



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VLIV ZMĚNY KLIMATU NA ENERGETICKOU NÁROČNOST A VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BUDOV

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON ENERGY PERFORMANCE AND INDOOR ENVIRONMENT
QUALITY OF BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Richard Kalný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN WEYR

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Richard Kalný
Název	Vliv změny klimatu na energetickou náročnost a vnitřní prostředí budov
Vedoucí práce	Ing. Jan Weyr
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Platné zákony, vyhlášky, nařízení a normy v oblasti řešení problematiky diplomové práce. Domácí, evropská a světová literatura, sborníky vědeckých konferencí a odborných akcí v oblasti TZB. Stavební dokumentace zadané budovy. Podrobné podklady a další upřesnění stanoví vedoucí diplomové práce při konzultacích.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- a) titulní list
- b) zadání VŠKP
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora
- f) poděkování (nepovinné)
- g) obsah
- h) úvod
- i) vlastní text práce s touto osnovou
 - A. Analýza tématu, cíle a metody řešení
literární rešerše ze zadaného tématu, analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady, cíl práce a zvolené metody řešení, aktuální technická řešení v praxi
 - B. Aplikace tématu na zadaných objektech
specifikace energetického systému budov, stavební řešení a tepelně technické vlastnosti konstrukcí, návrhy technického řešení v podobě energetického auditu u administrativní budovy s návrhem opatření a studií technického provedení navržených opatření, hodnocení navržených variant řešení možných úspor z hlediska konstrukčních a způsobu řízení
 - C. Modelování a aplikace výpočetní techniky, experimentální řešení
zpracování stávajících měření, nastavení systému měření a regulace u výrobní haly, aplikace software pro modelování fyzikálních dějů v budovách a systémech TZB a aplikace změny klimatu, závěr
- k) seznam použitých zdrojů
- l) seznam použitých zkratk a symbolů
- m) seznam příloh
- n) přílohy

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Tato diplomová práce zkoumá dopady možných klimatických změn na vybrané budovy. Pro simulace v programu BSim autor používá klimatická data scénářů SRES, konkrétně modely B1, A1B a A2. Součástí je také rešerše na téma globální oteplování, návrhy a optimalizace systému měření a regulace u výrobní haly a vypracování části energetického auditu pro administrativní budovu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Globální oteplování, Klimatické změny, Simulace, Energetická náročnost budov, Scénáře SRES, Energetický audit, Měření a regulace, Vnitřní mikroklima, Kalibrace modelu, BSim

ABSTRACT

This thesis examines the impacts of possible climate change on selected buildings. For simulations in program BSim the author uses climatic data of SRES scenarios, specifically models B1, A1B and A2. It also includes a research on global warming, design and optimization of the measurement and control system at the production hall and a part of the energy audit for the office building.

KEYWORDS

Global warming, Climate change, Simulation, Energy performance of buildings, SRES scenarios, Energy audit, Measurement and control, Indoor microclimate, Model calibration, BSim

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Richard Kalný *Vliv změny klimatu na energetickou náročnost a vnitřní prostředí budov*. Brno, 2020. 132 s., 259 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Weyr

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vliv změny klimatu na energetickou náročnost a vnitřní prostředí budov* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Richard Kalný
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vliv změny klimatu na energetickou náročnost a vnitřní prostředí budov* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Richard Kalný
autor práce

Obsah

Obsah	7
Úvod a cíle práce.....	10
Teoretická část.....	12
A. 1. Slova na úvod	12
A. 2. Globální oteplování.....	12
A. 3. Vědecko-politická historie	13
A. 3. 1. Mezinárodní energetická agentura.....	13
A. 3. 2. Mezinárodní panel pro změny klimatu.....	13
A. 3. 3. Rámcová úmluva OSN o změně klimatu.....	15
A. 3. 4. Kjótský protokol.....	15
A. 3. 5. Pařížská dohoda	17
A. 3. 6. Směrnice 2010/31/EU	18
A. 4. Příčiny globálních změn klimatu.....	19
A. 4. 1. Skleníkový efekt.....	19
A. 4. 2. Přírodní a antropogenní skleníkový efekt	20
A. 4. 3. Produkce skleníkových plynů	21
A. 4. 4. Elektromobilita?.....	25
A. 5. Dopady globálního oteplování.....	28
A. 5. 1. Zvýšení průměrné globální teploty	28
A. 5. 2. Tání ledovců a zvyšování mořské hladiny.....	30
A. 5. 3. Další dopady klimatických změn.....	32
A. 6. Adaptační a mitigační opatření	36
B. Praktická část.....	37
B. 1. Popis objektů	37
B. 1. 1. Výrobní hala.....	37

B. 1. 1. 1. Investiční záměr.....	37
B. 1. 1. 2. Popis areálu	38
B. 1. 1. 3. Konstrukční systém.....	40
B. 1. 1. 4. Technické zařízení budovy	41
B. 1. 1. 5. Moření a pasivace a speciální technologie	44
B. 1. 2. Administrativní budova	47
B. 1. 3. Historická budova.....	51
B. 2. Měření a regulace výrobní haly.....	56
B. 2. 1. Popis systému.....	56
B. 2. 2. Úpravy systému dle potřeb uživatele objektu.....	57
B. 3. Tvorba modelů v programu <i>BSim</i> a nastavení profilů užívání.....	58
B. 3. 1. Výrobní hala	58
B. 3. 1. 1. Geometrický model	58
B. 3. 1. 2. Rozdělení na zóny	59
B. 3. 1. 3. Nastavení profilu užívání	60
B. 3. 2. Administrativní budova	62
B. 3. 2. 1. Geometrický model	62
B. 3. 2. 2. Rozdělení na zóny.....	63
B. 3. 2. 3. Nastavení profilu užívání	64
B. 3. 3. Historická budova	65
B. 3. 3. 1. Geometrický model	65
B. 3. 3. 2. Rozdělení na zóny	66
B. 3. 3. 3. Analýza vnitřního klimatu	67
B. 3. 3. 4. Nastavení profilů užívání a kalibrace modelu	70
C. Simulace	73
C. 1. Optimalizace vytápění v historické budově	73

C. 2. Energetický audit administrativní budovy	77
C. 2. 1. Postup zpracování auditu	77
C. 2. 2. Stávající stav	78
C. 2. 3. Srovnání energetické bilance z průkazu a softwaru	80
C. 2. 4. Varianty úsporných opatření	81
C. 2. 5. Ekonomické zhodnocení navrhovaných variant	84
C. 2. 6. Doporučení autora práce	91
C. 3. Použité scénáře klimatických změn pro simulace	91
C. 4. Vliv globálního oteplování na energetiku vyšetřovaných budov.....	92
C. 4. 1. Výrobní hala	92
C. 4. 1. 1. Energetické bilance	93
C. 4. 1. 2. Teplota v interiéru bez regulace větrání haly	97
C. 4. 1. 3. Teploty v interiéru s navrhovanou regulací větrání.....	100
C. 4. 2. Administrativní budova	105
C. 4. 2. 1. Energetická bilance.....	105
C. 4. 2. 2. Provozní a ekonomické dopady klimatických změn	108
C. 4. 3. Historická budova	110
C. 4. 3. 1. Energetická bilance.....	110
C. 4. 3. 2. Provozní a ekonomické dopady klimatických změn	112
C. 4. 4. Závěr z prováděné analýzy	115
D. Závěr.....	117
Seznam použité literatury	119
Seznam tabulek.....	124
Seznam obrázků	126
Seznam použitých zkratk a symbolů	130
Seznam příloh	132

Úvod a cíle práce

Cílem této práce je shrnout dosavadní poznatky o klimatických změnách, aplikovat prognostické scénáře na vybrané budovy v České Republice a vyvodit z nich závěry v rámci energetické náročnosti objektů.

Teoretická část práce se zabývá globálními změnami klimatu z pohledu vědeckého a politického. Popisuje nejvýznamnější historické milníky, mezinárodní smlouvy a instituce. Je vysvětlen skleníkový efekt, sumarizovány současné produkce skleníkových plynů a vzhledem k diskutovanosti problému se autor zamýšlí nad elektromobilitou. Popis dopadů klimatických změn zahrnuje také představení možných scénářů zvyšování průměrné teploty SRES, které jsou dále využity pro simulace chování budov.

V praktické části této práce jsou popsány tři objekty. Historická budova v centru Prahy, zrekonstruovaný administrativní objekt a výrobní hala pro provádění chemických povrchových úprav nerezových a uhlíkových ocelí v Brně. Autor v rámci působení ve společnosti vlastníci výrobní objekt dozoruje průběh výstavby s ohledem na technologické řešení vnitřních systémů, spolupracuje se subdodavateli na propojení stavebních a technologických celků a účastní se zahájení zkušebního provozu. V rámci něj jsou navrženy profily užívání stavby a je nastaven systém měření a regulace zahrnující vzduchotechnické zařízení, plynové otopné spotřebiče, plynové kotle k centrální přípravě teplé vody pro vytápění a užité teplé vody a technologie pro provoz mořiren. Ty zahrnují speciální vzduchotechniku a absorbéry pro neutralizaci kyselých výparů, vodní dílo neutralizační stanice a samotné vany s kyselinami.

U všech staveb je vytvořen model v programu *BSim 2002*, jsou nastaveny technologické systémy a profily užívání. Historická budova je kalibrována na základě dat z dataloggerů uvnitř objektu. Systém vytápění bude podroben analýze a v případě potřeby navržena optimalizace. U administrativního objektu bude vypracována grafická a protokolární část auditu této budovy. Zdokumentovaný

současný stav jednotlivých systémů bude doplněný o návrhy úsporných řešení a výběr optimální varianty včetně ekonomické návratnosti případné investice.

Nejdůležitější závěry z této diplomové práce vyplynou z aplikace scénářů globálního oteplování (modely B1, A1B a A2) pro roky 2050 a 2100. Budou vyčísleny potřeby energií pro jednotlivé systémy, popsány změny vnitřního mikroklimatu objektů a porovnány se současnými normami.

Teoretická část

A. 1. Slova na úvod

Globální oteplování, globální změna klimatu, klimatické změny. Je jedno, jak přesně tento jev nazveme, jisté je, že v nás lidech vyvolává čím dál silnější emoce. Většinou negativní. Někomu se vybaví plavba Gréty Thungergové přes Atlantický oceán, někomu titul *Modrá, nikoliv zelená planeta* od bývalého prezidenta Václava Klause, jinému zase solární panel, elektromobil nebo tající ledovec a umírající lední medvěd. Tato témata dokážou na dlouhé hodiny nebo dny rozhádat celé rodiny, přátele v hospodě, parlament, celou společnost. Jakmile se ale člověk oprostí od těchto spouštěčů emocí, podporovaných masovými médii i politiky, teprve tehdy se může začít nad problematikou zamýšlet racionálně a po vědecké stránce. Kjótský protokol, potenciál vyčerpávat ozonovou vrstvu, Mezivládní panel pro změny klimatu, mitigační opatření. Tyto pojmy a mnohé další už jsou argumenty do relevantní diskuze na téma globální oteplování. Problematikou po odborné stránce se bude také zabývat teoretická část této práce, sloužící jako podklad a návod na pochopení analýzy a simulací v praktické části.

Snahou autora není přesvědčovat a vnučovat názor na komplikovanou problematiku klimatických změn. Nezpochybňuje ani neprotěžuje jakoukoliv variantu či příčinu nebo kombinaci příčin a nevyvozuje konkrétní důsledky. Naopak vysvětluje nejdůležitější pojmy, shrnuje dosavadní poznatky a nakonec vyvrací některé mýty laické veřejnosti na toto téma. Cíl této rešerše bude naplněn v případě, že dokáže obrátit alespoň jednu diskuzi na toto téma ze stránky emotivní na stránku racionální, faktickou a vědeckou.

A. 2. Globální oteplování

Globální oteplování je ve své podstatě velmi jednoduše interpretovatelný pojem. Jedná se o celkový nárůst průměrné teploty povrchu země a oceánů. Tento primární jev sebou nese nesčetné množství dalších důsledků. Tání ledovců, které jsou dále příčinou zvedání hladin oceánů. Změna úhrnů srážek a rozšiřování pouští, které mají vliv na zemědělství především rozvojových zemí a jsou jednou z příčin masivní migrace. Tání permafrostů, které může probírat k životu do té doby

izolované typy bakterií. Četnost lesních požárů, vymírání živočišných druhů, extrémní události. [1]

V historii naší planety docházelo k pravidelnému střídání glaciálů a interglaciálů, tedy dob ledových a meziledových. Tato práce pojednává o změnách klimatu 20. a 21. století. Pokud se zaměříme právě na toto období, abnormálně vysoký gradient teploty způsobuje skleníkový efekt. Mezi hlavní skleníkové plyny patří oxid uhličitý, metan, ozon, ale také vodní pára. Člověk svou činností přispívá výraznou mírou k produkci těchto látek. Primárně například spalováním fosilních paliv, druhotně pak při chování dobytka nebo vypalováním deštných lesů. [2]

A. 3. Vědecko-politická historie

A. 3. 1. Mezinárodní energetická agentura

Tato mezinárodní společnost (anglicky International Energy Agency) byla založena roku 1974 v Paříži Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Původním cílem byla kontrola a regulace a tedy i udržitelnost dodávek ropy. Postupem času hraje organizace čím dál významnější roli při podpoře vědy a výzkumu alternativních a obnovitelných zdrojů energie a jejich začlenění do národní politiky států. Podporu snižování produkce oxidu uhličitého, vývoj technologií pro skladování energie a pod záštitou dceřiné organizace IEA Bioenergy získávání energie ze spalování biomasy. Mezi 30 členských států patří Austrálie, Kanada, Německo, Maroko, Mexiko nebo Česká Republika. [3] [4] [5]

A. 3. 2. Mezinárodní panel pro změny klimatu

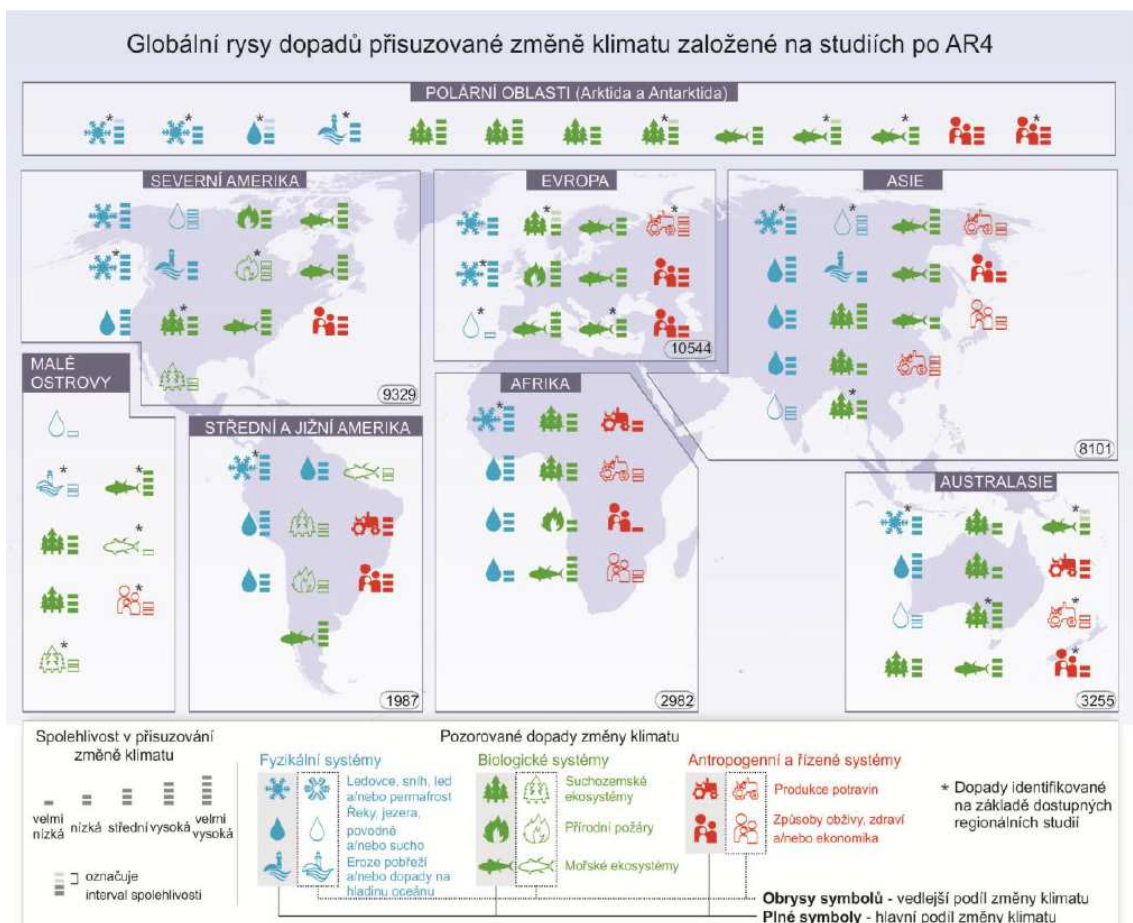
Tento vědecký mezivládní orgán vznikl roku 1988 ve švýcarské Ženevě. Je znám pod zkratkou IPCC, z anglického Intergovernmental Panel on Climate Change. Členové samotné organizace neprovádí vlastní výzkum, výstupem činnosti jsou především závěrečné souhrnné zprávy, které shromažďují a interpretují veškeré dosavadní znalosti o problematice v rámci vědy a výzkumu. Základní otázky, které si organizace klade, jsou: [6] [7]

- Do jaké míry člověk svou činností a existencí způsobuje globální změny klimatu a s nimi související přírodní jevy.

- Jaké další dopady budou tyto změny mít po stránce environmentální, ekonomické, sociální a politické.
- Jakým způsobem je možné se na způsobené změny adaptovat a jak je zmírnit (mitigace).

Strukturálně funguje organizace tak, že každou z výše zmiňovaných otázek se zabývá jedna pracovní skupina (Work Group I, Work Group II a Work Group III), dále je panelem IPCC volen předseda a výbor. Sekretariát dohlíží na činnosti organizace. [6] [8]

Kromě zvláštních zpráv vydala IPCC mezi léty 1990 a 2014 zatím 5 hodnotících zpráv. Vedle odborného textu, konkrétnímu hodnocení míry pravděpodobnosti jednotlivých jevů, je předností zpráv také jasné a srozumitelné grafické zpracování výsledků. Příkladem může být Obr. 1 z páté hodnotící zprávy. [1] [6] [8]



Obr. 1 Globální rysy dopadů přisuzované změně klimatu [1]

A. 3. 3. Rámcová úmluva OSN o změně klimatu

Další v řadě vědecko-politických kroků je takzvaná rámcová úmluva OSN o změně klimatu podepsaná 4. června 1992 v brazilském Riu de Janeiro. Jde o jeden z právních závazků (dále navazuje Kjótský protokol nebo Pařížská úmluva), ve kterém se podepsané státy upisují k jednotlivým krokům, vedoucím ke snížení emisí skleníkových plynů, environmentálním závazkům, udržitelnosti rozvoje a pomoci třetím zemím. [9]

„Úmluva je založena na čtyřech hlavních principech:

- principu mezigenerační spravedlnosti, tj. chránit klimatický systém ve prospěch nejen současné, ale i příštích generací;
- principu společné, ale diferencované odpovědnosti, který říká, že ekonomicky vyspělé země nesou hlavní odpovědnost za rostoucí koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, přičemž jejich povinností je i poskytovat pomoc rozvojovým zemím;
- principu potřeby chránit zejména ty části planety, které jsou více náchylné na negativní dopady změn klimatického systému, tj. především těch zemí, které jsou v rámci svého hospodářského vývoje a geografického umístění zranitelnější;
- principu tzv. předběžné opatrnosti, tj. nutnosti neodkládat řešení problému a to ani v tom případě, že doposud nelze některé důsledky změny klimatu přesně kvantifikovat.“ [9]

Účastníky pravidelných konferencí je 197 podepsaných států. Jedná se o všechny země patřící do Organizace spojených národů (anglicky United Nations) a další přidružené subjekty. Mezi hostitelské země v posledních letech patřilo například Maroko, Katar, Mexiko nebo Jihoafrická Republika. [9] [10]

A. 3. 4. Kjótský protokol

Na rozdíl od rámcové úmluvy z předchozí kapitoly nabývá Kjótský protokol již velmi konkrétních představ o směřování moderního světa v oblasti ekologie a snížení uhlíkové stopy. Tento mezinárodní právní závazek vznikl právě z jednání na

konferenci při projednávání rámcové úmluvy OSN. Česká Republika patří mezi 93 zemí, které 11. prosince 1997 podepsaly v japonském Kjótu závazek, který nabyl účinnosti 16. února 2005. Z hlediska této smlouvy se kromě oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného řadí mezi skleníkové plyny také hydrofluoruhlodíky, polyfluorovodíky a fluorid sírový. V rámci kontroly plnění tohoto závazku dochází k přepočtu ostatních plynů na ekvivalent oxidu uhličitého, který zohledňuje potenciál vyčerpávání ozonové vrstvy těchto látek. [11] [12]

Prvním cílem (2008-2012) je diferencované snížení skleníkových plynů u jednotlivých signatářů. Tato dohoda je zajímavá právě tím, že zohledňuje aktuální stav každého státu a ukládá mu jiný závazek z hlediska procentuálního snížení emise těchto látek. Například Česká Republika, stejně jako Švýcarsko, Litva nebo Bulharsko, mají redukovat emise o 8 %. Rakousko o 13 %, Dánsko dokonce o 21 %. Novému Zélandu nebo Finsku stačí pro dodržení smlouvy udržet současný stav, Norsko může zvýšit produkci skleníkových plynů o 1 %, Island o 13 %. Závazky a jejich dodržování viz Obr. 2. [11] [12]



Obr. 2 Závazky jednotlivých zemí v rámci Kjótského protokolu a jejich dodržování pro rok 2012 [14]

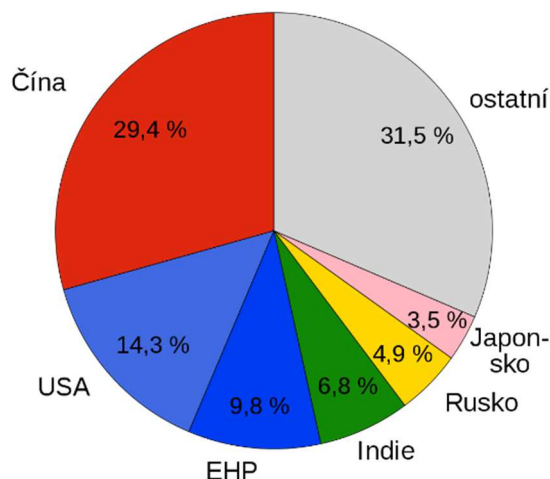
Díky globálnosti tohoto paktu byly v rámci úmluvy zavedeny takzvané globální mechanismy, které umožňují obchodování s emisemi (přeprdej za účelem dodržení závazku), společně zaváděná opatření a mechanismus čistého rozvoje (možnost financovat projekty, vedoucí ke snížení emisí v rozvojových zemích výměnou za kredit pro vlastní plnění limitů). Dalším dodatkem, cílem pro rok 2020 je klimaticko-energetický balíček, který počítá například se snížením emisí o 20 %. [12] [13]

A. 3. 5. Pařížská dohoda

Tato dohoda vznikla opět v intencích Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. Byla dojednána na konferenci roku 2015 v Paříži a podepsána dne 22. dubna 2016 celkem 195 státy. Klade si následující cíle: [15] [16]

- „Udržení nárůstu globální průměrné teploty výrazně pod hranicí 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí a úsilí o to, aby nárůst teploty nepřekročil hranici 1,5 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí, a uznání, že by to výrazně snížilo rizika a dopady změny klimatu;
- Zvyšování schopnosti přizpůsobit se nepříznivým dopadům změny klimatu a posilování odolnosti vůči změně klimatu a nízkoemisního rozvoje způsobem, který neohrozí produkci potravin;
- Sladění finančních toků s nízkoemisním rozvojem odolným vůči změně klimatu.“ [18]

Všechny podepsané státy jsou zavázány pravidelně dokládat svoji strategii pro dosažení cílů, představovat jejich dlouhodobý výhled (minimálně do roku 2050) a vynakládat finanční prostředky pro boj se změnou klimatu, na zmírnění dopadů a adaptační mechanismy. [16] [17]



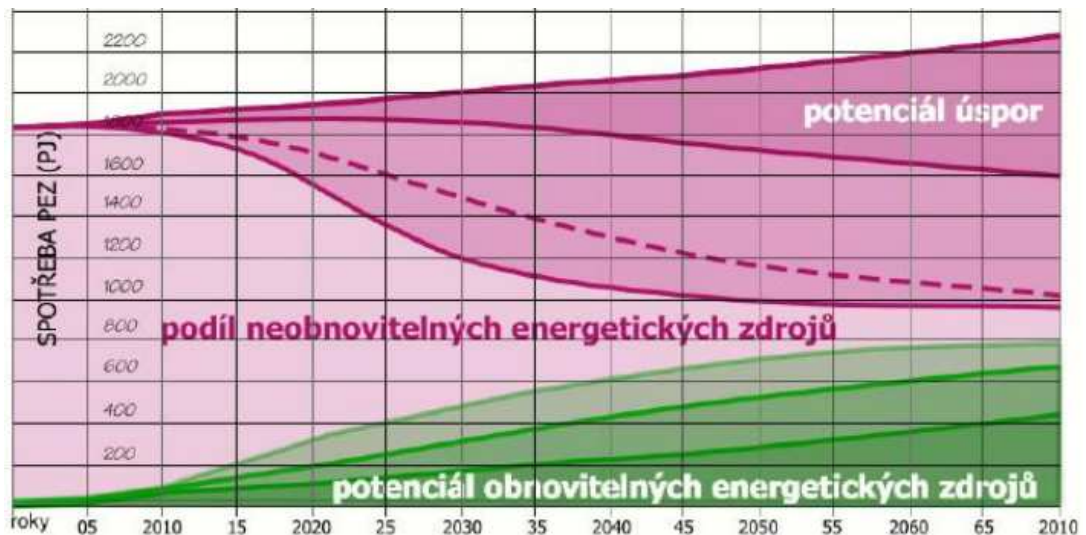
Obr. 3 Největšími producenty CO₂, EHP=evropský hospodářský prostor [18]

A. 3. 6. Směrnice 2010/31/EU

V intencích této práce je také zmíněna evropská směrnice 2010/31, která upravuje dlouhodobé směřování členských států v rámci návrhu a provozování systémů budov. Cíle pro rok 2020 jsou:

- 20% snížení spotřeby energie na vytápění, větrání, chlazení, osvětlení a teplou vodu
- 20% snížení emise skleníkových plynů
- 20% zvýšení podílu obnovitelných zdrojů

V rámci dodržení tohoto předpokladu je kalkulováno s roční úsporou emisí oxidu uhličitého okolo 200 miliard tun, tedy snížení celkových emisí o 4-5 %. Díky snížení celkové potřeby energie na provoz zmiňovaných systémů a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie by mělo docházet k postupné eliminaci podílu neobnovitelných zdrojů energie, jak ukazuje scénář na Obr. 4. [15]



