

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019/2020

Blanka Miková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



**METODY KONSTRUKCE ŠETRNÉ K ŽIVOTNÍMU
PROSTŘEDÍ, VYUŽITELNÉ V PODMÍNKÁCH
VELKOPROSTOROVÉ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Bakalant: Blanka Miková

2019/2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Blanka Miková

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Metody konstrukce šetrné k životnímu prostředí, využitelné v podmínkách velkoprostorové administrativní budovy.

Název anglicky

Methods of environmentally friendly construction, usable in conditions of large-scale office building.

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je provést zhodnocení konstrukčních metod souvisejících s tepelně technickými vlastnostmi a působícími pozitivně na úspory energie v podmínkách velkoprostorové administrativní budovy. Zaměřit se především na metody pasivní klimatizace umožňující snižovat tepelné ztráty v zimním období a tepelné zisky v létě, při dodržení potřebných provozních a hygienických parametrů pohody vnitřního prostředí.

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah a měření provést rozbor možností využití různých druhů konstrukčních řešení energeticky úsporných systémů budov, šetrných k životnímu prostředí. Na základě vlastních úvah a výsledků měření navrhnout vhodná opatření a řešení pro praxi.

Metodika

Úvod

Cíl práce

Současný stav sledované problematiky

Metodika práce

Výsledky a diskuse

Závěr a doporučení

Seznam použitých zdrojů

Přílohy

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

Pohoda vnitřního prostředí; spotřeba energie; tepelná bilance; tepelná izolace

Doporučené zdroje informací

Časopisy: Vytápění, větrání, instalace. Klimatizace.

Čermáková, B.- Mužíková, R.: Ozeleněné střechy. Grada Publishing, a.s., Praha 2009, 148 s.

Hudec, M.: Pasivní domy z přírodních materiálů. Grada, Praha, 2012, 157 s.

Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.

Počinková, M.-Čuprová, D.-Rubinová,O: Úsporný dům. Computer press, Brno 2012. 184 s.

Treuová, L.-Počinková, M.: Vytápění. Computer press, Brno 2011. 151 s.

Tywoniak, J.: Nízkoenergetické domy – principy a příklady. Grada, Praha, 2005, 194 s.

Tywoniak, J.: Nízkoenergetické domy 3. Nulové, pasivní a další. Grada, Praha, 2012, 195 s.

Valeš, M.: Inteligentní dům. Era vydavatelství, 2006, 123 s.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 12. 6. 2019

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 9. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 05. 02. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Metody konstrukce šetrné k životnímu prostředí, využitelné v podmínkách velkoprostorové administrativní budovy“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne

.....

Blanka Miková

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na stavbu environmentálně šetrných staveb a na nástroje, které lze využít pro stavbu šetrnější budovy či ji provozovat udržitelným způsobem.

V teoretické části se nachází popis možností udržování tepelné pohody v budovách a rozbor čtyř nejpoužívanějších certifikačních systémů ekologických budov v České republice.

V praktické části se nachází rozbor budovy XXX (jméno budovy bylo na přání investora anonymizováno), jež získala environmentální certifikaci stavby a zároveň je byla oceněna za nejvyšší rozsah využití metodiky informačního modelování budov při stavbě. Stavba je zároveň takřka samostatná v oblasti vytápění, chlazení a klimatizace.

Klíčová slova

Zelené budovy; informační model budovy; ekologické certifikace; geotermální energie

Abstract

Bachelor thesis focuses on construction of environmentally friendly buildings and tools which can be used for constructing green buildings or operate them in a sustainable manner.

In Theoretical part is located description of options of sustainable thermal comfort inside buildings and analysis of four most used certification systems for ecological buildings in Czech Republic.

In Practical part is located analysis of a Building XXX (name of the building is anonymized on a investor request), which gained environmental building certification while was awarded for highest possible extend of methodology for building Information modeling during construction. Building is almost self-sustainable in an area of heating, cooling and air conditioning.

Key Words

Green buildings; building information modelling; environmental certification; geothermal energy

Obsah

1	Úvod	2
2	Předmět a cíle práce	2
3	Budovy	3
3.1	Administrativní budovy.....	3
4	Vnitřní prostředí administrativních budov.....	4
4.1	Větrání.....	5
4.2	Vytápění, chlazení a klimatizace	6
4.2.1	Vytápění.....	6
4.2.2	Chlazení a klimatizace	9
5	Tepelná pohoda	9
6	Certifikace ekologických budov	10
6.1	BREEAM.....	12
6.2	LEED	14
6.3	DGNB.....	17
6.4	SbToolCZ	18
7	BIM.....	21
7.1	Implementace v České republice	22
8	Technická specifikace budovy.....	23
8.1	Větrání.....	25
8.2	Vytápění a chlazení	26
8.2.1	Geotermální vrty	28
8.2.2	Tepelná aktivace betonové konstrukce	29
8.3	Vegetace uvnitř a v okolí budovy.....	29
8.3.1	Vegetace v okolí budovy	30
8.3.2	Ozeleněné střechy.....	30
8.3.3	Vegetace v interiéru.....	30
9	Měření vnitřního klima	31
10	Dotazníkové šetření	33
11	Závěr a doporučení	39
12	Zdroje	40
13	Seznam grafů.....	41
14	Seznam obrázků.....	42
15	Seznam tabulek.....	42

Použité zkratky

ASHRAE	American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers
BIM	building information modelling (informační modelování stavby)
BRE	Building Research Establishment
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CDE	Common Data Environment (společné datové prostředí)
CzBIM	Odborná rada pro BIM, z.s.
ČVUT	České vysoké učení technické
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EPBD II.	směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti budov
EPD	Environmental Product Declaration (environmentální prohlášení o produktu)
GBCI	Green Business Certification Inc.
iiSBE	International Initiative for Sustainable Built Environment
LCA	Life Cycle Assessment (posuzování životního cyklu)
LCC	Life Cycle Costing (náklady životního cyklu)
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MaR	měření a regulace
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
PMV	predicted mean vote (střední tepelný pocit)
PPD	predicted percentage of dissatisfied (předpokládané procento nespokojených)
ppm	parts per milion (počet jednotek na milion)

SBTool	Sustainable Building Tool
TZÚS Praha, s. p.	Technický a zkušební ústav stavební Praha
VÚPS	Výzkumný ústav pozemních staveb
World GBC	World Green Building Council

1 Úvod

Stavebnictví je významným průmyslovým odvětvím, podílí se z necelých 10 % na hrubém domácím produktu zemí Evropské unie, poskytuje dvacet milionů pracovních míst a má velmi významný dopad na spotřebu energie, surovin a vypouštěné emise oxidu uhličitého. (2012)

Na stavební průmysl celosvětově připadá přibližně 40 % celkových emisí oxidu uhličitého, 71 % celkové spotřeby energie a 12 % celkové spotřeby vody. Tím pádem je v provozu budov velký potenciál pro snížení emisí a spotřeby energie. Ve vyspělých zemích by se pomocí úpravy systémů topení mohla snížit produkce oxidu uhličitého spojeného s provozem budov o 12 % až 25 %. V rozvojových zemích by při výměně spotřebičů a žárovek mohlo dojít ke snížení spotřeby elektřiny o 13 % až 52 %. (Tam, 2019).

V návaznosti na cíle Agendy 2030 vydal Evropský Parlament a Rada směrnici 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov, ta uložila státům povinnost, aby všechny nové stavby po roce 2021 splňovaly podmínky nízkoenergetických staveb. Pro nové stavby veřejné správy toto platí již od roku 2019. Z této směrnice vychází vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, která bude od 1.9.2020 nahrazena novou vyhláškou č. 264/2020 Sb. (Vyhláška o energetické náročnosti budov, 2020).

2 Předmět a cíle práce

Práce je rozdělena na dvě části, na teoretickou a praktickou. Teoretická část obsahuje seznámení s problematikou navrhování a stavby budov i následného provozu. Jsou popsány základní možnosti vytápění, chlazení a klimatizace administrativních budov a větších neobytných objektů a čtyři nejrozšířenější certifikační systémy ekologicky šetrných budov v České republice – BREEAM, LEED, SBTool a DGNB.

V praktické části uplatňuji na rozklad konkrétní budovy a popisuji prvky šetrné výstavby, jež jsou zde využity. Praktická část také obsahuje grafické znázornění hodnot naměřených na vzduchu odtahovaném z kancelářských prostor a dotazník, ve kterém byla zkoumána uživatelská spokojenost s budovou. Do dotazníku byly zapojeny i otázky ohledně certifikace budovy a jejího vytápění a chlazení.

3 Budovy

Budovy obecně definujeme jakožto prostorově soustředěnou nadzemní stavbu, která je zvenku převážně uzavřená pomocí obvodových stěn a střešní konstrukce. Rozlišujeme budovy bytové a nebytové, u budov bytových musí být minimálně polovina podlahové plochy využívána pro obytné účely – jedná se o rodinné domy, penziony, domy s pečovatelskou službou a bytové domy. Jako nebytovou označujeme stavbu, která je využívána k jiným než obytným účelům – méně než polovina podlahové plochy je určena pro obytné účely – například školy, polyfunkční domy, výrobní prostory, zdravotnická zařízení, administrativní budovy a haly. (Metodické vysvětlivky - definice vybraných ukazatelů bytové výstavby, 2009)

3.1 Administrativní budovy

Administrativní budova je definována jako stavební objekt, který obsahuje nejméně na polovině své užitkové plochy kanceláře. Kanceláře podle prostorového uspořádání a počtu kancelářských pracovišť rozdělujeme na buňkové, velkoprostorové, kombinované a flexibilní (viz. Tabulka 1).

Typ kanceláře		Počet stálých pracovišť
buňková	individuální	1
	sružená	2
	společná	3 až 11
velkoprostorová		11 a více
kombinovaná		11 a více
flexibilní		není

Tabulka 1: Rozdělení typů kanceláří. (2005)

Kombinované kanceláře oproti velkoprostorovým obsahují kombinaci buňkových kanceláří a velkoprostorové kanceláře s prostory pro jednání, vzájemnou komunikaci a odpočinek. Flexibilní kanceláře nemají stálý počet pracovišť, vybavení interiéru je mobilní a uspořádání kanceláře lze tedy snadno měnit. (2005)

Velkoprostorové kanceláře, jinak také nazývané open-space kanceláře, mají oproti buňkovým kancelářím několik výhod – vyžadují nižší náklady na stavbu a následné udržování, lze je jednodušeji modifikovat, pracovníkům nabízí jednodušší komunikaci. Samozřejmě mají i nevýhody – mezi největší patří pocit ztráty soukromí zaměstnanců (pocit kontroly ze strany nadřízeného) a zvýšený výskyt hluku. (Michalík, 2010)

4 Vnitřní prostředí administrativních budov

Vnitřní prostředí budovy ovlivňuje její uživatele – má vliv na lidské zdraví, produktivitu práce a celkovou psychickou pohodu. Pohodu prostředí lze vyjádřit jako stav mysli, který vyjadřuje uspokojení s prostředím. Vnitřní prostředí nás ovlivňuje následujícími faktory: tepelně-vlhkostní faktor, kvalita vzduchu, akustika, světlo a psychický komfort. (Fanger, 1970)

Lidské tělo si neustále vyměňuje teplo či chlad s okolním prostředím a díky tomu se ochlazuje nebo naopak otepluje. Pokaždé dochází k výměně z prostředí s vyšší teplotou do prostředí s nižší teplotou. Na základě způsobu, kterým k tomu dochází, rozlišujeme sdílení kondukcí, konvekcí a radiací.

Při sdílení tepla kondukcí neboli vedením si částice ve spojitém prostředí vyměňují teplo se sousedními částicemi, tento jev probíhá ve všech skupenstvích kromě vakua.

Částice, které sdílí teplo konvekcí neboli prouděním, mění svou polohu v rámci prostoru a s sebou unášejí svou energii, tento jev je možné pozorovat pouze u kapalin a plynů a často k němu dochází společně s kondukcí.

U radiace neboli záření je teplo přenášeno elektromagnetickým zářením v rozsahu infračerveného záření, tento jev nevyžaduje žádné látkové prostředí a dochází k němu i ve vakuu. (Počinková, 2011)

Norma ČSN EN ISO 7730 definuje podmínky pro vnitřní prostředí administrativních budov následovně (2006):

- operativní teplota mezi 20 °C a 24 °C v zimě, mezi 22 °C a 26 °C v létě
- rozdíl teploty mezi úrovní hlavy (1,1 metrů nad zemí) a kotníků (0,1 metrů nad zemí) menší než 3 °C
- teplota povrchu podlahy v rozmezí 19 °C a 26 °C (pokud se topné systémy nachází v podlaze může být teplota až 29 °C)
- střední rychlost vzduchu přibližně 0,2 m/s
- rozdíl mezi radiační teplotou oken a jiných chladných svislých povrchů menší než 10 °C
- relativní vlhkost mezi vzduchu 30 % a 70 %

4.1 Větrání

Větrání hraje zásadní roli v kvalitě vnitřního prostředí, jedná se o odvod znečištěného vzduchu, vzniklých vodních par a přívod vzduchu čerstvého.

