ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Praha, 2018 Bc. Martin Kácha

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kácha** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **395561**

Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**

Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví**

Studijní program: **Stavební inženýrství**

Studijní obor: **Stavební management**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Benchmarking z pohledu energetického managementu administrativních budov

Název diplomové práce anglicky:

Energy Management Benchmarking for Administration Buildings

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Daniel Macek, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **02.10.2017** Termín odevzdání diplomové práce: **07.01.2018**

Platnost zadání diplomové práce: _____

doc. Ing. Daniel Macek, Ph.D. podpis vedoucí(ho) práce	doc. Ing. Aleš Tomek, CSc. podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	prof. Ing. Alena Kohoutková, CSc. podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

. _____ _____

Datum převzetí zadání Podpis studenta

© ČVUT v Praze, Design: ČVUT v Praze, VIC

Poděkování

Velice rád bych touto cesto poděkoval především panu doc. Ing. Danielovi Mackovi, PhD. za odborný dohled nad zpracováváním práce, poskytnutí cenných informací, zdrojů a kontaktů nezbytných ke vzniku této práce. Další velký dík patří všem facility manažerům a provozovatelům popisovaných budov za vstřícnost, ochotu a poskytnutí dat spotřeb energií.

Rád bych také poděkoval všem svým blízkým, zejména rodině za trpělivost, ochotu a podporu nejen při zpracovávání této práce ale po dobu celého studia.

Benchmarking administrativních budov z pohledu energetické náročnosti

Energy Management Benchmarking for Administration Buildings

Anotace

Diplomová práce se zabývá porovnáním a analýzou šesti administrativních budov z hlediska energetické náročnosti. V první části práce jsou popsány základní definice a pojmy z oblasti facility managementu a energetického managementu. Poslední kapitola teoretické části popisuje pojem benchmarking.

Ve druhé části jsou podrobně popsány budovy označené jedna až šest. Budovy jsou popsány z hlediska půdorysných rozměrů, počtu podlaží, umístění, stavebně-konstrukčního řešení, orientace ke světovým stranám, materiálu použitého na obvodové konstrukce, stáří a provozu. Pro každou budovu jsou zpracovány grafy spotřeb energií (elektřina, teplo, voda) pro rok 2016.

Následující stěžejní kapitola této práce analyzuje spotřeby energií za rok 2016. Hodnoty jsou zobrazeny v grafické podobě a jsou vztaženy na jednotku plochy (jeden metr čtvereční), jednotku objemu (jeden metr krychlový) a jednoho zaměstnance, dále jsou uvedeny celkové hodnoty spotřeb dané energie. Cílem této práce položení základu databáze administrativních budov z pohledu energetické náročnosti.

Klíčová slova

Benchmarking, energetická bilance, energetický management, energetický manager, energetická náročnost budov, facility management, facility manager

Annotation

The present work compares six administrative buildings in their energy efficiency. The first part describes key definitions and terms in the areas of facility and energy management. The subsequent theoretical part introduces the concept of benchmarking.

The second part of the work describes buildings one to six that were examined in this study. The description includes detailed floor plans, number of floors, location, construction solutions, cardinal direction of the buildings, materials used for peripheral construction, facilities age, and operation. Visualizations of energy usage (electricity, heating, water) for year 2016 are presented for each of the buildings.

Subsequently, the key part of the present work is presented, analyzing energy consumption of the buildings in 2016. The values are visualized on a square meter scale, a cubic meter scale, and a consumption-per-employee scale. The presented visualizations are complemented by total consumption values in each of the energy domains. The overarching goal of the present work is to provide a launching pad for the development of a broad-scale database collecting data on energy consumption of administrative buildings.

Keywords

Facility management, energy management, benchmarking, facility manager, energy manager, energy balance, energy performance of buildings

Seznam zkratek

FM: Facility management

EM: Energetický management

IFMA: International Facility Management Association

KPI: Key performance indicators

SLA: Service level agreement

SL: Service level

TUR: Trvale udržitelný rozvoj

UR: Udržitelný rozvoj

LEED: Leadership in Energy & Environmental Design

BREEAM: British Research Establishment´s Environmental Assessment

SBTool: Sustainable Building Tool

CAFM: computer aided facility management

Obsah

1. Úvod 1

1.1. Cíle práce 2

1.2. Metodika práce 2

2. Facility management 3

2.1. Historie facility managementu 5

2.2. Výhody a přínosy facility managementu 6

2.3. Úrovně facility managementu 7

2.4. Insourcing a outsourcing podpůrných procesů 8

2.5. Smluvní zajištění a normy ČSN EN pro facility management 12

2.6. Údržba budov 16

2.7. Space management 17

2.8. Provoz technologií 19

3. Energetický management budov 22

3.1. (Trvale) udržitelný rozvoj 23

3.2. Certifikace budov 24

3.3. Úrovně energetického managementu 29

3.4. Role v energetickém managementu 30

4. Benchmarking 31

5. Popis vybraných budov 33

5.1. Budova 1 33

5.2. Budova 2 38

5.3. Budova 3 43

5.4. Budova 4 48

5.5. Budova 5 53

5.6. Budova 6 58

6. Analýza a vyhodnocení spotřeb energií vybraných budov 65

6.1. Spotřeby elektřiny 66

6.2. Spotřeby tepla 70

6.3. Spotřeby vody 74

7. Závěr 77

Seznam použitých zdrojů 79

Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů 80

1. Úvod

Diplomová práce se zabývá energetickou náročností administrativních budov. Energetické aspekty jako dopady staveb na životní prostředí, snižování energetické náročnosti budov, využívání obnovitelných zdrojů energie, trvale udržitelný rozvoj jsou nyní nejen ve stavebnictví stále diskutovanější pojmy a je tedy důležité tomuto odvětví věnovat patřičnou pozornost. Tato práce si klade za cíl přispět k řešení těchto problémů položením základu databáze spotřeb energií administrativních budov v závislosti na způsobu využití pracoviště, stáří budovy, použitého materiálu pro obvodový plášť, orientace budovy ke světovým stranám, provozní době a mnoha dalších faktorů.

Práce je rozdělena do dvou základních částí. První část je teoretická a zabývá se popisem facility managementu, energetického managementu a kratší kapitola je věnována benchmarkingu. Kapitola věnující se facility managementu popisuje tento v České Republice poměrně nový obor. Jsou zde popsány jeho definice, výhody a přínosy pro majitele objektů, dále možnosti řešení. Podrobně jsou popsány normy a smluvní zajištění pro facility management. Krátce je také zmíněn historický vývoj tohoto oboru.

Kapitola týkající se energetického managementu jako jedné z částí komplexního oboru facility management se zabývá definováním základních pojmů, jako jsou vytápěná zóna, energetická bilance apod. Pozornost je dále ubírána směrem certifikačních systému budov, rovněž je také zmíněn a popsán pojem trvale udržitelný rozvoj.

Druhá část této práce je praktická. V její první části je podrobně popsáno 6 administrativních budov. Jejich popis se týká především použitých materiálů, půdorysných rozměrů a počtu podlaží, orientace ke světovým stranám apod. Pro každou budovu je zpracována tabulka místností, dále grafy celkových spotřeb energií (elektřina, teplo, voda) pro každý typ místností. Pro budovu s označením 6 jsou vypracovány grafy časového průběhu celkových spotřeb energií. Kapitola číslo 6 se věnuje benchmarkingu výše popsaných budov z pohledu energetické náročnosti. Jsou zde uvedeny hodnoty spotřeb energií pro všechny budovy v ucelené grafické podobě. Grafy zobrazují celkové hodnoty spotřeb energií, dále hodnoty vztažené k jednomu čtverečnímu, krychlovému metru a hodnoty na jednoho zaměstnance. Kapitola obsahuje popis jednotlivých grafů včetně zdůvodnění daných výsledků a návrhů vedoucí ke zlepšení těchto hodnot u budov, které dopadly ve srovnání nejhůře.

1.1. Cíle práce

- Přiblížení pojmů facility management, energetický management, benchmarking
- Analýza administrativních budov z hlediska energetické náročnosti
- Vytvoření základu databáze administrativních budov z pohledu spotřeb energií

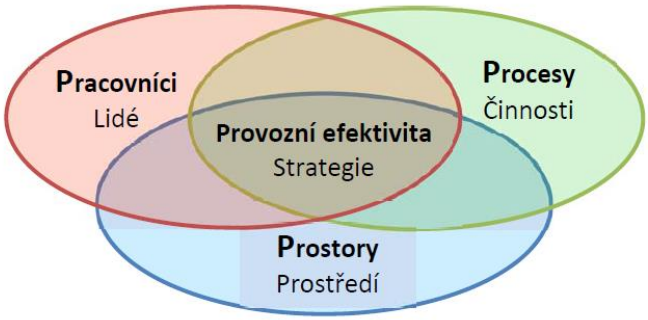
1.2. Metodika práce

- Komunikace se správci daných budov
- Sběr dat spotřeb energií nezbytných pro zpracování této práce
- Zpracování dat spotřeb energií v grafické podobě pomocí programu Excel

2. Facility management

Pojem facility management (FM) není v České republice příliš známý, přestože se s ním zde setkáváme téměř 20 let, proto je třeba ho v úvodu práce definovat a popsat. Definicí je po celém světě velké množství, téměř každý stát či region má svou vlastní definici. Pro účely této práce bude požita původní definice asociace IFMA(Internacional Facility Management Association), ta facility management definuje jako metodu, jak v organizacích vzájemně sladit pracovníky, pracovní činnosti a pracovní prostředí, která v sobě zahrnuje principy obchodní administrativy, architektury, humanitních a technických věd.[1] Od té se ostatní definice více či méně odlišují. Stejně jako definice dle ČSN EN 15221-1: Facility management představuje integraci činností v rámci organizace k zajištění a rozvoji sjednaných služeb, které podporují a zvyšují efektivnost její základní činnosti.[5]

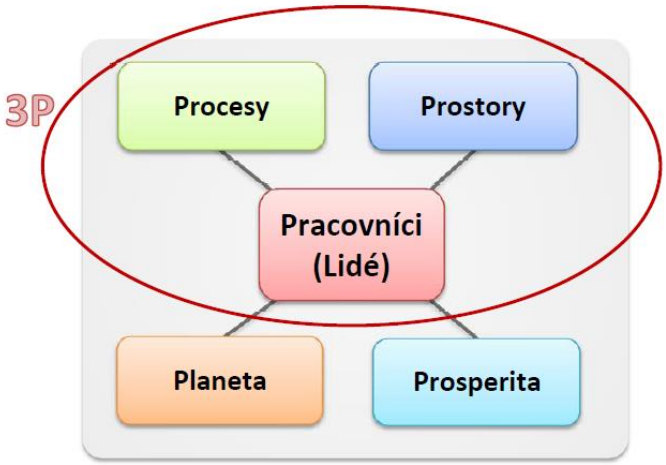
Facility management je v zásadě propojení tří oblastí řízení (managementu) **p**racovníků (lidských zdrojů), **p**rocesů (činností) a **p**rostoru (prostředí). Tento princip je prezentován jako 3P (viz obr1). Nejdůležitějším pojmem je v principu 3P prostředí, tedy prostor. Lidské zdroje a činnosti jsou totiž obsaženy ve všech oblastech managementu a řízení na rozdíl od již zmíněného prostoru, který figuruje v podobné pozici pouze u řízení podpůrných činností.



Obrázek 1 – „3P“ definice facility managementu [zdroj: 1]

Kromě definice 3P je v oblasti facility managementu často užívanou definicí metoda 5P, která rozšiřuje původní definici o 2 další oblasti. Tato definice dnes již nahradila starší a jednodušší definici 3P. Ve středu pozornosti se zde nachází člověk. Dvěma P oproti definici 3P je planeta a prosperita (viz obr2). Pod pojmem planeta se rozumí ekologická šetrnost objektu, tedy proces efektivního hospodaření a snižování spotřeby energií v objektu. Pojem prosperita ukrývá ekonomickou efektivnost. Pracovní prostředí, které facility manager vytvoří, musí být ekologicky šetrné, ekonomicky efektivní a zároveň maximálně komfortní (teplota, vlhkost, světlo, výměna vzduchu, čistota). Definice 5P propojuje 5

pojmů z různých manažerských odvětví, které díky vzájemnému spolupůsobení vytvářejí komfortní pracovní podmínky, při zajištění ekonomické i ekologické efektivnosti.



Obrázek 2 – „5P" definice facility managementu [zdroj: 1]

Z definic 3P a 5P plyne, že management podpůrných procesů je složitý interdisciplinární obor. Aby tento složitý proces fungoval, je třeba zajistit soulad následující prvků.

- architektura a stavební projektování, strukturální a materiálové inženýrství,
- interiérová architektura a optimalizace ploch,
- technická zařízení budov, integrované řízení TZB,
- tepelná technika budov, energetické bilance budov, materiálů a prvků, vzájemná interakce stavebních materiálů a jejich umístění v budovách,
- řízení přístupu a pohybu po budově (Informační systémy budovy),
- správu a údržbu budov a zařízení,
- inteligentní budovy a inteligentní stavební materiály,
- základy ekologie, zelené technologie, trvale udržitelné budovy a trvale udržitelné stavění,
- systémové řízení a teorii řízení, kybernetiku,
- CAD systémy,
- GIS systémy,
- Building Information Modelling a Enterprise Information Modelling,
- ekonomiku stavebnictví (financování a rozpočtování, klasifikace produkce), správu a údržbu budov,
- projektové řízení, rozvrhování kapitálu a feasibility studie,

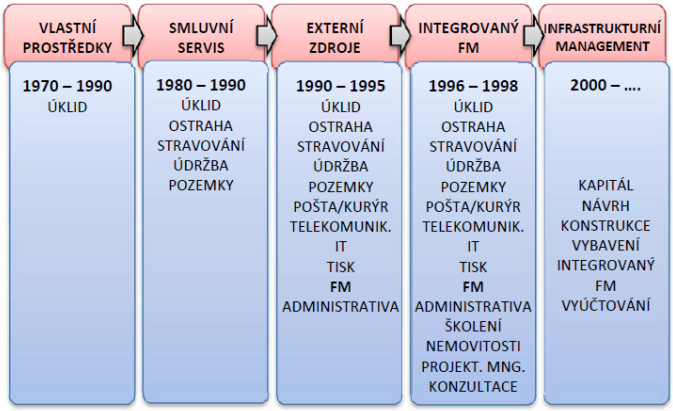
- obecnou ekonomii,
- informatiku a teorii informací a komunikační a informační systémy. [4]

Cílem facility managementu je zajistit bezchybný chod objektu, důraz je kladen na vytvoření takových pracovních podmínek, díky kterým budou pracovníci spokojenější a tedy i výkonnější. Mezi další cíle tohoto rychle se rozvíjejícího oboru patří: podpora integrace procesů různých služeb, zajišťení stálé komunikace (vertikální a horizontální), rozvíjení vztahů a partnerství mezi klienty/koncovými uživateli a dodavateli/poskytovateli služeb a podpora propojení mezi historickými skutečnostmi, stávajícím stavem a budoucími požadavky. [4]

2.1. Historie facility managementu

Facility manangement je poměrně novým odvětvím managementu. Vznikl na počátku sedmdesátých let ve Spojených státech a postupně se rozšířil do zbytku světa. Do Evropy se dostal v 90. letech a do české republiky přibližně před dvaceti lety.

V původní podobě se zásadně lišil od pojetí, jak jej známe dnes. Veškeré podpůrné činnosti byly realizovány za pomoci vlastních kapacit. V první fázi po zavedení (sedmdesátá až devadesátá léta) se jednalo pouze o úklidové práce. V osmdesátých letech k úklidu začali pomalu přibývat činnosti jako ostraha, stravování, údržba atd. Tyto činnosti již nebyly realizovány vlastními prostředky, ale jednalo se o smluvní servis. Po roce 1990 se poprvé začíná využívat outsourcingu v podobě, jak jej známe dnes. Činnosti, které řešili pomocí outsourcingu, byly opět ostraha, úklid a stravování, v této době už začínala hrát významnou roli výpočetní technika a telekomunikace. Počet služeb, který řešil facility management, neustále stoupal. Po roce 2000 sem již patří i činnosti jako správa kapitálu, vyúčtování a konstrukce budovy. [2] viz obr.3

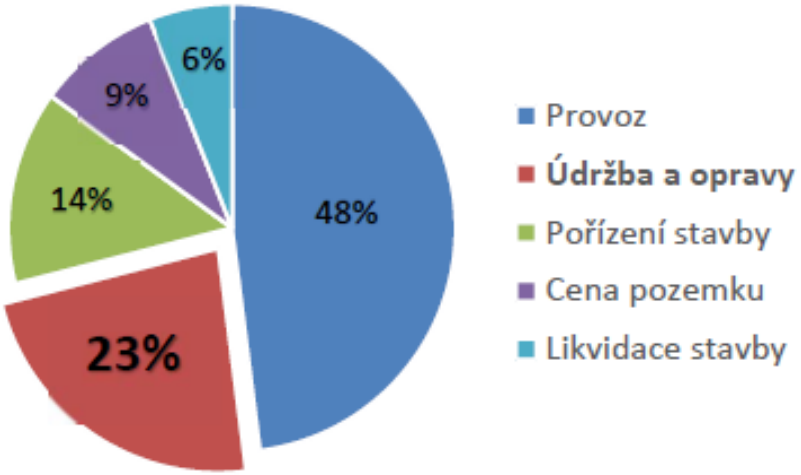


Obrázek 3 – Vývoj facility managementu v USA [zdroj: 2]

V České Republice se management podpůrných procesů začíná ve větší míře využívat až po roce 2000. Tento fakt zapříčinil zejména vstup zahraničních investorů na náš trh. Po roce 2007 již fungovala přibližně desítka společností poskytujících služby facility managementu. Dalším významným faktorem pro zavedení facility managementu u nás byl vznik organizace IFMA (International Facility Management Association). Česká Republika je první z postkomunistických zemí, kde tato organizace zavedla svou pobočku. [2]

2.2. Výhody a přínosy facility managementu

Zavedení facility managementu má pro provozovatele objektu řadu přínosů a výhod. Nejzásadnějším důvodem je úspora provozních nákladů a nákladů na údržbu a opravy budov. Ty dohromady tvoří velmi vysoký podíl z celkových nákladů životního cyklu stavby (viz. Obr.4).



Obrázek 4 – náklady životního cyklu stavby [zdroj: 1]

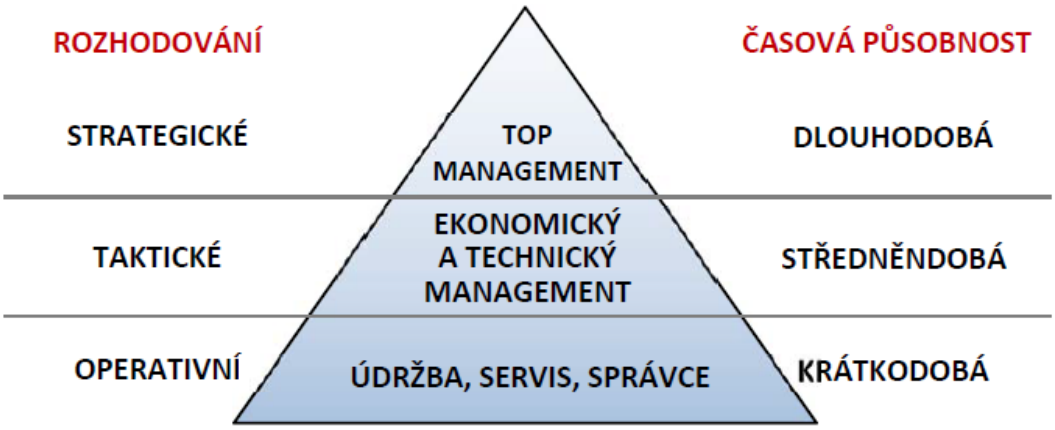
Úspora zavedení FM v krátkodobém horizontu (do jednoho roku) se pohybuje v rozmezí 5 – 15%, v horizontu dlouhodobém (několik let) dosahuje hodnot až 30%. Neméně podstatným bodem je snižování energetické náročnosti a tím dopadu na životní prostředí, což je v dnešní době velice důležité a často zmiňované téma nejen ve stavebnictví. [2]

Dalším důvodem pro zavedení managementu podpůrných činností je uvolnění kapacit hlavním činnostem podnikání, tedy přenesení odpovědnosti za podpůrné procesy. S tím souvisí zeštíhlení a zpřehlednění organizační struktury a tedy snížení počtu vlastních zaměstnanců. Důvodů týkajících se pracovního prostoru a jeho vybavení je také několik. Jedná se o zefektivnění využití ploch kancelářské techniky, snížení jejich poruchovosti a zrychlení reakční doby při poruše. Veškerá tato opatření přiná-

šejí zvýšenou možnost kontroly, jak prostorové, tak procesní a v neposlední řadě snížení nemocnosti- je vytvořeno čisté a zdravé pracovní prostředí. [4]

2.3. Úrovně facility managementu

Facility management se dělí do tří úrovní podle časové působnosti a úrovně rozhodovacích procesů na operativní (provozní), taktickou a strategickou úroveň (viz.obr.5). Rozdělení do těchto úrovní je efektivní, pouze pokud je zajištěna bezchybná komunikace a vzájemná provázanost. Dané rozdělení do dále popsaných úrovní definuje norma ČSN EN 15 221. [1]



Obrázek 5 – úrovně facility managementu [zdroj: 1]

Operativní (provozní) úroveň

Operativní úroveň je na nejnižším stupni pyramidy, časová působnost je tedy krátkodobá (dny, týdny, měsíce, čtvrtletí). Na této úrovni se nacházejí podpůrné procesy jako úklid, ostraha, provoz a údržba technologií, provoz helpdesku, stravování, poštovní služby,… Hlavním cílem facility managementu na této úrovni je vytvoření vhodného prostředí koncovým uživatelům. Tohoto požadavku je dosaženo prostřednictvím:

- monitoringu a kontroly dodávky služeb v souladu s SLA (Service level agreement) viz podrobněji dále,
- sběr relevantních dat pro vyhodnocení výkonů prováděných služeb,
- příjmu a vyhodnocení zpětných vazeb od koncových uživatelů,
- registrování nových požadavků na služby od koncových uživatelů,
- komunikace s poskytovateli služeb na provozní úrovni,
- pravidelné podávání hlášení a reporting na taktickou úroveň.[2]

Taktická úroveň

Taktickou úroveň řeší technický a ekonomický management s výhledem přibližně 1 roku, jeho úkolem je definovat a zavést strategické cíle organizace ve střednědobém horizontu. Těchto cílů je dosaženo prostřednictvím:

- implementování a monitoringem strategických směrnic,
- přípravou obchodních a strategických plánů,
- optimalizací používání zdrojů,
- definicí SLA a KPI (Key performance indicatiors) viz podrobněji dále,
- komunikace s poskytovateli služeb na taktické úrovni,
- řízením projektů, procesů a dohod,
- kontrolou BOZP,
- pravidelné podávání hlášení a reporting na strategickou úroveň.[2]

Strategická úroveň

Nejvyšší úroveň facility managementu, kde top management definuje dlouhodobé strategické cíle organizace, ve výhledu 3 – 5 let. Těchto cílů je dosaženo prostřednictvím:

- definování FM v souladu se strategií organizace,
- vypracování příručky pro prostor, majetek a, procesy a služby,
- iniciování SLA,
- vyhodnocováním KPI,
- analyzování podpůrných procesů na primární činnost organizace,
- celkového dohledu nad celou FM organizací.[5]

2.4. Insourcing a outsourcing podpůrných procesů

Řízení podpůrných činností může řešit organizace v zásadě dvěma způsoby a to insourcingem (zajištění podpůrných činností vlastními zdroji) nebo outsourcingem (zajištění externími dodavateli), možná je také kombinace těchto metod. Zatímco v řízení primárních procesů organizace je outsourcing téměř nevídaným pojmem, v oblasti řízení podpůrných procesů jde o velmi oblíbený způsob. [3]

Insourcingem rozumíme formu poskytování služeb, kdy jsou jak primární tak podpůrné činnosti zajišťovány vlastními zdroji organizace.

Silné stránky:

- přímé řízení,
- sdílení know-how s pracovníky v základní činnosti,
- rychlá a bezpečná komunikace uvnitř firmy,
- možnost zastupitelnosti pracovníky ze základní činnosti (mimořádná),
- snížení rizika vynesení citlivých informací,
- historická kontinuita,
- snazší řízení rizik provázáním s celopodnikovým systémem.[3]

Slabé stránky:

- vysoké personální náklady,
- neprůhledná nákladovost,
- menší přehled v moderních postupech,
- nutnost vzdělávání v non-core profesích,
- nejasnost kompetencí,
- nutnost držet personální rezervy,
- podceňování FM z nejvyššího managementu,
- malá ochrana FM úseku před tlaky na šetření.[3]

Pří zajišťování podpůrných činností externím dodavatelem rozumíme Outsourcing, jehož hlavní výhodou je uvolnění vlastních kapacit pro primární činnost organizace. Outsourcing je znám ve dvou variantách a to částečný (např. IT služby, kdy organizace vlastní pouze HW a SW, ale provoz řeší jiná organizace) a komplexní outsourcing (komplexní zajištění včetně provozu). Při implementaci ousourcingu je nutné vytvořit hodnotící kritéria výkonu (KPI). [3]

Silné stránky:

- snížení vlastního počtu pracovníků,
- vysoká profesionalita v FM profesích – sledování nejnovějších trendů,
- efektivnější využití drahé techniky,
- smluvně vyjasněné kompetence,
- přehledné náklady za FM,
- odpadá nutnost vzdělávání v oboru,
- vedení vnímá význam FM.[3]

Slabé stránky:

- komunikace pracovníků odlišných firem – klient x poskytovatel,
- slabší kontrola rizik,
- často nedostatečná specifikace potřeb,
- nepřímé monitorování jednotlivých úkonů.
- zvýšené nároky na kvalitní komunikaci mezi facility managery klienta a poskytovatele[3]

Outsourcing má řadu silných i slabých stránek, je tedy důležité u každé činnosti zvážit, zda se vyplatí ousourcovat. Jako základní vodítko při tomto rozhodování slouží obr.č.6, kde je patrné, že činnosti, které jsou pro tento způsob vhodné jsou ty běžné, ať už se opakují často nebo přicházejí zřídka. Naopak činnosti, které jsou specifické a vyžadují individuální přístup, je vhodnější zajistit vlastními zdroji. V současnosti je stále využívanějším tzv. Multisourcing. Jedná se o outsourcing založený na novém myšlení, zahrnující komunikaci, interakci, monitorování funkcí jak uvnitř tak vně organizace. [4]

Obrázek 6 – činnosti, které je vhodné ousourcovat [zdroj: 4]

Outsourcinng do organizace vystupuje ve třech úrovních.

První úroveň je taktická, na této úrovní organizace pracuje, pokud má v dosavadním systému outsourcingu určitý problém a hledá jeho rychlé a efektivní řešení. Může se jednat např. o problémy v oblasti lidských zdrojů, ve finanční oblasti nebo v kvalitě poskytovaných služeb. Organizace požaduje kvalitnější službu za méně peněz. Sleduje se okamžitá úspora nákladů, eliminace budoucích investic a v neposlední řadě ulehčení přetížených zaměstnanců. Taktická úroveň tedy zefektivňuje současný systém outsourcingu. [4]

Další úroveň je strategická, ta na rozdíl od úrovně taktické nehledá rychlé řešení, ale dlouhodobou spolupráci mezi provozovatelem a poskytovatelem FM služeb, která uspokojí obě varianty. Vztah mezi dodavatelem a odběratelem se zde mění na partnerství. [4]

Jako poslední je úroveň transformační, ta nezůstává v zaběhlé struktuře organizace, ale hledá a pomáhá budovat její novou tvář a strukturu. [4]

Metody zefektivnění outsoursingu

Outsourcing je v případě managmentu podpůrných činností velmi oblíbeným způsobem jejich zajišťování. Existuje několik základních způsobů, jak je možné tento způsob zefektivnit, ty budou dále podrobně popsány.

