadavku:** Opatření podporující zadržování srážkové vody na pozemku je hodnoceno dle typu aplikovaných opatření. Mezi typy opatření, které jsou bodově hodnoceny patří vsakovací rýhy, vsakovací nádrž, retenční objekty, akumulární nádrže, umělé mokřady, jezírko s nebo bez vsakování a fontány na srážkovou vodu. Za toto opatření je možné získat maximálně 10 bodů. [46]
 - **Plnění požadavku:** V objektu jsou umístěny 2 retenční nádrže. Jedna nádrž je využívána právě pro svádění srážkové vody z objektu a následné využití na závlahu zeleně. Druhá nádrž je využívána pro svedení vody z parkovacích stání a silnice. Tato nádrž slouží především pro zpomalení odtoku do kanalizace, dešťová voda pravděpodobně nebude využita pro závlahu.
 - **Kredity K_{ZSV.OP}: 10**
- **ZSV.OS – Odtokový součinitel povrchů budov a pozemku**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek se soustředí na odtokový součinitel jednotlivých ploch umístěných na pozemku. Pro plochy, které mají přesně definované souvrství lze odtokový součinitel stanovit na základě informací od výrobce, nebo na základě měření v akreditované zkušebně podle platných českých norem. [46]
 - **Plnění požadavku:** V objektu je navržena zelená vegetační střecha na terasách v 1.NP, nad komerční jednotkou v 1.NP a na střechě nad vjezdem. Výpočet dle vzorce SBToolCZ.

Průměrný odtokový součinitel F_B povrchů budov:

$$F_B = \sum_{i=1}^n \frac{A_{Bi} * f_t}{A_B} = \frac{1485 * 1}{2615} + \frac{1130 * 0,3}{2615} = 0,698 \quad [44]$$

F_B průměrný odtokový součinitel povrchů budov [-]

A_{Bi} plocha i-tého povrchu půdorysného průmětu budovy[m²]

A_B plocha půdorysného průmětu všech střech, balkónů a teras [m²]

Průměrný odtokový součinitel F_P z ostatních povrchů na pozemku:

$$F_P = \sum_{i=1}^n \frac{A_{Pi} * f_t}{A_P} = \frac{544 * 0,3}{3933} + \frac{359 * 0,5}{3933} + \frac{1870 * 0,05}{3933} + \frac{1160 * 0,7}{3933} = 0,3 \quad [44]$$

F_P průměrný odtokový součinitel povrchů budov [-]

A_{Pi} plocha i-tého povrchu půdorysného průmětu budovy[m²]

A_P plocha půdorysného průmětu všech střech, balkónů a teras [m²]

F_B [-]	HFB
$\geq 0,7$	0
$\leq 0,1$	10

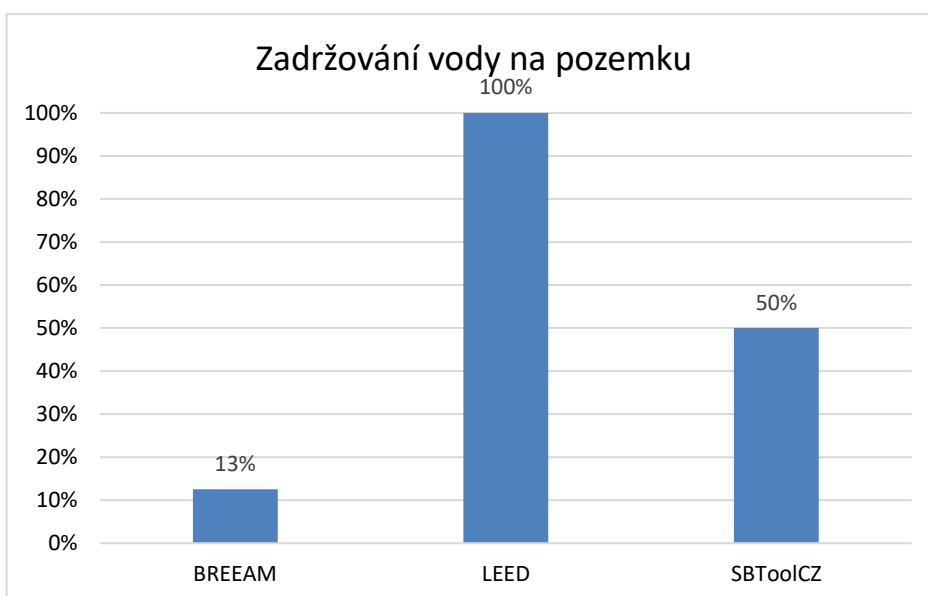
F_P [-]	HFP
$\geq 0,5$	0
$\leq 0,1$	10

• **Kredity Kzsv.os: HFB+HFP= 0+5=5**

- **Výsledné kreditové hodnocení Kzsv: 15**
- **Výsledné bodové hodnocení E.ZSV: 5**

4.3.3.4 Porovnání

V řešení zadržování srážkových vod mají všechny tři certifikační systémy podobné přístupy. Systém BREEAM řeší stejně jako zbývající dva systémy umístění retenčních nádrží na pozemku, avšak navíc se zde řeší i jaké další využití bude mít zadržovaná voda na pozemku. V dalším požadavku se BREEAM zabývá rizikem povodní, které nejsou v dalších systémech vůbec zmíněny. Zabývá se také odtokem dešťových vod z pozemku. Tento požadavek je řešen ve všech třech certifikačních systémech. Systém BREEAM klade důraz na to, aby nedocházelo k navýšení odtoku vody po výstavbě, a také aby byl zpracován plán odtoku dešťových vod, který bude dostupný uživatelům budovy. Systém LEED se zabývá pouze odtokem z nepropustných povrchů, které způsobují znečištění. SBToolCZ se soustředí na odtokový součinitel jednotlivých ploch a dále, jak už bylo dříve zmíněno, zadržování vody v retenčních nádržích.



Graf 9 – Procentuální plnění kategorie zadržování vody na pozemku ve zkoumaném objektu

4.3.4 Měření energie

4.3.4.1 BREEAM

V hodnocení BREEAM není žádný speciální kredit, který by se zabýval měřením energie v budově, při hodnocení rezidenčních objektu ve fázi partially – fitted. Pro

hodnocení například administračních budov, by zde byl uvažován kredit ENE02 Energy monitoring.

4.3.4.2 LEED

- **EA03 – Energy metering (požadováno)**
 - **Popis požadavku:** V budově je nutné nainstalovat nové nebo je možné použít stávající měřiče energie, které měří veškerou spotřebu energie v budově (elektřina, zemní plyn, chladicí voda, propan, biomasa atd.). Instalujte elektroměr pro každou bytovou jednotku. Jednotky s jednou obytnou místností (garsonka, 1+kk), dočasné bydlení a budovy podpůrného bydlení nepotřebují elektroměr v každé jednotce. [24]
 - **Plnění požadavku:** Pro každou bytovou jednotku bude nainstalován elektroměr.
 - **Kredity KEA03: požadováno**

- **EA08 – Whole building energy monitoring and reporting (1 bod)**
 - **Popis požadavku:** Pro splnění tohoto požadavku je nutné nainstalovat nové nebo použité měřiče energie, které lze využívat pro měření veškeré spotřeby energie v budově. Projekt musí prokázat schopnost shromažďovat informace o souhrnné spotřebě energie pro každý typ paliva. Je nutné se zavázat, že bude sdílet výsledné údaje o spotřebě energie a údaje o spotřebě elektrické energie po dobu pěti let. Spotřeba energie musí být sledována minimálně v jednoměsíčních intervalech. Pro získání kreditu je třeba připravit pro odpovědnou stranu metodický dokument popisující editaci a vykazování měsíčních údajů na základě konkrétního měření v budově. Tento závazek musí platit po dobu 5 let nebo dokud budova nezmění majitele či nájemce. [24]
 - **Plnění požadavku:** Zdrojem tepla v objektu bude výměňková stanice. Měření a regulace výměňkové stanice bude součástí dodávky výměňkové stanice. Dálkový sběr dat z měřičů tepla a vodoměrů v objektu nebude. Fakturační měření bude v elektroměrových rozvaděčích. Podružně budou měřeny další dílčí spotřeby: areálová osvětlení, společná spotřeba každé sekce, výtahy, správa objektu, topné kabely pro temperaci teplé vody. V každém bytě bude

bytový elektroměr. Metodický pokyn popisující editaci a vykazování měsíčních údajů není a nebude zpracován.

- **Kredity K_{EA08}: 0**

4.3.4.3 SBToolCZ

- **C.MAR - Měření spotřeb a energií (10 bodů)**
- **MAR.DB– Doplnkové funkce koncových zařízení zobrazujících spotřeby energií**
 - **Popis požadavku:** Na základě dostupných doplňkových funkcí koncových zařízení se přiřadí kredity. Hodnocené doplňkové funkce jsou následující. [46]
 - Zařízení umožňující snadnou predikci spotřeb základních energií a vody do budoucna
 - Spolu s energiemi je možné zobrazit i údaje s parametry vnitřního prostředí hodnocených jednotek, případně jejich jednotlivých částí.
 - Vedle spotřeb týkajících se přímo daného bytu je na koncovém zařízení možné zobrazit aktuální spotřeby i statistické spotřeby společných prostor bytového domu.
 - Zařízení umožňuje také regulaci parametrů vnitřního prostředí hodnocené jednotky.
 - Data aktuálních spotřeb a možnosti ovládání jsou uživateli zpřístupněna také pomocí připojení k internetu.
 - Pro uživatele je vytvořena informační brožura k energetickému managementu a přesný návod na ovládání systému měření spotřeb energií a vody.
 - **Plnění požadavku:** Ze zařízení nebudou sbírány spotřeby z měřičů tepla a vodoměrů. Díky MaR bude možné řídit teplotu v prostoru a regulovat ji. Statistické spotřeby na koncových zařízeních zobrazované nebudou. Ovládání je umožněno správci přes počítač. Hlášení poruch bude hlášeno formou SMS na mobil správce. Zatím nebyla vytvořena brožura pro uživatele.
 - **Kredity K_{MAR.DB}: 3**

- **MAR.PM– Počet přiváděných médií s detailním přehledem o spotřebě**
 - **Popis požadavku:** V tomto požadavku se jedná o přehled spotřeb u jednotlivých přiváděných médií. Uvažují se pouze typy médií, které jsou do hodnocené jednotky skutečně přivedeny-to je zohledněno koeficientem a , který vyjadřuje počet přiváděných typů médií. Může se jednat například o teplo, elektřinu, vodu, plyn, dřevo atd. Aktuální spotřebou je myšleno zobrazení spotřeb pro ten daný moment, což umožní sledovat výkyvy při porovnání se statistickou spotřebou. Statistickou spotřebou je myšlen přehled spotřeb energií a vody za uplynulá období-min. 2 roky zpět se zobrazením denních spotřeb. [46]
 - **Plnění požadavku:** Do objektu je přiváděna elektřina, teplo a voda. Všechny tři přiváděná média budou měřena pomocí měřičů. Body za tento kredit se spočítají z následujícího vzorce:

$$K_{MAR.PM} = \frac{5 * b}{a} = \frac{5 * 3}{3} = 5 \quad [43]$$

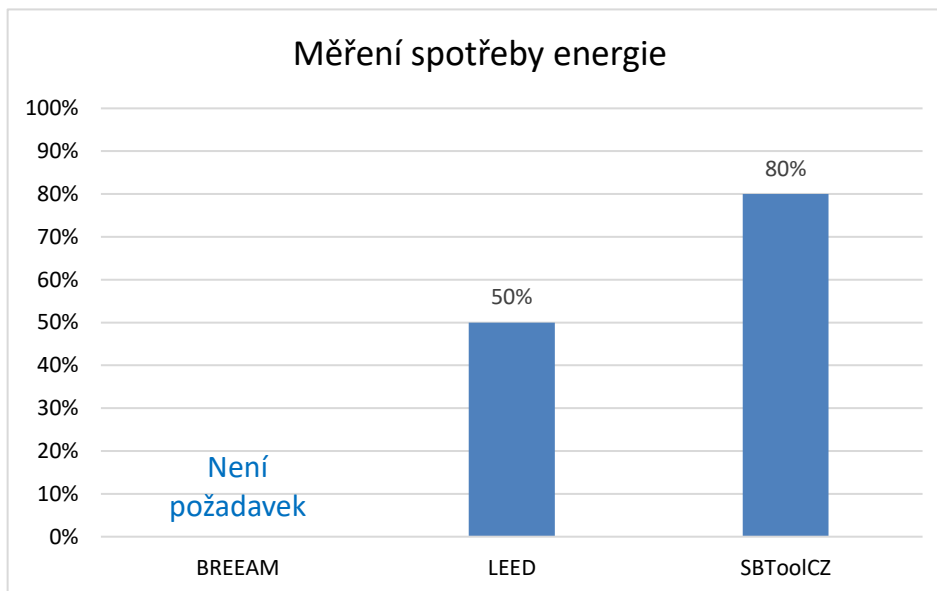
$K_{MAR.PM}$	kreditové hodnocení [-]
a	koeficient vyjadřující počet přiváděných médií [-]
b	koeficient vyjadřující počet přiváděných médií, které zároveň mají koncové zařízení zobrazující spotřebu daného média [-]

- **Kredity $K_{MAR.PM}$: 5**
- **Výsledné kreditové hodnocení K_{MAR} : 8**
- **Výsledné bodové hodnocení C.MAR: 8**

4.3.4.4 Porovnání

U systému BREEAM není žádný požadavek, který by se zabýval měřením spotřeby energie v budově. U systému LEED je požadavek na instalaci elektroměru do každé bytové jednotky. Dále je požadavek na instalaci měřičů energie v celé budově, shromažďování informací ohledně spotřebě energie a také je nutné se zavázat se sdílením údajů o spotřebě energie po dobu 5 let v měsíčních intervalech. V systému SBToolCZ

jsou na měření energie zaměřeny dva požadavky. Jeden z nich se zaměřuje na doplňkové zařízení koncových jednotek a druhý je velice podobný požadavku LEED. Jedná se o měření veškeré energie v budově. Nejpřísnější je v této oblasti systém LEED, který vyžaduje sdílení informací o spotřebě.



Graf 10 – Procentuální plnění kategorie měření spotřeby vody ve zkoumaném objektu

4.3.5 Obnovitelné zdroje energie

4.3.5.1 BREEAM

- **ENE04– Low carbon design (3 body)**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek se skládá ze dvou částí. První část požadavku je **Passive design analysis**. Tato část požadavku říká, že musí být provedena analýza pasivně-energetických úspor. Ideální je zpracovat analýzu společně s PENB. Z výstupu analýzy musí být úspora alespoň 5% potřeby energie, primární energie a CO₂. Druhá část požadavku je **Low or zero carbon technologies**. Tento požadavek je zaměřen na zpracování studie proveditelnosti možností nízkouhlíkových technologií v rámci koncepční fáze a následná implementace alespoň jedné nízkouhlíkové technologie. [5]

- **Plnění požadavku:** Analýza pasivně-energetických úspor nebyla pro projekt provedena, stejně jako PENB v koncepční návrhu. V této chvíli není v projektu uvažováno o implementaci nízkouhlíkových zdrojů.
- **Kredity K_{ENE04}: 0**

4.3.5.2 LEED

- **EA10– Renewable energy (5 bodů)**
 - **Popis požadavku:** Pro získání kreditů využijte systémy obnovitelné energie buď místní nebo mimo budovu. Všechny způsobilé zdroje energie mimo budovu musí být smluvně zajištěny, vlastněny a pronajaty na dobu nejméně 15 let. [24]
 - **Plnění požadavku:** Dle zpracovaného průkazu energetické náročnosti budovy obnovitelná primární energie dosahuje pouze 8 %. Využití obnovitelných zdrojů energie na místě není plánováno stejně jako připojení na vzdálený zdroj obnovitelného zdroje energie.
 - **Kredity K_{EA10}: 0**

4.3.5.3 SBToolCZ

- **E.OZE– Obnovitelné zdroje energie (10 bodů)**
 - **Popis požadavku:** Toto kritérium má za cíl podpořit obnovitelnou energii získanou v místě či blízkém okolí např. městské čtvrti. Do kritéria se nezapočítává elektrická energie ze sítě od národního dodavatele. Pro započítání energie vyrobené z obnovitelných zdrojů na místě platí určité podmínky. Zdroj energie musí splňovat definici pro obnovitelný zdroj energie; zdroj musí být umístěn v budově nebo na budově, popřípadě na pozemku, který souvisí s objektem nebo pro energii, která je dodávána do budovy z nejbližšího okolí, musí být doložena technická, ekonomická a environmentální vhodnost napojení budovy na tento zdroj. Do celkového množství energie vyrobené z OZE se započítává i energie, která je následně prodávána do sítě. [46]
 - **Plnění požadavku:** V budově se není využita obnovitelná energie místní ani z blízkého okolí.
 - **Kredity K_{OZE.OE}: 0**

- **Výsledné kreditové hodnocení KOZE: 0**
- **Výsledné bodové hodnocení E.OZE: 0**
- **E.GWP - Potenciál globálního oteplování (10 bodů)**
- **GWP.PE– Měrná roční produkce provozních emisí CO_{2,ekv.}**
 - **Popis požadavku:** V rámci tohoto požadavku se hodnotí emise, které vznikají v důsledku spotřeby primární energie. Tato spotřeba je vyčíslena v kritériu PEE. Právě z požadavku PEE se přebírají hodnoty množství dodané energie na hranici budovy, a ty se následně přepočítají na CO_{2,ekv.} pomocí emisních faktorů. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet byl proveden pomocí kritéria PEE, z něhož jsem přebrala dílčí množství dodané energie na hranici budovy, které jsem přepočítala na emise CO_{2,ekv.} pomocí emisních faktorů. Výpočet jsem prováděla pro každou budovu zvlášť a v závěrečném hodnocení jsem udělala vážený průměr na základě plochy z dosažených hodnot pro každou budovou.

	A	B	C
Roční produkce provozních emisí CO _{2,ekv.} [kg CO _{2,ekv.} /rok]	87 387,9	83 186,9	82 902,8
Celková podlahová plocha [m ²]	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční produkce provozních emisí CO _{2,ekv.} [kg CO _{2,ekv.} /m ² .rok]	28,7	27,8	27,6
Celkem [kg CO_{2,ekv.}/m².rok]	84,27		

Tab. 6 – Stanovení měrné roční produkce provozních emisí CO_{2ekv.}

- **Hodnota H_{GWP,PE} objekt A:** 28,7 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{GWP,PE} objekt B:** 27,8 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{GWP,PE} objekt C:** 27,6 kg CO_{2,ekv.}/m².rok

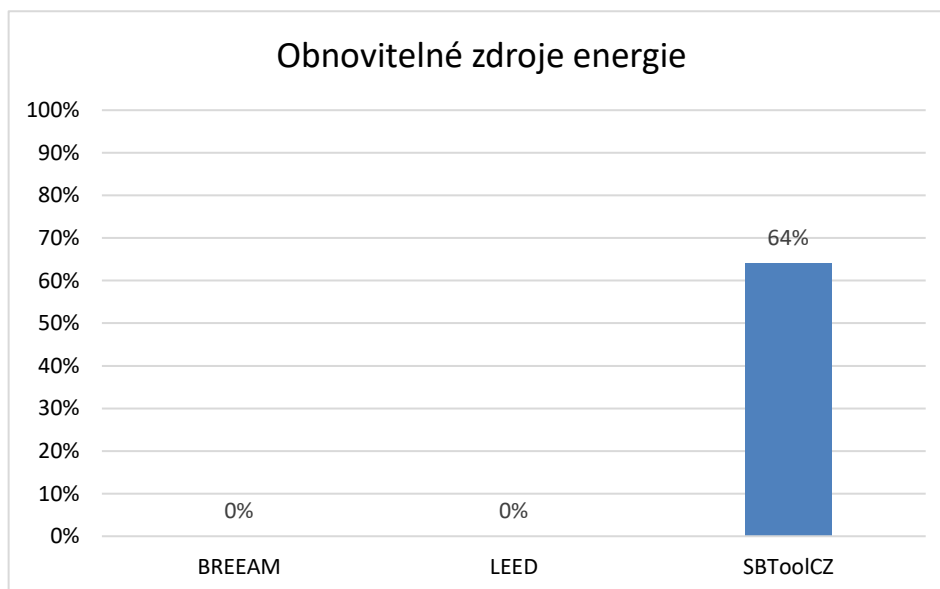
- **GWP.SE– Měrná roční produkce svázaných emisí CO_{2,ekv.}**
 - **Popis požadavku:** Pro výpočet tohoto kritéria se přebírají hodnoty z PEE. Vychází se zde ze stejného výkazu výměr a postupuje se stejně, jako u kritéria PEE. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet bude proveden obdobně jako u kritéria PEE. Pro tuto diplomovou práci bude měrná roční produkce svázaných emisí CO_{2,ekv.} určena na základě předpokladu, že měrná roční produkce svázaných emisí CO_{2,ekv.} tvoří přibližně 20 % celkové výsledné hodnoty měrné roční produkce emisí CO_{2,ekv.} Výsledné plnění kreditu bylo určeno na základě váženého průměru objektů A,B a C. Výsledné bodové hodnocení bylo určeno z tabulky dostupné na webových stránkách SBToolCZ.
 - **Hodnota H_{GWP,SE} objekt A:** 7,18 kgCO_{2,ekv.}/m².rok
 - **Hodnota H_{GWP,SE} objekt B:** 6,95 kgCO_{2,ekv.}/m².rok
 - **Hodnota H_{GWP,SE} objekt C:** 6,90 kgCO_{2,ekv.}/m².rok

- **Výsledné hodnocení H_{GWP} objekt A:** 35,88 kgCO_{2,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení H_{GWP} objekt B:** 34,75 kgCO_{2,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení H_{GWP} objekt C:** 34,50 kgCO_{2,ekv.}/m².rok

- **Výsledné hodnocení H_{GWP}:** 35,04 kgCO_{2,ekv.}/m².rok
- **Výsledné bodové hodnocení E.GWP:** 6,4

4.3.5.4 Porovnání

Certifikační systém BREEAM má požadavek na vytvoření analýza pasivně-energetických úspor. Z této analýzy musí dojít ke snížení potřeby energie. Obnovitelná energie je částečně řešena v kreditu ENE01, kde je povinností zpracování energetického modelu. Certifikační systém LEED má požadavek na využití obnovitelné energie. Obnovitelná energie může být vyrobena na místě nebo se může jednat o vzdálený zdroj. Body jsou uděleny dle množství obnovitelné energie využité v objektu. Systém SBToolCZ je přísnější než systém LEED. Dodávaná obnovitelná energie může být vyrobena pouze na místě nebo v blízkém okolí. Opět jsou kredity uděleny dle množství vyrobené energie z obnovitelných zdrojů.



Graf 11 – Procentuální plnění kategorie OZE ve zkoumaném objektu

4.3.6 Energetická náročnost

4.3.6.1 BREEAM

- **ENE01– Reduction of energy use and carbon emissions (13 bodů)**
 - **Popis požadavku:** Tento kredit se skládá ze dvou požadavků. První požadavek se jmenuje **Energy performance**. Požadavek říká, že pro získání bodů musí být vypracován energetický model ve schváleném softwaru, v němž jsou vyhodnoceny určité parametry. Mezi ty parametry patří: dodaná energie,

primární neobnovitelná energie a CO₂. Tyto parametry musí být následně porovnány s BREEAM referenční budovou a kredity jsou přiděleny na základě výsledků energetického modelu. Druhý požadavek tohoto kreditu je **Prediction of operational energy consumption**. Tento požadavek nám říká, že příslušní členové projekčního týmu musí být zapojeni do workshopu o energetickém návrhu. Tento workshop je zaměřen na provozní energetickou náročnost ve fázi koncepčního návrhu. Další energetické modelování musí být provedeno ve fázi návrhu a po dokončení stavby, aby byly získány předpokládané hodnoty provozní spotřeby energie. Dále musí být provedeno posouzení konstrukčních, technických a procesních rizik. Tato rizika by měla být sledována a řízena během procesu výstavby a uvádění budovy do provozu. [5]

- **Plnění požadavku:** Byl zpracován PENB firmou EkoWATT pro každou budovu v programu Deksoft Energetika v březnu roku 2020. Z výsledků PENB je potřeba získat výsledný počet bodů dle metodiky kreditu na základě parametrů: dodané energie, primární neobnovitelné energie a CO₂. PENB byl zpracován osobou s akreditací MPO. Energetický model zohledňující různé scénáře spotřeby při provozu budovy nebyl v koncepční fázi zpracován. Výpočet proběhl až ve fázi žádosti o stavební povolení v rámci zpracování PENB.
- **Kredity K_{ENE01}: 5**

4.3.6.2 LEED

○ EA02– Minimum energy performance (požadováno)

- **Popis požadavku:** V rámci tohoto kreditu je nutné provést kompletní výpočty pro návrh chladicích jednotek a vytápěcích zařízení. Jsou zde určeny požadavky pro návrh: [24]

Chladicí zařízení:

- Jednorychlostní kompresor: 90-130 % celkového tepelné zisku
- Dvourychlostní kompresor: 90-140 % celkového tepelného zisku
- Kompresor s proměnlivými otáčkami: 90-160 % celkového tepelného zisku

Vytápění zařízení:

- 100-140 % celkových tepelných ztrát

- **Plnění požadavku:** Dle technické zprávy vytápění, je celková tepelná ztráta v objektu A, B a C 244,8 kW. Pro vytápění je navržena předávací stanice. Tepelný příkon na vytápění je 339 kW. Což pokrývá 138 % tepelných ztrát. Tedy požadavek na návrh vytápěcího zařízení je splněn. V technické zprávě větrání a chlazení je uvedeno, že bylo provedeno stanovení tepelné zátěže dle ČSN 73 0548. V přístupných dokumentech není výpočet tepelné zátěže. Jelikož je ale chlazení navrženo pouze ve dvou posledních patrech budeme uvažovat s tím, že požadavek je splněn, jelikož je požadovaný. [29]
- **Kredity KEA02: požadováno**

○ EA07– Optimize energy performance (18 bodů)

- **Popis požadavku:** Pro získání kreditu musí být stanoveny cíle energetické náročnosti ve fázi schématického návrhu. Energetická náročnost musí být stanovena pomocí jedné z těchto metrik:
 - Spotřeba energie v objektu[kWh/m²rok]
 - Emise skleníkových plynů [kg/m²rok]
 - Náklady na m²/rok

První možností je procentuální zlepšení PCI pod PCI_{It} pomocí ukazatelů nákladů a emisí skleníkových plynů. Další možností je splnění doplňkových požadavků na efektivitu. A poslední možností pro nové výstavby je navrhnout a postavit budovu, jejíž modelovaná roční spotřeba energie dosahuje průměrného indexu HERS hodnocení 70 nebo lepší. [24]

- **Plnění požadavku:** Ve fázi energetického návrhu nebyly stanoveny cíle energetické náročnosti budov. Byl zpracován PENB firmou EkoWATT pro každou budovu v programu Deksoft Energetika v březnu roku 2020. Výpočet proběhl až ve fázi žádosti o stavební povolení v rámci zpracování PENB.
- **Kredity KEA07: 5**

4.3.6.3 SBToolCZ

- **E.PEE- Primární energie z neobnovitelných zdrojů (10 bodů)**

- **PEE.PR– Měrná roční spotřeba provozní primární energie**
 - **Popis požadavku:** U projektů nových staveb se jedná o vypočtené množství energie pro splnění požadavků na užívání budovy. Zejména se jedná o vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vzduchu větráním, úpravu vnitřního prostředí klimatizačním systémem a osvětlení. Ve fázi návrhu projektu se uvedené parametry přejímají z PENB. [46]
 - **Plnění požadavku:** Pro určení hodnoty $H_{PEE.PR}$ jsem vycházela z vyhotovených PENB k jednotlivým budovám. Roční spotřeba provozní primární energie byla spočítána přenásobením roční spotřeby energie faktorem energetické přeměny, který je odlišný pro různé druhy energonositelů. V objektu jsou nyní využívány dva energonositelé a to elektrická energie a teplárna na uhlí s kogenerací.