Hlavní látkou, která znečišťuje vzduchu uvnitř budovy je oxid uhličitý produkovaný dýcháním osob. Maximální povolená hranice oxidu uhličitého je 1500 ppm, někteří lidé však začínají pociťovat tzv. „vydýchané“ prostředí již kolem 1000 ppm, tato hodnota také bývá nastavena u regulačních systémů vzduchotechniky. Vyšší obsah oxidu uhličitého ve vzduchu způsobuje u lidí snížení koncentrace a výkonnosti, pocit malátnosti a únavy či bolesti hlavy a nevolnost. (Rubinová, 2004)

Vodní páry, uvolňované při dýchání osob, či z vaření mohou v místnosti kondenzovat a přispívat ke vzniku plísní. Proudění vzduchu musí zajišťovat dostačující provětrání pracoviště tak, aby nedocházelo ke kondenzování vzdušných par a následné tvorbě plísně. Vládní nařízení nastavuje minimální požadavky na objem přiváděného čerstvého vzduchu takto (2007):

- 25 m³/h na zaměstnance, vykonávajícího práci vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů a jiných druhů znečištění, typicky se jedná o kancelářské a administrativní zaměstnání
- 50 m³/h na zaměstnance se stejnou náročností práce jako v předchozím bodě, ale s přítomností chemických látek, prachů či jiných druhů znečištění na pracovišti
- 70 m³/h na zaměstnance vykonávajícího práci převážně vestoje s trvalým zapojením končetin, například skladníci, mechanici, svářeči, zdravotní sestry
- 90 m³/h na zaměstnance vykonávajícího práci spojenou s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin a transport těžkých břemen, řadí se sem například transport pytlů s cementem, výkopové práce, těžba dřeva pomocí ruční sekery, ruční kování velkých kusů, práce v hlubinných dolech s ruční ražbou v nízkých profilech důlních štol

Větrání dělíme na přirozené, nucené a kombinované. Přirozené větrání představuje větrání pomocí oken a větracích průduchů ve fasádě budovy, kdy průtok vzduchu zajišťuje rozdíl tlaků uvnitř a vně budovy nebo působením větru. Tento způsob je nejefektivnější v době, kdy je teplota a vlhkost venkovního vzduchu

podobná hodnotám vzduchu vnitřního – není potřeba vnitřní prostředí dále vytápět/ochlazovat. (Rubinová, 2004)

U nuceného větrání je proudění vzduchu způsobeno ventilátory, podle objemu přiváděného a odváděného vzduchu rozlišujeme větrání podtlakové, přetlakové a rovnotlaké. Podtlakové větrání se využívá v místech, kde chceme zamezit šíření kontaminovaného vzduchu z místa, kde dochází k jeho kombinaci – objem odváděného vzduchu je větší než objem vzduchu přiváděného. Při přetlakovém větrání je větší objem vzduchu přiváděného než odváděného – znečištěný vzduch je vytlačován z místnosti. Při rovnotlakém větrání je objem přiváděného i odváděného vzduchu stejný. (Rubinová, 2004)

Kombinované větrání představuje střídání přirozeného a nuceného větrání. Pokud přirozené větrání nezajišťuje dostatečnou výměnu vzduchu, uvádí se do chodu ventilátor a zajišťuje nucenou výměnu vzduchu. (Zmrhal, 2017)

4.2 Vytápění, chlazení a klimatizace

Zatímco větráním zajišťuje v místnostech a budovách kvalitní podmínky vzduchu z hlediska obsahuj oxidu uhličitého a vlhkosti. Pomocí vytápění, chlazení a klimatizace zajišťujeme v místnostech tepelnou pohodu a zároveň můžeme přiváděný vzduch dočišťovat. (Počinková, 2011) Správně navržený systém vytápění, chlazení a klimatizace by měl být konzultován s projektantem již ve fázích návrhu budovy, zohledňovat geografické podmínky, ve kterých se budova nachází, zohledňovat materiály využití na stavbu a také způsob jejího využívání pro maximalizaci výkonu a zdravého vnitřního prostředí při minimalizaci nákladů a dopadů na životní prostředí. (Drkal, 2015)

4.2.1 Vytápění

Pokud je systém vytápění správně navržený, nainstalovaný a provozovaný poskytuje optimální vnitřní klima při minimální spotřebě energie a paliva používaného pro výrobu tepla. U spotřeby tepla nutného k vyhřátí místnosti jsou zásadní tepelně-technické vlastnosti místnosti a celé budovy. (Počinková, 2011)

Přibližně 80 % z celkového objemu energie spotřebované v budově připadá na vytápění, je tedy nutné, aby systém byl vhodně zvolený s ohledem na místní klima a co nejvíce efektivní, ale zároveň vytvářel zdravé vnitřní prostředí. (Eicker, 2009)

Jako zdroj energie pro vytápění lze použít (Počinková, 2011):

- Pevná paliva – černé a hnědé uhlí, brikety, koks a dřevo v různých formách
- Plynná paliva – zemní plyn, propan-butan a bioplyn
- Kapalná paliva – lehké topné oleje
- Ostatní zdroje – elektrická energie a obnovitelné zdroje energie

Podle umístění rozdělujeme zdroje tepla na decentralizované a centralizované (dálkové). Decentralizovaný zdroj tepla se nachází přímo v budově, například kotelně nebo v technické místnosti, oproti tomu zdroj dálkový nalezneme mimo budovu. Dálkové zdroje tepla jsou zpravidla určeny pro dodávání tepla do větší oblasti. Může se jednat o blízkou elektrárnu, ze které je distribuováno odpadní teplo nebo o teplárnu, výtopnu a okřskovou kotelnu. Do této kategorie se také řadí obnovitelné zdroje energie – pro vytápění se používá sluneční a geotermální energie. (Kabele, 2005)

Pro vytápění také lze použít tepelná čerpadla, která využívají nízkopotencionální teplo z vnějšího prostředí a převádí ho na teplo vhodné pro účely vytápění. Nízkopotencionální teplo je obsaženo v zemi díky, podzemní i povrchové vodě a ve vzduchu. Získávání tepla probíhá na principu, kdy je chladivo (které získává teplo od zdroje nízkopotencionálního tepla) vstřikováno do kondenzátoru, kde se díky nízké teplotě varu odpaří. Vzniklá pára je nasáta do kompresoru, který jí stlačí a díky tomu se pára zahřeje a pokračuje do kondenzátoru, zde předá své teplo teplonosnému mediu a tím se ochladí a zkapalní, poté znovu pokračuje do výparníku a celý proces se opakuje.

Technologie tepelných čerpadel je známa již od roku 1852, kdy ji objasnil lord Kelvin, britský profesor fyziky. Prokázal, že tepelné čerpadlo spotřebuje méně primární energie potřebné k vytápění oproti vytápění přímým. (Quaschnig, 2010)

Na základě zdroje nízkopotencionálního tepla a média používaného pro jeho přenos rozdělujeme následující typy tepelných čerpadel:

- Země/voda – využívá se teplo akumulované v půdě díky slunečnímu záření a geotermální teplo, teplonosným médiem je zde směs vody a nemrznoucí kapaliny. Teplo se odebírá pomocí horizontálního nebo vertikálního kolektoru (soustava polyethylenových nebo měděných trubek).

- Voda/voda – využívá teplo v povrchové i podzemní vodě. Při využívání podzemní vody se budují dvě oddělené studny, jímací a vsakovací. Z jímací studny se odebírá voda, která putuje do tepelného čerpadla, po odevzdání tepla poté putuje do vsakovací studny. Pokud by se voda ochlazená z tepelného čerpadla vracela zpět do jímací studny, hrozilo by její celkové ochlazení a znehodnocení nízkopotencionálního zdroje tepla
- Vzduch/voda – pro získání nízkopotencionálního tepla ze vzduchu se využívají spirálové kompresory, kde vzduch předává teplo teplonosné látce
- Vzduch/vzduch – tento způsob je používaný pro nucené větrání, kde je výměna vzduchu zajišťována pomocí ventilátoru, v místě křížení odvodu znehodnoceného vzduchu a přívodu čerstvého vzduchu se nachází rekuperátor (zařízení pro zpětné získávání tepla). Odváděný vzduch pak putuje přes výparník, kde odevzdá své teplo, přiváděný vzduch naopak putuje do kondenzátoru, kde se dohřívá teplem odebraným z odpadního vzduchu

Jako teplonosné médium se v současné době využívá výhradně jen voda díky svým optimálním vlastnostem pro přenos tepla pro vytápění.

Pro vytápění místností jsou používána otopná tělesa, ta mohou být lokální, anebo součástí systému ústředního vytápění. Lokální otopná tělesa používají k výrobě tepla energii, vyrobené teplo rovnou předávají do místnosti, ve které se nachází. Otopná tělesa, jež jsou součástí systému ústředního topení, předávají do prostoru teplo vyrobené v centrálním zdroji (například v kotli). Otopná tělesa předávají nejčastěji teplo do prostoru konvekcí a radiací. Dělíme je následovně (Počinková, 2011):

- Konvenční – článková, desková, trubková a konvektory
- Sálavé otopné plochy – podlahové, stropní a stěnové
- Teplovzdušné jednotky

Otopná tělesa zpravidla umístíme na nejvíce ochlazovanou plochu – což bývá stěna mezi místností a vnější obvodovou stěnou. Pokud je součástí stěny okno, umístíme otopné těleso pod něj. (Počinková, 2011)

4.2.2 Chlazení a klimatizace

Na chlazení a klimatizaci budov připadá celosvětově přibližně 15 % celkové spotřebované energie. (Eicker, 2009) Klimatizace znamená chlazení a úpravu přiváděného vzduchu a může sloužit i pro větrání. Klimatizace pracuje na principu obráceného Carnotova cyklu, stejně jako tepelná čerpadla. (Rubinová, 2004)

Klimatizační jednotky dělíme podle média, které chlad přenáší, tím může být vzduch, voda či chladivo. Původně se využívala chladiva s obsahem chloru (R12, R22), ta byla později nahrazena částečně halogenovými uhlovodíky (R124, R142), v současné době jsou oba předchozí typy zakázané kvůli vlivu na ozónovou vrstvu a využívají se fluorované uhlovodíky a jejich směsi (R407c, R134a, R410a). (Rubinová, 2004) Na základě velikosti prostoru, ve kterém upravujeme vzduch pak rozlišujeme jednozónové a vícezónové systémy.

Jednozónová klimatizační zařízení má vlastní kompresorové chladicí zařízení a přímý rekuperační výparník chladivo/vzduch (split systém) nebo vodní chladič, který využívá rekuperační výměník vzduch/voda. Tato zařízení se využívají pro klimatizaci jednotlivých místností. (Drkal, 2015)

Vícezónové klimatizační zařízení slouží pro klimatizaci větších prostor jako jsou administrativní budovy a hotely, většinou se skládají z centrálních klimatizačních jednotek, kde dochází ke kompletní úpravě přiváděného vzduchu a vnitřních jednotek, zajišťujících regulaci a místní úpravu vzduchu.

Rozlišujeme hlavní typy klimatizačních systémů na vzduchové systémy jedno- a více zónové, vodní systémy vícezónové a chladivové systémy jedno- i vícezónové.

Vzduchové systémy distribuují chlad do místnosti přes výustky, vodní systémy využívají pro distribuci vodní ventilátorové konvektory (fan-coily) a chladicí stropní panely, chladivové systémy jsou zakončeny vnitřní klimatizační jednotkou. (Drkal, 2015)

5 Tepelná pohoda

Tepelnou pohodu lze definovat jako tepelnou rovnováhu člověka a jeho okolního prostředí. Tato pohoda je ovlivňována faktory prostředí a osobními faktory. Jako faktory prostředí označujeme teplotu a vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu a sálání z okolních předmětů. Osobní faktory tvoří hodnota metabolismu a tepelná izolace oblečení. Tepelná izolace oblečení je vyjadřována jednotkou clo, přičemž 1 clo představuje 0,155 m².K/W.

Pokud známe tyto parametry, můžeme předpovědět střední tepelný pocit (PMV) a z něj poté odvodit předpověď procentuálního podílu nespokojených (PPD). Index PMV je založen na tepelné rovnováze lidského těla, ta nastává tehdy, pokud je vnitřní produkce tepla rovna ztrátě tepla do prostředí.

Tepelná nepohoda může být způsobena například průvanem, který je definován jako pohyb vzduchu vyvolávající místní ochlazování těla. Dalšími faktory, jež mohou způsobovat tepelnou nepohodu jsou: teplotní rozdíly mezi úrovní hlavy a kotníků, velký energetický výdaj a těžký oděv.

Pro hodnocení tepelné pohody jsou využívány dvě hlavní metody, a to dotazníkové šetření, při kterém se zároveň měří hodnoty v dané místnosti či prostoru a měření fyziologických změn člověka. Při dotazníkovém šetření osoby subjektivně hodnotí vnímání okolní teploty, přičemž se souběžně měří parametry jako teplota vzduchu, rychlost proudění a další. Při hodnocení se nejčastěji využívá tabulka hodnot od American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Tabulka má sedm stupňů, kdy -3 značí zimu a +3 horko. Tato metoda je vhodná pro zjišťování tepelné pohody v obytných a administrativních budovách. Naopak druhá metoda, tedy měření fyziologických změn člověka, je prováděna v laboratořích. (2006)

6 Certifikace ekologických budov

Obecně lze říct, že jsou ekologické budovy projektované za účelem snížení dopadu budovy na životní prostředí, ke kterému dochází pomocí efektivnějšího využívání elektrické energie, vody a dalších zdrojů, zároveň také mají poskytovat uživatelům přívětivější prostředí pro život a práci. Při projektování takových budov je kladen důraz na spotřebu a využívání elektrické energie z obnovitelných zdrojů, nižší spotřebu vody a její recyklaci, kvalitu vnitřního prostředí, kvalitu a nezávadnost využitých materiálů, objem vypouštěných látek a na management. Do projektu budovy se rovněž obvykle zahrnuje i likvidace budovy a vzniklé suti.