První z metod zefektivnění outsourcingu je tzv. Offshoring. Jedná se o stejný princip jako v případě outsourcingu, daná aktivita je ovšem vyčleněna do jiné země. To má samozřejmě řadu výhod jako např: [2]

- nižší ceny vstupů,
- daňová optimalizace,
- pracovní doba,
- nedostupnost technologií v dané zemi.[3]

Ofshoring lze dělit na průmyslový a obchodní. Pojem Onshoring určuje outsourcing v rámci jedné země v poměrně malé vzdálenosti od odběratele. Pojem nearshoring vymezuje spolupráci mezi offshoringem a onshoringem. V praxi se jedná o export práce do blízkých zemí. Výhodou tohoto systému je kombinace nízkých nákladů práce a geografické vzdálenosti. [2]

Další velmi oblíbenou metodou jsou Centra sdílených služeb (CSS). Nejčastěji jde o zákaznické linky či reklamační oddělení, které poskytují tyto služby více organizacím. Hlavními výhodami tohoto systému jsou:

- vyšší efektivita a kvalita služeb,
- standardizace procesů,
- optimalizace investic. [2]

2.5. Smluvní zajištění a normy ČSN EN pro facility management

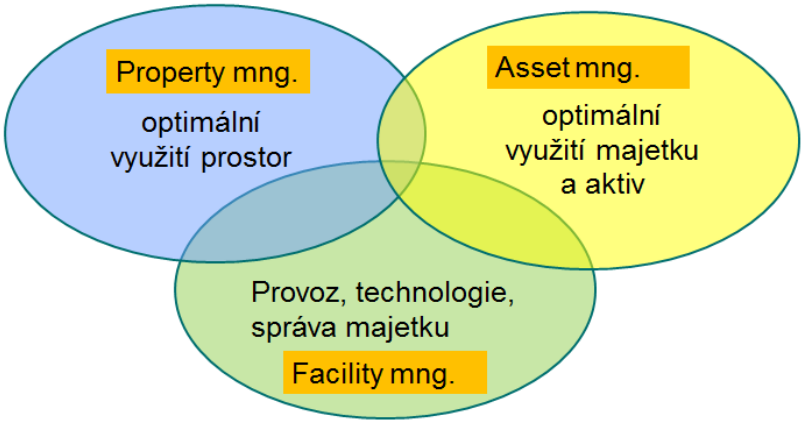
Norma ČSN EN 15221 představuje významný krok k začlenění České Republiky do sjednoceného evropského trhu v oblasti managementu podpůrných služeb. Norma má sedm částí (ČSN 15221-1 – ČSN EN 15221-7). [2]

Číslo normy	Název části normy	Rok vydání
EN 15221 -1	Termíny a definice	2007 (akt. 2014)
EN 15221 – 2	Návod na přípravu smluv o facility managementu	
EN 15221 - 3	Návod na kvalitu ve facility managementu	2012 (akt. 2014)
EN 15221 – 4	Taxonomie, klasifikace a struktury ve facility managementu	
EN 15221 – 5	Návod na procesy ve facility managementu	
EN 15221 – 6	Měření ploch a prostorů ve facility managementu	
EN 15221 – 7	Směrnice pro benchmarking výkonnosti	2013 (akt. 2015)

Obrázek 7 – seznam částí normy ČSN EN 15221 [zdroj: 2]

ČSN EN 15221-1 Termíny a definice v oblasti FM

První norma se zabývá termíny a definicemi v oblasti FM a poskytuje přehled o jeho rozsahu. Znění definice dle ČSN EN 15221-1: Facility management představuje integraci činností v rámci organizace k zajištění a rozvoji sjednaných služeb, které podporují a zvyšují efektivnost její základní činnosti.[2] Norma dělí FM do tří oblastí. Viz obr č. 8.



Obrázek 8 – oblasti facility managementu[zdroj: 2]

Property management se zabývá optimálním využití prostoru. Cílem této části FM je vytvoření takových prostorových podmínek, které nejlépe vyhovují požadavkům majitelů objektu. Jsou zde obsaženy prvky provozní, ekonomické, fyzické i psychické.

Asset management je nástroj optimalizace, který vede k dosažení organizačních cílů. Týká se správy majetku investic zařízení a vybavení.

Facility management představuje integraci činností, které zajišťují a rozvíjí podpůrné služby. Cílem je zajistit zvýšení efektivity primárních činností organizace. [2]

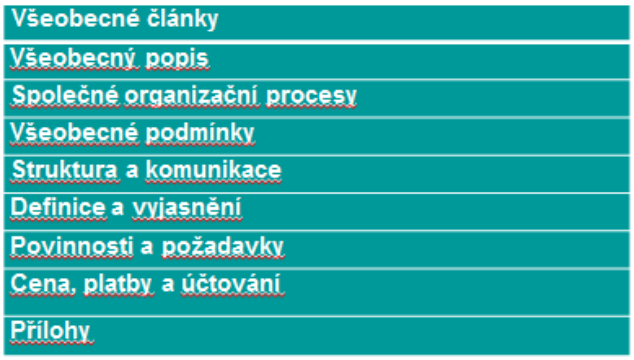
ČSN EN 15221-2 Návod na přípravu smluv ve facility managementu

Druhá část normy popisuje návod pro sestavení efektivní smlouvy pro poskytování podpůrných služeb, smlouva je tedy uzavřena mezi poskytovatelem FM služeb a klientem. Předmětem služby podle FM smlouvy jsou opakující se typy činností s trváním delším než jeden rok, které podporují základní činnost klienta. Smlouvy jsou uzavírány pro jakýkoli typ pracovního prostředí. Příprava smlouvy podléhá danému postupu. První fáze je fáze přípravná, kde se definují cíle a služby, které budou zajišťovány poskytovatelem. Další fáze se nazývá předkvalifikační a výběrová. V této fázi se stanovují výběrová kritéria, která se dále uveřejňují. Samozřejmě za poskytnutí nezbytných informací potenciálním dodavatelům. Následuje fáze výběrová a jednací, kde se připraví konkrétní podoba smlouvy včetně dokumentace k výběrovému řízení, na konci této fáze se již vybere nejlepší uchazeč, pro poskytování FM služeb. Poslední fází je detailní příprava smlouvy, která je poté podepsána. Struktura takové smlouvy má jasné body, které musí obsahovat. Viz obr.10. [2]

Všeobecné články
Obecný popis
Požadavky na základní činnosti
Obecné podmínky
Obecné předpisy
Podmínky ukončení
Všeobecné závazky klienta
Všeobecné povinnosti poskytovatele FM-služeb
Přesun zaměstnanců
Časový horizont a hlavní termíny
Smluvní cena, platby a účetní evidence
Změny smlouvy
Selhání smluvní strany
Audit
Rizika a zodpovědnosti
Pojištění
Vyšší moc
Rozpory a řešení rozporů (urovnání) postupy a metody
Obměna investičního majetku a projektová činnost

Obrázek 10 – struktura FM smlouvy [zdroj: 3]

Service level agreement (SLA) – dohoda o úrovni poskytovaných služeb definuje rozsah, úroveň a intenzitu poskytování služeb. Struktura dohody o poskytování služeb FM je o poznání jednodušší než smlouva předchozí. Viz obr. Č 11



Obrázek 10 – struktura SLA [zdroj: 3]

ČSN EN 15221-3 Návod na kvalitu ve facility managementu

Třetí část normy ČSN má za cíl poskytnout návod, jak zlepšit a měřit kvalitu podpůrných služeb. Úroveň služby se označuje zkratkou SL (sevice level) a určuje klientem vytvořené požadavky na kvalitu. Parametry, které SL řeší, lze rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou tzv. Objektivní (tvrdé) parametry, kam patří skupiny fyzických (mechanické, tepelné,…), časových (přesnost, spolehlivost,…), funkčních (spolehlivost zařízení) a finančních (cena, náklady,….) parametrů. Druhá skupina je obtížněji měřitelná. Jedná se o subjektivní (měkké) parametry. Sem patří senzorické (vůně, chuť, čich, zrak, sluch), ergonomické (fyziologie, bezpečnost) parametry a chování (zdvořilost, poctivost,….). [2]

Smlouva SLA popsána výše, již představuje SL akceptovaný oběma smluvními stranami. Součástí SL jsou specifikované služby, jejich rozsah, časové trvání…., dále požadavky na personál a reporting. SL rozlišuje dva druhy požadavků a to požadavky na vstupu a požadavky na výstupu. V případě požadavků na vstupu je klientem určen přesný postup při dodávce FM služeb a klient tedy přebírá riziko. U požadavků na výstupu klient pouze určí, čeho a k jakému datu má být dosaženo, riziko je tedy na straně poskytovatele. [2]

Ukazatel, kterým klient hodnotí úroveň poskytovaných služeb, se nazývá Key performance indicator (KPI). Jeho cílem je vytvoření objektivních a subjektivních parametrů (charakteristik) pro hodnocení.

ČSN EN 15221-4 Taxonomie, klasifikace a struktury ve facility managementu

Čtvrtá část normy 15221 nahlíží na facility management jako na produkt, který lze standardizovat a měřit. Tato část normy také přináší přehled hlavních FM produktů a zavádí jejich označení a hlavní

parametry. ČSN EN 15221-4 dělí produkt FM do dvou skupin. Do první skupiny s názvem lidé a organizace (měkké služby) patří:

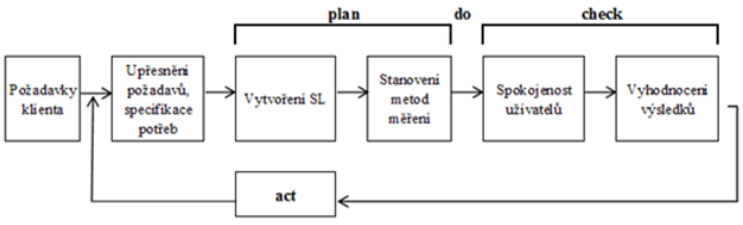
- zdraví, ochrana a bezpečnost - bezpečnostní management, přístupové systémy, požární ochrana a prevence,
- péče o uživatele objektů - sekretářské a recepční služby, help desk, stravování, pracovní oděvy,
- ICT - správa a podpora PC, datové a tel. sítě, IT bezpečnost,
- logistika – vnitřní pošta, tisky, vozový park, skladování… [2]

Skupina druhá s názvem prostor a infrastruktura (tvrdé služby) se zabývá správou a údržbou objektu. Do této skupiny managementu podpůrných procesů patří:

- ubytování - návrh a konstrukce, správa, údržba, renovace,
- pracoviště - návrh a ergonomie pracoviště, stěhování, vybavení,
- technická infrastruktura – energetický management, provoz a údržba TZB, odpadové hospodářství, osvětlení,
- úklid – úklid, čištění, mytí oken, venkovní úklid a zimní služby. [5]

ČSN EN 15221-5 Návod na procesy ve facility managementu

Cílem této části normy je vytvoření návodu pro obě zúčastněné strany (poskytovatel, klient). Dále norma specifikuje vazbu mezi procesy a kvalitativním cyklem PDCA. Cyklus PDCA – plan, do, chech, atc (plánuj, dělej, kontroluj, jednej) viz obr č. 12 je proces, při kterém dochází k optimalizaci a neustálému zlepšování kvality poskytovaných služeb. [5]

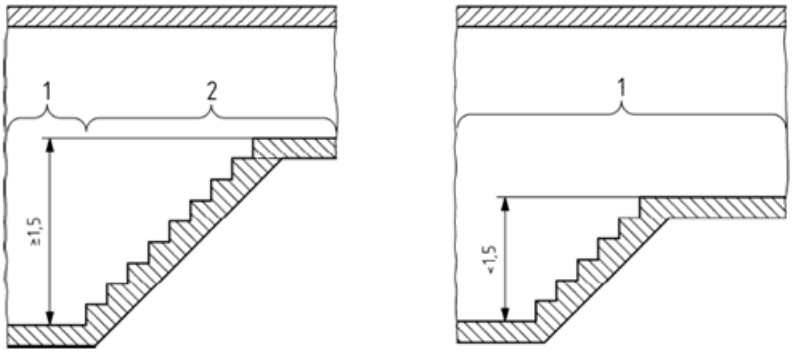


Obrázek 11 cyklus PDCA [zdroj: 3]

ČSN EN 15221-6 Měření ploch prostorů ve facility managementu

Cílem této normy je vytvoření jednotného standardu v měření ploch a prostorů. Tento systém není v EU standardizován. Při uzavírání smlouvy o poskytování FM služeb je nutné vyřešit drobné odchylky

v měření prostor (např: zda schodiště patří k ploše jednoho či druhého podlaží, zda se výška místnosti měří ke sníženému podhledu či k výšce stropní konstrukce atd). viz obr 12.



Obrázek 12 příklad rozdílného měření ploch [zdroj: 3]

ČSN EN 15221-7 Směrnice pro benchmarking výkonnosti

Sedmá a poslední část se zabývá benchmarkingem výkonosti. Velká část praktické části práce se zabývá benchmarkingem z pohledu energetické náročnosti, proto bude podrobněji popsán v kapitole 4.

2.6. Údržba budov

Jedním z hlavních cílů organizací poskytující FM služby je zajištění bezproblémového chodu spravované nemovitosti. Údržba budov je velmi důležitým bodem z hlediska výdajů, jedná se o druhý nejvyšší výdaj, na prvním místě jsou mzdy zaměstnanců. Metodu, jak tyto náklady snížit, je tzv. všeobecná údržba, ačkoli je díky ní možné předejít nákladným a časově náročným opravám, bývá často přehlížena. Díky této údržbě je ovšem možné zajistit maximální efektivitu budovy při minimálních výdajích. Pro efektivní zavedení systému všeobecné údržby je nutné stanovit normy, sestavit její program a rozpočet.

Přístupy k řešení údržby

K údržbě budov je možné přistupovat několika způsoby.

Prvním ze způsobů zajištění chodu budovy je reaktivní údržba. Jedná se o způsob, kdy provoz budovy pokračuje, dokud nedojde k závažné poruše, či selhání systému. Nejsou zde prováděny žádné preventivní prohlídky ani kontroly. Při kolapsu nastává nutný okamžitý zásah, na který má facility manager velmi krátký čas pro rozhodování a výběr nejvhodnějšího řešení vzniklé situace. Takové řešení je tedy z dlouhodobého hlediska ekonomicky nevýhodné. [3]

Dalším ze způsobů, jak přistupovat k údržbě budovy je preventivní údržba. Při tomto způsobu je vypracován harmonogram činností, které vedou k detekci možného vzniku problému. Harmonogram vychází z doporučení výrobce. Cílem je zajištění dlouhé životnosti a spolehlivosti kontrolovaných zařízení. Ekonomická výhodnost je v tomto případě z dlouhodobého hlediska vyšší než v případě údržby reaktivním způsobem. Jedná se o úsporu 12 – 18%. Pravidelné prohlídky identifikují současné nebo potenciální problémy v oblasti bezpečnosti a zdraví, dále práce, které se budou vykonávat v příštím rozpočtovém období a pracovní síly a materiál pro tyto práce. Pro zvýšení efektivity preventivní údržby je vytvořen manuál údržby. [3]

Prediktivní údržba je třetí variantou, jak přistoupit k údržbě budovy. Ta je založena na provádění průběžných měření a analýz, které vedou k upozornění na začínající degradace zařízení. Oproti preventivní údržbě nejsou prováděny kontroly, které nejsou potřeba a tím dochází ke snížení nákladů. Pořizovací náklady zavedení tohoto systému jsou samozřejmě vyšší, ovšem z dlouhodobého hlediska je ekonomická výhodnost na straně prediktivní údržby (8 – 12 %). Nejvyšší náklady představuje investice do měřících a diagnostických zařízení, dále je třeba zaškolený personál, který data vyhodnocuje.[2]

2.7. Space management

Jak již bylo řečeno facility mamangement tvoří tři oblasti řízení (pracovníci, procesy a prostor). Právě prostor je oblast, která se na rozdíl od dalších dvou oblastí vyskytuje pouze v managementu podpůrných procesů, proto bude dále podrobně popsán. [3]

Požadavky na pracovní prostor vycházejí z nařízení vlády č. 361/2007 Sb., které stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci. Toto nařízení dále upravuje norma ČSN 73 5305 Administrativní budovy a prostory. [3]

Hlavními činnostmi space managementu jsou optimalizace využití jednotlivých prostor, sledování nákladovosti v přepočtu na jednotku plochy, na osobu, na organizační jednotku, pronájem a zařízení obsazenosti, renovace či přestavba a stěhování. Cílem space managementu je zajištění pozitivního vlivu na motivaci, spokojenost a výkonnost pracovníků a tím zvýšení výkonnosti organizace. [5]

Systémy uspořádání pracoviště

Systémů, jakými lze uspořádat pracovní prostředí je celá řada, ty nejvyužívanější budou nyní podrobně popsány.

Buňkové kanceláře (single office) se dále dělí na individuální, sdružené a společné. V případě individuální kanceláře má každý pracovník svou oddělenou kancelář, u sdružené jsou v jedné místnosti dva

lidé a v případě společné buňkové kanceláře 3 – 10 lidí. Výhodami tohoto systému jsou: možnost koncentrace na práci, individuální nastavení teploty vzduchu, větrání osvětlení a dostatek soukromí pracovníků. Slabé stránky je pocit izolace a tento systém není vhodný pro práci využívající týmovou spolupráci. [2]

Velkoplošné kanceláře (open space) o rozměrech nad 400 m^2 jsou pro týmovou práci velmi vhodné, vedoucí pracovník má také lepší přehled o svých podřízených. Tento systém také přináší maximální flexibilitu a variabilitu ve využití prostoru. Dalším přínosem je zde úspora nákladů. Systém má ovšem řadu nevýhod. Mezi hlavní patří nedostatek soukromí a koncentrace na práci, systém nedovoluje individuální nastavení teploty vzduchu, světla atd., dále nepřináší dostatečné množství denního světla v centrálních oblastech prostoru. [3]

Kombinované kanceláře jsou v podstatě kombinací výše uvedených systémů. Jedná se o rozdělení prostoru na jednotlivé pracovní oblasti. Na jedné straně se nachází multifunkční oblast, kde je možná intenzivní týmová spolupráce, na straně druhé jednotlivé pracovní oblasti, kde má každý pracovník dostatek soukromí na práci na svěřeném úkolu. Tento systém tedy přebírá kladné stránky výše popsaných variant. Ovšem nevýhodou je opět nedostatek denního světla v centrální oblasti (nejčastěji jde o multifunkční zonu). [4]

Flexibilní kanceláře představují systém sdílení pracovního prostoru. Patří sem Hot desking, kde se o jeden stůl dělí více lidí. Úspora nákladů oproti standartním systémům je až 30%. Hotelling představuje systém rezervace volných pracovních míst pro dané pracovníky. Systém touchdown slouží pro krátkodobé použití pracovního místa. [4]

Podmínky pracovního prostředí

Tyto podmínky vycházejí z normy ČSN 73 5305 Administrativní budovy a prostory. Podmínky jsou kladeny zejména na minimální plochy prostory, mikroklimatické podmínky, osvětlení hluk a barvy pracovního prostředí. Všechny tyto podmínky mají vliv na motivaci zaměstnanců a tím zvyšují efektivitu práce, dále budou jednotlivé kategorie popsány podrobněji.

Minimální podlahová nezastavěná plocha pro jednoho pracovníka je pří denním osvětlení 2 m^2, pokud není zajištěn přísun denního světla a osvětlení je zajištěno pouze umělým svítidlem, je tato plocha 5 m^2. Požadavky na minimální světlou výšku jsou vázány na plochu místnosti. Do plochy 20 m^2 je minimální světlá výška 2,5 m, do 50 m^2 2,6 m, do 100 m^2 2,7 m, do 2000 m^2 3,0 m a nad 2000 m^2 je tato hodnota 3,25m. Podmínky kladené na minimální objemový prostor na jednoho pracovníka se opět dělí dle přítomnosti/nepřítomnosti denního osvětlení. V případě osvětlení pracoviště denním

světlem je pro práci vykonávané v sedě minimální prostor 12 m^3, pro práci ve stoje 15 m^3 a pro těžkou manuální práci 18 m^3. Pokud denní světlo není k dispozici, tyto hodnoty se zvyšují z 12 m^3 na 20 m^3, z 15 m^3 na 25 m^3 a z 18 m^3 na 30 m^3. Minimální šířka chodby je dle normy 1600 mm (pro vedlejší komunikace je to 1200 mm a pro budovy, kde je počítáno s větší návštěvností 2400 – 3000 mm). Šířka schodišťového ramene musí být minimálně 1200 mm a šířka průchodu na pracovišti (např. mezi stoly) 1000 mm. [4]

Mikroklimatické podmínky udávají hodnoty pro vlhkost vzduchu, která se musí držet mezi hodnotami 40 – 60%, dále teplotní podmínky, podle kterých musí být v kancelářských prostorách dosažena teplota v rozmezí 20 – 23 stupňů celsia v zimních měsících a v letních 23 – 26 stupňů. Koncentrace oxidu uhličitého musí být dlouhodobě udržována pod hranicí 1500 ppm. Podmínky pro osvětlení udávají intenzitu světla pro kancelářské práce přibližně 500 lx, úhel mezi rovinou očí a zdrojem světla musí být vyšší než 30 stupňů. Osvětlení musí mít správný směr, stálou intenzitu, je tedy třeba zajistit eliminaci stínů a kolísání světelného zdroje. Barva umělého osvětlení musí ideálně napodobit barvu přirozeného světla. [4]

Velmi důležité je správné použití barev, to přináší příznivé působení na psychiku, navozuje pracovní pohodu, barvy rovněž usnadňují a urychlují orientaci a mohou také zvyšovat produktivitu práce. Na příklad pro zasedací místnosti je vhodné použití barev jako je červená, oranžová a žlutá, které pozitivně stimulují aktivitu pracovníků. Pro úřady je vhodné využít studené barvy na příklad zelenou a modrou, které vyvolávají pocity odpovědnosti a seriózności. Pro prostory bank je nevhodnější požít bílou, či béžovou barvu, která působí klidně a zodpovědně. [4]

2.8. Provoz technologií

Technologie se v budovách objevují stále ve větší míře a je jim přikládána stále větší důležitost, zejména díky hospodaření s energiemi a jejich úspoře. TZB (technická zařízení budov) je soubor profesí a zařízení souvisejících se stavebnictvím. Tato zařízení utvářejí vnitřní prostředí stavby a umožňují navýšení komfortních podmínek zaměstnanců, což vede k vyšší produktivitě práce. Patří sem instalace - vytápění, vzduchotechnika, klimatizace, chlazení, rozvody plynu, vody, kanalizace, centrální vysavače… Dále elektrotechnické rozvody – silnoproud a slaboproud, hromosvody, datové a telefonní rozvody, zabezpečovací technika, měření a regulace, a další technická zařízení jako osvětlení, výtahy, inteligentní systém větrání atd. [2]

Zkoušky a revize

Každé zařízení TZB podléhá pravidelným kontrolám a revizím, které se dělí dle druhu, stáří a stavu daného zařízení, pro příklad budou dále popsány vzduchotechnická zařízení a výtahy.

Vzduchotechnika je v objektech instalována pro distribuci vzduchu, zajišťuje přívod a odvod vzduchu z větraného interiéru. Větrání rozlišujeme přirozené (okny a šachtami), kombinované, kde je buď přívod vzduchu přirozený a odvod nucený (používá se v místnostech se silným znečištěním) nebo opačně (v kancelářích). Poslední možností větrání je nucené, které zajišťuje přívod i odvod vzduchu ventilátory.

Zkoušky pro vzduchotechnické jednotky jsou:

- zkouška chodu,
- zaregulování výkonových parametrů (průtoků vzduchu),
- měření hluku ze vzduchotechnických zařízení,
- do větraných prostor, tj. uvnitř stavby (např. vytypované místnosti: studovny, byty, operační sály atd.),
- do venkovního prostředí, tj. vně stavby (ve dne a v noci po 22.00 h), např. na fasádě obytného domu (vše po dohodě s hygienikem),
- prohlídky požárních klapek a požárních ventilátorů (podle ČSN 70 0872 a dodavatelských směrnic). [4]

Mimo předepsaných zkoušek jsou dále zkoušky dohodnuté, kam patří:

- měření a kontrola mikroklimatických parametrů,
- zkouška obrazu proudění vzduchu,
- zkouška podtlaku nebo přetlaku,
- zkouška těsnosti vzduchovodů,
- měření koncentrací škodlivin,
- měření koncentrací nebezpečných hořlavých aerosolů, plynů, par a prachů,
- měření vibrací,
- měření přítomnosti mikroorganismů. [4]

Výtahy se dělí dle data, kdy byly uvedeny do provozu. V ČR je 58 000 výtahů, které se řídí pravidly pro výtahy zprovozněné před 1. Lednem 1993 (nejrizikovější skupina), 9000 výtahu, které byly zprovozněné v období mezi 1. Lednem 1993 a 1. říjnem 1999 a 21000 výtahů, které byly uvedeny do provozu po 1. Říjnu 1999.