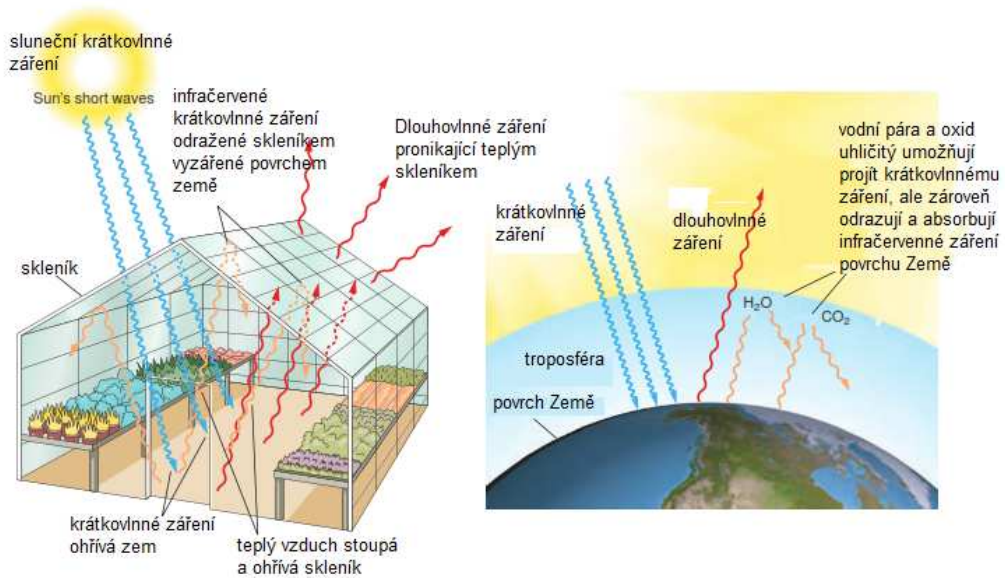
Obr. 4 Scénář snižování podílu neobnovitelných zdrojů energie [16]

A. 4. Příčiny globálních změn klimatu

A. 4. 1. Skleníkový efekt

V úvodu teoretické části této práce bylo řečeno, že kromě shrnutí základních faktů budou diskutovány také určité mýty a nepravdy, známe především u laické veřejnosti. Jedna z nich se týká právě skleníkového efektu. Tento pojem je obecně u spousty lidí vnímán jako negativní, nežádoucí. Skleníkový efekt je na naší planetě ale znám stovky tisíc let a právě on dělá ze Země obyvatelný kus půdy. [21]

Princip tohoto jevu spočívá v tom, že naše země získává veškerou tepelnou energii od naší nejbližší hvězdy, od Slunce. Země část energie přijme, část opět vyzáří ze svého povrchu. Vyzařovací teplota země se obvykle udává jako $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrná teplota povrchu však činí cca $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kde se tedy bere ten rozdíl? Příčinou je fakt, že atmosféra je pro tepelné záření velmi málo propustná. Je v ní pohlceno okolo 96 % celkového záření Země. Z tohoto množství je menší část vyzářena do vesmíru a větší zpět k zemskému povrchu. Krátkovlnné sluneční záření je tedy atmosférou propouštěno, dlouhovlnné záření zemského povrchu je pohlcováno. Tato analogie se skutečným skleníkem pro pěstování plodin dala impulz pro vznik obecně známého pojmu „skleníkový efekt“. [20] [21] [22]

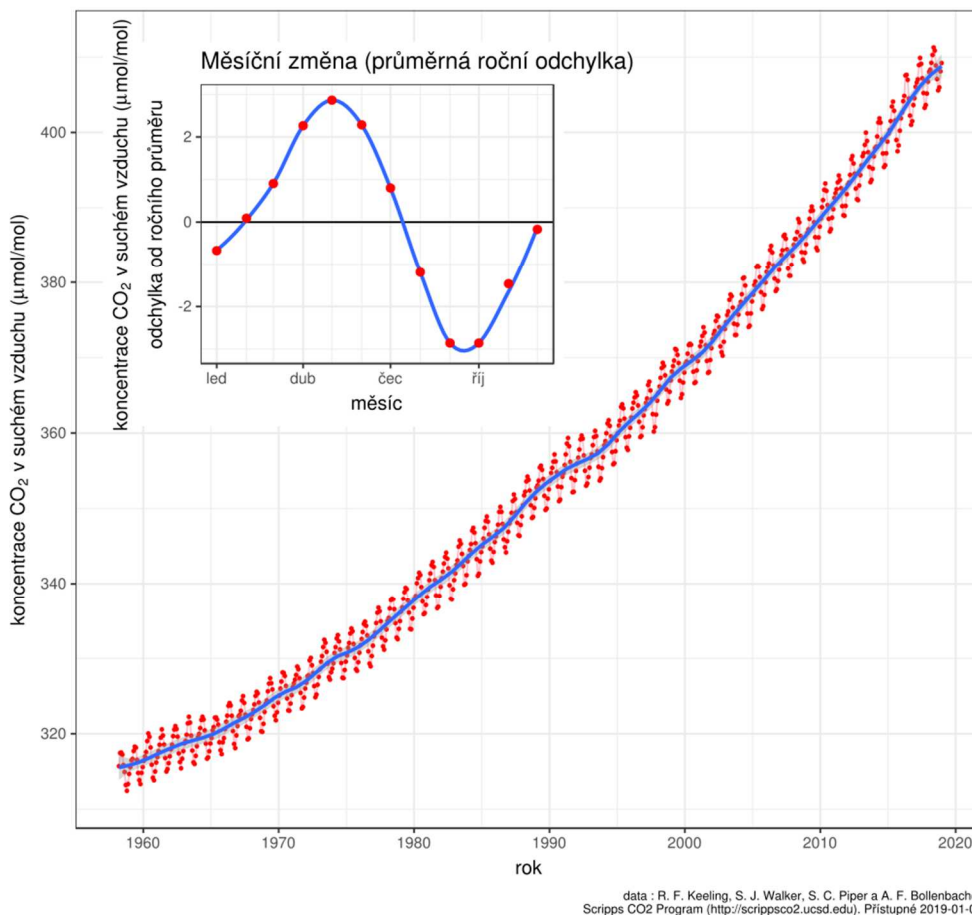


Obr. 5 Analogie skleníkového efektu se zemědělským skleníkem [19]

A. 4. 2. Přírodní a antropogenní skleníkový efekt

Pokud je tedy skleníkový efekt na naší planetě známý dávno před tím, než byl vynalezen první spalovací motor a domestikována první zvířata, v čem je tedy problém? Nejrozšířenějším skleníkovým plynem (cca 50 %) je dokonce vodní pára, o které se nevedou tak vášnivé diskuze jako o oxidu uhličitém a metanu. Problém je v rovnováze. Naše planeta si díky dokonalé souhře atmosféry, hydrosféry a biosféry udržovala sama od sebe přirozenou rovnováhu a ustálenou koncentraci těchto skleníkových plynů. Při dýchání živých organismů je oxid uhličitý produkován, při fotosyntéze rostlin je naopak spotřebováván. Dýchání ovšem není jediný chemický proces, při kterém je tento plyn uvolňován. Během průmyslové revoluce a především po druhé světové válce dochází k rapidnímu nárůstu koncentrace CO₂ v naší atmosféře. Kromě dýchání je totiž tento plyn odpadním produktem při spalování dřeva, ropy, uhlí nebo zemního plynu. Na tento nárůst není naše planeta připravena. Za posledních padesát let díky lidské činnosti vzrostla koncentrace tohoto plynu z 280 ppm na 410 ppm (ppm = parts of million). Dochází tedy k čím dál intenzivnějšímu pohlcování energie vyzařované naší planetou v atmosféře. Příмым důsledkem je poté globální nárůst průměrné teploty na naší planetě. Tento jev lze označit za antropogenní skleníkový efekt. [20] [21] [22]

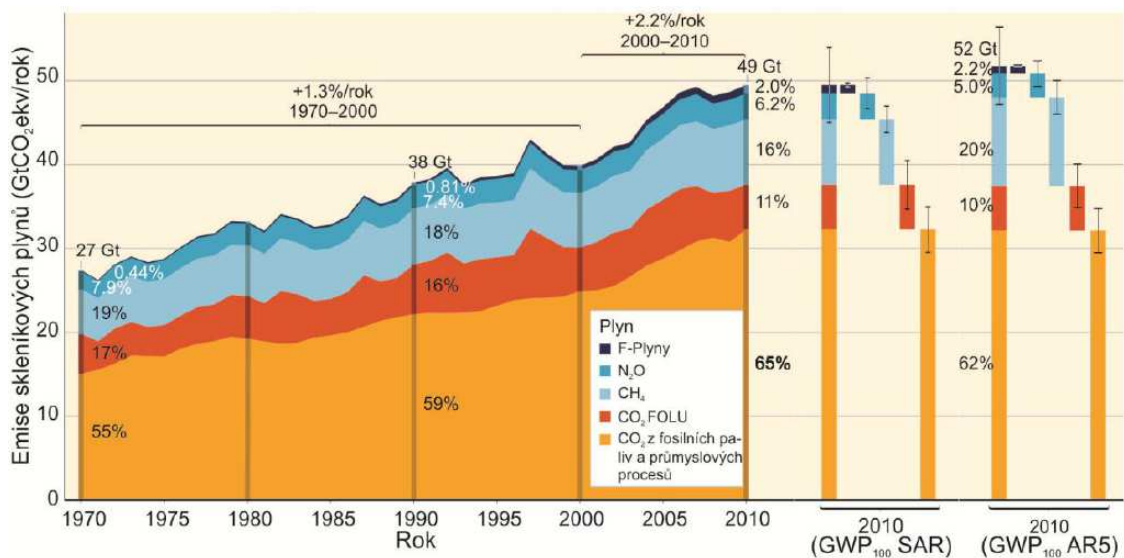
Průměrné měsíční koncentrace oxidu uhličitého
Mauna Loa 1958 - 2018



Obr. 6 Zvyšování koncentrace oxidu uhličitého v naší atmosféře od roku 1960 [20]

A. 4. 3. Produkce skleníkových plynů

„Od dob před průmyslovou revolucí způsobily antropogenní emise skleníkových plynů (GHG) velké zvýšení atmosférických koncentrací CO₂, CH₄ a N₂O. V období 1750–2011 kumulativní antropogenní emise CO₂ do atmosféry byly 2040 ± 310 Gt CO₂. Asi 40 % těchto emisí zůstává v atmosféře (880 ± 35 Gt CO₂), zbytek byl odstraněn z atmosféry a uložen na zemi (do rostlin a půdy) a v oceánu. Oceán absorboval asi 30 % emitovaného antropogenního CO₂, což způsobuje okyselení oceánu. Přibližně polovina antropogenních emisí CO₂ v období 1750–2011 vznikla v posledních 40 letech.“ [23]

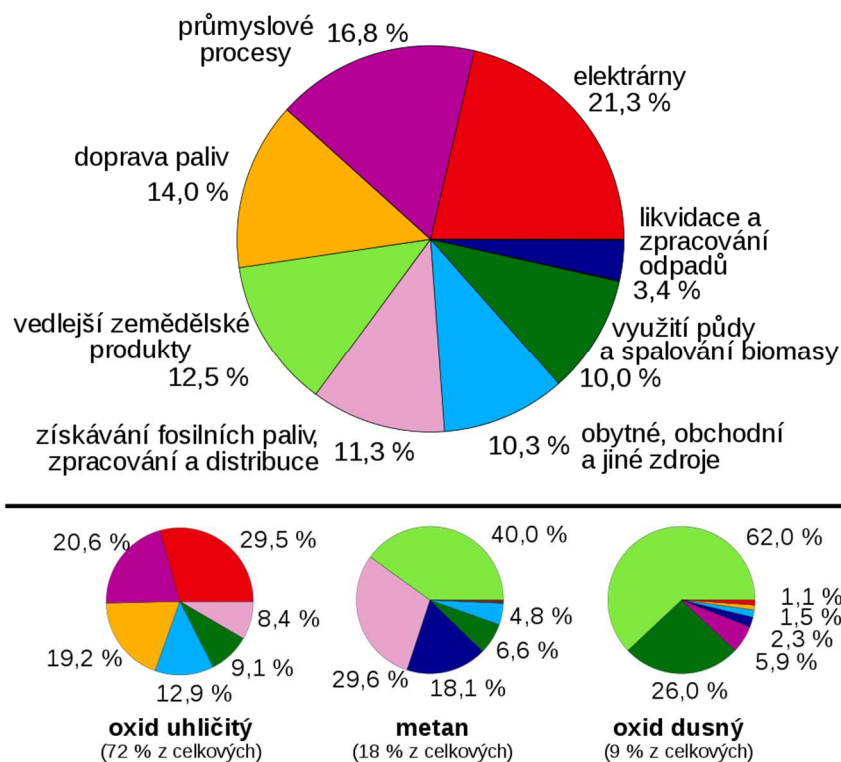


Obr. 7 Celkové roční antropogenní emise skleníkových plynů dle Páté hodnotící zprávy IPCC [23]

Následující řádky budou věnovány kvantitativnímu rozdělení producentů skleníkových plynů podle zemí nebo odvětví. V souvislosti se skleníkovými plyny se mluví nejčastěji o oxidu uhličitém. Důvodem je fakt, že pokud budeme brát v potaz pouze antropogenní skleníkový efekt (viz předchozí kapitola), 72 % skleníkových plynů tvoří právě CO₂, 18 % metan, 9 % oxid dusný a zbylé 1 % připadá na ostatní plyny. [26] [27]

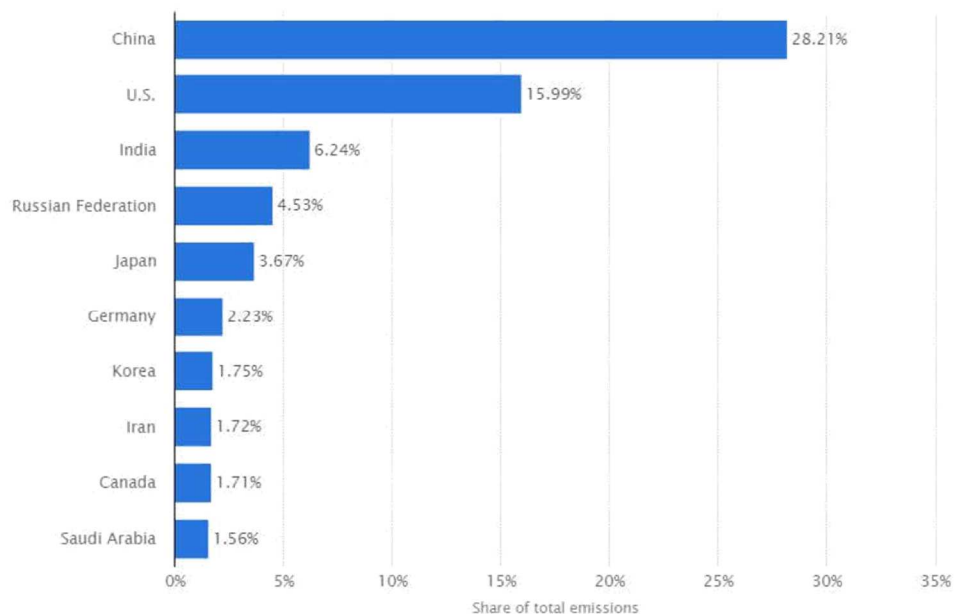
Na následujícím obrázku (Obr. 8) je možné vidět rozdělení emisí podle jednotlivých sektorů. Z globálního hlediska a pro oxid uhličitý je největším znečišťovatelem odvětví energetiky, následují průmyslové procesy. U metanu a oxidu dusného pak převládají vedlejší zemědělské produkty. Pro metan je významnější získávání fosilních paliv, naopak pro oxid dusný využití půdy a spalování biomasy. [26] [27]

Emise skleníkových plynů po sektorech

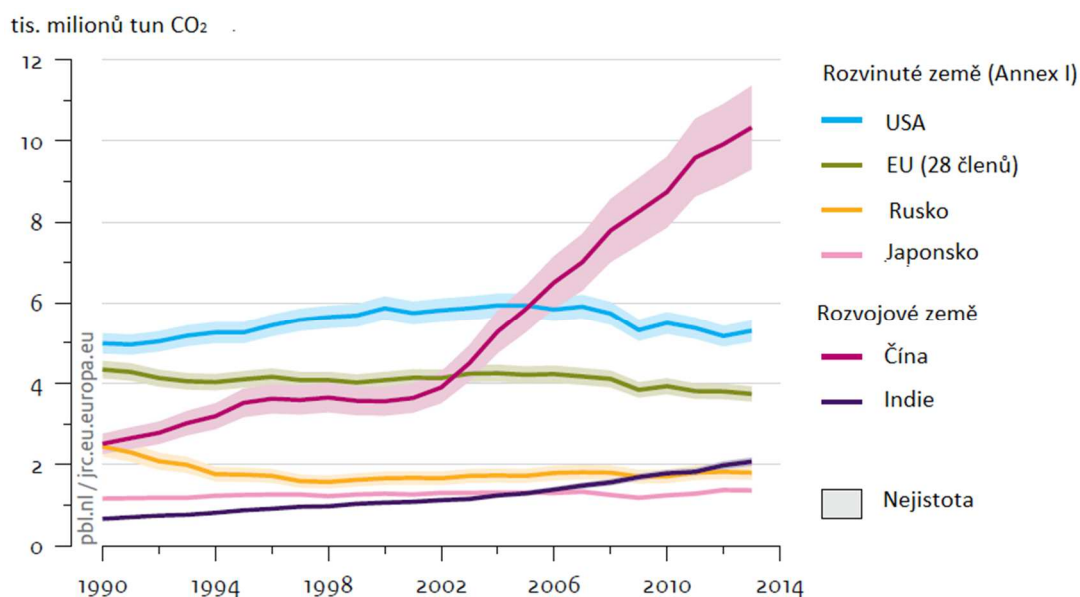


Obr. 8 Rozdělení emisí skleníkových plynů podle sektorů [24]

Zřejmě nejzajímavějším závěrem ze sledování produkce skleníkových plynů je porovnání jednotlivých států. Tuto statistiku vyjadřují následující obrázky (Obr. 9 a Obr. 10). Z prvního uvedeného vyplývá, že největším znečišťovatelem je jednoznačně Čína. Podílí se na více než 28 % emisí, následovaná Spojenými státy s 16% podílem. V rámci Evropské Unie je největším producentem Německo, dále pak Spojené království, Francie a Itálie. Určitým odrazem plnění závazků z kapitoly A. 3. může být například Obr. 10. Ten zobrazuje změnu produkce skleníkových plynů největších znečišťovatelů v čase od roku 1990. Zatím co u rozvinutých zemí, jako jsou státy Evropské Unie, USA nebo Rusko můžeme pozorovat stagnaci hodnot nebo (především v případě evropských států) dokonce mírný pokles, s masivním rozvojem průmyslu a obchodu především asijských a afrických zemí dochází k nárůstu produkce skleníkových plynů. Především právě Čína zaznamenala na počátku 21. století obrovský ekonomický růst (11. prosince 2001 vstupuje do Světové obchodní organizace, WTO), tento rozvoj je spojený s více než dvojnásobným nárůstem emisí od roku 2002 do roku 2014. [25] [26] [27] [28] [29]

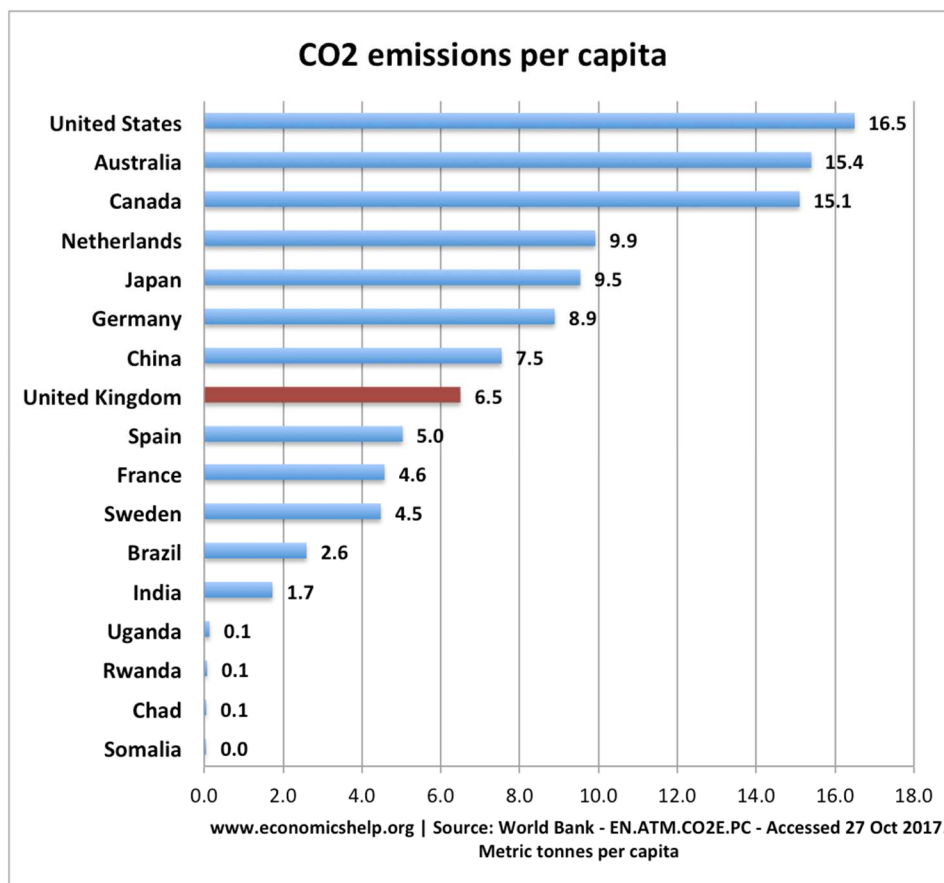


Obr. 9 Produkce skleníkových plynů podle států pro rok 2016 [25]



Obr. 10 Produkce skleníkových plynů podle států 1990-2014 [25]

Abychom byli ovšem k rozvojovým zemím spravedliví, je nutné uvést ještě jeden obrázek (Obr. 11). Ten vyjadřuje produkci oxidu uhličitého na jednoho obyvatele. Plyne z něj, že největším producentem z tohoto hlediska jsou Spojené státy americké, následované Austrálií a Kanadou. Zmiňovaná Čína vykazuje dokonce nižší hodnoty než Německo nebo Japonsko. [28] [29]



Obr. 11 Produkce CO₂ jednotlivých států na obyvatele [26]

A. 4. 4. Elektromobilita?

Poslední odstavce této kapitoly budou věnovány velmi kontroverznímu tématu; elektromobilitě. Jelikož okolo tohoto způsobu dopravy panuje napříč vědeckou, politickou i laickou veřejností velmi dusné klima, budou zde spíše pokládány důležité otázky, na které je z pohledu autora potřeba v rámci odborné diskuze hledat odpovědi. Elektromobily, jakožto dopravní prostředky svou funkcí a z velké části i konstrukčním řešením, mají nahrazovat současné automobily. Náhrada elektromotoru poháněného baterií slibuje výraznou redukci emisí skleníkových plynů oproti spalovacímu motoru s palivem (benzín, nafta, LPG, CNG). V čem je tedy potom problém? Jaké otázky si máme pokládat? [30]

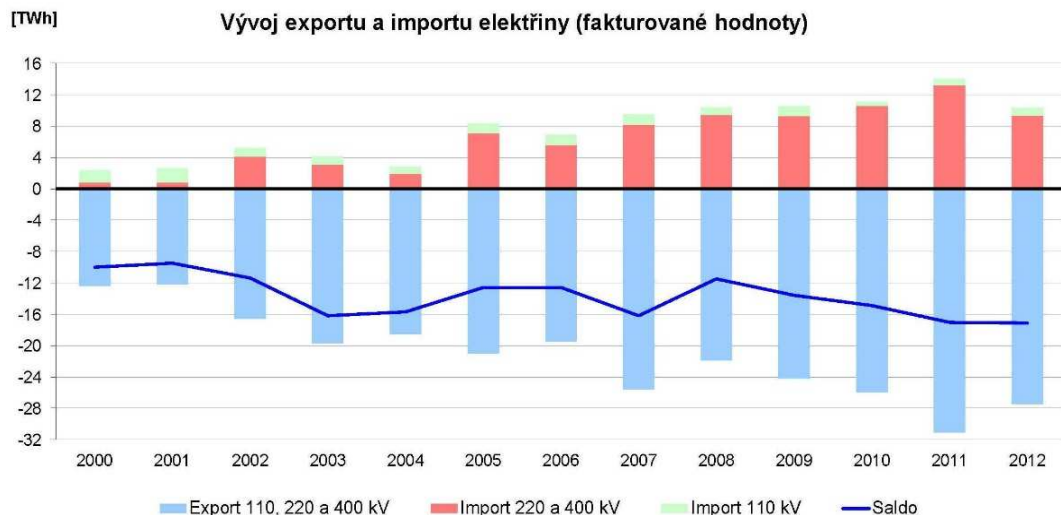
Celková energetická bilance

První velkou neznámou, kterou lze jen velmi obtížně vyčíslit je celková energetická bilance a zatížení životního prostředí v porovnání s autem se spalovacím motorem. Pokud chceme opravdu s čistým svědomím prohlásit, že elektromobil zatěžuje

životní prostředí méně než automobil poháněný naftou nebo benzínem, musíme do energetické bilance započítat také výrobu lithium-iontových baterií a jejich výměnu, náklady na vybudování sítě dobíjecích stanic nebo například současné možnosti výroby elektrické energie. Otázkou tedy je, jestli náhodou nejde pouze o lokální řešení emisní zátěže s odsunem problému do rozvojových zemí v rámci například těžby těžkých kovů. [30] [31]

Zdroj elektrické energie

Další otázka přímo navazuje na předchozí a týká se lokálního zdroje elektrické energie. Zaměřme se právě na Českou Republiku. Elektromobilita je čistší formou dopravy pouze v případě, je-li zdroj energie také šetrný k životnímu prostředí. Podle nedávné studie je nyní přibližně 96 % norské poptávky po elektřině uspokojováno vodními zdroji. Lze ale tento model aplikovat také u nás? V současné době pokrývají obnovitelné zdroje elektrické energie pouze okolo 11 % potřeby. 34 % tvoří jádro, které je z mnoha pohledů velmi efektivním a šetrným zdrojem, nálada ve společnosti a politická diskuze zatím nenasvědčuje reálnému rozšíření dukovanské nebo temelínské elektrárny. Pokud tedy zohledníme fakt, že víc jak 50 % naší elektrické energie pochází z neobnovitelných zdrojů, má pro nás elektromobilita opravdu význam? Proti závazku útlumu těžby hovoří například prolomení těžebních limitů v lomu Bílina z roku 2015. Na Obr. 12 je zobrazen vývoz a dovoz elektrické energie v rámci ČR od roku 2000. Z něj vyplývá, že naše republika disponuje přebytkem elektrické energie pocházejících z neobnovitelných zdrojů. Do jaké míry je pro nás tedy v současné době výhodné elektromobilitu podporovat? [30] [31] [33]



Obr. 12 Vývoj exportu a importu elektřiny v ČR mezi lety 2000 a 2012 [32]

Skutečný problém je jinde

Poslední otázkou v této kapitole je porovnání problému emisí automobilů s ostatními způsoby dopravy. Je opravdu automobilový průmysl to, co by mezinárodní společenství mělo řešit na prvním místě? Málokdo tuší, že letecká a lodní doprava jsou vyjmuty ze závazku Kjótského protokolu. Zatímco aerolinky se alespoň určitou mírou snaží podílet na zmírnění vytváření uhlíkové stopy například závazkem snížit emise o 50 % do roku 2050, lodní doprava zůstává velmi málo regulovatelným druhem transportu zboží a osob. Problém je umocněn faktem, že lodě spalují těžké námořní palivo, které zanechává za sebou stopu potenciálně smrtelných chemikálií: síru a kouř, které způsobují dýchací problémy, záněty, rakovinu a srdeční choroby. Odborné články říkají, že přibližně 15-20 největších dopravních plavidel světa vyprodukuje stejné množství síry jako všechny automobily světa. Havárie ropného tankeru je pak ekologická katastrofa sama o sobě. O šetrné likvidaci si lodě také mohou nechat zdát. Většina dosluhujících plavidel je odtaženo například ke kambodžským břehům, kde jsou dětskými otroky rozebírány na díly. Jedná se o oblasti s největším výskytem rakovinových, plicních a kardiovaskulárních typů onemocnění. Regulace automobilové dopravy je tedy jistě přínosná, mezinárodní společenství, především západní státy by se ovšem měly více zaměřit na dodržování a zpřísnění limitů pro těžkou nákladní lodní a leteckou dopravu, kde máme z globálního pohledu obrovské rezervy. [30] [34] [35]

Záměr autora v rámci této kapitoly není zatracovat elektromobily jako způsob dopravy. Určitě mají své využití a v případě vyřešení počátečních problémů (doba dobíjení, bezpečnost, dojezd, výroba energie a baterií) také svoji budoucnost. Cílem je pouze poukázat na současné nedostatky a přimět čtenáře dohledat si další informace o problematice jako podklad pro neemotivní a odbornou diskuzi na toto téma.