Podle World Green Building Council (World GBC) je ekologická budova taková, která pomocí designu, konstrukce a používání snižuje nebo eliminuje negativní dopady a tvoří dopady pozitivní na klima a životní prostředí. Ekologické budovy se od klasických budov liší šetrným využíváním energie, vody a dalších zdrojů, upřednostňují obnovitelné zdroje energie, snižují objem vzniklých odpadů a znečištění, využívají netoxické materiály a materiály šetrné k životnímu prostředí, jsou uzpůsobené pro pozdější změny. (2016)

Počátky certifikace ekologických budov sahají do devadesátých let minulého století a v posledních letech jsou po celém světě na vzestupu. Neustále se aktualizují a vyvíjí nové komplexnější systémy. Nové metodiky se často odvozují z jiného, již existujícího systému.

První metodikou pro ekologickou certifikaci budov byla britská Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), ze které se poté vyvinula spousta dalších certifikačních systémů, například Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Obdobně se také z mezinárodní metodiky Sustainable Building Tool (SBTool) vyvinula česká verze SBToolCZ. (Ebert, 2011)

Ekologické certifikace lze definovat jako hodnocení komplexní kvality budov, při kterém se posuzují vlastnosti budovy a jejího blízkého okolí ve vztahu k udržitelnému rozvoji. Certifikace jsou sice rozdílné, ale mají několik shodných kritérií:

- Zvyšování kvality vnitřního prostředí
- Upřednostňování udržitelných, recyklovaných a recyklovatelných materiálů, které jsou zdraví nezávadné
- Podpora inovativních technických řešení
- Hodnocení tepelně-izolační schopnosti budovy
- Snižování spotřeby energií
- Šetrné hospodaření s pitnou vodou, využívání dešťové vody
- Redukce emisí oxidu uhličitého
- Analýza environmentálních dopadů budovy na prostředí
- Třídění odpadů a následné nakládání s nimi
- Zvolená lokalita a její využití, dostupnost městské hromadné dopravy a možnosti využití alternativních forem dopravy
- Design budovy
- Využití zeleně v budově a jejím okolí

Jedním z účelů certifikací je zajistit, aby udržitelnost budovy byla pro veřejnost srozumitelná a pro investory ekonomicky výhodná. Lze s její pomocí také celosvětově porovnávat udržitelnost budov.

Metodiky certifikačních systémů lze použít jako pomůcku při projektování budovy, jelikož metodiky definují podmínky pro splnění jednotlivých kritérií jasně a srozumitelně. (Ebert, 2011)

V České republice se ekologická certifikace poprvé objevila v roce 2010, kdy byla certifikována budova Československé obchodní banky, a. s. v Praze – Radlicích. Budova tehdy dosáhla hodnocení LEED Gold s 63 body. (2020)

6.1 BREEAM

BREEAM se začal vyvíjet kolem roku 1980 a byl poprvé publikován v roce 1990. Původně měl sloužit jako národní hodnotící nástroj pro kancelářské a obytné budovy, ale nyní je používán ve více než 80 zemích světa a pro velkou škálu budov. V několika zemích vznikla i národní verze tohoto certifikátu, jedná se například o Brazílii, Rusko, Turecko, Španělsko a další, došlo také k vytvoření mezinárodní metodiky BREEAM International. Certifikace je každé tři roky aktualizována v reakci na momentální vývoj ekologické výstavby a změny ve vyhláškách a zákonech. (Ebert, 2011)

V současné době se jedná o nejrozšířenější nástroj pro certifikaci environmentálních budov v České republice (viz. Tabulka 1 Graf 1: Počet budov s certifikací BREEAM včetně procentuálního zastoupení jednotlivých certifikátů. Graf 1)

Certifikaci lze použít na komunity, infrastrukturu, nové budovy (obytné i komerční budovy), komerční budovy, které jsou již v provozu a budovy po renovaci (obytné i komerční budovy).

Při hodnocení se posuzují následující kategorie, které mají přiřazenou procentuální hodnotu z celkového počtu bodů:

- Management (12 bodů) – zahrnuje environmentální dopady stavby, zapojení investora do procesu plánování a stavby budovy, provedení analýzy nákladů životního cyklu (LCC) a plán oprav, výměny a rekonstrukcí na základě životnosti komponent
- Zdraví a vnitřní prostředí (15 bodů) - designová stránka budovy, která má dopady na zdraví nebo pohodu jejích uživatelů, jedná se o vizuální a tepelný komfort, kvalitu vnitřního vzduchu a vody, akustickou pohodu či dostatek denního světla
- Energie (19 bodů) - snížení uhlíkových emisí pomocí energeticky úsporných zařízení a využitím technologií, které pomáhají snižovat, či eliminovat uhlíkové emise

- Doprava (8 bodů) - dostupnost městské veřejné dopravy pro uživatele budovy, zda se v budově nachází zázemí pro cyklisty a limitovaná parkovací místa pro automobily
- Hospodaření s vodou (6 bodů) - možnosti snížení spotřeby pitné vody pomocí využití efektivnějších sanitárních zařízení, retenci dešťové a znovuvyužití šedé vody a efektivnější odhalování případných průsaků
- Materiály (12,5 bodů) - motivace k provedení analýzy životního cyklu (LCA) budovy a upřednostnění využívání materiálů označených environmentálním prohlášením o produktu (EPD)
- Odpad (7,5 bodů) - snaha o snížení vzniklé stavební suti, znovuvyužití surovin a recyklaci vzniklého odpadu
- Využití půdy a ekologie (10 bodů) - hodnocení environmentálního impaktu budovy z pohledu jejího umístění do krajiny, ochrana stávajících ekosystémů, zvyšování environmentální hodnoty lokality
- Znečištění (10 bodů) - požadováno zachycení 30% spadlé srážkové vody u budov postavených na brownfieldech
- Inovace (10 bodů) - extra kredity, které je možné získat za významnou inovaci využitou v projektu budovy

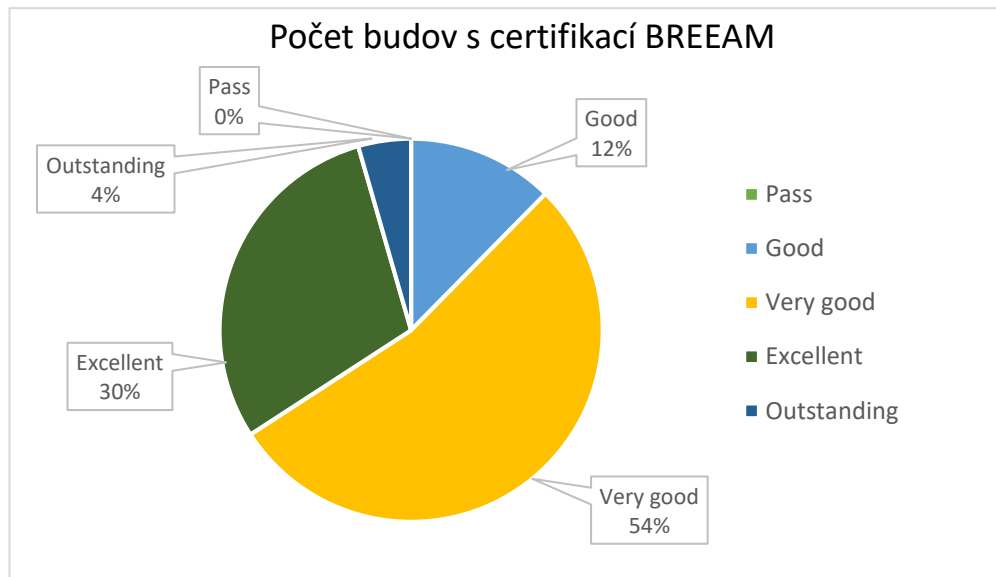
Na základě těchto kategorií a celkového počtu bodů je výsledně udělen certifikát, jež se dělí na pět úrovní:

- Dostatečný (Pass) >30%
- Dobrý (Good) >45%
- Velmi dobrý (Very good) >55%
- Vynikající (Excellent) >70%
- Mimořádný (Outstanding) >85%

Pokud budova nedosáhne hranice 30 %, je bohužel neklasifikovaná (Unclassified). (Barlow, 2011)

Úroveň certifikace	Počet budov
Pass	0
Good	25
Very good	108
Excellent	60
Outstanding	9
Celkem	202

Tabulka 1: Počet budov s certifikací BREEAM. (Certified projects, 2020)



Graf 1: Počet budov s certifikací BREEAM včetně procentuálního zastoupení jednotlivých certifikátů. (Certified projects, 2020)

6.2 LEED

Certifikace LEED byla vyvinuta americkou neziskovou organizací U. S. Green Building Council (USGBC). Pilotní projekt byl spuštěn v roce 1993 a na konci devadesátých let byla oficiálně vypuštěna první verze, kterou ovšem rychle nahradila verze druhá, vydaná v roce 2000. Certifikace se postupně vyvíjí a v současné době je nejaktuálnější dostupná verze LEED v4.1 z ledna roku 2020. Tato certifikace, jako mnoho dalších, vychází z britského BREEAM. Původně měl být LEED používán pouze na území Spojených států Amerických, v současné době je však využíván ve více než 150 zemích světa, v některých zemích jako například v Brazílii, Kanadě, Indii nebo Itálii vznikla i národní verze tohoto certifikátu. (Kubba, 2016)

Pomocí LEED lze certifikovat nové i již existující kancelářské budovy, komerční prostory, rodinné domy, školy, a kromě dalších například i celé sousedství. V současnosti je LEED druhý nejpoužívanější certifikační systém environmentálních budov v České republice. (viz. a Graf 2)

Hodnotící systém je velmi podobný systému BREEAM, jelikož i LEED má rozdělené zájmové kategorie a každá kategorie má přiřazenou určitou hodnotu, v tomto s celkovým počtem 110 bodů. Jednotlivé kategorie mají dané požadavky, pokud je budova splňuje, dostane body přiřazené danému požadavku. Zájmové kategorie jsou následující:

- Lokalita (Location and Transport; 9 bodů) – dostupnost městské hromadné dopravy, možnosti využívání alternativních forem dopravy
- Udržitelnost výstavby (Sustainable Sites; 9 bodů) – upřednostňuje revitalizaci brownfieldu před zastavováním zelených ploch
- Hospodaření s vodou (Water Efficiency; 11 bodů) – zaměřuje se na snižování spotřeby pitné vody v průběhu užívání budovy, podporuje využívání dešťové a šedé vody
- Energie a ovzduší (Energy and Atmosphere; 35 bodů) – snižování objemu emitovaných látek a jejich dopadu na životní prostředí, vhodná volba chladicích látek, podpora využívání energie z obnovitelných zdrojů
- Materiály a zdroje (Materials and Resources; 19 bodů) – podporuje recyklaci stavební suti vzniklé během výstavby budovy, upřednostňuje zvolení recyklovatelných a regionálních materiálů
- Kvalita vnitřního prostředí (Indoor Environmental Quality; 16 bodů) – zkoumá kvalitu vnitřního prostředí, emise škodlivých látek, například: z použitých nátěrových látek a podlahové krytiny
- Inovace a design (Innovation; 6 bodů) – hodnotí se například implementace systémů, které nebyly zmíněny v předchozích bodech a byly využity při projektování, stavbě či provozu budovy
- Regionální body (Regional Priority; 4 body) – kritéria stanovená přímo pro danou zemi, pro Českou republiku jsou následující: využívání dešťové vody, tepelná pohoda, ochrana citlivých oblastí, redukce světelného znečištění, ochrana a rozvoj okolního prostředí

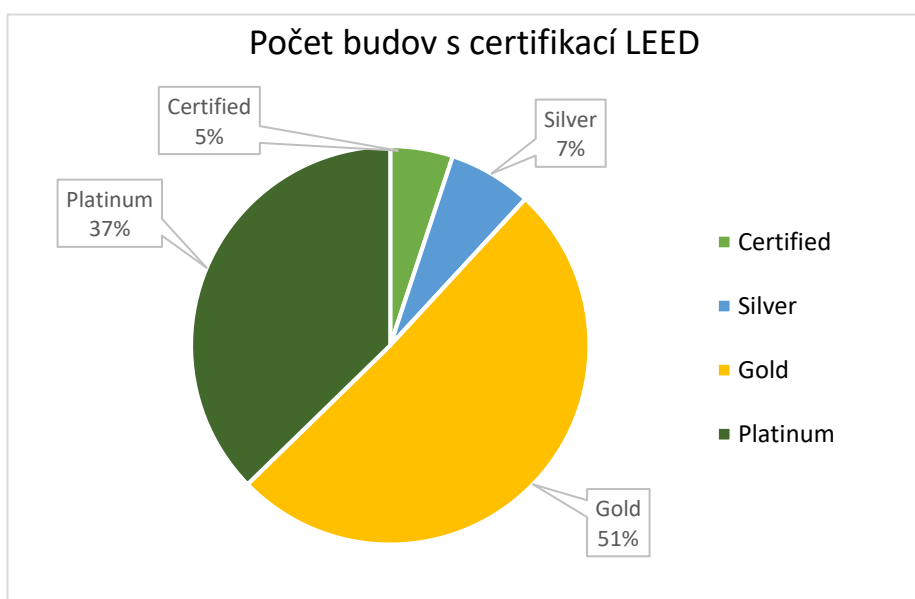
Registrace projektů a staveb a jejich certifikace je zajišťována Green Business Certification Inc. (GBCI) Na základě bodového ohodnocení je možné získat následující úrovně certifikátu:

- Certifikováno (Certified) 40 – 49 bodů
- Stříbrný (Silver) 50 – 59 bodů
- Zlatý (Gold) 60 – 79 bodů
- Platinový (Platinum) 80 a více bodů

(Ebert, 2011)

Úroveň certifikace	Počet budov
Certified	3
Silver	4
Gold	30
Platinum	22
Celkem	59

Tabulka 2: Počet budov s certifikací LEED. (2020)



Graf 2: Počet budov s certifikací LEED včetně procentuálního zastoupení jednotlivých certifikátů. (2020)

6.3 DGNB

Certifikace DGNB od stejnojmenné německé firmy byla představena v roce 2007. Jedná se o certifikaci druhé generace, která vychází z certifikací jako je LEED, BREEAM a další méně celosvětově využívané.