	A	B	C
Roční spotřeba provozní primární energie [MJ/rok]	943 582,9	888 140,3	885 860,3
Celková podlahová plocha m ²	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční spotřeba provozní primární energie [MJ/(m ² .rok)]	311,7	297,0	294,8
Celkem [MJ/m².rok]	903,4		

Tab. 7 - Stanovení měrné roční spotřeby provozní primární energie

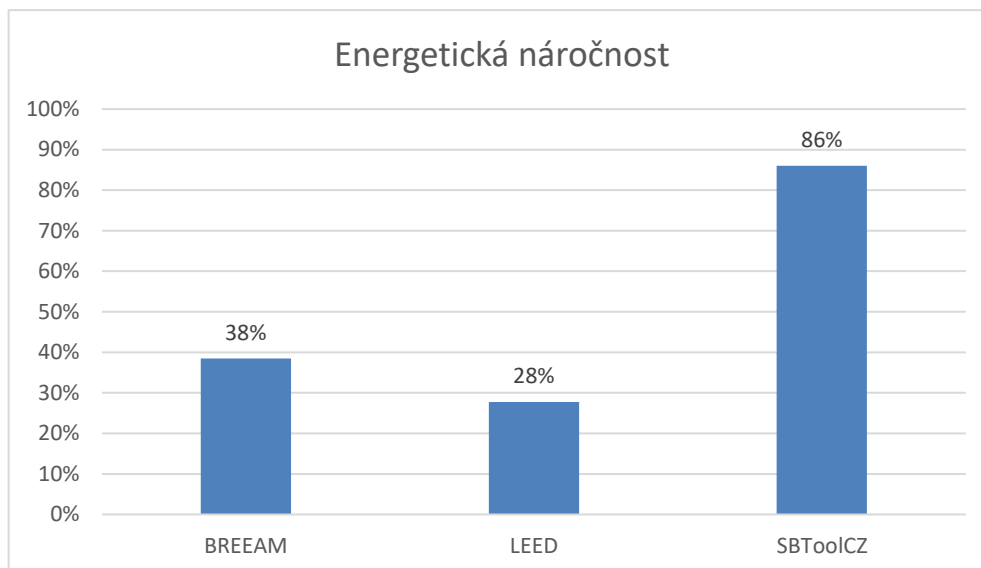
- **Hodnota $H_{PEE.PR}$ objekt A:** 311,7 MJ/m².rok
 - **Hodnota $H_{PEE.PR}$ objekt B:** 297,0 MJ/m².rok
 - **Hodnota $H_{PEE.PR}$ objekt C:** 294,8 MJ/m².rok
- **PEE.SV– Měrná roční spotřeba svázané primární energie**
 - **Popis požadavku:** Hodnotí se konstrukční prvky navržené v projektu. Základem tohoto hodnocení je výkaz výměr jednotlivých konstrukčních prvků. Pokud nejsou známy přesné výměry, může být hodnoceno odhadem. Pro

hodnocení dopadu materiálu se k jednotlivým konstrukcím a materiálům přiřadí příslušné hodnoty spotřeby svázaných primárních energií. [46]

- **Plnění požadavku:** Ve fázi návrhu nebyl zpracován výpočet měrné roční spotřeby svázané energie. Pro potřeby této diplomové práce budu vycházet z předpokladu, že měrná roční spotřeba svázané primární energie tvoří přibližně 20 % celkové výsledné hodnoty měrné roční spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů. Výsledné plnění kreditu, bylo určeno na základě váženého průměru objektů A, B a C.
 - **Hodnota $H_{PEE.SV}$ objekt A:** 77,9 MJ/m².rok
 - **Hodnota $H_{PEE.SV}$ objekt B:** 74,3 MJ/m².rok
 - **Hodnota $H_{PEE.SV}$ objekt C:** 73,7 MJ/m².rok
-
- **Výsledné hodnocení H_{PEE} objekt A:** 389,6 MJ/m².rok
 - **Výsledné hodnocení H_{PEE} objekt B:** 371,3 MJ/m².rok
 - **Výsledné hodnocení H_{PEE} objekt C:** 368,5 MJ/m².rok
-
- **Výsledné hodnocení H_{PEE} :** 376,5 MJ/m².rok
 - **Výsledné bodové hodnocení E.PEE:** 8,6

4.3.6.4 Porovnání

V certifikačním systému BREEAM je požadavek na vypracování energetického modelu, na jehož základě se určí parametry dodané energie, neobnovitelné energie a CO₂. U systému LEED se udělují kredity za procentuální zlepšení PCI pod PCI_t pomocí ukazatelů nákladů a emisí skleníkových plynů. Dále je v systému LEED požadavek na správný návrh chladicích a vytápěcích zařízení na základě tepelných ztrát a zisků. Metodika SBToolCZ se zaměřuje na výpočet primární energie z neobnovitelných zdrojů. Požadavek je rozdělen na provozní energie a na svázané energie. Provozní energie vychází z energonositelů, které jsou navrženy pro chod budovy. Svázaná primární energie se určuje na základě výkazu výměr daných budov, tedy zahrnuje veškerý materiál použitý v budově.



Graf 12 – Procentuální plnění kategorie energetická náročnost ve zkoumaném objektu

4.3.7 Větrání objektu a kvalita vnitřního vzduchu

4.3.7.1 BREEAM

- **HEA02– Indoor air quality (3 body)**
 - **Popis požadavku:** Tento kredit má čtyři části. Dvě části se věnují větrání. První část požadavku, která se věnuje větrání je **Ventilation**. Je zde požadavek na přívod čerstvého vzduchu systémem VZT dle schválených norem BREEAM. Přívod a odvod vzduchu musí být v dostatečné vzdálenosti od sebe dle ČSN EN 13779:2007, Příloha A2. Filtrace ve větracím systému musí splňovat požadavky ČSN EN 13779:2007, Příloha A3. Druhá část požadavku věnující se větrání je **Adaptability - potential for natural ventilation**. Body za tento požadavek jsou získány v případě, kdy je v budově navrženo přirozené nebo hybridní větrání. [5]
 - **Plnění požadavku:** Norma ČSN 13779 byla nahrazena normou ČSN EN 16789-3, ale ani jedna z norem není zmíněna v technické zprávě VZT. Odvod vzduchu z výměňkové stanice, ke kterému dochází při překročení 30 °C, je blíže než 10 m ke dveřím komerční jednotky a k oknům bytů v 1.NP. Prostor

výměnkové stanice je větrán přirozeně. Ostatní vývody VZT z koupelen a kuchyní jsou vedeny na střechu. V bytech je navrženo podtlakové větrání v koupelnách a v kuchyních jsou navrženy digestoře. Přívod vzduchu do bytu je zajištěn do obytných místností z exteriéru přes přívodní mřížky, ty budou umístěny pod stropem vedle oken, bude možné je ručně uzavřít a jsou předmětem stavební části projektu. [5,36]

- **Kredity K_{HEA02}: 1**

4.3.7.2 LEED

- **EQ01– Minimum indoor air quality performance (požadováno)**
 - **Popis požadavku:** Pro každou bytovou jednotku musí být splněny následující požadavky. Musí být navrženy a nainstalovány mechanické systémy větrání, které splňují podmínky na větrání obytných jednotek, minimální filtraci vzduchu a přívod vzduchu. V každé kuchyni a koupelně musí být navrženy systémy odsávání vzduchu. Recirkulační digestoře nesplňují požadavky na odsávání z kuchyně. Systémy přívodního vzduchu musí mít možnost uzavření a musí být automaticky řízeny tak, aby se spouštěly a fungovaly společně s odsávacím systémem.
 - **Plnění požadavku:** Dle technické zprávy větrání a klimatizace budovy, je v koupelnách zřízeno podtlakové větrání s výměnou vzduchu 80 m³/h a na WC s 50 m³/h. Pro větrání běžné kuchyně bude použit odsavač par, osazený nad sporákem s průtokem vzduchu 100 m³/h. Pro obytné jednotky byla určena výměna vzduchu 0,5/h v době pobytu osob a 0,3/h v době kdy osoby nejsou přítomny. Norma ČSN EN 16798-3, ve které jsou zmíněny požadavky na větrání obytných budov, není v technické zprávě projektu zmíněna. [24,36]
 - **Kredity K_{EQ01}: požadováno**
- **EQ02– Combustion venting (požadováno)**
 - **Popis požadavku:** V objektu v každém patře je nutné nainstalovat monitor CO, který bude pevně připojený se záložní baterií. U všech krbů nebo krbových kamen uvnitř budovy zajistěte uzavíratelná dvířka nebo pevný skleněný kryt. Zařízení pro vytápění prostor a ohřev vody, která zahrnují spalování, musí splňovat jednu z následujících podmínek: Musí být navržena a instalována s

utěsněným přívodem a odvodem vzduchu, musí být navržena a instalována s výkonným odsáváním nebo musí být umístěna v samotné budově nebo ve venkovním objektu. [24]

- **Plnění požadavku:** Pro vytápění a přípravu teplé vody v objektu bude sloužit předávací stanice. Pro větrání běžné kuchyně bude použit odsavač par, osazený nad sporákem. Tento musí být vybaven radiálním ventilátorem o vzduchovém výkonu 150 m³.h⁻¹ při tlaku ventilátoru 150 Pa, max. však 200 m³.h⁻¹ při tlaku ventilátoru 200 Pa (tomuto odpovídají na trhu prodávané digestoře s maximálním výkonem 300-400 m³.h⁻¹), filtrem, těsnou zpětnou klapkou a osvětlením. V objektu však nebude žádné zařízení s přívodem plynu a spalováním, proto je tento požadavek splněn, i když v objektu nejsou umístěna čidla CO.
 - **Kredity KEQ02: požadováno**
- **EQ03– Garage pollutant protection (požadováno)**
- **Popis požadavku:** Požadavek se týká snížení expozice obyvatel domu škodlivinám produkovanými v garážích. Všechna vzduchotechnická zařízení a potrubí musí být umístěna mimo požární prostor garáže. Tento požadavek se nevztahuje na potrubí, které slouží samotné garáži. Ve větraných prostorech nad garáží je nutné utěsnit všechny prostupy a všechny spoje podlahových ploch. Ve větraných prostorech vedle garáží, které mají s garáží společné dveře nainstalujte detektory oxidu uhelnatého a utěsňte všechny prostupy. [24]
 - **Plnění požadavku:** Pro větrání jsou navrženy hlukově izolované ventilátorové jednotky. Jednotky jsou zavěšené pod stropem ve vlastním prostoru garáží a jsou vybavené buňkovými tlumiči hluku. Každá jednotka obsluhuje 1 požární úsek garáže. Potrubí od provozních jednotek v prostoru garáží bude v celé délce mezi jednotkami a tlumiči hluku izolováno hlukově izolačním materiálem tl. 40 mm, opatřeným ocel.pozink.plech. Znehodnocený vzduch bude odváděn nad střechu objektu. Potrubí v šachtě i v průchodu jinými požárními úseky bude vždy v celé délce tepelně a požárně izolováno.
 - **Kredity KEQ03: požadováno**

○ **EQ10– Enhanced indoor air quality strategies (4 body)**

- **Popis požadavku:** Pro získání bodů u tohoto požadavku použijte jednu z následujících možností a získejte maximálně 4 body. Možnost 1 (1 bod) – u hlavního vchodu obytné jednotky umístěte rohož. U pravidelně využívaných vchodů z exteriéru, umístěte systémy, které jsou dlouhé alespoň 3 metry, aby zachytávaly nečistoty. Jedná se například o mřížky, rošty, šterbinové plochy atd.. Možnost 2 (1 bod) – každé potrubí, které je delší než 3 metry a přivádí do obytné jednotky vzduch musí mít vzduchový filtr s minimální účinností 10 a vyšší. Možnost 3 (1 bod) – Ve všech koupelnách musí být použita jedna z metod pro kontrolu používání odsávacího ventilátoru: čidlo přítomnosti, automatický regulátor vlhkosti, nepřetržitě pracující odtahový ventilátor nebo časovač, který ventilátor uvede do provozu na dobu nejméně 20 minut. Možnost 4 (2 body) – pro získání bodů musí být nainstalován systém rovnotlakého větrání do každé jednotky. Větrání v obytných jednotkách musí splňovat minimální požadavky na větrání. [24]
- **Plnění požadavku:** V rámci DPS byl zpracován projekt větrání. Přívod vzduchu do bytu je zajištěn do obytných místností z exteriéru přes přívodní mřížky, ty budou umístěny pod stropem vedle oken, bude možné je ručně uzavřít a jsou předmětem stavební části projektu. V koupelnách a kuchyních bude instalován ventilátor pro odvod vzduchu, který bude nastaven na stupeň 1- tedy trvalé větrání. Stupeň 2 si mohou uživatelé nastavit sami dle potřeby. V rámci předprojektové přípravy nebylo zmíněno umístění rohoží před hlavním vstupem.
- **Kredity KEQ10: 1**

○ **EQ12– Indoor air quality assessment (2 body)**

- **Popis požadavku:** Pro získání kreditu proveďte před obsazením každé bytové jednotky čištění vzduchu a testování vzduchu, jak je popsáno v následujících možnostech. Možnost 1- dokončete všechny stavební a úklidové práce v jednotkách. Musí být provedeny všechny vnitřní povrchové úpravy a musí být dokončeny všechny práce týkající se těkavých organických látek. Proveďte čištění vzduchu pomocí recirkulačního filtračního zařízení HEPA. Provádějte čištění vzduchu minimálně 6x za 1 hodinu po dobu nejméně 48 hodin. Po dokončení čištění otestujte vzduch v jednotce na přítomnost částic pomocí zařízení na monitorování částic s přesností vyšší než 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Prokažte, že částice o velikosti 10 mikronů nepřekračují hodnotu 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Opakujte čištění, dokud nedosáhnete vhodné hodnoty. Možnost 2 (1 bod navíc) -Současně s čištěním vzduchu větrejte minimálně 14 dní obytnou jednotku venkovním vzduchem s intenzitou o 10% vyšší než je požadovaná intenzita pro větrání. Udržujte vnitřní teplotu nejméně 15°C a nejvýše 27°C a relativní vlhkost nejvýše 60%. Po dokončení větrání otestujte vnitřní vzduch v obytných jednotkách na přítomnost znečišťujících látek a prokažte, že koncentrace znečišťujících látek nepřekračují hodnoty požadované systémem LEED. (CO max. 10mg/m³, CO₂ max 700 ppm, formaldehyde max. 16 ppb, TVOCmax. 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). [24]
- **Plnění požadavku:** V rámci předprojektové přípravy není zveřejněn plán čištění vzduchu v bytových jednotkách před uvedením do provozu. Bude apelováno na zhotovitele, aby tento plán byl vytvořen a vyplněn.
- **Kredity KEQ10: 0**

4.3.7.3 SBTToolCZ

○ **S.INT Kvalita vnitřního vzduchu (10 bodů)**

○ **INT.FI– Použití filtrů**

- **Popis požadavku:** Toto kritérium apeluje na kvalitu vnitřního vzduchu, která je výrazně ovlivňována účinností filtrů. Filtry by měly zohledňovat kvalitu

venkovního vzduchu a také individuální potřeby obyvatel. Třídy filtrů se uvažují dle ČSN EN ISO 16890-1. Uvažuje se vždy filtrace nejnižší třídy, která se vyskytuje v objektu na přírodním potrubí. [34,46]

- **Plnění požadavku:** Přívod vzduchu do objektu je přes přívodní mřížky umístěných na fasádě objektu.
- **Kredity $K_{INT.FI}$: 0**

○ **INT.HG– Větrání hygienického zázemí**

- **Popis požadavku:** Hygienická zázemí je nutné větrat odlišně než ostatní místnosti vzhledem k nárazovému výskytu vlhkosti a pachů. Minimální hodnoty průtoku vzduchu pro získání kreditu v tomto požadavku jsou následující: [46]
 - Kuchyně 100 m³/h
 - Koupelna 50 m³/h
 - WC 25 m³/h
 - Koupelna s WC 70 m³/h
- **Plnění požadavku:** V koupelnách je zřízeno podtlakové větrání s výměnou vzduchu 80 m³/h a na WC s 50 m³/h. Pro větrání běžné kuchyně bude použit odsavač par, osazený nad sporákem s výměnou vzduchu 100 m³/h. Pro obytné jednotky byla určena výměna vzduchu 0,5/h v době pobytu osob a 0,3/h v době, kdy osoby nejsou přítomny.
- **Kredity $K_{INT.HG}$: 6**

○ **INT.RE– Regulace systému větrání**

- **Popis požadavku:** Tento požadavek se zabývá způsobem navržené regulace vzduchotechnického systému. Regulace je důležitá z hlediska uživatelského komfortu a také kvůli lepší odezvě systému na aktuální podmínky. Regulační systém je rozdělen do šesti kategorií IDA C1 až C6, podle možných způsobů regulace vzduchu. [46]
 - IDA-C1: Systém je nepřetržitě v provozu.
 - IDA-C2: Systém je provozován a ovládán manuálně.
 - IDA-C3: Systém je provozován podle předvoleného časového harmonogramu.

- IDA-C4: Systém je provozován podle přítomnosti osob (světelné spínače, infračervená čidla, atd.).
 - IDA-C5: Systém se provozuje v závislosti na počtu přítomných osob v prostoru.
 - IDA-C6: Systém je řízen čidly, která měří parametry vnitřního vzduchu nebo přizpůsobených kritérií (např. CO₂ nebo čidla VOC). Použité parametry musí být přizpůsobené druhu činnosti prováděné v daném prostoru.
- **Plnění požadavku:** V objektu je navrženo podtlakové větrání. Ventilátory v koupelnách jsou nastaveny na stupeň 1- tedy jsou nepřetržitě v provozu. Regulační systém spadá do kategorie IDA-C1.
 - **Kredity K_{INT.RE}: 0**
- **INT.UD– Údržba**
- **Popis požadavku:** Požadavek se zabývá údržbou vzduchotechnického zařízení. Jedná se o čištění potrubí, výměnu filtrů nebo revize vzduchotechnických jednotek. Filtry by se měly měnit přibližně jednou za 3 měsíce, ale záleží na lokalitě, provozu a typu filtru. [46]
 - **Plnění požadavku:** V rámci certifikace návrhu budovy se tento požadavek nevyhodnocuje a automaticky je tento kredit za 1.
 - **Kredity K_{INT.UD}: 1**
- **INT.VV– Množství venkovního vzduchu**
- **Popis požadavku:** Tento požadavek hodnotí intenzitu trvalého větrání a množství větracího vzduchu. Vyhodnocení se provádí zvlášť pro všechny obytné místnosti. Intenzita trvalého větrání by měla být uvedena v technické zprávě větrání. Množství venkovního vzduchu lze stanovit buď na základě násobnosti výměny vzduchu v místnosti (IV) nebo podle počtu osob (VNO). Jako výsledek se bere horší výsledná hodnota. [46]
 - **Plnění požadavku:** Pro obytné jednotky byla určena výměna vzduchu 0,5/h v době pobytu osob a 0,3/h v době kdy osoby nejsou přítomny. Dle technické zprávy větrání je množství venkovního vzduchu na osobu v bytě min 15 m³/h.

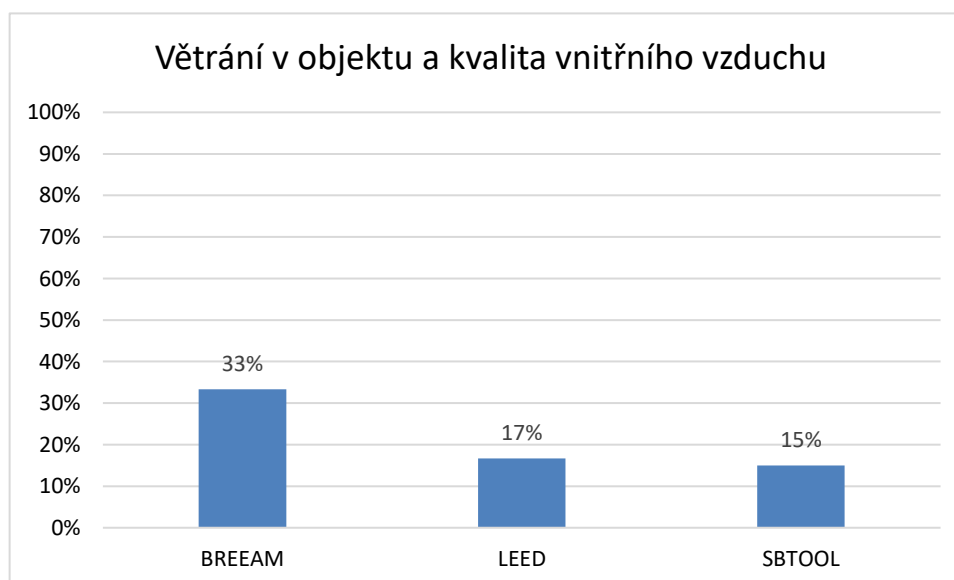
Za intenzitu trvalého větrání je IVT= 6 bodů. Množství venkovního vzduchu VNO= 0. Uvažuje se menší hodnota, tedy bodový zisk je 0.

- **Kredity K_{INT.VV}: 0**

- **Výsledné kreditové hodnocení K_{INT}: $(1 \times \frac{0+6+0+0}{4}) = 1,5$**
- **Výsledné bodové hodnocení S._{INT}: 1,5**

4.3.7.4 Porovnání

Všechny tři certifikační systémy se zabývají dostatečným přívodem čerstvého vzduchu do obytných místností a odvodem vzduchu z místností se škodlivinami. Certifikační systém BREEAM má bodové hodnocení za využití přirozeného nebo hybridního větrání. Oproti tomu certifikační systém LEED má bodové hodnocení za návrh nuceného větrání v objektu. Systém LEED má kredit, který řeší odvod škodlivin z garáží. Dále je v systému LEED vyžadováno čidlo na detekci CO, což u dvou zbylých systémů není. V systému je požadavek na čištění vzduchu a testování vzduchu po dokončení prací. V certifikačním systému SBToolCZ jsou požadavky rozděleny do více kreditů, ale zaměřují se na stejná témata jako předešlé dva systémy. V systému SBToolCZ je řešena regulace větrání, která je řešena i u systému LEED, ale v systému LEED je řešena pouze regulace ventilátoru v koupelně.



Graf 13 – Procentuální plnění kategorie větrání objektu ve zkoumaném objektu

4.3.8 Radon

4.3.8.1 BREEAM

V rámci certifikačního systému BREEAM není žádný kredit zaměřen na řešení radonu v místě objektu. V rámci kreditu MAN01- Project brief and design je zpracován design brief (tzn. zadání projektu ze strany investora), popisující základní parametry projektu (vč. environmentálních hledisek, požadavky na parametry vnitřního prostředí, harmonogram) – ve fázi předprojektové přípravy byl proveden radonový průzkum. Dále se certifikační systém BREEAM radonem nezabývá.