A. 5. Dopady globálního oteplování

A. 5. 1. Zvýšení průměrné globální teploty

Primárním důsledkem skleníkového efektu, popsaného v kapitole A. 4. 1. je změna teploty, respektive její zvyšování. Tento jev ovšem nelze popsat jednoduše jedním grafem, jelikož se jedná o prognózu, odhad ubírání našeho světa s ohledem na globální politiku, hospodářský růst, růst populace a spousty dalších faktorů. Většina zde uvedených informací bude vycházet ze závěrečných a speciálních zpráv IPCC.

Pro účely této práce je velmi důležité představit takzvané scénáře růstu teploty SRES. Ty byly zveřejněné formou speciální zprávy Mezivládního panelu pro klimatické změny roku 1998. Zkratka SRES značí Special Report on Emissions Scenarios. Scénáře B1, A1T, B2, A1B, A2 a A1FI jsou ve velmi hrubém pojetí jakýmsi ekvivalentem koncentrace skleníkových plynů přepočítaných na ekvivalent oxidu uhličitého pro konec 21. století (2090-2099). Jsou to hodnoty 600 (B1), 700 (A1T), 800 (B2), 850 (A1B), 1250 (A2) a 1550 (A1FI) ppm. Detailnější popis jednotlivých scénářů a interpretaci předpokládaných vývoje globální společnosti popisují autoři Trnka, Žalud, Hlavinka a Bartošová ve zprávě z Mendlovy univerzity v Brně takto: [36] [37]

„SRES-A1: Je charakterizován velmi rychlým ekonomickým růstem doprovázeným zaváděním nových a citlivých technologií vedoucích ke konvergenci oblastí v důsledku sílící globalizace. Interakce sociální a kulturní jsou významné a rapidně se snižují rozdíly mezi regiony v hrubém příjmu na osobu. Maximum populace bude dosaženo v polovině 21. století. V energetice lze očekávat tři skupiny technologických změn: intenzivní využívání fosilních zdrojů (A1F1), využívání nefosilních zdrojů energie (A1T), rovnováha ve využívání různých zdrojů energie

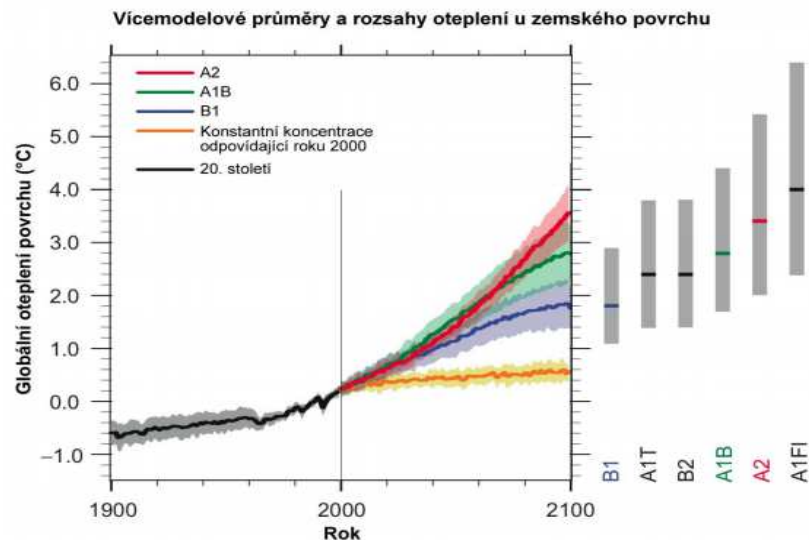
(A1B). Hlavní rysy A1 scénáře jsou vyrovnávání rozdílů mezi regiony, rozvoj technologií, které jsou sdíleny díky větší kulturní a sociální interakci mezi zeměmi (regiony). Současně klesají rozdíly v příjmech v globálním měřítku a je kladen důraz na spravedlivé sdílení zdrojů.“ [38]

„SRES-A2: Svět A2 je mnohem heterogennější než dnešní s důrazem na soběstačnost a vlastní identitu. Rozdíly v porodnosti mezi regiony se snižují velmi pomalu, a proto neustále a dramaticky roste počet obyvatel planety. Ekonomický rozvoj je vázán na regiony a růst ekonomické výkonnosti a rozvoj technologií je mnohem více roztržštěn než u ostatních scénářů. Heterogenita a sociální nestabilita je typickou právě pro svět A2.“ [38]

„SRES-B1: Svět B1 je světem konvergujícím, se stejným populačním vývojem jako svět A1, který vrcholí okolo roku 2050. Tento svět se ale mimořádně rychle přeorientovává na ekonomiku služeb a informačních technologií. Klesá materiálová a energetická náročnost produkce a jsou zaváděny „čisté“ a efektivní technologie, které jsou podobně jako v případě A1 sdíleny v rámci globálního společenství. Ve všech oblastech jsou upřednostňována globální řešení s důrazem na ekonomickou, sociální a biologickou udržitelnost a sociální spravedlnost, ale bez dalších zvláštních opatření směřujících k ochraně klimatu.“ [38]

„SRES-B2: Lokální a regionální zájmy dominují světu B2, v němž jsou hledána řešení pro ekonomicky, sociálně a biologicky udržitelný rozvoj. Je to svět rostoucí světové populace, i když podstatně pomaleji než v případě scénáře A2. Zvyšování populace je doprovázeno průměrným růstem ekonomiky a méně dynamickým rozvojem technologií než v případě scénářů A1 a B1. I když je kladen důraz na životní prostředí a sociální spravedlnost podobně jako v případě B1, děje se tak na lokální a regionální úrovni, nikoliv za globální spolupráce.“ [38]

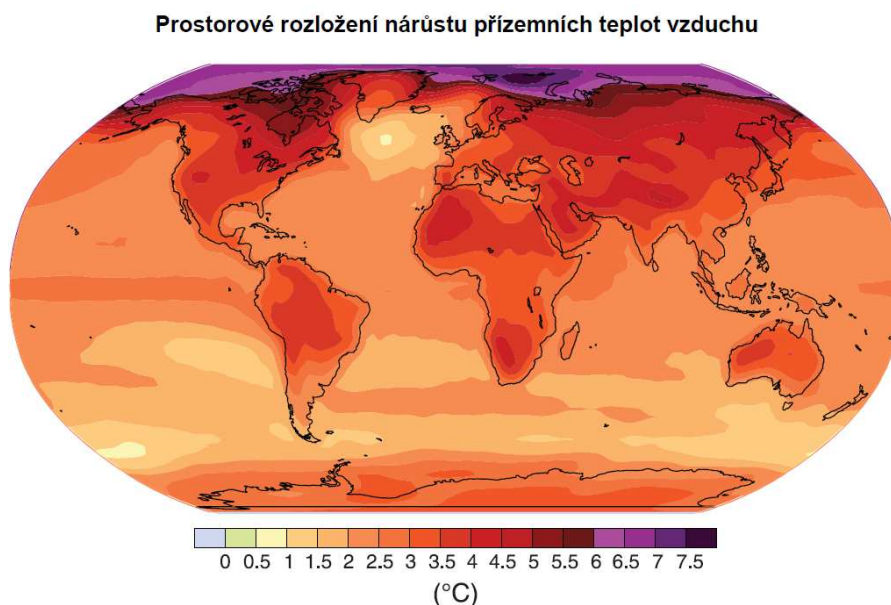
Na Obr. 13 je graficky znázorněn vývoj růstu teploty dle všech zmiňovaných scénářů. V rámci vkládání dat z TMY (typický meteorologický rok) je prováděna simulace chování vyšetřovaných objektů v praktické práci této práce právě za užití predikce dle scénářů B1, A1B a A2. Modely shrnuje také Tab. 1.



Obr. 13 Zvyšování průměrné teploty podle scénářů SRES do roku 2100 [38]

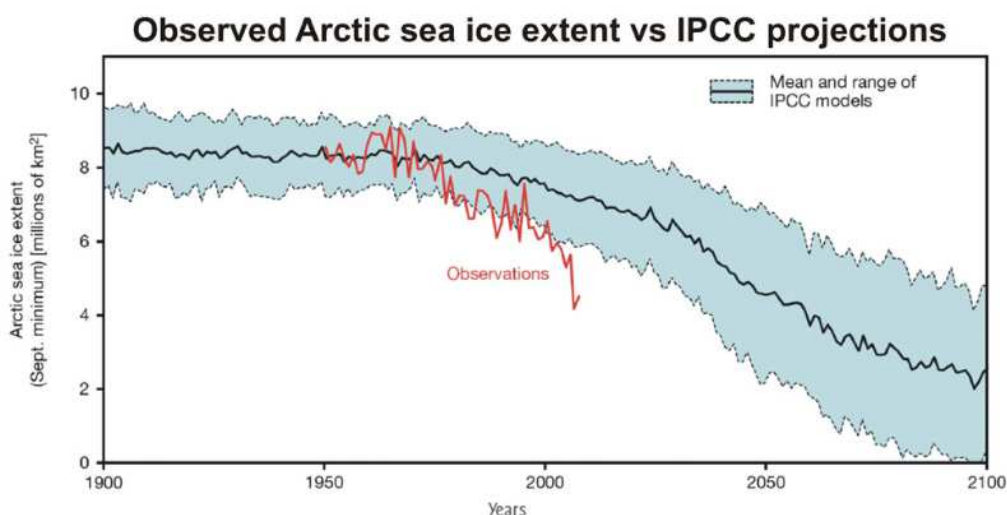
A. 5. 2. Tání ledovců a zvyšování mořské hladiny

Se zvyšováním průměrné globální teploty jde ruku v ruce také tání pevninských i oceánských ledovců a tím také zvyšování hladiny moří. Nejvýrazněji dochází a bude v budoucnu docházet k tání v arktických oblastech. Důvodem je extrémní zvyšování průměrné teploty právě v této části planety, jak je možné vidět na Obr. 14. Ten zobrazuje rozložení nárůstu průměrné teploty v případě naplnění scénáře A1B v roce 2100. [39]



Obr. 14 Prostorové rozložení nárůstu teploty vzduchu pro scénář A1B a rok 2100 [39]

V důsledku takového nárůstu teploty by docházelo k odtávání ledovců podle Obr 15. Ze současných cca 8 milionů čtverečných kilometrů by v roce 2100 zbyly pouhé 2 miliony. [39]



Obr. 15 Ubývání arktického oceánského ledovce v důsledku klimatických změn do roku 2100 [39]

Tento jev má za přímý následek také zvyšování mořské hladiny. Stejně jako v případě průměrné teploty, také u zvyšování hladiny moří je vytvořena tabulka hodnot pro naplnění jednotlivých scénářů SRES (Tab. 1).

Případ	Změny teplot (°C v období 2090 – 2099 v porovnání s obdobím 1980 - 1999) ^a		Zvýšení mořské hladiny (m v období 2090 – 2099 v porovnání s obdobím 1980 - 1999)
	Nejlepší odhad	Pravděpodobný rozsah	Modelový rozsah vylučující budoucí rychlé dynamické změny v toku ledu
Konstantní koncentrace roku 2000 ^c	0,6	0,3 – 0,9	Není k dispozici
Scénář B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Scénář A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Scénář B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Scénář A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Scénář A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Scénář A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

Tab. 1 Zvyšování průměrné teploty a hladiny moří u jednotlivých scénářů SRES do roku 2099 [37]

Ubývání ledovce a zvyšování hladin moří může mít fatální následek pro některé ostrovní státy (Maledivy, Cookovy ostrovy, Seychely) nebo přímořská města

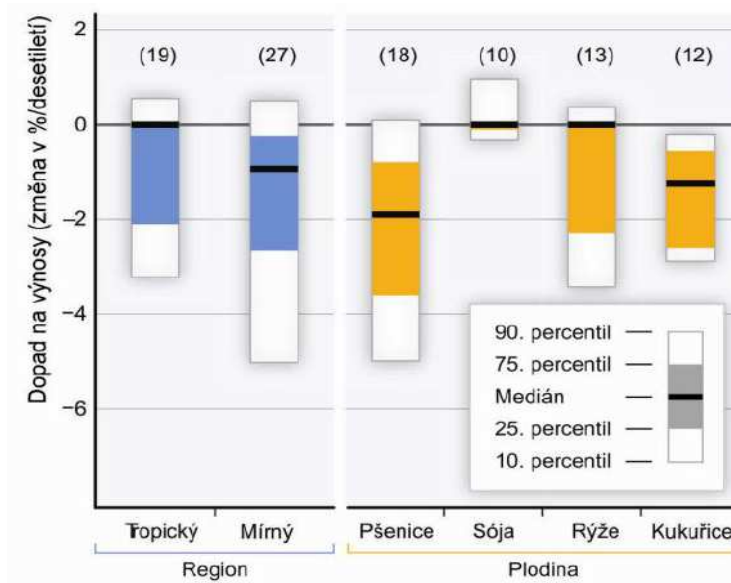
(Benátky, Rotterdam, Singapur nebo Tokio). Ohroženy budou celé ekosystémy, živočišné druhy, nebezpečí hrozí také v podobě virů a bakterií v současné době konzervovaných pod vrstvou permafrostu. Na druhou stranu je potřeba zmínit například jev, který popisuje dne 8. 11. 2019 v rámci rozhovoru pro DVTV polární ekoložka Marie Šabacká. V důsledků tání arktického ledovce dochází k uvolňování železa, vázaného v mase ledu. Bakterie v ledovci jsou schopné redukovat oxidy železa na lépe stravitelné sloučeniny pro nižší formy života. Díky tomu dochází k nárůstu těchto řas v mořích a tím pádem v rámci fotosyntézy k většímu odbourávání oxidu uhličitého z atmosféry. [36] [37] [39]

A. 5. 3. Další dopady klimatických změn

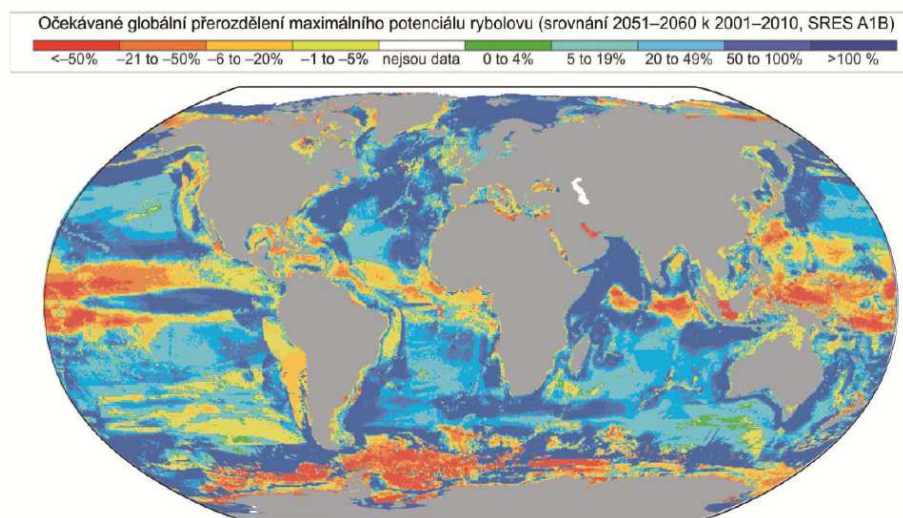
Co se týká dalších a sekundárních dopadů globálního oteplování, dalo by se napsat desítky stránek a stále bychom nebyli u konce. Mohli bychom dopady dělit podle regionů, odvětví nebo podle sociálních aspektů. V této kapitole budou shrnuty alespoň nejpodstatnější důsledky probíhajícího jevu.

Období veder vede k nižším výnosům v oblasti zemědělství především v teplejších regionech. Způsobuje také vyšší poptávku po vodě a je nepřímým důsledkem konfliktů o tuto komoditu v rozvojových oblastech. Zhoršující se kvalita vody je důsledkem zvýšeného obsahu řas, kvetení vody. S náhlými vlny veder je dále spojeno vyšší riziko úmrtí, výskyt chronických nemocí a snížení kvality života. Na druhou stranu v chladnějších oblastech může mít globální nárůst teplot naprosto opačný efekt. Problém nastává při závislosti komunit na sněhové a ledové pokrývce (zdroj vody, lov, způsob života). Dalším negativním důsledkem jsou četnější a extrémní přívalové srážky. Ty způsobují půdní erozi a podmáčení úrodné zeminy. Mají nepříznivý vliv na kvalitu povrchových a podzemních vod. Především v tropických oblastech jsou přívalové srážky a povodně dále zdrojem šíření chorob a nákaz. Zápaly pak narušují celá sídla, dochází ke ztrátám na majetku a v krajním případě i na životech. Kontrastem k těmto jevům jsou stále se rozšiřující oblasti pouští a polopouští. To vede v důsledku k potravinovému nedostatku, vysychání a znehodnocování vodních zdrojů a dalším stresovým faktorům. K extrémním případům patří zvyšování aktivity tropických bouří a cyklónů, které způsobují rozsáhlé škody na majetku. Příliš vysoké hladiny moří ohrožují přímořská sídla,

zasolují vodu určenou k zavlažování, snižují dostupnost pitné vody. [36] [37] [38] [39]



Obr. 16 Dopady na výnosy vybraných potravin do roku 2013 pro mírné a tropické oblasti [36]



Obr. 17 Očekávané globální přerozdělení maximálního potenciálu rybolovu A1B [39]

Všechny výše uvedené jevy korelují s negativním vlivem na lokální biodiverzitu. Jsou ohroženy celé skupiny živočichů a rostlin, které se nestíhají adaptovat na tak výrazné a rychlé klimatické změny. Jsou výrazně dotčeny tropické lesy, které slouží jako zásobárna kyslíku a největším spotřebitelem oxidu uhličitého na naší planetě. Díky zvyšující se teplotě moří a jejich znečištění umírají korálové atoly. Ekosystém oceánů je narušen jak v lokálním tak v globálním měřítku. [36] [37] [38] [39]

Nepřímým negativním důsledkem je dále masivní migrace celých národů díky potravinovému a vodnímu nedostatku.

Následující tabulka pochází z překladu čtvrté závěrečné hodnotící zprávy IPCC a zobrazuje shrnutí dopadů klimatických změn podle regionů.

Afrika	<p>Projekce ukazují, že do roku 2020 bude 75 až 250 miliónů lidí vystaveno zvýšenému vodnímu stresu v důsledku změny klimatu.</p> <p>Do roku 2020 by v některých zemích mohly výnosy ze zemědělství závislého na srážkách klesnout až o 50 %.</p> <p>Zemědělská produkce, včetně dostupnosti potravin, bude dle projekcí v mnoha afrických zemích vážně omezena. To by nepříznivě ovlivnilo zabezpečení potravin a zhoršilo podvýživu na kontinentě.</p> <p>Ke konci 21. století ovlivní prognózovaný vzestup mořské hladiny níže položené pobřežní oblasti s rozsáhlým osídlením. Náklady na adaptaci by mohly dosáhnout nejméně 5 % – 10 % hrubého domácího produktu (HDP).</p> <p>Podle řady klimatických scénářů vychází, že se do roku 2080 rozšíří plocha suchých a polosuchých oblastí v Africe o 5 % – 8 %. (TS)</p>
Asie	<p>Do počátku 50. let 21. století by dostupnost sladké vody podle projekcí měla následkem změny klimatu klesnout ve střední, jižní, východní a jihovýchodní Asii, především v povodí velkých řek.</p> <p>Největšímu riziku budou vystaveny pobřežní oblasti, především hustě osídlené oběi delty v jižní, východní a jihovýchodní Asii, a to vlivem větších záplav z moře, v některých megadeltách pak říčních záplav.</p> <p>Změna klimatu se dle projekcí přidruží k zatížení přírodních zdrojů a životního prostředí působením rychlou urbanizací, industrializací a ekonomickým rozvojem.</p> <p>Očekává se, že následkem změn hydrologického cyklu se ve východní, jižní a jihovýchodní Asii rozšíří endemická nemocnost a úmrtnost zaviněná průjmovými onemocněními, které jsou v první řadě důsledkem povodní a období sucha.</p>
Austrálie a Nový Zéland	<p>Projekce ukazují, že do roku 2020 dojde v některých ekologicky bohatých lokalitách, včetně Velké útesové bariéry (Great Barrier Reef) a deštivých pralesů Queenslandu (Queensland Wet Tropics), k významnému snížení biodiverzity.</p> <p>Do roku 2030 dle projekcí nastane zhoršení problémů se zabezpečením dodávek vody v jižní a východní Austrálii, na Novém Zélandu pak v některých východních oblastech a v Northlandu.</p> <p>Rostoucí sucha a požáry patrně povedou k poklesu zemědělské a lesnické produkce na většině území jižní a východní Austrálie a ve východních částech Nového Zélandu do roku 2030. Na Novém Zélandu se nicméně zpočátku očekávají v některých jiných oblastech přínosy.</p> <p>Pokračující zastavování pobřežních oblastí a přírůstek obyvatelstva v některých oblastech Austrálie a Nového Zélandu má podle projekcí zvýšit do roku 2050 riziko plynoucí ze vzestupu mořské hladiny a nárůstu intenzity a frekvence bouří a pobřežních záplav.</p>
Evropa	<p>Změna klimatu podle projekcí zvýší regionální rozdíly v přírodních zdrojích a aktivech Evropy. Negativní dopady budou zahrnovat zvýšené riziko náhlých povodní ve vnitrozemí a častější záplavy na pobřeží a zvýšenou erozi (z důvodu bouřlivého počasí a vzestupu mořské hladiny).</p> <p>Horské oblasti se budou potýkat s ústupem ledovců, úbytkem sněhové pokrývky a snížením zimního cestovního ruchu a s rozsáhlým úbytkem druhů (v některých oblastech až 60 % do roku 2080 v případě scénářů uvádějících vysoké emise).</p> <p>Projekce ukazují, že v jižní Evropě změna klimatu zhorší podmínky (vysoké teploty a sucha) v oblasti již nyní zranitelné klimatickou variabilitou a sníží dostupnost vody, možnosti výroby elektřiny z vodních zdrojů, letní cestovní ruch a produktivitu plodin obecně.</p> <p>Očekává se, že změna klimatu také zvýší zdravotní rizika plynoucí z vln veder a výskyt požárů.</p>
Latinská Amerika	<p>Dle projekcí způsobí nárůsty teplot a s nimi spojené úbytky půdní vody do poloviny století ve východní Amazonii postupnou přeměnu tropického lesa na savanu. Vegetace polosuchých oblastí se bude měnit na vegetaci typickou pro oblasti suché.</p> <p>V mnoha tropických oblastech Latinské Ameriky hrozí vyhynutí druhů a tím závažný pokles biodiverzity.</p> <p>Z projekcí vyplývá pokles produktivity některých důležitých plodin a hospodářských zvířat, což bude mít nepříznivé důsledky pro zabezpečení potravin. V mírném pásmu se očekává zvýšení výnosů sojových bobů. Projekce říkají, že se počet lidí ohrožených hladem celkově zvýší (TS; <i>střední míra jistoty</i>).</p> <p>Změny v prostorovém rozložení srážek a úbytek ledovců výrazně ovlivní dostupnost vody pro lidskou spotřebu, zemědělství a výrobu energie.</p>
Severní Amerika	<p>Oteplování v západních horských pásmech by podle projekcí mělo způsobit úbytek sněhové masy, přibývání zimních záplav a nižší průtoky v letním období, což zesílí konkurenci při rozdělování nadměrně využívaných vodních zdrojů.</p> <p>Soudí se, že mírná změna klimatu v počátečních desetiletích tohoto století zvýší celkové výnosy zemědělství závislého na srážkách o 5 % – 20 %, avšak s výraznou variabilitou mezi regiony. Vážné obtíže se očekávají u plodin, které se vyskytují u teplejší hranice oblasti vhodné pro jejich pěstování nebo jsou závislé na vodních zdrojích s vysokou spotřebou.</p> <p>Očekává se, že města, která v současnosti zažívají vlny veder, budou v průběhu století sužována větším počtem intenzivnějších a déle trvajících vln veder, což může mít nepříznivé dopady na zdraví obyvatel.</p> <p>Pobřežní populace a biotopy budou stále více zatěžovány dopady změny klimatu interagujícími s rozšiřováním zástavby a znečištěním.</p>
Polární oblasti	<p>Hlavními projektovanými biofyzikálními vlivy jsou snížení tloušťky a rozlehlosti ledovců, ledových příkrovů a mořského ledu, a dále změny v přirozených ekosystémech, které budou mít škodlivé účinky na mnohé živé organizmy včetně stěhovavých ptáků, savců a vyšších predátorů.</p> <p>Dopady na lidské populace žijící v Arktidě ukazují projekce jako smíšené, hlavně dopady související se změnami stavu sněhu a ledu.</p> <p>K negativním by patřily dopady ovlivňující infrastrukturu a tradiční, původní styl života.</p> <p>Se snižováním klimatických bariér pro migraci druhů ukazují projekce v obou polárních regionech zranitelnost spe-</p>

Tab. 2 Příklady některých regionálních dopadů vyplývajících z projekcí [39]

A. 6. Adaptační a mitigační opatření

Jestliže přijmeme fakt, že klimatické změny jsou v určité míře (scénáři) nevyhnutelné, můžeme se dále zabývat otázkou adaptace (přizpůsobení se změně) a mitigace (zmírnění dopadů změny klimatu). Tato kapitola je samozřejmě opět velmi obširná, dělitelná na globální a regionální dopady, dopady na jednotlivé sektory nebo skupiny obyvatel. [23] [37]

V rámci nedostatku pitné i užitkové vody nebo jejího znehodnocení se můžeme zaměřit na efektivní využití a zachycování. Zodpovědné hospodaření s vodou a zadržování dešťové vody v krajině je zásadní pro zajištění dostatku potravy pro celé národy. Zadržování vod přímo souvisí s dalšími nezbytnými opatřeními v rámci zemědělství jako je dělení polí na menší plochy, střídání plodin, výsadba stromů a dalších prvků bránící erozi a znehodnocování zeminy. [23] [37]

Infrastruktura a urbanismus sídel musí umět reagovat na náhlé a časté přívaly veder. Využití zeleně a dalších pasivních prvků chlazení a stínění by se mělo stát základem vyspělých metropolí. Velmi náročné období čeká především přímořská nížinná města a státy. Při stále se zvyšujících hladinách moří je již nyní nutné budovat hráze, vlnolamy nebo například umělé mokřady pro eliminaci škod. [23] [37]

V rámci dopravní infrastruktury je nutné počítat se stále se zpřísnujícími normami pro exhalace skleníkových plynů. Některé oblasti světa jsou také přímo závislé na trvale zmrzlé půdě (permafrostu), se kterou nebude možné v budoucnu pro přepravu osob a zboží již možné počítat. [23] [37]

Zásadně se klimatické změny dotknou výroby a spotřeby energie. V rámci globálního oteplování bude postupně klesat potřeba energie na vytápění budov. Naopak potřeba pro chlazení bude narůstat. Změní se tím tedy poptávka po energii především v čase (roční období). [23] [37]

B. Praktická část

V praktické části této práce jsou popsány tři skutečné objekty; jejich konstrukční systémy, technologické systémy a účel a způsob využití. Jsou vytvořeny jejich modely v programu BSim2002 a slouží jako podklad pro další práci. Ta spočívá v návrhu optimalizace vytápění historické budovy, tvorbě grafické a protokolární části auditu administrativního objektu a nastavení a optimalizaci systému měření a regulace u výrobní haly.