Lze s ní certifikovat nové administrativní budovy a jejich modernizace, nové obchodní prostory, průmyslové budovy, domy a byty, vzdělávací zařízení a hotely.

Certifikace má šest hlavních kategorií:

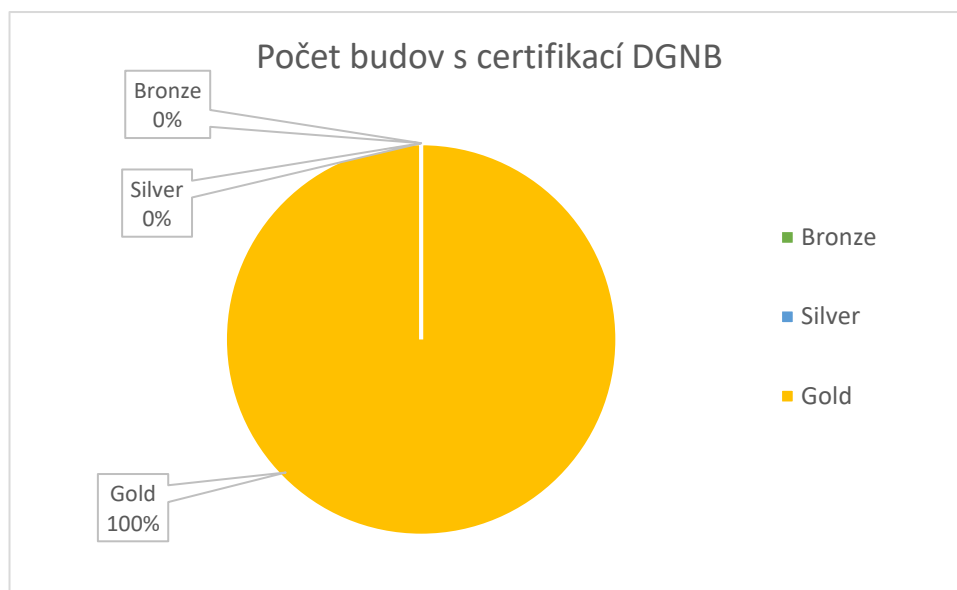
- Ekologická kvalita – spotřeba energie a podíl obnovitelných zdrojů, rizika pro životní prostředí
- Ekonomická kvalita – náklady spojené s životním cyklem budovy
- Sociálně-kulturní kvalita – tepelná a akustická pohoda, kvalita vnitřního prostředí, dostupnost městské hromadné dopravy, zohlednění handicapovaných osob
- Technická kvalita – požární bezpečnost, izolace zvuku
- Procesní kvalita – kvalita procesu návrhu a stavby
- Lokalita – dostupnost a vzdálenost prvků občanské vybavenosti

Kritéria těchto kategorií mají podle druhu využití budovy různou váhu přidělenou podle specifických faktorů. Ekologická, ekonomická a sociálně-kulturní kategorie zaujímají každá 22,5 % z celkového hodnocení, kategorie procesní kvality zaujímá 10 % z celkového hodnocení. Kategorie lokality je posuzována a hodnocena zvlášť, nevstupuje tedy do celkového hodnocení. Ke zvýšení šance na dosažení certifikátu lze využít precertifikaci. Certifikace má tři úrovně – bronzovou, stříbrnou a zlatou. (Ebert, 2011)

V České republice se nachází pouze dvě budovy s certifikátem DGNB, obě dosáhly zlaté úrovně. (viz. Tabulka 3 a Graf 3)

Úroveň certifikace	Počet budov
Bronze	0
Silver	0
Gold	2
Celkem	2

Tabulka 3: Počet budov s certifikací DGNB. (Certified projects, 2020)



Graf 3: Počet budov s certifikací DGNB včetně procentuálního zastoupení jednotlivých certifikátů. (Certified projects, 2020)

6.4 SBToolCZ

SBToolCZ je národním certifikačním systémem kvality budov, který vychází z mezinárodní certifikace SBTool vyvinuté mezinárodní neziskovou organizací International Initiative for Sustainable Built Environment (iiSBE). Česká verze certifikátu byla vyvinuta společně odborníky z Fakulty stavební pražského Českého vysokého učení technického (ČVUT), Technického a zkušebního ústavu stavebního Praha, s.p. (TZÚS Praha, s.p.) a Výzkumného ústavu pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o. (VÚPS). Metodika byla poprvé představena v roce 2011 ve verzi pro bytové a rodinné domy a administrativní budovy, v současné době jsou také dostupné pilotní verze pro ostatní druhy budov. Autorizovanými certifikačními orgány jsou TZÚS Praha, s.p. a VÚPS.

Mezi cíle metodiky patří redukce dopadu staveb na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu budovy, podpora zmenšování energetické náročnosti budov podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov (EPBD II.), podpora tvorby zdravého prostředí budov, povzbuzení poptávky po udržitelných budovách.

SBToolCZ je na rozdíl od předchozích certifikátů kompletně lokalizovaný pro české prostředí, tedy na klimatické a geomorfologické podmínky, technologickou a materiálovou základnu a tradice stavebnictví.

Hodnocení lze provádět ve dvou fázích – návrhu a skutečného provedení stavby. Hodnocení návrhu je označováno jako precertifikace a jedné o hodnocení samotného projektu budovy. Při hodnocení skutečného provedení stavby se již jedná o finální certifikaci, toto hodnocení je potřeba provést do tří let od data kolaudace budovy.

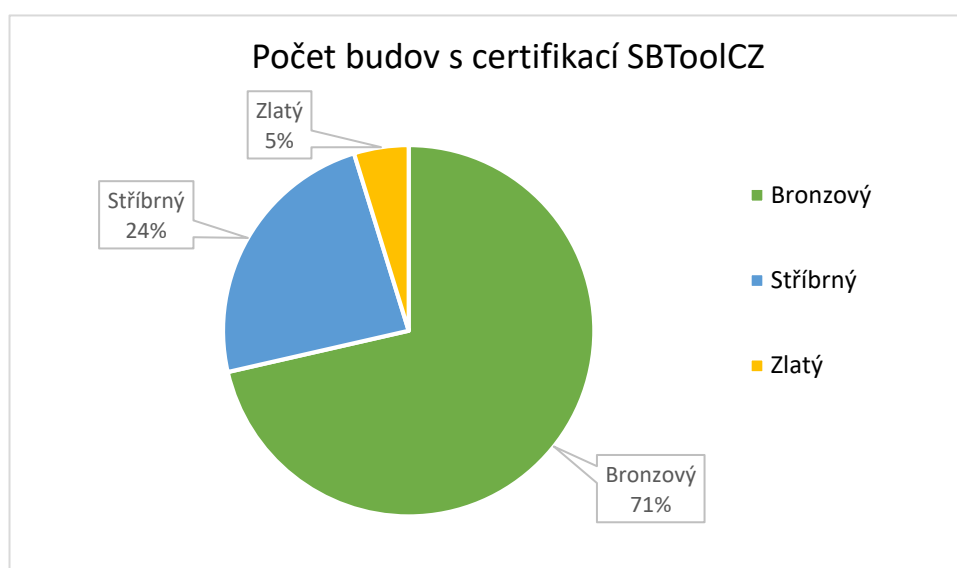
Při certifikaci se zkoumá celkem třicet devět kritérií rozdělených do tří hlavních skupin – environmentální, sociální a ekonomická kritéria. Skupiny mají přiřazenou různou procentuální váhu: environmentální kritéria 50%, sociální kritéria 35% a ekonomická 15%. Je zde i čtvrtá skupina kritérií – lokalita. Tato skupina je sice prezentována, ale neovlivňuje výsledný certifikát kvality budovy. Výsledný certifikát má tři úrovně – bronzovou, stříbrnou a zlatou.

Pro dosažení je zapotřebí získat alespoň minimální počet bodů v následujících kritériích, která jsou povinná:

- E.01 Spotřeba primární energie – snaha o redukci množství primární energie z neobnovitelných zdrojů, která je spotřebovaná během vybraných fází životního cyklu budovy. Jedná se o fáze s nejvýraznějším dopadem na životní prostředí – fáze výstavby a fáze provozu budovy
- E. 02 Potenciál globálního oteplování – snaha o redukci objemu ekvivalentních emisí oxidu uhličitého vznikajících jak v průběhu provozu, tak jako důsledek stavby budovy
- E.09 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě – motivace k maximálnímu využívání obnovitelných, recyklovaných a recyklovatelných stavebních materiálů, je kladen důraz na využívání regionálních produktů
- S.03 Tepelná pohoda v letním období – míra zajištění podmínek tepelné pohody v letním období
- S.11 Zdravotní nezávadnost materiálů – kontrola a omezení využití materiálů způsobujících zdravotní rizika, především těkavé látky a formaldehyd
- S.12 Kvalita vnitřního vzduchu – snaha o zmírnění zdravotních problémů vzniklých v přímé souvislosti s vnitřním prostředím budovy
- C.01 Náklady životního cyklu – hodnocení transparentnosti a kompletnosti koncepce projektu v ekonomických souvislostech celého životního cyklu budovy (Vonka, 2011)

Úroveň certifikace	Počet budov
Bronzový	15
Stříbrný	5
Zlatý	1
Celkem	21

Tabulka 4: Počet budov s certifikací SBToolCZ.
(Certifikované budovy, 2020)



Graf 4: Počet budov s certifikací SBToolCZ včetně procentuálního zastoupení jednotlivých certifikátů. (Certifikované budovy, 2020)

V návaznosti na metodiku vznikl v rámci Studentské grantové soutěže ČVUT v roce 2011 první český katalog obsahující stavební materiály, který slouží k jejich srovnávání na základě dostupných dat o jejich environmentálním impaktu. Hlavními zobrazovanými parametry v databázi jsou: spotřeba primární energie, potenciál globálního oteplování a potenciál okyselování prostředí.

Projekt má tři fáze – v první fázi do něj byla zanesena generická data o materiálech a výrobcích. Generická data se skládají z průměrných dat jednoho výrobku, výroby a výrobce nebo z průměrných dat od více výrobců. Ve druhé fázi byli osloveni výrobci stavebních materiálů působící na území Česka, ti poskytují informace o výrobcích, které jsou dostupné na českém trhu a zároveň jsou pro ně provedena environmentální prohlášení o produktu (EPD). Třetí fází a zároveň cílem projektu je plné sestavení databáze z dat produktů, které jsou k dispozici na českém trhu. (Kočí, 2012)

7 BIM

BIM je zkratka pro Building Information Modeling, do češtiny se tento výraz překládá jako informační modelování budov. Jedná se o proces využívaný pro návrh, výstavbu a správu budov, tento proces využívá objektivě orientované informace v elektronické podobě. Zjednodušeně se dá říct, že se jedná o databázi, která může obsahovat veškeré informace o budově od prvotních plánů až po její demolici. (2017)

Všichni účastníci stavebního procesu mají přístup k aktuálním datům, ze kterých si mohou podle potřeb generovat 2D a 3D modely, tabulky, či provádět simulace chování budovy a jejího technického vybavení. Model může kromě prostorových údajů (3D) obsahovat i časové informace (4D), finanční informace (5D) nebo informace o životnosti využitých materiálů a celé stavby (6D). (Matějka, 2012)

V modelu lze provádět různé formy simulací a analýz fungování budovy, tím lze docílit lepší přípravy projektu budovy před započítáním její stavby, včetně simulace rizik. Můžeme například simulovat a analyzovat vliv budovy na životní prostředí, velikost uhlíkové stopy nebo energetické zatížení. (Černý, 2013)

BIM přináší několik výhod, mezi hlavní patří zjednodušení komunikace díky přístupu k aktuálním informacím, což ve výsledku znamená úsporu času a možnost zpracovat přesněji technickou dokumentaci. Dále lze uvést přínosy pro jednotlivé účastníky stavby:

- Investor – Možnost průběžné kontroly projektu a jeho nákladů během celého stavebního procesu
- Projektant – menší počet konstrukčních kolizí vznikajících v projektu
- Statik – tvorba analytického modelu
- Technický dozor – jednodušší kontrola provedení skutečného stavu budovy, jednodušší zaznamenávání požadavků na úpravy a změny
- Rozpočtář – přesnější ocenění díky aktuálním datům
- Zhotovitel – kontrola časového a finančního plnění
- Facility Management – využívání již hotového modelu pro správu budovy

Technickým srdcem BIM je digitální úložiště určené pro ukládání a sdílení všech informací o stavbě. Toto úložiště je nazýváno Common Data Environment (CDE) neboli společné datové prostředí.

BIM se však netýká pouze budov, ale lze ho použít i na dopravní stavby, stavby veřejné energetické infrastruktury a vodohospodářské stavby.