4.3.8.2 LEED

- **EQ04– Radon-resistant construction (požadováno)**
 - **Popis požadavku:** Tento kredit cílí na instalaci opatření pro snížení expozice obyvatele radonem. Je nutné instalovat izolaci nebo vertikální odvětrávací potrubí o průměru min. 80 nebo 100 mm pro snížení koncentrace radonu. Na vhodném místě v podkroví v blízkosti odvětrávacího potrubí je nutné umístit radonový ventilátor nebo el. zásuvku, abyste v případě potřeby mohli ventilátor v budoucnu nainstalovat. Požadavky na ochranu před radonem jsou automaticky splněny, pokud je budova vyvýšena alespoň o 600 mm a mezi budovou a zemí je volný prostor. Pokud je v budově garáž, lze to považovat za splnění podmínek.
 - **Plnění požadavku:** V rámci předprojektové přípravy byl proveden radonový průzkum. Při realizaci protiradonových opatření bude postupováno v souladu s ČSN 730601 Ochrana staveb proti radonu z podloží. Vzhledem k úrovni radonového rizika střední hodnoty je za dostačující řešení ochrany před pronikáním radonu z podloží vlastní projekční řešení, kdy celé suterénní patro 1.PP obsahující prostor parkingu a technické místnosti je řádně a dostatečně provětráváno a znehodnocený vzduch je odváděn nad úroveň objektu. [24,35]
 - **Kredity KEQ04: požadováno**

4.3.8.3 SBToolCZ

- **S.RAD - Ochrana proti radonu (10 bodů)**

- **RAD.IV– Návrhová intenzita větrání**
 - **Popis požadavku:** Při hodnocení návrhu budovy se uvažuje tzn. návrhová intenzita větrání. U přirozeně větraných staveb se návrhová intenzita větrání smluvně uvažuje hodnotou 0,2/h. Pro získání bodu musí být obytný prostor větrán s intenzitou větší než 0,6/h. [46]
 - **Plnění požadavku:** Větrání obytných prostor je uvažována výměna vzduchu 0,5/h v době pobytu osob a 0,3/h v době kdy osoby nejsou přítomny.
 - **Kredity $K_{RAD.IV}$: 0**

- **RAD.PO– Protiradonová opatření**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek uděluje kredity za navržená protiradonová opatření. Pokud je navržena jednostupňová ochrana prostřednictvím protiradonové izolace nebo hydroizolace je uděleno 0 bodů. Pokud je izolace kombinována ještě s pasivním odvětráním jsou uděleny body 3 a pokud s aktivním odvětráním jsou uděleny body 4. [46]
 - **Plnění požadavku:** Vzhledem k úrovni radonového rizika střední hodnoty je za dostačující řešení ochrany před pronikáním radonu z podlaží vlastní projekční řešení, kdy celé suterénní patro 1.PP obsahující prostor parkingu a technické místnosti je řádně a dostatečně provětráváno a znehodnocený vzduch je odváděn nad úroveň objektu.
 - **Kredity $K_{RAD.PO}$: 4**

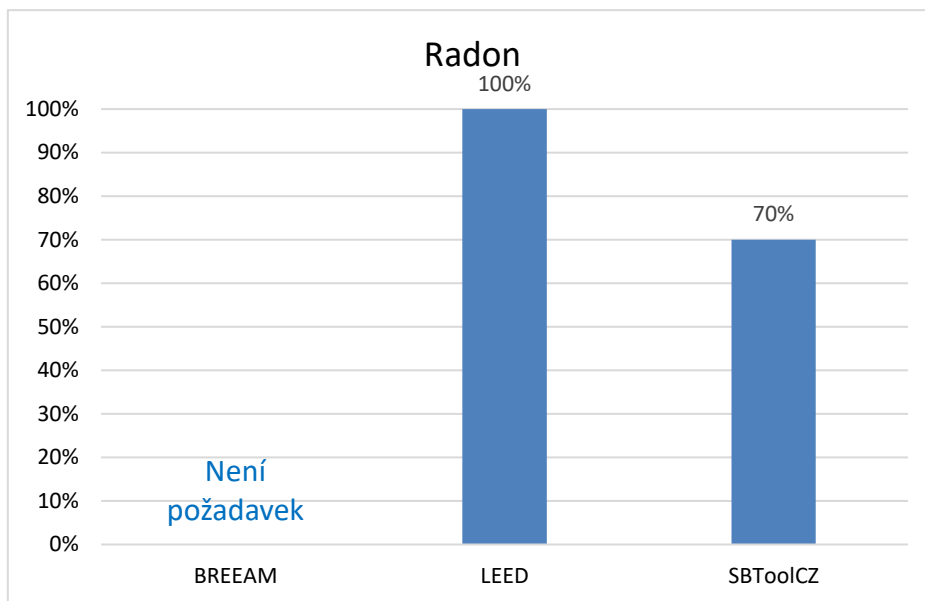
- **RAD.RF– Výskyt rizikových faktorů**
 - **Popis požadavku:** V rámci tohoto kreditu musíme určit, zda se v projektu vyskytují rizikové faktory. Jsou tři rizikové faktory, které mají potenciál zvýšit přísun radonu z podlaží budovy. Jedná se propustný podsyp o tloušťce větší než 50 mm pod podlahou kontaktního podlaží, ve kterém se nacházejí pobytové prostory; podlahové topení v podlaze kontaktního podlaží, ve kterém jsou pobytové prostory a vysoký radonový index. [46]

- **Plnění požadavku:** V podlaží, které je v kontaktu se zemí nejsou umístěny obytné ani pobytové prostory. Jsou zde umístěny garáže, které jsou řádně odvětrány a znehodnocený vzduch je vyveden ven. Dle radonového průzkumu byl zjištěn střední radonový index stavby.
 - **Kredity $K_{RAD.RF}$: 2**
- **RAD.UP– Umístění obytných nebo pobytových prostorů**
- **Popis požadavku:** Nejčastějším zdrojem radonu v budovách je podlaží, proto je nejvyšší koncentrace radonu zjišťována v kontaktních podlažích a dále pak v podlažích nacházejících se bezprostředně nad nimi. Pokud jsou obytné nebo pobytové prostory umístěny v kontaktním podlaží není za toto kritérium udělen ani jeden bod. Pokud jsou obytné a pobytové prostory v podlaží bezprostředně následujícím nad kontaktním podlažím je udělen bod jeden. Pokud jsou obytné a pobytové prostory umístěny výše jsou za toto kritérium uděleny dva body. [46]
 - **Plnění požadavku:** V objektu jsou v kontaktním podlaží umístěny garáže. V 1.NP, tedy bezprostředně nad kontaktním podlaží jsou již umístěny bytové jednotky.
 - **Kredity $K_{RAD.UP}$: 1**
 - **Výsledné kreditové hodnocení K_{RAD} : 7**
 - **Výsledné bodové hodnocení S_{RAD} : 7**

4.3.8.4 Porovnání

Systém BREEAM nemá žádný kredit, který by se zabýval radonem. V certifikačním systému LEED je na radon zaměřen jeden kredit. Tento kredit cílí na instalaci opatření, které povedou ke snížení expozice obyvatel radonem.

V systému SBToolCZ je řešení radon více dopodrobna. Kromě instalace opatření proti expozici obyvatel, se také zabývá větráním obytných prostor a také tím, aby obytné pobytové prostory nebyly umístěny v podlaží, které je kontaktní se zemí.



Graf 14 – Procentuální plnění kategorie radon ve zkoumaném objektu

4.3.9 Akustika

4.3.9.1 BREEAM

- **HEA05– Acoustic performance (4 body)**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek se skládá ze dvou dílčích požadavků. Prvním z nich je **Appointing suitably qualified accoustician**. Tato část požadavku cílí na to, aby byla zpracována akustická studie, která bude zohledňovat externí zdroje hluku a tvar pozemku. Dále také musí zohledňovat požadavky na uživatele se speciálními potřebami týkající se sluchu a požadavky na různé typy fasád z hlediska hluku. Druhá část tohoto požadavku je **Acoustic performance**. Zde je možné získat až 4 kredity splněním požadavků pro vzduchovou neprůzvučnost a kročejovou neprůzvučnost konstrukcí nad rámec platné legislativy. Tuto skutečnost je nutné doložit na místě. [5]
 - **Plnění požadavku:** Akustická studie byla vypracována Studiem D-akustika v roce 2018. Dále proběhlo v roce 2018 měření vibrací z kolejové dopravy a akustický posudek z hlediska hluku z projektovaného objektu a stavební činnosti, provedeno Ortogonal s.r.o. Dle nově platné ČSN 730532 musí být

dodrženy minimální hodnoty zvukové izolace dělicích konstrukcí: mezi byty musí být vzduchová neprůzvučnost min. 53 dB a kročejová neprůzvučnost mezi byty musí být max. 55 dB. Tato norma je citovaná i v akustickém posudku a technická zpráva se na něj odvolává. Dle akustického posudku mají mezi bytové konstrukce ze železobetonu vzduchovou neprůzvučnost 56 dB, což je zlepšení oproti normě o 3 dB a mezi bytové konstrukce z keramických tvárníc mají vzduchovou neprůzvučnost 54 dB, což je zlepšení o 1 dB oproti normě. Kročejová neprůzvučnost mezi byty je 47 dB, což je vylepšení oproti normě o 8 dB. Jelikož vylepšení oproti normě není u stěny z keramiky takové, jaké certifikační systém BREEAM požaduje nemohou být body získány. [28]

- **Kredity K_{HEA05}: 0**
- **POL05– Reduction of noise pollution (1 bod)**
 - **Popis požadavku:** V rámci tohoto požadavku musí být provedeno měření hluku v souladu se směrnicí a musí být stanoveny hodnoty hlukových hladin pro stávající stav. Po nové výstavbě se hladiny hluku mohou zvýšit max. o 5 dB během dne a max. 3 dB během noci. Plnění kreditu je nutné po výstavbě prokázat i měřením.
 - **Plnění požadavku:** Měření akustiky před výstavbou bylo provedeno Studiem D-akustika v roce 2018. Po výstavbě bude provedeno měření i na fasádě a v bytech. Při porovnání naměřených hodnot by nemělo dojít k významnému navýšení stavu po výstavbě.
 - **Kredity K_{POL05}: 0**

4.3.9.2 LEED

- **EQ15– Accoustic performance (2 body)**
 - **Popis požadavku:** Pro získání kreditu v této části jsou dvě možnosti. První možnost je minimalizovat hluk v pozadí od zařízení na vytápění, větrání a chlazení. V každé jednotce musí být nainstalovány takové systémy, aby jejich hodnoty hluku nepřesahovaly požadované hodnoty a to 35 dB pro obytné prostory a 45 dB pro kuchyně a koupelny. Druhá možnost pro získání kreditu

je zaměřit se na celou obálku budovy. Materiály, ze kterých je vytvořena obálka budovy, musí splňovat náležité požadavky dle normy. [24]

- **Plnění požadavku:** Dle nově platné ČSN 73 0532 musí být dodrženy minimální hodnoty zvukové izolace dělicích konstrukcí. Pro stěny se jedná o 53 dB a pro příčky mezi byty 43 dB. Pro stropní konstrukce se jedná o hodnotu 53 dB. V rámci provedené akustické studie byly zjištěny neprůzvučnosti jednotlivých konstrukcí. Mezibytové dělicí stěny z keramiky by měly dle návrhu splňovat vzduchovou neprůzvučnost 54 dB, dělicí stěny ze železobetonu by měly splňovat vzduchovou neprůzvučnost 56 dB a stropy 58 dB. Dále byly v akustické studii posuzována okna a dveře, která dosáhla neprůzvučnosti 33 dB. Z provedené akustické studie bylo zjištěno, že stěna instalační šachty v jednotlivých bytech má hodnotu neprůzvučnosti 42 dB, což je hraniční hodnota pro získání kreditu. Dále budou na VZT potrubích umístěny tlumiče hluku, takže hodnota akustického tlaku bude v nočních hodinách v obytných místnostech 30 dB a v denních hodinách 40 dB. [28]
- **Kredity KEQ15: 2**

4.3.9.3 SBToolCZ

- **S.AKU - Akustický komfort (10 bodů)**
- **AKU.OB– Ochrana před hlukem**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek hodnotí hluk pronikající do budovy z exteriéru. Limitní hodnoty pro zajištění ochrany hluku pro objekty sloužící k bydlení jsou uvedeny v Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. Hodnocení probíhá pro místnosti, které jsou nejvíce vystaveny hluku, případně u místností, které jsou blízko zdrojům hluku umístěných v objektu. Pro výpočet se použije vzorec z on-line metodiky SBToolCZ. [22,46]
 - **Plnění požadavku:** Byla provedena akustická studie kvůli hluku ze železnice a dopravy. V nejkritičtěji umístěných bytech je hluk z veřejné dopravy průměrně 55 dB pro všechna podlaží. Není splněn požadavek na limitní $L_{dBmax}=40$ dB.
 - **Kredity K_{AKU.OB}: 0**

○ **AKU.PB– Prostorová akustika**

- **Popis požadavku:** Kritérium se zabývá prostorovou akustikou, a to formou informačního letáku nebo brožury, který by měli mít uživatelé bytu k dispozici. Kredit je možné udělit i na základě čestného prohlášení, že informační letáky budou k dispozici uživatelům. Informační leták se musí týkat vlivu pohltivých a odrazivých ploch nebo vybavení bytu na kvalitu prostorové akustiky. Běžně by v obytných místnostech měla být doba dozvuku 0,5s. Pokud je hodnocení pro různé byty odlišné, vytvoří se z výsledků aritmetický průměr přes počet bytů. [46]
- **Plnění požadavku:** Tvorba informačních letáků a brožur bude řešena s investorem. Bude vyhotoveno čestné prohlášení, které bude deklarovat, že brožury budou pro uživatele k dispozici.
- **Kredity $K_{AKU.PB}$: 10**

○ **AKU.ZI– Zvuková izolace**

- **Popis požadavku:** V tomto kreditu se hodnotí veličiny, které vyjadřují zvukovou izolaci dělicích stěn. Hodnotí se vážená stavební neprůzvučnost R'_{w} a vážená stavení normová hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w}$. Určí se jednotlivé třídy konstrukcí od A do D. Třída D znamená nedodržení normových požadavků. Kredit se odkazuje na základní požadavky v normě ČSN 73 0532. Následně jsou pro jednotlivé konstrukce uděleny body za jednotlivé třídy. Za třídu A 10 bodů, třída B 7 bodů, třída C 3 body a třída D 0 bodů. Poté je pro jednotlivé místnosti spočítáno dílčí hodnocení, ze kterého je následně spočítáno kreditové hodnocení. [28,46]
- **Plnění požadavku:** Výpočet provedu pro jedno patro jedné budovy, jelikož ostatní patra jsou buď úplně stejná nebo se liší velice málo.

Výpočet bodů za tento kredit spočítáme dle následujícího vzorce pomocí aritmetického průměru.

$$K_{AZU.ZI} = \frac{\sum_{t=1}^n OZI_{m,t}}{n} = \frac{272,4}{32} = 8,51 \quad [46]$$

$K_{AZU.ZI}$ kreditové hodnocení zvukové izolace

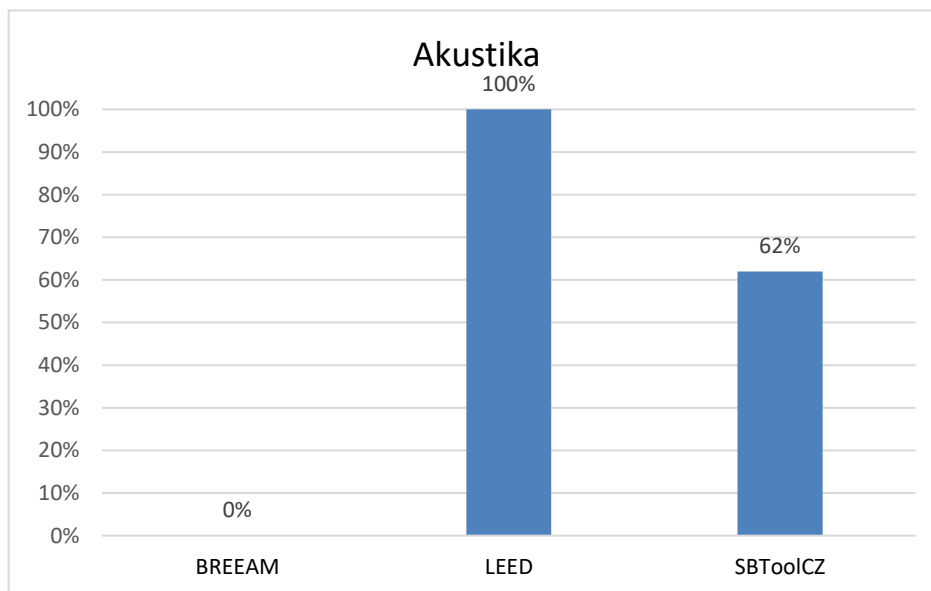
$OZI_{m,t}$ je hodnocení i-té místnosti z hlediska zvukové izolace
n počet posuzovaných místností

- **Kredity $K_{AKU,ZI}$: 8,51**

- **Výsledné kreditové hodnocení K_{AKU} : $\frac{8,51+0+10}{3} = 6,2$**
- **Výsledné bodové hodnocení S_{AKU} : 6,2**

4.3.9.4 Porovnání

Certifikační systém BREEAM vyžaduje vypracování akustické studie pro objekt. Dále má také požadavek na vzduchovou neprůzvučnost a kročejovou neprůzvučnost konstrukcí. Požadavky pro získání kreditu jsou zde přísnější než u certifikačního systému LEED. Musí být splněno určité zlepšení oproti normě, což se u tohoto objektu nepovedlo. V metodice SBToolCZ se hodnotí 3 různé aspekty, za které lze získat kredity. Má požadavek na vytvoření brožur pro obyvatelé bytů. Dále se obdobně jako dva předchozí systémy zabývá neprůzvučností. Jeden požadavek se zaměřuje na dodržení stavební neprůzvučnosti a druhý požadavek se týká pronikání hluku z okolí do budovy.



Graf 15 – Procentuální plnění kategorie akustika ve zkoumaném objektu

4.3.10 Osvětlení

4.3.10.1 BREEAM

○ HEA01– Visual comfort (4 body)

- **Popis požadavku:** Tento požadavek nám říká, že návrh musí splňovat požadavky na činitele denního osvětlení pro alespoň 80% plochy pobytových místností. Pobytová místnost se uvažuje jako místnost, která užívána v pravidelně alespoň 30 minut. Požadavky jsou následující:
 - Kuchyně: D=2%
 - Obývací pokoj: D=1,5%
 - Jídelna: D=1,5%
 - Pracovna: D=1,5%

Na ložnici žádný požadavek není. Oproti české legislativě jsou zde požadavky přísnější. Tento požadavek lze dokázat také pomocí dynamického modelu denního osvětlení, a to splněním osvětlení 100 lux na 100% plochy po dobu minimálně 3450 hodin ročně. [5]

- **Plnění požadavku:** Byla provedena studie denního osvětlení a výpočet dle ČSN 73 0580. Požadavky na BREEAM tedy prosvětlení místností min. 1,5% nejsou splněny v menších obytných místnostech, jednosměrně orientovaných bytech a i v některých větších bytech. [32]
- **Kredity** K_{HEA01} : **0**

○ ENE03– External lighting (1 bod)

- **Popis požadavku:** Tento požadavek se týká exteriérového osvětlení včetně osvětlení na balkonech a terasách. Požadavek se netýká veřejného osvětlení. Osvětlení musí splňovat tyto požadavky: [5]
 - Minimální účinnost 70 lm/W
 - Spínání světla dle astronomických hodin
 - Čidla v místech s nesouvislým pohybem osob
- **Plnění požadavku:** V areálu se nachází osvětlení, které je ovládáno astronomickými spínacími hodinami. Pro ovládání osvětlení venkovních prostor jsou instalována pohybová čidla. Na balkonech nejsou umístěna

pohybová čidla ani časovač. V případě, že by se čidla na balkony nainstalovala, by byla možnost získat za tento kredit bod.

- **Kredity K_{ENE03}: 0**

4.3.10.2 LEED

○ **EQ14 – Daylight and quality views (1 bod)**

- **Popis požadavku:** Pro získání kreditu v tomto požadavku jsou dvě možnosti. První možnost je prokázat pomocí vymodelování budovy nebo měřením denního světla, že úroveň osvětlení splňuje následující požadavky. Minimální přístup denního světla do pravidelně obývaného prostoru je 10 lux na min. 90 % podlahové plochy. U hodnocení denního světla pro celou budovu je nutné dosáhnout úrovně mezi 150 lux a 5000 lux pro nejméně 50 % pravidelně obývané podlahové plochy. Druhou možností, jak získat kredit je dbát na kvalitu výhledu. Alespoň 50 % pravidelně obývaných prostor v každé obytné jednotce musí mít jedno okno, ze kterého je výhled na jednu z následujících možností:

- Flóra
- Fauna
- Obloha
- Objekty ve vzdálenosti nejméně 7,5 metru od hrany okna

Průhledy do vnitřních atrií mohou být využity až do 30 % požadovaných ploch v budově. [24]

- **Plnění požadavku:** Vymodelování budovy ani měření denního světla nebylo provedeno. V každém z bytů v bytových domech mají okna, ze kterých je výhled na faunu, flóru nebo oblohu.
- **Kredity K_{EQ14}: 1**

○ **SS07 – Light pollution reduction (1 bod)**

- **Popis požadavku:** Tento kredit cílí na to, aby byla lepší viditelnost v noci a snaží se snížit důsledky výstavby pro volně žijící zvířata. Pro splnění požadavku jsou dvě možnosti. První možností je instalovat pouze světla, která

nepřekračují hodnoty svítivosti dle IES TM-15-11. Druhou možností je nepřekračovat určitá procenta celkového vyzařovaného světelné toku. [2,24]

- **Plnění požadavku:** Pro určení plnění tohoto požadavku je nutné znát přesné typy svítidel, která budou v komplexu instalována. Proto tento požadavek v tuto chvíli nemůže získat žádný kredit.
- **Kredity K_{SS07}: 0**

4.3.10.3 SBToolCZ

○ **S.VIZ -Vizuální komfort (10 bodů)**

○ **VIZ.CB– Činitel denní osvětlenosti**

- **Popis požadavku:** Tento požadavek cílí na splnění činitele denní osvětlenosti v obytných místnostech dle normy ČSN 73 0580. Činitel denní osvětlenosti má být ověřen ve dvou kontrolních bodech umístěných v rovině 0,85 metrů nad podlahou. [32,46]
- **Plnění požadavku:** Byla provedena studie denního osvětlení a výpočet dle ČSN 73 0580-2. Pro výpočet dle následující rovnice SBToolCZ jsem převzala hodnoty z vypracované studie.

$$K_{VIZ.CB} = \frac{10 \times B_{1,5}}{B_{celk}} = \frac{10 \times 165}{258} = 6,4 \quad [46]$$

$K_{VIZ.CB}$ kreditové hodnocení činitele denní osvětlenosti

$B_{1,5}$ počet kontrolních bodů, v nichž je činitel denní osvětlenosti $\geq 1,5\%$

B_{celk} celkový počet uvažovaných kontrolních bodů na srovnávací rovině

- **Kredity K_{VIZ.CB}: 6,4**

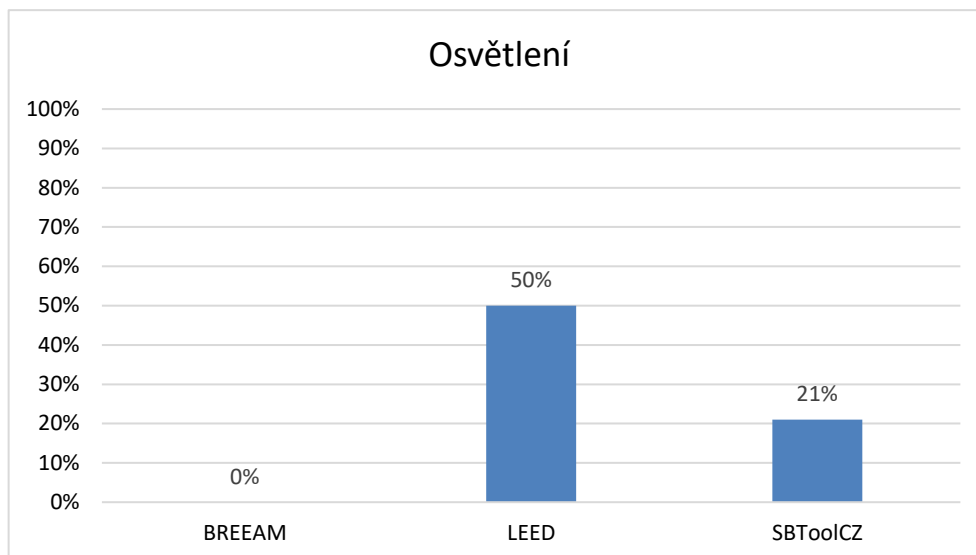
○ **VIZ.PR– Proslunění**

- **Popis požadavku:** Tento požadavek se zaměřuje na proslunění místnosti dle ČSN EN 17037. Doba proslunění se ověřuje pro den 1.března. Minimální úroveň doby proslunění je 90 minut. Hodnotí se každý byt, ale u bytů s podobným stíněním lze proslunění odhadovat. [37,46]

- **Plnění požadavku:** Výpočet proslunění bytů nebyl v rámci projektu představen. V Nařízení č. 10/2016 Sb. Hl. města Prahy, není tento požadavek jmenovitě obsažen. [17]
 - **Kredity K_{VIZ.PR}: 0**
- **VIZ.VY– Výhled**
- **Popis požadavku:** Ve všech vnitřních prostorech, které jsou určeny pro trvalý pobyt osob, musí být navrženy osvětlovací otvory tak, aby bylo dobré zrakové spojení s vnějším prostředím. Spodní hrana zasklení otvorů musí být maximálně 1,2 m nad podlahou. Jestliže je místnost osvětlena více osvětlovacími otvory umístěnými v jedné stěně, uvažuje se otvor uprostřed. [46]
 - **Plnění požadavku:** Při návrhu se s tato problematika nejspíše neřešila. Ve studii osvětlení není zmíněno, zda osvětlovací otvory splňují tato kritéria. Budu tedy uvažovat, že požadavek není splněn.
 - **Kredity K_{VIZ.VY}: 0**
- **Výsledné kreditové hodnocení K_{VIZ}: $\frac{6,4+0+0}{3} = 2,1$**
- **Výsledné bodové hodnocení S.VIZ: 2,1**

4.3.10.4 Porovnání

Všechny tři certifikační systémy obsahují požadavek na denní osvětlení bytů. Certifikační systém LEED a SBToolCZ se navíc zaměřují i na proslunění bytů. Naopak BREEAM a SBToolCZ mají společný požadavek na kvalitu výhledu, ale u systému SBToolCZ je těžší dosáhnou bodového ohodnocení. Systém BREEAM se navíc zabývá i exteriérovým osvětlením. Tento požadavek řeší i LEED, ale jsou zde jiné požadavky na získání kreditu.