Následuje podrobná analýza dopadů globálního oteplování s použitím klimatických dat z typického meteorologického roku a dalších 3 scénářů popsanych v kapitole A. 5. 1. (B1, A1B a A2) u všech tří budov. Závěrem práce je pak právě dopad na energetickou bilanci a vnitřní mikroklima zkoumaných objektů.

B. 1. Popis objektů

B. 1. 1. Výrobní hala

B. 1. 1. 1. Investiční záměr

Vzhledem k specifičnosti, rozsahu technologického vybavení a nestandardnímu způsobu užívání této stavby z pohledu TZB bude popisu tohoto objektu věnována větší pozornost než zbývajícím dvěma. Investor, společnost FK systém – povrchové úpravy, s. r. o. v roce 2018 a 2019 investuje do výstavby nového moderního areálu pro provádění chemických a mechanických povrchových úprav nerezových a uhlíkových ocelí. Výrobní hala slouží kromě provádění moření, pasivace a tryskání také jako dočasné skladiště zboží, expediční hala, zázemí pro zaměstnance, dílna a sklad kyselin. Administrativní chod společnosti zajišťuje přilehlý objekt (kapitola B. 1. 2. této práce). Součástí technologického zázemí areálu jsou mostové jeřáby, mořírny stavebně řešené z kyselinovzdorných povrchových materiálů, vany s kyselinami, speciální vzduchotechnika, absorbéry, neutralizační a demineralizační stanice. Vzhledem k chemickému charakteru výrobního procesu je kolaudační rozhodnutí, stavební povolení a provoz areálu zatížen přísnými podmínkami a limity na čistotu vody a ovzduší.



Obr. 18 Hala pro provádění povrchových úprav

B. 1. 1. 2. Popis areálu

Stavba je realizována na pozemku ve vlastnictví investora v Brně - Řečkovících na adrese Karásek 1c. Výměr pozemku vzešel především z možnosti stavby tohoto charakteru z hlediska územního plánu a to díky umístění v rámci farmaceutického komplexu Pharma Park.

Objekt se skládá se ze čtyř hal, které spolu tvoří jednu hmotu pravoúhlého půdorysu s výškou atiky +13,600 m. Je osazen do stávajícího terénu tak, že 0,000 = +238,70 m. n. m., což je přibližně úroveň přilehlé komunikace ve vlastnictví investora. K objektu v západní a východní části pozemku přiléhají parkoviště pro zaměstnance a návštěvy. V severní části pozemku je před objektem umístěna zpevněná plocha komunikace sloužící pro nakládku či vykládku materiálu, také je zde umístěno odstavné stání pro zásobovací automobily. Vedle administrativního objektu je pak zřízena skladovací zpevněná plocha tvořená hutněným šterkovým povrchem.

Architektonické ztvárnění objektu bylo voleno jako střídité, jednoduché, zapadající do charakteru průmyslového areálu, nyní Pharma Park. Obvodový plášť tvořený svislými panely Kingspan má žlutou a tmavě šedou barvu. Spodní 2,5 metru

pohledových stěn je pak betonových, barva světle šedá. Jednotlivé haly jsou kvádřové hmoty, šířka jednotlivých traktů je cca. 30 m a 20 m, délka jednotlivých hal je pak 65 m, 82,6 m a 73,8 m.

Z hlediska dopravního řešení je areál oplocen, při vjezdu a výjezdu se nachází brána a závora. Vjezd do jednotlivých hal umožňuje systém 10 ocelových vrat.

V celém areálu se nachází cca 1 200 m kolejí pro lokální přepravu zboží. Vzhledem k náchylnosti v chemickém prostředí je část z nich nerezová. Dalším způsobem dopravy zboží je využití 11 mostových jeřábů na 8 jeřábkových drahách



Obr. 19 Dopravní systém – kolej a mostový jeřáb

B. 1. 1. 3. Konstrukční systém

Založení objektu

Založení objektu je provedeno jako hlubinné pomocí ražených pilot v horní části zmonolitněných do ŽB kalichů pro osazení prefabrikovaných ŽB sloupů. Pro vnitřní zdi byly provedeny betonové základové pasy. Dále jsou v rámci založení stavby v prostoru mořiren zřízeny dvě podzemní nádrže provedené z vodostavebního betonu. Tyto nádrže slouží jako záchytná vana pro mořící kádě. Jsou opatřeny vyplastováním z polypropylenových desek, které zajišťují prostor proti průniku mořících kyselin k betonu a dále do podloží.

Svislé konstrukce

Nosný systém zajišťují ŽB sloupy a ŽB stěny provedené z betonových bednicích tvárnic zmonolitněných betonem s vloženou armaturou. Výplň stěn tvoří do 2,5 metrů výšky od terénu ŽB sendvičové panely. Lehký obvodový plášť od 2,5 m po atiku je proveden ze sendvičových panelů Kingspan. Panely jsou kotveny do ocelové pomocné nosné konstrukce.

Vodorovné konstrukce

Jsou tvořeny především pomocí vazníků, průvlaků a trámů, které jsou osazené na ŽB sloupech. Na těchto konstrukcích byly následně osazeny nosné prvky střechy, které jsou buď z trapézových plechů nebo z betonových lehčených panelů Spiroll. U jižní stěny haly jsou také monolitické ŽB stropy výšky 300 mm, které vytváří v této části objektu 2 NP a 3 NP sloužící jako hygienické a sociální zázemí pro zaměstnance.

Střecha

Střecha je koncipována jako jednoplášťová s parotěsnou vrstvou, vrstvou tepelné izolace v kombinaci minerální vlna a polystyrénová deska. Jako hydroizolace slouží mPVC fólie, která je ke střešnímu plášti kotvena pomocí mechanických kotev. Odvodnění je do střešních vpustí a následně podtlakovým systémem do dešťové kanalizace. Konstrukce střešního pláště není primárně stavěna pro pravidelný pohyb osob.

Výplně otvorů

Haly jsou prosvětleny pásovými světlíky s polykarbonátovou výplní. Ve světlíku jsou instalovány klapky pro denní větrání, klapky jsou ovládány elektrickým pohonem 230 V, který umožní otevírání světlíků se zdvihem 300 mm.

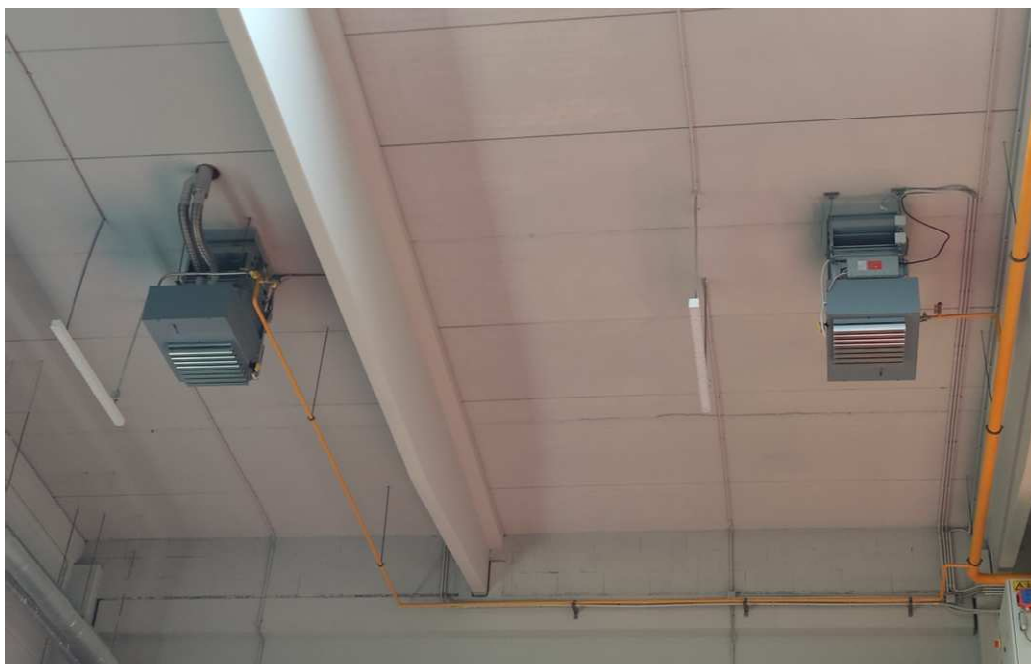
Po obvodu celé haly se nachází několik sekčních průmyslových vrat, které slouží k transportu zboží do a z jednotlivých hal pomocí nákladních automobilů nebo vozíku na kolejích. Vrata jsou ovládána vypínači na stěnách. Pro přístup osob se po obvodu nachází také dřevěné dveře s čtečkami karet napojenými na zabezpečovací systém. Většina obvodových místností, zvláště pak zázemí pro pracovníky, je prosvětlena plastovými okny s dvojitým zasklením bez možnosti větrání nebo mikroventilace.

B. 1.1.4. Technické zařízení budovy

Vytápění

Z hlediska energosníčky probíhá veškeré vytápění haly plynem. Provoz je ovšem rozdělen na dva úseky, výrobní a skladovací haly, vytápěné pomocí podstropních plynových jednotek GEA Sahara a zázemí pro pracovníky, vytápěné teplou vodou ohřívanou kondenzačními kotli a s podokenními radiátory.

Ve výrobních prostorách se nachází celkem 39 podstropních a 3 nástěnné jednotky GEA Sahara s výkonem 15 – 45 kW. Všechna tato plynová zařízení jsou napojena na systém měření a regulace. Jednotky obsahují ventilátor s jednostupňovou regulací, v systému MaR lze nastavit požadovanou teplotu v každé místnosti a za pomoci klapky regulovat podíl přiváděného čerstvého vzduchu ku cirkulačnímu.



Obr. 20 Podstropní topné jednotky Sahara

Vytápění hygienického a sociálního zázemí pro zaměstnance a přípravu teplé užitkové vody zajišťuje místnost pro kotle s dvěma kondenzačními kotli o výkonu 35 kW. Teplá voda je v rozdělovači a sběrači rozdělena do větví pro přípravu teplé užitkové vody, přípravu teplé vody pro vzduchotechnickou jednotku, vytápění 2 NP a 3 NP, a vytápění 1 NP (4 větve). Kotelna je opět řízena systémem měření a regulace.



Obr. 21 Kotelna ve výrobní hale

Vzduchotechnika

Větrání šaten a hygienického zázemí je řešeno jako centrální nucené a mírně podtlakové. Přívod upraveného vzduchu je do šatnové části a odvod je z hygienického zázemí – sprchy, toalety. Přívod vzduchu do šaten je zabezpečen přívodní vzduchotechnickou sestavou klapka, filtr, přívodní ventilátor, vodní ohřivač, systém zpětného získávání tepla, pružné manžety. Vzduchotechnická jednotka je osazena v technické místnosti. Maximální průtok vzduchu sestavou je 3 500 m³/hod.

Chlazení

Z hlediska normativních požadavků není nutné zavádět ve výrobních prostorách systém chlazení. Z provozního hlediska a systému měření a regulace je nutné dbát na doporučení pro užívání tohoto objektu, aby nedocházelo k nežádoucímu přehřívání interiéru.

B. 1.1.5. Moření a pasivace a speciální technologie

Moření a pasivace

Pro pochopení technologií pro moření a pasivaci je nejprve nutné vysvětlit samotný postup těchto operací. Moření nerezových a uhlíkových ocelí je proces, při kterém dochází k odstranění nečistot, náběhových barev po svařování, rzi, mastnoty a nevyhovující nebo poškozené pasivní vrstvy na povrchu těchto materiálů. Tyto nedostatky jsou naprosto běžné a vznikají při jakémkoliv druhu zpracování těchto ocelí. Moření a následná pasivace je tedy nezbytný proces při práci s těmito výrobky. Operace je chemického charakteru, kdy dochází k ponoření nebo nástřiku směsi kyselin na povrch materiálu. V námi sledovaném provozu jde o směs kyseliny fluorovodíkové a dusičné a vody. Velmi tenká vrchní poškozená vrstva je naleptána a odstraněna. Po několika hodinách je výrobek z lázně vyjmut a opláchnut demineralizovanou vodou. Buď pouze za pomoci vzdušného kyslíku, nebo pasivačního roztoku je provedena takzvaná pasivace. Na povrchu materiálu za pomoci oxidačního procesu vzniká tenká vrstva oxidu legujících prvků (nikl, molybden, chrom, vanad), která zajišťuje antikorozi vlastnosti těchto ocelí.

Technologické vany

Výše uvedené procesy je nutné dělat za pomoci speciálních technologií. Výrobní hala v rámci této práce je nejmodernějším a největším provozem co se týká objemu lázní ve střední Evropě. Lázně jsou zde umístěny v polypropylenových vanách, odolávajících kyselému prostředí. Všechny vany jsou zasazeny do betonové jímky opět vyložené polypropylenem. Prostory moření, jeřábové dráhy a další zařízení jsou chráněna kyselinovzdorným nátěrem.



Obr. 22 Polypropylenové vany a VZT

Speciální vzduchotechnika

Z důvodu kyselého prostředí je také nutné k mořicím vanám instalovat speciální vzduchotechniku. Z hlediska výměny vzduchu je nutné navrhnout dvojnásobnou výměnu za hodinu. Vzhledem k objemu největší mořírny se jedná o průtok 30 000 m³/hod. Odsávání však probíhá nad hladinou jednotlivých van a to pouze v době, kdy je materiál do vany ponořován nebo vytahován, tedy celkem cca 1 hodinu denně. Přívod čerstvého vzduchu by měly zajišťovat podstropní plynové jednotky, z hlediska stavebního projektu ovšem nebyla zajištěna komunikace mezi jednotkami a technologickou vzduchotechnikou. Toto propojení řeší až autor této práce (kapitola B. 2. 2.). VZT potrubí je opět plastové, stejně jako ventilátory s frekvenčním měničem. Vzduch nasycený kyselými výparů není možné pouštět do venkovního prostředí. Z tohoto důvodu prochází takzvaným absorbérem. Ten obsahuje hydroxid sodný. Díky němu probíhá neutralizační proces kyselých výparů a pročištěný vzduch je až poté vypouštěn do ovzduší.



Obr. 23 Absorbér kyselých výparů

Neutralizační stanice

Neutralizační stanice slouží k neutralizaci kyselých odpadních oplachových vod. Jejich pH klesá na hodnotu 1,5-2,5 a obsahují také těžké kovy, především chrom a nikl. Proces neutralizace začíná přečerpáním odpadních vod do reaktorů. Do nich se dává z vysokého sila 10-15% vodný roztok vápenného mléka (hydroxid vápenatý) o pH 9-10. Dojde nejen k úpravě kyselosti vod, ale také vysrážení těžkých kovů do nerozpustných sloučenin. Dále se dává polyflokulant (vločkovač), díky němuž dojde k vysrážení kalů do větších celků (agregátů) čímž je urychlí sedimentace. Po usazení kalu lze horní vrstvy vody vypouštět do splaškové kanalizace. Kal je dále čerpán do kalolisu a odtud je odvážen specializovanou firmou jako nebezpečný odpad.



Obr. 24 Neutralizační stanice

B . 1. 2. Administrativní budova

Druhá budova se také nachází v areálu bývalého farmaceutického parku v Brně – Řečkovících na adrese Karásek 1c. Slouží jako kancelářské zázemí pro vedení společnosti, oddělení řízení jakosti a sekretariát. Stavebně je od výrobní haly oddělena místní komunikací, provozně jsou oba objekty úzce spjaty.

Budova byla postavena v roce 2001 jako pavilon kvality pro bývalý farmaceutický závod. V roce 2019 společnost FK systém budovu zrekonstruovala na kancelářský objekt. Začátek užívání objektu byl naplánován na přelom roku 2019 a 2020. Kromě dispozice bylo také provedeno dodatečné zateplení střešního pláště, upraven otopný systém a namísto původní centrální vzduchotechnické jednotky byl navržen chladicí systém MULTI SPLIT.



Obr. 25 Administrativní budova

1 NP

V přízemí tohoto objektu se nachází vstup s vrátnicí. Přibližně polovina tohoto patra je v současné době nevyužívaná, slouží jako rezerva. Druhou polovinu tvoří komunikační prostory, archiv, kotelna, laboratoř, drobné kanceláře a server. Vzhledem k účelu využívání tohoto prostoru je zde navrhována nižší pobytová teplota pro zimní období a kromě serveru nejsou místnosti strojně chlazeny.

2 NP

Druhé nadzemní patro je celé koncipováno jako luxusní kancelářské prostory. Centrální prostor s copy centrem je prosluněn světlovody. Kromě 5 kanceláří se zde nachází také dvě zasedací místnosti, sekretariát, kuchyně s jídelnou, hygienické zázemí a úklidová místnost. Celý prostor je zónově chlazený a vytápěný podokenními radiátory.



Obr. 26 Studie 2 NP

3 NP

Třetí podlaží zabírá pouze jednu čtvrtinu podlahové plochy zbývajících pater. Slouží opět jako prostorová rezerva a je z něj přístup na plochou střechu. Toto patro není strojně chlazeno a v zimní období je pouze temperováno na 10 °C.

Svislé konstrukce

Konstrukčně je objekt řešen jako skeletový systém se sloupy 5m x 4m a ztužujícími stěnami. Obvodový plášť je sloupům představený, převládá tepelně technická funkce nad statickou. Z vnější strany je na ocelovém roštu kotvený bílý trapézový plech, interiér je zaklopen sádkartonovými deskami. Vnitřní prostor je vyplněn minerální vatou. Součinitel prostupu tepla $U=0,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Vodorovné konstrukce

Konstrukci podlahy na zemině tvoří podkladní beton, tepelná izolace tloušťky 80 mm a betonová mazanina s nášlapnou vrstvou, linoleum. Součinitel prostupu tepla $U=0,44 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Stropní konstrukci mezi jednotlivými patry pak vytváří monolitická

betonová deska o tloušťce 200 mm. Skladba stropní konstrukce je vynášena předpjatými betonovými panely, do kterých byly v rámci rekonstrukce vyvrtány otvory pro budoucí světlovody. Původně bylo střešní souvrství koncipované jako jednoplášťové s tepelnou izolací o tloušťce 160 mm a součiniteli prostupu tepla $U=0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Při rekonstrukci byla z důvodu vylepšení tepelně technických vlastností a potřeby opravy celého pláště (zatékání do konstrukce) tato skladba změněna na dvouplášťovou, Díky dodatečnému přidání vrstvy tepelné izolace nad provětrávanou mezeru byl součinitel prostupu tepla snížen na hodnotu $U=0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Výplně otvorů

Všechna okna v objektu jsou z konstrukčního hlediska plastová s dvojitým zasklením. Dle projektové dokumentace vykazují hodnotu součinitele prostupu tepla $U=1,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Vzhledem k viditelnému poškození rámu i zasklení lze odhadovat, že skutečná hodnota bude vyšší. Tento fakt je zohledněn v simulačním programu a také v Průkazu energetické náročnosti budovy přidáním informace o výrazných tepelných mostech. Vstupní dveře do objektu mají hodnotu součinitele prostupu tepla $U=1,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ respektive $U=2,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Vytápění

V rámci zmiňované rekonstrukce došlo také k úpravám v rámci otopné soustavy a přípravy teplé vody. Ohřev pro oba účely zajišťuje jeden 38 kW plynový kotol. Samotná otopná tělesa, podparapetní radiátory s termostatickými hlavicemi zůstávají dle původního provedení. Části rozvodů otopné vody jsou nově izolovány. Potřebu teplé užitkové vody zajišťuje 200l zásobník. Kvůli komfortu uživatelů a dodržení normativních požadavků (3I kritérium) probíhá cirkulace teplé vody řízena časovačem.

Řízení regulace otopné vody bylo původně navrženo pouze pomocí externího teplotního čidla a ekvitermní křivky, na požadavek autora práce bylo do typické místnosti ve 2 NP přidáno teplotní čidlo na základě kterého je teplota regulována.

Chlazení

Vzhledem k požadavkům na pracovní prostředí v interiéru dle ČSN EN 12831 bylo nutné dodatečně navrhnout systém chlazení pro kancelářské prostory ve 2 NP. Z požadavků IT firmy také vyplynula potřeba chladit místnost serveru v 1 NP. Bylo zvoleno multisplitové řešení od společnosti LG s chladivem R410A. Řešení zahrnuje dvě venkovní jednotky o výkonu 11,2 kW a jednu o výkonu 3,5 kW. Kancelářské prostory v druhém patře jsou chlazeny kazetovými nebo nástěnnými jednotkami o výkonu 1,5 – 3,5 kW. V serverovně se nachází jedna nástěnná jednotka s výkonem 3,5 kW s předpokládaným celoročním provozem.