Podle rozsahu využití BIM rozlišujeme tzv. „BIM maturity levels“. V současné době jsou rozlišovány stupně nula až tři, kde nula představuje využívání papírových a elektronických podkladů zobrazujících stavbu ve 2D s nízkou mírou koordinace. První stupeň představuje částečnou koordinaci a využívání počítačových modelů ve 3D. Druhý stupeň staví na velké koordinaci a využívání 3D modelu doplněného ho 4D a 5D informace, což je časové plánování a údaje o nákladech. Třetí, tedy nejvyšší, stupeň představuje plnou implementaci metodiky, plné využívání společného datového prostředí pro veškerou dokumentaci a komunikaci, model může zahrnovat 6D informace o životním cyklu budovy. Třetí fáze je přezdívána iBIM, což znamená integrated BIM, tj. integrovaný BIM. (2017)

7.1 Implementace v České republice

V roce 2011 vznikla nezisková organizace s názvem Odborná rada pro BIM, z.s. (CzBIM), která sjednocuje společnosti, instituce i jednotlivce za účelem výzkumu, rozvoje a dalšího šíření BIM. Hlavní snahou organizace je zapojení všech účastníků stavebního procesu do implementace BIM. (Matějka, 2012)

V roce 2016 uznala vláda České republiky význam metodiky BIM pro stavebnictví, podpořila její zavedení a jmenovala Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) jakožto gestora zavádění metodiky BIM v Česku. Zároveň byla tehdejšímu ministrovi průmyslu a obchodu Janovi Mládkovi uložena povinnost zpracovat, společně s ostatními členy vlády, Konceptci zavádění metody BIM v České republice a předložit jí do konce července 2017 ke schválení vládě. (2016)

MPO předpokládá, že se ve světě BIM stane obvyklým způsobem realizování veřejných zakázek, z tohoto důvodu se rozhodla Česká republika ho podpořit, za účelem udržení konkurenceschopnosti. MPO zároveň v Konceptci počítá se zavedením povinnosti využití metodiky BIM pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce od roku 2022. Tomu však ještě bude předcházet tvorba příslušných legislativních a normativních předpisů, smluvních podmínek a vzdělávání. (2017)

8 Technická specifikace budovy

Budova se nachází v Radlickém údolí v městské části Praha 5. Vizualně stavbu tvoří sedm na sebe navazujících kostek soustředěných kolem středového atria. (viz. Obrázek 1) Stavba byla již od prvních plánů koncipována, tak aby nenarušovala charakter údolí a nepůsobila jako rušivý element. Je tvořena skupinou nízkých a protáhlých kostek, které jsou řazeny po vrstevnicích a výškově rozpustné po spádnicí. Budova je charakteristická svojí plastickou fasádou a výrazem se tak připojuje k charakteristickému táhlému svahu a není k němu kontrastní (viz. Obrázek 4).

Přírodní krajina není statická a přirozeně stárne, ani budova není ve svém detailu geometrizovaná a používá materiály, které přirozeně stárnou. Římsy jednotlivých podlaží a fasády v jednotlivých úrovních jsou vůči sobě rozposunuté. Římsy z otloukaného betonu, umělého kamene, budou stárnout stejně přirozeně jako další elementy okolní krajiny. Zapojení budovy do vegetace napomáhají terasovité ozeleněné střechy, které zároveň pomáhají redukovat efekt tepelného ostrova města (tzv. „heat island“) a vytváří místo pro neformální schůzky, krátké pauzy a sportovní odreagování. (2020)

Sportovního odreagování mohou zaměstnanci také využít v tělocvičně, kde jsou nabízeny vedené lekce i možnost individuálního tréninku.

Efekt heat island je také redukován využitím minimálního zpevnění venkovních ploch a případně jsou využity světlé, propustné či zatravněvací plochy.

Budova byla navržena jako ekologicky příznivá stavba s co nejmenšími negativními vlivy na životní prostředí, a to nejen v jejím samotném prostoru, ale také v přilehlé lokalitě.

Výstavba je koncipována tak, aby podpořila rozvoj stávající zeleně v lokalitě, nově vysazená zeleň se skládá z přirozeně se vyskytujících druhů, u kterých se nepředpokládá nutnost další péče.

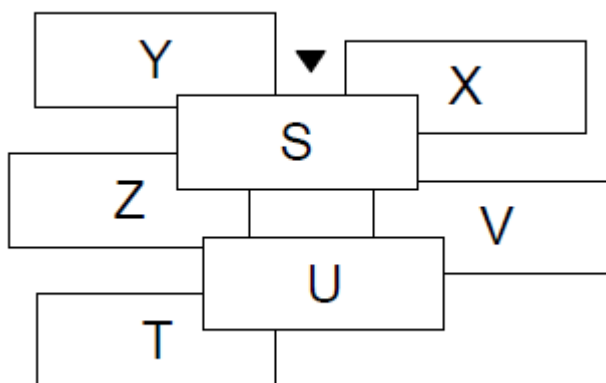
Celá stavba je koncipovaná jako energeticky úsporná, toho je docíleno využitím geotermálních vrtů pro získávání nízkopotencionálního tepla a rekuperace odpadního tepla pro vytápění a chlazení budovy, využívání tepelné setrvačnosti budovy. Pro omezení spotřeby pitné vody je budova opatřena nádržemi na retenci dešťové vody, která je poté dále využívána na zavlažování vegetace. Uvnitř budovy nalezneme zařízení snižující spotřebu pitné vody. Je preferováno využívání denního světla s možností úpravy zastínění pomocí venkovních žaluzií, které zároveň pomáhají budovu izolovat před nechtěným zahříváním při oslunění prosklených ploch.

V návrhu projektu byly upřednostněny materiály a výrobky regionálního původu, čím se snížily náklady na dopravu materiálu a komponent ze zahraničí. Zároveň je na částech fasády využito dřevo s původem z trvale udržitelného hospodaření. Šetrnost celé budovy k životnímu prostředí podtrhuje i fakt, že získala certifikaci LEED v3 na úrovni Platinum s 90 body.

Návrh budovy je adaptabilní a počítá s procesy stárnutí a začleňování nového materiálu a použitých technologií. Investor se rozhodl naplno využít metodiku BIM, byla tedy využita pro návrh stavby, její realizaci a v současnosti je využívám pro její správu. Díky tomu budova získala ocenění v soutěži stavba roku 2019 „Cena CZ Bim za rozsah využití technologie Bim“.

Provoz budovy je plně automatický, ovládá například stahování venkovních žaluzií, které v letních měsících brání oslunění a tím i zbytečnému zahřívání budovy skrze okenní plochy, ty tvoří při pohledu z venku 70% plochy fasády. Žaluzie se stahují a vytahují automaticky na základě venkovních podmínek, ale každá okenní část je vybavena tlačítkem pro manuální ovládání, uživatelé si mohou přizpůsobit sklon žaluzií, úplně je vytáhnout nebo stáhnout. Při nepříznivých venkovních podmínkách, například příliš vysoká rychlost proudění vzduchu, je ovládání žaluzií vypnuté a nedají se stáhnout. (2014)

Srdcem budovy je atrium nacházející se mezi prostory S, V, U a Z (viz. Obrázek 1). Jedná se o prostorový, provozní, komunikační i dispoziční střed. Je komunikačním prostorem nejen ve smyslu pohybu, ale předně prostorem zařízeným pro vzájemnou komunikaci mezi kolegy. Je prostorem odrážejícím korporátní charakter pracovního prostředí.



Obrázek 1: Prostorové rozložení s označením vchodu do budovy. (2014)

8.1 Větrání

Přirozené větrání umožňují větrací otvory z nich část je osazená klikou a část elektrickým pohonem, který je možné ovládat dálkově z technického velína. Přirozené větrání objektu se předpokládá při venkovních teplotách od 18 °C do 26 °C. Objem přiváděného čerstvého vzduchu je stanoven na 36 m³/h na jednu osobu. Hraniční míra obsahu oxidu uhličitého je nastavena na 950 ppm.

Otvory s elektrickým pohonem jsou rovněž naprogramovány a otevírány je v závislosti na venkovní teplotě, relativní vlhkosti, směru oslunění, síle a směru větru, dešti, hodnot vnitřního klimatu (teplota, relativní vlhkost, kvalita vzduchu), rychlost proudění vzduchu a také na časovém nastavení režimu.

Každý z větracích otvorů je vybaven LED signalizací, která značí, zda jsou venkovní podmínky optimální pro využití přirozeného větrání. Jakmile je dosaženo rozmezí optimálních venkovních teplot, jsou přivřeny klapky na přívozech vzduchu do prostor s možností přirozeného větrání a na otvírákách je zelenou LED diodou signalizována vhodnost přirozeného větrání (viz. Obrázek 2) Při otevření otvírky se v dané sekci uzavře ventil nuceného přívodu vzduchu. Pokud svítí signalizace červeně, nejsou venkovní podmínky vhodné, například vysoká venkovní teplota, prašnost, vysoká rychlost proudění vzduchu a je využíváno nucené větrání.

Při nuceném větrání je čerstvý izotermní vzduch přiváděn pomocí šterbinové výústky umístěné podél oken (viz. Obrázek 3) a znečištěný vzduch je pomocí v případě přetlaku odtahován přes centrální atrium a odtahové mřížky, u podtlaku je odtahován přímo v místě.

Open-space a individuální kanceláře jsou větrány nuceně s možností ručního přirozeného větrání. Odvod vzduchu nuceně, část je odváděna mřížkou v patře, část se přetlakově přefukuje do prostoru toalet a zbytek je převáděn do centrálního atria. V letním období je nuceně přiváděný vzduch vlhčen, v zimním období naopak odvlhčován.

Jednací místnosti jsou větrány pouze nuceným větráním, odtah znečištěného vzduchu zajištěn přetlakově, pomocí předstěny je vzduch převáděn do prostoru chodby, kde se vzduch odvádí stejným způsobem jako vzduch z kanceláří. U vstupu do jednací místnosti je umístěn panel, kde si uživatelé mohou teplotu v místnosti upravit maximálně o dva stupně nahoru či dolů.

Toalety jsou nuceně větrány podtlakem a zároveň odvádí odpadní vzduch přefukovaný z okolních prostor. Větrání zajišťuje samostatná vzduchotechnická jednotka vybavená rekuperací tepla z odváděného odpadního vzduchu.

Prostor atria je pro přirozené větrání vybaven automaticky otevíratelnými otvory v čele zastřešení, v jednotlivých patrech a v přízemí na úrovni vstupu. Přirozené větrání atria je řešeno tak, že do venkovní teploty +26 °C jsou používány veškeré větrací otvory, nad teplotu +26 °C je přívod vzduchu do atria nucený a odváděný pomocí otvorů v zastřešení atria.

Mimo pracovní dobu slouží automatické přirozené větrání pro předchlazení objektu, je aktivováno při poklesu teploty pod 22 °C a řízeno na základě zkušeností s provozem dle poklesu vnitřní teploty a teploty aktivovaných konstrukcí, tak aby byla zabezpečena požadovaná vnitřní výsledná teplota na pracovišti na začátku pracovní doby minimálně 23,5 °C.



Obrázek 2: Ovládání žaluzií (nahore) a LED signalizace vzduchotechniky (dole) u větracího otvoru opatřeného klikou. (vlastní)

8.2 Vytápění a chlazení

Vytápění a chlazení pracovišť je provedeno pomocí velkoplošných sálavých systémů, které využívají tepelně-technické vlastnosti betonu pro přenos tepla do prostoru. Jedná se o systém aktivace betonového jádra BKT, systém podpovrchového sálavého vytápění/chlazení (oBKT), velkoplošné systémy s kapilárními trubičkami pod omítkou a velkoplošné sálavé panely. Pro vytápění a chlazení zasedacích místností jsou využívány chladicí stěny napojené na okruh sálavého vytápění/chlazení. Všechny tyto komponenty využívají nízkopotencionální teplo a chlad ze zemních vrtů umístěných pod budovou a v jejím okolí. (2014)

Chlazení je primárně zajišťováno pomocí dvou vodou chlazených kompresorových jednotek s rekuperací tepla, které pracují s nízkopotenciálním teplem získaným z geotermálních vrtů a distribuují chlad do sálavých systémů v jednotlivých prostorách budovy. Kompresorové jednotky využívají chladivo R134a. Pokud jednotky nestačí na pokrytí potřeby chladu, uvádí se do chodu hybridní chladicí věže. Hybridní chladicí věž využívá mokrého chlazení, kdy před vstupem do mokré sekce je vzduch ochlazen pomocí suchého chlazení.

V zimním období je možné omezit chod rekuperace a teplý odpadní vzduch z prostoru kanceláří využívat pro temperaci garáží, v tomto případě se spustí odvodní garážové ventilátory pro udržení podtlaku v prostoru garáží.