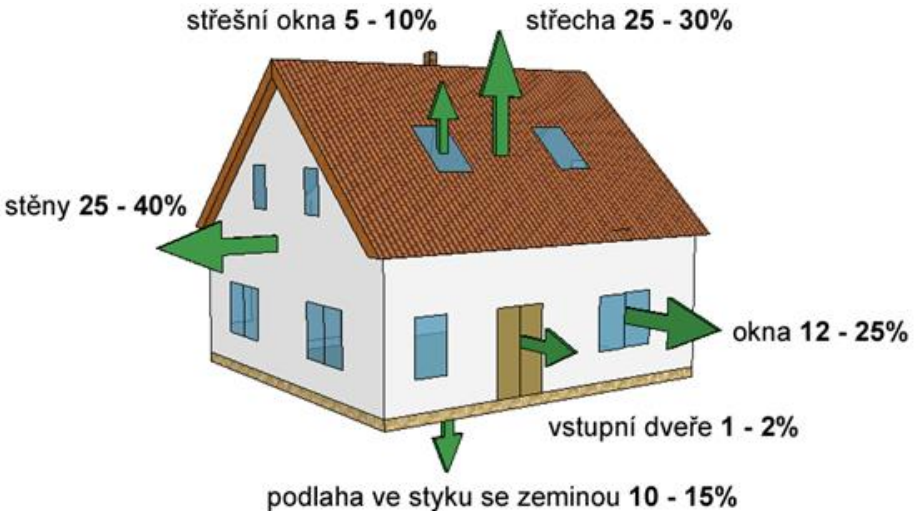
Zkoušky, které se u výtahů provádějí:

- zkouška po opravě,
- pracovníkem servisní firmy,
- odborná zkouška,
- zkušební technik,
- výtahy určené pro dopravu osob nebo osob a nákladů - 3 roky ,
- výtahy určené pouze pro dopravu nákladů a malé nákladní výtahy - 6 let,
- inspekční prohlídka,
- uvedené do provozu před 1993 - 3 roky,
- uvedené do provozu před 1999 - 6 let,
- uvedené do provozu po 1999 - 9 let,
- zkouška po podstatných změnách,
- shodu provedených změn s platnými předpisy,
- přezkoušet funkci jednotlivých částí. [4]

3. Energetický management budov

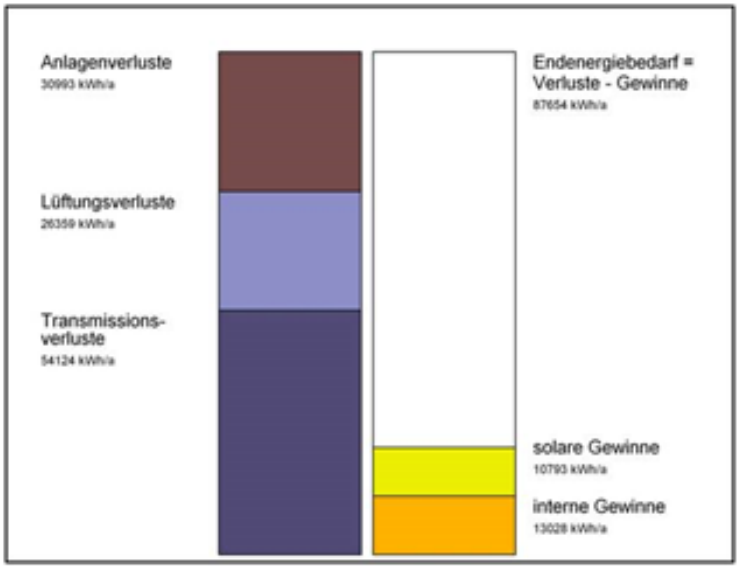
Energetický management je nedílnou součástí facility managementu, jehož cílem je optimalizace výroby, dodávky a celkové spotřeby energií a médií. Těchto cílů je dosaženo za pomoci zlepšování tepelně technických vlastností budov, efektivity provozů, využití obnovitelných zdrojů, maximální využití tepelných zisků, apod. [2] Energetický management je definován jako soubor opatření, jejichž cílem je efektivní řízení a snižování spotřeb energií. Oblíbenou definicí je také ta, které EM definuje jako uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování energetického hospodářství. Důvody, proč je EM stále diskutovanějším tématem je zejména omezenost zdrojů (klesající zásoby neobnovitelných zdrojů energie), environmentální aspekty, energetická závislost a energetická bezpečnost. [6] Energetická náročnost budov je velice důležité téma, jelikož se stavbami je spojeno přibližně 40 % celkové spotřeba energií ve vyspělých zemích. [6]

Pro účely této práce je nezbytné definovat základní pojmy pojící se s energetickou náročností budov. Prvním pojmem je vtápěný prostor. Jedná se o prostor nebo místnost vytápěný na požadovanou teplotu, základní jednotkou je tedy jedem metr krychlový. Vytápěná zóna, dělí vytápěný prostor na několik částí se zanedbatelným rozdílem teplot. U rodinného domu se téměř vždy setkáváme s jedinou vytápěnou zónou, ve větších objektech jako je škola, administrativní budova, výrobní hala je zón několik. Výpočtové období udává časový úsek pro výpočet tepelných ztrát, zisků a stanovení energetické bilance. Ztráta prostupem tepla je tepelná ztráta vzniklá prostupem vodorovné nebo svislé konstrukce, či zeminou. Viz obr. 13. [7]



Obrázek 13 procentuální podíly tepelných ztrát prostupy konstrukčních prvků [zdroj: 7]

Tepelné zisky rozlišujeme na zisky od osob a zisky vzniklé vytápěním. Potřeba konečné energie udává množství dodané energie pro vyrovnání energetické bilance. Energetická bilance je rozdělena do dvou sloupců (tepelné ztráty a tepelné zisky) viz obr č 12. Do tepelných ztrát se započítávají ztráty větráním, ztráty způsobené prostupem konstrukcí a ztráty způsobené netěsnostmi topné soustavy. Ve sloupci tepelných zisků vidíme tepelné zisky od osob a solární tepelné zisky. Bilanci vyrovnává dodaná energie.



Obrázek 14 Prvky energetické bilance [zdroj: 7]

S energetickou bilancí úzce souvisí pojem energetická účinnost. Ta je definována jako množství energie skutečně spotřebované nebo předpokládané pro splnění různých potřeb spojených se standardizovaným užíváním budovy. [7]

3.1. (Trvale) udržitelný rozvoj

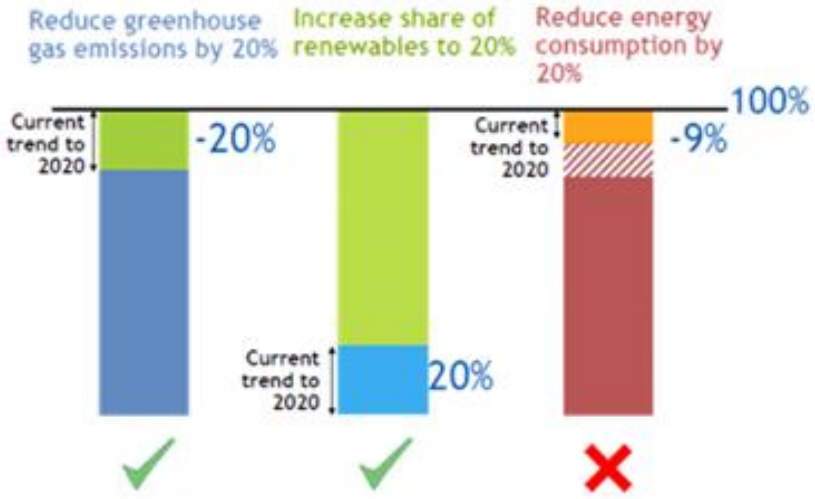
Trvale udržitelný rozvoj je definován jako takový způsob rozvoje, který uspokojuje potřeby přítomnosti, aniž by oslaboval možnosti budoucích generací naplňovat jejich vlastní potřeby. Evropský parlament TUR definuje jako zlepšování životní úrovně a blahobytu lidí v mezích kapacity ekosystémů při zachování přírodních hodnot a biologické rozmanitosti pro současné a příští generace.[10] V poslední době se upouští od slova trvale v názvu tohoto pojmu. Je to především z důvodu, že se v definici hovoří pouze o současné a budoucí generaci, není zde tedy možnost ovlivnit generace za delší období.

Za položení základního kamene v této oblasti považujeme založení Římského klubu v roce 1968. Tento klub řešil (a dodnes řeší) globální otázky týkající se nebezpečí extrémního hospodářského růstu,

uvádí také, že lidstvo stojí před vyčerpáním přírodních zdrojů. Do podvědomí širší veřejnosti se klub dostal zejména díky své zprávě s názvem Meze růstu. V roce 1972 proběhla také konference OSN, která se týkala zejména tématu prostředí člověka a řešila se zde otázka působení ekonomického růstu na stav planety. V roce 1992 proběhla v Rio de Janeiru konference o životním prostředí a rozvoji. Zde byla sepsána tzv. Agenda 21m která definuje 27 zásad trvale udržitelného rozvoje. [10]

Trvale udržitelný rozvoj je rozdělen do tří základních pilířů: environmentální, sociální a ekonomický. Je možné se setkat i s definicí, která sociální pilíř dále dělí na sociální a kulturní.

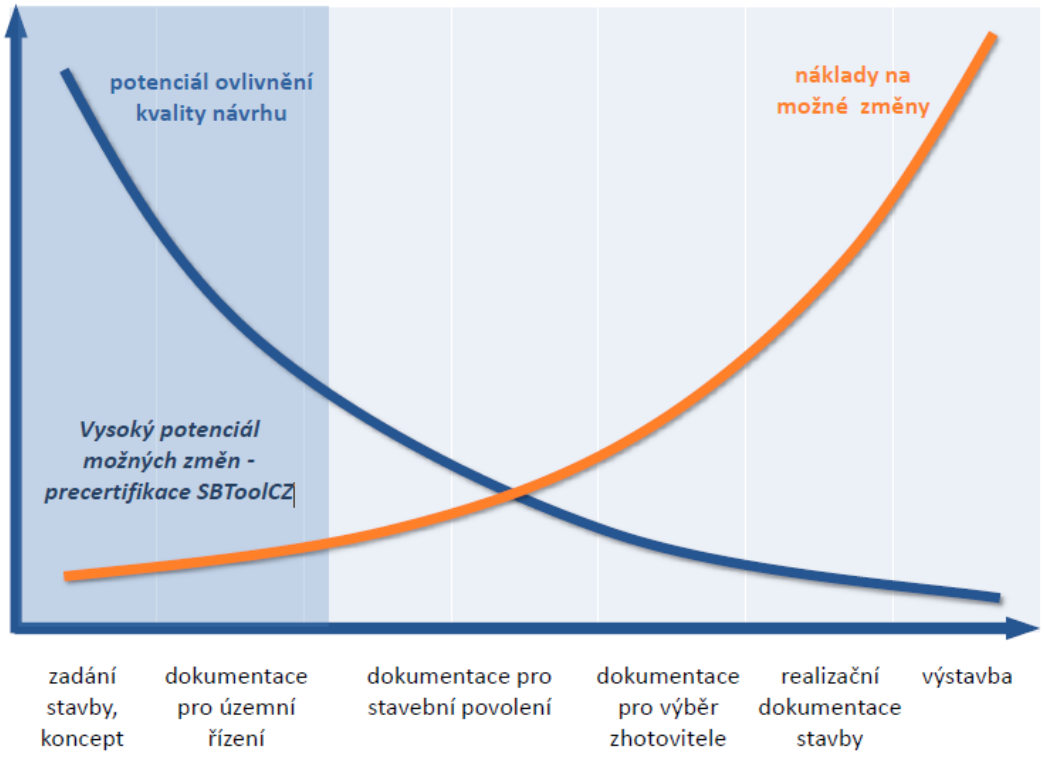
S pojmem TUR souvisí strategie EU 20-20-20. Jedná se o soubor opatření, který si klade za cíl do roku 2020 snížit emise skleníkových plynů o 20 % oproti úrovni z roku 1990, zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energií v celkové spotřebě v EU na 20 % a zvýšit energetickou účinnost v Evropě o 20 %. [10]



Obrázek 15 Strategie 20-20-20 [zdroj: 7]

3.2. Certifikace budov

Certifikace slouží k posuzování a hodnocení budov dle kategorií důležitých pro udržitelnou výstavbu. Certifikace klade důraz na ekonomické, environmentální a sociální (pilíře udržitelného rozvoje) důsledky vyvolané během návrhu, výstavby a provozu daného objektu. Proces certifikace budov je přínosný jak pro investora (developera), tak pro nájemce. Přínosem pro investora je zejména jednodušší získání bankovního úvěru pro výstavbu, dále snížení rizika investice a marketing (certifikovaná budova je snadněji obchodovatelná na trhu). Přínosem pro nájemce je pak hlavně vytvoření zdravého prostředí v objektu a snížení provozních nákladů. [11]



Obrázek 16 náklady na změny v závislosti na potenciálu ovlivnění kvality [zdroj: 11]

K certifikačnímu procesu lze zvolit tři přístupy. Prvním z nich je hodnocení ve fázi návrhu včetně aktualizace dat po dokončení stavby na základě reálných dat, které se získají při provozu. Dalším způsobem je hodnocení budovy pouze ve fázi projektu bez další aktualizace dat podle skutečnosti. Hodnocení již zkolaudované budovy bez vyhodnocení projektové dokumentace.

Pojem precertifikace je vyhodnocení budovy ve fázi návrhu, tedy hodnocení projektové dokumentace. Výsledky zde tedy nereprezentují stav zkolaudované budovy. Certifikace je naopak hodnocení již zkolaudované budovy podle jejího skutečného provedení a dat získaných přímo v provozu. Certifikačních systémů je velké množství, ty nejzásadnější a nejvyužívanější budou dále popsány podrobněji.

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)

Jedná se o mezinárodně uznávanou certifikaci zelených budov poskytující třetím stranám potvrzení, zda byla budova navržena a postavena dle strategií zaměřených na zlepšení výkonnosti, zvýšení energetických úspor, efektivní využití vody a snížení emisí oxidu uhličitého, na kontrolu zdrojů a citlivost jejich vlivu a zdokonalení vnitřního prostředí. [8] Pomocí tohoto systému jsou hodnoceny nové budovy i rekonstrukce. Využívá se zejména k certifikaci budov, které jsou navrženy za účelem podporování výstavby směrem k více udržitelným postupům ve stavebnictví. LEED posuzuje budovy z hlediska osmi následujících kategorií.

- Inovace & Design - speciální metody navrhování s individuálními body zohledňující daný region.
- Poloha & Napojení - umístění domů sociálním a ekologicky odpovědným způsobem ve vztahu k širšímu okolí.
- Udržitelnost lokality - využití veškerých vlastností okolí tak, aby se minimalizoval dopad projektu na okolí.
- Hospodaření s vodou - způsob hospodaření s vodou venku i uvnitř objektu.
- Energie & Ovzduší - energetická účinnost, zejména v obvodovém plášti a v provedení vytápění a chlazení.
- Materiály & Zdroje - efektivní využívání materiálů, výběr ekologicky výhodnějších materiálů a minimalizace odpadů v průběhu výstavby.
- Kvalita vnitřního prostředí - zlepšování kvality vnitřního prostředí prostřednictvím snižování vzniku a následného šíření znečištěných látek.
- Informovanost & Vzdělávání - vzdělávání majitelů domu, nájemců a/nebo správce budov týkající se provozu a údržby „zelených“ vlastností domu. [8]

Na základě těchto kritérií je budovám přidělen počet bodů, který zařadí budovu do určité úrovně. Maximální bodový zisk je 136 a budovy, které dosáhnou zisku 90 až zmíněných 136 bodů, získávají platinový certifikát LEED. Budovy se ziskem bodů 75 až 89 získají certifikát zlatý, pro zisk 60 až 74 je certifikát stříbrný, a budovy se ziskem 45 až 59 jsou pouze certifikované.

BREEAM

Britský certifikační systém (British Research Establishment´s Environmental Assessment) hodnocení vlivu staveb na životní prostředí je v rámci světa jedním z nejrozšířenějších. V současné době je tímto systémem certifikováno přibližně 200 000 budov a další 1 000 000 na hodnocení čeká. Systém byl zaveden v roce 2007 původně jako dobrovolný národní standard, který si kladl za cíl zlepšit udržitel-

nost nově budovaných domů. Tento systém je v současnosti považován za nejvhodnější způsob v oblasti návrhů pro udržitelný rozvoj a slouží tedy zejména k popisu vlivu stavby na životní prostředí. BREEAM se zaměřuje zejména na snížení vlivu stavby na životní prostředí, rovněž budovy hodnotí z hlediska jejich přínosu na ŽP a zároveň zvyšuje poptávku úsporných domech z pohledu životního prostředí[8]

BREEAM si klade za cíl zejména poskytnutí možnosti hodnocení stavby s nízkým dopadem na ŽP, dále nastavení norem a kritérií pro jejich hodnocení. Významným cílem je také zajištění nejlepšího ekologického postupu řešení projektu. V neposlední řadě zaváděním tohoto systému dojde k rozšíření povědomí majitelů, nájemců, projektantů a provozovatelů o výhodách a přínosech budov se sníženým dopadem na životní prostředí. [8]

Hodnocení budov pomocí systému BREEAM je prováděno pomocí devíti kategorií. Každá z těchto kategorií může být obodována na základě splnění či nesplnění daných podmínek. Při splnění následuje zisk jednoho či více kreditů. Kategorie, které se zde hodnotí, jsou: Energie a emise CO2, Hospodaření s vodou, Použité materiály, Odtok povrchové vody, Nakládání s odpady, Zátěž životního prostředí, Zdraví a kvalita vnitřního prostředí, Management, Ekologie. [8]

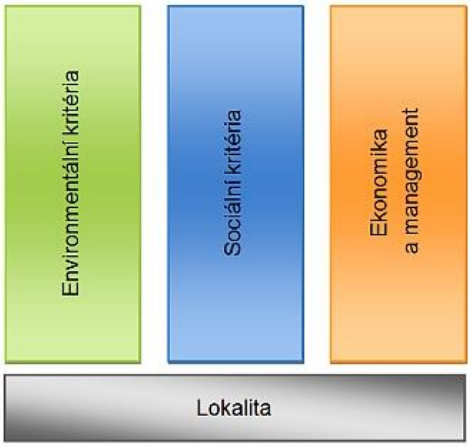
SBToolCZ

Metodika pro certifikaci budov SBTool (Sustainable Buildnig Tool) byla vyvinuta organizací International Initiative for Suistainable Built Enviroment a využívá se v několika zemích Evropy. Pro Českou Republiku se využívá tento systém s doplňkem CZ. SbTool je vhodné zejména díky využití konkrétních podmínek a rozsáhlé databázi kritérií pro hodnocení budov. Metodika je výsledkem výzkumu ČVUT ve spolupráci s organizací IISBE, zohledňuje českou legislativu a normy, kritéria a jejich posuzování je upraveno českým podmínkám.

Stejně jako LEED a BREEAM je tato metodika zaměřena především na posuzování budov a jejich okolí z pohledu udržitelného rozvoje výstavby. Rozsah těchto kritérií se liší podle typu budovy a dle fáze životního cyklu, který je posuzován (kvalita návrhu budovy, kvalita již zkolaudované budovy budovy). Fáze hodnocení kvality návrhu hodnotí projektovou dokumentaci budovy ve stupni dokumentace ke stavebnímu povolení nebo ve stupni dokumentace pro výběr generálního dodavatele. Na základě tohoto hodnocení je vydán certifikát kvality návrhu budovy. V případě hodnocení kvality budovy, které je založeno na reálně prováděné rekonstrukci či novostavbě je výsledkem certifikačního procesu certifikát kvality budovy. Na takovou budovu je dále možné umístit plaketu ve formě grafického symbolu.

SBToolCZ je v současné době používáno pro několik typů budov. Existuje metodika pro administrativní budovy, pro bytové domy, rodinné domy a školské budovy. Všechny tyto typy je možné certifikovat jak ve fázi návrhu, tak ve fázi výstavby.

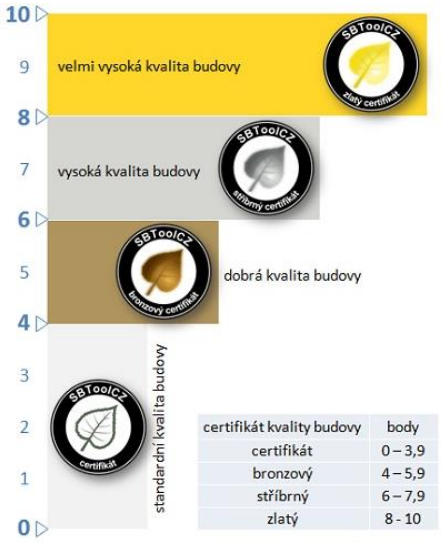
U administrativních budov je ve fázi návrhu celkem 39 rozhodujících kritérií a u bytových staveb 33. Kritéria jsou rozdělena do tří základních skupin na environmentální, sociální a ekonomické, dalším kritériem je lokalita, která ale nevstupuje do výsledného certifikátu. Viz obr. Č 14 [9]



Obrázek 17 základní oblasti hodnocení [zdroj: 9]

Každé z těchto kritérií má vlastní váhu, se kterou jeho hodnota vstupuje do výpočtu celkového počtu získaných bodů. Pro administrativní budovy jsou nejvíce důležitými položkami spotřeba primární energie, potenciál globálního oteplování a náklady životního cyklu. Naopak nejníže na tomto žebříčku jsou umístěny položky: využití exteriéru budovy, zeleň v interiéru a potenciál eutrofizace prostředí.

Výsledné body ze všech kritérií jsou dále přenásobeny váhami. Tyto body jsou sečteny a Na základě získaných bodů je budově přiřazen jeden ze tří certifikátů. Viz obr. Č 15



Obrázek 18 výsledné certifikáty kvality [zdroj: 9]

3.3. Úrovně energetického managementu

Energetický management je možno rozdělit do tří úrovní.

Základní (výchozí) úroveň je nízkonákladový systém pro řešení energetického managementu. Jedná se především o pořizování základních dat, jejich vyhodnocení a provedení základních korekčních zásahů. K těmto účelům jsou vyškoleni pracovníci obsluhy měřících zařízení. Tento systém vyžaduje poměrně velké množství administrativních pracovníků. Systém na základní úrovni je i přes nízkou odbornost a potřebu většího množství pracovníků významným příspěvkem energetického managementu.

Pokročilá úroveň je o poznání sofistikovanější oproti úrovni výše popsané. Zde se již využívá informačních technologií k záznamu a analýze měřených dat. IT systém umožňuje sledování toků veškerých toků energií a jejich nákladů, včetně rozdělení těchto spotřeb dle jednotlivých činností, provozů a útvarů.

Komplexní úroveň vyžaduje podstatně vyšší investiční i provozní náklady, jedná se však o nejefektivnější systém v oblasti EM. Díky tomuto systému je uspořit až 30% nákladů za energie.

3.4. Role v energetickém managementu

Uživatel budovy (facility manager) je odborný pracovník, jehož hlavní náplň práce můžeme rozdělit do tří základních skupin aktivit. První skupina s názvem interpersonální aktivity má za úkol zajistit formální autoritu a vedení. Na této úrovni energetický manager zastává funkce reprezentanta, spojovatele a vedoucího. Další skupina aktivit nese název informační aktivity, zde má manager na starosti informování uvnitř a vně firmy. Sem patří monitoring informací, manager zde zastává funkci mluvčího a šiřitele informací. Poslední skupinou jsou tzv. rozhodovací aktivity. Zde má manager za úkol řídit krizový management a plnit úkoly iniciátora, vyjednavatele a distributora zdrojů.

Energetický manager je osoba, jejíž hlavní náplní je snižování energetické náročnosti budov. Tohoto cíle manager dosahuje pomocí několika skupin činností, které budou dále popsány.

Práce energetického managera začíná u komunikace s dodavateli a odběrateli energií, součástí tohoto kroku je také zařízení smluv a výběrových řízení. Následuje monitoring spotřeb, který se nejčastěji provádí dle naměřených hodnot a jejich meziročním porovnání. Pasportizace budov, které slouží jako podklad pro vypracování energetického auditu či průkazu energetické náročnosti, je nedílnou součástí náplně práce energetického managera. Významnou součástí je dále vedení dokumentace, jako jsou revizní knihy, provozní deníky, výpočty emisí, poplatků za znečištění a následný reporting těchto informací pomocí statistik, které slouží jako podklad vrcholovému managementu. Velmi významnou činností je komunikace s uživateli (provozovateli) budov, které manager motivuje k energetickým úsporám.

Energetický specialista je odborníkem v oblasti energetické náročnosti budov. Jeho náplní práce je komunikace s energetickým managerem, pro kterého vytváří tzv. informační podporu. Dále vypracovává dokumenty jako je energetický audit a průkaz energetické náročnosti budovy, spolupracuje při dotačním managementu a v neposlední řadě stejně jako energetický manager komunikuje s uživateli (provozovateli) budov a motivuje je k energetickým úsporám.

4. Benchmarking

Benchmarking je v České republice (stejně jako facility management) poměrně novým a veřejnosti méně známým termínem. Praktická část této práce se zabývá benchmarkingem z pohledu energetické náročnosti budovy.

Pojem benchmarking se začal používat v v 80. letech 20. Století, kdy ho poprvé použila firma Xerox Corporation. Obecně se jedná o dlouhodobý proces sledování a následného porovnání hodnot vlastní organizace s hodnotami jiných organizací, které jsou vybrány jako vhodné k této analýze. Cílem procesu je zlepšování a zefektivňování vlastních aktivit. Výsledek tohoto procesu je úzce spjatý s množstvím, kvalitou, relevantností dostupných dat. Je tedy nutné zajistit jednotné platformy a metriky pro dosažení přesných výsledků, které budou mít vypovídající hodnotu.

Benchmarking má několik druhů, nejprve budou popsány druhy podle zaměření. Zde rozeznáváme procesní benchmarking, který měří individuální výkonnost a porovnává ji s nejlepšími organizacemi v daném odvětví. Výkonový benchmarking srovnává klíčové služby, to znamená, že jsou porovnávány kvality dané organizace s jinou společností. Porovnává se zde například cena, kvalita, vlastnosti výrobku, rychlost produkce, spolehlivost atd. [2]

Podle procesu se benchmarking dělí na interní, konkurenční a generický. Interní řeší srovnávání podobné činnosti v rámci různých podnikatelských jednotek jedné organizace, nedochází tedy k porovnání mezi organizacemi. Konkurenční benchmarking se zaměřuje na specifické produkty nebo procesy používáné přímými konkurenty organizace. Generický benchmarking pak srovnává pracovní praktiky nebo procesy, které jsou zcela nezávislé na odvětví. [2]

Dle frekvence benchmarking dělíme na jednorázový, periodický a kontinuální. Jednorázový se provádí jako reakce na určitý druh krize, ohrožení nebo změny. Periodický je nejběžnějším typem benchmarkingu a opakuje se s určitou pravidelností. Kontinuální benchmarking se zaměřuje na informace k posuzování trendů a zlepšování vlastních výkonů organizace. [5]

Benchmarkig lze využít téměř ve všech kategoriích managementu. Je možné porovnávat finanční měřítka, jako jsou náklady prostory, IT, úklid atd. Tato data se dále převádějí na jednoho pracovníka jeden metr čtvereční/krychlový na část pracoviště nebo celou budovu. Dále jsou možná prostorová měřítka (výměry ploch nejčastěji přepočítané na jednoho pracovníka. Je možné pracovat s daty týkající se environmentálních kritérií např. emise CO_2. Benchmarking se dá dále využít k měření kvality jednotlivých služeb, spokojenosti pracovníků, spokojenosti zákazníků se službami atd. [5]

Pozitivní důsledky provedení benchmarkingu jsou tedy jasné. Hlavními přínosy této analýzy je porovnání a začlenění současné pozice organizace na trhu, podání včasné informace o zaostávání oproti konkurenci, přehled silných a slabých stránek (SWOT analýza), upozornění na měnící potřeby zákazníků i zaměstnanců a benchmarking také pomáhá eliminovat nebo úplně vyřadit zbytečné činnosti.

5. Popis vybraných budov

Praktická část diplomové práce se zabývá benchmarkingem administrativních objektů z hlediska jejich energetické náročnosti. Tyto budovy budou nyní popsány včetně hodnot spotřeb energií (elektřina, teplo, voda). Budovy na přání provozovatelů a poskytovatelů dat zůstanou pro práci anonymní a budou popsány budova 1 až 6.

5.1. Budova 1

První posuzovaná budova se nachází v Plzni. Jedná se o šestipodlažní administrativní budovu postavenou v roce 2008. Většina podlahové plochy slouží jako kancelářské prostory. V objektu je standartní typický provoz pro administrativní budovy, je zde pevná pracovní doba, kdy je naplněna kapacita kanceláří. V mimopracovní době se v objektu pohybují pouze pracovníci ostrahy, úklidu a zaměstnanci kuchyně. Kancelářské prostory jsou zde pouze individuální, počet osob v jedné kanceláři se pohybuje mezi jedním až šesti pracovníky, nejčastěji je zde zastoupena kancelář pro dva až tři zaměstnance. V celé budově je pro výpočet energetické bilance počítáno s počtem 138 pracovníků.