B. 1. 3. Historická budova

Tato budova byla předmětem bakalářské práce autora, ze které se pro účely této práce vychází, používá se totožný model v programu BSim 2002. „Budova je velmi náročná po stránce dispoziční, architektonické a stavebně-konstrukční. K vytvoření modelu stavby byla k dispozici pouze velmi stará výkresová dokumentace a technická zpráva o rekonstrukci budovy. Veškeré podklady pochází z roku 1995 a jsou v tištěné podobě. Budova jako celek spadá pod památkovou ochranu, neboť jde o architektonicky cennou stavbu. Její historie sahá do druhé poloviny 19. století, za hodnotné se považují především především zpracované detaily na průčelí stavby.“ [40]



Obr. 27 Fotografie posuzované stavby

Lokalita

„Stavba se nachází v Praze v jihovýchodní části Václavského náměstí. Přesná adresa není uváděná z důvodu anonymity práce. Budova je umístěna uprostřed městské zástavby, což má z hlediska tepelně technického chování stavby vliv především na vyšší zisky v letním období. Jedná se o řadovou zástavbu. Kromě hlavní části budovy, viditelné na Obr. 27 patří k domu také dvě křídla přístupná ze dvora. Ta jsou také stavebně propojena s okolní zástavbou.“ [40]

Vyšetřovaná část budovy

„Další důležitou informací o tomto objektu je fakt, že v rámci vytváření modelu, simulací a hodnocení v praktické části je pracováno pouze s ucelenou částí této stavby. Důvodem je funkční a vlastnické dělení objektu, a tedy také požadavek na zpracování modelu pouze ucelené části objektu. Předmětem výzkumu jsou 4 patra čelní části stavby (1NP, 2NP, 3NP a 4NP). Dále 2 patra jižního křídla a 2 patra severního křídla budovy (vždy 1NP a 2NP). Suterén a přízemí objektu patří provozovateli kavárny Starbucks. V 3 NP a 4 NP severního křídla se nachází administrativní a obytné prostory, které také provozuje jiný majitel.“ [40]

Suterén

„V suterénu se nachází především skladovací prostory a technické zázemí pro prostory kavárny v 1 NP.“ [40]

Přízemí

„Převažující část tohoto patra slouží jako provozovna stravovacího zařízení, konkrétně kavárna Starbucks. K prostorům provozovny náleží také sklady, technické zázemí a hygienické zařízení. Přes podjezd domu vede průchod na dvůr, ze kterého je možné vstoupit do námi vyšetřované části objektu – administrativních prostor. Další vstup je umožněn také přes provozovnu kavárny. V přízemí se nachází také trafostanice a ve dvoře parkovací prostory.“ [40]

1 NP

„V tomto podlaží jsou situovány reprezentativní prostory, recepce, kanceláře, ale také kuchyňka a jídelna pro zaměstnance. Dále pak velké množství komunikačních prostor, hygienické zázemí a menší skladovací prostory.“ [40]

2 NP

„Druhé nadzemní patro slouží především jako kancelářské prostory. V jižní části stavby je umístěn sekretariát, v severní poté archiv a skladovací prostory. Zbytek podlahové plochy tvoří komunikační prostory, hygienické zázemí a sklad.“ [40]

3 NP

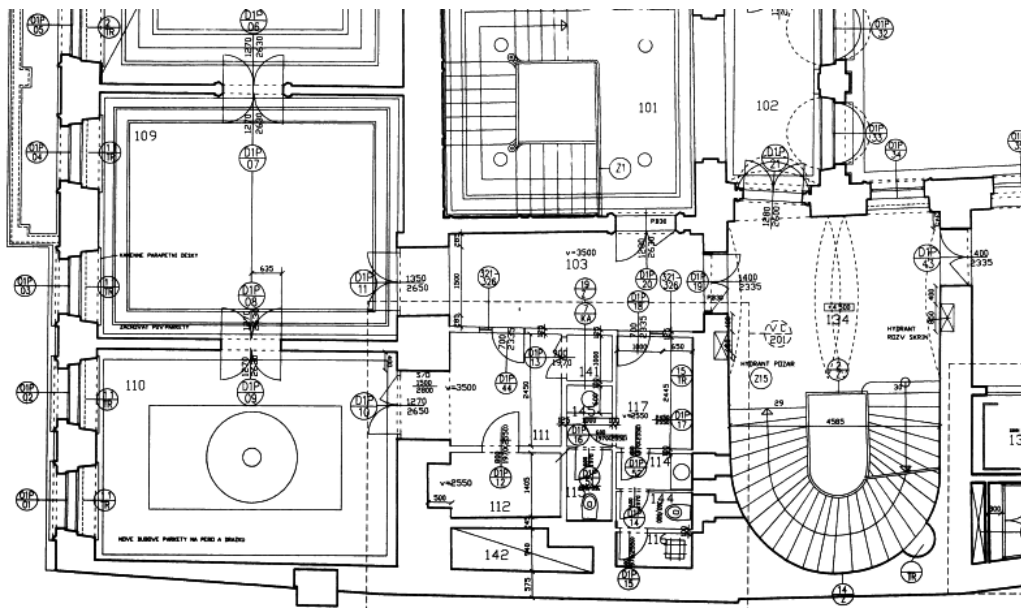
„Funkčně se toto patro podobá 2 NP. Navíc je tu vstup na střešní terasu nad jižním křídlem objektu, která je využívána k relaxaci. V severním křídle se nachází 2 bytové jednotky, které nepatří k vyšetřované části budovy.“ [40]

4. NP

„V poslední patře jsou především kancelářské a reprezentativní prostory. V severním křídle je umístěna strojovna topení a vzduchotechniky. Kancelářské prostory v jihozápadní části jsou prosvětlené střešními okny. Tato část stavby je kritická při posuzování tepelné zátěže v létě. Dochází zde k vysokým ziskům tepla sluneční radiací.“ [40]

Svislé konstrukce

„Obecně lze říci, že získat přesné informace o konstrukcích, jejich tloušťkách a tepelně-technických vlastnostech této konkrétní stavby je téměř nemožné. Konstrukčně je stavba velmi složitá, ve výkresové dokumentaci chybí celá řada důležitých kót a technická zpráva obsahuje pouze zmínku o druhu konstrukce. Na základě prohlídky stavby, prostudování výkresové dokumentace a konzultace se správcem budovy byly pro výpočet zvoleny dva typy vnějších obvodových stěn. Čela obou křídel a stěny, přiléhající k okolním budovám jsou tvořeny plnými cihelnými bloky o tloušťce 500 mm a součiniteli prostupu tepla $U=1,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zbylé vnější obvodové stěny, především historické průčelí budovy, jsou tvořeny také plnými cihelnými bloky, ovšem tloušťka činí 650 mm a součiniteli prostupu tepla $U=0,96 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Jelikož nejsou tyto veličiny přesně dané, bude zvolený předpoklad ověřen při kalibraci budovy v softwaru. Příklad složitosti obvodových konstrukcí je uveden na Obr. 28.“ [40]



Obr. 28 Výřez půdorysu 1 NP – ukázka výkresové dokumentace z roku 1995

Vodorovné konstrukce

„Stropní konstrukce jsou tvořeny dřevěnými trámy a železobetonovými roznášecími deskami. Tloušťka stropní konstrukce a podlahy byla vyčtena ze starší výkresové dokumentace, tj. 500 mm. Součiniteli prostupu tepla $U=0,77 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.“ [40]

Střecha

„Střešní konstrukce je řešena jako dvouplášťová. Vzhledem k nedávné rekonstrukci její tepelně technické vlastnosti vykazují lepší hodnoty než její obvodový plášť. Je proto také dobře známa její tloušťka, tj. 595 mm a součiniteli prostupu tepla $U=0,29$ $W/(m_2K)$. Tloušťka pochůzí terasy nad 2 NP v jižním křídle činí 475 mm a součiniteli prostupu tepla $U=0,30$ $W/(m_2K)$.“ [40]

Výplně otvorů

„Jelikož se jedná o historickou budovu, okna a dveře nemají dobré tepelně izolační vlastnosti. Okna s dřevěným rámem a dvojitým zasklením vykazují hodnoty součinitele prostupu tepla $U=2,39$ $W/(m^2K)$. Dřevěné vstupní dveře potom $U=2,34$ $W/(m^2K)$ “ [40]

Vytápění

„Budova je vytápěna pomocí 3 plynových kotlů Wolf NG 30E o výkonu 3×40 kW.“ [40]

Chlazení

„V budově se nachází systém chlazení

- CHL 1 - 2x WESPER CWP RC R407C BLN25

Celkový chladicí výkon činí 175,4 kW pro celou budovu. Pro posuzovanou část objektu je vyhrazený chladicí výkon 87,7 kW.

Objekt je vybaven parapetními fan-coil jednotkami v kombinaci s nástěnnými nebo podhledovými. Každá jednotka je individuálně regulovatelná.“ [40]

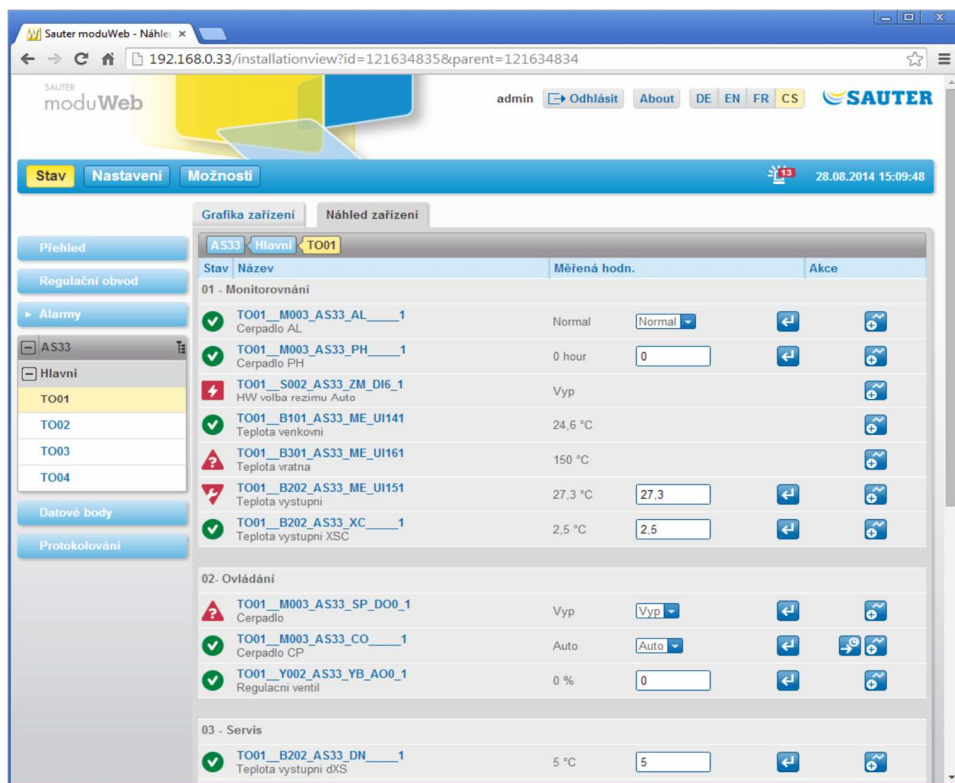
B. 2. Měření a regulace výrobní haly

B. 2. 1. Popis systému

Technologické systémy výrobní haly jsou z velké části řízeny systémem měření a regulace od společnosti Sauter. Webové rozhraní umožňuje pro oprávněné uživatele technologické sítě spravovat následující zařízení:

- Teplotu užitkové vody pro umývárny a sprchy
- Vytápění hygienického a sociálního zázemí pro zaměstnance
- Ohřev vody pro úpravu vzduchu ve VZT jednotce
- Regulace teploty a podílu cirkulačního a čerstvého vzduchu pro plynové podstropní jednotky Sahara ve výrobních a skladovacích prostorách

U všech výše uvedených technologií je možné vytvářet časové harmonogramy na základě využívání objektu a upravovat teploty a přívod čerstvého vzduchu jak v rámci jednoho dne, tak v průběhu roku. Systém obsahuje několik venkovních a vnitřních čidel, na jejichž základě regulace probíhá a díky nimž je schopný vytvářet grafy historického vývoje měřených veličin.



Obr. 29 Rozhraní systému MaR od společnosti Sauter

B. 2.2. Úpravy systému dle potřeb uživatele objektu

Jelikož nebyly součástí generální dodávky stavby speciální technologie, součástí této práce je také návrh a realizace dopracování systému měření a regulace pro potřeby užívání tohoto objektu.

Komunikace se speciální technologií

Zásadním nedostatkem v rámci systému MaR byla absence komunikace speciální kyselinovzdorné vzduchotechniky s plynovými jednotkami Sahara pro vytápění prostor jednotlivých mořiren. V rámci návrhu VZT celého objektu byly tedy topné jednotky navrženy na požadovanou výměnu vzduchu v místnostech 2/hod, systém ovšem nedostával signál, na základě kterého by klapky regulovaly poměr mezi cirkulačním a čerstvým vzduchem. V případě stálého přívodu velkého množství chladného vzduchu z exteriéru a jeho ohřev v jednotkách by byl provoz velmi neekonomický. Maximální hodnoty výměny vzduchu jsou potřeba pouze v případě ponořování a vytahování výrobků z lázní. Na základě přání autora práce byla tedy umístěna čidla s rozsahem 0-10 voltů na ventilátory speciální vzduchotechniky pro odsávání nad hladinou mořicích van. 0 voltů tedy odpovídá stavu, kdy ventilátor nepracuje, 10 voltů pak 100 % využití. Vzhledem k tomu, že napětí na čidle je indukováno v podstatě v závislosti na odporu vzduchu při průtoku potrubím, je nutné volit parabolickou nikoliv lineární závislost mezi napětím na čidle ventilátoru a procentuálním zastoupením čerstvého vzduchu na vstupu do otopné jednotky. Tento způsob regulace nemusí být konečný, jeho funkčnost bude testována minimálně po dobu jedné otopné sezóny a především až po zapojení všech technologických van do systému.

Omezení maximální výstupní teploty z otopných jednotek

Dalším zásahem do systému MaR bylo omezení přiváděné teploty do všech lodí výrobní haly. Důvodem této úpravy byl požadavek na ochranu elektrických rozvodných skříní mostových jeřábů ze strany dodavatele této technologie. Pro správnou funkci (zamezení přehřívání) bylo nutné omezit maximální přívodní teplotu ze 70 °C na 50 °C. Po konzultaci s dodavatelem plynových topných jednotek bylo toto opatření realizováno.

Instalace čidel do vybraných místností

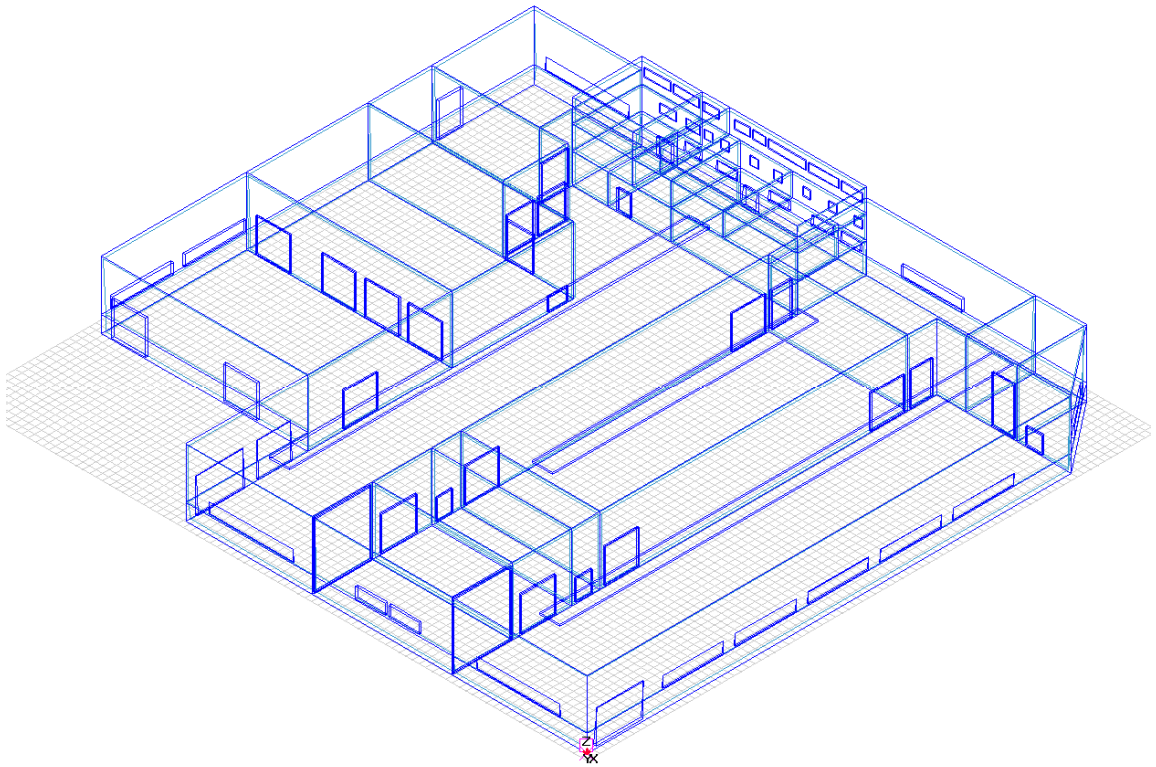
Jak již bylo řečeno, sociální a hygienické zázemí pro pracovníky je vytápěné za pomoci podokenních radiátorů. Udržování provozovatelem požadované teploty v interiéru ovšem probíhalo ovšem pouze za pomoci venkovních teplotních čidel a ekvitermní křivky. Z hlediska pohledu autora je toto řešení vzhledem k možným výkyvům a povětrnostním podmínkám působícím na venkovní čidlo nedostatečné. Jsou tedy instalována čidla do vybraných místností, která reprezentují okruhy vytápění dle jednotlivých větví na rozdělovači v kotelně. Ve 3 NP jde o jednu z rezervních prostor, která bude pouze temperována. U 2 NP byla jako typická místnost vybrána jedna ze šaten pro zaměstnance, v 1 NP potom kancelář skladníka.

B. 3. Tvorba modelů v programu *BSim* a nastavení profilů užívání

B. 3. 1. Výrobní hala

B. 3. 1. 1. Geometrický model

Geometrický model výrobní haly byl vytvořen na základě dokumentace skutečného provedení stavby. Při jeho projekci bylo nutné zohlednit například velké množství a plochy sekčních průmyslových vrat, které mají na svědomí velkou část výměny vzduchu v interiéru, stropní světlíky, které jsou zdrojem vysokého úhrnu sluneční radiace v letním období nebo například rozdělení fasády na část tvořenou panely Kingspan a spodní pás železobetonových panelů. Oblouková místnost neutralizační stanice v jihozápadní části objektu byla zjednodušena na trojúhelníkovou plochu.



Obr. 30 Geometrický model výrobní haly v programu BSim 2002

B. 3. 1. 2. Rozdělení na zóny

Rozdělení místností do jednotlivých zón je u tohoto objektu obzvláště důležité vzhledem k rozdílnému způsobu užívání jednotlivých prostor. Základní informace o jednotlivých zónách je také možné nalézt v tabulce Tab. 3

Popis zón:

- Moření: tato zóna zahrnuje místnosti všech tří mořren. Je zde umístěna technologická vzduchotechnika, dochází tu k největší výměně vzduchu. Z hlediska *Nařízení vlády č. 68/2010 Sb.* Jde o třídu práce IVa a IVb.
- Tryskání a haly: velkou část této zóny zabírají příjmové a expediční prostory. Z tohoto důvodu se zde počítá s menší výměnou vzduchu a třídou práce IIIa. Dle půdorysné plochy jde o největší zónu v objektu.
- Sklady a schodiště: práce třídy IIa. Součástí jsou komunikační prostory, skladové prostory a pracovní zázemí pro sklad a údržbu areálu. Zóna obsahuje VZT zajišťující přísun čerstvého vzduchu a je vytápěna podokenními radiátory.

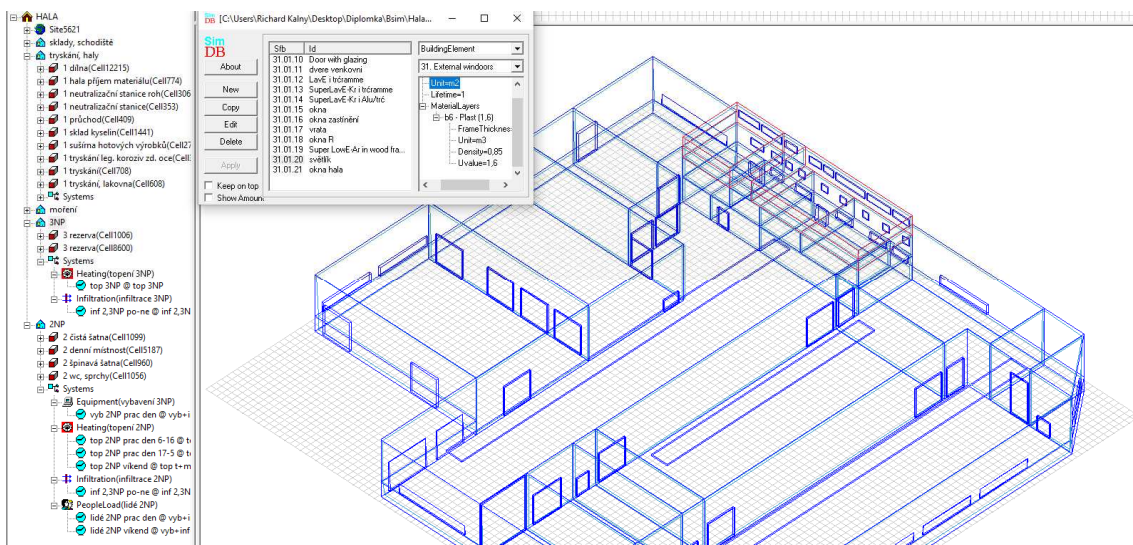
- 2 NP: hygienické a sociální zázemí pro pracovníky. Zóna zahrnuje denní místnosti, šatny, sprchy a umývárny. Z tohoto důvodu je zde navržena nejvyšší teplota v interiéru, 24 °C. Obsahuje VZT zajišťující přísun čerstvého vzduchu a je vytápěna podokenními radiátory.
- 3 NP: místnosti jsou zatím vedeny jako rezervní prostory. Z tohoto důvodu je zóna pouze temperována na nízkou teplotu a nemá další využití.

Zónování výrobní haly v programu						
Název	Počet místností	Celkový objem [m ³]	Celková podlahová plocha [m ²]	Způsob využití	Způsob vytápění	Návrhová teplota [°C]
Moření	3	13864	1430	Mořírny	Sahary	18
Tryskání a haly	10	48058	4831	Příjema výdej zboží	Sahary	18
Sklady a schodiště	5	1381	352	Sklady	Radiátory	20
2 NP	4	1001	322	Hygienické a sociální zázemí	Radiátory	24
3 NP	2	867	288	Rezerva	Radiátory	8

Tab. 3 Zónování výrobní haly v programu

B. 3. 1. 3. Nastavení profilu užívání

Nastavení profilu užívání se přeneso do programu *BSim 2002* formou nastavení jednotlivých systémů. Je nutné zohlednit nastavení systému vytápění, ventilace vzduchu, infiltrace spárami a netěsnostmi, tepelnou zátěž od strojů a zařízení a osvětlení. Vzhledem k softwarovým problémům programu *BSim 2002* se systémem větrání byl tento vliv na budovu začleněn do energetické bilance pomocí infiltrace. Na problém bylo prostřednictvím hlášení o chybách upozorněno a v případě reakce vývojářů bude tento problém dále řešen.

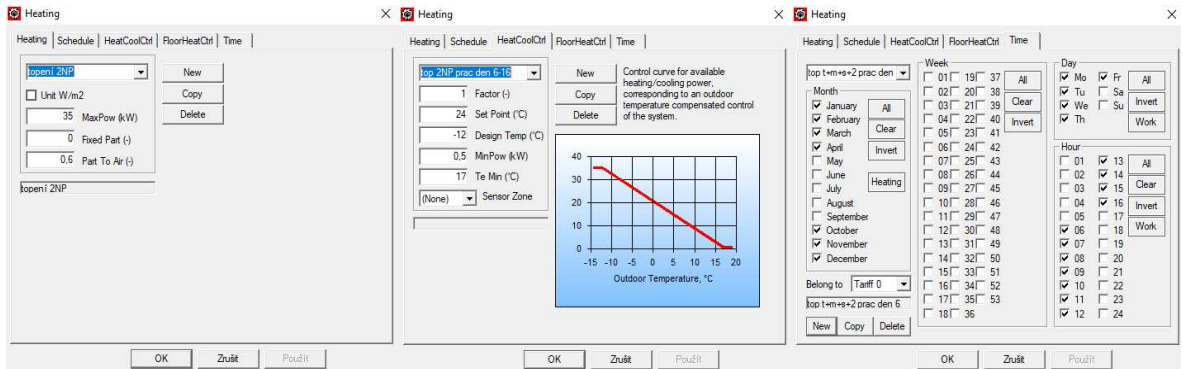


Obr. 31 Uživatelské rozhraní programu BSim 2002

Vzhledem k tomu, že v posuzované budově bude zahájen zkušební provoz až na přelomu roku 2019 a 2020, navíc bude docházet k postupnému zapojování jednotlivých van, nelze provádět kalibraci modelu na základě naměřených teplot nebo spotřeb energií. Z tohoto důvodu je nutné vycházet z informací o provozu stávající mořírny společnosti FK systém – povrchové úpravy, s. r. o. a informací od dodavatelů technologií, techniků firmy a z osobní znalosti dané problematiky. Do nastavení systémů v programu tedy vstupují následující informace:

- Provoz moříren je z 90 % jednosměnný, pracovní doba je od 7:00 do 15:30. Práce probíhají od pondělí do soboty.
- Při plném provozu se v hale bude pohybovat cca 50 zaměstnanců včetně vedoucích pracovníků a údržby areálu.
- Navážení zboží do příjmové haly probíhá v ranních hodinách od 7:00 do 9:00 a expedice v odpoledních hodinách od 13:30 do 15:30.
- Vany se pro potřebu oplachu materiálu otevírají na cca 1 hodinu v dopoledních hodinách a z důvodu ponoru nového zboží na 1 hodinu v odpoledních hodinách. V této době je nutné spustit technologické odsávání van na 100 %.
- Mimo pracovní dobu není nutné zapínat technologické odsávání. Kyselé výpary jsou těžší než vzduch a samovolně tedy klesají zpět do mořících van.
- Ventilace světlíky se neuvažuje.
- Haly a prostory mořírny budou vytápěny na teplotu 18 °C vždy hodinu před začátkem směny, po celou dobu směny až do 16:00. Po zbytek doby budou prostory vytápěny na 15 °C.
- Sklady a komunikační prostory budou vytápěny na teplotu 20 °C vždy hodinu před začátkem směny, po celou dobu směny až do 16:00. Po zbytek doby budou prostory vytápěny na 15 °C.
- Zóna 2 NP bude vytápěna na teplotu 24 °C vždy hodinu před začátkem směny, po celou dobu směny až do 17:00. Po zbytek doby budou prostory vytápěny na 20 °C.
- Zóna 3 NP bude celoročně temperována na teplotu minimálně 8 °C.

Všechny tyto informace byly zakomponovány do nastavení jednotlivých systémů zón v programu a model je v takovéto fázi nachystán na potřebné simulace. Příklad nastavení systému na Obr. 32.

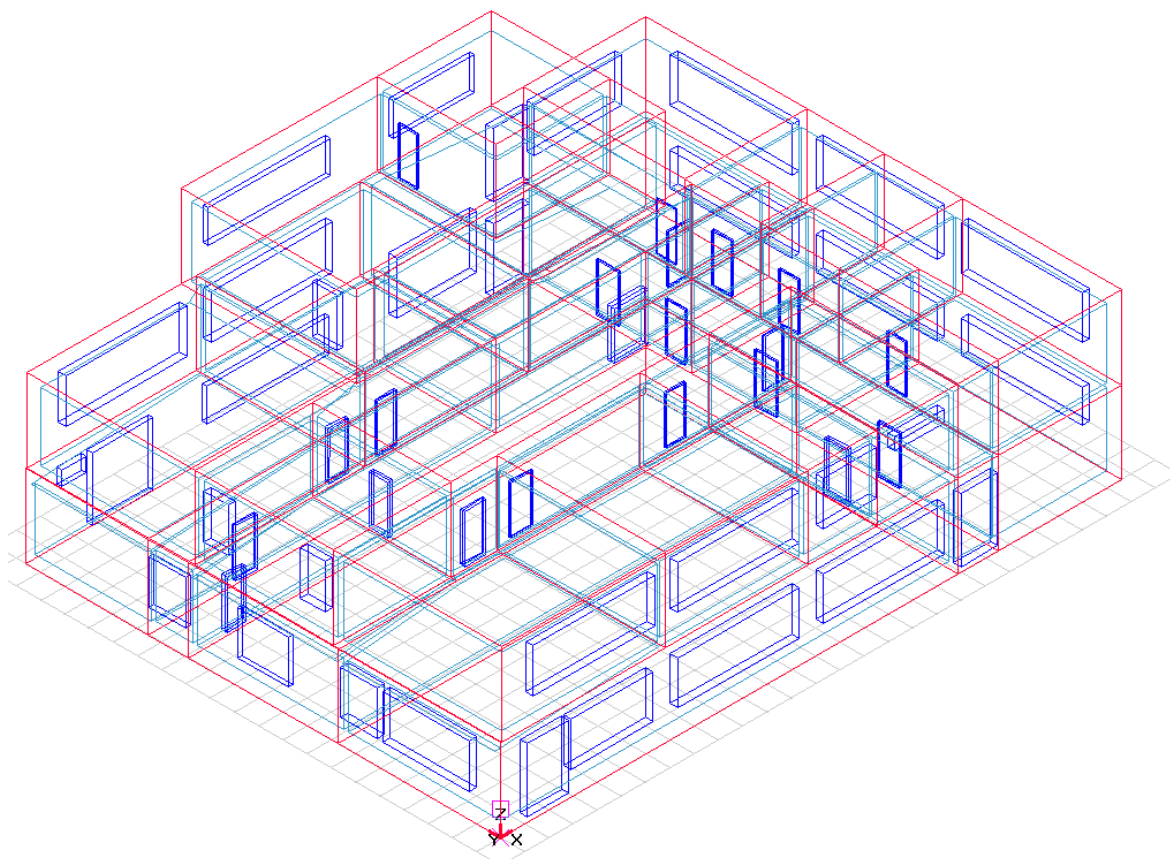


Obr. 32 Nastavení vytápění pro zónu 2 NP

B. 3. 2. Administrativní budova

B. 3. 2. 1. Geometrický model

Geometrický model tohoto objektu byl vytvořen před započítáním této diplomové práce. Byl sestaven pro potřeby Středoškolské odborné činnosti s názvem *Název práce Tepelná pohoda a návrh výkonu chladicího zařízení v administrativní budově* od autorky Terezy Kalné, jejíž vedoucím je autor této diplomové práce. Z hlediska tvorby nedošlo k žádným výrazným zjednodušením geometrie ani výrazné redukci místností oproti skutečnému stavu



Obr. 33 Geometrický model administrativní budovy

B. 3. 2. 2. Rozdělení na zóny

Zónování tohoto objektu je velmi jednoduché. První nadzemní podlaží slouží jako vstup a komunikační koridor skrz budovu do 2 NP. Dále se zde nachází vrátnice, archiv a technologické zázemí jako kotelna nebo laboratoře. Celé patro vyjma serveru je vytápěno na teplotu 18 °C a je téměř bez pohybu osob. Server oproti tomu tvoří v rámci 1 NP sice zanedbatelnou část plochy, není ovšem díky svému umístění a využití vytápěn, ale celoročně chlazen. Tvoří tedy samostatnou zónu v rámci modelu. Celé 2 NP vyjma schodišťového prostoru tvoří další zónu. Je v létě chlazeno jednotkami multisplit a vytápěno na 23 °C v zimní a přechodném období. Poslední zónu tvoří 3 NP. Je tu pouze jedna místnost, sloužící jako rezerva pro další kancelář nebo sociální zázemí. Je temperována na teplotu 10 °C. Další popis zón viz Tab. 4.