Systém vytápění a chlazení je naprogramován na šest základních režimů chodu, které lze upravovat manuálně z technického velína:

- Topný režim při teplotách nižších než 0 °C (odebírání tepelné energie z podloží) – jedna kompresorová jednotka slouží jako zdroj chladu objektu, druhá kompresorová jednotka využívá energii podloží pro doplnění potřeby tepla objektu
- Topný/chladicí režim při teplotách okolo 0 °C (přečerpávání energie v rámci objektu) – jedna kompresorová jednotka slouží jako zdroj chladu objektu, odpadní teplo je využíváno pro vytápění objektu
- Chladicí režim s využitím volného chlazení energetickými vrty, doplňkové strojní chlazení s odvodem odpadního tepla chladicí věží, teploty v rozmezí 0 – 20°C, teplota v geotermálních vrtech do 16°C - volné chlazení pomocí energetických vrtů s provozem jedné nebo dvou kompresorových jednotek s odvodem přebytečného tepla pomocí jedné či obou chladících věží
- Chladicí režim s využitím volného chlazení pomocí chladících věží nebo v kombinaci chladící věž a energetické vrty, teploty v rozmezí 0 – 20 °C, v geotermálních vrtech do 16°C - volné chlazení pomocí chladících věží nebo v kombinaci s energetickými vrty dle teploty vzduchu a teploty ve vrtech
- Chladicí režim s odvodem odpadního tepla pomocí chladících věží, teploty v rozmezí 20 – 30°C, teplota v energetických vrtech do 16 °C - pokrytí 100 % nízkopotenciálního chladu volným chlazením energetickými vrty, pokrytí 100 % vysokopotenciálního chladu dvojicí

kompresorových jednotek s kondenzátory chlazenými chladícími věžemi

- Chladicí režim s odvodem odpadního tepla pomocí chladících věží a energetickými vrty, teploty v rozmezí 20 – 30°C, teplota v energetických vrtech nad 16°C - pokrytí 100% nízkopotenciálního a vysokopotenciálního chladu kompresorovými jednotkami, odvod odpadního tepla pomocí energetických vrtů nebo chladícími věžemi



Obrázek 3: Podlahová šterbinová výústka
přívodu čerstvého vzduchu. (vlastní)

8.2.1 Geotermální vrty

V budově je použitý systém tepelných čerpadel země/voda, kdy zdrojem nízkopotencionálního tepla jsou zemní vrty nainjektované pod budovou a jejím okolím, teplonosné médium je 20 % směs vody a ethylenglykolu. Celkem je pod budovou a v jejím okolí navrtáno 177 zemních vrtů o hloubce 150 metrů. Ve vrtném poli se průměrná teplota pohybuje kolem 12 °C až 16 °C. (2014)

Vrtné pole je rozdělené na několik částí, které fungují ve třech základních režimech. V režimu ukládání přebytečné energie do podloží, v režimu přečerpávání tepelné energie v rámci objektu a v režimu čerpání uložené tepelné energie z podloží. Tyto režimy mohou být v rámci provozu a nepříznivých či netypických parametrů venkovního prostředí doplňovány nestandardními krátkodobými provozními režimy. Část vrtů se obvykle nechává bez využití, aby měly vrty možnost regenerovat se. (2014)

8.2.2 Tepelná aktivace betonové konstrukce

Tepelná aktivace betonové konstrukce je založena na schopnosti betonu akumulovat tepelnou energii a postupně ji poté uvolňovat do prostoru. Tento způsob vytápění je zároveň přívětivější pro uživatele budovy, nevyvolává totiž pocit průvanu, protože teplo či chlad jsou přenášeny do prostoru radiací.

Tepelná aktivace betonového jádra BKT spočívá v umístění trubek 20x2,3 milimetrů PE-Xa z vysokotlakového zesíťovaného polyethylenu do jádra stropu, kde se využívá tepelně akumulaci schopnost betonu. Beton danou teplotu poté sálá do prostoru. Rozteč potrubí je 150 milimetrů.

Na podobném principu funguje i tepelná aktivace betonových desek oBKT, v tomto případě jsou trubky umístěny na spodní straně stropní konstrukce a je možné rychleji měnit požadovanou teplotu v místnosti. V případě oBKT jsou využity trubky 14x2 milimetrů PE-Xa z vysokotlakového zesíťovaného polyethylenu. Rozteč trubek je zde 85 milimetrů. (2014)

8.3 Vegetace uvnitř a v okolí budovy

Dle mapy potencionální přirozené vegetace (2017) se v okolí budovy nachází oblast černýšové dubohabřiny s příměsí náročnějších listnatých stromů. Při návrhu budovy bylo složení vegetace respektováno a byly vysazeny přirozeně se vyskytující dřeviny a keře s příměsí druhů dobře snášejících městské prostředí.



Obrázek 4: Začlenění budovy do terénu pomocí střešních zahrad a zvlnění okolního terénu. (vlastní)

Z dřevin převládá vesměs dub zimní (*Quercus petraea*) s habrem obecným (*Carpinus betulus*), z dalších dřevin se zde vyskytuje například lípa srdčitá (*Tilia cordata*), dub letní (*Quercus robur*), javor mléč (*Acer platanoides*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a třešeň ptačka (*Prunus avium*).

Keřové patro zaujímá menší podíl, nejčastěji se vyskytuje líska obecná (*Corylus avellana*), hloh ostrotrnný (*Crataegus oxycantha*) a svída krvavá (*Cornus sanguinea*).

8.3.1 Vegetace v okolí budovy

Okolí budovy tvoří směs trávo-bylinné louky v poměru 70 % směs trav, 29 % byliny a 1 % jeteloviny, která je sečena dvakrát až třikrát za vegetaci. Jsou zde vysazeny alejové, solitérní i vícekmenné stromy. Před vstupem do budovy se nachází takzvaný „vítací“ strom, jedná se o platan javorolistý (*Platanus acerifolia*).

8.3.2 Ozeleněné střechy

Střešní prostor je z 86,42 % pokryt vegetací. Skladba vegetace použitá na ozeleněné střechy je zvolená tak, aby rostliny dobře snášely exponované stanoviště na střechách.

Terén a porosty střechy vytváří travnaté „místnosti“, kde jsou umístěny židle a stoly rovnou v trávniku. Jednotlivé prostory jsou od sebe odděleny kopečky ze substrátu, keří i stromy. Mezi prostory vede pravidelně sekaná travnatá cesta, zbylý prostor je pokryt lučním porostem sekaným jen několikrát za rok.

Vegetační střechy jsou utěsněny pomocí paro-těsnící vrstvy, tepelně-izolační vrstvy a hydro-izolační vrstvy. Substrát není navezen do roviny, tvoří místy zvlnění v rozmezí 400 milimetrů a 1400 milimetrů.

Přebytečná dešťová voda ze střech je odváděna do retenční nádrže o objemu 536,6 m³, tato voda je filtrována a využívána na zavlažování střešní i interiérové vegetace. Pro výsadbu na střechách byl navržen automatický kapkový závlahový systém.

8.3.3 Vegetace v interiéru

V podlaze atria jsou zapuštěné tři válcovité květníky o průměru tři metry a hloubce 800 milimetrů, ze kterých jsou natažena lanka pro interiérové popínavé rostliny schopné vyrůst až třináct metrů, tedy až ke konstrukci skleněné střechy.

9 Měření vnitřního klima

Vnitřní klima je ve všech místnostech měřeno čidly ve výšce 120 cm od podlahy, tyto čidla monitorují teplotu, relativní vlhkost a kvalitu (obsah oxidu uhličitého a další škodlivé látky) vnitřního vzduchu (Obrázek 5). Tyto hodnoty jsou neustále vyhodnocovány systémem Měření a Regulace (MaR) a na základě nich je upravován chod vzduchotechnických zařízení.



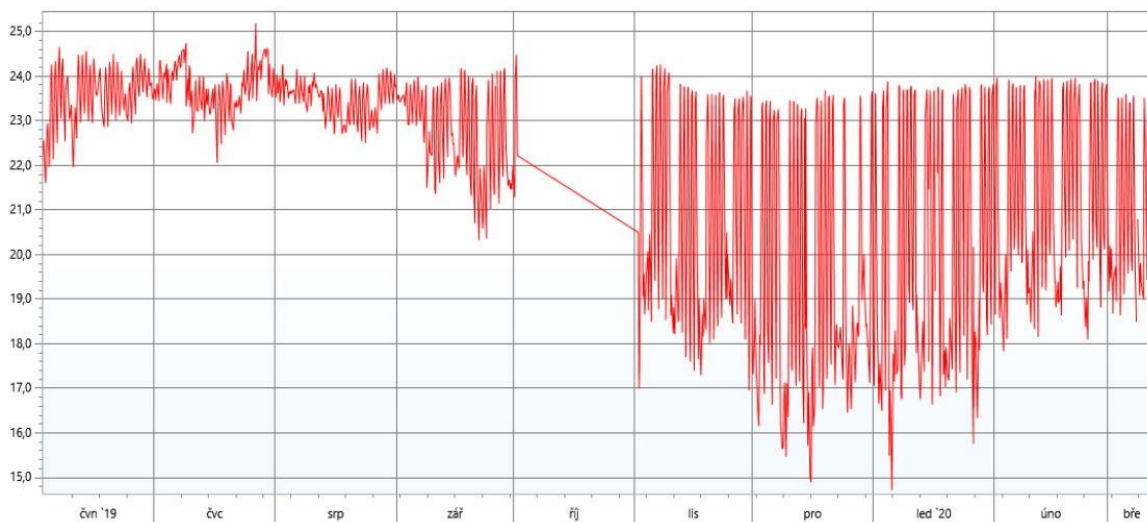
Obrázek 5: Zařízení pro měření teploty, vlhkosti a obsahu škodlivých látek ve vzduchu. (vlastní)

Pro účely bakalářské práce byly z útvaru Facility Managementu poskytnuty teplotní údaje (viz. Graf 6) a obsah oxidu uhličitého (viz. Graf 5) ve vzduchu odváděném z kancelářských prostor za měsíce červen (měsíc po kolaudaci budovy) až září 2019 a listopad 2019 až polovina března 2020. Údaje za říjen 2019 nejsou dostupné z důvodu technických potíží.

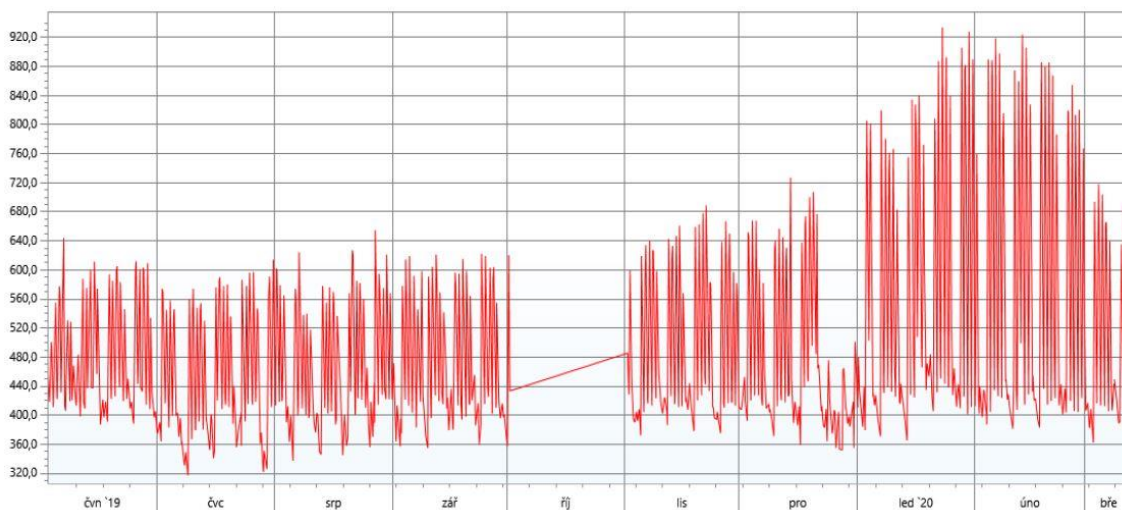
V grafu odváděné teploty lze vidět, že i při nezvykle vysokých venkovních teplotách, které panovaly v červnu, červenci a srpnu nevystoupala nad limit 26°C.

V grafu odváděného oxidu uhličitého lze pozorovat nárůst hodnot v době zimních měsíců, kdy dochází k omezení manuálního přirozeného větrání z důvodu nízkých venkovních teplot. Sestupná tendence grafu v období března souvisí

s vyprazdňováním budovy v důsledkú vládních opatření zamezení šíření nákazy COVID-19.



Graf 5: Vývoj teploty v budově vyjádřený v °C v průběhu jednotlivých měsíců. (MaR)

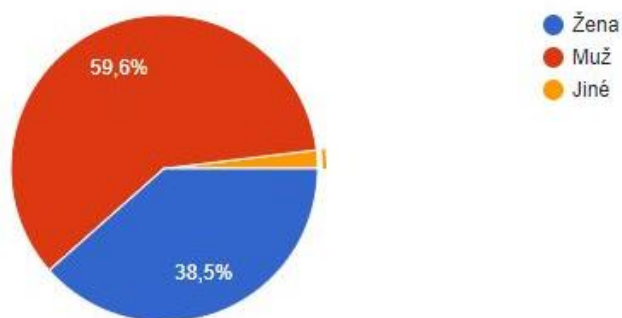


Graf 6: Vývoj obsahu oxidu uhličitého v prostoru open-space kancelář v ppm. (MaR)

10 Dotazníkové šetření

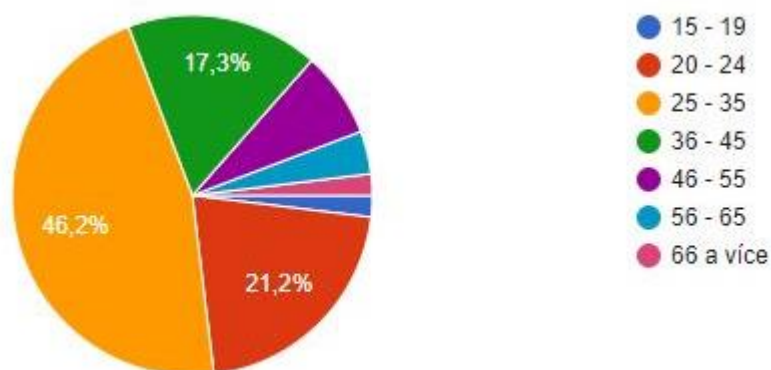
Pro zjištění uživatelské spokojenosti s budou, hlavně s teplotními podmínkami, byl rozeslán dotazník. V dotazníku bylo zjišťováno i povědomí o certifikaci budovy a využívání tepelných vrtů pro její vytápění a chlazení.

Celkem se dotazníkového šetření zúčastnilo 51 respondentů ve složení 30 mužů, 20 žen a 1 respondent uvedl pohlaví jiné (viz. Graf 7).