Graf 16 – Procentuální plnění kategorie osvětlení ve zkoumaném objektu

4.3.11 Tepelná pohoda

4.3.11.1 BREEAM

- **HEA04– Thermal comfort (3 body)**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek je rozdělen na tři dílčí požadavky. Celkově je možné zde získat 3 body. První část požadavku je **Thermal modelling**. Tato část požadavku vyžaduje výpočet tepelného komfortu dle funkčních zón. Výpočtem dle ČSN EN ISO 7730 se stanovují parametry PMV (predicted mean vote) a PPD (predicted percentage of dissatisfied). Podmínky by měly být splněny pro vytápění i chlazení. Další část požadavku je **Adaptability - for a projected climate change scenario**. V této části požadavku se jedná o zohlednění efektu globálního oteplování při posuzování tepelného komfortu. Stanovuje se dynamickým výpočtem pro horizont 15 let, s navýšením teploty dle předpokládaných změn klimatu. Parametry tepelného komfortu musí být stále splněny. Třetí část požadavku je **Thermal zoning and controls**. Bod je zde možné získat za stanovení parametrů tepelného komfortu na referenčních bytech pomocí dynamického výpočtu. Cílem je stanovit provozní teploty, útlumové režimy, odchylky v závislosti na sezóně systémů

vytápění, chlazení a stanovení vhodného způsobu ovládání těchto systémů. [5,31]

- **Plnění požadavku:** Tepelná studie celého objektu nebyla provedena. Byl proveden pouze výpočet nejnižších vnitřních povrchových teplot a průběh teplot pro terasu v 1.NP. Nepředpokládá se, že by byl výpočet PPD a PMV dodán. Ani druhá část požadavku není splněna, jelikož dynamický model s predikcí 15 let není vyhotoven. Tvorba dynamického modelu pro stanovení tepelného komfortu v bytech také není předpokládána.
- **Kredity K_{HEA04}: 0**

4.3.11.2 LEED

○ EQ13– Thermal comfort (1 bod)

- **Popis požadavku:** Pro získání kreditu za tento požadavek je nutné splnit jednu z následujících možností. Možnost 1 – tepelná pohoda. Musí být splněny všechny následující požadavky pro každou bytovou jednotku. V každé jednotce musí být nainstalovány prvky pro regulaci vytápění a chlazení. Stěny, podlaha a střecha musí splňovat požadavky na předepsanou izolaci podle předpisu IECC 2009 Commercial code. V objektu nesmí být tepelné mosty v obvodovém plášti. Výplně otvorů musí splňovat hodnotu součinitele prostupu tepla maximálně 1,2 W/m²K. Možnost 2 – splnění normy ASHRAE 55-2017. Možnost 3 – splnění ISO normy ČSN EN ISO 7730 – stanovení ukazatelů PMV a PPD a popis podmínek tepelné pohody. [24,31]
- **Plnění požadavku:** V rámci dokumentace DPS bylo navrženo vytápění v každé bytové jednotce, ale chlazení je uvažováno pouze v posledních dvou patrech. Byl proveden výpočet nejnižších povrchových teplot a průběh teplot pro terasu v 1.NP. Z dostupných podkladů není možné určit, zda v obvodovém plášti nevzniknou tepelné mosty. V projektu jsou navržena okna se součinitelem prostupu tepla 1 W/m²K. Výpočet tepelného komfortu pomocí výpočtu parametrů PPD a PMV není doložen a nepředpokládá se.
- **Kredity K_{EQ13}: 0**

4.3.11.3 SBToolCZ

- **S.TKL - Tepelný komfort v letním období (10 bodů)**

- **TKL.ST– Nutnost stavebního řešení pro splnění požadavku na nejvyšší denní teplotu vzduchu**
 - **Popis požadavku:** Dle tohoto požadavku musí dokumentace obsahovat výpočet tepelné stability místnosti v letním období alespoň jedné kritické místnosti. Nejvyšší denní teplota je pro obytné místnosti stanovena na 27°C. U obytných budov je možné přistoupit na překročení požadované teploty o nejvýše 2 °C na dobu nejdéle 2 hodiny. V rámci tohoto požadavku se musí určit, jaké stavební řešení je nutné pro dosažení požadovaného stavu. [46]
 - **Plnění požadavku:** Dokumentace neobsahuje výpočet tepelné stability místnosti. V objektu jsou navrženy vnější žaluzie pro všechna okna. V 6.NP a 7.NP jsou navrženy chladicí jednotky pro udržení komfortní teploty v letních měsících. Jelikož nebyl výpočet tepelné stability proveden, není možné zde udělit žádný bod.
 - **Kredity $K_{TKL.ST}$: 0**

- **TKL.TE– Nejvyšší denní teplota vzduchu**
 - **Popis požadavku:** Požadavek zní stejně jako TKL.ST, pouze s výjimkou, že body jsou získány za maximální teplotu, která je dosažena. Pro bytový dům s více jak 30 byty je nutné spočítat maximální teplotu pro více místností. Na 30 bytů připadá jedna kritická místnost. Do výsledného hodnocení se započítává místnost s nejméně příznivým výsledkem. Pokud je v místnosti méně jak 26 °C jsou uděleny dva body. Pokud je teplota menší než 27 °C je udělen bod jeden a při teplotě vyšší než 27 °C není udělen žádný bod. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet nebyl ve fázi návrhu proveden a ani se neuvažuje s jeho doplněním. Budeme tedy uvažovat s tím, že požadavek na nejnižší denní teplotu splněn nebude.
 - **Kredity $K_{TKL.TE}$: 0**

- **Výsledné kreditové hodnocení K_{TKL} : 0**

- **Výsledné bodové hodnocení S.TKL: 0**
- **S.TKZ - Tepelný komfort v zimním období (10 bodů)**
- **TKZ.DT– Pokles dotykové teploty podlahy**
 - **Popis požadavku:** V tomto požadavku se udělují body na základě poklesu dotykové teploty podlahy. Pokles dotykové teploty se stanoví podle ČSN 73 0540-4 na základě tepelné jímavosti podlahy a vnitřní povrchové teploty podlahy. [30,46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet poklesu dotykové teploty podlahy, nebyl pro tento objekt ve fázi návrhu proveden a nepředpokládá se jeho provedení. Proto budu uvažovat, že podmínky splněny nebudou.
 - **Kredity $K_{TKZ.DT}$: 0**
- **TKZ.TS– Tepelná stabilita místnosti**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek se zabývá tepelnou stabilitou v zimním období. Tato stabilita se určuje v kritické místnosti pomocí poklesu výsledné teploty. U pobytové místnosti s vytápěním pomocí radiátorů, sálavých panelů nebo teplovzdušného vytápění, nesmí klesnout teplota při přerušení vytápění o více než 3°C. V místnostech bez pobytu osob nesmí teplota klesnout o více jak 6°C. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet tepelné stability v zimním období, nebyl pro tento objekt ve fázi návrhu proveden a nepředpokládá se jeho provedení. Proto budu uvažovat, že podmínky splněny nebudou.
 - **Kredity $K_{TKZ.TS}$: 0**
- **Výsledné kreditové hodnocení K_{TKZ} : 0**
- **Výsledné bodové hodnocení S.TKZ: 0**

4.3.11.4 Porovnání

Systémy BREEAM a LEED mají na tuto kategorii podobné požadavky. BREEAM má požadavek na zpracování dynamického modelu, pomocí kterého se stanoví parametry tepelného komfortu. LEED má požadavek splnění součinitele prostupu tepla jednotlivých

konstrukcí a výpočet tepelných mostů na obálce budovy. Metodika SBToolCZ má rozděleny požadavky pro letní a zimní komfort. Stejně jako u systému BREEAM se jeden požadavek týká tepelné stability místnosti. Dále jsou zde požadavky na nejvyšší denní teplotu v objektu a také na pokles dotykové teploty podlahy.

4.3.12 Chlazení

4.3.12.1 BREEAM

- **POL01– Impact of refrigerants (3 body)**
 - **Popis požadavku:** Tento požadavek má čtyři části. První část je **All systems comply with EN**. Tato část požadavku je povinná. Chladivo navržené do chladicích jednotek musí splňovat ČSN EN 378. Druhá část požadavku je **Ozone depleting potential**. Použitá chladiva musí být ekologická, tedy musí mít ODP=0. Jedná se například o chladiva R125, amoniak, R134a a další. Třetí části požadavku je **Impact of refrigerant**. U využitých chladiv se hodnotí hodnota DeL CO₂e (Direct Effect Life Cycle CO₂ equivalent emissions), která musí být menší nebo rovna 100 kg CO₂e/kW chladicí nebo topné kapacity, nebo GWP (Global warming potential) musí být menší nebo rovno 10 (pro zisk 2 bodů). Pro zisk 1 bodu je nutné splnit DEL CO₂e menší nebo rovno 1000 kg CO₂/kW chladicí nebo topné kapacity. Čtvrtá část požadavku je **Leak detection**. V objektu musí být nainstalován systém detekce úniku chladiva, který zajišťuje stálý monitoring. V případě úniku chladiva, musí být systém schopen zastavit chladicí jednotku a izolovat zbývající chladivo. [5,33]
 - **Plnění požadavku:** Klimatizační jednotky MultiSplit budou v bytech instalovány pouze v posledních dvou podlažích. Dále budou chlazeny komerční prostory. Zmíněné normy nejsou v dokumentaci zmíněny. V chladicích jednotkách bude použito chladivo R32, které má ODP=0 a GWP= 675. Vzhledem k návrhu malých chladicích jednotek, u kterých je množství chladiva menší než 6 kg/jednotku, nepředstavuje únik chladiva velké riziko a může tak být udělen bod za tuto část požadavku.
 - **Kredity K_{POL01}: 2**

4.3.12.2 LEED

- **EA05– Fundamental refrigerant management (požadováno)**
 - **Popis požadavku:** V systémech chlazení nesmí být použita chladiva na bázi chlorfluoruhlovodíku. [24]
 - **Plnění požadavku:** Dle technické zprávy větrání a chlazení je v chladících systémech použito chladivo R32, které je na bázi fluorovaného uhlovodíku. Tento kredit je povinný a tímto je i splněn.
 - **Kredity: požadováno**

- **EA11– Enhanced refrigerant management (1 bod)**
 - **Popis požadavku:** Pro získání kreditu v tomto požadavku jsou dvě možnosti. Možnost 1 (1 bod) – první možnost je nepoužívat v objektu žádná chladiva nebo používat chladiva pouze přírodní nebo syntetická, která mají nulový potenciál ničení ozonové vrstvy ODP=0 a potenciál globálního oteplování GWP nižší než 50. Možnost 2 (1 bod) – druhá možnost je používat pouze chladiva, díky kterým se budou minimalizovat emise sloučenin, které přispívají k poškozování ozonové vrstvy. [24]
 - **Plnění požadavku:** V rámci projektové dokumentace je navrženo chlazení ve dvou posledních patrech a v komerčních prostorech. Pro chlazení se uvažuje s MultiSplit systémy s přímým vstřikováním chladiva z důvodu snadného měření spotřeby energie. Bude zde použito chladivo R32. Hodnota ODP=0 a hodnota GWP=675. Pro získání kreditu by bylo nutné použít nějaké přírodní chladivo jako například propan, izobutan, ethan a další.
 - **Kredity KEA11: 0**

4.3.12.3 SBToolCZ

- **E.ODP - Potenciál ničení ozonové vrstvy (10 bodů)**

- **ODP.PE– Měrná roční produkce provozních emisí CFC 11,ekv.**
 - **Popis požadavku:** V rámci tohoto požadavku se hodnotí emise vznikající jako důsledek spotřeby provozní energie. Pro výpočet se přebírají hodnoty z kritéria PEE. Do výpočtu se započítává dílčí dodaná energie na hranici budovy pro

celoroční provoz budovy a ta je následně přepočítána pomocí emisních faktorů na $CFC_{11,ekv}$. Celková suma roční produkce se následně vztáhne na podlahovou plochu. [46]

- **Plnění požadavku:** Výpočet byl proveden pomocí kritéria PEE, z něhož jsem přebrala dílčí množství dodané energie na hranici budovy, které jsem přepočítala na emise $CFC_{11,ekv}$ pomocí emisních faktorů. Výpočet jsem prováděla pro každou budovu zvlášť a v závěrečném hodnocení jsem udělala vážený průměr z dosažených hodnot pro každou budovou.

	A	B	C
Roční produkce provozních emisí $CFC_{11,ekv}$ [kg $CFC_{11,ekv}/rok$]	$3,97 \cdot 10^{-4}$	$3,64 \cdot 10^{-4}$	$3,64 \cdot 10^{-4}$
Celková podlahová plocha m^2	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční produkce provozních emisí $CFC_{11,ekv}$ [kg $CFC_{11,ekv}/m^2.rok$]	$1,31 \cdot 10^{-7}$	$1,21 \cdot 10^{-7}$	$1,21 \cdot 10^{-7}$
Celkem [kg $CFC_{11,ekv}/m^2.rok$]	$3,74 \cdot 10^{-7}$		

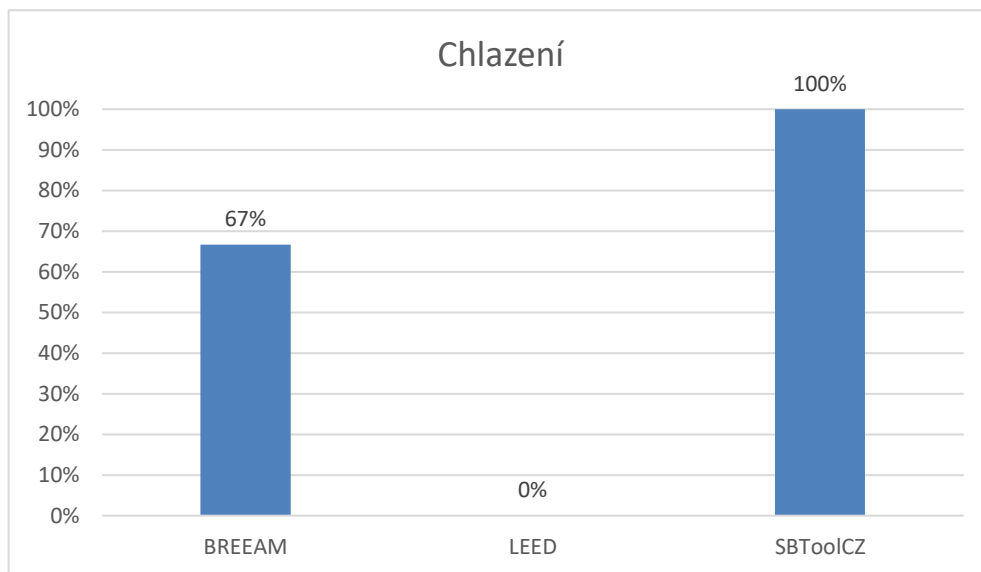
Tab. 8 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí $CFC_{11,ekv}$

- **Hodnota $H_{ODP,PE}$ objekt A:** $1,31 \cdot 10^{-7}$ kg $CFC_{11,ekv}/m^2.rok$
 - **Hodnota $H_{ODP,PE}$ objekt B:** $1,21 \cdot 10^{-7}$ kg $CFC_{11,ekv}/m^2.rok$
 - **Hodnota $H_{ODP,PE}$ objekt C:** $1,21 \cdot 10^{-7}$ kg $CFC_{11,ekv}/m^2.rok$
- **ODP.SE– Měrná roční produkce svázaných emisí $CFC_{11,ekv}$.**
- **Popis požadavku:** Pro výpočet tohoto kritéria se přebírají hodnoty z PEE. Vychází se zde ze stejného výkazu výměr a postupuje se stejně, jako u kritéria PEE. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet bude proveden obdobně jako u kritéria GWP. Pro tuto diplomovou práci bude měrná roční produkce svázaných emisí $CFC_{11,ekv}$ určena na základě předpokladu, že měrná roční produkce svázaných emisí $CFC_{11,ekv}$ tvoří přibližně 20 % celkové výsledné hodnoty měrné roční produkce emisí $CFC_{11,ekv}$. Výsledné plnění kreditu bylo určeno na základě váženého průměru objektů A, B a C.
 - **Hodnota $H_{ODP,PE}$ objekt A:** $3,28 \cdot 10^{-8}$ kg $CFC_{11,ekv}/m^2.rok$
 - **Hodnota $H_{ODP,PE}$ objekt B:** $3,04 \cdot 10^{-8}$ kg $CFC_{11,ekv}/m^2.rok$

- **Hodnota $H_{ODP,PE}$ objekt C:** $3,03 \cdot 10^{-8}$ kg CFC11,_{ekv.}/m².rok
- **Výsledné kreditové hodnocení H_{ODP} objekt A:** $1,64 \cdot 10^{-7}$ kg CFC11,_{ekv.}/m².rok
- **Výsledné kreditové hodnocení H_{ODP} objekt B:** $1,52 \cdot 10^{-7}$ kg CFC11,_{ekv.}/m².rok
- **Výsledné kreditové hodnocení H_{ODP} objekt C:** $1,51 \cdot 10^{-7}$ kg CFC11,_{ekv.}/m².rok
- **Výsledné kreditové hodnocení H_{ODP} :** $1,55 \cdot 10^{-7}$ kg CFC11,_{ekv.}/m².rok
- **Výsledné bodové hodnocení E.ODP:** 10

4.3.12.4 Porovnání

V certifikačním systému BREEAM je požadavek na využívání ekologických chladiv a na používání chladiv s nízkých GWP a ODP. Systém LEED se na problematiku dívá úplně stejně jako BREEAM a jsou zde hodnoceny stejné aspekty. V metodice SBToolCZ se určuje roční produkce emisí termomonofluormetanu CFC11. Opět je hodnocena roční produkce provozních emisí a svázaných emisí.



Graf 17 – Procentuální plnění kategorie chlazení ve zkoumaném objektu

4.3.13 Emise NO_x

4.3.13.1 BREEAM

○ POL02– NO_x emissions (2 body)

- **Popis požadavku:** Tento požadavek nám říká, že zařízení pro vytápění a přípravu teplé vody musí být navrženy tak, aby plnily limity NO_x. Pro získání jednoho kreditu musí být limity NO_x <56 mg/kWh a pro získání 2 kreditů musí být limity <40 mg/kWh. [5]
- **Plnění požadavku:** Bytové domy jsou vytápěny centrálním zásobováním tepla, z teplárny na uhlí s kogenerací. Pro emise z kombinované výroby elektřiny a tepla není na základě vyhlášky povinnost smluvního dodavatele poskytovat data k uvedeným hodnotám. Nevíme tedy, zda limity zde budou dodrženy.
- **Kredity K_{POL02}: 0**

4.3.13.2 LEED

V certifikačním systému LEED nejsou emise NO_x řešeny v žádném samostatném kreditu.

4.3.13.3 SBToolCZ

○ E.EUP - Potenciál eutrofizace prostředí (10 bodů)

○ EUP.PE– Měrné roční provozní emise PO₄³⁻ekv.

- **Popis požadavku:** V rámci tohoto požadavku se hodnotí emise, které vznikají v důsledku spotřeby energie. Tato spotřeba energie je spočtena podrobně v kreditu PEE Spotřeba primární energie. Množství energie dodané na hranici obálky budovy se pomocí emisních faktorů přepočítají na emise PO₄³⁻ekv.. Celková roční provozní produkce emisí PO₄³⁻ekv..se následně vztáhne na celkovou podlahovou plochu. [46]
- **Plnění požadavku:** Výpočet byl proveden pomocí kritéria PEE, z něhož jsem přebrala dílčí množství dodané energie na hranici budovy, které jsem

přepočítala na emise PO_4^{3-} ekv. pomocí emisních faktorů. Výpočet jsem prováděla pro každou budovu zvlášť a v závěrečném hodnocení jsem udělala vážený průměr z dosažených hodnot pro každou budovou.

	A	B	C
Roční produkce provozních emisí PO_4^{3-} ekv. [kg PO_4^{3-} ekv./rok]	520,56	496,53	494,76
Celková podlahová plocha m^2	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční produkce provozních emisí PO_4^{3-} ekv. [kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok]	0,172	0,166	0,165
Celkem [kg PO_4^{3-} ekv./m^2.rok]	0,503		

Tab. 9 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí PO_4^{3-} ekv.

- **Hodnota $H_{\text{EUP.PE}}$ objekt A:** 0,172 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok
 - **Hodnota $H_{\text{EUP.PE}}$ objekt B:** 0,166 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok
 - **Hodnota $H_{\text{EUP.PE}}$ objekt C:** 0,165 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok
- **EUP.SE– Měrné roční svázané emise PO_4^{3-} ekv.**
- **Popis požadavku:** Pro výpočet tohoto kritéria se přebírají hodnoty z PEE. Vychází se zde ze stejného výkazu výměr a postupuje se stejně, jako u kritéria PEE. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet bude proveden obdobně jako u kritéria GWP. Pro tuto diplomovou práci bude měrná roční produkce svázaných emisí PO_4^{3-} ekv. určena na základě předpokladu, že měrná roční produkce svázaných emisí PO_4^{3-} ekv. tvoří přibližně 20 % celkové výsledné hodnoty měrné roční produkce emisí PO_4^{3-} ekv.. Výsledné plnění kreditu, bylo určeno na základě váženého průměru objektů A, B a C.
 - **Hodnota $H_{\text{EUP.PE}}$ objekt A:** 0,043 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok
 - **Hodnota $H_{\text{EUP.PE}}$ objekt B:** 0,042 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok
 - **Hodnota $H_{\text{EUP.PE}}$ objekt C:** 0,041 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok
- **Výsledné hodnocení K_{EUP} objekt A:** 0,215 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok
- **Výsledné hodnocení K_{EUP} objekt B:** 0,208 kg PO_4^{3-} ekv./ m^2 .rok

- **Výsledné hodnocení KEUP objekt C: 0,206 kg PO₄³⁻_{ekv.}/m².rok**
- **Výsledné hodnocení KEUP: 0,209 kg PO₄³⁻_{ekv.}/m².rok**
- **Výsledné bodové hodnocení E.EUP: 0**

4.3.13.4 Porovnání

Certifikační systém BREEAM a SBToolCZ hodnotí množství emisí NO_x produkované při vytápění a při přípravě teplé vody v objektu. Oba certifikační systémy tento požadavek hodnotí poměrně přísně, a tudíž zde nebyly získané žádné body. Systém LEED nemá žádný samostatný kredit, který by se touto problematikou zabýval.

Dále budou zmíněny kredity, které se nedají porovnat se zbylými certifikačními systémy.

4.3.14 Následné řešení TZB

4.3.14.1 BREEAM

○ MAN05– Aftercare (3 body)

- **Popis požadavku:** Tento požadavek se skládá ze tří částí. První část je **Aftercare support**. Investor je povinen sbírat a vyhodnocovat data o reálné spotřebě energie a vody alespoň 1 rok po předání budovy k užívání. Musí být také stanoven tým na podporu uživatel budovy po dobu minimálně jednoho roku po předání. Druhou částí požadavku je **Seasonal commissioning**. Po 12-ti měsících od obsazení budov musí proběhnout opětovné funkční zkoušky TZB. Dokládá se reportem a tento požadavek může zdržet zisk finální certifikace. Dále musí také proběhnout průzkum spokojenosti obyvatel s provozem TZB. Třetí částí požadavku je **Post-occupancy evaluation**. Pro získání bodu musí být proveden průzkum spokojenosti uživatel. V průzkumu je řešeno:

- Spokojenost s užíváním budovy
- Ovládání TZB
- Kvalita vnitřního prostředí
- Servis a údržba TZB
- Architektonické řešení budovy atd.

Průzkum musí dále obsahovat vyhodnocení cílů udržitelnosti na projektu. Výsledky průzkumu musí být veřejně prezentovány. [5]

- **Plnění požadavku:** První část požadavku bude plněna jako součást požadavku na facility management. Dále bude nominovaná osoba z týmu investora pro komunikaci se správou budovy a s uživateli i po nastěhování. Opětovné provedení funkčních zkoušek po 12-ti měsících se nepředpokládá. Průzkum spokojenosti mezi uživateli budovy po nastěhování není také ze strany investora plánován.
- **Kredity K_{MAN05}: 1**

4.3.15 Kvalita vody

4.3.15.1 BREEAM

- **HEA09– Water quality (1 bod)**
 - **Popis požadavku:** Musí být minimalizovaná rizika vzniku legionely. Toto je standardně součástí požadavků legislativy ČR.
 - **Plnění požadavku:** Zákon č. 258/2000 Sb. a Vyhláška MZ č. 252/2004 Sb. dále stanovují hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu. Tento zákon i vyhláška jsou zmíněny v projektové dokumentaci a dodrženy. [5,20,47]
 - **Kredity K_{HEA09} : 1**

4.3.16 Izolace potrubí teplé vody

4.3.16.1 LEED

- **EA12– Domestic hot water pipe insulation (1 bod)**
 - **Popis požadavku:** Pro získání kreditu je nutné nainstalovat alespoň izolaci s označením R-4 na všechna potrubí teplé vody. Izolace na všech kolenech a odbočkách musí dostatečně izolovat. Potrubí vedené v desce nebo pod úrovní terénu musí být vedeno kanálem, objímkou nebo cestou, jejíž rozměry jsou dostatečně velké, aby bylo možné potrubí a izolaci vyjmout a vyměnit.
 - **Plnění požadavku:** Dle technické zprávy D.1.4 bude vodovodní potrubí vedeno v instalačních předstěnách a v podlaze jednotlivých podlaží. Potrubí vnitřního vodovodu bude chráněno izolačními trubicemi z pěnového polyetylenu s tloušťkou stěny dle Vyhlášky 193/2007 Sb..[19,24]
 - **Kredity K_{EA12} : 1**

4.3.17 Potenciál okyselování prostředí

4.3.17.1 SBToolCZ

- **E.ACP - Potenciál okyselování prostředí (10 bodů)**

○ **ACP.PE– Měrná roční produkce provozních emisí SO_{2,ekv.}**

- **Popis požadavku:** V rámci tohoto požadavku se hodnotí emise vznikající jako důsledek spotřeby provozní energie. Pro výpočet se přebírají hodnoty z kritéria PEE. Do výpočtu se započítává dílčí dodaná energie na hranici budovy pro celoroční provoz budovy a ta je následně přepočítána pomocí emisních faktorů na SO_{2,ekv.}. Celková suma roční produkce se následně vztáhne na podlahovou plochu. [46]
- **Plnění požadavku:** Výpočet byl proveden pomocí kritéria PEE, z něhož jsem přebrala dílčí množství dodané energie na hranici budovy, které jsem přepočítala na emise SO_{2,ekv.} pomocí emisních faktorů. Výpočet jsem prováděla pro každou budovu zvlášť a v závěrečném hodnocení jsem udělala vážený průměr z dosažených hodnot pro každou budovou.