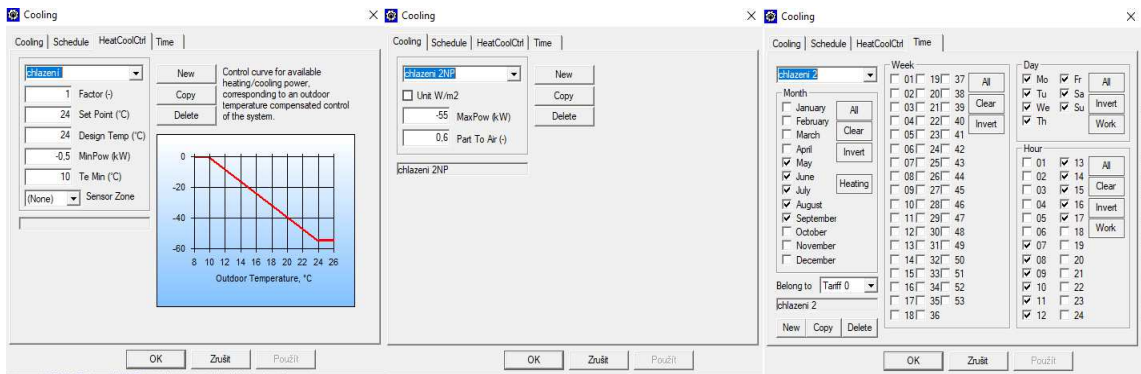
Zónování výrobní administrativní budovy v programu						
Název	Počet místností	Celkový objem [m ³]	Celková podlahová plocha [m ²]	Způsob využití	Chlazení	Návrhová teplota [°C]
1 NP	9	1 448	497	Technické zázemí	NE	18
2 NP	12	1 192	414	Kancelářské prostory	ANO	23
3 NP	2	233	83	Rezerva	NE	10
Server	1	25	8	Server	ANO	25

Tab. 4 Zónování administrativní budovy v programu

B. 3. 2. 3. Nastavení profilu užívání

Vzhledem k tomu, že v posuzované budově bude zahájen zkušební provoz až na přelomu roku 2019 a 2020, nelze provádět kalibraci modelu na základě naměřených teplot nebo třeba spotřeb energií. Z tohoto důvodu je nutné vycházet z informací o provozu stávající kancelářské budovy společnosti FK systém – povrchové úpravy, s. r. o., techniků firmy a z osobní znalosti dané problematiky. Do nastavení systémů v programu tedy vstupují následující informace:

- Provoz kanceláří je z 90 % jednosměrný, pracovní doba je od 7:00 do 15:30. Práce probíhají od pondělí do pátku.
- V prostorech 2 NP bude pravidelně pracovat cca 15 lidí, v 1 NP pak 2 lidé.
- Prostor 1 NP bude vytápěn pouze na 18 °C, prostor kanceláří na 23 °C a rezerva v 3 NP na 10 °C. Serverovna nebude vytápěna.
- Každý zaměstnanec využívá k práci počítač, ve 2 NP se nachází také copy centrum.
- Výkon serveru činí 4 kW.
- Chlazení kancelářských prostor je nastaveno na teplotu 23 °C, server pak na 25 °C.
- Vzhledem k ojedinělé práci majitelů a techniků také mimo pracovní dobu a o víkendech nebude docházet k útlumu topení mimo pracovní dobu.

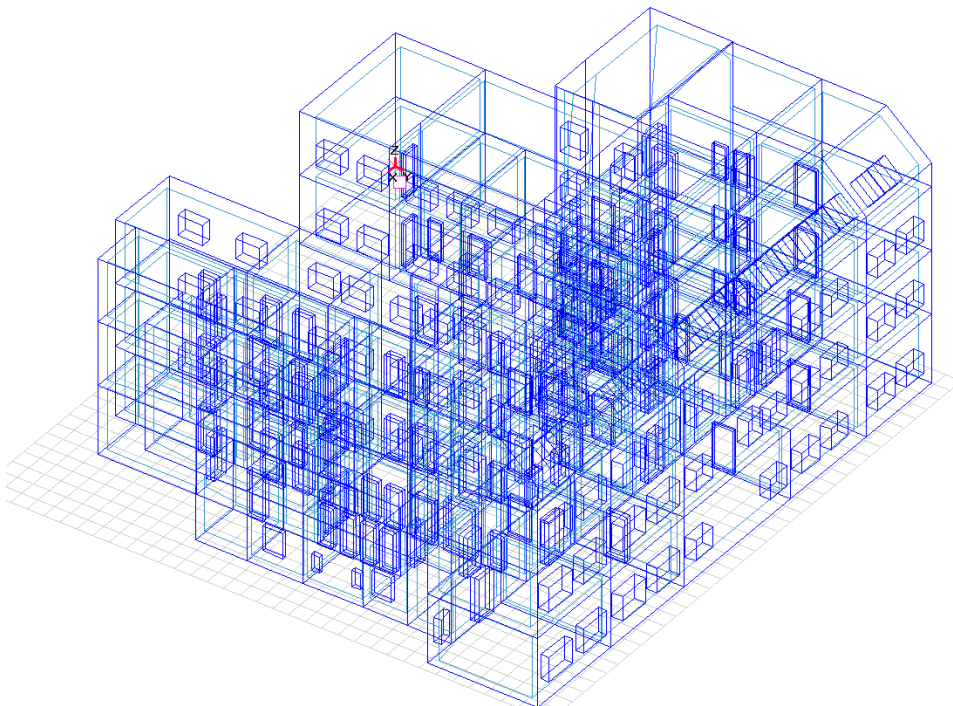


Obr. 34 Nastavení systému chlazení pro 2 NP

B. 3. 3. Historická budova

B. 3. 3. 1. Geometrický model

Pro účely této práce byl použit model historické budovy v Praze z autorovi bakalářské práce s názvem *Analýza vnitřního klimatu a energetické hodnocení historické budovy*. Geometrický model byl zkontrolován a byly doplněny a opraveny případné nedostatky. Více informací o tvorbě modelu a zjednodušení geometrie viz zmiňovaná práce.



Obr. 35 Geometrický model historické budovy

B. 3. 3. 2. Rozdělení na zóny

Rozdělení na jednotlivé zóny bylo opět převzato z bakalářské práce autora.

Kanceláře

„V prostorách probíhá práce v sedě. Je zde vyšší hustota obsazení, velké množství výpočetního zařízení. Zóna zahrnuje také zasedací místnosti pro velký počet lidí. Jedná se o největší zónu v objektu. Prostupuje všemi patry.“ [40]

Administrativa

„Tato zóna zahrnuje prostory s menší hustotou obsazení než Kanceláře. Obsahuje menší množství výpočetního zařízení a slouží především k práci ve stoje a mírném pohybu (archiv, recepce) nebo pro relaxaci a občerstvení zaměstnanců (jídelsna, herna, čajovna). Prostupuje všemi patry.“ [40]

Komunikační prostory

„Chodby, schodišťové prostory, předsíň, vstup. Tyto prostory jsou vytíženy zejména ráno a v odpoledních hodinách. Neobsahují téměř žádná zařízení, není zde instalován systém chlazení. Zóna prostupuje všemi patry.“ [40]

Hygiena

„Tuto zónu není potřeba nějak blíže specifikovat. Neprobíhá u ní kalibrace a složí pouze jako pomocná. Je také prostorově nejmenší a neobsahuje systém chlazení. Prostupuje všemi patry.“ [40]

4. patro

„Tato zóna je pro posuzovanou stavbu obzvlášť důležitá. Funkčně je velice podobná zóně Kanceláře. Jsou zde pouze administrativní prostory pro práci v sedě. Z hlediska tepelné techniky je však velice specifická díky velkému množství střešních oken orientovaných na jihozápad. Díky této skutečnosti tu dochází k největším tepelným ziskům sluneční radiací a také velkým ziskům vlivem prostupu tepla konstrukcí. Zóna se nachází pouze ve 4 NP.“ [40]

Zónování výrobní historické budovy v programu						
Název	Počet místností	Celkový objem [m ³]	Celková podlahová plocha [m ²]	Způsob využití	Nastavená teplota v létě [°C]	Nastavená teplota v zimě [°C]
Kanceláře	30	4074	1036	Kancelářské prostory	24	21
Administrativa	11	913	253	Sociální zázemí	24	24,5
Komunikační prostory	14	569	161	Komunikační prostory	-	24,5
Hygiena	6	321	92	Hygienické zázemí	-	21
4. patro	7	736	268	Kancelářské prostory	24	24,5

Tab. 5 Zónování historické budovy v programu

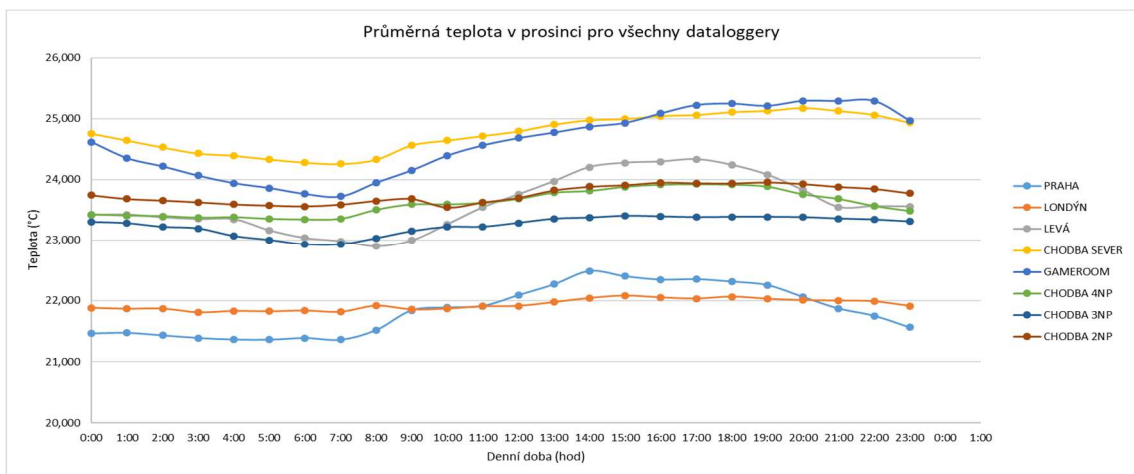
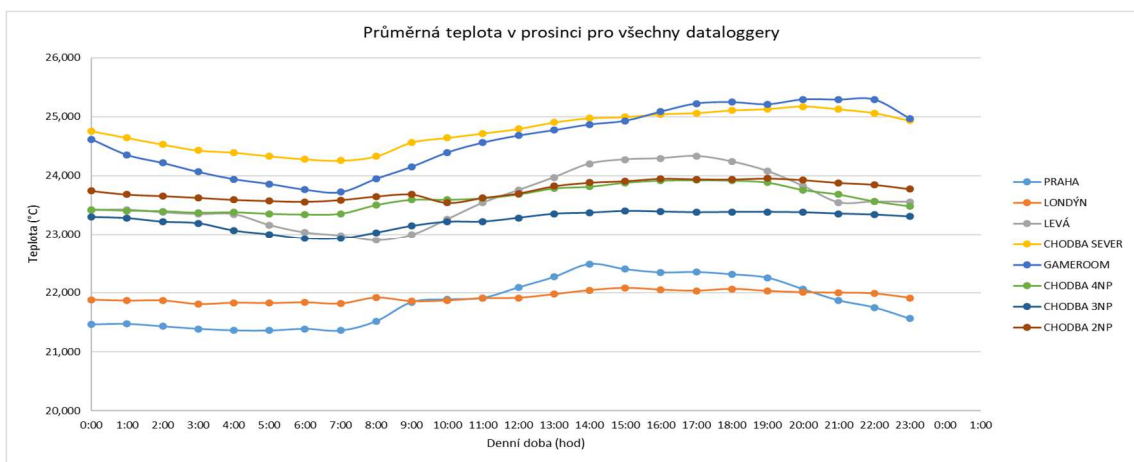
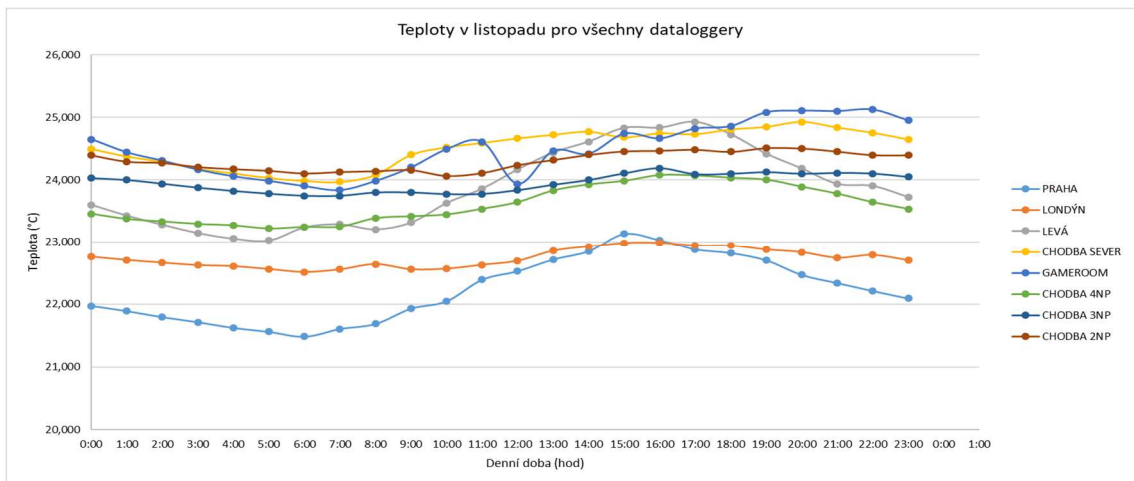
B. 3. 3. 3. Analýza vnitřního klimatu

Na rozdíl od administrativní budovy a výrobní haly lze historickou budovu v Praze kalibrovat dle naměřených teplot v interiéru v průběhu roku. Analýza vnitřního klimatu a kalibrace této stavby v letním období byla předmětem bakalářské práce autora. Pro účely této práce je ovšem nutné mít objekt kalibrovaný na celý rok. Za tímto účelem je nutné sbírat data o teplotě v interiéru po celý rok a kalibraci provést na zimní a přechodné období. Tomuto procesu ovšem předchází analýza vnitřního klimatu z naměřených hodnot. V posuzované části budovy bylo umístěno 8 dataloggerů *Comet S3120*. Tyto snímače zaznamenávají teplotu každých 30 minut. Z těchto hodnot lze nakonec udělat analýza vnitřního prostředí, kalibrace objektu a v případě potřeby navrhnout opatření pro zlepšení hygienických podmínek na pracovišti nebo úsporu energie. Umístění dataloggerů v rámci objektu na Tab. 6.

Umístění dataloggerů		
Zóna	Datalogger (původní názvy)	Kalibrace
Kanceláře	Praha, Londýn,	Praha
Administrativa	Gamerroom, Chodba sever,	Gamerroom
Komunikační prostory	Chodba 2 NP, Chodba 3 NP, Chodba 4 NP	Chodba 3 NP
4. patro	Levá	Levá

Tab. 6 Umístění dataloggerů

Z výsledků analýzy lze učinit několik závěrů a také je možné nasbíraná a utříděná data využít k dalším aplikacím. V práci budou zmíněny pouze nejdůležitější poznatky. Prezentované grafy a tabulky jsou pouze ukázkové příklady sledovaných jevů. Komplexní analýza je přílohou této práce.

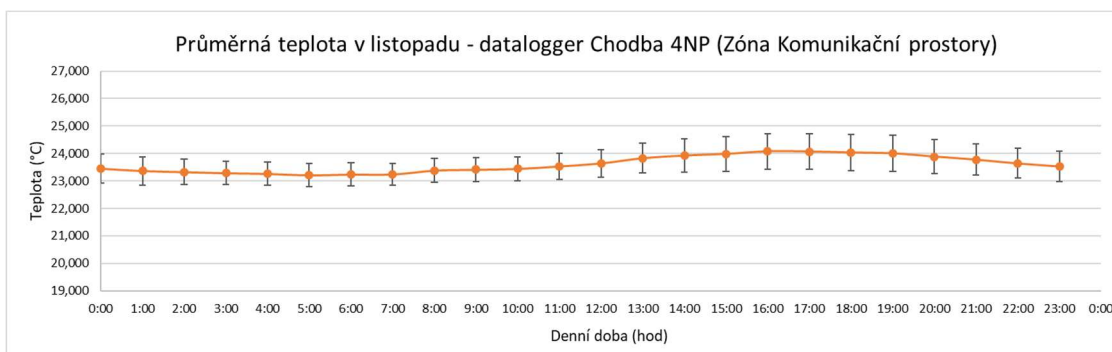
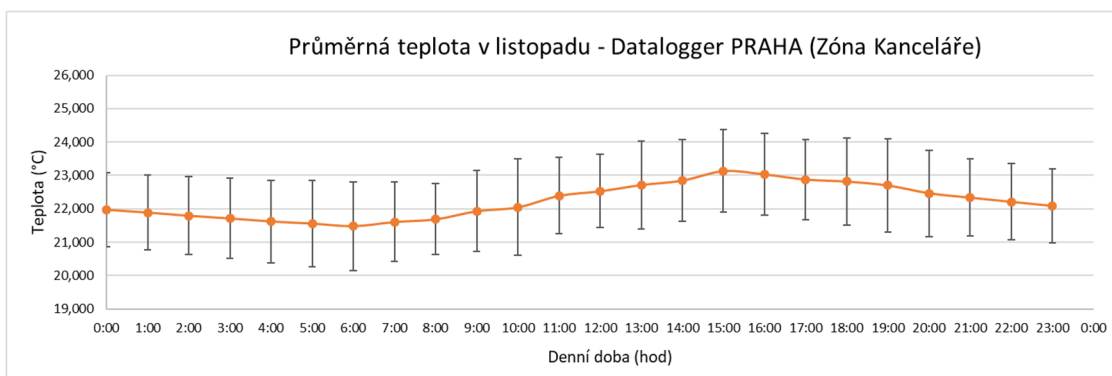


Obr. 36 Průměrné teploty pro všechny datalogery v zimním období

Z grafů průměrných teplot na Obr. 36 lze vyčíst hned několik informací. Nejdůležitějším poznatkem je fakt, že průměrné teploty v komunikačních prostorech (Chodba sever, Chodba 2-4 NP) převyšují průměrné teploty v kancelářských prostorech (Praha, Londýn, Gameroom). Jde o rozdíl teplot 1-3 °C. Z pohledu hygienický požadavků na kancelářské prostředí dle *Naiřzení vlády č.*

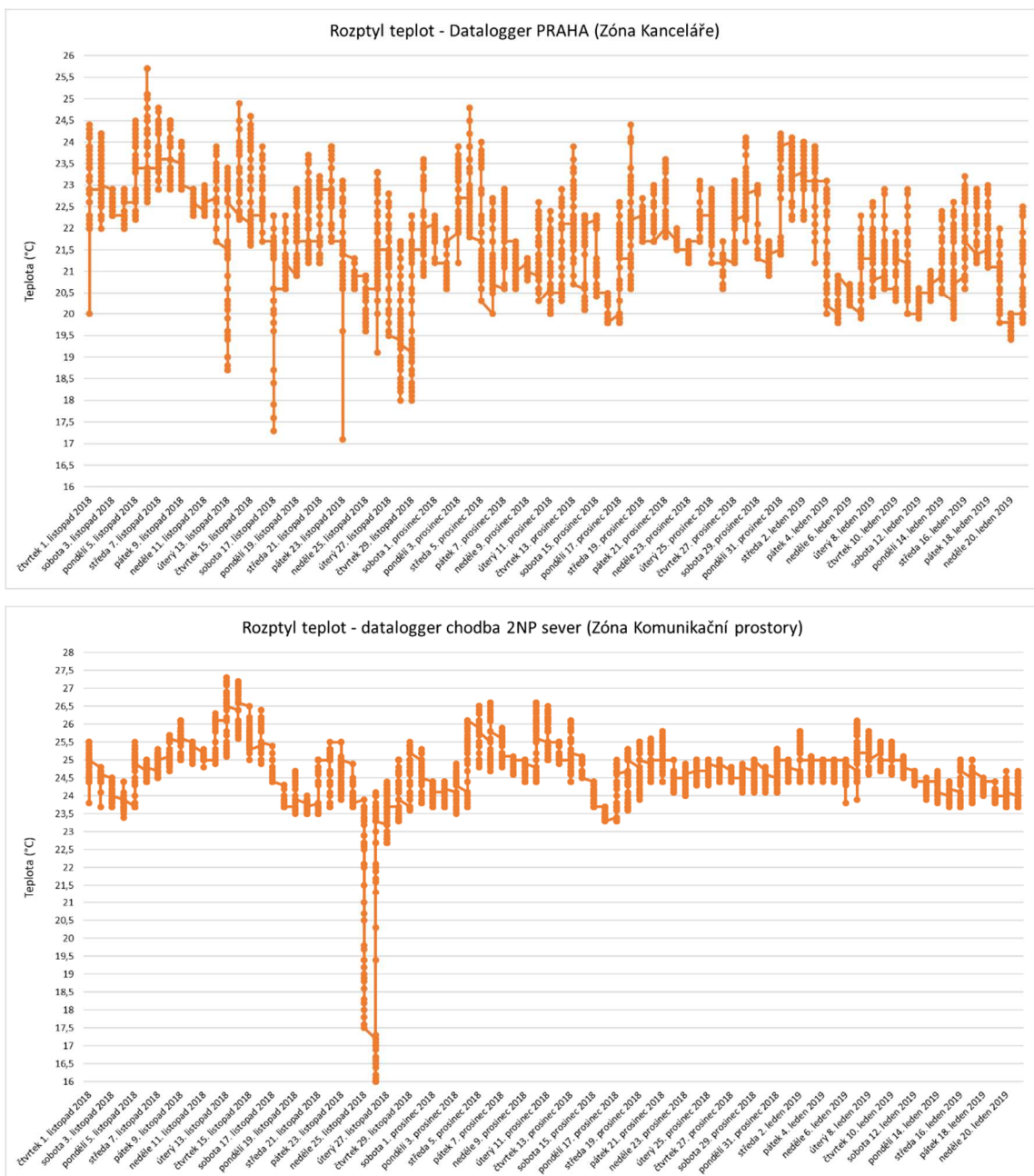
361/2007 Sb. jde v případě uvažování třídy práce IIa o přijatelný stav. Pokud se na trend podíváme z ekonomického a provozního hlediska, jde zřejmě o nelogické nastavení vytápění v jednotlivých zónách. Návrh pro optimalizaci vytápění na základě těchto výsledků je zpracován v kapitole C. 1. této práce. [41] [42]

Z Obr. 37 a Obr. 38 je patrný další závěr z analýzy. V Zóně komunikační prostory jsou sledovány menší výkyvy teplot jak v průběhu dne, tak v průběhu celého roku. Jinými slovy tyto prostory méně reagují na vnější vlivy a podněty nebo jsou tyto vlivy utlumeny. Jedním z důvodů může být například menší počet oken v komunikačních prostorách a tím menší vliv sluneční radiace a infiltrace.



Obr. 37 Průměrné teploty z dataloggeru PRAHA a CHODBA 4 NP pro měsíc listopad

Z krátkodobého hlediska nedochází ve sledovaném období také k výrazným anomáliím. Lze uvést například fakt, že největší rozptyl teplot zaznamenává datalogger PRAHA. Zde dochází během sledovaného období k několika poklesům teploty pod 20 °C. U měřáku Chodba 2 NP sever došlo k výraznému poklesu teplot během dvou dnů – 25. a 26. listopadu. Ani jeden z výše popsaných jevů nelze brát jako výrazný nedostatek v rámci nastavená otopného systému.



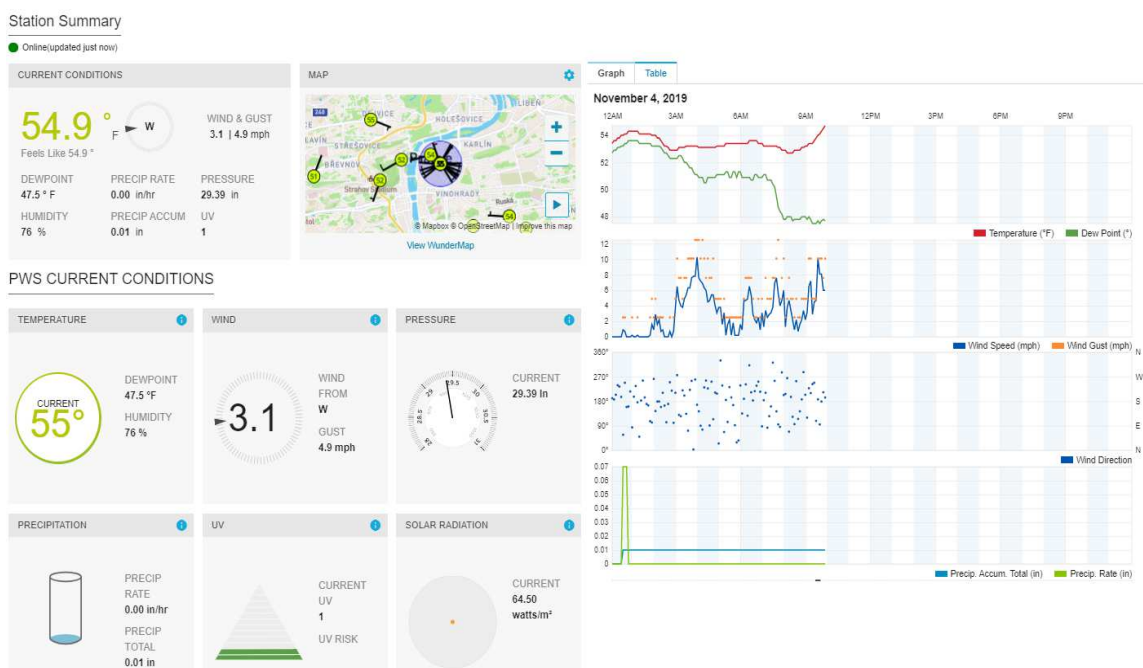
Obr. 38 Krátkodobé výkyvy teplot

B. 3. 3. 4. Nastavení profilů užívání a kalibrace modelu

Jak již bylo řečeno, u tohoto objektu může, na základě měření dat o vnitřním prostředí, proběhnou velmi přesná kalibrace objektu. Budova byla v minulosti kalibrována pro účely předchozí práce autora v rámci letního období. Pro účely této diplomové práce proběhla kalibrace také na zimní a přechodné období.