Celková podlahová plocha objektu je 6 558,17 metrů čtverečních, z čehož více než 30% procent tvoří kancelářské prostory (2 053,50 m^2). Půdorys objektu je obdélníkový, kancelářské prostory jsou situovány severozápadním směrem, kuchyně, toalety a technické zázemí jsou situovány směrem jihovýchodním. Hlavní vstup do objektu je umístěn na jihozápadní straně budovy. Jedná se o skeletový konstrukční systém, který je tvořen železobetonovými sloupy, jako ztužující jádra slouží monolitické výtahové šachty. Lehký obvodový plášť je tvořen skleněnými kazetami. Fasáda s orientací na jihozápad je prosklená, na severní, severozápadní, jihovýchodní a severovýchodní straně je použito lehké výplňové zdivo s umístěním malých okenních výplní. Bohužel pro tuto práci nejsou k dispozici průběhy teplot po jednotlivých měsících ani rozdělení spotřeb dle umístění daného prostoru v rámci orientace ke světovým stranám, nicméně po konzultaci s místním facility managerem docházíme k závěrům, že prosklená fasáda má největší podíl na spotřebě elektrické energie zejména v letních měsících, z důvodu přehřívání budovy a současně na spotřebě tepla v zimních měsících.

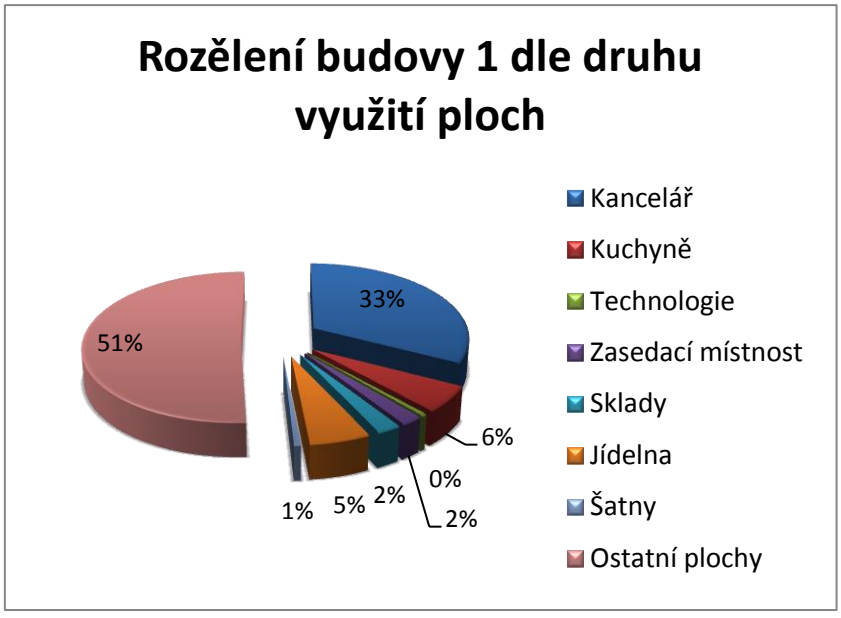
V první podzemní podlaží jsou parkovací stání a prostory pro technologická zařízení budovy. V přízemí je situováno zázemí ostrahy objektu, podatelna a hlavní vstup do objektu. V prvním nadzemním podlaží je kuchyně s jídelnou a zimní zahrada. Nadzemní podlaží s číslem 2 až 5 slouží jako kancelářské prostory, dále jsou zde umístěny zasedací místnosti, toalety, místnosti pro úklid a kuchyňky. 6té nadzemní podlaží pak slouží pro schůzky vrcholového managementu, většina zaměstnanců sem nemá přístup a prostory jsou využívány pouze zřídka. Součástí tohoto podlaží je venkovní

terasa a vstup na střechu. Přesné výměry jednotlivých druhů místností včetně jejich spotřeb energií pro rok 2016 jsou uvedeny v následující tabulce.

Druh využití	plocha dle druhu využití (m2)	elektřina (kWh)	teplo (GJ)	Voda (m3)
Kancelář	2 053,50	43 867,76	93,98	152,14
Kuchyně	354,13	2 848,03	6,17	26,24
Technologie	32,11	614,12	0,69	2,24
Zasedací místnost	127,17	417,23	0,64	0,80
Sklady	139,72	1 401,86	2,38	10,10
Jídelna	348,86	2 363,97	5,06	8,20
Šatny	40,13	1 316,88	1,17	2,90
Ostatní plochy	3 208,65	rozpočítáno do ostatních ploch		
CELKEM rok 2016		**55 329,78**	**116,53**	**229,34**
Na 1 m2	**6 558,17**	**8,44**	**0,02**	**0,03**
Na 1 m3		**3,89**	**0,01**	**0,32**
Na 1 zaměstnance		**425,61**	**0,90**	**1,76**

Tabulka 1 Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 1[vlastní zdroj]

Pro upřesnění a procentuální vyjádření ploch pro jednotlivé typy místností je dále vložen graf č. 1



Graf 1 rozdělení budovy 1 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

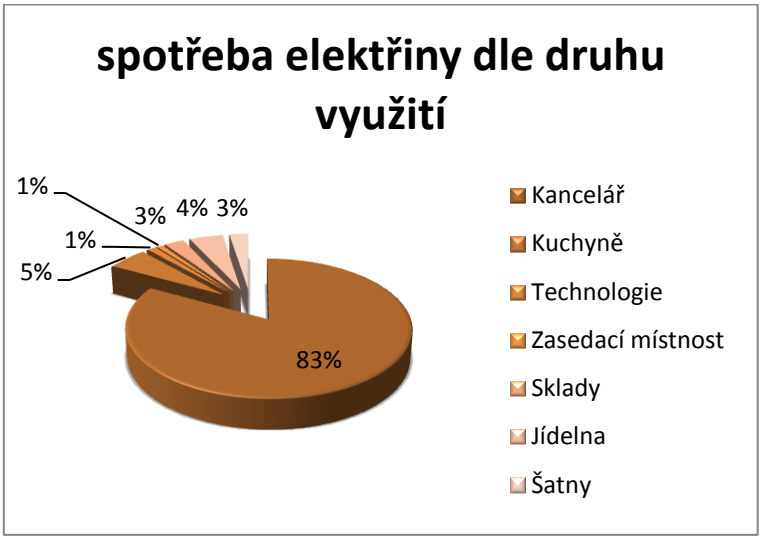
Z předcházejícího grafu je patrné, že největší podíl na výměře podlahové plochy této budovy mají ostatní plochy, jejichž spotřeby energií jsou rozpočítané do spotřeb dalších místností. Pro přehled-

nost je dále uvedena tabulka, která popisuje z jakých prostorů je složena oblast grafu s procentuálním zastoupením 51% (ostatní plochy).

Ostatní plochy budovy 1	
Označení prostoru	**plocha (m2)**
chodba	1 038,62
schodiště	477,07
foyer	327,89
hala	287,07
terasa	249,28
WC muži	143,72
vstupní hala	138,59
WC ženy	134,62
výtah osobní	130,48
instalační prostor	59,21
kuchyně	46,86
rozvodna	31,73
zádveří	26,94
WC bezbariérové	21,70
recepce	21,46
úklid	18,15
sprcha ženy	11,60
sprcha muži	11,12
sprcha	10,54
WC předsíň	9,53
předsíň, šatny	7,86
anglický dvorek	4,61
CELKEM	**3 208,65**

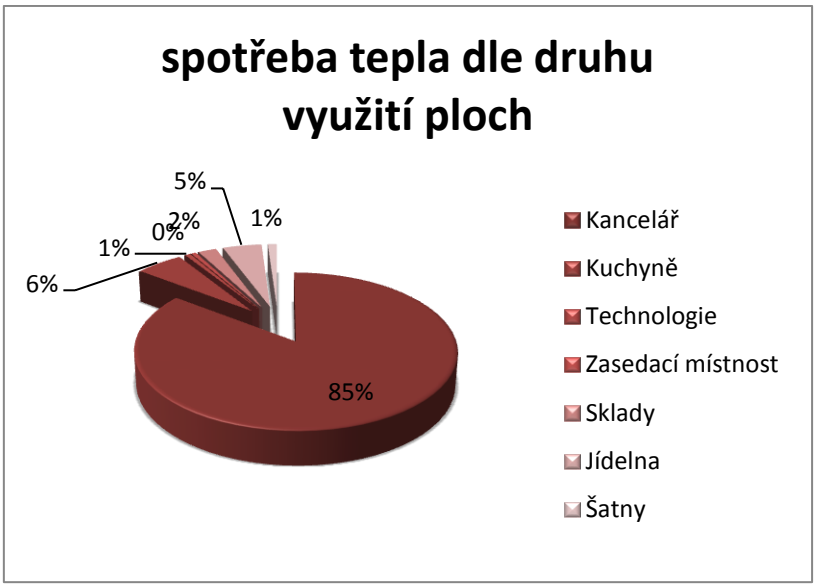
Tabulka 2 ostatní plochy budovy 1 [vlastní zdroj]

Dále jsou pro přehlednost uvedeny v grafické podobě procentuální zastoupení jednotlivých druhů místností v závislosti na celkové spotřebě daných energií. Jako první je uveden graf celkové spotřeby elektrické energie pro rok 2016. Je z něho na první pohled patrné, že nejvýznamněji se v budově 1 na spotřebě elektrické energie podílí kancelářské prostory. Ostatní plochy se oproti kancelářím pohybují v rozmezí od jednoho do pěti procent z celkové spotřeby, která pro daný rok tvořila 55 329,78 kWh.



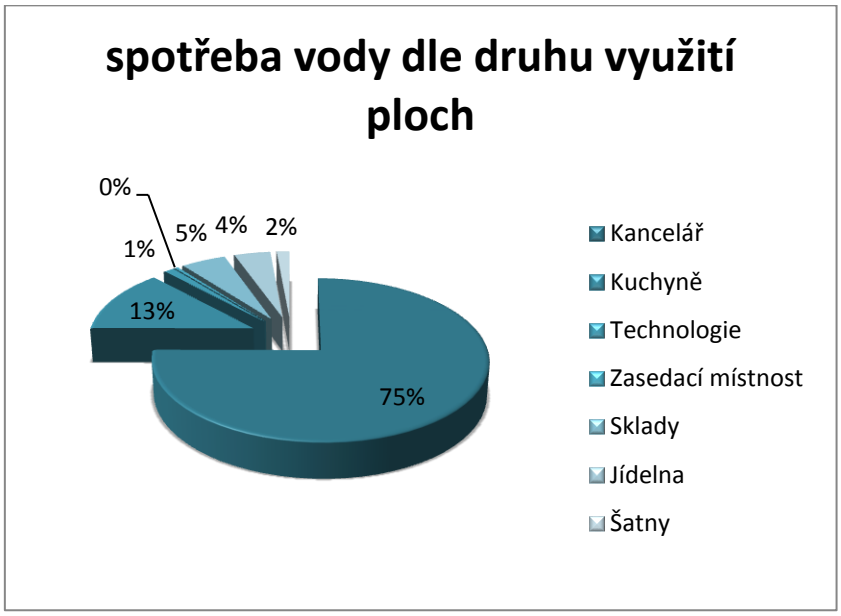
Graf 2 rozdělení spotřeby elektřiny budovy 1 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf zobrazující spotřebu tepla je velmi podobný předchozímu. Opět je z něho na první pohled patrná převaha kancelářských prostor oproti ostatním druhům místností. Celková hodnota spotřeby tepla byla v roce 2016 116,53 GJ, z této hodnoty je dle následujícího grafu způsobeno spotřebou v kancelářských prostorech 85%. Důležitou informací je u této budovy, že není rozdělena na vytápěné zony, samozřejmě kromě podzemních garáží, jejichž spotřeby ovšem bohužel nejsou v tomto objektu zahrnuty do výpočtů energetických bilancí. V každé kanceláři je umístěno zařízení, kterým si pracovníci nastavují teplotu individuálně podle svých představ.



Graf 3 rozdělení spotřeby tepla budovy 1 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf spotřeby vody se od předcházejících opět liší pouze velmi málo. Největší rozdíl je zcela logicky u spotřeby vody v prostorech kuchyně. Zde hodnota dosahuje 13%. Celková spotřeba vody pro rok 2016 je 229,34 m^3.



Graf 4 rozdělení spotřeby vody budovy 1 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Tabulka spotřeb energií udává dále hodnoty přepočítané na jednotku plochy, jednotku prostoru a jednoho zaměstnance. Tyto hodnoty jsou počítány z celkových spotřeb energií a dále poděleny příslušnými koeficienty. Proto grafy jejich spotřeb vypadají stejně jako celkové hodnoty a nejsou zde tedy graficky zobrazeny a dále popsány. Tyto hodnoty slouží pro následující kapitolu, kde dojde k jejich porovnání s ostatními sedmi budovami.

5.2. Budova 2

Druhá z posuzovaných budov se nachází opět v Plzni. Jedná se o novostavbu, výstavba byla dokončena v roce 2008. Budova je šestipodlažní, většina podlahové plochy je určena k umístění kancelářských prostor. Je zde standartní provoz typický pro administrativní budovy. V pracovní době je naplněna kapacita kanceláří, v mimopracovní době jsou zde pouze pracovníci úklidu a ostrahy. Kancelářské prostory jsou individuální s umístěním jednoho až pěti zaměstnanců v jedné kanceláři. Nejvíce využívanou variantou jsou kanceláře se dvěma a třemi pracovníky. V budově je počítáno s obsazeností kanceláří 170 pracovníky.

Celková plocha budovy je 4 634,12 metrů čtverečních. Z této výměry je 39% využito jako kancelářské prostory (1 802,23 m^2). Půdorys budovy je obdélníkový se zaoblením jedné z kratších stran půdorysného tvaru. Orientace ke světovým stranám je stejná jako u objektu označeném jako budova 1. Většina kancelářských prostor je situována severozápadním směrem (malá část kanceláří i směrem jihovýchodním). Technické zázemí, toalety, vstup na střechu jsou umístěny na jihovýchodní straně budovy. Na straně jihozápadní (v zaoblené části budovy) je umístěn hlavní vchod do budovy a nad ním je v každém dalším podlaží umístěna zasedací místnost. Zasedací místnosti v celé budově mají výměru 390,11 metrů čtverečních.

V prvním podzemním podlaží se nachází prostor pro technologická zařízení objektu, hlavní uzávěry, atd. V přízemí je kromě hlavního vstupu do budovy prostor pro sklady. Následující nadzemní podlaží (1. NP – 5.NP.) jsou totožné. Nachází se zde zejména individuální kancelářské prostory a v každém podlaží jedna zasedací místnost. V každém podlaží je dále umístěna kuchyňka pro personál, toalety a v posledním podlaží vstup na střechu.

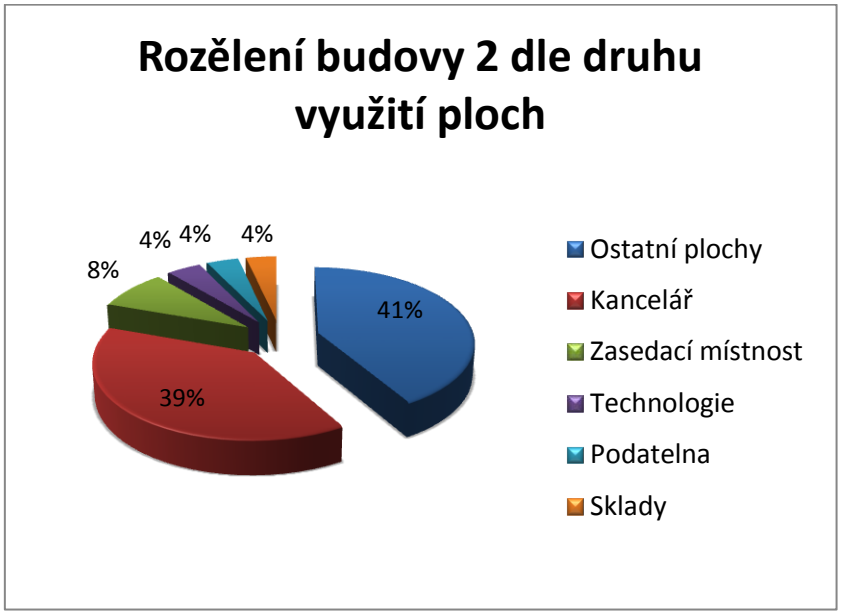
Opět se jedná o skeletový železobetonový konstrukční systém, na obou stranách budovy jsou umístěny ztužující jádra. K tomuto účelu slouží monolitické výtahové šachty. Lehký obvodový plášť na jihozápadní až severozápadní straně je tvořen skleněnými kazetami, celá budova je na této straně tedy prosklená. Na druhé straně budovy je použito lehké výplňové zdivo s umístěním menších okenních výplní. Bohužel pro tuto práci nejsou k dispozici průběhy teplot po jednotlivých měsících ani rozdělení spotřeb dle umístění daného prostoru v rámci orientace ke světovým stranám, nicméně po konzultaci s místním facility managerem docházíme k závěrům, že prosklená fasáda má největší podíl na spotřebě elektrické energie zejména v letních měsících, z důvodu přehřívání budovy a současně na spotřebě tepla v zimních měsících.

Přesné výměry jednotlivých druhů místností včetně jejich spotřeb energií pro rok 2016 jsou uvedeny v následující tabulce.

Druh využití	plocha dle druhu využití (m^2)	elektřina (kWh)	teplo (GJ)	voda (m3)
Ostatní plochy	1 923,34	rozpočítáno do ostatních ploch		
Kancelář	1 802,23	38 500,02	82,48	133,52
Zasedací místnost	390,11	8 333,70	17,85	28,90
Technologie	182,99	7 691,41	22,20	13,56
Podatelna	172,02	1 729,30	3,00	12,74
Sklady	163,43	1 673,50	2,85	12,11
CELKEM	**4 634,12**	**57 927,93**	**128,39**	**200,83**
na 1 m2		**12,50**	**0,03**	**0,04**
na 1 m3				
na 1 zaměstnance		**445,60**	**0,99**	**1,54**

Tabulka 3 Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 2 [vlastní zdroj]

Pro upřesnění a procentuální vyjádření ploch pro jednotlivé typy místností je dále vložen graf č. 5



Graf 5 rozdělení budovy 2 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

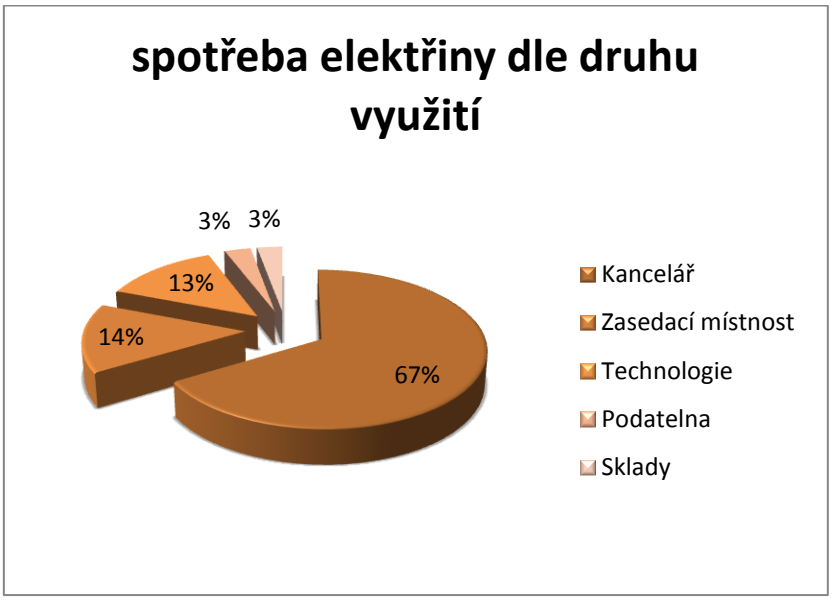
Graf č. 5 zobrazuje procentuální zastoupení jednotlivých druhů využití ploch vztažený k celkové výměře podlahové plochy budovy. Je z něho patrné, že nejvíce zastoupené jsou zde ostatní plochy, jejichž spotřeby jsou rozpočítány do dalších ploch budovy. Následující tabulka tedy popisuje veškeré složky oblasti grafu s názvem ostatní plochy.

Ostatní plochy budovy 2	
Označení prostoru	**plocha (m2)**
chodba	656,31
hala se schodištěm	219,61
vstupní hala	142,79
schodiště	137,90
trafostanice	110,72
rozvodna	92,32
chladicí věže	80,58
stanice výměníková	72,35
zádveří	67,21
podloubí	53,19
WC ženy	51,46
strojovna chlazení	48,98
výtah nákladní	42,12
hala	37,99
výtah osobní	18,70
stanice předávací	17,92
WC muži	15,09
WC bezbariérové	9,64
elektrorozvaděče	8,53
instalační prostor	8,05
rozvaděč	7,43
úklid	6,77
výtah - strojovna	5,88
hlavní uzávěr vody	5,19
vstupní šachta	3,75
anglický dvorek	2,86
CELKEM	**1 923,34**

Tabulka 4 ostatní plochy budovy 2 [vlastní zdroj]

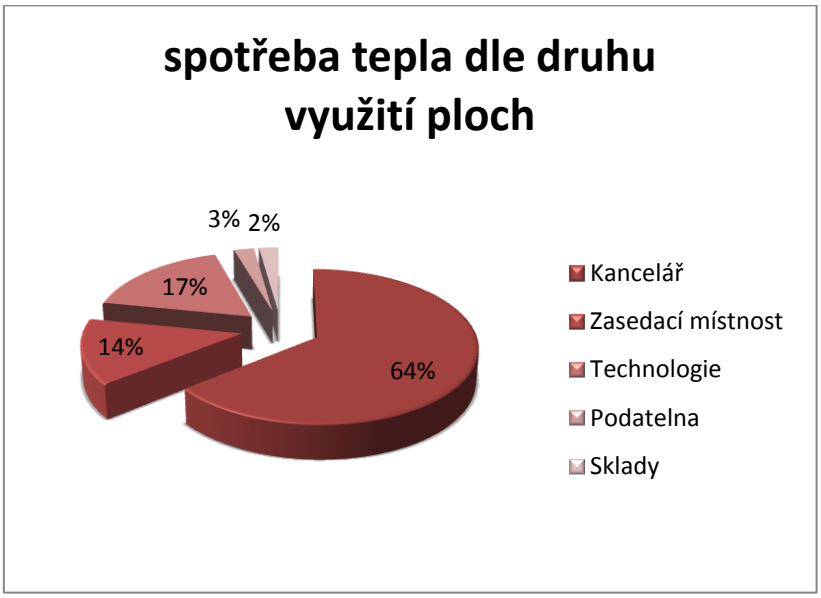
V této práci jsou dále uvedeny grafy spotřeb energií (elektřina, teplo, voda) dle druhu využití ploch.

Následující graf č. 6 popisuje spotřebu elektrické energie v budově 2 pro rok 2016. Je z něho na první pohled patrná převaha kancelářských prostor, které tvoří přibližně 2/3 z celkové spotřeby, která v tomto roce byla 57 927,93 kWh. 14% z celkové hodnoty je využito na zásobování elektrickou energií zasedací místnosti. Po konzultaci s facility managerem je výše spotřeby kanceláří a zasedacích místností způsobena zejména přehříváním prosklené fasády na jihozápadní straně v letních měsících. Bohužel přesná data, jako průběh spotřeby elektřiny v jednotlivých měsících pro tuto budovu není.



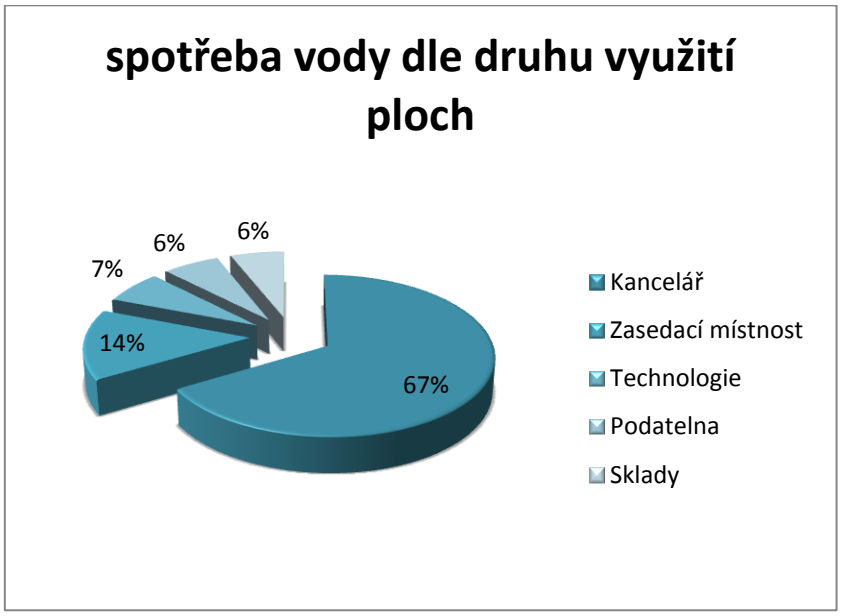
Graf 6 rozdělení spotřeby elektřiny budovy 2 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Následuje graf zobrazující spotřebu tepla. Na první pohled je velice podobný předchozímu grafu, opět zde vidíme velkou převahu u kancelářských prostor (64%). Celková spotřeba v roce 2016 byla 128,39 GJ. Budova 2 stejně jako budova 1 není rozdělena do vytápěných zon, celá budova je počítána jako jediná zona a v každé kanceláří je umístěno zařízení pro regulaci teploty.



Graf 7 rozdělení spotřeby tepla budovy 2 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf spotřeby vody je opět podobný dvěma předchozím grafům. Je z něho patrná převaha kancelářských prostor. 14% pak tvoří prostory určené pro zasedací místnosti. Celková spotřeba vody v roce 2016 činila 200, 83 m^3.



Graf 8 rozdělení spotřeby vody budovy 2 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Tabulka spotřeb energií udává dále hodnoty přepočítané na jednotku plochy, jednotku prostoru a jednoho zaměstnance. Tyto hodnoty jsou počítány z celkových spotřeb energií a dále poděleny příslušnými koeficienty. Proto grafy jejich spotřeb vypadají stejně jako celkové hodnoty a nejsou zde tedy graficky zobrazeny a dále popsány. Tyto hodnoty slouží pro následující kapitolu, kde dojde k jejich porovnání s ostatními sedmi budovami.

5.3. Budova 3

Budova 3 se nachází v Plzni, jedná se o objekt vystavěný ve 30. letech minulého století, který byl později rekonstruován. Budova je situována v původní zástavbě bytových domů Plzeňské čtvrti, která vznikala v meziválečném období. Rekonstrukce se týkala zateplení obvodového pláště, zateplení střešní konstrukce, výměny výplní okenních otvorů a výměny TZB. [13]

Budova s označením 3 je šestipodlažní, většina podlahové plochy slouží jako kancelářské prostory. Provoz je zde standartní, v pracovní době je naplněna kapacita individuálních kanceláří nejčastěji pro dva až čtyři zaměstnance, v mimopracovní dobu se v budově pohybují pouze pracovníci ostrahy a úklidu. V budově je počítáno s obsazeností kanceláří 197 pracovníky.

Celková plocha budovy činí 5 793,79 metrů čtverečních. Z této výměry na kancelářské prostory připadá téměř polovina (48%). Půdorys objektu je obdélníkový. Orientace ke světovým stranám je stejná jako u budov jedna a dvě. Delší části obdélníkového půdorysu jsou situovány severozápadním a jihovýchodním směrem. Kratší částí pak plynule navazují na sousední bytové budovy. Okna kancelářských prostor jsou tedy situovány severozápadně nebo jihovýchodně. Bohužel nejsou k dispozici data k porovnání rozdílů těchto prostor.