	A	B	C
Roční produkce provozních emisí SO _{2,ekv.} [kg SO _{2,ekv.} /rok]	302,13	306,63	305,56
Celková podlahová plocha m ²	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční produkce provozních emisí SO _{2,ekv.} [kg SO _{2,ekv.} /m ² .rok]	0,099	0,103	0,102
Celkem [kg SO_{2,ekv.}/m².rok]	0,304		

Tab. 10 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí SO_{2,ekv.}

- **Hodnota H_{ACP.PE} objekt A:** 0,099 kg SO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{ACP.PE} objekt B:** 0,103 kg SO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{ACP.PE} objekt C:** 0,102 kg SO_{2,ekv.}/m².rok

○ **ACP.SE– Měrná roční svázaná produkce emisí SO_{2,ekv.}**

- **Popis požadavku:** Pro výpočet tohoto kritéria se přebírají hodnoty z PEE. Vychází se zde ze stejného výkazu výměr a postupuje se stejně, jako u kritéria PEE. [46]
- **Plnění požadavku:** Výpočet bude proveden obdobně jako u kritéria GWP. Pro tuto diplomovou práci bude měrná roční produkce svázaných emisí SO_{2,ekv} určena na základě předpokladu z předpokladu, že měrná roční produkce

svázaných emisí $SO_{2,ekv}$ tvoří přibližně 20 % celkové výsledné hodnoty měrná roční produkce emisí $SO_{2,ekv}$. Výsledné plnění kreditu, bylo určeno na základě váženého průměru objektů A,B a C. Výsledné bodové hodnocení je stanoveno na základě tabulky dostupné z webových stránek SBToolCZ.

- **Hodnota $H_{ACP,SE}$ objekt A:** 0,025 kg $SO_{2,ekv}/m^2.rok$
- **Hodnota $H_{ACP,SE}$ objekt B:** 0,026 kg $SO_{2,ekv}/m^2.rok$
- **Hodnota $H_{ACP,SE}$ objekt C:** 0,025 kg $SO_{2,ekv}/m^2.rok$

- **Výsledné hodnocení K_{ACP} objekt A:** 0,125 kg $SO_{2,ekv}/m^2.rok$
- **Výsledné hodnocení K_{ACP} objekt B:** 0,128 kg $SO_{2,ekv}/m^2.rok$
- **Výsledné hodnocení K_{ACP} objekt C:** 0,127 kg $SO_{2,ekv}/m^2.rok$

- **Výsledné hodnocení K_{ACP} :** 0,127 kg $SO_{2,ekv}/m^2.rok$
- **Výsledné bodové hodnocení E.ACP:** 0

4.3.18 Potenciál tvorby přízemního ozonu

4.3.18.1 SBToolCZ

- **E.POC - Potenciál tvorby přízemního ozonu (10 bodů)**

- **POC.PE– Měrná roční produkce provozních emisí C_2H_4,ekv .**
 - **Popis požadavku:** V tomto požadavku se hodnotí emise vznikající jako důsledek spotřeby provozní energie. Pro výpočet se přebírají hodnoty z kritéria PEE. Do výpočtu se započítává dílčí dodaná energie na hranici budovy pro celoroční provoz budovy a ta je následně přepočítána pomocí emisních faktorů na C_2H_4,ekv . Celková suma roční produkce se následně vztáhne na podlahovou plochu. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet byl proveden pomocí kritéria PEE, z něhož jsem přebrala dílčí množství dodané energie na hranici budovy, které jsem přepočítala na emise C_2H_4,ekv pomocí emisních faktorů. Výpočet jsem prováděla pro každou budovu zvlášť a v závěrečném hodnocení jsem udělala vážený průměr z dosažených hodnot pro každou budovou.

	A	B	C
Roční produkce provozních emisí C ₂ H _{4,ekv.} [kg C ₂ H _{4,ekv.} /rok]	11,15	10,62	10,58
Celková podlahová plocha m ²	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční produkce provozních emisí C ₂ H _{4,ekv} [kg C ₂ H _{4,ekv.} /m ² .rok]	0,0037	0,0036	0,0035
Celkem [kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok]	0,011		

Tab. 11 – Stanovení měrné roční produkce provozních emisí C₂H_{4,ekv}

- **Hodnota H_{POC,PE} objekt A:** 0,0037 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
 - **Hodnota H_{POC,PE} objekt B:** 0,0036 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
 - **Hodnota H_{POC,PE} objekt C:** 0,0035 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
- **POC.SE– Měrná roční produkce svázaných emisí C₂H_{4,ekv.}**
- **Popis požadavku:** Pro výpočet tohoto kritéria se přebírají hodnoty z PEE. Vychází se zde ze stejného výkazu výměr a postupuje se stejně, jako u kritéria PEE. [46]
 - **Plnění požadavku:** Výpočet bude proveden obdobně jako u kritéria GWP. Pro tuto diplomovou práci bude měrná roční produkce svázaných emisí C₂H_{4,ekv.} určena na základě předpokladu z předpokladu, že měrná roční produkce svázaných emisí C₂H_{4,ekv.} tvoří přibližně 20 % celkové výsledné hodnoty měrná roční produkce emisí C₂H_{4,ekv.}. Výsledné plnění kreditu, bylo určeno na základě váženého průměru objektů A,B a C.
 - **Hodnota H_{POC,SE} objekt A:** 0,00092 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
 - **Hodnota H_{POC,SE} objekt B:** 0,00089 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
 - **Hodnota H_{POC,SE} objekt C:** 0,00088 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení K_{POC} objekt A:** 0,0046 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení K_{POC} objekt B:** 0,0044 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení K_{POC} objekt C:** 0,0044 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení K_{POC}:** 0,00448 kg C₂H_{4,ekv.}/m².rok
- **Výsledné bodové hodnocení E.POC:** 7

4.4 Návrh nových technických řešení v objektu v oblasti TZB a zhodnocení jeho vlivu na jednotlivé certifikační systémy

Ve stávajícím návrhu Rezidence u Sluncové vidím několik možných cest, které by mohly návrhu zvýšit úroveň a zlepšit nejen bodové hodnocení v certifikačních systémech, ale zároveň podpořit udržitelnost a komfort uživatelů budovy.

V projektu nebylo uvažováno s možností použití obnovitelné energie. Obnovitelnou energií se rozumí energie ze vzduchu, ze země, z vody nebo ze slunce. Využitím obnovitelné energie dojde ke snížení energetické náročnosti objektu. Ta kvantifikuje veškeré energie, jež jsou spotřebované při provozu budovy. Mezi ukazatele energetické náročnosti patří celková primární energie za rok, neobnovitelná primární energie za rok atd.

Úspora pitné vody je v projektu řešena pouze pomocí použití armatur s nižším průtokem, avšak nejvyšší úspora spotřeby vody by mohla být dosažena pomocí instalace systému šedé vody.

Vzhledem ke zdravému a komfortnímu prostředí pro uživatele budovy je vhodnou volbou pro větrání bytového domu instalace vzduchotechnické jednotky, která zajistí přívod i odvod vzduchu v potřebném množství.

4.4.1 Využití obnovitelných zdrojů energie

V objektu nejsou využívány obnovitelné zdroje energie místní ani vzdálené. Vzhledem k velikosti objektu a také k dostupnosti CZT by využití tepelných čerpadel pro vytápění nebylo vhodné. Proto vytápění zůstane centrální přes výměňkovou stanici. Objekty mají ploché střechy, na kterých by se daly umístit fotovoltaické panely. Energie z fotovoltaických panelů by mohla snížit spotřebu energie z neobnovitelných zdrojů.

○ Fotovoltaické panely

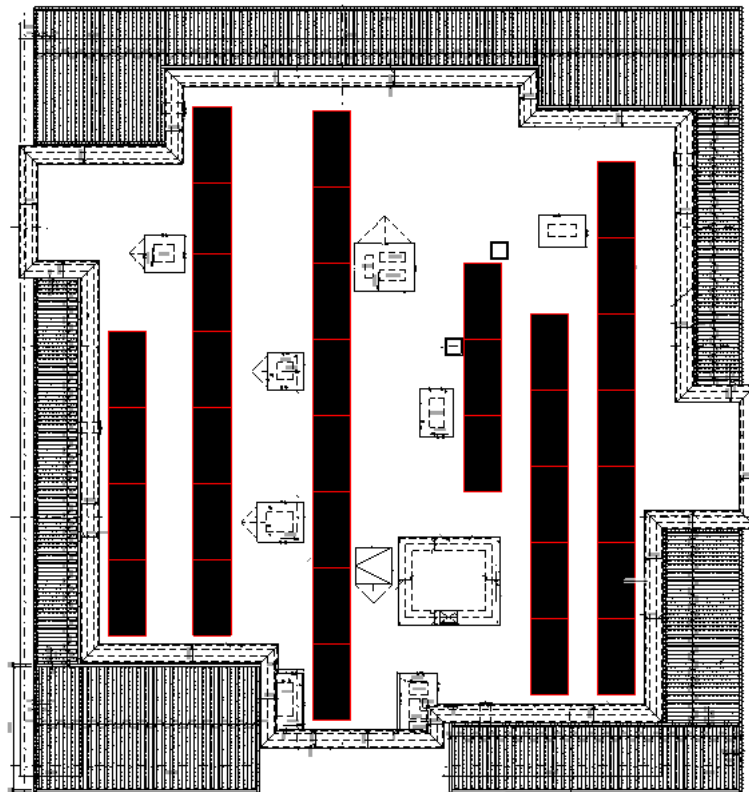
Pro výpočet plochy fotovoltaických panelů je možné použít dva způsoby. Prvním způsobem je dle spotřeby napájeného objektu, jedná se o případ, kdy elektrárna dodává dost energie pro pokrytí spotřeby v objektu. Druhým způsobem, který je využíván u menších rezidenčních objektů je dle využitelné plochy. Pro náš případ zvolím pro návrh

druhý způsob, jelikož potřeba elektrické energie v objektech je vysoká a oproti ploše střechy, na kterou se mají umístit fotovoltaické panely. Jelikož jsou objekty téměř totožné i z hlediska dostupné plochy pro panely, budu výpočet zpracovávat pouze pro objekt A.

- Spotřeba elektrické energie pro objekt A: 35 641,79 kWh/rok
- Spotřeba elektrické energie pro objekt B: 32 242,90 kWh/rok
- Spotřeba elektrické energie pro objekt C: 32 219,99 kWh/rok

○ **Návrh fotovoltaických panelů:**

V objektu A by bylo možné na střechu umístit 34 panelů o rozměrech 1,038x2,094 m a výkonu 450 Wp. Při těchto parametrech, je FVE je součet výkonů 15,3 kWp. Roční výroba elektrické energie je přibližně 14 900 kWh, což pokryje necelou polovinu spotřeby elektrické energie v Objektu A. [21]



Obr. 20 – Rozmístění fotovoltaických panelů na střechě objektu A

Dále se podíváme na jednotlivé kredity certifikačních systému, ve kterých je zohledňováno využívání obnovitelných zdrojů energie a snížení spotřeby elektrické energie z neobnovitelných zdrojů. Určíme si, jaký bodový zisk budou mít daná kritéria po návrhu zlepšení v oblasti využití obnovitelných zdrojů.

4.4.1.1 BREEAM

○ ENE01 – Reduction of energy use and carbon emissions

- **Plnění požadavku:** Na střeše objektů A, B a C budou instalovány fotovoltaické panely, které budou pokrývat přibližně polovinu potřeby elektrické energie v objektu. Procentuální podíl elektrické energie vyrobené na místě je 5,2 %.

- **Kredity K_{ENE01} : 7**

○ ENE04 – Low carbon design

- **Plnění požadavku:** Instalací fotovoltaické elektrárny na střechy objektů A, B a C by došlo ke získání bodů u tohoto kreditu, a to za předpokladu, že by byla vytvořena studie pro návrh tohoto systému.

- **Kredity K_{ENE04} : 1**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
ENE01	5	7	2
ENE04	0	1	1

Tab. 12- Počet získaných kreditů ENE01 v původním a návrhovém stavu

4.4.1.2 LEED

○ EA07 – Optimize energy performance

- **Plnění požadavku:** V objektech budou instalovaná fotovoltaická elektrárna, která sníží spotřebu energie z neobnovitelných zdrojů a tím selepší energetická náročnost budovy.

- **Kredity K_{EA07} : 8**

○ EA10 – Renewable energy

- **Plnění požadavku:** V objektech bude instalována fotovoltaická elektrárna o výkonu přibližně 45,9 kWp. Roční výroba elektrické energie je zhruba 44 700 kWh ročně. Celková spotřeba elektrické energie ve všech třech objektech je 100 111 kWh ročně.

Položka	[kWh/rok]
Celková roční spotřeba energie	652 752,5
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v místě	44 700
HOZE.OE	14,6 %

Tab. 13- Stanovení podílu v místě vyrobené obnovitelné energie na celkové spotřebě

Z výše uvedené tabulky můžeme vidět, že pokud by v objektech byla instalována FVE poté by byl procentuální podíl obnovitelné energie místní celkově 14,6 %. Dle tabulky v hodnocení LEED jsou za 15% využití obnovitelné energie uděleny 3 body.

- **Kredity KEA10: 3**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
EA10	0	3	3
EA07	5	8	3

Tab. 14 - Počet získaných kreditů EA10 v původním a návrhovém stavu

4.4.1.3 SBToolCZ

- **E.OZE - Obnovitelné zdroje energie**
 - **Plnění požadavku:** Na střeše objektů budou instalovány fotovoltaické panely, které budou pokrývat přibližně polovinu potřeby elektrické energie v objektu. Z výše uvedených výpočtů u systému LEED vidíme, že procentuální podíl obnovitelné energie vyrobené na místě je 14,6%
 - **Kredity HOZE.OE: 8,9**
- **Výsledné hodnocení HOZE: 8,9**
- **Výsledné bodové hodnocení E.OZE: 8,9**

○ **E.GWP - Potenciál globálního oteplování**

• **Plnění požadavku:**

	A	B	C
Roční produkce provozních emisí CO _{2,ekv.} [kg CO _{2,ekv.} /rok]	74 962,5	71 631,1	71 581,7
Celková podlahová plocha [m ²]	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční produkce provozních emisí CO _{2,ekv.} [kg CO _{2,ekv.} /m ² .rok]	24,8	23,9	23,8
Celkem [kg CO_{2,ekv.}/m².rok]	72,5		

Tab. 15 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí CO_{2,ekv.} v návrhovém stavu

- **Hodnota H_{GWP,PE} objekt A:** 24,8 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{GWP,PE} objekt B:** 23,9 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{GWP,PE} objekt C:** 23,8 kg CO_{2,ekv.}/m².rok

- **Hodnota H_{GWP,SE} objekt A:** 6,2 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{GWP,SE} objekt B:** 5,9 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Hodnota H_{GWP,SE} objekt C:** 5,9 kg CO_{2,ekv.}/m².rok

- **Výsledné hodnocení H_{GWP} objekt A:** 30,95 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení H_{GWP} objekt B:** 29,94 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Výsledné hodnocení H_{GWP} objekt C:** 29,78 kg CO_{2,ekv.}/m².rok

- **Výsledné hodnocení H_{GWP} :** 30,22 kg CO_{2,ekv.}/m².rok
- **Výsledné bodové hodnocení E.GWP:** 7,5

○ **E.PEE - Primární energie z neobnovitelných zdrojů**

• **Plnění požadavku:**

	A	B	C
Roční spotřeba provozní primární energie [MJ/rok]	769 574,8	710 888,2	711 852,2
Celková podlahová plocha m ²	3027,6	2990,8	3004,9
Měrná roční spotřeba provozní primární energie [MJ/(m ² .rok)]	254,2	237,7	236,9
Celkem [MJ/m².rok]	728,8		

Tab. 16 – Stanovení měrné roční spotřeby provozní primární energie v návrhovém stavu

- **Hodnota H_{PEE.PR} objekt A:** 254,2 MJ/m².rok
- **Hodnota H_{PEE.PR} objekt B:** 237,7 MJ/m².rok
- **Hodnota H_{PEE.PR} objekt C:** 236,9 MJ/m².rok

- **Hodnota H_{PEE.SV} objekt A:** 63,5 MJ/m².rok
- **Hodnota H_{PEE.SV} objekt B:** 59,4 MJ/m².rok
- **Hodnota H_{PEE.SV} objekt C:** 59,2 MJ/m².rok

- **Výsledné hodnocení H_{PEE} objekt A:** 317,7 MJ/m².rok
- **Výsledné hodnocení H_{PEE} objekt B:** 297,1 MJ/m².rok
- **Výsledné hodnocení H_{PEE} objekt C:** 296,1 MJ/m².rok

- **Výsledné hodnocení H_{PEE}:** 303,7 MJ/m².rok
- **Výsledné bodové hodnocení E.PEE:** 9,8

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
E.OZE	0	8,9	8,9
E.GWP	6,4	7,5	1,1
E.PEE	8,6	9,8	1,2

Tab. 17 - Počet získaných kreditů E.OZE; E.GWP; E.PEE v původním a návrhovém stavu

4.4.2 Návrh nuceného větrání v objektu

V objektu je v bytových jednotkách navrženo podtlakové větrání. Na fasádě jsou navrženy průduchy, které bude moct každý uživatel otevírat a uzavírat podle svého uvážení. V tomto objektu by bylo vhodné zvážit návrh rovnotlakého větracího systému se zpětným získáváním tepla. Díky rovnotlakému větrání bude v bytových jednotkách neustálý přívod čerstvého vzduchu a předejde se tak vzniku plísní. Zajistí navíc filtraci a příznivější teplotu přiváděného vzduchu a úsporu energie.

○ **Návrh VZT jednotky podle potřeby vzduchu:**

Při návrhu vzduchotechnických jednotek jsem vycházela z technické zprávy větrání a z navržené intenzity větrání vzduchu pro obytné místnosti a minimálního množství vzduchu pro nárazové větrání v koupelnách a kuchyních.

V každém z hodnocených objektů se vyskytuje 45 bytových jednotek. V menších bytových jednotkách, je minimální výměna vzduchu 200 m³/h a ve větších bytových jednotkách je potřeba minimální výměna vzduchu 250 m³/h. Množství vzduchu potřebného pro každý objekt je přibližně 10 530 m³/h.

Pro každý objekt bude navržena jedna VZT jednotka se zpětným získáváním tepla DUPLEX 10 100 Basic. [15]

ZÁKLADNÍ PARAMETRY		1 400	2 400	3 400	5 400	7 100	8 100	10 100	12 100	15 100
DUPLEX Basic										
přiváděný vzduch – max. ¹⁾	m ³ h ⁻¹	1 650	2 800	3 970	5 740	7 750	8 600	11 000	12 600	16 000
odváděný vzduch – max. ¹⁾	m ³ h ⁻¹	1 660	2 780	4 200	5 800	7 580	8 500	11 100	12 550	15 950
účinnost rekuperace ²⁾	%	až 75 %								
počet provedení a poloh	-	viz tabulka „Montážní polohy“, strana 1								
hmotnost ³⁾	kg	180-260	190-270	280-360	310-380	360-440	470-550	570-660	1 250-1 380	1 470-1 650
max. elektrický příkon	kW	0,7	1,4	2,7	4,8	6,1	7,4	10,3	10,5	12,3
napětí	V	230			400					
frekvence	Hz	50								
počet otáček – max.	min ⁻¹	3 350	2 900	2 980	2 960	2 700	2 800	2 570	2 130	1 860
topný výkon E základní – max. ⁵⁾	kW	2,1	2,1	4,2	7,2	7,2	9,9	9,9	-	-
topný výkon E výkonný – max. ⁵⁾	kW	4,2	4,2	8,4	10,8	12,6	14,7	14,7	-	-
topný výkon T – max. ⁴⁾	kW	20	27	34	51	64	76	94	104	110
chladič výkon CHW – max. ⁴⁾	kW	12	18	25	35	51	60	68	77	85
chladič výkon CHF – max. ⁴⁾	kW	11	15	18	31	48	58	65	74	82

¹⁾ maximální průtok jednotkami při nulovém externím tlaku
²⁾ dle množství vzduchu

³⁾ v závislosti na výbavě
⁴⁾ dle typu registru, kapaliny a průtoků
⁵⁾ pro detailnější informace využijte návrhový software DUPLEX

Obr. 21 – Základní parametry jednotky DUPLEX 10 100 Basic

○ **Úspora energie při využití rekuperace:**

Pro zajímavost bude určena úspora energie při využití rekuperace. Abych mohla určit úsporu energie při využití rekuperace spočítám si nejdříve energetickou náročnost větrání. Energetickou náročnost větrání si určíme dle následujícího vzorce, kde je měrný tepelný tok větráním H_V upraven na vstupní parametry, které jsou známy.

$$E_v = H_V * \Delta\theta * t * (1 - \mu) \quad [14]$$

$$E_v = V * \varphi_A * c_A * (\theta_i - \theta_{em}) * t * (1 - \mu) \quad [14]$$

$$E_v = n * O * \varphi_A * c_A * (\theta_i - \theta_{em}) * t * (1 - \mu) \quad [14]$$

E_v	energetická náročnost větrání [kWh/rok]
$E_{v,rek}$	energetická náročnost větrání s rekuperací [kWh/rok]
n	intenzita výměny vzduchu [hod ⁻¹]
O	objem vzduchu v objektu [m ³]
φ_A	objemová hmotnost vzduchu [kg/m ³]
c_A	měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kgK]
θ_i	vnitřní návrhová teplota [°C]
θ_{em}	venkovní roční průměrná teplota [°C]
t	počet větracích dní v roce [dny]
μ	účinnost rekuperační jednotky [-]

Nejdříve si vypočítáme energetickou náročnost větrání pro stávající stav, tedy pro podtlakové větrání s přívodem vzduchu průduchy ve fasádě. Výpočet budu zpracovávat pro jeden objekt, jelikož jsou všechny tři objekty totožné.

$$E_v = n * O * \varphi_A * c_A * (\theta_i - \theta_{em}) * t * (1 - \mu) \quad [14]$$

$$E_v = \frac{0,5 * 9354,2 * 1,2 * 1010 * (20 - 3,8) * 250 * 24 * (1 - 0)}{3600 * 1000}$$

$$E_v = 9447,742 \text{ kWh/rok}$$

Dále si spočítáme energetickou náročnost větrání pro návrhový stav, tedy pro případ, že v objektu bude instalovaná VZT jednotka s rekuperací. Výpočet opět provedu pro jeden objekt, jelikož jsou všechny tři objekty totožné.

$$E_{v,rek} = n * O * \varphi_A * c_A * (\theta_i - \theta_{em}) * t * (1 - \mu) \quad [14]$$

$$E_{v,rek} = \frac{0,5 * 9354,2 * 1,2 * 1010 * (20 - 3,8) * 250 * 24 * (1 - 0,6)}{3600 * 1000}$$

$$E_{v,rek} = 3212,232 \text{ kWh/rok}$$

Pro určení ročních úspor při instalaci VZT jednotky s rekuperací, je potřeba si určit roční náklady na větrání v původním stavu a roční náklady na větrání ve stavu návrhovém. Vytápění v objektu je pomocí předávací stanice. Pro výpočet nákladů budu uvažovat s jednotkovou cenou za kWh odebranou z Pražské teplotenské soustavy. Cena 1 je od 1.1.2023 stanovena na 3,9085 Kč/kWh.

Roční náklady na stávající, tedy podtlakové větrání:

$$N_v = E_v * n \quad [14]$$

$$N_v = 9447,742 * 3,9085$$

$$N_v = 36\,926,5 \text{ Kč/rok}$$

N_v roční náklady na stávající větrání [Kč/rok]

E_v energetická náročnost větrání [kWh/rok]

n náklady [Kč/kWh]

Roční náklady na návrhové větrání s rekuperací:

$$N_{v,rek} = E_{v,rek} * n \quad [14]$$

$$N_{v,rek} = 3212,232 * 3,9085$$

$$N_{v,rek} = 12\,555 \text{ Kč/rok}$$

$N_{v,rek}$ roční náklady na větrání s rekuperací [Kč/rok]

$E_{v,rek}$	energetická náročnost větrání [kWh/rok]
n	náklady [Kč/kWh]

Z výše uvedených výsledků vidíme, že pokud by se v objektu nainstalovala VZT jednotka s rekuperací, byly by roční náklady téměř třetinové oproti stávajícímu stavu. Abychom mohli určit jak vysoké budou roční úspory při instalaci VT jednotky je nutné do výpočtu zahrnout i roční náklady na pomocné energie u VZT jednotky s rekuperací.