Pro každou zónu byl vybrán jeden datalogger, podle kterého proces kalibrace probíhal (viz Tab. 6). Pro obě období bylo zvoleno pět po sobě jdoucích všedních dní. Konkrétně pro přechodné období 12. – 16. listopadu a pro zimu 8. – 12. ledna.

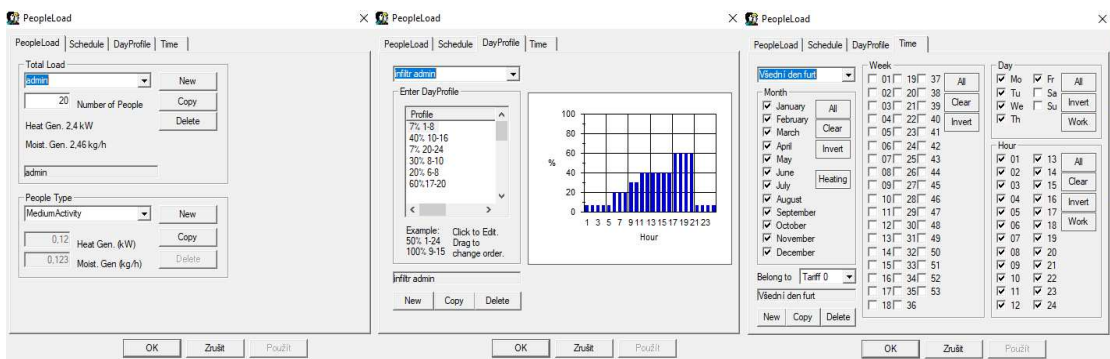
Dále byla vybrána meteorologická stanice poblíž budovy, sloužící jako podklad pro kalibraci. Data pochází z webové stránky <https://www.wunderground.com/>. Byla zvolena stanice *IPRAGU79*. Nachází se pouhých 150 m od Václavského náměstí, okolní zástavba je stejného typu jako u posuzované historické budovy a stanice umožňuje měření a stažení dat všech požadovaných veličin včetně míry sluneční radiace. [43]



Obr. 39 Profil meteostanice *IDPRAGU79* na portálu www.wunderground.com [43]

Data byla zpracována a upravena pro potřeby programu *BSim*, chybějící veličiny (například entalpie) byly dopočítány a z programu Excel proběhla transformace před soubor typu *.dat* do souboru typu *.dry*. Aby byla reakce modelu stavby na vložení přesných dat o počasí korektní, byla vložena informace o povětrnostních podmínkách také ze 21 dní před tady kalibrace. Zbylé dny v roce byly standardně doplněny daty z takzvaného typického meteorologického roku pro danou oblast (TMY).

Další fází přípravy modelu je vložení informací o profilu užívání. Většina potřebných informací byla posbírána přímo na objektu. Byla provedena osobní prohlídka celé budovy, strojovny vzduchotechniky, kotelny, nastudován průkaz energetické náročnosti budovy, problém byl dále konzultován s provozovatelem budovy a správcem objektu. Bylo nahlédnuto do systému měření a regulace. Z těchto informací plynou závěry pro počáteční nastavení systémů v programu *BSim 2002*. Po implementaci do softwaru přichází na řadu jemná korekce profilů za účelem dosažení shody chování objektu (informace z dataloggerů) s modelem (výstupy z programu). Jsou upravovány především režimy větrání, obsazení budovy v průběhu dne a je provedena jemná korekce vytápění.



Obr. 40 Nastavení profilu užívání - Lidé pro zónu Administrativa

Po opětovných úpravách systémů bylo dosaženo následujících výsledků:

- Celková průměrná odchylka změřených a vypočítaných hodnot činí v zimním období 0,418 °C a v přechodném období 0,425 °C
- Maximální odchylka činí 1,6 °C
- Odchylka větší nebo rovna 1,0 °C byla zjištěna v méně než 5 % případů

Odchylky naměřených teplot od simulace v softwaru $t=[^{\circ}\text{C}]$		
Zóna	Průměrná odchylka v zimním období	Průměrná odchylka v přechodném období
Kanceláře	0,406	0,494
Kom. Prostory	0,278	0,362
Administrativa	0,455	0,363
4. patro	0,478	0,329
Průměr	0,418	0,425

Tab. 7 Odchylka naměřených teplot od simulace v softwaru

Kalibrace modelu v zimním období pro zónu Kanceláře (datalogger Praha)															
Hodina	8. 1.			9. 1.			10. 1.			11. 1.			12. 1.		
	Naměřená	Model	Rozdíl	Naměřená	Model	Rozdíl	Naměřená	Model	Rozdíl	Naměřená	Model	Rozdíl	Naměřená	Model	Rozdíl
1:00	21,2	20,3	0,9	20,9	21	0,1	20,6	21,4	0,8	21,2	21,3	0,1	20	20,4	0,4
2:00	21	20,3	0,7	20,9	21,1	0,2	20,6	21,3	0,7	21,2	21,3	0,1	19,9	20,4	0,5
3:00	20,9	20,4	0,5	20,9	21,1	0,2	20,5	21,3	0,8	21	21,3	0,3	20	20,4	0,4
4:00	20,6	20,5	0,1	20,8	21,1	0,3	20,3	21,3	1	20,7	21,3	0,6	20	20,4	0,4
5:00	20,4	20,6	0,2	20,8	21,2	0,4	20,6	21,3	0,7	20,9	21,3	0,4	20	20,6	0,6
6:00	20,6	20,6	0	20,6	21	0,4	20,6	21,3	0,7	20,6	21,3	0,7	20	20,6	0,6
7:00	21	20,6	0,4	21,2	21,2	0	20,9	21,3	0,4	20,4	21,3	0,9	20	20,4	0,4
8:00	21,2	20,7	0,5	21,3	21,3	0	21	21,3	0,3	20,6	21,3	0,7	20	20,5	0,5
9:00	21,2	20,8	0,4	21,4	21,3	0,1	21,2	21,3	0,1	20,6	21,3	0,7	20	20,6	0,6
10:00	21,4	20,8	0,6	21,4	21,3	0,1	21,3	21,3	0	20,6	21,3	0,7	20	20,6	0,6
11:00	21,4	20,8	0,6	21,7	21,4	0,3	21,3	21,3	0	21,1	21,3	0,2	20,3	20,6	0,3
12:00	21,2	20,8	0,4	22,9	21,4	1,5	21,4	21,3	0,1	22	21,5	0,5	20,3	20,6	0,3
13:00	22,5	21,3	1,2	22	21,4	0,6	21,6	21,3	0,3	22,5	21,6	0,9	20,3	20,6	0,3
14:00	22,6	21,5	1,1	21,7	21,4	0,3	21,7	21,3	0,4	22,9	21,7	1,2	20,4	20,6	0,2
15:00	22	21,6	0,4	21,5	21,4	0,1	21,9	21,3	0,6	21,7	21,6	0,1	20,6	20,6	0
16:00	21,7	21,4	0,3	21,4	21,4	0	21,7	21,3	0,4	21,6	21,5	0,1	20,4	20,6	0,2
17:00	21,7	21,3	0,4	21,3	21,4	0,1	21,7	21,3	0,4	21,2	21,3	0,1	20,3	20,6	0,3
18:00	21,6	21,2	0,4	21,4	21,4	0	21,7	21,3	0,4	20,8	21,3	0,5	20,3	20,6	0,3
19:00	21,6	21,2	0,4	21,3	21,4	0,1	21,7	21,3	0,4	20,5	21,1	0,6	20,3	20,6	0,3
20:00	21,4	21	0,4	21,3	21,4	0,1	21,7	21,3	0,4	20,4	21	0,6	20,3	20,6	0,3
21:00	21,4	20,9	0,5	21,2	21,4	0,2	21,6	21,3	0,3	20	20,9	0,9	20,4	20,6	0,2
22:00	21,2	21	0,2	20,9	21,4	0,5	21,5	21,3	0,2	20	20,7	0,7	20,6	20,7	0,1
23:00	20,9	21	0,1	20,7	21,4	0,7	21,4	21,3	0,1	20	20,7	0,7	20,6	20,8	0,2
0:00	20,9	21	0,1	20,6	21,4	0,8	21,2	21,3	0,1	20	20,6	0,6	20,5	20,8	0,3
Denní průměr			0,45			0,295833			0,4			0,5375			0,345833
Celkový průměr															0,405833

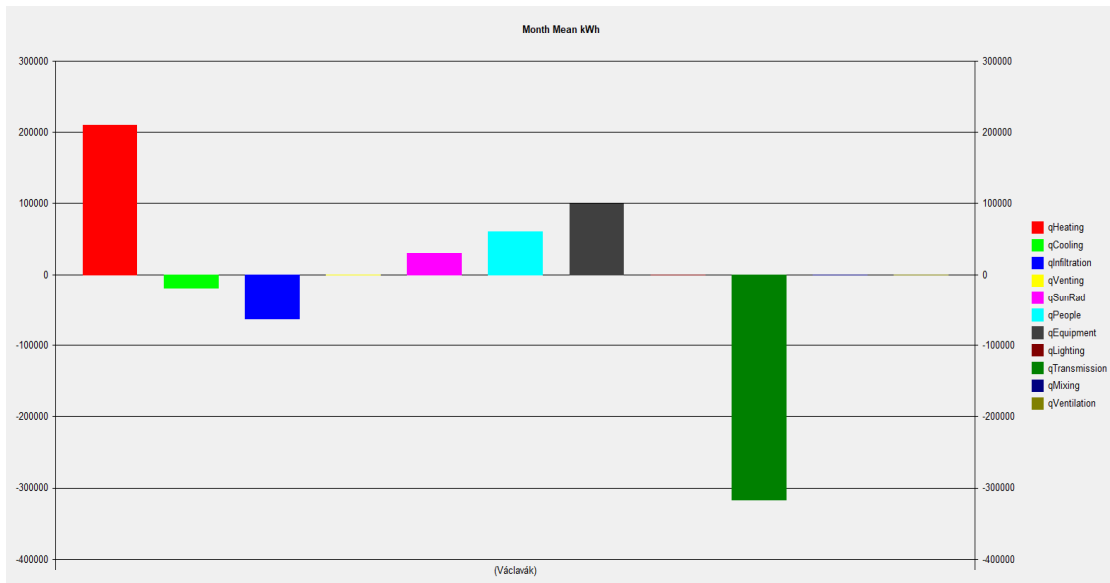
Tab. 8 Kalibrace modelu v zimním období pro zónu Kanceláře (datalogger Praha)

V Tab. 7 jsou sepsány závěrečné výsledky kalibrace pro jednotlivé zóny pro obě období a celkový průměr. Naopak v Tab. 8 je vidět způsob provádění kalibrace pro zónu Kanceláře v zimním období. Na základě této analýzy dat lze prohlásit, že budova byla nakalibrována úspěšně. Lokální výkyvy rozdílů mohou být způsobené především nárazovými změnami u jednotlivých systému, jejichž vliv na stavbu již nelze reflektovat.

C. Simulace

C. 1. Optimalizace vytápění v historické budově

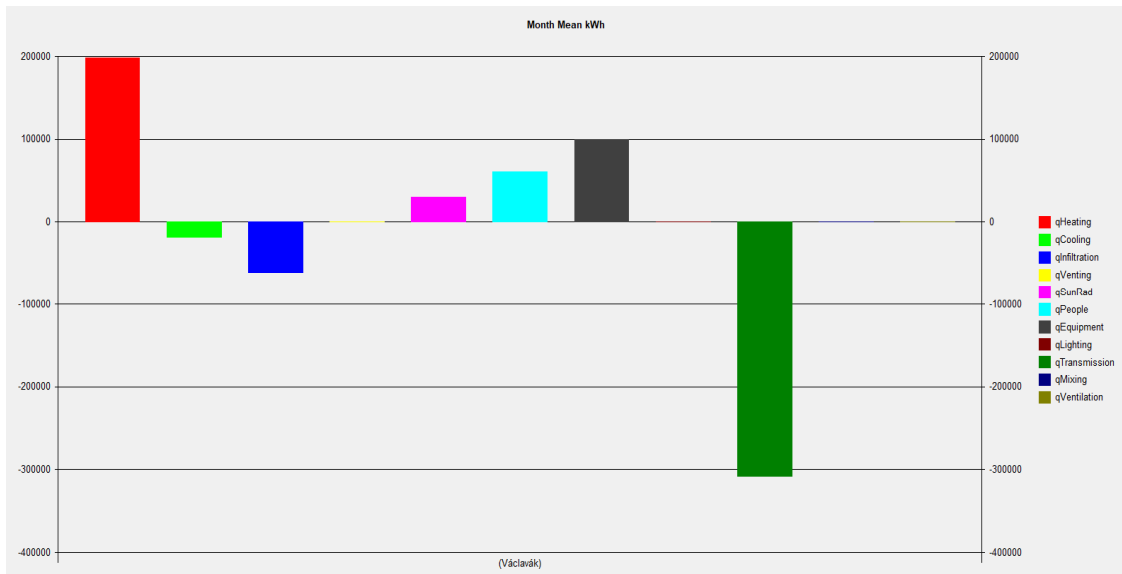
Z analýzy vnitřního klimatu v historické budově v kapitole B. 3. 3. 3. vyplynulo, že systém vytápění neodpovídá v jednotlivých zónách standardnímu nastavení a optimalizaci z hlediska komfortu uživatelů a zároveň spotřeby energie. Z tohoto důvodu jsou navrženy další dva profily využití a nastavení otopné soustavy. Jedná se v podstatě pouze o úpravu požadované teploty v jednotlivých zónách. Dojde ke snížení teploty v komunikačních prostorách, hygienickém zázemí a také v zóně administrativa, kde se počítá s větším pohybem osob a tudíž také nižší komfortní teplotou pro uživatele. Naopak v obou variantách dojde k navýšení teploty interiéru v zóně Kanceláře, kde probíhá především činnost v sedě u počítače.



Obr. 41 Roční energetická bilance „současný stav“

(Václavák)	Sum/Mean	1 (31 days)	2 (28 days)	3 (31 days)	4 (30 days)	5 (31 days)	6 (30 days)	7 (31 days)	8 (31 days)	9 (30 days)	10 (31 days)	11 (30 days)	12 (31 days)
qHeating	209493,79	43533,53	34492,23	30588,86	1966,58	858,49	395,77	168,19	133,12	8013,68	17451,47	29789,26	42102,61
qCooling	-18604,45	0,00	0,00	0,00	-25,84	-189,65	-3039,50	-7289,23	-6737,90	-1321,17	-1,17	0,00	0,00
qInfiltration	-62972,72	-7643,27	-6277,28	-6148,35	-2585,49	-6701,39	-5833,18	-3295,95	-3518,42	-3289,57	-4181,68	-5673,80	-7824,35
qVenting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qSunRad	29978,24	951,26	1622,02	2545,69	3587,16	4239,82	3910,16	3638,52	3481,51	2461,83	1940,25	925,52	674,51
qPeople	60146,82	5203,31	4611,50	5089,31	4892,04	5203,31	4892,04	5089,31	5203,31	4778,04	5203,31	5006,04	4975,31
qEquipment	99210,75	8642,25	7605,00	8382,75	8037,00	8642,25	8037,00	8382,75	8642,25	7777,50	8642,25	8296,50	8123,25
qLighting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qTransmissi	-317252,13	-50687,15	-42053,52	-40458,33	-15871,71	-12052,62	-8362,26	-6693,28	-7203,82	-18420,01	-29054,46	-38343,59	-48051,40
qMixing	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qVentilation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum	0,84	-0,30	-0,27	-0,35	-0,99	0,90	0,17	1,61	0,36	0,49	-0,13	-0,29	-0,38
tOutdoor me	9,6	-0,3	1,4	4,5	10,0	15,0	17,4	19,2	19,3	14,1	9,7	4,7	0,6
tOp mean	21,7	22,0	22,1	22,2	19,7	20,0	21,4	22,1	22,1	22,8	22,4	22,2	22,0
AirChange/h	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1	1,3	1,3	1,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Rel. Moistur	60,2	54,6	54,7	56,0	77,9	61,7	56,9	59,2	58,8	65,7	63,6	59,0	54,2
Co2(ppm)	125374,3	63768,1	126208,8	190419,5	261202,7	322085,7	2615,5	582,7	584,6	34770,7	101098,1	167559,0	233595,8
PAQ	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,0	0,1	0,1
Hours > 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours > 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours > 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours < 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FanPow	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HtRec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ClRec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HtCoil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ClCoil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Humidif	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FloorHeat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

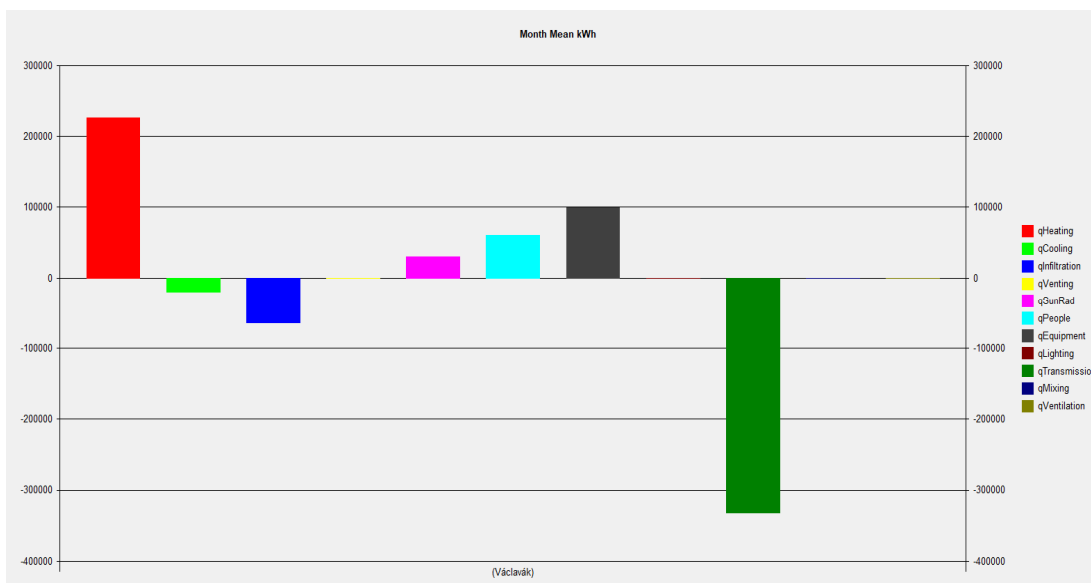
Obr. 42 Tabulka roční energetické bilance „současný stav“



Obr. 43 Roční energetická bilance „varianta I“

(Václavák)	Sum/Mean	1 (31 days)	2 (28 days)	3 (31 days)	4 (30 days)	5 (31 days)	6 (30 days)	7 (31 days)	8 (31 days)	9 (30 days)	10 (31 days)	11 (30 days)	12 (31 days)
qHeating	198339.80	41170.45	33212.61	29623.57	1992.72	859.00	395.77	168.19	133.12	5860.08	16609.77	28689.61	39624.92
qCooling	-18298.10	0.00	0.00	0.00	-25.16	-189.46	-3039.38	-7289.23	-6737.90	-1016.32	-0.65	0.00	0.00
qInfiltration	-60847.51	-7341.26	-6018.82	-5849.79	-2532.27	-6690.97	-5833.14	-3295.94	-3518.42	-2997.70	-3833.40	-5401.95	-7533.85
qVenting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
qSunRad	29978.24	951.26	1622.02	2545.69	3587.16	4239.82	3910.16	3638.52	3481.51	2461.83	1940.25	925.52	674.51
qPeople	60146.82	5203.31	4611.50	5089.31	4892.04	5203.31	4892.04	5089.31	5203.31	4778.04	5203.31	5006.04	4975.31
qEquipment	99210.75	8642.25	7605.00	8382.75	8037.00	8642.25	8037.00	8382.75	8642.25	7777.50	8642.25	8296.50	8123.25
qLighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
qTransmission	-308529.89	-48626.03	-41032.31	-39791.57	-15951.71	-12063.74	-8362.41	-6693.28	-7203.82	-16863.56	-28561.53	-37515.74	-45864.20
qMixing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
qVentilation	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sum	0.81	-0.12	0.02	-0.23	-0.90	0.91	0.17	1.61	0.36	-0.63	0.01	-0.06	-0.32
tOutdoor me	9.6	-0.3	1.4	4.5	10.0	15.0	17.4	19.2	19.3	14.1	9.7	4.7	0.6
tOp mean	21.1	20.7	20.9	21.0	19.5	20.0	21.4	22.1	22.1	22.1	21.4	21.1	20.7
AirChange/h	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	1.3	1.3	1.4	0.2	0.2	0.2	0.2
Rel. Moistur	61.2	55.9	56.1	57.6	78.0	61.7	56.9	59.2	58.8	67.8	65.9	60.8	55.6
Co2(ppm)	120950.0	50471.3	114692.3	179706.0	250951.2	311851.1	2557.0	582.7	584.6	34824.8	101424.0	168423.6	235331.3
PAQ	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.2
Hours > 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours > 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours > 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours < 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FanPow	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HfRec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ClRec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HfCoil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ClCoil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidif	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FloorHeat	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obr. 44 Tabulka roční energetické bilance „varianta I“



Obr. 45 Roční energetická bilance „varianta II“

(Václavák)	Sum/Mean	1 (31 days)	2 (28 days)	3 (31 days)	4 (30 days)	5 (31 days)	6 (30 days)	7 (31 days)	8 (31 days)	9 (30 days)	10 (31 days)	11 (30 days)	12 (31 days)
qHeating	226412,10	43788,69	36077,39	33698,78	1945,73	857,88	395,77	168,19	133,12	13137,15	21964,87	32132,91	42111,62
qCooling	-19915,15	0,00	0,00	0,00	-26,56	-189,86	-3039,63	-7289,23	-6737,90	-2630,22	-1,75	0,00	0,00
qInfiltration	-63900,70	-7682,79	-6353,36	-6282,26	-2644,59	-6714,15	-5833,22	-3295,95	-3518,42	-3470,50	-4391,26	-5837,09	-7877,10
qVenting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qSunRad	29978,24	951,26	1622,02	2545,69	3587,16	4239,82	3910,16	3638,52	3481,51	2461,83	1940,25	925,52	674,51
qPeople	60146,82	5203,31	4611,50	5089,31	4892,04	5203,31	4892,04	5089,31	5203,31	4778,04	5203,31	5006,04	4975,31
qEquipment	99210,75	8642,25	7605,00	8382,75	8037,00	8642,25	8037,00	8382,75	8642,25	7777,50	8642,25	8296,50	8123,25
qLighting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qTransmission	-331930,54	-50902,79	-43562,54	-43434,24	-15791,09	-12039,05	-8362,08	-6693,28	-7203,82	-22052,42	-33357,64	-40523,93	-48007,67
qMixing	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qVentilation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum	6,15	-0,37	0,10	0,13	-1,30	0,89	0,17	1,61	0,36	5,09	0,13	-0,24	-0,42
iOutdoor me	9,6	-0,3	1,4	4,5	10,0	15,0	17,4	19,2	19,3	14,1	9,7	4,7	0,6
iOp mean	21,6	21,4	21,6	21,9	19,8	20,0	21,4	22,1	22,1	23,1	22,7	22,0	21,3
AirChange/h	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1	1,3	1,3	1,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Rel. Moistur	60,3	55,1	55,2	56,4	77,8	61,6	56,9	59,2	58,8	65,4	63,4	59,4	54,8
Co2(ppm)	127065,8	66681,2	129778,1	194575,6	265619,7	326493,0	2640,7	582,7	584,6	34722,1	101019,3	167700,8	234391,6
PAQ	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,2
Hours > 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours > 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours > 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hours < 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FanPow	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HiRec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CIRec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HiCoil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CIcoil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Humidif	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FloorHeat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Obr. 46 Tabulka roční energetické bilance „varianta II“

Varianty nastavení systému topení v historické budově						
Zóna	Výchozí stav [°C]	Potřeba energie na vytápění za rok [kWh]	Varianta I [°C]	Potřeba energie na vytápění za rok [kWh]	Varianta II [°C]	Potřeba energie na vytápění za rok [kWh]
Kanceláře	21	182 278	22	173 357	24	197 396
Administrativa	22,5		22			
Komunikační prostory	24,5		20			
Hygiena	21		20			
4. patro	24,5		22		24	

Tab. 9 Varianty nastavení systému topení v historické budově

Na obrázcích 37-42 je možné vidět energetické bilance výchozího stavu a navrhovaných dvou variant při nastavení teploty v jednotlivých zónách dle tabulky 9. Potřeba energie v této tabulce se nepatrně liší od hodnoty ze softwaru. Tento rozdíl je dán odečtem energie zóny „Sousední“, která v našem modelu zastupuje napojení vyšetřované části budovy na zbylé místnosti objektu.

Z důvodu úspory energie je autorem práce provozovateli objektu doporučené nastavení dle varianty I. Roční potřeba energie na vytápění se tak sníží z 182 278 kWh na 173 357 kWh. Jde tedy o úsporu 8921 kWh za rok. V případě použití nastavení dle varianty II by došlo naopak k nárůstu potřeby energie na vytápění na 197 369 kWh, tedy o 24 039 kWh za rok. I přesto byly provozovateli předloženy obě varianty, konečné rozhodnutí je samozřejmě vždy na majiteli a správci objektu a je také nutno dodat, že optimalizace teploty v interiéru je do značné míry subjektivní záležitost.