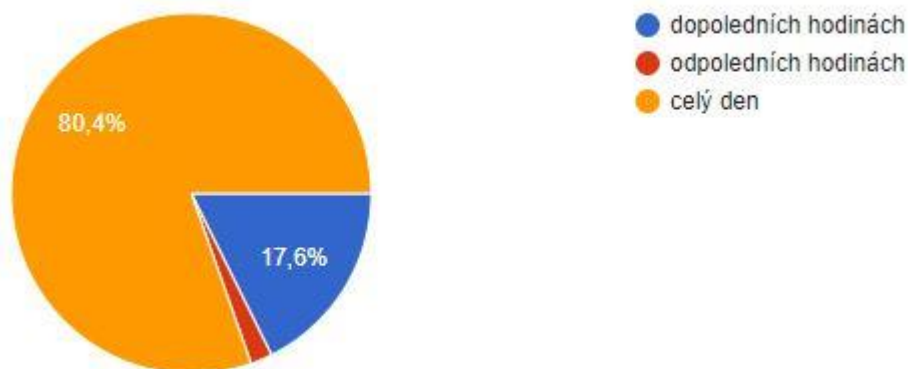
Graf 7: Rozložení pohlaví respondentů dotazníku.
(dotazník Google)

Ve věkovém složení respondentů převládali uživatelé mezi 25. a 35. rokem života (viz.



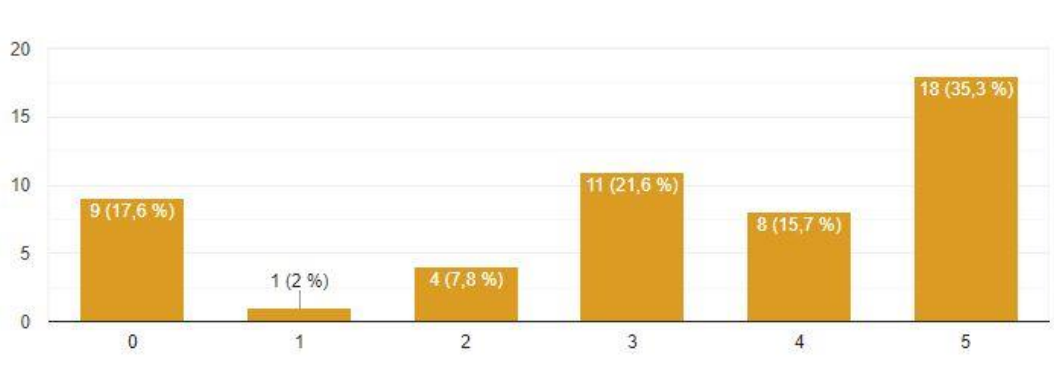
Graf 8: Věkové složení respondentů. (dotazník Google)

Dvě třetiny respondentů uvedly, že tráví v budově čtyři až pět dní v týdnu a jedná se většinou o celý den, třetina respondentů se v budově pohybuje pouze v dopoledních hodinách (viz.

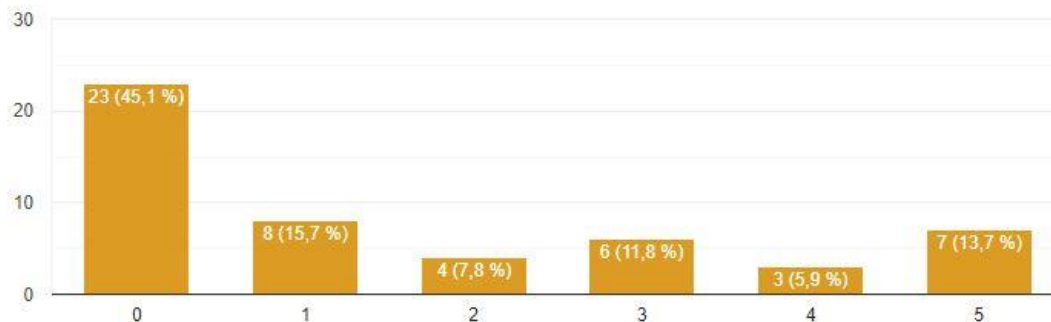


Graf 9: Odpovědi respondentů na otázku "Pohybujete s v budově spíše v (vyberte)". (dotazník Google)

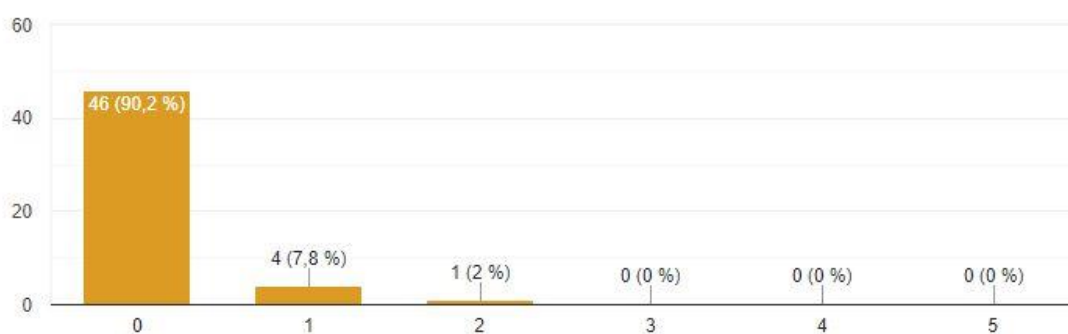
Dále v dotazníku byl zjišťován preferovaný způsob dopravy do zaměstnání, respondenti mohli volit možnosti městská hromadná doprava, osobní automobil a kolo. Bylo zjištěno, že respondenti využívají převážně městskou hromadnou dopravu v kombinaci s automobilem a jen část využívá kolo pro dopravu do zaměstnání (viz. Graf 10, Graf 12, Graf 13).



Graf 10: Využití MHD pro dopravu do zaměstnání, stupnice 0-5 signalizuje počet dní v týdnu. (dotazník Google)

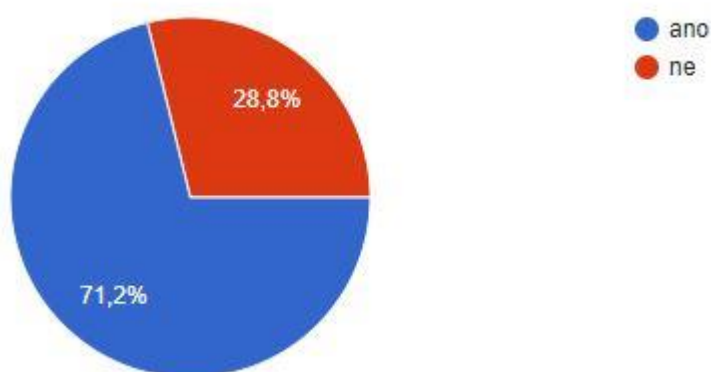


Graf 13: Využití osobního automobilu pro dopravu do zaměstnání, stupnice 0-5 signalizuje počet dní v týdnu. (dotazník Google)

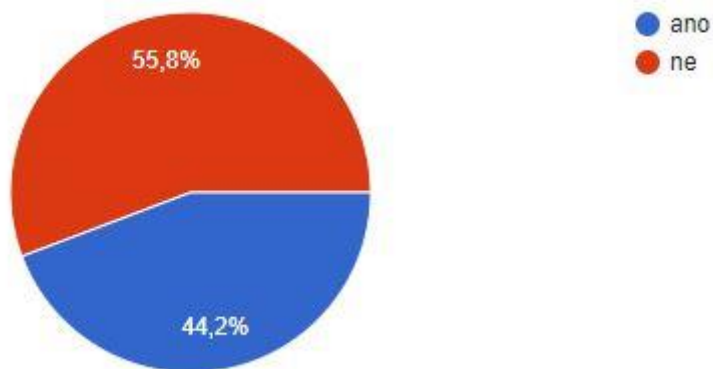


Graf 12: Využití kola pro dopravu do zaměstnání, stupnice 0-5 signalizuje počet dní v týdnu. (dotazník Google)

Další část sloužila pro zjištění povědomí uživatelů budovy o její certifikaci a způsobu vytápění. Dvě třetiny respondentů zaznamenali, že budova dostala ocenění LEED Platinum, ale pouze necelá polovina respondentů má povědomí o využívání geotermálních vrtů. (viz Graf 11, Graf 15)

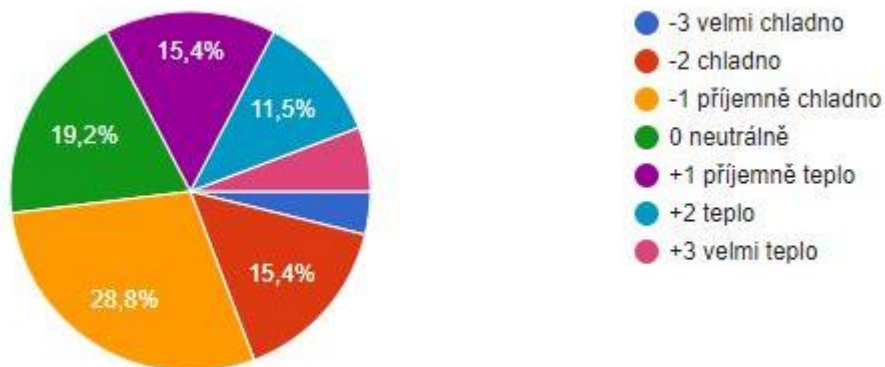


Graf 11: Povědomí respondentů o certifikátu LEED Platinum. (dotazník Google)



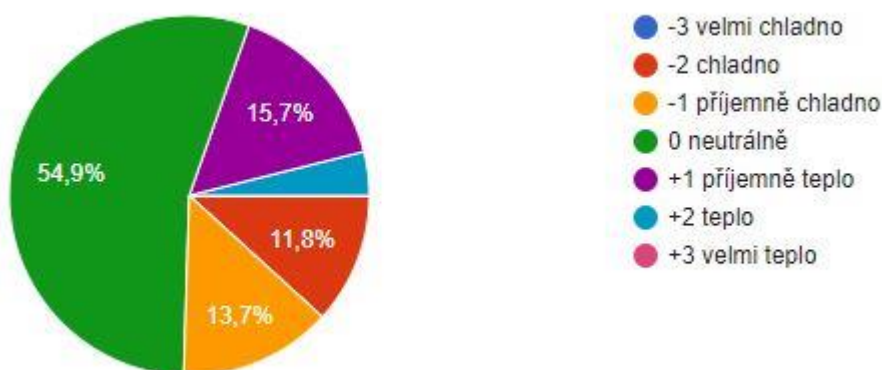
Graf 15: Povědomí respondentů o využívání geotermálních energetických vrtů. (dotazník Google)

Další část se zaměřovala na zjištění tepelné pohody uživatelů v létě, na podzim a v zimě. V letním období nejvíce respondentů pociťovalo v budově příjemný chlad či neutrální teplotu, necelá pětina respondentů pociťovala chladno či velmi chladno (viz. Graf 14).



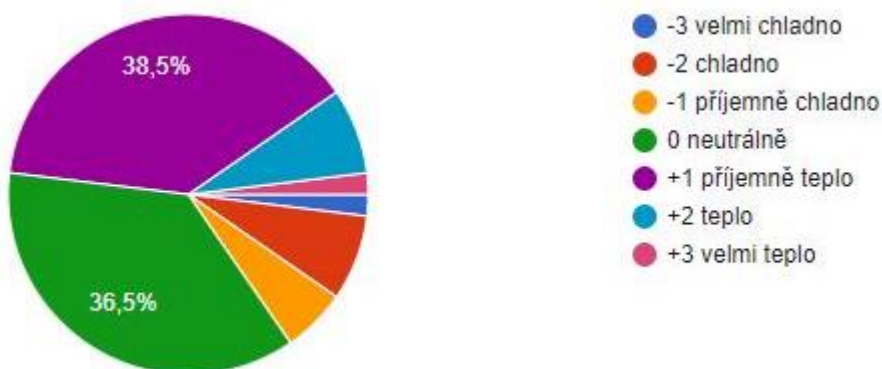
Graf 14: Tepelná pohoda uživatelů v letním období. (dotazník Google)

Na podzim více než polovina respondentů pociťovala tepelně neutrální prostředí, žádný z respondentů nepociťoval přílišný chlad ani teplo.



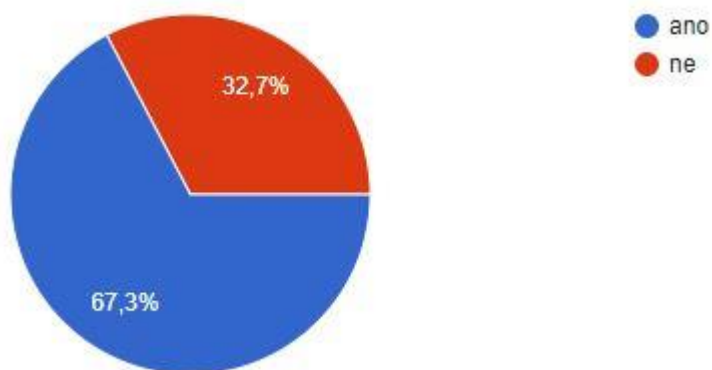
Graf 16: Tepelná pohoda uživatelů na podzim. (dotazník Google)

Více než třetina respondentů pociťovala v zimním období v budově příjemně teplé či neutrální prostředí, jen velmi malá část respondentů pociťovala přílišný chlad či teplo (viz Graf 17).