Pro výpočet budu uvažovat s průměrnou spotřebou jednoho ventilátoru 60 W. Ve VZT jednotce jsou umístěny dva ventilátory, tedy celkově uvažuji se spotřebou 120 W.

$$E_{v,pom} = s * t \quad [14]$$

$$E_{v,pom} = \frac{120 * 250 * 24}{1000}$$

$$E_{v,pom} = 720 \text{ kWh/rok}$$

$E_{v,pom}$	pomocná energie na větrání s rekuperací [kWh/rok]
s	průměrná spotřeba ventilátoru [W]
t	počet větracích dní v roce [dny]

Roční náklady na pomocné energie se vypočtou jako součin potřebné pomocné energie a jednotkové ceny za kWh elektrické energie, která je v roce 2023 3,58 Kč/kWh.

$$N_{v,rek,pom} = E_{v,pom} * n \quad [14]$$

$$N_{v,rek,pom} = 720 * 3,58$$

$$N_{v,rek,pom} = 2\,577,6 \text{ Kč/rok}$$

$N_{v,rek,pom}$	roční náklady na pomocnou energii větrání s rekuperací [Kč/rok]
$E_{v,pom}$	pomocná energie na větrání s rekuperací [kWh/rok]
n	náklady [Kč/kWh]

Celková roční úspora nákladů při instalaci VZT jednotky s rekuperací se vypočte podle následujícího vzorce:

$$\Delta N_{celk} = N_v - N_{v,rek} - N_{v,rek,pom} \quad [14]$$

$$\Delta N_{celk} = 36\,926,5 - 12\,555 - 2\,577,6$$

$$\Delta N_{celk} = 21\,793,9 \text{ Kč/rok}$$

Z představených výpočtů můžeme vidět, že při instalaci VZT jednotky je celková roční úspora nákladů necelých 22 tisíc korun. Ovšem v tomto případě se nelze dívat pouze na finanční stránku a úspory, ale je nutné zmínit i výhody použití VZT jednotky s rekuperací. Při přirozeném přívodu vzduchu, musí uživatelé otevírat a uzavírat přívod vzduchu sami a při nedostatečném provětrání je velká pravděpodobnost výskytu plísní v bytové jednotce. Rovnotlaké větrání přivede tolik vzduchu, kolik je potřeba a udržuje komfortní vnitřní prostředí bez potřeby neustálé obsluhy uživateli bytu. Také se díky instalaci VZT jednotky s rekuperací zlepší hodnoty v PENB.

V následujících kapitolách určím, u jakých kreditů v jednotlivých certifikačních systémech by se změnil bodový zisk, při návrhu VZT jednotky se zpětným získáváním tepla.

4.4.2.1 BREEAM

○ HEA02 – Indoor air quality

- **Plnění požadavku:** V objektu je navržen přívod a odvod vzduchu dle normy. Na vzduchotechnickém potrubí budou umístěny filtry. V hodnocení BREEAM se získávají body za přirozené nebo hybridní větrání. V případě instalace VZT jednotky, by tento bod nebyl udělen a tím pádem zůstane bodový zisk stejný jak v původním stavu.
- **Kredity K_{HEA02}: 2**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
HEA02	1	1	0

Tab. 18- Počet získaných kreditů HEA02 v původním a návrhovém stavu

Díky návrhu VZT jednotky s rekuperací by mohlo dojít i ke zlepšení kreditu ENE01 o 2 body. Tyto body jsou započítány v závěrečné certifikaci ve sloupci cílených bodů viz. Příloha č. 4.

4.4.2.2 LEED

○ EQ10 – Enhanced indoor air quality strategies

- **Plnění požadavku:** Na všech potrubích delších než 3 metry budou instalovány filtry ISO ePM₁. V objektu bude navrženo nucené větrání s regulací vzduchu pomocí čidla, které budou měřit parametry CO₂.
- **Kredity KEQ10: 4**

○ EQ12 – Indoor air quality assessment

- **Plnění požadavku:** V objektu bude provedeno čištění a testování vzduchu po dokončení stavebních prací.
- **Kredity KEQ12: 2**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
EQ10	1	4	3
EQ12	0	2	2

Tab. 19 – Počet získaných kreditů EQ10;EQ12 v původním a návrhovém stavu

Stejně jako u certifikačního systému BREEAM, by se návrhem VZT jednotky s rekuperací mohla zlepšit energetická náročnost budovy, a tím by došlo ke zvýšení bodů u kreditu EA07 o jeden bod. Tento bod je započítán v závěrečné certifikaci ve sloupci cílených bodů viz. Příloha č. 6.

4.4.2.3 SBToolCZ

- **INT.FI – Použití filtrů**
 - **Plnění požadavku:** Pro hodnocení budu uvažovat s použitím nejlépe hodnoceného filtru tedy ISO ePM₁.
 - **Kredity K_{INT.FI}: 10**
- **INT.RE – Regulace systému větrání**
 - **Plnění požadavku:** Pro plnění tohoto požadavku uvažuji, že při návrhu VZT jednotky bude docházet k regulaci systému větrání dle množství škodlivin. V objektech tedy budou instalována čidla, která budou měřit parametry CO₂ a dle toho bude řízeno větrání.
 - **Kredity K_{INT.RE}: 10**
- **INT.VV – Množství venkovního vzduchu**
 - **Plnění požadavku:** Intenzita výměny vzduchu je uvažována dle původního návrhu 0,5 /h a množství venkovního vzduchu na osobu je uvažováno 25 m³/h.
 - **Kredity K_{INT.VV}: 6**
- **Výsledné kreditové hodnocení K_{INT}: $1 \times \frac{6+6+10+10}{4} = 8$**
- **Výsledné bodové hodnocení E.INT: 8**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
E.INT	1,5	8	6,5

Tab. 20 - Počet získaných kreditů E.INT v původním a návrhovém stavu

4.4.3 Využití šedé vody v objektu

V objektu není řešeno využívání šedé vody. Pokud by se v objektu využívala šedá voda, došlo by ke snížení spotřeby pitné vody, která je využívána pro splachování. Splašková voda ze sprchování, koupání, mytí rukou a praní, by byla vedena do ČOV a následně by se využívala pro splachování v objektu.

○ Výpočet potřebného množství šedé vody a produkce šedé vody

Potřebné množství šedé vody pro splachování a úklid Q_{wc}				
Činnost	Objem [l]	Počet spláchnutí na [os/den]	Počet obyvatel	Celkem [l/den]
Velké spláchnutí	6	2	130	1560
malé spláchnutí	3	4	130	1560
Úklid BD	10	1	130	1300
Celková potřeba šedé vody na dané činnosti v BD [l/den]				4420

Tab. 21 - Potřebné množství šedé vody pro splachování

Potřebné množství užitkové vody na splachování a úklid celého bytového domu činí 4420 l/den.

Produkce šedé vody Q_s					
Činnost	Produkce šedé vody pro příslušnou činnost [l/den]	Počet činností prováděných během dne [ks]	Množství vyprodukované šedé vody [l/os/den]	Počet obyvatel	Celkem [l/den]
Sprchování*	40	0,87	34,8	130	4524
Koupání(vana)*	100	0,14	14	130	1820
Mytí rukou	4	3	12	130	1560
Praní	8	0,5	4	130	520
Celková produkce šedé vody v BD [l/den]					8424
* vana 1x týdně, sprchování 6x týdně					

Tab. 22 – Produkce šedé vody

Obyvatelé bytového domu vyprodukují 8 424 litrů šedé vody za den, které je následně přečištěna v domovní ČOV na vodu užitkovou a poté dále využita. Z výše uvedených čísel můžeme vidět, že potřebná voda pro splachování a úklid bytového domu je více jak dvakrát menší než vyprodukovaná šedá voda v bytovém domě.

Vzhledem k přebytku vyprodukované šedé vody, je potřeba navrhnout vhodné řešení pro využití zbylého množství vody. Jelikož v objektu jsou navrženy retenční nádrže pro zpomalení průtoku dešťových vod do jednotné kanalizace veřejného řádu a nebude tak dešťová voda využita pro závlahu, otevírá se nám možnost využít přebytečné množství šedé vody pro závlahu. Výpočty byly provedeny pro bytový dům A, jelikož bytový dům B a C má stejné složení zařizovacích předmětů. Pro bytový komplex je tedy množství vyprodukované šedé vody trojnásobné.

4.4.3.1 BREEAM

○ WAT01 - Water consumption

- **Plnění požadavku:** V objektu bude využívána šedá voda pro zálivku a pro splachování WC a úklid prostor v bytovém domě. Pro vyhodnocení tohoto kreditu byl použit BREEAM2016_V6Wat01 Calculator.
- **Kredity K_{WAT01} : 4**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
WAT01	1	4	3

Tab. 23 - Počet získaných kreditů WAT01 v původním a návrhovém stavu

4.4.3.2 LEED

○ WE03 - Water use reduction

- **Plnění požadavku:** V objektu bude využívána šedá voda pro zálivku a pro splachování WC a úklid prostor v bytovém domě.
- **Kredity K_{WE03} : 6**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
WE03	3	6	3

Tab. 24- Počet získaných kreditů WE03 v původním a návrhovém stavu

4.4.3.3 SBToolCZ

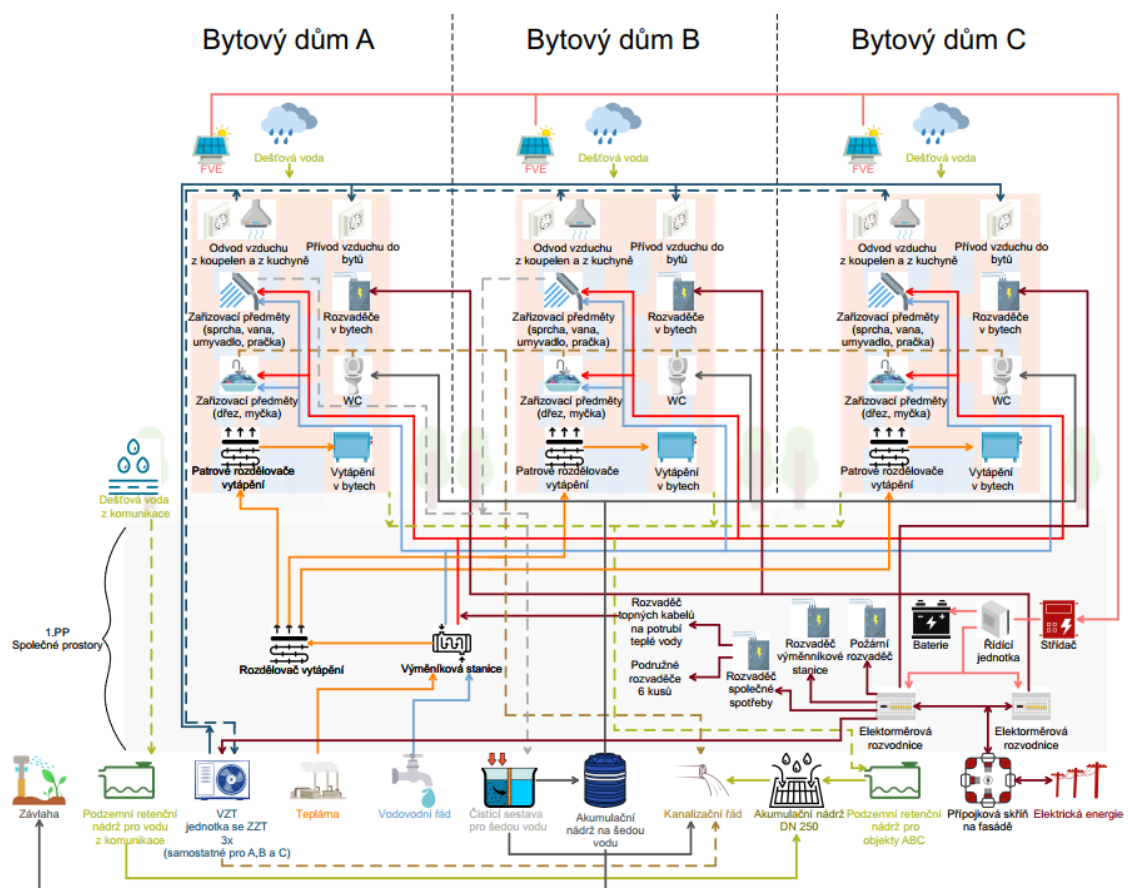
○ UPV.SP – Využití šedé splaškové vody

- **Plnění požadavku:** Šedá voda bude využívána bude akumulována a využívána k údržbě okolí a pro provoz budovy.
- **Kredity $K_{UPV.SP}$: 5**
- **Výsledné kreditové hodnocení K_{UPV} : 7**
- **Výsledné bodové hodnocení E.UPV: 7**

Počet získaných kreditů			
	Původní stav	Návrhový stav	Bodové zlepšení
E.UPV	2	7	5

Tab. 25 - Počet získaných kreditů E.UPV v původním a návrhovém stavu

4.4.4 Koncept TZB – návrhový stav



Obr. 22 – Koncept TZB – návrhový stav viz. Příloha 2

4.5 Vyhodnocení jednotlivých certifikačních systémů v oblasti TZB

Pro výsledné zhodnocení jednotlivých certifikačních systémů v oblasti TZB, jsem sestavila následující tabulky, ve kterých lze vidět bodové hodnocení původního stavu a bodové hodnocení stavu návrhového. Pro porovnání všech tří certifikačních systémů je v tabulce uvedeno i procentuální zlepšení bodového stavu po návrhu úprav.

Na základě tohoto porovnání nelze určit, zda byla tato opatření dostačující k získání lepšího výsledného certifikátu, proto bude provedeno porovnání všech hodnocených kategorií v kapitole 4.6.

BREEAM				
Kategorie	Počet možných bodů	Původní stav	Návrhový stav	Procentuální zlepšení
		Získané body	Získané body	
Spotřeba vody	6	2	5	50%
Měření spotřeby vody	1	1	1	0%
Zadržování vody na pozemku	6	1	1	0%
Měření energie	0	0	0	0%
OZE	3	0	1	33%
Energetická náročnost	13	5	9	31%
Větrání objektu	3	1	1	0%
Radon	0	0	0	0%
Akustika	5	0	0	0%
Osvětlení	5	0	0	0%
Tepelná pohoda	3	0	0	0%
Chlazení	3	2	2	0%
Emise NOx	2	0	0	0%
Následné řešení TZB	3	1	1	0%
Kvalita vody	1	1	1	0%
Izolace potrubí	0	0	0	0%
Potenciál okyselení prostředí	0	0	0	0%
Potenciál tvorby přízemního ozonu	0	0	0	0%
CELKEM	54	14	22	15%

Tab. 26- Porovnání kategorií původního a návrhového stavu v BREEAM

Certifikační systém BREEAM získal v původním stavu za hodnocené kategorie celkem 14 bodů. Návrhem fotovoltaické elektrárny se zvýšilo bodové hodnocení u kategorie energetické náročnosti o 31 % a u kategorie OZE o 33 %. Využíváním šedé

vody v objektu se snížila spotřeba pitné vody a hodnocení se zlepšilo o 50 %, oproti výchozímu. Celkem bylo díky návrhu opatření získáno o 8 bodů více, což činí 15 % zlepšení.

LEED				
Kategorie	Počet možných bodů	Původní stav	Návrhový stav	Procentuální zlepšení
		Získané body	Získané body	
Spotřeba vody	10	3	6	30%
Měření spotřeby vody	20	2	2	0%
Zadržování vody na pozemku	3	3	3	0%
Měření energie	1	0	0	0%
OZE	5	0	3	60%
Energetická náročnost	18	5	8	17%
Větrání objektu	6	1	6	83%
Radon	x	x	x	0%
Akustika	2	2	2	0%
Osvětlení	2	0	0	0%
Tepelná pohoda	1	0	0	0%
Chlazení	1	0	0	0%
Emise NOx	0	0	0	0%
Následné řešení TZB	0	0	1	0%
Kvalita vody	0	0	1	0%
Izolace potrubí	1	1	1	0%
Potenciál okyselování prostředí	0	0	0	0%
Potenciál tvorby přízemního ozonu	0	0	0	0%
CELKEM	70	17	33	23%

Tab. 27 - Porovnání kategorií původního a návrhového stavu v LEED

Certifikační systém LEED získal v hodnocení kategorií původního stavu 17 bodů. Nejvýraznějšího zlepšení bylo u tohoto systému v kategorii Větrání objektu, kde byl díky návrhu VZT jednotky s rekuperací získán plný počet bodů. Procentuální zlepšení v této kategorii oproti původnímu stavu je 83 %. Návrhem fotovoltaické elektrárny bylo dosaženo 3 bodů, a tím pádem zlepšení oproti výchozímu stavu o 60 % v kategorii Obnovitelné zdroje energie. Návrh fotovoltaické elektrárny také zvýšil počet bodů u kategorie Energetická náročnost o 3 body, což je zlepšení oproti výchozímu stavu o 17 %. Poslední navýšení bodů je vidět u kategorie Spotřeba vody, ve které byly získány 3 body navíc oproti původnímu stavu. Procentuální zlepšení v této kategorii je 30 %. Díky veškerým provedeným opatřením by bylo získáno o 16 bodů více, což by znamenalo 23 % navýšení bodů oproti výchozímu stavu.

SBToolCZ				
Kategorie	Počet možných bodů	Původní stav	Návrhový stav	Procentuální zlepšení
		Získané body	Získané body	
Spotřeba vody	10	2	7	50%
Měření spotřeby vody	0	0	0	0%
Zadržování vody na pozemku	10	5	5	0%
Měření energie	10	8	8	0%
OZE	20	6,4	16,4	50%
Energetická náročnost	10	8,6	9,8	12%
Větrání objektu	10	1,5	8	65%
Radon	10	7	7	0%
Akustika	10	6,2	6,2	0%
Osvětlení	10	2,1	2,1	0%
Tepelná pohoda	20	0	0	0%
Chlazení	10	10	10	0%
Emise NOx	10	0	0	0%
Následné řešení TZB	0	0	0	0%
Kvalita vody	0	0	0	0%
Izolace potrubí	0	0	0	0%
Potenciál okyselování prostředí	10	0	0	0%
Potenciál tvorby přízemního ozonu	10	7	7	0%
CELKEM	160	63,8	86,5	14%

Tab. 28 - Porovnání kategorií původního a návrhového stavu v SBToolCZ

U hodnocení metodikou SBToolCZ je z Tab.28 vidět, že zlepšení nastalo v nejvíce hodnocených kategoriích. Největší zlepšení je v kategorii Větrání objektu, v němž bylo získáno 8 bodů, díky návrhu VZT jednotky. Tento bodový zisk zlepšil hodnocení této kategorie o 65 %, oproti původnímu stavu bez rovnotlakého větrání. Využíváním obnovitelné energie z fotovoltaické elektrárny se zlepšilo bodové hodnocení u dvou hodnocených kategorií. V kategorii Obnovitelné zdroje energie se bodový zisk procentuálně zlepšil o 50 % a u kategorie Energetická náročnost je 12 % zlepšení oproti původnímu stavu. Poslední kategorií, u které se návrhem opatření získaly body navíc, je Spotřeba vody. Díky využívání šedé vody v objektu se tato kategorie v bodovém hodnocení zlepšila o 50 %. Celkem byl bodový zisk po návrhu všech opatření navýšen o 22,7 bodů, což znamená 14 % zlepšení oproti výchozímu stavu.

4.6 Celkové hodnocení certifikačních systémů

Pro závěrečné vyhodnocení certifikačních systémů a toho, zda navržená opatření z oblasti TZB budou mít výrazný vliv na získání lepšího certifikátu v jednotlivých certifikačních systémech se podíváme v této kapitole.

Provedla jsem certifikaci návrhu budovy ve všech třech certifikačních systémech pro stav původní a pro stav po návrhu opatření. V hodnocení jsem určila kredity, které jsou již v této fázi splněny a kredity cílené, které budou určitě splněny. Z těchto kreditů jsem uvažovala výsledné hodnocení.

4.6.1 BREEAM

Pro hodnocení byl využit certifikační systém pro novostavby BREEAM International New Construction v.6 multi-family residential, partially-fitted. Vyhodnocení bytového domu certifikačními nástroji BREEAM, nedopadlo pro původní stav dle požadavku investora, který chtěl cílit minimálně na stupeň Good. Budova získala 40,9 %, což odpovídá stupni Pass viz. Příloha 3.. Nejmenší zisk bodů byl v kategoriích Materials 2 %, Land use and ecology 2 %, Health and wellbeing 3 % a Water 3,8 %. Pro dosažení vyššího stupně certifikátu, je potřeba získat minimálně 45 % pro stupeň Good nebo více než 55 % pro stupeň certifikátu Very Good.

Vyhodnocení bytového domu pomocí stejného certifikačního systému, jsem provedla i pro návrhový stav, ve kterém byly navrženy změny v oblasti TZB. V kategorii Energy and atmosphere byl zlepšen kredit ENE01, ve kterém by získán plný počet bodů a zároveň kredit ENE04, ve kterém byl získán 1 bod. Celkově bylo v této kategorii zvýšeno skóre o 4,5 %. V kategorii Water nastala změna u kreditu WAT01, který díky navrženým opatřením získal 4 z 5 možných bodů. Celkové hodnocení této kategorie se zvýšilo o 2,9 %. V kategorii Innovation bylo získáno 2,6 % navíc, díky úpravám návrhu oproti původnímu stavu.

Vyhodnocení návrhového stavu bytového domu odpovídá stupni Good, jelikož budova získala 51,4 % viz. Příloha 4.

4.6.2 LEED

Pro hodnocení byl využit certifikační systém LEED v4.1 Residential BD+C Multifamily Homes. Při certifikování nástrojem LEED bytový dům získal 47 bodů, které odpovídají stupni certifikátu Certified viz. Příloha 5. Nejméně bodů získala kategorie Materials and resources, která získala 2 body z možných 13, a tím dosáhla 15 % úspěšnosti. Kategorie Energy and atmosphere, která z možných 34 bodů dosáhla pouze na 9, což je 26 % úspěšnost, je druhá nejhůře hodnocená kategorie. V kategorii Innovation byly získány pouze dva body. První bod je udělen za účast akreditovaného odborníka LEED. Z inovativních kreditů, byl pouze jeden, který návrh budovy splňoval a to EQpc57, za který byl získán druhý bod. Pro získání vyššího certifikátu by budova musela dosáhnout 50 bodů pro úroveň Silver nebo 60 bodů pro úroveň Gold.

Bytový dům byl hodnocen stejným certifikačním systémem po návrhu opatření. V kategorii Water efficiency došlo k navýšení bodů u kreditu WE03, který díky instalaci systému šedé vody získal 6 bodů. Tímto návrhem se úspěšnost kategorie zvýšila o 25 %. V kategorii Energy and atmosphere, se díky využití obnovitelné energie zvýšil bodový zisk u kreditu EA10 na 3 body a u kreditu EA07 na 9 bodů. Tím získala celá kategorie 16 bodů a úspěšnost této kategorie se se zvýšila o 21 %. Kategorie Indoor environmental quality dosahovala v původním hodnocení 44 % úspěšnosti. V této kategorii se díky instalaci VZT jednotky změnilo bodové hodnocení u kreditu EQ10 a EQ12. Celková úspěšnost této kategorie je s navrhovanými opatřeními 75 %.

Vyhodnocení návrhového stavu bytového domu odpovídá úrovni Gold, jelikož budova získala 61 bodů viz. Příloha 6.

4.6.3 SBToolCZ

Při hodnocení bytového systémem SBToolCZ byla využita metodika pro bytové domy. V rámci tohoto certifikačního nástroje dosáhl bytový dům v původním návrhu na základní certifikát s bodovým ohodnocením 3.95 bodů viz. Příloha 7. Enviromentální kritéria měla v původním návrhu úspěšnost 41 %, Sociální kritéria dosáhla úspěšnosti 32 % a kategorie Ekonomika a management se dostala na 52 % úspěšnost. Čtvrtá kategorie Lokality, která nespadá do výsledného bodového hodnocení budovy má úspěšnost 41 %. Pro získání bronzového certifikátu je potřeba, aby budova získala více než 4 body. Pro získání Stříbrného certifikátu by bylo nutné získat minimálně 6 bodů a musely by být

splněny některé kredity na určitý počet bodů. Jelikož nebyl proveden výpočet nákladů životního cyklu a ani se tento výpočet nepředpokládá, budova by stříbrný certifikát nedosáhla.

Stejným certifikačním nástrojem byl hodnocen bytový dům po návrhu opatření v oblasti TZB. V kategorii Enviromentální kritéria se zvýšila úspěšnost na 54 %. Bodový zisk se změnil díky využití obnovitelných zdrojů v budově u kritéria E.GWP na 7,5 bodů místo 6,4 původních bodů, u kritéria E.PEE na 9,8 bodů místo původních 8,6 bodů. Kritérium E.OZE v původním návrhu nezískalo žádný bod a v návrhovém stavu získalo 8,9 bodů. Dalším kritériem, u kterého došlo ke zvýšení bodového zisku po návrhu opatření je E.UPV. Díky instalaci systému šedé vody toto kritérium získalo 7 bodů, což je o 5 bodů více než v původním návrhu.

V kategorie Sociální kritéria se změnilo bodové hodnocení pouze jednoho kritéria, díky kterému se úspěšnost této kategorie zvýšila na 38 %. Kritérium S.INT získalo díky instalaci VZT jednotky 8 bodů, namísto původního zisku 1,5 bodu.

Při vyhodnocení návrhového stavu, by bytový dům získal 4,84 bodů, což odpovídá bronzovému certifikátu viz. Příloha 8.

4.7 Ekonomické zhodnocení navržených opatření

V této kapitole se zaměřím na ekonomické zhodnocení jednotlivých opatření, která jsem navrhla. Navržená zlepšení budovy v oblasti TZB budou vyžadovat více finančních prostředků, než kdyby budova zůstala v původním návrhovém stavu. Avšak důležité je zmínit, že tato opatření zvyšují hodnotu budovy a budoucí kupující a nájemníci bytových jednotek budou ochotni zaplatit více peněz za komfortnější bydlení. Pro účely této diplomové práce jsem odhadla investiční náklady původního navrhovaného stavu a následně jsem určila investice za jednotlivá provedená opatření.