V prvním podzemním podlaží se nachází prostor pro technologie budovy, v přízemí hlavní vstup do objektu, garáž o výměře 20 metrů čtverečních a prostory pro technologie. V následujících podlažích, která jsou totožná, jsou umístěny kancelářské prostory. Poslední podlaží slouží pro vrcholový management, dále je zde umístěn vstup na střechu budovy.

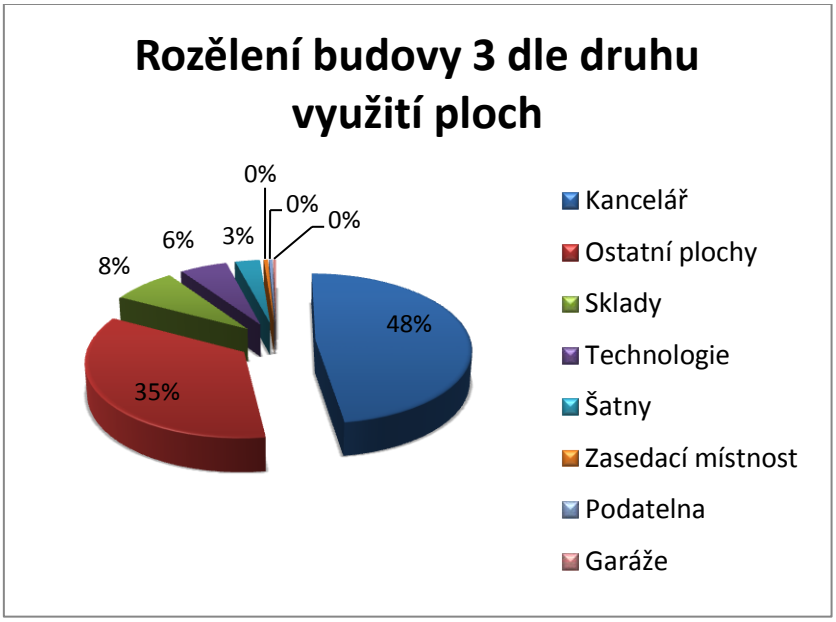
Jedná se o příčný stěnový konstrukční systém. Obvodový plášť je tvořen cihelným zdivem. Budova je uprostřed rozdělena prostorem pro schodiště a výtah. Z podesty schodiště se v každém patře vstupuje na jednu či druhou stranu budovy. V obou částech je prostor pro individuální kanceláře a toalety. Bohužel pro tuto práci nejsou k dispozici průběhy teplot po jednotlivých měsících ani rozdělení spotřeb dle umístění daného prostoru v rámci orientace ke světovým stranám.

Přesné výměry jednotlivých druhů místností včetně jejich spotřeb energií pro rok 2016 jsou uvedeny v následující tabulce.

Druh využití ploch	plocha dle druhu využití (m2)	elektřina (kWh)	teplo (GJ)	voda (m3)
Kancelář	2 763,40	43 485,80	119,12	192,83
Ostatní plochy	2 026,36	rozpočítáno do ostatních ploch		
Sklady	439,01	4 316,60	7,45	31,67
Technologie	321,06	9 781,52	8,91	22,84
Šatny	168,86	1 799,51	2,97	12,63
Zasedací místnost	28,95	618,44	1,32	2,14
Podatelna	22,74	213,52	0,37	1,57
Garáže	20,00	rozpočítáno do ostatních ploch		
CELKEM	**5 793,79**	**66 421,48**	**149,29**	**277,38**
na 1 m2		**11,46**	**0,03**	**0,05**
na 1 m3		**3,70**	**0,0083**	**0,02**
na 1 zaměstnance		**510,93**	**1,15**	**2,13**

Tabulka 5 Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 1 [vlastní zdroj]

Pro upřesnění a procentuální vyjádření ploch pro jednotlivé typy místností je dále vložen graf č. 2



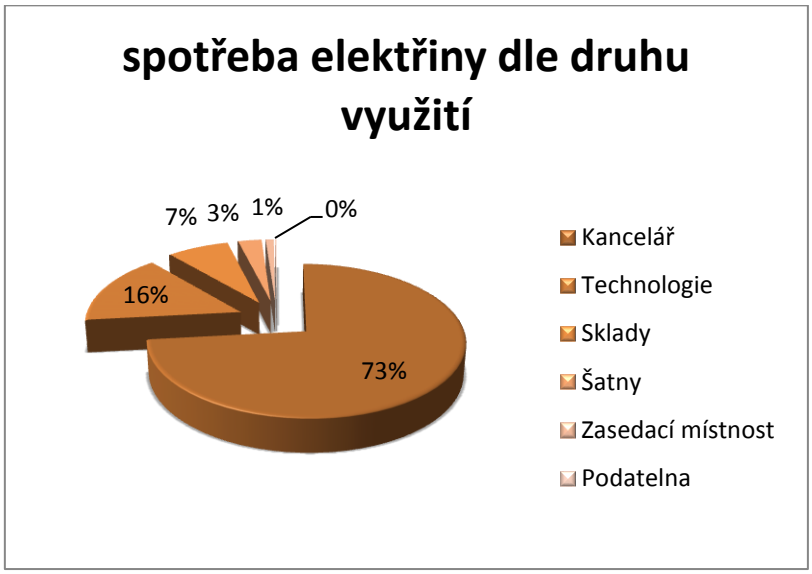
Graf 9 rozdělení budovy 3 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf č. 9 zobrazuje procentuální zastoupení jednotlivých druhů využití ploch vztažený k celkové výměře podlahové plochy budovy. Je z něho patrné, že nejvíce zastoupené jsou zde prostory sloužící jako kanceláře. Procentuální zastoupení 35% zde mají prostory s označením ostatní plochy, jejich spotřeby jsou rozpočítány do dalších ploch budovy. Následující tabulka tedy popisuje veškeré složky oblasti grafu s názvem ostatní plochy.

Ostatní plochy budovy 3	
Označení prostoru	**plocha (m2)**
chodba	657,4430
schodiště	233,9900
schodišťová hala	215,2900
Prostory CO	149,1000
manipulace	95,5900
instalační prostor	69,5300
WC ženy	66,8600
WC-muži	61,7200
výtah	49,0200
předsíň WC ženy	42,1500
předsíň WC muži	34,2600
technologie	30,3800
kuchyně	26,9800
spojovací chodba	25,0000
výměníková stanice	23,9900
čajová kuchyňka	20,9300
úklid	20,3500
balkon	19,7600
zádveří	18,9400
manipulační prostor	18,8500
předsíň	18,5500
Vstup	13,4400
Stroj. požár. větrání	13,3800
WC muži	12,9200
technický prostor	12,4900
schodiště do 6NP	12,1200
rozvaděče	11,8400
bezbariérové WC	11,6400
sprcha	10,4800
soc. zařízení	9,3700
WC bezbariérové	7,7600
strojovna výtahu	4,7600
hyg. kabina	2,8300
údržba	2,4000
nasávací komora	2,2500
CELKEM	**2 026,3630**

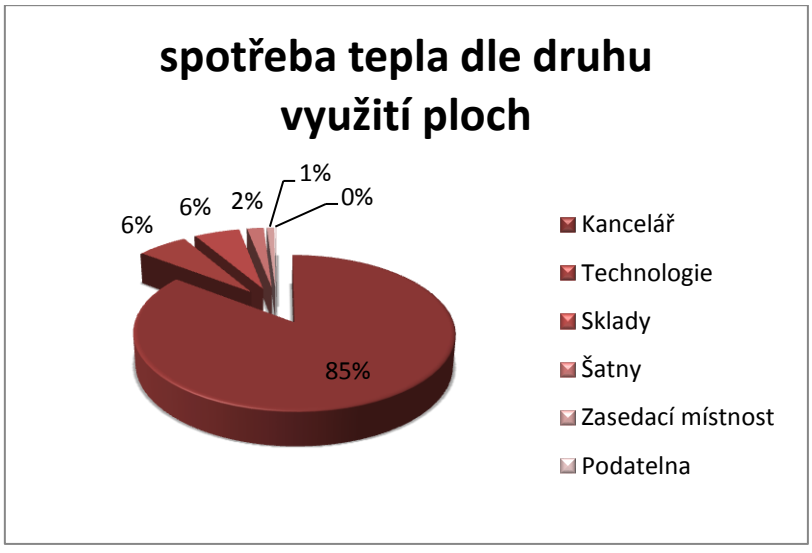
Tabulka 6 ostatní plochy budovy 3[vlastní zdroj

Graf č. 6 popisuje spotřebu elektrické energie v budově 3 pro rok 2016. Celková spotřeba elektřiny byla v měřeném roce 2016 66 421,48 kWh, z čehož 73% tedy 43 485,80 kWh tvoří spotřeba elektřiny v kancelářských prostorech.



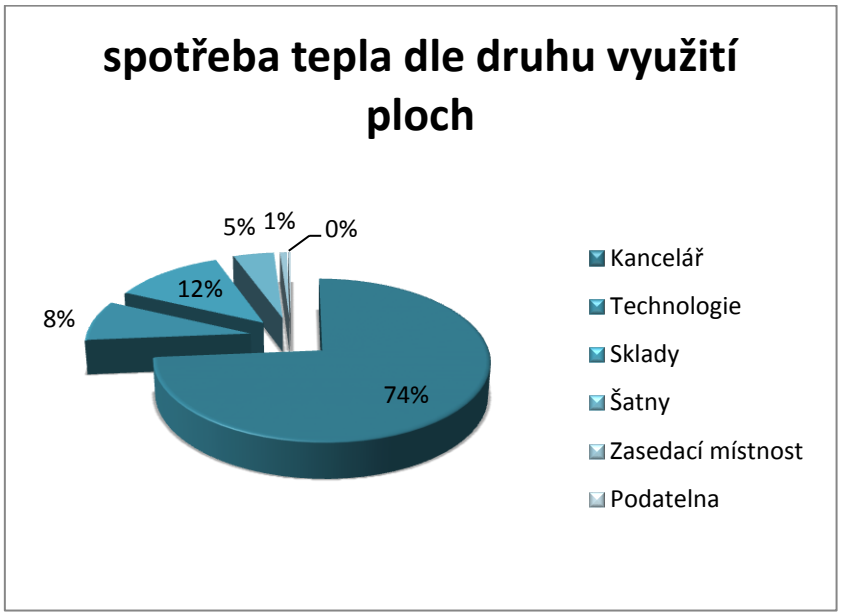
Graf 10 rozdělení spotřeby elektřiny budovy 3 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Následující graf zobrazující spotřebu tepla je na první pohled podobný předchozímu grafu. Spotřeba pro kancelářské prostory je 85% z celkové hodnoty 149,29 MJ. Budova 3 není dělena do jednotlivých vytápěných zón, celá budova je počítána jako jediná zóna. V každé kanceláři je umístěno zařízení pro regulaci teploty.



Graf 11 rozdělení spotřeby tepla budovy 3 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Z grafu spotřeby vody plyne, že z celkové roční spotřeby 277,38 m^3 je pro zásobu kanceláří využito 74 %. Přesná hodnota spotřeby vody kanceláří v roce 2016 je 192,83 m^3.



Graf 12 rozdělení spotřeby vody budovy 3 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

5.4. Budova 4

Čtvrtá budova se nachází opět v plzni. Jedná se o novostavbu sloužící jako administrativní budova. Tomu odpovídá i procentuální zastoupení ploch, kde většina podlahové plochy slouží jako kancelářské prostory. Kromě individuálních kanceláří se standartním provozem v pracovní době jsou v této budově umístěna call centra. V těchto centrech je nepřetržitá pracovní doba 24 hodin denně. V mimopracovní době jsou v budově tedy pracovníci call centra, úklidu a ostrahy. V každém call centru pracuje přibližně 20 až 30 lidí. V celé budově je pro výpočet energetické bilance počítáno s počtem 138 pracovníků.

Celková podlahová plocha budovy je 4 110,66 metrů čtverečních, z čehož 42% slouží jako kancelářské prostory. Půdorys budovy je obdélníkový. Delší strany obdélníku a tedy strany s umístěním většiny oken jsou situovány na severovýchodní a jihozápadní stranu. Jedna z kratších stran je plynule napojena na sousední zástavbu. Většina kancelářských prostor a všechny call centra jsou situovány severovýchodním směrem.

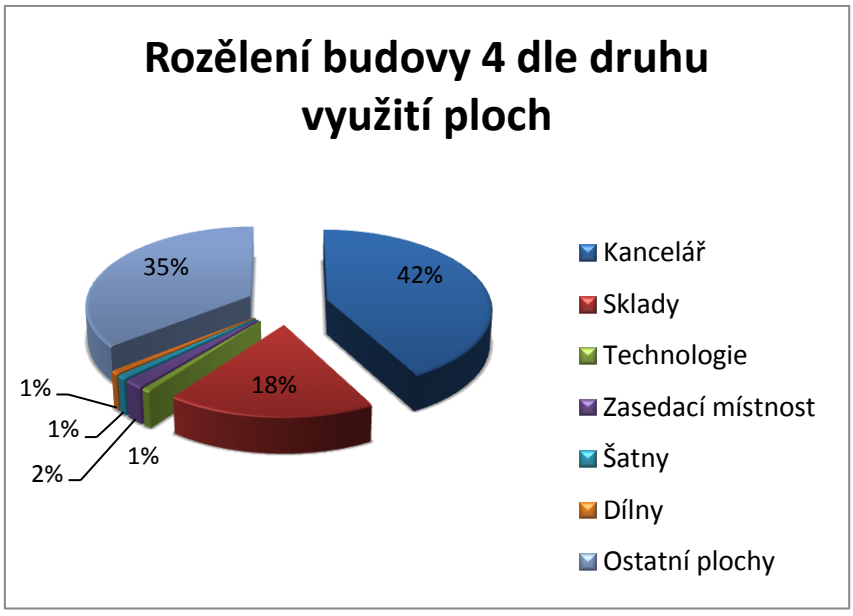
Jedná se o skeletový železobetonový konstrukční systém. V budově jsou umístěny dvě výtahové šachty, které budově slouží jako ztužující jádra. Lehký obvodový plášť je tvořen výplňovým zdivem na jihozápadní, a severní straně. Na jižní straně je použita prosklená fasáda a na straně severovýchodní budova navazuje na původní zástavbu. Bohužel pro tuto práci nejsou k dispozici průběhy teplot po jednotlivých měsících ani rozdělení spotřeb dle umístění daného prostoru v rámci orientace ke světovým stranám, nicméně po konzultaci s místním facility managerem docházíme k závěrům, že prosklená fasáda má největší podíl na spotřebě elektrické energie zejména v letních měsících, z důvodu přehřívání budovy a současně na spotřebě tepla v zimních měsících.

Přesné výměry jednotlivých druhů místností včetně jejich spotřeb energií pro rok 2016 jsou uvedeny v následující tabulce.

Druh využití	plocha dle druhu využití (m2)	elektřina (kWh)	teplo (GJ)	voda (m3)
Kancelář	1 731,53	31 718,55	79,25	128,28
Sklady	744,60	7 167,75	12,38	52,62
Technologie	31,29	748,81	1,24	5,26
Zasedací místnost	71,87	1 535,32	3,29	5,32
Šatny	36,59	386,23	0,64	2,71
Dílny	31,65	318,17	0,55	2,34
Ostatní plochy	1 463,13	rozpočítáno do ostatních ploch		
CELKEM	**4 110,66**	**42 809,74**	**100,66**	**196,15**
Na 1 m2		**10,41**	**0,02**	**0,05**
Na 1 m3				
Na 1 zaměstnance		**329,31**	**0,77**	**1,51**

Tabulka 7 Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 4 [vlastní zdroj]

Pro upřesnění a procentuální vyjádření ploch pro jednotlivé typy místností je dále vložen graf č. 13



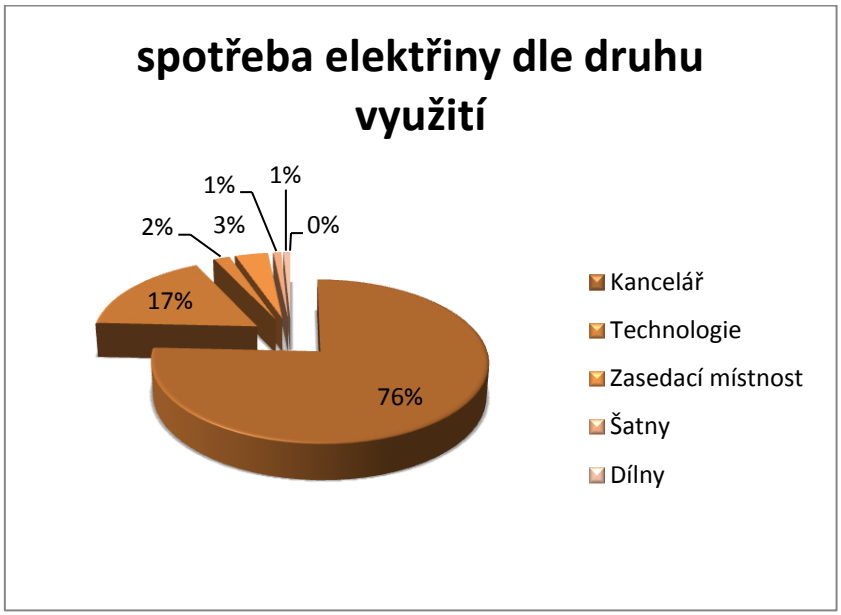
Graf 13 rozdělení budovy 4 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf č. 13 zobrazuje procentuální zastoupení jednotlivých druhů využití ploch vztažený k celkové výměře podlahové plochy budovy, která je 4 110,66 metrů čtverečních. Je z něho patrné, že nejvíce zastoupené jsou zde prostory sloužící jako kanceláře. Procentuální zastoupení 35% zde mají prostory s označením ostatní plochy, jejich spotřeby jsou rozpočítány do dalších ploch budovy. Následující tabulka tedy popisuje veškeré složky oblasti grafu s názvem ostatní plochy.

Ostatní plochy budovy 4	
Označení prostoru	**plocha (m2)**
chodba	565,6000
schodiště	175,0600
hala	132,3900
technický prostor	112,2600
rampa	105,1800
čajová kuchyňka	75,1700
nákladní výtah	35,7500
předsíň WC ženy	26,6800
sociální zařízení - muži	25,2000
WC muži	24,8500
sociální zařízení - ženy	24,7000
WC ženy	19,5400
předsíň WC muži	17,7700
sprcha	14,7800
osobní výtah	11,6200
umývárna ženy	11,1900
úklid Celkem	10,1000
instalační prostor	10,0500
výtah	9,9000
předávací stanice	8,8600
vstup	8,4600
sociální zařízení	7,8800
bezbariérové WC	7,1600
předsíň + WC	5,9200
předsíň	4,5900
mytí filtrů	3,1400
průchod	2,6000
kabina pro os. hygienu	2,5400
automaty	2,0000
výstup střecha	1,5900
vysavač	0,6000
světlík	0,0000
CELKEM	**1 463,1300**

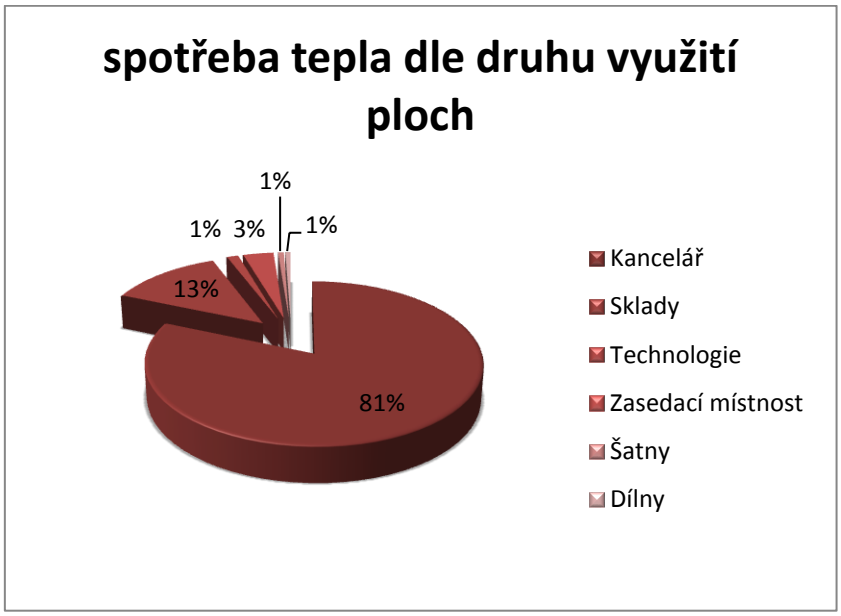
Tabulka 8 ostatní plochy budovy 4[vlastní zdroj]

Následující grafy popisují spotřeby energií pro rok 2016 dle druhů využití ploch. Graf č. 14 popisuje spotřebu elektrické energie v budově 4. Celková spotřeba elektřiny byla v měřeném roce 2016 42 809,74 kWh, z čehož 73)6% tedy 31 718,55 kWh tvoří spotřeba elektřiny v kancelářských prostorech. Do spotřeb kanceláří je v této budově započítána i spotřeba call center.



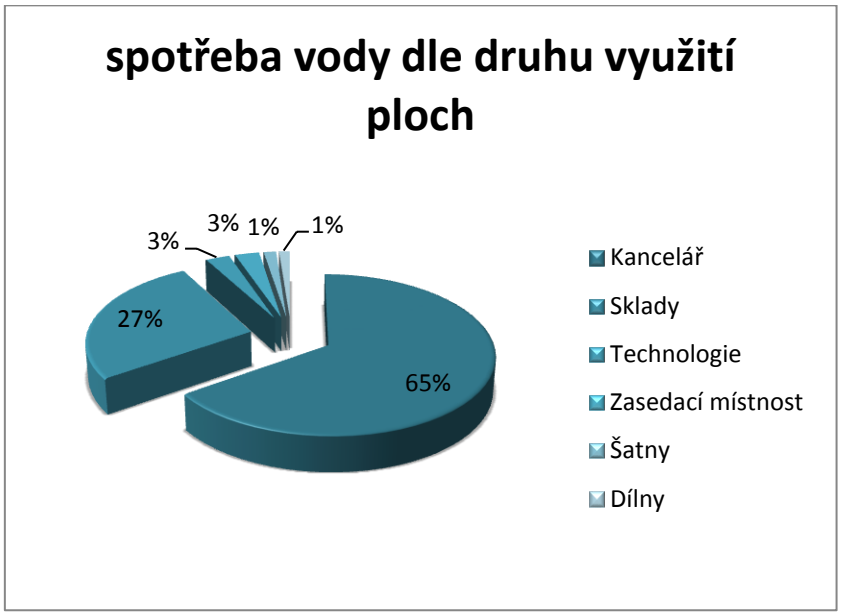
Graf 14 rozdělení spotřeby elektřiny budovy 4 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Následuje graf zobrazující spotřebu tepla. Na první pohled je velice podobný předchozímu grafu, opět zde vidíme velkou převahu u kancelářských prostor (81%). Celková spotřeba v roce 2016 byla 100,66 GJ. Budova 4 stejně jako budovy 1,2 a 3 není rozdělena do vytápěných zón, celá budova je počítána jako jediná zóna a v každé kanceláři je umístěno zařízení pro regulaci teploty. Stejné zařízení je umístěno v prostorech call center, kde je ovšem kvůli vyššímu počtu pracujících složitější domluva na požadované teplotě.



Graf 15 rozdělení spotřeby tepla budovy 4 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf číslo 16 popisuje spotřeby vody, je opět podobný dvěma předchozím grafům. Je z něho patrná převaha kancelářských prostor. 27% z celkové spotřeby pak tvoří skladové prostory. Spotřeby dalších ploch jsou v této budově v jednotkách procent. Celková spotřeba vody v roce 2016 činila 196,15 m3.



Graf 16 rozdělení spotřeby vody budovy 4 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

5.5. Budova 5

V pořadí pátá posuzovaná budova je zároveň poslední z objektů nacházejících se v plzni. Na rozdíl od předešlých budov má tato více účelů a nejedná se tedy pouze o budovu se silnou převahou kancelářských prostor. Tato budova byla zkolaudována v roce 2008, jedná se o dvoupodlažní budovu. Budova slouží jako zákaznické centrum, které je umístěno v přízemí, v prvním nadzemním podlaží je situována restaurace s barem a bowlingové dráhy. Provoz budovy je v kancelářských prostorech a zákaznickém centru standartní s pevnou pracovní dobou, provozní doba restaurace je prodloužena dle požadavků klientů. V mimopracovní době jsou v budově pouze pracovníci úklidu a ostrahy. Kanceláře jsou zde pouze individuální s počtem jednoho až třech zaměstnanců v jedné kanceláři. Celkový počet pracovníků v této budově je 78.

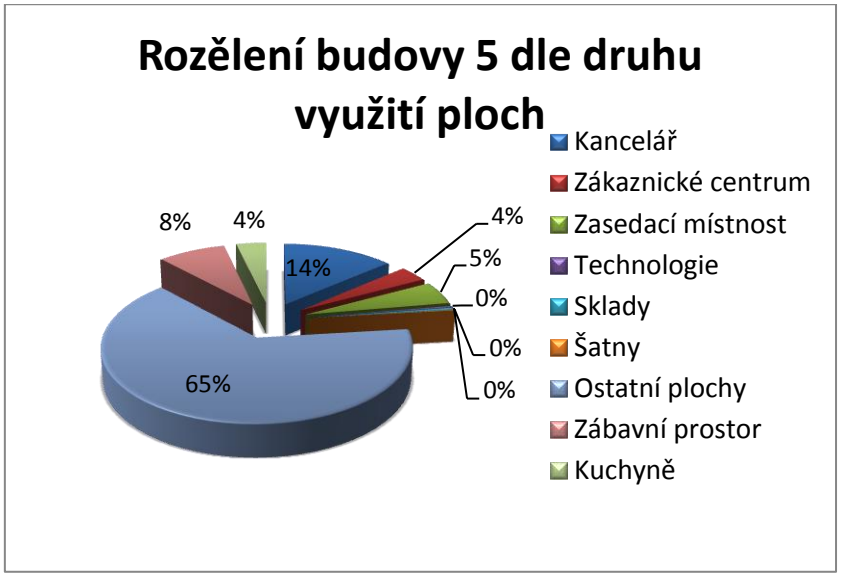
Půdorys budovy je tvaru L. jedná se o skeletový konstrukční systém. Jako lehký obvodový plášť je na většině plochy budovy použito prosklené fasády. Pouze na malé části budovy na jihozápadní a severozápadní straně je použito lehké výplňové zdivo, jedná se o části, které jsou běžným návštěvníkům budovy skryté, reprezentativní část budovy je tedy celá prosklená. Opět u této budovy nejsou bohužel k dispozici průběhy teplot po jednotlivých měsících ani rozdělení spotřeb dle umístění daného prostoru v rámci orientace ke světovým stranám, nicméně po konzultaci s místním facility managerem docházíme k závěrům, že prosklená fasáda má největší podíl na spotřebě elektrické energie zejména v letních měsících, z důvodu přehřívání budovy a současně na spotřebě tepla v zimních měsících.

V přízemí se nachází reprezentativní centrální prostor zákaznického centra včetně haly určené pro čekání návštěvníků. Rovněž je zde prostor pro individuální kancelářské prostory, toalety, recepce včetně zázemí ostrahy. V prvním podzemním podlaží je umístěn prostor pro technologická zařízení objektu, hlavní uzávěry, apod. V prvním nadzemním podlaží jsou již zmíněné bowlingové dráhy, restaurace s kuchyní a bar. Tyto prostory jsou využívány zejména pro firemní večírky, školení, teambuildingové akce apod.