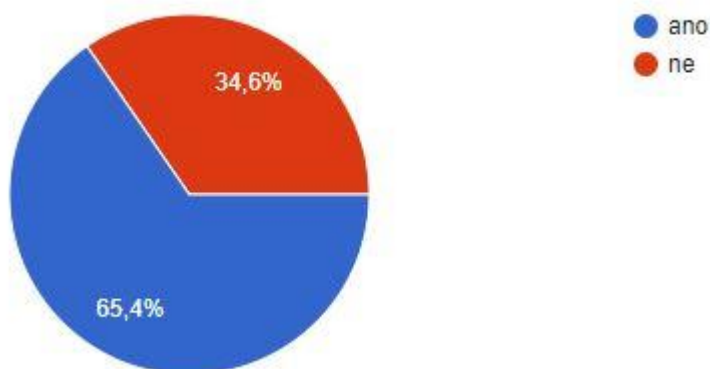


Graf 17: Tepelná pohoda uživatelů v zimním období. (dotazník Google)

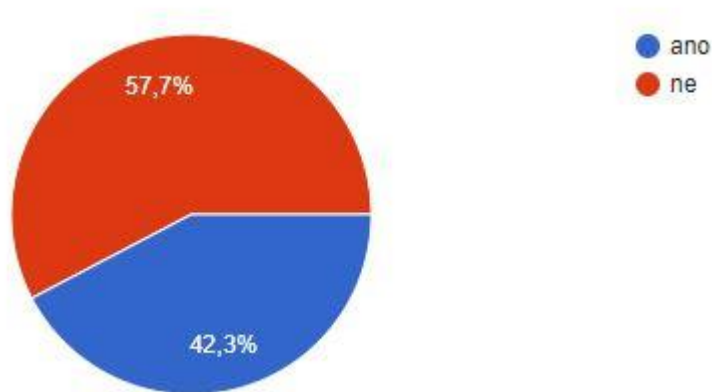
Při dotazu, zda uživatelé využívají manuální větrání kanceláří pomocí otevíratelných částí fasády odpověděly dvě třetiny uživatelů, že ano. Dvě třetiny uživatelů také uvedli, že znají význam LED značení u otvorů, ale pouze dvě pětiny uživatelů se podle něj ale orientují (viz. Graf 19, Graf 18, Graf 20)



Graf 19: Odpovědi uživatelů na otázku "Využíváte manuální větrání pomocí otevíratelných částí fasády?" (dotazník Google)



Graf 18: Odpovědi respondentů na otázku "Znáte význam LED značení vedle otevíratelných částí fasády?" (dotazník Google)



Graf 20: Odpovědi uživatelů na otázku "Respektujete LED signalizaci při větrání?" (dotazník Google)

11 Závěr a doporučení

Při porovnání výsledků hodnot vnitřního prostředí a dotazníkového šetření vyšlo najevo, že uživatelé příliš nerespektují LED signalizaci u manuálně otevíratelných částí fasády a tím pádem může docházet k vnikání nechtěného tepla či chladu do prostoru budovy.

Zároveň uživatelé nemají přílišné povědomí o významu LED signalizace ani o celkové budově z pohledu ekologické certifikace a využitých technologií. Nápravu by mohlo poskytnout zlepšení distribuce informací pomocí vnitřních informačních kanálů.

Investor zamýšlí stavbu koncepčně podobné budovy i v dalších dvou městech, bylo by vhodné zaměstnance lépe vzdělat ohledně využívání budovy již při jejich stěhování do budovy a při každém dalším příchodu nových zaměstnanců. Například pomocí e-learningového kurzu, které jsou využívány pro školení zaměstnanců ohledně požární bezpečnosti a bezpečnosti práce.

Investor si zakládá na vztahu svých budov k životnímu prostředí, bylo by vhodné pro zaměstnance pořádat například workshopy či přednášky na téma environmentálních staveb a jejich vlivu na životní prostředí pro zvýšení obecného povědomí o problematice vlivu budov na životní prostředí.

Zároveň by bylo vhodné více zahrnout problematiku dopadů lidské činnosti na životní prostředí do obecné látky základních a středních stupňů vzdělávání, jelikož se v současnosti jedná o velmi diskutované téma, ale obecná veřejnost o něm nemá moc velké vědomí, informace jsou většinou čerpány z televizních zpráv, které nemusí zakládat na relevantních zdrojích.

12 Zdroje

- BARLOW, Stuart, 2011. *Guide to BREEAM*. 1. London: RIBA. ISBN 978-1-85946-425-0.
- Certified projects, 2020. *BREEAM Projects* [online]. Londýn: online [cit. 2020-06-29].
Dostupné z: <https://tools.breeam.com/projects/explore/buildings.jsp>
- Certified projects, 2020. *DGNB System* [online]. Stuttgart: online [cit. 2020-06-29].
Dostupné z: <https://www.dgnb-system.de/en/projects/>
- Certifikované budovy, 2020. *SBToolCZ: Národní nástroj pro certifikaci kvality budov* [online]. Praha: online [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/certifikovane-budovy/>
2020. *U.S. Green Building Council* [online]. Washington, DC: U.S. Green Building Council [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.usgbc.org/projects/csob-headquarters>
- ČERNÝ, Martin, 2013. *BIM příručka*. 1. Praha: Odborná rada pro BIM. ISBN 978-80-260-5296-8.
2005. *Administrativní budovy a prostory*. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- DRKAL, František, Miloš LAIN a Vladimír ZMRHAL, 2015. *Klimatizace*. 1. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 9788001056523.
- EBERT, Thilo, Natalie ESSIG a Gerd HAUSER, 2011. *Green building certification systems: assessing sustainability, international system comparison, economic impact of certifications*. 1. vyd. Munich: Institut für internationale Architektur-Dokumentation. Detail Green Books. ISBN 978-3-920034-54-6.
- EICKER, Ursula, 2009. *Low Energy Cooling for Sustainable Buildings*. 1. Chichester: Wiley. ISBN 978-047-0697-443.
2006. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- FANGER, P., 1970. *Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering*. 1. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-019915-9.
- KABELE, Karel, 2005. *Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění*. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT. ISBN 80-01-03327-9.
- KOČÍ, Vladimír, 2012. *LCA a EPD stavebních výrobků: posuzování životního cyklu a environmentální prohlášení o produktu jako cesta k udržitelnému stavebnictví*. 1. Praha: Česká rada pro šetrné budovy. ISBN 9788026035046.
2017. 1. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu.
- KUBBA, Sam, 2016. *LEED v4: practices, certification, and accreditation handbook*. 2. Waltham, MA: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-12-803830-7.
2020. Washington, D. C.
- MATĚJKA, Petr a Nataliya ANISIMOVA, 2012. *Základy implementace BIM na českém stavebním trhu*. Vyd. 1. Praha: FinEco. ISBN 978-8086590-10-3.

Metodické vysvětlivky - definice vybraných ukazatelů bytové výstavby, 2009. *Český statistický úřad* [online]. Brno: online [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xb/metodicke_vysvetlivky_definice_vybranych_ukazatelu_bytove_vystavby

MICHALÍK, David a Petr SKŘEHOT, 2010. *Kancelářská pracoviště s důrazem na typ open space*. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce. ISBN 9788086973234.

2007. In: . Praha: Sbírka zákonů, číslo 361.

POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ, 2011. *Vytápění*. 1. Brno: Computer Press. Stavíme. ISBN 9788025133293.

QUASCHNING, Volker, 2010. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. Praha: Grada. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

RUBINOVÁ, Olga a Aleš RUBINA, 2004. *Klimatizace a větrání*. 1. Brno: ERA group. Stavíme. ISBN 8086517306.

2012. 1. Brusel: Evropská komise.

2014. Praha.

2014. Praha.

TAM, Vivian a Khoa LE, ed., 2019. *Sustainable construction technologies: life-cycle assessment*. 1. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-12-811749-1.

2016. In: . Praha: Vláda České Republiky, číslo 958.

VONKA, Martin, 2011. *Metodika SBToolCZ: manuál hodnocení bytových staveb ve fázi návrhu*. 1. Praha: CIDEAS Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí. ISBN 978-80-01-04664-7.

Vyhláška o energetické náročnosti budov, 2020. In: . Sbírka zákonů: Ministerstvo průmyslu a obchodu, číslo 264.

2016. *World Green Building Council* [online]. Londýn: World Green Building Council [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.worldgbc.org/what-green-building>

ZMRHAL, Vladimír, František DRKAL a Václav ŠIMÁNEK, 2017. *Koncept větrání: Metodika vypracování konceptu větrání budov určených pro pobyt osob*. 1. Praha: Česká komora lehkých obvodových plášťů.

13 Seznam grafů

GRAF 1: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ BREEAM VČETNĚ PROCENTUÁLNÍHO ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH CERTIFIKÁTŮ. (CERTIFIED PROJECTS, 2020)	14
GRAF 2: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ LEED VČETNĚ PROCENTUÁLNÍHO ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH CERTIFIKÁTŮ. (2020)	16
GRAF 3: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ DGNB VČETNĚ PROCENTUÁLNÍHO ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH CERTIFIKÁTŮ. (CERTIFIED PROJECTS, 2020)	18
GRAF 4: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ SBTOOLCZ VČETNĚ PROCENTUÁLNÍHO ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH CERTIFIKÁTŮ. (CERTIFIKOVANÉ BUDOVY, 2020)	20

GRAF 6: VÝVOJ TEPLoty V BUDOVĚ VYJÁDŘENÝ V °C V PRŮBĚHU JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCŮ. (MAR)	32
GRAF 5: VÝVOJ OBSAHU OXIDU UHLIČITÉHO V PROSTORU OPEN-SPACE KANCELÁŘ V PPM. (MAR)	32
GRAF 7: ROZLOŽENÍ POHLAVÍ RESPONDENTŮ DOTAZNÍKU. (DOTAZNÍK GOOGLE)	33
GRAF 8: VĚKOVÉ SLOŽENÍ RESPONDENTŮ. (DOTAZNÍK GOOGLE)	33
GRAF 9: ODPOVĚDI RESPONDENTŮ NA OTÁZKU "POHYBUJETE S V BUDOVĚ SPÍŠE V (VYBERTE)". (DOTAZNÍK GOOGLE)	34
GRAF 10: VYUŽITÍ MHD PRO DOPRAVU DO ZAMĚSTNÁNÍ, STUPNICE 0-5 SIGNALIZUJE POČET DNÍ V TÝDNU. (DOTAZNÍK GOOGLE)	34
GRAF 11: POVĚDOMÍ RESPONDENTŮ O CERTIFIKÁTU LEED PLATINUM. (DOTAZNÍK GOOGLE)	35
GRAF 12: VYUŽITÍ KOLA PRO DOPRAVU DO ZAMĚSTNÁNÍ, STUPNICE 0-5 SIGNALIZUJE POČET DNÍ V TÝDNU. (DOTAZNÍK GOOGLE)	35
GRAF 13: VYUŽITÍ OSOBNÍHO AUTOMOBILU PRO DOPRAVU DO ZAMĚSTNÁNÍ, STUPNICE 0-5 SIGNALIZUJE POČET DNÍ V TÝDNU. (DOTAZNÍK GOOGLE)	35
GRAF 14: TEPELNÁ POHODA UŽIVATELŮ V LETNÍM OBDOBÍ. (DOTAZNÍK GOOGLE)	36
GRAF 15: POVĚDOMÍ RESPONDENTŮ O VYUŽÍVÁNÍ GEOTERMÁLNÍCH ENERGETICKÝCH VRTŮ. (DOTAZNÍK GOOGLE)	36
GRAF 16: TEPELNÁ POHODA UŽIVATELŮ NA PODZIM. (DOTAZNÍK GOOGLE)	37
GRAF 17: TEPELNÁ POHODA UŽIVATELŮ V ZIMNÍM OBDOBÍ. (DOTAZNÍK GOOGLE)	37
GRAF 18: ODPOVĚDI RESPONDENTŮ NA OTÁZKU "ZNÁTE VÝZNAM LED ZNAČENÍ VEDLE OTEVÍRATELNÝCH ČÁSTÍ FASÁDY?" (DOTAZNÍK GOOGLE)	38
GRAF 19: ODPOVĚDI UŽIVATELŮ NA OTÁZKU "VYUŽÍVÁTE MANUÁLNÍ VĚTRÁNÍ POMOCÍ OTEVÍRATELNÝCH ČÁSTÍ FASÁDY?" (DOTAZNÍK GOOGLE)	38
GRAF 20: ODPOVĚDI UŽIVATELŮ NA OTÁZKU "RESPEKTUJETE LED SIGNALIZACI PŘI VĚTRÁNÍ?" (DOTAZNÍK GOOGLE)	39

14 Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: PROSTOROVÉ ROZLOŽENÍ S OZNAČENÍM VCHODU DO BUDOVY. (2014)	24
OBRÁZEK 2: OVLÁDÁNÍ ŽALUZIÍ (NAHOŘE) A LED SIGNALIZACE VZDUCHOTECHNIKY (DOLE) U VĚTRACÍHO OTVORU OPATŘENÉHO KLIKOU. (VLASTNÍ)	26
OBRÁZEK 3: PODLAHOVÁ ŠTERBINOVÁ VÝÚSTKA PŘÍVODU ČERSTVÉHO VZDUCHU. (VLASTNÍ)	28
OBRÁZEK 4: ZAČLENĚNÍ BUDOVY DO TERÉNU POMOCÍ STŘEŠNÍCH ZAHRAD A ZVLNĚNÍ OKOLNÍHO TERÉNU. (VLASTNÍ)	29
OBRÁZEK 5: ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ TEPLoty, VLHKOSTI A OBSAHU ŠKODLIVÝCH LÁTEK VE VZDUCHU. (VLASTNÍ)	31

15 Seznam tabulek

TABULKA 1: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ BREEAM. (CERTIFIED PROJECTS, 2020)	14
TABULKA 2: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ LEED. (2020)	16
TABULKA 3: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ DGNB. (CERTIFIED PROJECTS, 2020)	17
TABULKA 4: POČET BUDOV S CERTIFIKACÍ SBTOOLCZ. (CERTIFIKOVANÉ BUDOVY, 2020)	20