Pro investiční náklady původního stavu jsem uvažovala průměrnou částku 9 090 bez DPH na m³ obestavěného prostoru. Investiční náklady na budovu A jsou průměrně 85 028 000,- bez DPH, na budovu B jsou náklady průměrně 83 783 000,- bez DPH a na budovu C 84 264 000,- bez DPH. Celkové investiční náklady na komplex bytových domů jsou 253 075 000,- bez DPH. [48]

4.7.1 Náklady na instalaci fotovoltaické elektrárny

Pro výpočet nákladů na instalaci fotovoltaické elektrárny budu vycházet z odhadované ceny 40 000 Kč/1kWp instalovaného výkonu. Dle výpočtu v kapitole 4.4.2 bude na všechny tři bytové domy instalovány panely o celkovém výkonu 45,9 kWp. Celková cena za pořízení fotovoltaické elektrárny je tedy 1 836 000,- bez DPH. [18]

4.7.2 Náklady na pořízení VZT jednotky s rekuperací

U nákladů na instalaci VZT jednotky s rekuperací, jsem uvažovala s investicí pouze do VZT jednotky bez rozvodů. Jelikož ve stávajícím stavu je navrženo podtlakové větrání a potrubní rozvody zde jsou instalovány, budu pro tuto práci předpokládat, že investice do rozvodů by zůstala přibližně stejná. Náklady na pořízení tří vzduchotechnických jednotek jsou 1 249 905,- bez DPH. K těmto nákladům je potřeba ještě připočítat i cenu za instalaci, která vychází zhruba 230 000,- na jeden objekt. Celkové náklady na pořízení vzduchotechnických jednotek a jejich instalaci je tedy 1 939 905,- bez DPH. [15]

4.7.3 Náklady na instalaci systému šedé vody

Náklady na instalaci systému šedé vody jsem určila odhadem, na základě informací z příručky České rady pro šetrné budovy: Ekonomika využití šedé vody. Roční produkce šedé vody je pro bytové domy A, B a C je 9 225 m³/rok. Průměrná cena za úpravnu šedé vody společně s rozvody je 750 Kč/m³. Náklady na toto opatření vychází na průměrnou cenu 6 918 750,- bez DPH. [10]

4.7.4 Celkové náklady a výše investice

Dle výše uvedených výpočtů, by investice stoupla o 10 694 655 Kč bez DPH. Tím by se celková investice do výstavby bytového komplexu zvýšila o 4 %. Ve výpočtech jsem neuvažovala s využitím dotací, které by náklady na provedená opatření ještě snížily a investice by tak byla nižší. Pro bytové domy je možné využití dotace Nová Zelená Úsporám. V bytovém komplexu je umístěno celkem 135 bytů. I když má každý byt jinou podlahovou plochu, pro zjednodušení výpočtu budeme uvažovat, že jsou všechny byty

stejně velké. Při realizaci daných opatření a tím pádem i vyšší investici by se průměrné náklady na realizaci jednoho bytu zvedly přibližně o 79 000 Kč bez DPH.

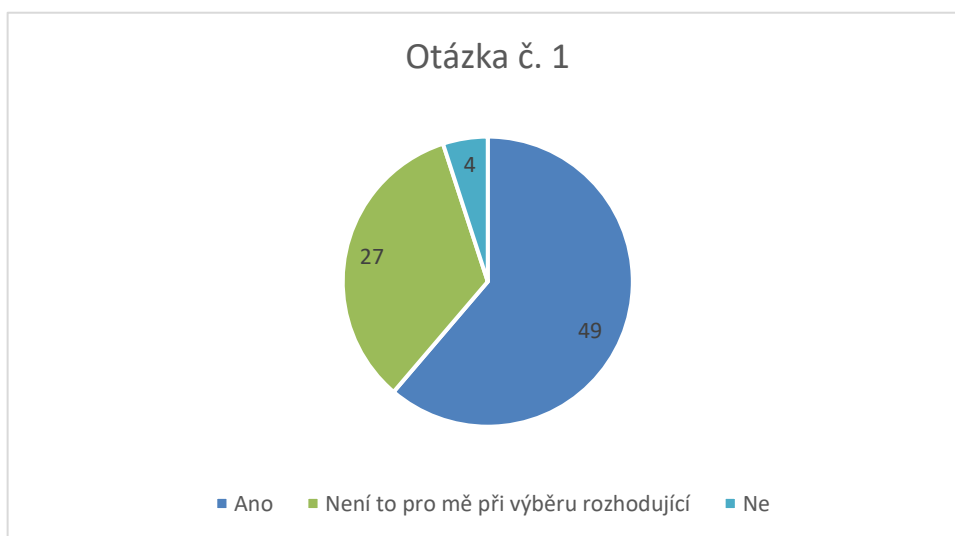
4.7.5 Dotazníkové šetření

Aby bylo možné určit, zda je investice do zmíněných opatření výhodná, provedla jsem analýzu pomocí dotazníku. V dotazníku jsem se zabývala tím, zda je pro potenciální nájemníky či kupující bytů zajímavé bydlení v certifikované budově, a zda by byli ochotni investovat více do pronájmu nebo koupi bytu, kdyby v něm byly instalovány dané technologie.

Dotazník se skládá z 10 otázek souvisejících s udržitelným bydlením. Celkově dotazník vyplnilo 80 respondentů ve věku od 21 do 56 let. Pro přesnější vyhodnocení průzkumu, by byla potřeba větší účast, ale pro přibližné posouzení toho, zda se investice do navržených technologií vyplatí, je tento počet respondentů dostačující.

4.7.5.1 Otázka č. 1 – Obnovitelné zdroje energie v BD

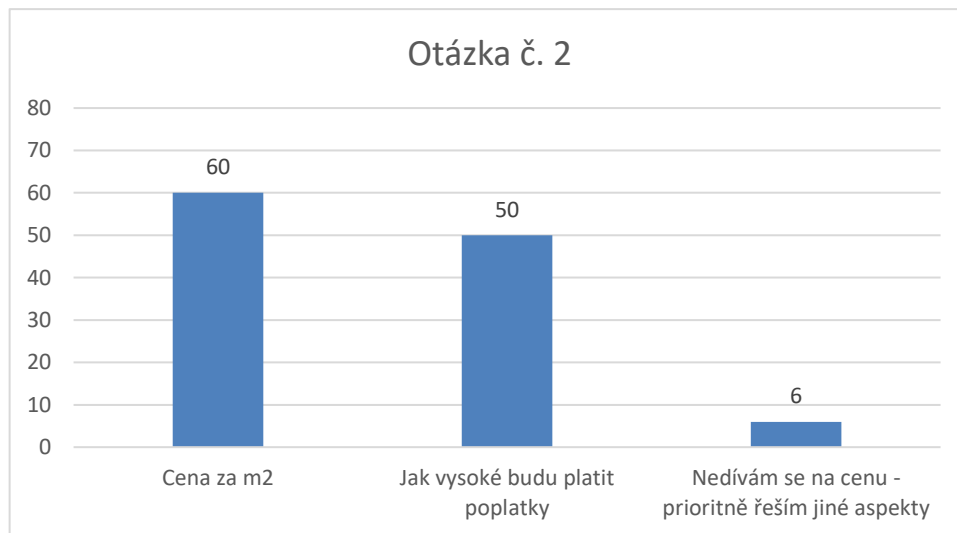
V první otázce jsem se tázala, zda je pro respondenty zajímavé vybrat si bydlení v bytovém domě s obnovitelnými zdroji energie. Respondenti si mohli vybrat z odpovědí „Ano“, „Není to pro mě při výběru rozhodující“ nebo „Ne“. Nejpočetnější odpověď byla „Ano“, kterou zvolilo 49 dotázaných. Druhá nejčastější odpověď s četností 27 byla „Není to pro mě při výběru rozhodující“ a jen 6 dotazovaných odpovědělo „Ne“.



Graf 18 – Otázka č. 1

4.7.5.2 Otázka č. 2 – Co je pro Vás důležité při výběru bytu?

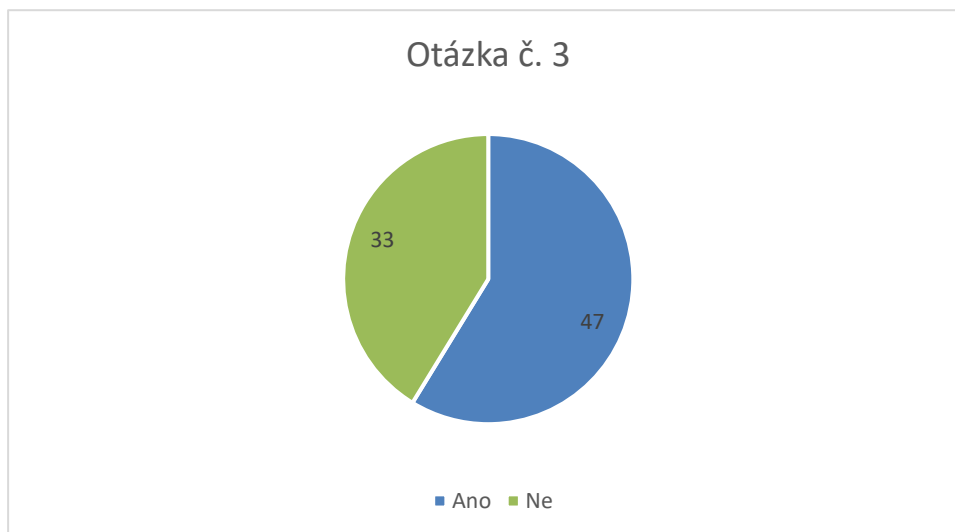
V otázce číslo 2 jsem se zeptala, co je pro respondenty při výběru bytu důležité. Zajímalo mě, zda se dívají na cenu za m² nebo je spíše zajímavá výše poplatků. V této otázce mohli dotazovaní zvolit více odpovědí, jelikož pro někoho mohou být obě možnosti stejně důležité. V této otázce si respondenti mohli vybrat odpověď „Cena za m²“, „Jak vysoké budu platit poplatky (voda, elektřina, vytápění)“ nebo „Nedívám se na cenu – prioritně řeším jiné aspekty“. Nejčtenější byla odpověď „Cena za m²“, která byla zvolena 60krát. Odpověď „Jak vysoké budu platit poplatky (voda, elektřina, vytápění)“ byla zvolena 50krát. Třetí možnost „Nedívám se na cenu – prioritně řeším jiné aspekty“ zvolilo pouze 6 respondentů.



Graf 19 – Otázka č. 2

4.7.5.3 Otázka č. 3 – Technologie instalované v bytovém domě

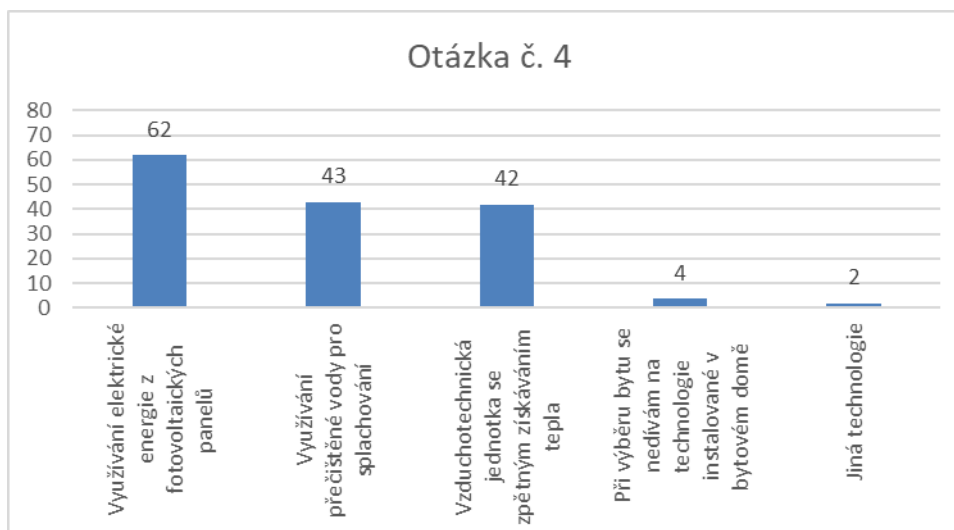
Ve třetí otázce jsem se dotázala, zda se respondenti dívají při výběru bytu na technologie instalované v bytovém domě. Pro tuto otázku byly pouze dvě možnosti. Možnost „Ano“ zvolilo 47 dotazovaných a možnost „Ne“ byla zvolena 33krát. Z výsledků je patrné, že je téměř vyrovnané.



Graf 20 – Otázka č. 3

4.7.5.4 Otázka č. 4 – Jaké technologie jsou pro Vás zajímavé

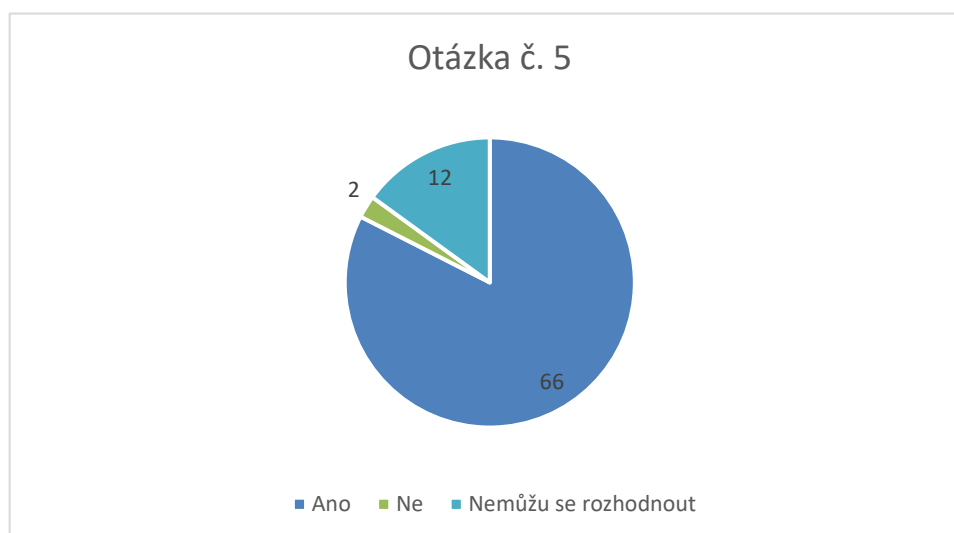
Touto otázkou jsem přešla od čistě teoretických otázek k otázce potřebné pro mé ekonomické zhodnocení. **Otázka zněla: „Jaké z těchto technologií se Vám zdají zajímavé?“** Na výběr zde byly mnou navržené technologie pro Rezidenci u Sluncové. Respondenti v této otázce mohli opět zvolit více možností, jelikož je může zajímat více než jedna technologie. Nejvyšší počet odpovědí, a to 62, byl zaznamenán u odpovědi „Využívání elektrické energie z fotovoltaických panelů“. Další možnosti odpovědí byly „Využívání přečištěné vody pro splachování“ a „Vzduchotechnická jednotka se zpětným získáváním tepla“. Tyto možnosti měly téměř stejný počet odpovědí. U této otázky byla ještě možnost „Při výběru bytu se nedívám na technologie instalované v bytovém domě a žádná z uvedených mi nepřijde zajímavá“, kterou zvolili 4 respondenti. Poslední možnost, kterou mohli dotazovaní označit byla „Jiná technologie“. Tuto odpověď označili pouze 2 respondenti.



Graf 21 – Otázka č. 4

4.7.5.5 Otázka č. 5 – Ochota zaplatit více za technologie v BD

V otázce číslo 5 jsem se dotázala, zda by respondenti byli ochotni zaplatit vyšší částku za pronájem nebo koupi bytu, kdyby v bytovém domě byly instalované technologie, které by snížily provozní náklady. U této otázky bylo možné zvolit jednu ze tří odpovědí. Odpověď „Ano“ zvolilo 66 respondentů, odpověď „Ne“ byla zvolena pouze 2krát. 12 dotazovaných označilo možnost „Nemůžu se rozhodnout“. Z dostupných odpovědí vyplývá, že většina dotazovaných by neměla problém s vyšší investicí, pokud by provozní náklady byly díky instalaci zmíněných technologií sníženy.



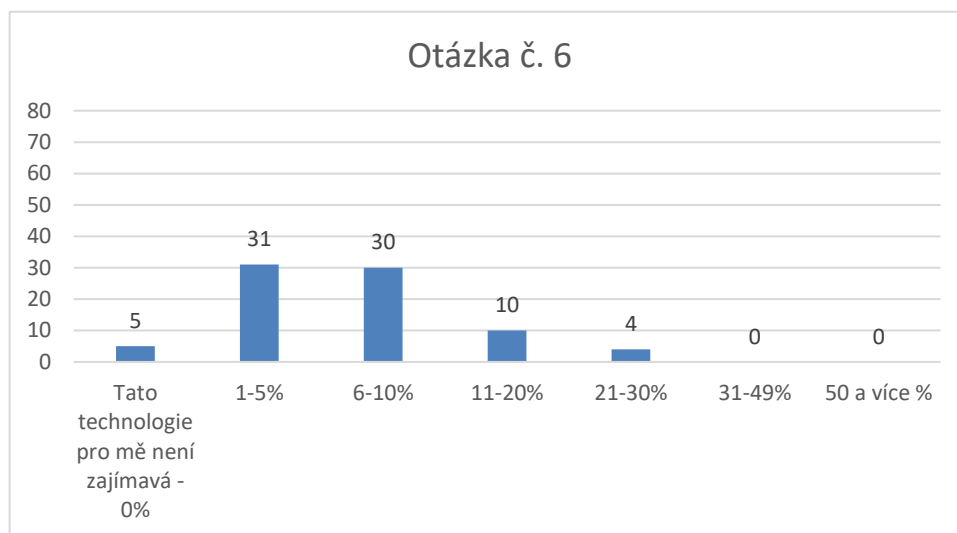
Graf 22 – Otázka č. 5

4.7.5.6 Otázka č. 6 – Vzduchotechnická jednotka

V této otázce jsem se zeptala o kolik procent by byli ochotni respondenti zaplatit více za pronájem nebo koupi bytu, pokud by domě byla instalována vzduchotechnická jednotka se zpětným získáváním tepla. Na výběr zde bylo sedm odpovědí, z nichž každá znázorňovala rozptyl v procentech. Odpovědi, které mohli respondenti zvolit byly:

- Tato technologie pro mě není zajímavá – 0%
- 1–5 %
- 6-10%
- 11-20%
- 21-30%
- 31-49%
- 51 a více %

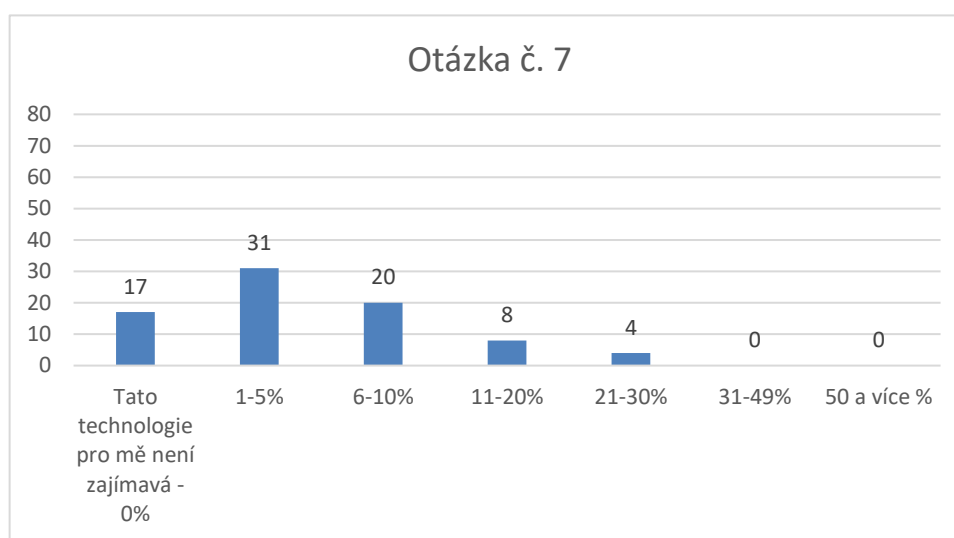
Odpovědi respondentů, můžeme vidět na grafu č. 23, který je umístěný níže. Z tohoto grafu vyplývá, že nejvíce dotazovaných by bylo ochotno zaplatit o 1-5 % více a o 6-10 % více. 10 respondentů zvolilo možnost 11-20 % a 4 respondenti dokonce 21-30 %. Pro 5 dotazovaných není tato technologie zajímavá.



Graf 23 – Otázka č. 6

4.7.5.7 Otázka č. 7 – Systém využití šedé vody

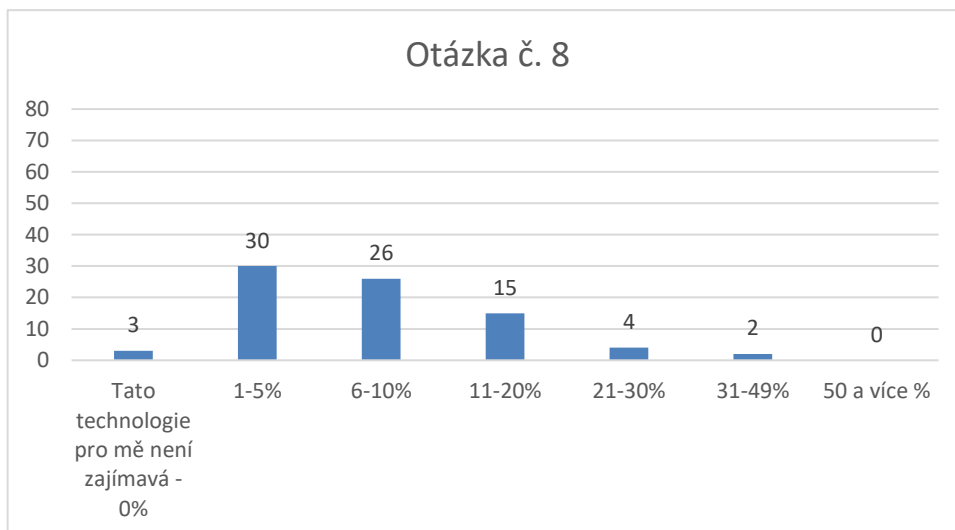
Tato otázka byla položena na stejný způsob jako otázka č.6. **Respondentů jsem se zeptala, jestli by byli ochotni zaplatit více za pronájem nebo koupi bytu, pokud by v něm byl instalován systém využití přečištěné vody na splachování WC, který by snížil spotřebu pitné vody.** Na výběr byly stejné odpovědi jako u otázky číslo 6. Možnost zaplatit o 1-5 % více zvolilo 31 respondentů a možnost zaplatit o 1-6 % více označilo 20 dotazovaných. 8 respondentů by bylo ochotno zaplatit o 11-20 % více a 4 respondenti o 21-30 % více. Ovšem oproti přechozí otázce je zde nárůst počtu respondentů, pro které tato technologie není zajímavá na 17.



Graf 24 – Otázka č. 7

4.7.5.8 Otázka č. 8 – Fotovoltaická elektrárna

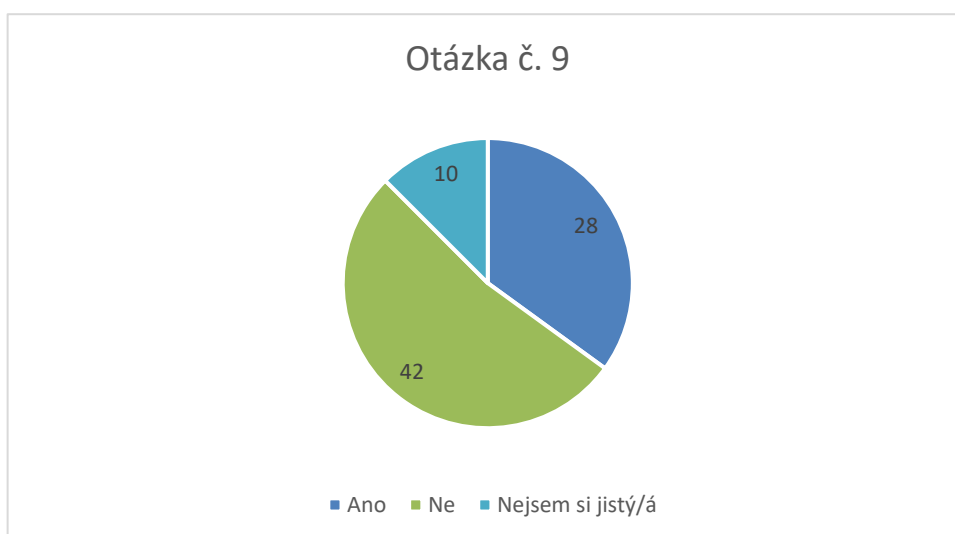
Otázka číslo osm je opět obdobná jako dvě předchozí otázky, jen se zaměřením na fotovoltaickou elektrárnu. **Zeptala jsem se respondentů, o kolik procent by byli ochotni zaplatit více za byt, pokud by v bytovém domě byla využívána elektrická energie z fotovoltaických panelů.** Možnosti odpovědí byly stejné jako u otázky číslo 6. Opět byla největší četnost odpovědí u možnosti zaplatit více o 1-5 %. Tuto možnost zvolilo 30 respondentů. Možnost zaplatit více o 6-10 % označilo 26 dotazovaných a možnost 21-30 % byla označena 4krát. Jako u jediné technologie zde byla označena i možnost 31-49 % a to 2krát. Tato technologie nebyla zajímavá pro 2 respondenty.