Druh využití NJ	plocha dle druhu využití (m2)	elektřina (kWh)	teplo (GJ)	voda (m3)
Kancelář	855,62	18 278,13	39,16	63,39
Kuchyně	230,27	rozpočítáno do ostatních ploch		
Ostatní plochy	4 065,57	rozpočítáno do ostatních ploch		
Sklady	27,68	278,26	0,48	2,05
Šatny	6,66	70,30	0,12	0,49
Technologie	19,54	756,27	0,64	1,45
Zábavní prostor	521,35	rozpočítáno do ostatních ploch		
Zákaznické centrum	221,51	4 731,99	10,14	16,41
Zasedací místnost	321,15	6 860,55	14,70	23,79
CELKEM	**6 269,35**	**30 975,50**	**65,23**	**107,59**
na 1 m2		**4,94**	**0,0104**	**0,02**
na 1 m3	**20 086,02**	**1,54**	**0,0034**	**0,01**
Na 1 zaměstnance		**238,27**	**0,5018**	**0,83**

Tabulka 9 Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 5[vlastní zdroj]

Pro upřesnění a procentuální vyjádření ploch pro jednotlivé typy místností je dále vložen graf č. 17



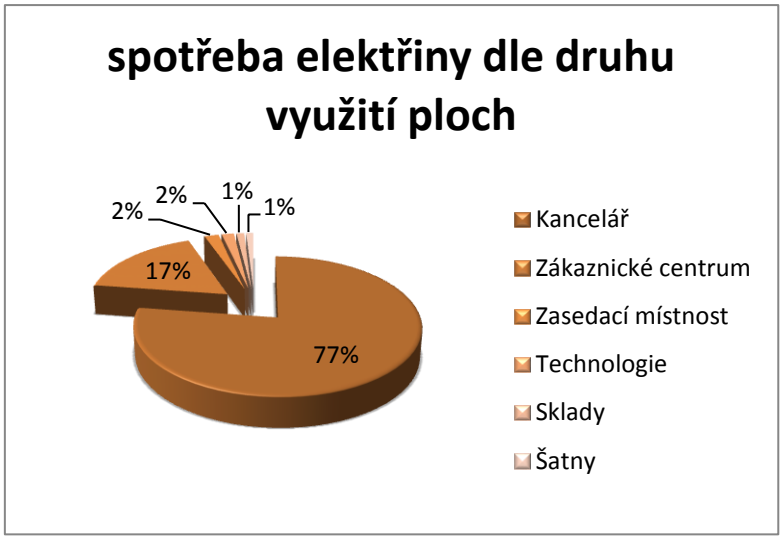
Graf 17 rozdělení budovy 5 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf č. 17 zobrazuje procentuální zastoupení jednotlivých druhů využití ploch vztažený k celkové výměře podlahové plochy budovy, která je 6 269,35 m2. Z grafu na první pohled vidíme jasnou převahu ostatních ploch, ty zde tvoří 65%. Veškeré druhy místností z kategorie ostatních ploch, které nejsou započítávány do spotřeb energií jsou popsány v následující tabulce.

Ostatní plochy	
Označení prostoru	**plocha (m2)**
Hala-zákaznické centrum	707,6800
chodba	671,0000
hala	555,5100
terasa	550,8700
schodiště	268,2200
podloubí	201,4500
restaurace	162,4800
strojovna VZT	126,7700
foyer	98,2800
chodba - šatnová hala	65,3400
předsíň	48,8400
rozvaděče	45,4600
rampa	44,0100
manipulace	39,3900
strojovna chladu	39,3300
Rampa + schodiště	38,7200
šachta VZT	37,6100
čajová kuchyňka	31,8300
lodžie	31,6300
strojovna	29,6600
technologie	26,0800
odlučovač tuku	23,2800
chodba - úpravna	22,0200
prostor pro kontejnery	19,7800
instalační prostor	19,4100
úklid	18,8100
výtah 1	17,9400
výtah 2	17,9400
nasávací komora	17,2800
vstup	16,4900
strojovna výtahu	12,8900
zázemí bowlingu	11,5000
sprcha	8,6700
předsíň WC ženy	7,3100
předsíň WC muži	7,2400
kuchyně	3,8200
dojezd výtahu 3	3,8100
schodiště na střechu	3,0200
hyg. Kabina	2,6300
sprcha muži	2,5700
CELKEM	**4 056,5700**

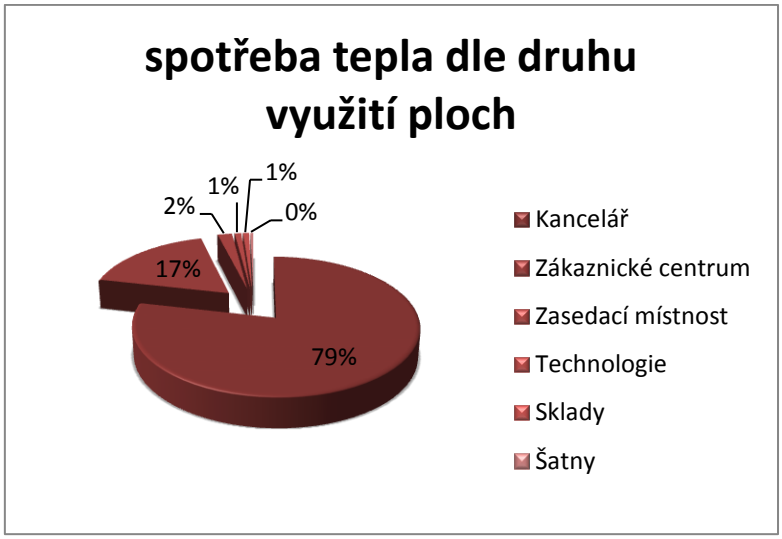
Tabulka 10 ostatní plochy budovy 5[vlastní zdroj]

Graf č. 18 popisuje spotřebu elektrické energie v budově 5. Celková spotřeba elektřiny byla v měřeném roce 2016 30 975,50 kWh, z čehož 77% tvoří spotřeba elektřiny v kancelářských prostorech. Tento a následující graf je třeba brát s rezervou, jelikož je zde řeč pouze o spotřebách z přibližně jedné třetiny celkové plochy budovy.



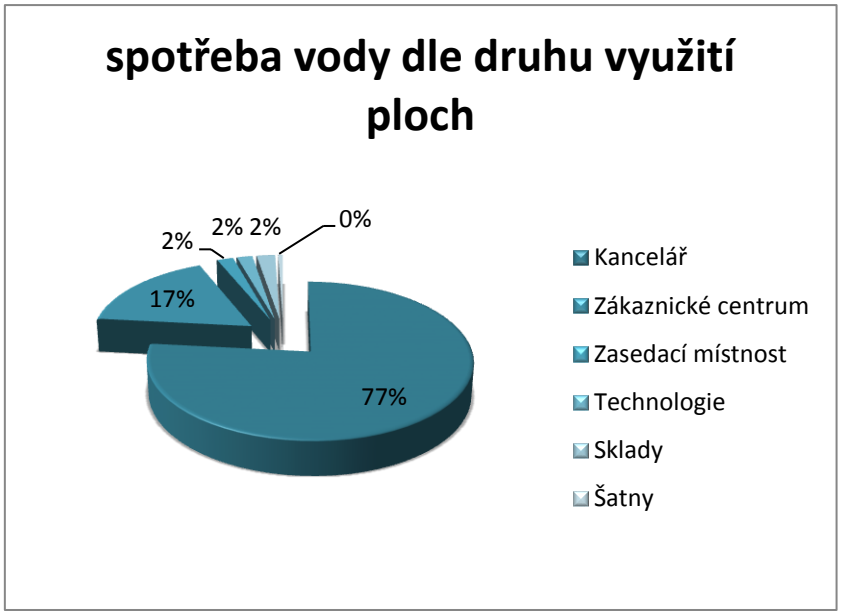
Graf 18 rozdělení spotřeby elektřiny budovy 5 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf číslo 19 zobrazuje rozložení spotřeb tepla. Stejně jako předchozí graf i tento udává převahu spotřeby v kancelářských prostorech. Ta zde činí 79% z celkové hodnoty, která v roce 2016 byla 65,23 GJ. Tato budova stejně jako předchozí budovy není rozdělena do vytápěných zon, celá budova je počítána jako jediná zóna a v každé kanceláři je umístěno zařízení pro regulaci teploty.



Graf 19 rozdělení spotřeby tepla budovy 5 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf číslo 20 popisuje spotřeby vody. Opět vidíme převahu spotřeby v kancelářských prostorech, kde z celkové hodnoty 107,59 pro rok 2016 tato činí 77%. Je z něho patrná převaha kancelářských prostor. 17% pak připadá pro prostory zákaznického centra. Spotřeby dalších prostor jsou v řádech jednotek procent.



Graf 20 rozdělení spotřeby vody budovy 5 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

5.6. Budova 6

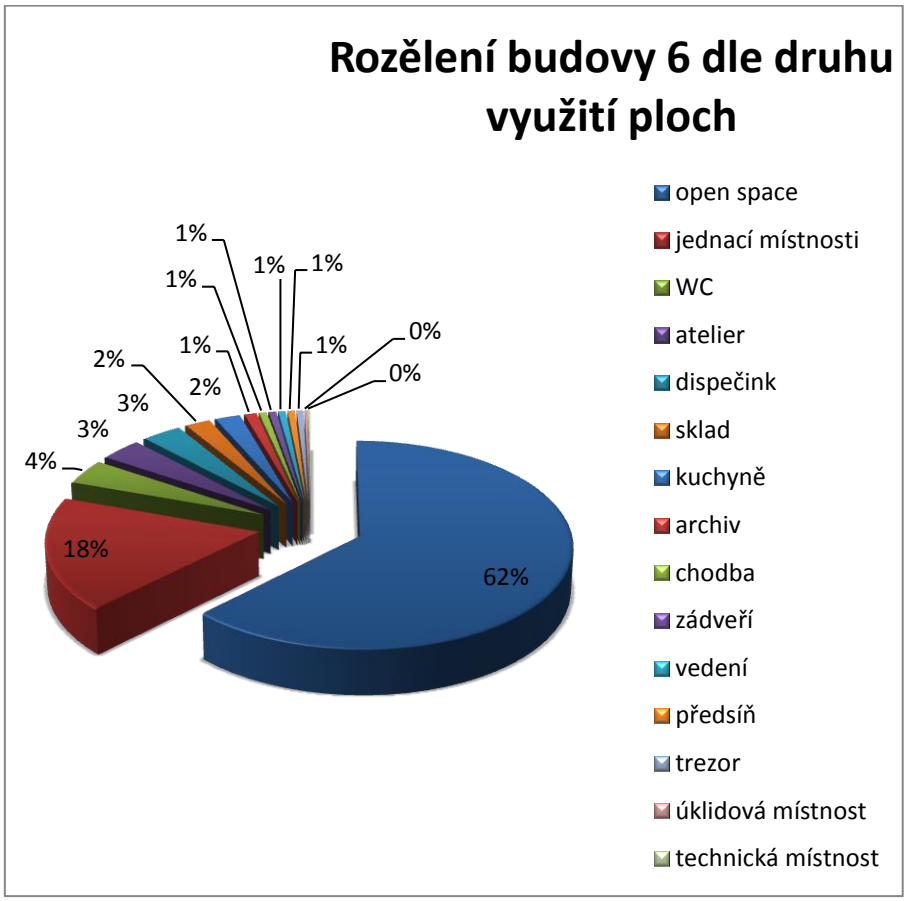
Budova s označením 6 se nachází v Praze. Jedná se o bývalou výrobní halu, která v roce 2014 prošla rozsáhlou rekonstrukcí a nyní slouží jako jednopodlažní administrativní budova s open space prostorem. Celková plocha je 1373,5 m^2 a obestavěný prostor 8375 m^3. V budově je počítáno s obsazeností kanceláří přibližně na 50 pracovníků. Pracovní doba je zde pevná, v mimopracovní době se v prostorách budovy pohybují pravidelně pouze pracovníci ostrahy a úklidu.

Svislé nosné konstrukce tvoří skeletový konstrukční systém, který v rámci rekonstrukce nebyl nijak upravován, jelikož pro open space je takový systém vhodný díky otevřenému prostoru. Vodorovné konstrukce také nebyly při rekonstrukci měněny oproti původnímu stavebnímu řešení, pouze došlo k vytmelení spár mezi panely trvale pružným lepidlem. Střešní konstrukce je nyní zateplena 100 mm vrstvou polystyrenu EPS, obvodový plášť zůstal bez zateplení. Při rekonstrukci došlo ke kompletní výměně výplní okenních a dveřních otvorů, jedná se o plastová okna s nadsvětlíky a prosklené plastové vstupní otočné dveře. Snížený podhled je nově instalován pouze v místnostech zádveří, jednací místnosti, toalet a kuchyně kde je snížen na hodnotu výšky místnosti 3,26 metru. Celý prostor open space kanceláří snížený podhled nemá a výška tohoto prostoru je 8,11 metrů. Většina podlahové slouží jako open space prostor. Viz tabulka místností a graf rozdělení celkové plochy dle způsobu užívání.

Tabulka místností	
místnost	**výměra (m2)**
zádveří	8,75
open space	858,95
jednací místnosti	245,37
archiv	14,13
trezor	7,64
sklad	29,33
dispečink	46,01
vedení	8,7
kuchyně	29,01
předsíň	8,42
WC	54,06
úklidová místnost	3,40
technická místnost	2,30
chodba	8,82
atelier	48,56
CELKEM	**1 373,45**

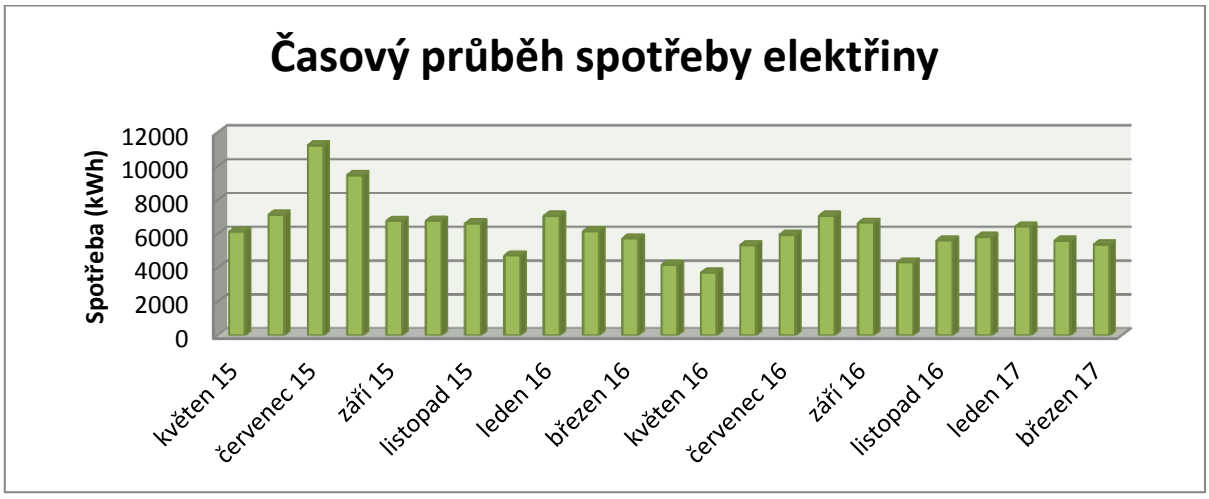
Tabulka 11 Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 6 [vlastní zdroj]

Následující graf přehledně zobrazuje procentuální podíly jednotlivých druhů místností na celkové podlahové ploše budovy. Více než 60% tedy patří prostoru pro open space.



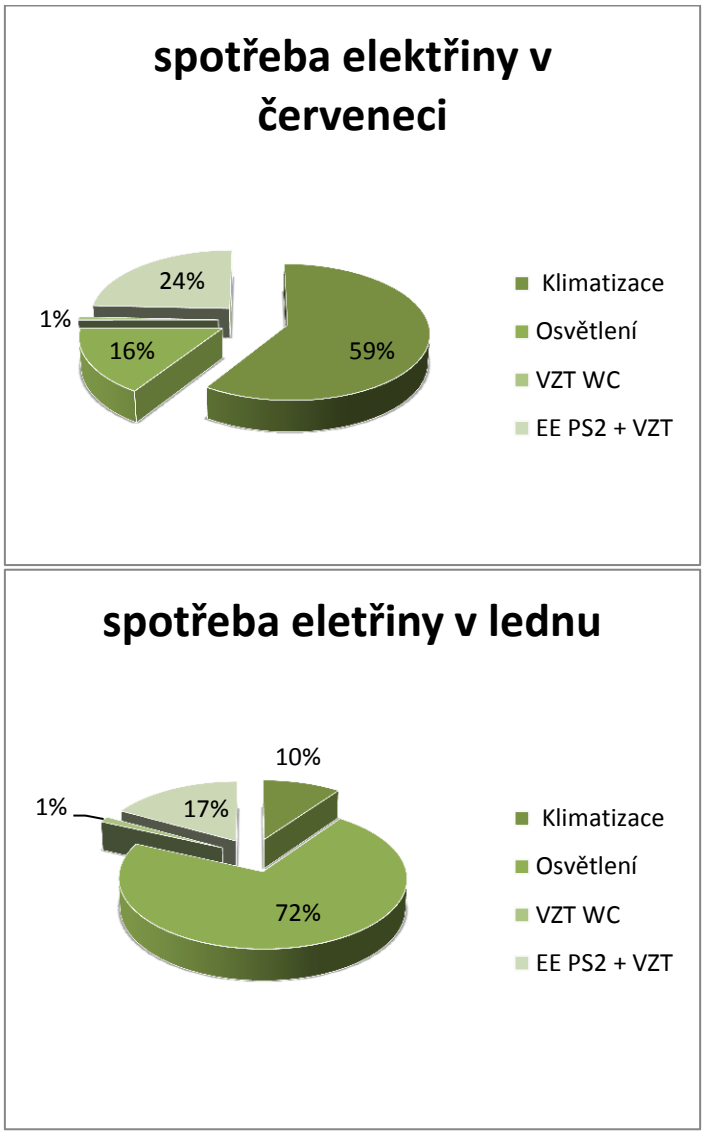
Graf 21 rozdělení budovy 6 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Pro účely této práce byly použity naměřené hodnoty spotřeb energií za období od 1.4 2015 do 1.3 2017. Spotřeby jsou rozděleny na elektřinu, teplo a vodu. Tyto základní kategorie jsou dále rozděleny na dílčí spotřeby dané energie. Vývoj jednotlivých složek spotřeb energií budovy 6 je popsán v následujících grafech.



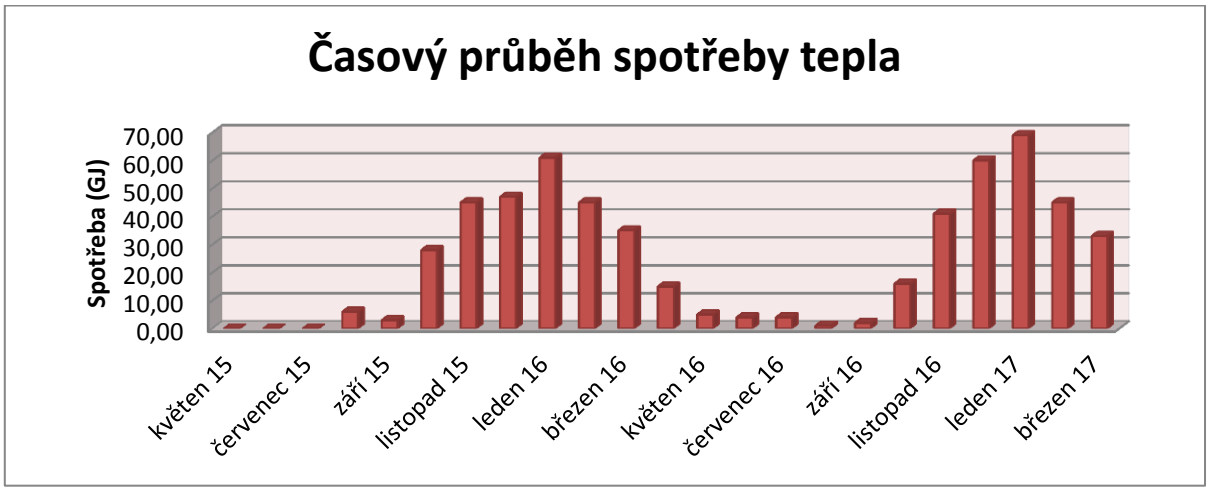
Graf 22 časový průběh spotřeby elektřiny budovy 6 [vlastní zdroj]

Z Grafu časového průběhu spotřeby elektrické energie je zřejmé, že spotřeba je v zimních měsících nižší než v letních. To je způsobeno zejména nutností klimatizování budovy. Při rekonstrukci objektu byla instalována vzduchotechnická jednotka. Ta počítá s průměrnou venkovní teplotou vzduchu -15 stupňů celsia v zimních a +32 stupňů celsia v letních měsících. Požadována teplota vnitřního prostředí je 24 stupňů. Vzduchotechnické zařízení je rozděleno na větrání kanceláří a open space prostoru, dále odvod vzduchu sociálních zařízení a klimatizaci kanceláří a open space. Pro klimatizaci je použito nezávislého chladícího systému TOSHIBA VRF v provedení tepelné čerpadlo, které je umístěno na střeše budovy. Vnitřní jednotky jsou umístěny na nástěnném, kazetovém provedení. Pro srovnání jsou dále grafy, které udávají rozdělení spotřeby energií v jednom průměrném zimním a jednom letním měsíci.



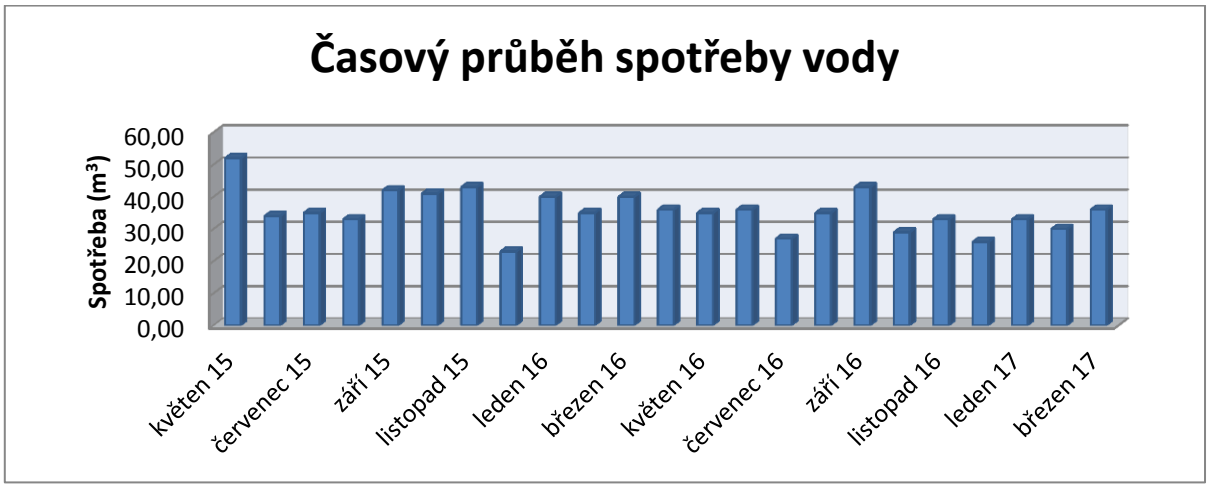
Graf 23,24 spotřeby elektřiny v letním a zimním měsíci [vlastní zdroj]

Z grafů je patrné, že v letních měsících je naprosto dominantním prvkem ve spotřebě elektrické energie klimatizace, která se na spotřebě podílí téměř 60%. V zimních měsících má hlavní podíl na spotřebě elektřiny osvětlení.



Graf 25 časový průběh spotřeby tepla budovy 6 [vlastní zdroj]

Časový průběh spotřeby tepla samozřejmě dosahuje nejvyšších hodnot v zimních měsících, v letních jsou hodnoty nulové nebo blížící se nule. Průměrná hodnota v zimních měsících se pohybuje v rozmezí šedesáti až sedmdesáti GJ.



Graf 26 časový průběh spotřeby vody budovy 6 [vlastní zdroj]

Spotřeba vody je v budově s označením 6 víceméně konstantní. K mírnému navýšení dochází v podzimních měsících Průměrná měsíční spotřeba vody se pohybuje v rozmezí 30 až 40 metrů krychlových.

Následující tabulka zobrazuje přesné hodnoty spotřeb sledovaných složek. Hodnoty jsou zde uváděny po jednotlivých měsících, dále jsou celkové hodnoty přepočítány na jeden metr čtvereční, krychlový a na jednoho zaměstnance.

	Médium	jednotka	spotřeba 05 2015	spotřeba 06 2015	spotřeba 07 2015	spotřeba 08 2015	spotřeba 09 2015	spotřeba 10 2015	spotřeba 11 2015	spotřeba 12 2015	spotřeba 01 2016	spotřeba 02 2016	spotřeba 03 2016	spotřeba 04 2016
centrální	elektřina	kWh	4860	5550	9300	8100	5130	5370	5670	4170	6270	5310	5040	3330
klimatizace	elektřina	kWh	814	1649	4729	3899	850	445	403	371	466	471	499	273
osvětlení	elektřina	kWh	1338	1375	1267	1450	1622	2479	2637	1856	3375	2421	1834	1005
VZT WC	elektřina	kWh	58	53	60	50	52	73	65	38	62	57	57	50
E PS2 + VZT	elektřina	kWh	1272	1587	1941	1377	1638	1405	948	554	797	845	696	845
ELEKTŘINA CELKEM		kWh	6132	7137	11241	9477	6768	6775	6618	4724	7067	6155	5736	4175
ELEKTŘINA NA 1 m2		kWh	4,46	5,20	8,18	6,90	4,93	4,93	4,82	3,44	5,15	4,48	4,18	3,04
ELEKTŘINA NA 1 pracovníka		kWh	122,64	142,74	224,82	189,54	135,36	135,50	132,36	94,48	141,34	123,10	114,72	83,50
podlahovka zasedačky	teplo	GJ	0	0	0	0	0	1	3	6	9	1	0	0
podlahovka open space	teplo	GJ	0	0	0	0	0	12	27	26	34	30	26	10
VZT	teplo	GJ	0	0	0	1	1	13	13	13	16	12	7	3
ohřev TV OKIN	teplo	GJ	0	0	0	5	2	2	2	2	2	2	2	2
TEPLO CELKEM		GJ	0,00	0,00	0,00	6,00	3,00	28,00	45,00	47,00	61,00	45,00	35,00	15,00
TEPLO NA 1 m2		GJ	0,00	0,00	0,00	0,0044	0,0022	0,0204	0,0328	0,0342	0,0444	0,0328	0,0255	0,0109
TEPLO NA 1 pracovníka		GJ	0,00	0,00	0,00	0,1200	0,0600	0,5600	0,9000	0,9400	1,2200	0,9000	0,7000	0,3000
VS 003 OKIN TV	voda	m3	8	6	5	5	6	8	8	3	6	6	6	6
VS 003 OKIN SV	voda	m3	44	28	30	28	36	33	35	20	34	29	34	30
VODA CELKEM		m3	52,00	34,00	35,00	33,00	42,00	41,00	43,00	23,00	40,00	35,00	40,00	36,00
VODA na 1 m2		m3	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
VODA na 1 pracovníka		m3	1,04	0,68	0,70	0,66	0,84	0,82	0,86	0,46	0,80	0,70	0,80	0,72

Tabulka 12 Spotřeby energií pro budovu 6 [vlastní zdroj]

	Médium	jednotka	spotřeba 05 2016	spotřeba 06 2016	spotřeba 07 2016	spotřeba 08 2016	spotřeba 09 2016	spotřeba 10 2016	spotřeba 11 2016	spotřeba 12 2016	spotřeba 01 2017	spotřeba 02 2017	spotřeba 03 2017
Centrální	elektřina	kWh	3060	4320	4320	5190	5370	3990	5070	5190	5850	5070	4860
Klimatizace	elektřina	kWh	313	930	995	1051	780	297	417	527	555	493	399
Osvětlení	elektřina	kWh	563	553	387	589	983	1524	2032	2074	2766	1947	1383
VZT WC	elektřina	kWh	53	55	43	56	60	42	50	44	50	47	56
EE PS2 + VZT	elektřina	kWh	649	1020	1632	1877	1284	332	553	631	582	530	517
ELEKTŘINA CELKEM		kWh	3709	5340	5952	7067	6654	4322	5623	5821	6432	5600	5377
ELEKTŘINA NA 1 m2		kWh	2,70	3,89	4,33	5,15	4,84	3,15	4,09	4,24	4,68	4,08	3,91
ELEKTŘINA NA 1 pracovníka		kWh	74,18	106,80	119,04	141,34	133,08	86,44	112,46	116,42	128,64	112,00	107,54
podlahovka zasedačky	teplo	GJ	0	0	1	0	0	1	5	8	9	6	5
podlahovka open space	teplo	GJ	2	0	0	0	0	10	25	38	44	29	20
VZT	teplo	GJ	2	2	1	0	0	4	9	12	14	8	5
ohřev TV OKIN	teplo	GJ	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3
TEPLO CELKEM		GJ	5,00	4,00	4,00	1,00	2,00	16,00	41,00	60,00	69,00	45,00	33,00
TEPLO NA 1 m2		GJ	0,0036	0,0029	0,0029	0,0007	0,0015	0,0116	0,0299	0,0437	0,0502	0,0328	0,0240
TEPLO NA 1 pracovníka		GJ	0,1000	0,0800	0,0800	0,0200	0,0400	0,3200	0,8200	1,2000	1,3800	0,9000	0,6600
PS 003 OKIN TV	voda	m3	5	5	4	5	8	6	6	4	6	5	6
PS 003 OKIN SV	voda	m3	30	31	23	30	35	23	27	22	27	25	30
VODA CELKEM		m3	35,00	36,00	27,00	35,00	43,00	29,00	33,00	26,00	33,00	30,00	36,00
VODA na 1 m2		m3	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
VODA na 1 pracovníka		m3	0,70	0,72	0,54	0,70	0,86	0,58	0,66	0,52	0,66	0,60	0,72

Tabulka 12 Spotřeby energií pro budovu 6 [vlastní zdroj]

6. Analýza a vyhodnocení spotřeb energií vybraných budov

Hodnoty spotřeb energií administrativních budov popsaných v předchozí kapitole jsou nyní zhodnoceny a porovnány. Následující podkapitoly uvádějí spotřeby elektřiny, tepla a vody. Tyto spotřeby jsou vypracovány v grafické podobě pro celkové spotřeby, spotřeby přepočtené na jednotku plochy, jednotku prostoru a jednoho zaměstnance. Následující tabulka pro přehlednost shrnuje data budov označených 1 až 6.

budova	plocha (m2)	vytápěný prostor (m3)	počet zaměstnanců	počet podlaží	stáří stavby
1	6 304,27	19 543,24	220	6	< 10 let
2	4 804,22	14 893,08	117	6	< 10 let
3	5 793,79	17 960,76	197	6	>70 let
4	4 110,66	12 743,05	138	5	< 10 let
5	6 479,36	20 086,02	78	2	< 10 let
6	1 373,50	11 139,09	50	1	>70 let

Tabulka 13 souhrn hodnot budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

6.1. Spotřeby elektřiny

Z grafu celkových spotřeb elektřiny je patrné, že nejvyšších spotřeb dosahují staré, rekonstruované budovy s označením budova 3 a 6 oproti novostavbám. Přesný průběh spotřeby elektřiny pro budovu 6 je vidět v tabulce č. 12 a grafu č. 22 v předchozí kapitole. V letních měsících celkovou spotřebu ovlivňuje nejvíce klimatizace a to přibližně 60%. Novostavby s vysokým procentuálním zastoupením skla na fasádě mají celkovou spotřebu elektřiny jen o několik procent nižší. Pro tyto budovy bohužel neexistují data spotřeb pro jednotlivé měsíce. Po konzultaci s facility managery a správci těchto budov docházíme k závěrům, že hodnotu spotřeb elektřiny nejvíce ovlivňuje nutnost využití klimatizačních jednotek prakticky ihned po ukončení topné sezony. Budova jedna je v tomto ohledu úspornější, jelikož prosklené fasády je zde použito méně oproti budově 2. Z tohoto porovnání celkových spotřeb lze vyhodnotit budovy 4 a 5 jako nadprůměrné a to navzdory faktu, že u budovy 4 je nepřetržitý provoz v call centrech. V budově 5 je pracovní doba přibližně o 6 hodin delší oproti ostatním budovám. Tento fakt je zapříčiněn zejména výškou budov a jejich orientací ke světovým stranám a poměrem prosklené fasády vůči izolačnímu zdivu. Porovnání celkových spotřeb ovšem není příliš vypovídající, jelikož hodnoty nejsou vztažené k žádné jednotkové veličině.

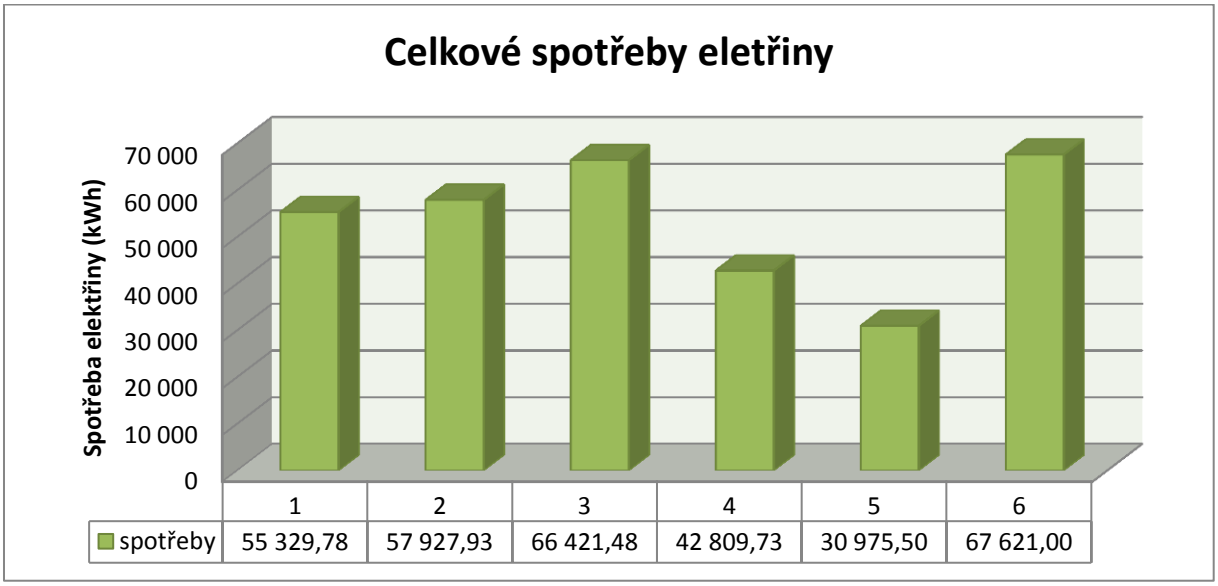
Porovnání hodnot spotřeb elektřiny vztažené k jednotce podlahové plochy je na první pohled zcela odlišné od předchozího grafu. Jako nejméně úsporná z pohledu spotřeby elektřiny zde dopadla budova s označením 6. Markantní rozdíl je zejména z důvodu výšky vytápěného prostoru open space této budovy. Výška vytápěného prostoru je u budovy 6 více než 8 metrů, budovy 1-5 mají standartní výšku podlaží, tedy přibližně 3 metry. V budově 6 je tedy zapotřebí vzduchotechnických jednotek (popsaných v kapitole 5) pro chlazení vzduchu a jeho výměny. To je jedna z velkých nevýhod administrativních budov s open space prostorem oproti buňkovým kancelářím. Nejúspornější z pohledu přepočtu spotřeby elektřiny na jednotku plochy v tomto porovnání vychází budova s označením 5. Jedná se o dvoupodlažní novostavbu se standartní výškou podlaží, budova se v letních měsících nepřehřívá z důvodu své výšky a umístění v zástavbě vyšších budov a z důvodu využití izolačního zdiva s malými okenními otvory. Pouze malá část fasády je prosklena. Jako druhá nejúspornější z této analýzy vychází budova 1. Jedná se o šestipodlažní novostavbu, na rozdíl od budovy 2 je pro obvodový plášť využito méně prosklené fasády oproti izolačnímu zdivu, díky čemuž nedochází k přehřívání budovy v letních měsících. Budovy 2,3 a 4 mají téměř totožné spotřeby elektřiny v přepočtu na jeden metr čtvereční. Budova 2 je novostavba a ze všech posuzovaných budov má největší poměr prosklené fasády oproti izolačnímu zdivu. Tato budova se v letních měsících nejvíce přehřívá, v současné době je to dle slov facility managera a energetického managera této budovy její největší problém. Nehospodárnost této

budovy dokazuje i fakt, že její spotřeba na jeden metr čtvereční je vyšší než u budovy ze 30. let minulého století (budova 3). Budova 4 obsahuje prostory pro call centra s nepřetržitým provozem.

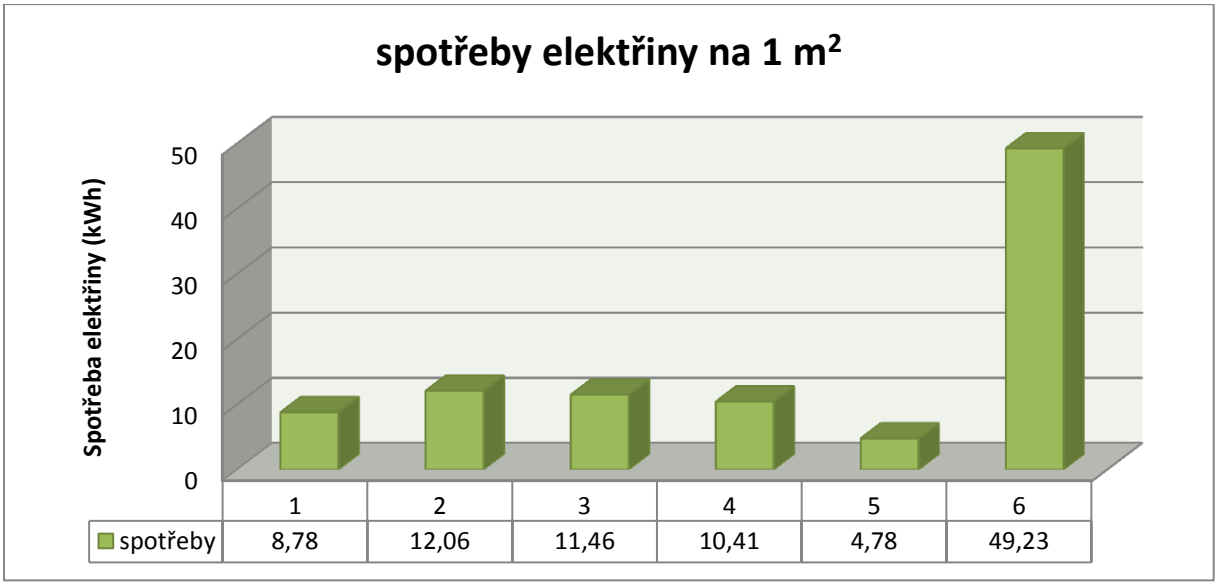
Spotřeby přepočítané na jednotku plochy, tedy jeden metr krychlový zobrazují velice podobné výsledky u budov 1-5. Budova s označením 5 zde vychází opět jako nejúspornější, hodnoty budovy 1 jsou také nadprůměrně a budovy 2,3 a 4 mají velice podobné výsledky. Shodnost těchto grafů vychází z faktu, že všechny budovy mají podobnou výšku podlaží a tedy vytápěného prostoru. Největším rozdílem oproti předchozímu grafu je spotřeba elektřiny v budově 6, která má na rozdíl od ostatních vyšší výšku vytápěného prostoru.

Srovnání spotřeb vztažené na jednoho pracovníka vychází opět nejhůře pro budovu 6, zde v prostoru open space pracuje pouze 50 osob, tedy nejméně ze všech posuzovaných budov. Budova 2 je z tohoto hlediska také málo úsporná. Co se týče podlahové plochy a obestavěného prostoru je budova 1 a 2 velice podobná, nicméně v budově 1 pracuje 220 zaměstnanců a v budově 2 pouze 117, čímž je dán velký rozdíl v tomto grafu. Nejlépe v tomto hodnocení vychází budova 1, což je zapříčiněno především největším počtem pracovníků ze všech posuzovaných budov. Hodnoty budovy 5 mohou být z tohoto pohledu zkresleny, jelikož se zde nepočítá s tepelnými zisky od osob navštěvující zákaznické centrum ani restauraci, ale pouze se zaměstnanci.

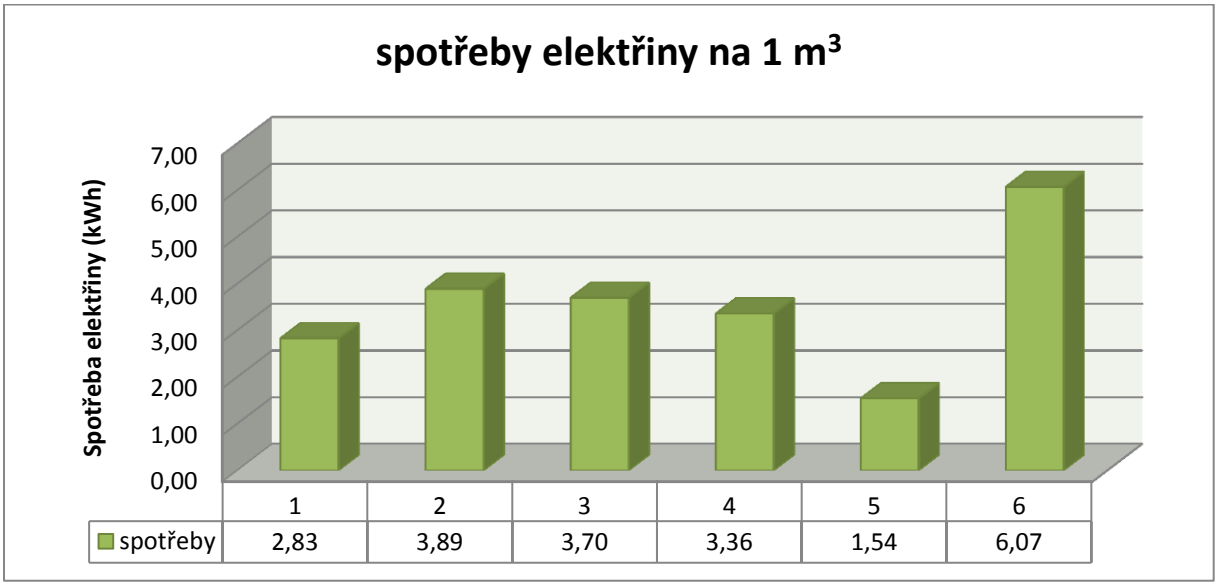
Z grafů spotřeb elektřiny plyne, že nejméně úsporná je budova s označením 6. Jedná se původně o průmyslovou halu, která byla rekonstruována pro účely administrativní budovy. Důvodem tohoto výsledku je výška vytápěného prostoru (nejmarkantnější rozdíl je ve spotřebách vztažených na jednotku plochy), dále nedošlo k úpravě obvodového pláště a ze všech posuzovaných budov zde pracuje nejméně osob. Z budov nacházejících se v Plzni vychází nejhůře budova s označením 2. V této budově je umístěna serverovna a budova má velký podíl prosklené fasády oproti izolačnímu zdivu. Jako nejúspornější budova z této práce z hlediska spotřeby tepla vychází budova s označením 5. Jedná se o dvoupodlažní objekt, na většinu fasády je využito izolačního zdiva a v této budově je umístěna rekuperační jednotka, která na úkor vyšší spotřeba elektřiny snižuje spotřeby tepla přibližně o jednu třetinu.



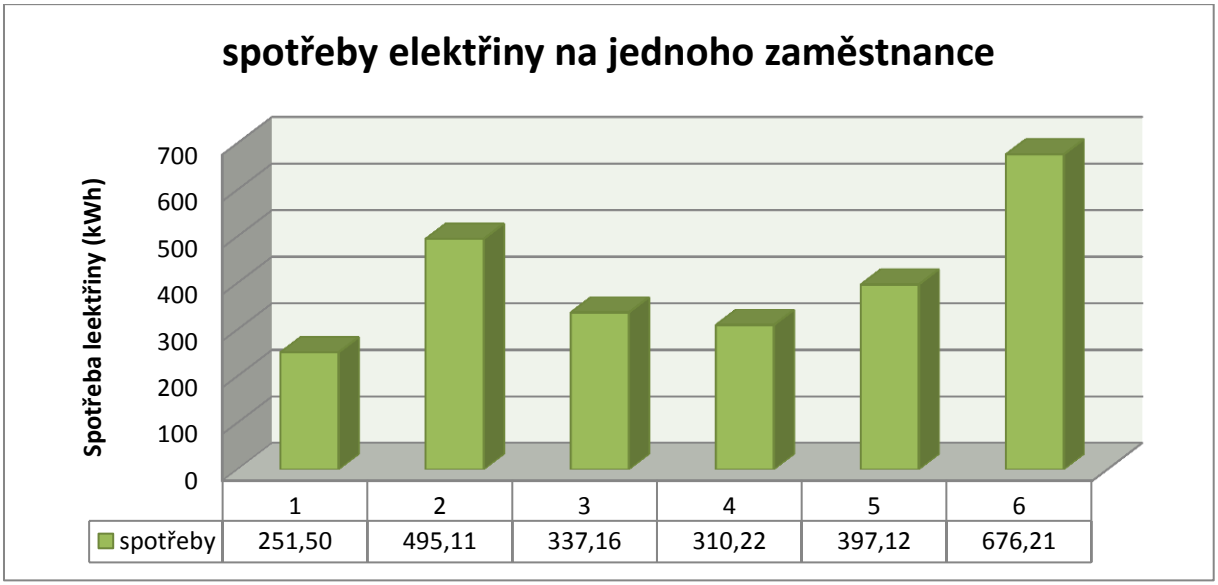
Graf 27 celkové spotřeby elektřiny budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 28 spotřeby elektřiny na 1 m2 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 29 spotřeby elektřiny na 1 m3 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 30 spotřeby elektřiny na jednoho zaměstnance budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

6.2. Spotřeby tepla

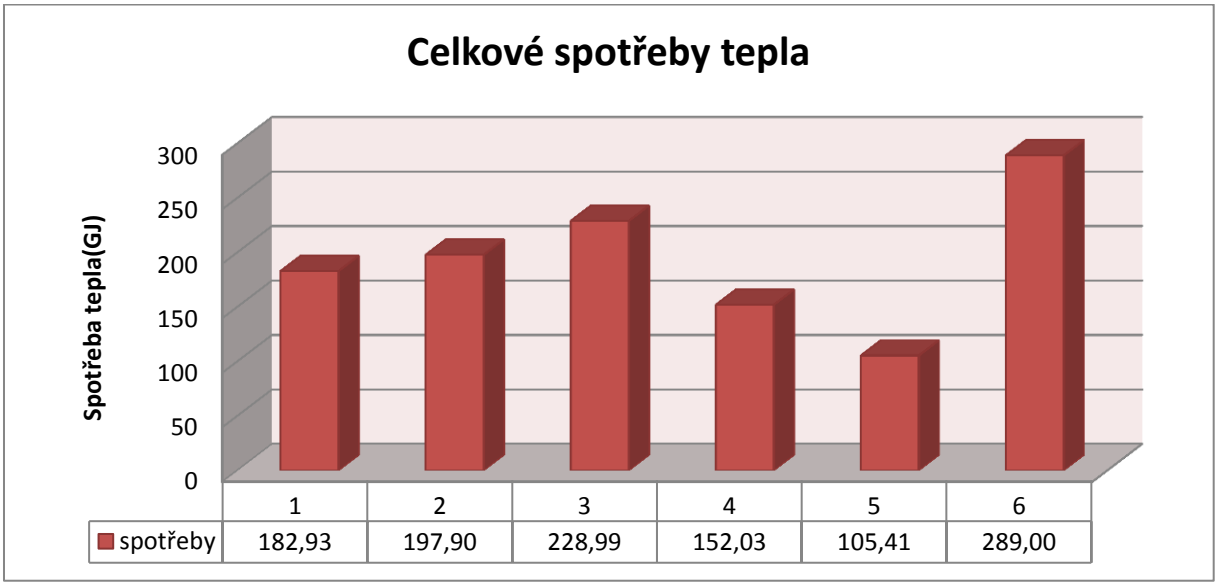
Graf zobrazující celkové spotřeby tepla (Graf 31) jasně znázorňuje vyšší spotřeby u starších budov (označené 3 a 6). Tento fakt je zapříčiněn u budovy 6 tím, že při rekonstrukci staré průmyslové budovy nedošlo k úpravě její obálky, například zateplením fasády. Novostavby s vysokým poměrem prosklení fasády (označené 1 a 2) jsou z hlediska spotřeby tepla úspornější. Ovšem kvůli nutnosti vytápění prostorů s prosklenou fasádou a tedy vysokým koeficientem prostupu tepla, se nejedná o ideální variantu. Z tohoto hlediska dopadly ve srovnání nejlépe budovy označené 4 a 5. Jedná se o novostavby, prosklených částí na fasádě je o poznání méně než u budov 1 a 2. Budova 4 je z tohoto hlediska vyhodnocena jako úspornější ve srovnání s dalšími a to i přes nepřetržitý provoz v call centrech. Graf celkových spotřeb ovšem není příliš vypovídajícím, jelikož hodnoty nejsou vztažené k žádné jednotkové veličině.

Benchmarking vyhodnocující spotřeby tepla vztažené k jednomu čtverečnímu metru (Graf 32) vychází nejhůře pro budovu s označením 6. To je zapříčiněno zejména výškou vytápěného prostoru open space. Oproti ostatním budovám se standartní výškou podlaží a tedy vytápěného prostoru je výška v této budově více než 8 metrů. Z hlediska pouze spotřeb tepla je pro tuto budovu vhodné řešení snížení a zateplení podhledu, čímž by došlo ke značné úspoře nákladů z důvodu zmenšení prostoru, který je potřeba vytápět. Tímto zásahem by ovšem zejména z pohledu space managera došlo ke zhoršení pracovního prostředí zabráněním přístupu přirozeného osvětlení do budovy a odkázání zaměstnanců pouze na umělé osvětlení. Nejlépe v tomto hodnocení skončila budova s označením 5. Tato dvoupodlažní novostavba využívá částečně tepla z rekuperační jednotky, je vhodně orientována ke světovým stranám a jako obvodový plášť je převážně použito výplňové zdivo s nízkým koeficientem prostupu tepla. Z plzeňských budov zde vychází největší spotřeba na jeden čtvereční metr pro budovu 2. To je zapříčiněno zejména využitím prosklené fasády na velké části budovy. Po konzultaci s místním facility managerem docházíme k závěrům, že tento fakt je zapříčiněn umístěním prostoru se servery. Velice podobně vychází spotřeby na jeden čtvereční metr u budovy s označením 4, což je zapříčiněno především rozdílným způsobem využití. V této budově jsou umístěna call centra s nepřetržitým provozem. Budova 3 vychází o poznání úsporněji v porovnání s budovou 1. Obě mají srovnatelnou výměru podlahové plochy, budova 3 je stará rekonstruovaná budova, budova 1 je novostavba. Rozdíl je zejména v obvodovém plášti. Na obvodový plášť budovy 3 bylo použito cihelné zdivo, které bylo v rámci rekonstrukce zatepleno. Budova 1 je z části prosklená, což je zde důvod vyšší spotřeby. Nachází se zde také restaurace a jídelna, a místnost ostrahy, kde probíhají procesy i v mimopracovní době.

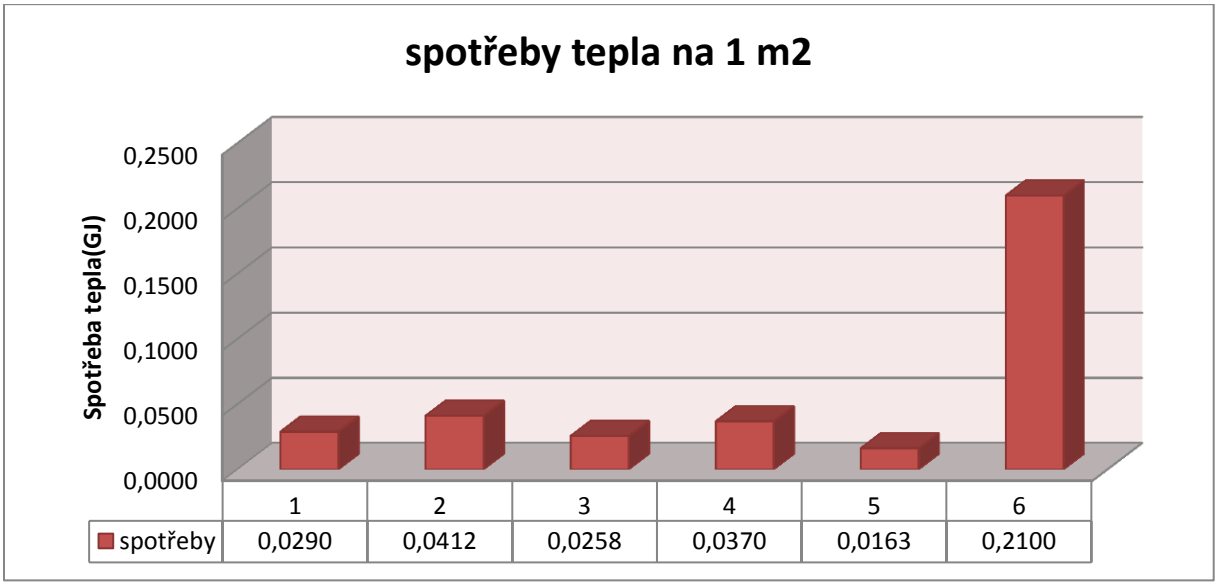
Následující grafické zobrazení dat spotřeb tepla vztažené k jednotce prostoru (1 m^3) opět vychází nejhůře pro budovu 6 (Graf 33). Rozdíl ovšem není tak velký jako u spotřeb vztažených k jednotce plochy. To potvrzuje vhodnost využití snížení a zateplení podhledu této budovy. Dalším řešením by zde mohlo být zateplení obvodového pláště, čímž by ovšem budova ztratila svou estetickou historickou hodnotu. Budova 3 zde oproti celkovým spotřebám vyrovnává novostavby 2 a 4. Což je dáno tím, že budova s označením 2 má ze všech posuzovaných největší poměr prosklení fasády s řádově vyšším koeficientem prostupu tepla oproti zateplenému cihelnému zdivu budovy. V budově 4 je nepřetržitý provoz call center, což má samozřejmě vliv na zvýšení spotřeb tepla oproti budově s provozem pouze v pracovní době. I v tomto hodnocení nejšetrněji vychází budova s označením 5.