Graf 25 – Otázka č. 8

4.7.5.9 Otázka č. 9 – Setkali jste se s pojmem certifikát budovy?

Otázka číslo 9 se již nezabývala ekonomickým vyhodnocením, ale spíše obecným zjištěním, zda respondenti mají pojem o certifikaci budov a jestli někdy slyšeli o certifikačních nástrojích BREEAM, LEED a SBTToolCZ. 28 respondentů se s tímto pojmem již setkali a označilo možnost „Ano“. Možnost „Ne“ zvolilo 42 respondentů a 10 dotazovaných si není jisto, zda o těchto certifikačních nástrojích již někdy slyšelo. Z těchto výsledků je patrné, že více jak 50 % dotázaných o certifikačních nástrojích nejspíše nikdy neslyšela.



Graf 26 – Otázka č. 9

4.7.5.10 Otázka č. 10 – BD s certifikátem udržitelnosti

V poslední otázce jsem se dotázala, zda by pro respondenty bylo zajímavé bydlet v bytovém domě, který získal certifikát udržitelnosti. Možnost „Ano“ označilo 41 respondentů, možnost „Ne“ zvolilo 11 respondentů a 28 dotazovaných označilo možnost „Je mi to jedno“. Z těchto odpovědí je patrné, že ačkoliv ne všichni respondenti mají povědomí o tom, co jsou certifikační nástroje, je pro více jak polovinu zajímavá myšlenka udržitelnosti a bydlení v bytovém domě, který certifikátem udržitelnosti disponuje.



Graf 27 – Otázka č. 10

4.7.6 Výsledky ekonomického zhodnocení

V kapitole 4.7.4 jsem vyhodnotila, že investice do výstavby bytového komplexu s navrženými opatřeními by se zvýšila o 4 %. Abych mohla posoudit, zda je tato investice výhodná provedla jsem dotazníkové šetření, ve kterém jsem se zajímala o to, zda by budoucí majitelé a nájemníci bytů, byli ochotni zaplatit více za bytový dům ve kterém by tyto technologie byly instalovány.

Z dostupných výsledků vidíme, že u každého z navrhovaných opatření by bylo více než 78 % respondentů ochotno zaplatit více za bydlení v bytovém domě s těmito opatřeními. Za instalaci fotovoltaických panelů by bylo ochotno zaplatit vyšší částku až 93 % respondentů z nichž někteří by byli ochotni zaplatit až o 49 % více. Instalace vzduchotechnické jednotky oslovila taktéž více než 93 % respondentů. Tito respondenti by byli ochotni zaplatit až o 30 % více, kdyby tato technologie byla v objektu instalována.

Nejméně úspěšná z těchto tří opatření je technologie využívání šedé vody, za kterou by bylo ochotno zaplatit vyšší částku 78 % respondentů.

Když se na tyto čísla podíváme, je zřejmé, že investice do navrhovaných opatření se určitě vyplatí, jelikož tato opatření zvyšují hodnotu budovy a budoucí majitelé a nájemníci bytů jsou ochotni zaplatit vyšší částku za koupi či pronájem bytů v bytovém domě s těmito instalovanými technologiemi.

5 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala porovnáním certifikačních systémů BREEAM, LEED a SBToolCZ v oblasti technického zařízení budov a vnitřního prostředí. Cílem práce bylo zjistit, zda změna v oblasti technologií může mít za výsledek získání lepšího certifikátu a také porovnat, jak k navrženým změnám přistupují jednotlivé certifikační nástroje.

V první části této práce byly představeny certifikační systémy, které jsou v České republice nejpoužívanější. Řadí se mezi ně BREEAM, LEED, SBToolCZ, WELL, DGNB a HAIEQ. U těchto jednotlivých certifikátů byl vysvětlen jejich původ, struktura daného systému, přehled kategorií, ve kterých je budova posuzována a metodika hodnocení.

Druhá část této diplomové práce byla zaměřena na certifikaci bytového komplexu Rezidence U Sluncové. V rámci této části, byla budova hodnocena v certifikačních systémech BREEAM, LEED a SBToolCZ. U každého certifikačního systému byly určeny kredity zabývající se technickým zařízením budovy a vnitřním prostředím. Tyto kredity byly následně rozděleny do 18 kategorií, dle mého uvážení. U každého vybraného kreditu byly specifikovány jeho požadavky, plnění tohoto kreditu a také bodový zisk. U každé kategorie bylo provedeno shrnutí toho, jak se k daným kreditům, spadajícím do dané kategorie, certifikační systémy staví a také bylo provedeno porovnání získaných bodů pomocí procent.

Po provedení vyhodnocení návrhu budovy ve všech osmnácti kategoriích, byl proveden návrh vhodných opatření, které by mohly vést k vyššímu bodovému zisku a tím pádem k získání lepšího certifikátu. Jako vhodná opatření byla navržena instalace fotovoltaických panelů na střechy objektů, díky nimž se zvýšil podíl využívané obnovitelné energie v bytovém komplexu. Pro snížení spotřeby pitné vody bylo navrženo

využití přečištěné vody ze sprchování a z mytí pro splachování WC. Posledním navrženým opatřením byla instalace vzduchotechnické jednotky se zpětným získáváním tepla, díky které dojde k úspoře energie na vytápění a také ke kvalitnějšímu vnitřnímu prostředí.

Po návrhu těchto opatření bylo vyhodnoceno, u kterých kreditů dojde ke zvýšení bodového zisku. Aby bylo možné zhodnotit dopad těchto opatření na jednotlivé certifikační systémy, provedla jsem certifikaci budovy systémem BREEAM, LEED a SBToolCZ. Z uvedených příloh vidíme, že nejzásadnější zlepšení nastalo u certifikačního systému LEED. Úspěšnost tohoto certifikačního systému u certifikace návrhového stavu je přes 50 % a budova by získala o 2 stupně lepší certifikát. U certifikačního systému BREEAM je naopak nejnižší úspěšnost u certifikace návrhového stavu a budova by zde získala pouze o 1 stupeň lepší certifikát. U certifikačního systému SBToolCZ dojde stejně jako u systému BREEAM o zlepšení pouze o 1 stupeň. Z těchto výsledků by budovu bylo vhodné certifikovat certifikačním systémem LEED.

I když je tato práce zaměřena na udržitelnost a certifikaci budov, je důležité si uvědomit jedno. Snaha o navržení co nejúspornějšího a nejekologičtějšího bydlení je jedna věc, ale to, jak vysoké budou náklady na provedení takového bydlení je věc druhá. Z tohoto důvodu jsem zpracovala ekonomické zhodnocení navržených opatření, ze kterého jsem zjistila, že investorovi by se instalací navržených technologií zvýšily náklady na výstavbu bytového komplexu o 4 %. Jelikož je velmi těžké určit, zda je tato investice výhodná, rozhodla jsem se udělat dotazníkové šetření, ve kterém jsem se respondentů tázala, o kolik procent by byli ochotni zaplatit více, kdyby v bytovém domě, ve kterém se chystají pronajmout nebo koupit byt, byla instalovala jednotlivá opatření. Z odpovědí v dotazníku vyplývá, že více jak 78 % respondentů by bylo ochotno zaplatit více za bydlení v bytovém domě s těmito opatřeními. Na základě těchto výsledků si troufám říct, že tato investice do navržených technologií se vyplatí.

Zpracováním této diplomové práce jsem získala hlubší vhled do oblasti certifikace budov a udržitelného bydlení. Z výsledků mnou provedeného dotazníkového šetření vyplynulo, že více než polovina respondentů nemá jasno o tom, co certifikace budov znamená a co obnáší. Nicméně, po absolvování mého dotazníku se pro většinu z nich stala myšlenka bydlení v budově s certifikátem udržitelnosti zajímavou. Osobně si myslím, že toto téma by si zasloužilo větší pozornost. Lidé by pravděpodobně více ocenili možnost udržitelného bydlení, kdyby měli alespoň základní povědomí o certifikaci.

Tato diplomová práce, by mohla sloužit jako průvodce pro ty, kteří chtějí vylepšit své bydlení pomocí technologií v oblasti TZB, ať už se budou zajímat o certifikaci jejich budovy či nikoli. Zároveň doufám, že tato práce přispěje k větší informovanosti a zájmu o udržitelné bydlení, a poskytne užitečné informace pro ty, kteří se chtějí dozvědět více o tomto tématu.

Použité zdroje

- [1] Alexandr (2008). *leed-logo-1*. [online] coswick.com. Available at: <https://www.coswick.com/technical-information/certificates/leed/attachment/leed-logo-1/> [Accessed 3 Nov. 2023].
- [2] Anon, (2011). *MODEL LIGHTING ORDINANCE (MLO)*. [online] Available at: https://darksky.org/app/uploads/bsk-pdf-manager/16_MLO_FINAL_JUNE2011.PDF [Accessed 30 Nov. 2023].
- [3] BASECAMP RESIDENCES LLC (2023). *Explore Real Estate Listings Near Me / Basecamp Lofts + Studios*. [online] basecamp-frisco. Available at: <https://basecamp-frisco.com/basecamploftsandstudios/> [Accessed 5 Nov. 2023].
- [4] BRE Global (2021a). *BREEAM In-Use International v6*. [online] Available at: https://files.bregroup.com/breeam/technicalmanuals/SD243_BREEAM-In-Use-International_Residential-Technical-Manual-V6.pdf?utm_campaign=2304678_BREEAM%20NEW%20In-use%20manual%20downloads&utm_medium=email&utm_source=BRE&dm_i=47CQ,1DEAU,8AVCWP,6CFJS,1.
- [5] BRE Global (2021b). *BREEAM International New Construction Version 6*. [online] files.bregroup.com. Available at: https://files.bregroup.com/breeam/technicalmanuals/sd/international-new-construction-version-6/?utm_campaign=2241538_BREEAM%20NEW%20NC%20manual%20downloads&utm_medium=email&utm_source=BRE&dm_i=47CQ [Accessed 4 Nov. 2023].
- [6] BRE Global (2022). *GreenBook Live: Certified BREEAM Assessments*. [online] www.greenbooklive.com. Available at: <https://www.greenbooklive.com/search/scheme.jsp?id=202> [Accessed 1 Nov. 2023].
- [7] BRE Group (2011). *BREEAM Logo and Marks Guidance and rules for use*. [online] Available at: https://files.bregroup.com/bre-co-uk-file-library-copy/filelibrary/greenguide/PDF/PN_235_Rev_0.0_BREEAM_Marks.pdf [Accessed 3 Nov. 2023].

- [8] Catetherm (n.d.). *Cetetherm Maxi S - com*. [online] www.cetetherm.com. Available at: <https://www.cetetherm.com/download/18.61db2662168dd5cfacd87f2/1550237185639/MaxiSpecialCom%201901.pdf> [Accessed 20 Nov. 2023].
- [9] Česká rada pro šetrné budovy (2020). *Šetrné budovy a komplexní certifikační systémy*. [online] Available at: <https://www.czgbc.org/files/2021/01/738fb89879d9a56abcc3fb11ed7acce7.pdf> [Accessed 25 Nov. 2023].
- [10] Česká rada pro šetrné budovy (2021). *Ekonomika využití šedé vody*. [online] Available at: <https://www.czgbc.org/files/2022/01/5a6939b042bdaafae6134cd9a117bd2b.pdf> [Accessed 8 Dec. 2023].
- [11] Cihlář, J., Hajná, P., Volf, M. and Stránský, J. (2020). *Kompletní přehled certifikací*. [online] Available at: <https://www.czgbc.org/files/2020/10/d455f306654365dd20ef24c6144cbb8f.pdf> [Accessed 3 Nov. 2023].
- [12] COMMERCIAL PARTNER s.r.o (2023). *Rustonka | Commercial Partner Real Estate*. [online] www.cpre.cz. Available at: <https://www.cpre.cz/detail/rustonka/1019.htm> [Accessed 22 Nov. 2023].
- [13] flyingbisons (n.d.). *Panattoni Park Cheb South*. [online] panattonieurope.com. Available at: <https://panattonieurope.com/cz-cz/najdete-vlastnosti/panattoni-park-cheb-south> [Accessed 3 Nov. 2023].
- [14] Gergela, P. (2016). *Rekuperace a prostá doba návratnosti*. [online] tzb-energie.cz. Available at: <https://www.tzb-energie.cz/single-post/2016/06/26/rekuperace-vzduchu-a-prost%C3%A1-doba-n%C3%A1vratnosti-vyplat%C3%AD-se> [Accessed 5 Dec. 2023].
- [15] Hůlek, M. (n.d.). *Atrea Průmyslová větrací jednotka s rekuperací tepla DUPLEX 1400 – 10100 Basic-V*. [online] www.atreaeshop.cz. Available at: <https://www.atreaeshop.cz/atrea-prumyslova-vetraci-jednotka-s-rekuperaci-tepla-duplex-1400-10100-basic-v/34185/produkt> [Accessed 12 Dec. 2023].

- [16] IWBI (2019). *WELL / International WELL Building Institute*. [online] Wellcertified.com. Available at: <https://www.wellcertified.com/> [Accessed 1 Nov. 2023].
- [17] Magistrát hlavního města Prahy (2016). *Vyhláška 10/2016 (Portál hlavního města Prahy)*. [online] www.praha.eu. Available at: https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/vyhlasky_a_narizeni/vyhledavani_v_pravnich_predpisech/narizeni_c_10_2016_sb_hl_m_prahy.html [Accessed 21 Nov. 2023].
- [18] michalmujgos.com. (n.d.). *Cena fotovoltaiky v roce 2024*. [online] evolty.cz. Available at: <https://evolty.cz/fve/cena-fotovoltaiky/> [Accessed 12 Dec. 2023].
- [19] Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví (2007). *Vyhláška č. 193/2007 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*.
- [20] Ministerstvo zdravotnictví (2004). *Vyhláška č. 252/2004 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody*.
- [21] [mivvyENERGY.cz](http://mivvyenergy.cz). (n.d.). *Fotovoltaický panel 450Wp SOLARPRO mono half-cell stříbrný rám*. [online] Available at: https://www.mivvyenergy.cz/cs/fotovoltaika/fotovoltaicke-panely/fotovoltaicky-panel-450wp-solarpro-mono-half-cell-stribrny-ram.html?gclid=Cj0KCQiAsburBhCIARIsAExmsu7XN3WE22NQYe1EG28oukQZ9kCpHMTMn65YNGB5kuEQE6NYm_legxgaAiYaEALw_wcB [Accessed 12 Dec. 2023].
- [22] Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. , o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. (2016).
- [23] old.konstrukce.cz. (2008). *Budova ČSOB dosáhla na ekologické zlato*. [online] Available at: <http://old.konstrukce.cz/clanek/budova-csob-dosahla-na-ekologicke-zlato/> [Accessed 11 Nov. 2023].

- [24] U.S. Green Building Council (2023a). *LEED credit library* / U.S. Green Building Council. [online] www.usgbc.org. Available at: <https://www.usgbc.org/credits?Rating+System=%22Residential+-+Multifamily%22> [Accessed 1 Nov. 2023].
- [25] U.S. Green Building Council (2023b). *LEED project profiles* / U.S. Green Building Council. [online] www.usgbc.org. Available at: <https://www.usgbc.org/projects> [Accessed 3 Nov. 2023].
- [26] U.S. Green Building Council (2023c). *LEED v4.1 BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION*. [online] Usgbc.org. Available at: https://build.usgbc.org/bd+c_guide [Accessed 3 Nov. 2023].
- [27] U.S. Green Building Council (2023d). *Water Use Reduction* / U.S. Green Building Council. [online] www.usgbc.org. Available at: <https://www.usgbc.org/credits/residential-multifamily-residential-multifamily-core-and-shell/v41-13?view=resources&return=/credits/Residential%20-%20Multifamily/v4.1> [Accessed 11 Dec. 2023].
- [28] ÚNMZ Praha (2010). *ČSN 73 0532: Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků-Požadavky*.
- [29] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (1985). *ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů*.
- [30] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2005). *ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody*.
- [31] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2006). *ČSN EN ISO 7730 Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu*.
- [32] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2007). *ČSN 73 0580 Část 2: Denní osvětlení obytných budov*.

- [33] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2017). *ČSN EN 378-2 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla - Bezpečnostní a environmentální požadavky - Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace.*
- [34] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2018). *ČSN EN ISO 16890-1 Vzduchové filtry pro všeobecné větrání - Část 1: Technické specifikace, požadavky a klasifikační metody založené na účinnosti odlučování částic (ePM).*
- [35] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2019). *ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží.*
- [36] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2020). *ČSN EN 16798-3 Energetická náročnost budov - Větrání budov - Část 3: Pro nebytové budovy - Výkonové požadavky na větrací a klimatizační systémy místností (Moduly M5-1, M5-4).*
- [37] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (2023). *ČSN EN 17037+A1 Denní osvětlení budov.*
- [38] Veverkova, Z., Kabele, K. and Dvorakova, P. (2022). Using HAIEQ methodology for holistic analysis of IEQ in modern family houses. *CLIMA 2022 conference*.
[online] doi:<https://doi.org/10.34641/clima.2022.384>.
- [39] www.rezidenceblizka.cz. (2023). *Rezidence Blízka*. [online] Available at: <https://www.rezidenceblizka.cz/galerie> [Accessed 11 Dec. 2023].
- [40] www.saint-gobain.cz. (2023). *Environmentální systémy hodnocení budov*. [online] Available at: <https://www.saint-gobain.cz/pro-odborniky/certifikace/environmentalni-systemy-hodnoceni-budov#materialy-ke-stazeni> [Accessed 12 Dec. 2023].
- [41] www.sbtool.cz. (2022). *Certifikované budovy – SBToolCZ*. [online] Available at: <https://www.sbtool.cz/certifikovane-budovy/> [Accessed 1 Dec. 2023].
- [42] www.sbtool.cz. (2023a). *A.1 Princip hodnocení (vk.1) – SBToolCZ*. [online] Available at: <https://www.sbtool.cz/kriterium/princip-hodnoceni-vk-1/> [Accessed 3 Nov. 2023].

- [43] www.sbtool.cz. (2023c). *C.MAR Měření spotřeb energií a vody (BD vk.1) – SBToolCZ*. [online] Available at: <https://www.sbtool.cz/kriterium/c-mar-mereni-spotreb-energii-a-vody-bd-vk-1/> [Accessed 15 Nov. 2023].
- [44] www.sbtool.cz. (2023c). *E.ZSV Zadržování srážkových vod (BD vk.1) – SBToolCZ*. [online] Available at: <https://www.sbtool.cz/kriterium/e-zsv-zadrzovani-srazkovych-vod-bd-vk-1/> [Accessed 15 Nov. 2023].
- [45] www.sbtool.cz. (n.d.). *SBToolCZ – Národní nástroj pro certifikaci kvality budov*. [online] Available at: <https://www.sbtool.cz/> [Accessed 11 Dec. 2023].
- [46] www.sbtool.cz. (n.d.). *SBToolCZ pro bytové domy – SBToolCZ*. [online] Available at: <https://www.sbtool.cz/online/bd/> [Accessed 10 Dec. 2023].
- [47] Zákon č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. (2000).
- [48] Záruba, I. (2023). *CENYZAPROJEKTY.CZ*. [online] Cenyzaprojekty.cz. Available at: <https://www.cenyzaprojekty.cz/kalkulace/pozemni-stavby> [Accessed 17 Dec. 2023].

Seznam obrázků

Obr. 1 – Panattoni Park Cheb South – BREEAM certifikát OUTSTANDING [13].	14
Obr. 2 – Komplex Rustonka Office – LEED certifikát GOLD v roce 2023 [12].	15
Obr. 3 – SŠ Českobrodská – SBToolCZ Zlatý certifikát v roce 2017 [41].	16
Obr. 4 – Logo BREEAM [7].	17
Obr. 5 – Oblasti hodnocení v BREEAM New Construction [11].	18
Obr. 6 – Oblasti hodnocení v BREEAM In-Use v6 [11].	18
Obr. 7 – Logo LEED [1].	21
Obr. 8 – Oblasti hodnocení LEED v4.1 [3].	21
Obr. 9 – Stupnice hodnocení LEED [40].	24
Obr. 10 – Logo SBToolCZ [11].	25
Obr. 11 – Typologie budovy v metodice SBToolCZ [45].	26
Obr. 12 – Certifikáty SBToolCZ [11].	27
Obr. 13 – Logo WELL [11].	28
Obr. 14 – Logo DGNB [11].	29
Obr. 15 – Příklad hodnocení metodikou HAIEQ [15].	30
Obr. 16 – Vizualizace Rezidence U Sluncové 2 [39].	32
Obr. 17 – Vizualizace Rezidence U Sluncové [39].	32
Obr. 18 – Výměníková stanice Catetherm Maxi S [18].	34
Obr. 19 – Koncept TZB – stávající stav viz. Příloha 1.	36
Obr. 20 – Rozmístění fotovoltaických panelů na střeše objektu A.	102
Obr. 21 – Základní parametry jednotky DUPLEX 10 100 Basic.	107
Obr. 22 – Koncept TZB – návrhový stav viz. Příloha 2.	116

Seznam tabulek

Tab. 1- Počet certifikovaných projektů BREEAM v ČR [6]	13
Tab. 2 – Počet certifikovaných projektů LEED v ČR [25]	15
Tab. 3- Úrovně hodnocení BREEAM [4,5]	20
Tab. 4 – Rozdělení kreditů do kategorií	37
Tab. 5 - Porovnání hodnocených kategorií	38
Tab. 6 – Stanovení měrné roční produkce provozních emisí CO _{2,ekv.}	58
Tab. 7 - Stanovení měrné roční spotřeby provozní primární energie	63
Tab. 8 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí CFC11 _{,ekv}	91
Tab. 9 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí PO43-ekv.	94
Tab. 10 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí SO _{2,ekv.}	98
Tab. 11 – Stanovení měrné roční produkce provozních emisí C2H4,ekv	100
Tab. 12- Počet získaných kreditů ENE01 v původním a návrhovém stavu.....	103
Tab. 13- Stanovení podílu v místě vyrobené obn. energie na celkové spotřebě.....	104
Tab. 14 - Počet získaných kreditů EA10 v původním a návrhovém stavu	104
Tab. 15 - Stanovení měrné roční produkce provozních emisí CO _{2,ekv.} v náv. stavu	105
Tab. 16 – Stanovení měrné roční spotřeby provozní primární energie v náv. stavu	106
Tab. 17 - Počet získaných kreditů E.OZE;E.GWP; E.PEE v pův. a náv. stavu.....	106
Tab. 18- Počet získaných kreditů HEA02 v původním a návrhovém stavu	112
Tab. 19 – Počet získaných kreditů EQ10;EQ12 v původním a návrhovém stavu ...	112
Tab. 20 - Počet získaných kreditů E.INT v původním a návrhovém stavu	113
Tab. 21 - Potřebné množství šedé vody pro splachování.....	114
Tab. 22 – Produkce šedé vody	114
Tab. 23 - Počet získaných kreditů WAT01 v původním a návrhovém stavu	115
Tab. 24- Počet získaných kreditů WE03 v původním a návrhovém stavu	115
Tab. 25 - Počet získaných kreditů E.UPV v původním a návrhovém stavu	116
Tab. 26- Porovnání kategorií původního a návrhového stavu v BREEAM.....	117
Tab. 27 - Porovnání kategorií původního a návrhového stavu v LEED	118
Tab. 28 - Porovnání kategorií původního a návrhového stavu v SBToolCZ.....	119

Seznam grafů

Graf 1 – Počet vydaných certifikátů BREEAM v jednotlivých letech	13
Graf 2 – Počet vydaných certifikátů LEED v jednotlivých letech.....	14
Graf 3 – Počet vydaných certifikátů SBToolCZ v jednotlivých letech [41].....	16
Graf 4 – Procentuální zastoupení TZB kategorií v systému BREEAM.....	39
Graf 5 – Procentuální zastoupení TZB kategorií v systému LEED	40
Graf 6 – Procentuální zastoupení TZB kategorií v systému SBToolCZ.....	40
Graf 7 – Procentuální plnění kategorie spotřeba vody ve zkoumaném objektu	44
Graf 8 – Procentuální plnění kategorie měření spotřeby vody	47
Graf 9 – Procentuální plnění kategorie zadržování vody na pozemku	52
Graf 10 – Procentuální plnění kategorie měření spotřeby vody	56
Graf 11 – Procentuální plnění kategorie OZE	60
Graf 12 – Procentuální plnění kategorie energetická náročnost	65
Graf 13 – Procentuální plnění kategorie větrání objektu	72
Graf 14 – Procentuální plnění kategorie radon ve zkoumaném objektu.....	76
Graf 15 – Procentuální plnění kategorie akustika ve zkoumaném objektu.....	80
Graf 16 – Procentuální plnění kategorie osvětlení ve zkoumaném objektu.....	85
Graf 17 – Procentuální plnění kategorie chlazení ve zkoumaném objektu.....	92
Graf 18 – Otázka č. 1	124
Graf 19 – Otázka č. 2	125
Graf 20 – Otázka č. 3	126
Graf 21 – Otázka č. 4	127
Graf 22 – Otázka č. 5	127
Graf 23 – Otázka č. 6	128
Graf 24 – Otázka č. 7	129
Graf 25 – Otázka č. 8	130
Graf 26 – Otázka č. 9	130
Graf 27 – Otázka č. 10	131

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Koncept TZB – STÁVAJÍCÍ STAV

Příloha č. 2 – Koncept TZB – NÁVRHOVÝ STAV

Příloha č. 3 – Certifikace BREEAM – STÁVAJÍCÍ STAV

Příloha č. 4 – Certifikace BREEAM – NÁVRHOVÝ STAV

Příloha č. 5 – Certifikace LEED – STÁVAJÍCÍ STAV

Příloha č. 6 – Certifikace LEED– NÁVRHOVÝ STAV

Příloha č. 7 – Certifikace SBToolCZ – STÁVAJÍCÍ STAV

Příloha č. 8 – Certifikace SBToolCZ – NÁVRHOVÝ STAV