Srovnání spotřeb vztažené na jednoho pracovníka (Graf 34) vychází opět nejhůře pro budovu 6, zde v prostoru open space pracuje pouze 50 osob, tedy nejméně ze všech posuzovaných budov. Budova 2 je z tohoto hlediska také málo úsporná. Co se týče podlahové plochy a obestavěného prostoru je budova 1 a 2 velice podobná, nicméně v budově 1 pracuje 220 zaměstnanců a v budově 2 pouze 117, čímž je dán velký rozdíl v tomto grafu. Nejlépe v tomto hodnocení vychází budova 1, což je zapříčiněno především největším počtem pracovníků ze všech posuzovaných budov. Hodnoty budovy 5 mohou být z tohoto pohledu zkresleny, jelikož se zde nepočítá s tepelnými zisky od osob navštěvující zákaznické centrum ani restauraci, ale pouze se zaměstnanci.

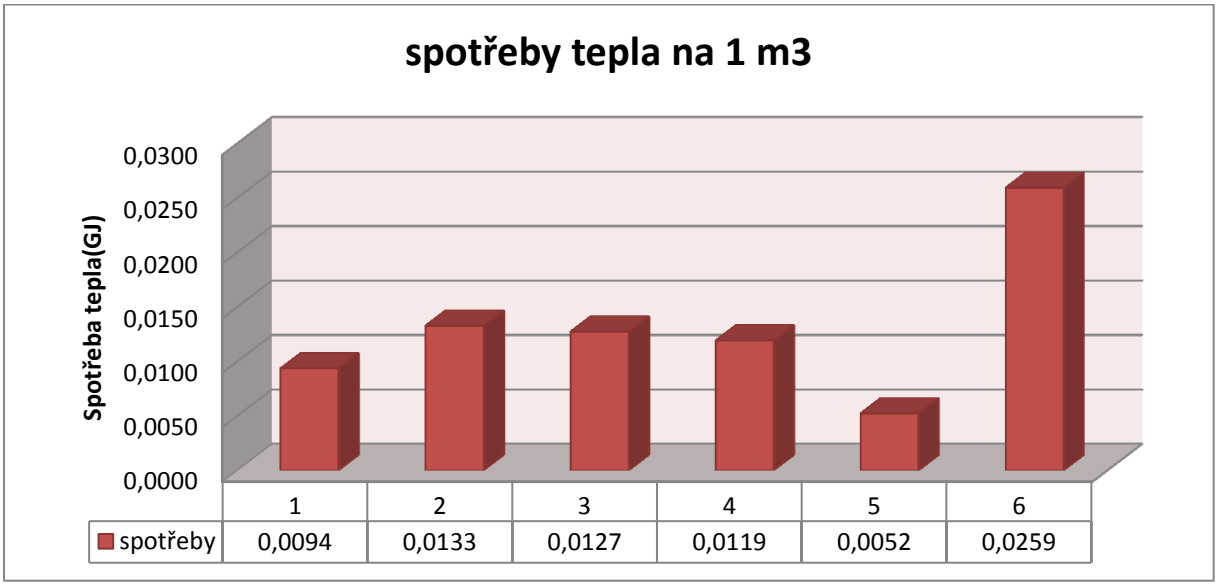
Z grafů tedy plyne, že nejméně úsporná je budova s označením 6. Jedná se původně o průmyslovou halu, která byla rekonstruována pro účely administrativní budovy. Důvodem tohoto výsledku je výška vytápěného prostoru (nejmarkantnější rozdíl je ve spotřebách vztažených na jednotku plochy), dále nedošlo k úpravě obvodového pláště a ze všech posuzovaných budov zde pracuje nejméně osob. Z budov nacházejících se v Plzni vychází nejhůře budova s označením 2. V této budově je umístěna serverovna a budova má velký podíl prosklené fasády oproti izolačnímu zdivu. Jako nejúspornější budova z této práce z hlediska spotřeby tepla vychází budova s označením 5. Jedná se o dvoupodlažní objekt, na většinu fasády je využito izolačního zdiva a v této budově je umístěna rekuperační jednotka, která na úkor vyšší spotřeba elektřiny snižuje spotřeby tepla přibližně o jednu třetinu.



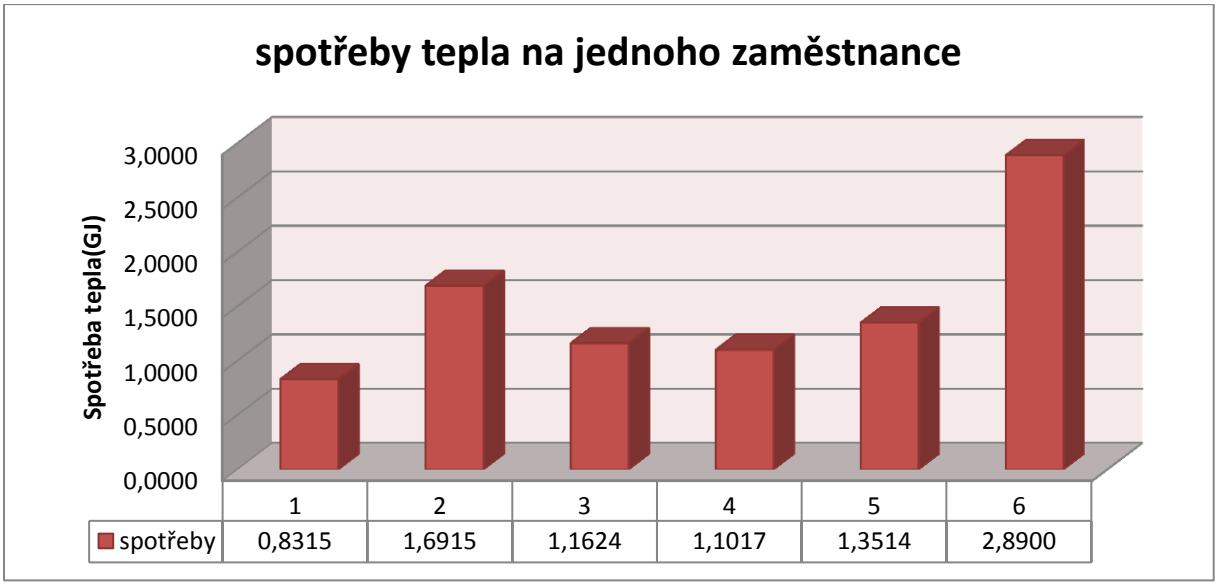
Graf 31 celkové spotřeby tepla budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 32 spotřeby tepla na 1 m2 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 33 spotřeby tepla na 1 m3 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



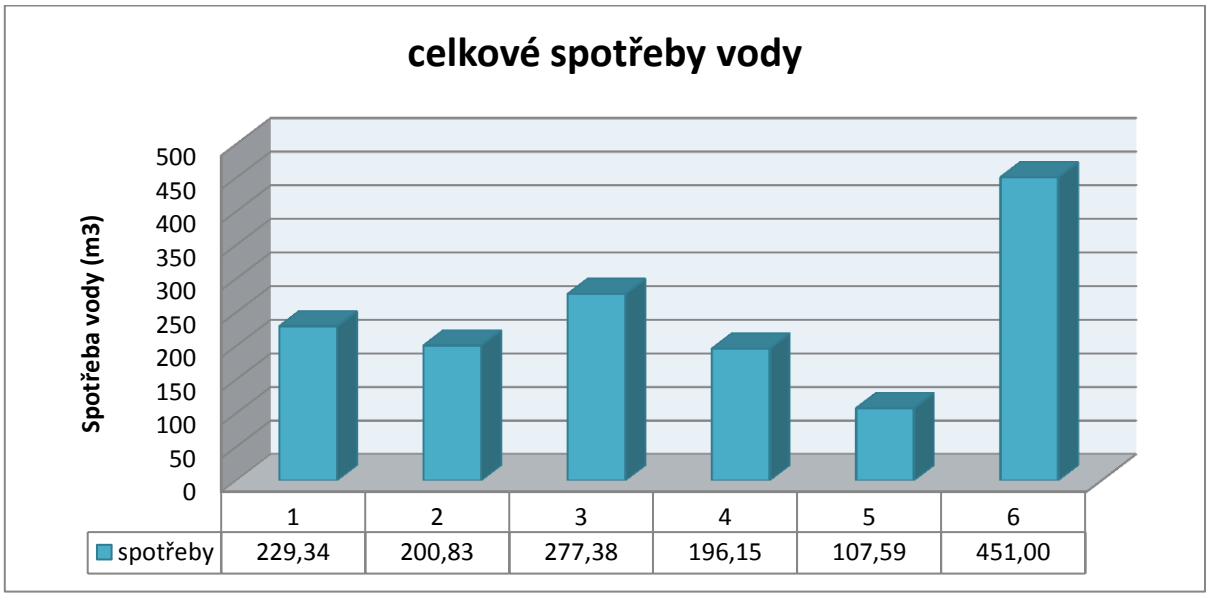
Graf 34 spotřeby tepla na jednoho zaměstnance budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

6.3. Spotřeby vody

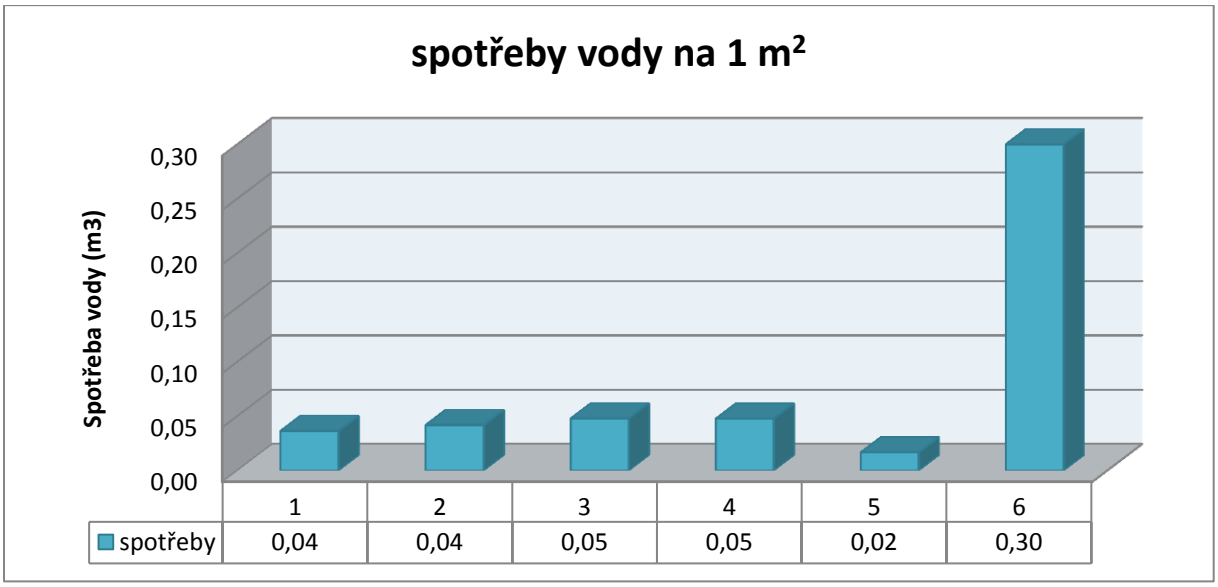
Analýza dat celkové spotřeb vody v popisovaných objektech dopadla obdobně jako v předchozích dvou případech. Spotřeby ve starých, rekonstruovaných budovách 3 a 6 jsou tedy opět nejvyšší. Stejně jako v předchozích případech dopadá i zde nejlépe budova s označením 5. V tomto srovnání je oproti předchozímu hodnocení spotřeba budovy 1 vyšší než u budovy 2. Je to dáno tím, že budova 1 slouží výhradně pro administrativní účely, v přízemí budovy 1 je situována restaurace s kuchyní. Spotřeba budov 2 a 4, tedy administrativních novostaveb, je téměř totožná.

Celkové spotřeby přepočtené na jednotku podlahové plochy, tedy jeden metr čtvereční opět dopadají nejhůře pro budovu 6, což jak již v této práci bylo zmíněno, způsobuje nejmenší podlahová plocha budovy a nejvyšší prostor kanceláří open space. Obdobně je tomu i u spotřeb přepočítaných na jeden metr krychlový.

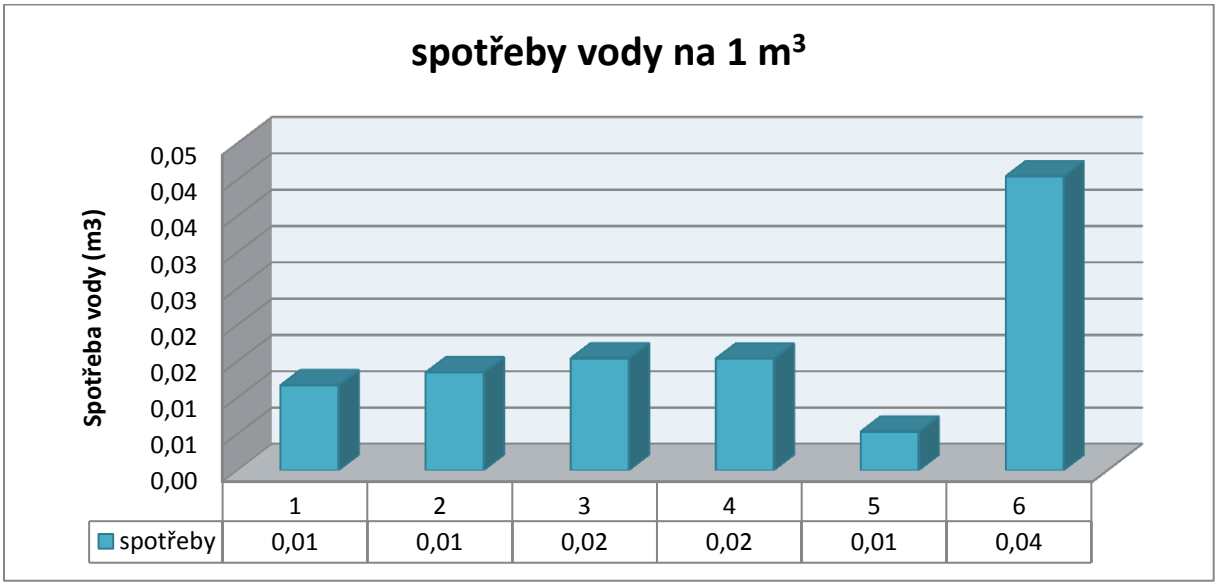
Co se týče hodnot spotřeb přepočtených na jednoho zaměstnance, opět docházíme k závěrům, že nejvyšší spotřeba je dosažena u budovy 6. Naopak nejnižších hodnot je dosaženo u budovy 1, kde pracuje nejvíce zaměstnanců (220). Spotřeby vody budovy 5 mohou být v tomto ohledu zkresleny, jelikož není počítáno se spotřebou návštěvníků zákaznického centra, ale pouze s jeho zaměstnanci.



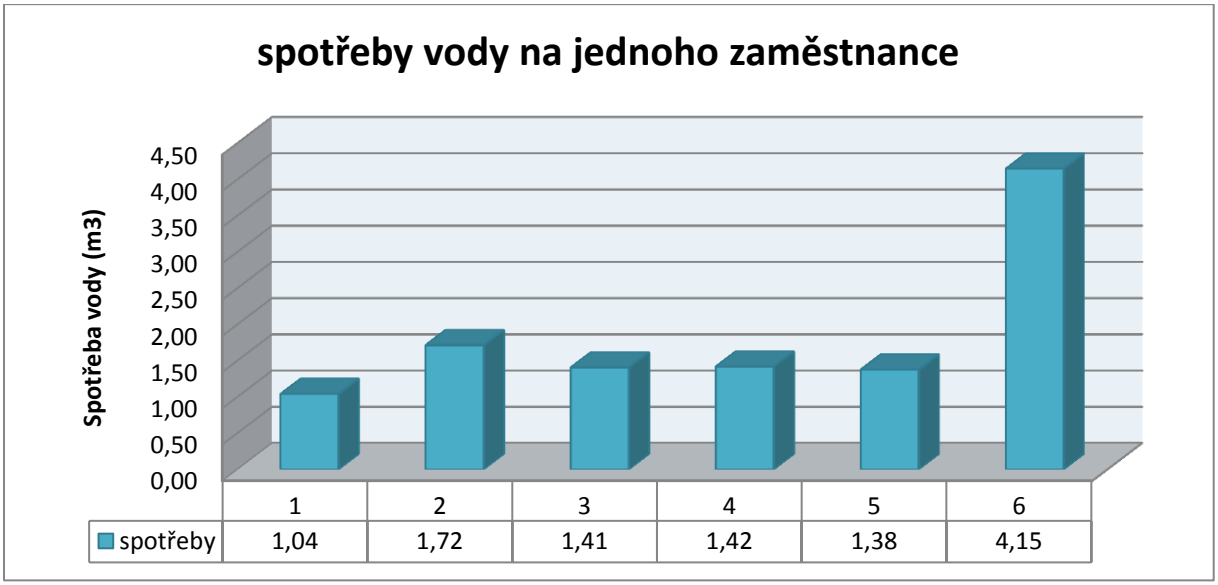
Graf 35 celkové spotřeby vody budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 36 spotřeby vody na 1 m2 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 37 spotřeby vody na 1 m3 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]



Graf 38 spotřeby vody na jednoho zaměstnance budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

7. Závěr

První část diplomové práce se zabývala definováním a přiblížením pojmu facility management. Práce se zde věnuje historickým vývojem tohoto oboru u nás i ve světě, jsou zde popsány jeho definice dle ČSN a IFMA. Dále práce řeší problematiku smluvního zajištění a norem pro facility management. Následující kapitola se věnuje problematice energetického managementu. Je zde popsána problematika trvale udržitelného rozvoje, kapitola se dále věnuje definování základních pojmů, jako jsou vytápěná zóna, energetická bilance apod. Část této kapitoly je dále věnována certifikaci a certifikačním systémům používaných v České republice a ve světě. Teoretickou část uzavírá krátká kapitola zabývající se přiblížením pojmu benchmarking, což je stěžejní pojem této diplomové práce.

V kapitole 5 je podrobně popsáno 6 administrativních budov. Jejich popis se týká především použitých materiálů, půdorysných rozměrů a počtu podlaží, orientace ke světovým stranám, počtu pracovníků apod. Pro každou budovu je zpracována tabulka místností, dále grafy celkových spotřeb energií (elektřina, teplo, voda) pro každý typ místností. Pro budovu s označením 6 je díky dlouhodobému sledování spotřeb energií vypracován graf průběhu spotřeb pro období přibližně dvou let. Toto je možné zejména díky požití systému CAFM, který je využíván facility managery pouze v této budově.

Následující kapitola se věnuje benchmarkingu výše popsaných budov z pohledu energetické náročnosti. Jsou zde vytvořeny grafy celkových spotřeb, spotřeb vztažených na jednotku plochy, na jednotku prostoru a na jednoho zaměstnance. Z výsledků této kapitoly jako energeticky nejméně úsporná budova vyšla budova s označením 6, tedy nejstarší z posuzovaných budov. Pouze tato budova je využívána jako prostor open space, na rozdíl od budov 1 až 5, kde jsou převážně využívány buňkové kanceláře. Prostor open space je nevýhodný zejména svou výškou, se kterou roste objem vytápěného prosou. Celkové spotřeby jsou zde vyšší i v porovnání s budovami, které jsou využívány nepřetržitě. Nejmarkantnější rozdíl je vidět ve spotřebách energií přepočítaný na jednotku plochy (1 m2). Nevýhody převyšující výhody u prostoru open space od buňkových kanceláří jsou již v západní Evropě známé a je otázkou času, kdy tento systém nebude využíván ani u nás. Naopak jako nejúspornější z šesti popisovaných budov vychází dvoupodlažní novostavba (budova č. 5). V této budově jsou umístěny buňkové kanceláře, zákaznické centrum a zábavní prostor. Jako obvodový plášť zde slouží izolační zdivo, pouze malá část fasády je prosklena. V této budově je umístěna klimatizační jednotka s částečnou rekuperací vzduchu.

Hlavním přínosem této práce ovšem není precizní zhodnocení důvodů rozdílných spotřeb daných budov a popsání návrhů pro zlepšení současného stavu, ale položení základu databáze spotřeb ener-

gií. Pro tuto práci byly vybrány administrativní budovy různého stáří, rozdílných typů provozů, rozdílného počtu pracovníků a počtu podlaží. Databáze nyní obsahuje pouze 6 objektů, u tohoto počtu ovšem nemusí zůstat a čím více podobných budov bude databáze obsahovat, tím bude její výstup přesnější a relevantnější. Práce má tedy hlavní uplatnění pro stávající i budoucí majitele či nájemce administrativní budovy. Díky této databázi budou schopni velice rychle zjistit, jak si daná budova stojí ve srovnání s konkurenčními objekty.

Vytvořená databáze nyní obsahuje pouze spotřeby energií za období jednoho roku, u tohoto údaje ovšem také nemusí končit. Databáze má tedy velký potenciál, ať už je řeč o počtu budov, počtu sledovaných kritérií, či délce měření dat spotřeb.

Seznam použitých zdrojů

1: Macek, D. *Facility management – úvod* [podstata FM] Praha: ČVUT, Fsv 28.4 2017

2: Macek, D. *Facility management – smluvní zajištění* [ČSN EN 15221] Praha: ČVUT, Fsv 25.2 2017

3: Macek, D. *Facility management – správa nemovitostí* [space management] Praha: ČVUT, Fsv 28.4 2017

4: Macek, D. *Facility management – provoz technologií* [provoz TZB v budovách] Praha: ČVUT, Fsv 8.3 2017

5: VYSKOČIL, Vlastimil K. a František KUDA. *Management podpůrných procesů: facility management*. 2., dopl. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-046-1.

6: Karásek, J. *Energetický management budov – úvod* [program energie] Praha: ČVUT, Fsv 8.3 2017

7: Karásek, J. *Energetický management budov – program energetická náročnost* [energetická bilance] Praha: ČVUT, Fsv 15.3 2017

8: Green building Council . *LEED is green building* http://www.leed.cz/certifikace-budov/ [online]. [cit. 2017-12-17].

9: Národní nástroj pro certifikaci kvality budov. Metodika SBToolCZ http://www.sbtool.cz/cs/metodika 2018/ [online]. [cit. 2017-12-4].

10: Ministerstvo životního prostředí. *Environmentální politika a nástroje, udržitelný rozvoj* https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj/ [online]. [cit. 2017-12-11].

11: ***Eko WATT*** [online]. [cit. 2017-12-21]. Dostupné z: http://www.leed.cz/certifikace-budov/

12: FREMR, Václav a Jiří BARTÁK. *ZČE - lidé a doba: 1919-2006*. Plzeň: Západočeská energetika, 2006. ISBN 80-239-6248-5.

13: The club of Rome. *History* https://www.clubofrome.org/about-us/history/ [online]. [cit. 2017-11-29].

Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1: „3P“ definice facility managementu

Obrázek 2 : „5P“ definice facility managementu

Obrázek 3: Vývoj facility managementu v USA

Obrázek 4: Náklady životního cyklu stavby

Obrázek 5: Úrovně facility managementu

Obrázek 6: Činnosti, které je vhodné outsourcovat

Obrázek 7: Seznam částí normy ČSN EN 15221

Obrázek 8: Oblasti facility managementu

Obrázek 10 : Struktura FM smlouvy

Obrázek 10: Struktura SLA

Obrázek 11: Cyklus PDCA

Obrázek 12: Příklad rozdílného měření ploch

Obrázek 13: Procentuální podíly tepelných ztrát prostupy konstrukčních prvků

Obrázek 14: Prvky energetické bilance

Obrázek 15: Strategie 20-20-20

Obrázek 16: Náklady na změny v závislosti na potenciálu ovlivnění kvality

Obrázek 17: základní oblasti hodnocení

Obrázek 18: výsledné certifikáty kvality

Seznam tabulek

Tabulka 1: Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 1[vlastní zdroj]

Tabulka 2: ostatní plochy budovy 1 [vlastní zdroj]

Tabulka 3: Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 2 [vlastní zdroj]

Tabulka 4: ostatní plochy budovy 2 [vlastní zdroj]

Tabulka 5: Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 1 [vlastní zdroj]

Tabulka 6: ostatní plochy budovy 3[vlastní zdroj]

Tabulka 7: Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 4 [vlastní zdroj]

Tabulka 8: ostatní plochy budovy 4[vlastní zdroj]

Tabulka 9: Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 5[vlastní zdroj]

Tabulka 10: ostatní plochy budovy 5[vlastní zdroj]

Tabulka 11: Spotřeby energií dle druhu využití místností pro budovu 6 [vlastní zdroj]

Tabulka 12: Spotřeby energií pro budovu 6 [vlastní zdroj]

Tabulka 13 souhrn hodnot budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Seznam grafů

Graf 1: rozdělení budovy 1 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf 2: rozdělení spotřeby elektřiny budovy 1 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 3: rozdělení spotřeby tepla budovy 1 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 4: rozdělení spotřeby vody budovy 1 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 5: rozdělení budovy 2 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf 6: rozdělení spotřeby elektřiny budovy 2 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 7: rozdělení spotřeby tepla budovy 2 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 8: rozdělení spotřeby vody budovy 2 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 9: rozdělení budovy 3 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf 10: rozdělení spotřeby elektřiny budovy 3 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 11: rozdělení spotřeby tepla budovy 3 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 12: rozdělení spotřeby vody budovy 3 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 13: rozdělení budovy 4 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf 14: rozdělení spotřeby elektřiny budovy 4 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 15: rozdělení spotřeby tepla budovy 4 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 16: rozdělení spotřeby vody budovy 4 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 17: rozdělení budovy 5 dle druhu využití ploch [vlastní zdroj]

Graf 18: rozdělení spotřeby elektřiny budovy 5 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 19: rozdělení spotřeby tepla budovy 5 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 20: rozdělení spotřeby vody budovy 5 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 21: rozdělení budovy 6 dle druhu využití místností [vlastní zdroj]

Graf 22: časový průběh spotřeby elektřiny budovy 6 [vlastní zdroj]

Graf 23,24: spotřeby elektřiny v letním a zimním měsíci [vlastní zdroj]

Graf 25: časový průběh spotřeby tepla budovy 6 [vlastní zdroj]

Graf 26: časový průběh spotřeby vody budovy 6 [vlastní zdroj]

Graf 27: celkové spotřeby elektřiny budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 28: spotřeby elektřiny na 1 m2 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 29: spotřeby elektřiny na 1 m3 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 30: spotřeby elektřiny na jednoho zaměstnance budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 31: celkové spotřeby tepla budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 32: spotřeby tepla na 1 m2 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 33: spotřeby tepla na 1 m3 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 34: spotřeby tepla na jednoho zaměstnance budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 35: celkové spotřeby vody budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 36: spotřeby vody na 1 m2 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 37: spotřeby vody na 1 m3 budov 1 – 6 [vlastní zdroj]

Graf 38: spotřeby vody na jednoho zaměstnance budov 1 – 6 [vlastní zdroj]