C. 2. Energetický audit administrativní budovy

C. 2. 1. Postup zpracování auditu

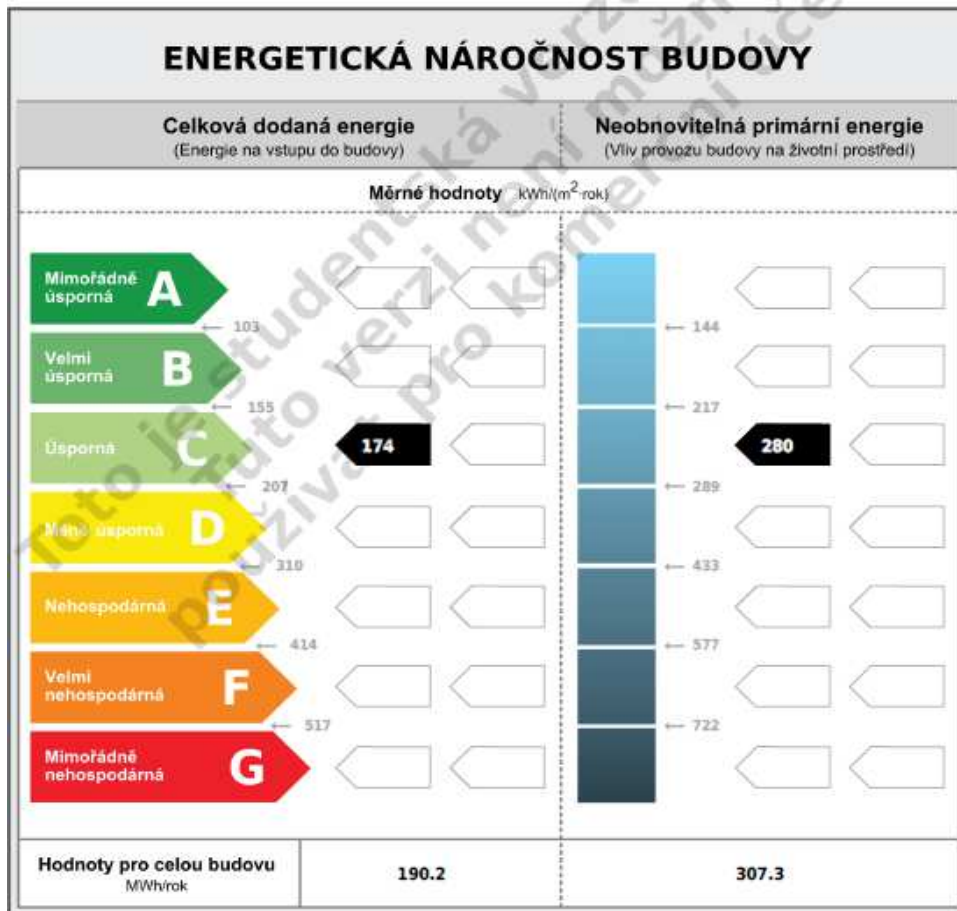
Poslední praktickou částí této práce je vypracování grafické a protokolární části energetického auditu administrativní budovy. Na úvod je nutné zdůraznit, že se nejedná o komplexní audit dle *vyhlášky č. 480/2012 Sb.*, ale pouze o grafickou část s hodnocením jednotlivých systémů a protokol. K vypracování tohoto dokumentu autorovi sloužil software od společnosti DEK a. s. respektive jeho studentská verze, dostupná z <https://deksoft.eu/>. (Konkrétně se jedná o aplikaci energetika.). [44] [45]

Je tedy vypracován Průkaz energetické náročnosti budovy. Na základě současného stavu jsou navrženy z hlediska energetiky dvě úsporná opatření, ze kterých vzniká doporučení pro provozovatele budovy včetně ekonomického hodnocení navrhovaných variant.

V rámci zadávání jednotlivých konstrukcí, systémů a profilů užívání vychází autor z předané výkresové a technické dokumentace, osobní obhlídky objektu a konzultace s provozovatelem objektu.

C. 2. 2. Stávající stav

Jak již bylo řečeno, výstupem z programu od společnosti DEK a. s. pro energetické hodnocení budovy je protokolární a grafická část. Grafická část na Obr. 47 a 48.



Obr. 47 Část Průkazu energetické náročnosti budovy

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)		
Mimořádně úsporná	A						
	B						
	C						
	D	0.39	111			16.4	28.4
	E		17.5				
	F						
Mimořádně nevhodná	G						
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		122.0	19.2			18.0	31.2

Obr. 48 Ukazatelé energetické náročnosti budovy

Z těchto obrázků již vyplývají určité závěry pro energetické zhodnocení objektu. Celková dodaná energie pro tento objekt činí 190,2 MWh/rok. Z tohoto hlediska je po výpočtu v programu budova hodnocena kategorií C – Úsporná. Obálka stavby spadá do kategorie D – Nehospodárná s průměrným součinitelem prostupu tepla $U_{em}=0,39$ W/(m²K). Z hlediska jednotlivých systémů se hodnocení pohybuje mezi kategoriemi C a D. Tento fakt vyplývá především ze stáří objektu. Dále je již na základě těchto údajů možné přemýšlet o variantách úspory energie pro návrhovou část tohoto auditu. Vzhledem k tomu, že systém klimatizace je nový, nebude do něj zasahováno. Prostor pro vylepšení stávajícího stavu je tedy především v systému vytápění a přípravy teplé užitkové vody a také změně koncepce osvětlení objektu. Dodatečné zateplení objektu se jeví jako nerentabilní.

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	51 648,98	3,2	3,0	165 276,73	154 946,94
zemní plyn	138 525,29	1,1	1,1	152 377,82	152 377,82
Celkem	190 174,27	x	x	317 654,55	307 324,76

Obr. 49 Spotřeba energie podle energonositelů

ř.		[kWh/rok]	Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie		99 809	68 662	34 288	41 093	-	-	0,00	0,00	1 754,1	1 754,1	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie		183 473	120 940	17 577	19 140	0,00	0,00	0,00	0,00	15 656	17 586	31 165	31 165

Obr. 50 Dílčí dodané energie

Na Obr. 49 a 50 je rozdělena spotřebovaná energie podle energonositelů a rozdělená do jednotlivých systémů. Pro vytápění a ohřev teplé vody je využíván jeden plynový kotel o výkonu 38 kW. Zbylé systémy (chlazení, a osvětlení) spotřebovávají elektrickou energii.

C. 2. 3. Srovnání energetické bilance z průkazu a softwaru

V této fázi projektu je možné udělat porovnání potřeb energie pro chlazení a vytápění z výstupů z PENB a z programu BSim2002. Nelze mluvit o kalibraci objektu, ale v případě podobných výsledků jde o jakési ověření správnosti postupu při zadávání vstupních dat. Srovnání na Obr. 51.

2018		Total	Percent	(FK system)													
[FK system] Sum/Mean 8 (365 days)																	
qHeating	63620,85	63620,85															
qCooling	-34962,49	-34962,49															
qInfiltration	-53656,04	-53656,04															
qVentilation	0,00	0,00															
qSunRad	43310,26	43310,26															
qPeople	6306,15	6306,15															
qEquipment	35547,30	35547,30															
qLighting	0,00	0,00															
qTransmissi	-60165,90	-60165,90															
qMixing	0,00	0,00															
qVentilation	0,00	0,00															
Sum	0,35	0,35															
IOutdoor me	9,7	9,7															
IOp.mean	19,5	19,5															
AirChange/f	0,6	0,6															
Rel. Moistur	41,4	41,4															
Co2(ppm)	389,0	389,0															
PAQ	0,5	0,5															
Hours > 21	.	.															
Hours > 26	.	.															
Hours > 27	.	.															
Hours < 20	.	.															
FanPow	0,00	0,00															
HIRec	0,00	0,00															
CRec	0,00	0,00															
HCool	0,00	0,00															
CCool	0,00	0,00															
Humidf	0,00	0,00															
FloorHeat	0,00	0,00															

	f.	[kWh/rok]	Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	99 809	68 662	34 288	41 093	-	-	0,00	0,00	1 754,1	1 754,1	-	-	
(2)	Vypočtená spotřeba energie	183 473	120 940	17 577	19 140	0,00	0,00	0,00	0,00	15 656	17 586	31 165	31 165	

Obr. 51 Srovnání energetické bilance z PENB a softwaru

Z Obr. 51 lze vyčíst, že potřeba energie pro chlazení činí v PENB 41 093 kWh/rok a z programu BSim2002 při roční simulaci 34 962 kWh/rok. U systému vytápění je potřeba energie z PENB 68 662 kWh/rok a v programu BSim2002 63 621 kWh/rok. Rozdíl u obou systémů nečiní ani 20 %, lze tedy říci, že vzájemné ověření prokázalo do jisté míry správný nebo obdobný způsob zadání vstupních dat nebo že nedošlo k výraznému pochybení u jedné z metod. Rozdíly ve výsledcích budou vznikat vždy a jsou dány detailností zadávání, způsobem zpracování dat u obou metod nebo rozlišnými vstupními klimatickými daty.

C. 2. 4. Varianty úsporných opatření

Součástí každého auditu budovy dle vyhlášky č. 480/2012 Sb. jsou varianty úsporného opatření, jejich ekonomické popřípadě jiné zhodnocení a doporučení energetického specialisty. Na základě stávajícího stavu, popisovaného v kapitole C. 3. 2., jsou vybrány dvě varianty pro úsporné opatření:

- I. Záměna stávajícího plynového kotle s účinností 77 % za nový kondenzační kotel s účinností 98 % a optimalizací rozvodů otopné a teplé užitkové vody, modernizace kotelny (předpokládaná investice 100 000 Kč)
- II. Změna uvedená v bodě 1 a záměna stávajících žárovek za kompaktní zářivky (předpokládaná investice 184 300 Kč)

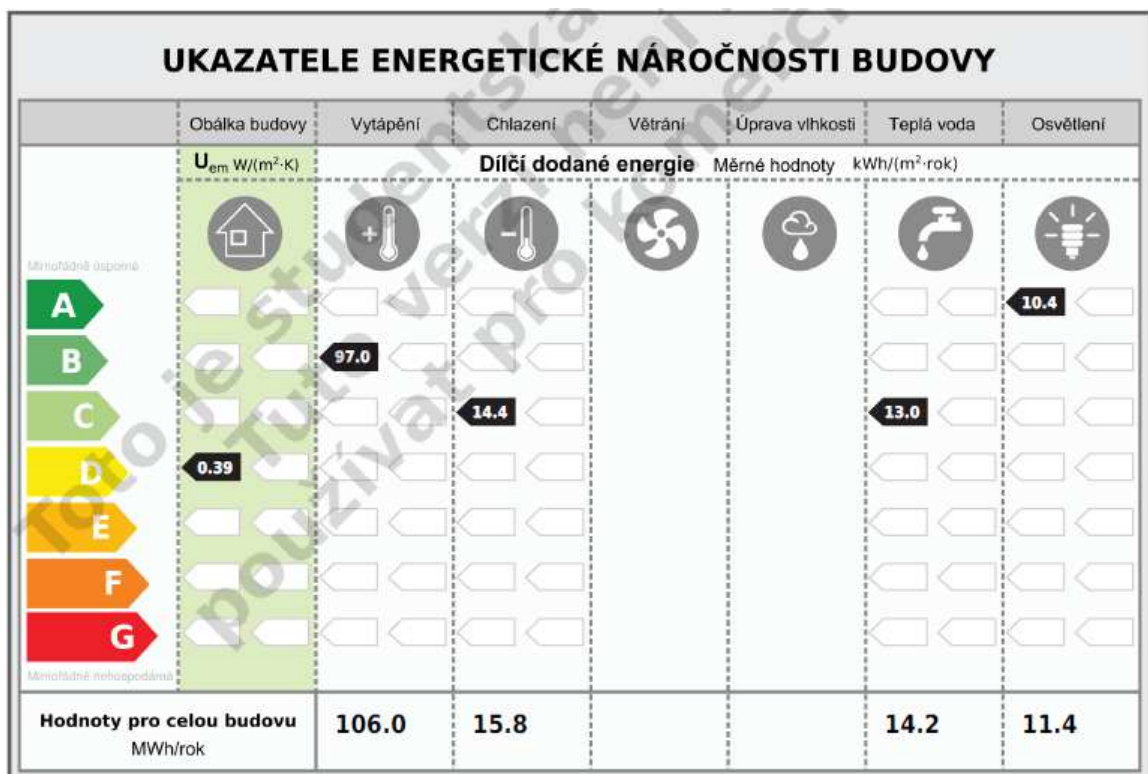
Obě varianty jsou implementovány do programu od společnosti DEK, a. s. Výsledky spotřeba a potřeb energií a ukazatele energetické náročnosti budovy na Obr. 52–55 Diskuze a závěry níže.

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílní dodané energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)		
Množičné úsporně							
A							
B		87.5					
C						13.0	28.4
D	0.39		17.5				
E							
F							
G							
Množičné neúsporně							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		95.9	19.2			14.2	31.2

Obr. 52 Ukazatele energetické náročnosti budovy - varianta I

ř.		Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teple vody		Osvětlení		
		Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	99 809	68 662	34 288	41 093	-	-	0,00	0,00	1 754,1	1 754,1	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	183 473	95 024	17 577	19 140	0,00	0,00	0,00	0,00	15 656	13 817	31 165	31 165

Obr. 53 Dílčí dodané energie - varianta I



Obr. 54 kazatele energetické náročnosti budovy - varianta II

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	99 809	76 167	34 288	33 923	-	-	0,00	0,00	1 754,1	1 754,1	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	183 473	105 392	17 577	15 801	0,00	0,00	0,00	0,00	15 656	13 817	31 165	11 410

Obr. 55 Dílčí dodané energie - varianta II

Z Obr. 52-55 lze vyvodit několik závěrů. U obou variant dojde díky záměně kotle za prvek s vyšší účinností k přesunu systému vytápění ze třídy C do třídy B – velmi úsporná a u systému přípravy teplé vody z kategorie D do C – úsporná. U osvětlení ve variantě II dochází k posunu rovnou o dvě kategorie z třídy C do A – mimořádně úsporná. Jednotlivé spotřeby energií je také možné sledovat, ekonomické dopady budou diskutovány v následující kapitole. Lze také pozorovat jev, kdy u varianty II dochází ke zvýšení potřeby energie pro vytápění. Tento jev je způsobený záměnou koncepce osvětlení, kdy díky výměně žárovek za kompaktní zářivky dochází k útlumu nežádoucího jevu při osvětlení – topení žárovkami. Tato energie musí být nějakým způsobem nahrazena (dodána).

C. 2. 5. Ekonomické zhodnocení navrhovaných variant

Při ekonomickém zhodnocení obou navrhovaných variant bude postup a způsob vyhodnocení včetně tabulky zpracován dle *vyhlášky č. 480/2012 Sb.* V první fázi je proveden soupis základních údajů energetických vstupů dle přílohy 2 této vyhlášky pro původní stav i obě navrhované varianty. [46]

Původní stav					
Příloha č. 2 k vyhlášce č. 480/2012 Sb.					
Soupis základních údajů o energetických vstupech					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	51 649,0	1,9 kč/kWh	51,6	100 715,5
Teplo	GJ			0,0	
Zemní plyn	MWh	138 525,3	1150 kč/mWh	138,5	159 304,1
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TO	t				
TOEL	t				
Druhotné zdroje1)	GJ				
Obnovitelné zdroje2)	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				190,2	260 019,6
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				190,2	260 019,6

Tab. 10 Soupis základních údajů o energetických vstupech - původní stav [46]

Varianta I - výměna kotle					
Příloha č. 2 k vyhlášce č. 480/2012 Sb.					
Soupis základních údajů o energetických vstupech					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	51 649,0	1,9 kč/kWh	51,6	100 715,5
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	108 841,0	1150 kč/mWh	108,8	125 167,2
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TO	t				
TOEL	t				
Druhotné zdroje1)	GJ				
Obnovitelné zdroje2)	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				160,5	225 882,7
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0,0
Celkem spotřeba paliv a energie				160,5	225 882,7

Tab. 11 Soupis základních údajů o energetických vstupech - Varianta I [46]

Varianta II - výměna druhu osvětlení a kotle					
Příloha č. 2 k vyhlášce č. 480/2012 Sb.					
Soupis základních údajů o energetických vstupech					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	28 545,8	1,9 kč/kWh	28,5	55 664,3
Teplo	GJ			0,0	
Zemní plyn	MWh	119 208,9	1150 kč/mWh	119,2	137 090,2
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TO	t				
TOEL	t				
Druhotné zdroje1)	GJ				
Obnovitelné zdroje2)	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				147,8	192 754,5
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				147,8	192 754,5

Tab. 12 Soupis základních údajů o energetických vstupech - varianta II [46]

Na Tab. 10-12 je možné sledovat ceny za jednotlivé energonositele u všech počítaných variant. Ceny za elektrickou energii (kWh) a plyn (MWh) vychází ze smlouvy mezi provozovatelem budovy (FK systém – povrchové úpravy, s. r. o.) a dodavatelem (PHARMA PARK CR, s. r. o.) Z výsledků jasně vyplývá, že nejnižší náklady na provoz budovy z hlediska dodávky energie a tepla zajistí varianta II. Je ale dobré si povšimnout, že díky záměně druhu osvětlení v této variantě také dochází k mírnému nárůstu potřeby tepla pro vytápění díky jevu popsanému v kapitole C. 3. 4. Rozvaha je také mírně ovlivněna velmi nízkou cenou za elektrickou energii oproti ceně za plyn v místě a čase běžné.

Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie			
ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky b) - (ř.3 × 3,6 + ř.7) : ř.12]	(%)	50,83
	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky b) - ř.3 × 3,6 : ř.6]		
2	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky b) - ř.7 : ř.11]	(%)	50,83
	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky b) - ř.6 : ř.3]		
3	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky b) - ř.11 : ř.7]	(GJ)	245,16
	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky b) - ř.3 : ř.1]		
4	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky b) - (ř.7 : 3,6) : ř.2]	(hod)	1852,63
	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky b) - (ř.3 × 3,6 + ř.7) : ř.12]		

Tab.13 Základní technické ukazatele zdroje energie u původní varianty [46]

Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie			
ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	(MW)	
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	(MW)	0,038
3	Výroba elektřiny	(MWh)	
4	Prodej elektřiny	(MWh)	
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	(MWh)	
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/r)	
7	Výroba tepla	(GJ/r)	253,44
8	Dodávka tepla	(GJ/r)	253,44
9	Prodej tepla	(GJ/r)	
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	(GJ/r)	0,00
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ/r)	498,60
12	Spotřeba energie v palivu celkem	(GJ/r)	498,60

Tab.14 Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie u původní varianty [46]

Výchozí roční energetická bilance				
ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(Kč)
1	Vstupy paliv a energie	684,63	190,2	260 020
2	Změna zásob paliv	0,00	0	0
3	Spotřeba paliv a energie (ř. 1 + ř.2)	684,63	190,2	260 020
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 - ř.4)	684,63	190,17	260 020
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	245,16	68,10	78 315
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	435,24	120,90	139 035
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	68,76	19,1	36 290
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	63,36	17,6	20 240
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,00	0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	112,32	31,2	59 280
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	0,00	0	0

Tab. 15 Výchozí roční energetická bilance [46]

Upravená roční energetická bilance pro obě varianty										
ř	Ukazatel	Před realizací projektu			varianta I - výměna kotle			varianta II - výměna kotle a osvětlení		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	685	190	260 020	578	160	225 883	532	148	192 755
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	685	190	260 020	578	160	225 883	532	148	192 755
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	685	190	260 020	578	160	225 883	532	148	192 755
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	245	68	78 315	138	38	44 160	149	41	47 484
7	Spotřeba energie na vytápění	435	121	139 035	342	95	109 250	379	105	121 199
8	Spotřeba energie na chlazení	69	19	36 290	69	19	36 290	57	16	30 039
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	63	18	20 240	50	14	15 870	50	14	15 882
10	Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	112	31	59 280	112	31	59 280	41	11	21 679
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 16 Upravená roční energetická bilance pro všechny varianty [46]

V Tab. 13 – 16 je možné sledovat jednotlivé energetické vstupy, potřeby a spotřeby energií na technologické systémy, jejich náklady, účinnost kotle u původního stavu a prodeje energií. Veškeré tabulky jsou vypracovány podle *vyhlášky č. 480/2012 Sb.* [46]

Nejdůležitější částí vyhodnocení obou navrhovaných variant je výpočet ekonomické efektivity. Prostá doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale naopak velice často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a zanedbává fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí. Čistá současná hodnota je v dnešní době jedním z nevhodnějších kritérií. Je v ní zahrnuta celá doba životnosti projektu, i možnost investování do jiného, stejně rizikového, projektu. Takto popisované hodnocení efektivity projektu ovšem zcela zanedbává ekonomický přínos úsporných opatření. Zde by byl výpočet velmi náročný, kromě snížení produkce emisí při zavedení určitého opatření by bylo nezbytně nutné připočítat jakýsi energetický vklad při výrobě a zpracování materiálů a instalaci a kompletaci technologií. Pro ekonomické zhodnocení navrhovaných variant byl použit kalkulátor dostupný na <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic> [47]

Základní parametry investice			
Doba životnosti projektu	20	[počet let]	???
Celková investice do zařízení	100000	[Kč]	???
Úvěr nutný pro pořízení zařízení ???			
Úvěr (vypůjčená částka)	0	[Kč]	
Úroková sazba	0	[%]	
Doba splácení úvěru	0	[počet let]	
Roční výnos z provozovaného zařízení ???			
Roční výnos z pořízeného zařízení	34 136	[Kč]	
Roční změna výnosu z pořízeného zařízení	3	[%]	
Roční náklady na provoz pořízeného zařízení ???			
	Roční náklady [Kč]	Roční změna nákladů [%]	
č. 1	0	0	
č. 2	0	0	
Doplňkové parametry investice			
Diskont - výnos alternativní investice	1	[%]	???
Bude se danit zisk z projektu? ???	<input checked="" type="radio"/> Ne <input type="radio"/> Ano		
<input type="button" value="VYPOČÍTAT"/>			
VÝSLEDKY			
NPV - čistá současná hodnota projektu:	719586 Kč	???	
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	39876 Kč	???	
Doba návratnosti:	3 let	???	
Diskontovaná doba návratnosti:	3 let	???	
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	37 %	???	

Obr. 56 Ekonomické hodnocení varianty I [47]

Základní parametry investice										
Doba životnosti projektu	20 [počet let] ???									
Celková investice do zařízení	184300 [Kč] ???									
Úvěr nutný pro pořízení zařízení ???										
Úvěr (vypůjčená částka)	0 [Kč]									
Úroková sazba	0 [%]									
Doba splacení úvěru	0 [počet let]									
Roční výnos z provozovaného zařízení ???										
Roční výnos z pořízovaného zařízení	67 265 [Kč]									
Roční změna výnosu z pořízovaného zařízení	3 [%]									
Roční náklady na provoz pořízovaného zařízení ???										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Roční náklady [Kč]</th> <th>Roční změna nákladů [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>č. 1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>č. 2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		Roční náklady [Kč]	Roční změna nákladů [%]	č. 1	0	0	č. 2	0	0
	Roční náklady [Kč]	Roční změna nákladů [%]								
č. 1	0	0								
č. 2	0	0								
Doplňkové parametry investice										
Diskont - výnos alternativní investice	1 % ???									
Bude se danit zisk z projektu? ???	<input checked="" type="radio"/> Ne <input type="radio"/> Ano									
<input type="button" value="VYPOČÍTAT"/>										
VÝSLEDKY										
NPV - čistá současná hodnota projektu:	1430694 Kč ???									
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	79282 Kč ???									
Doba návratnosti:	3 let ???									
Diskontovaná doba návratnosti:	3 let ???									
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	39 % ???									

Obr. 57 Ekonomické hodnocení varianty II [47]

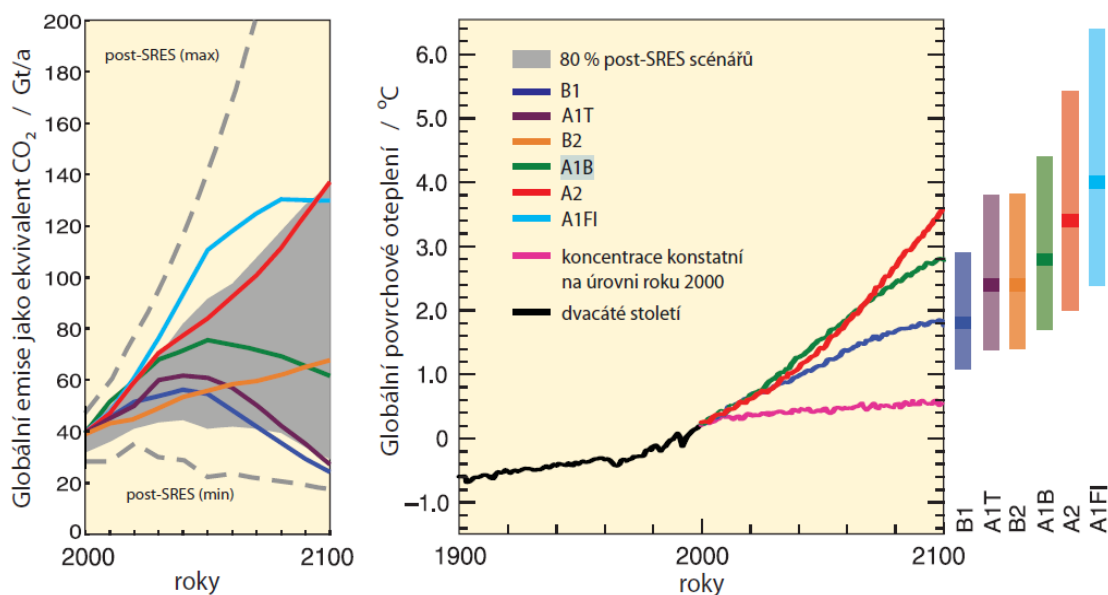
Do kalkulátoru byly vloženy vstupní údaje. U obou variant počítáme s dobou životnosti 20 let. Na základě finanční situace investora (FK systém – povrchové úpravy, s. r. o.) bylo rozhodnuto, že v případě realizace nebude využit úvěr. Vzhledem k charakteru navrhovaných opatření lze také zanedbat náklady na provoz pořízovaného zařízení, respektive nevznikají vícenáklady oproti současnému stavu. Výnos alternativní investice byl zhodnocen na 1 %, společnost investuje minimálně. Roční výnos z pořízovaného zařízení vzešel z údajů v Tab. 16. Výsledky obou variant jsou z hlediska doby návratnosti a IRR (vnitřní výnosové procento investice) velmi podobné, je tedy na energetickém specialistovi, aby učinil doporučení pro provozovatele a uživatele stavby.

C. 2. 6. Doporučení autora práce

Na závěr této rozsáhlé kapitoly je nutné učinit rozhodnutí, vybrat vhodnou variantu. Autorem práce je provozovateli objektu nakonec doporučena varianta II – výměna kotle spolu s výměnou druhu osvětlení. Z ekonomického hlediska je u obou variant velmi malý rozdíl v parametru IRR, varianta II vykazuje o 2 % vyšší vnitřní výnosové procento investice. Důvodem pro doporučení varianty II je ale především fakt, že oba systémy, rozvod teplé vody i osvětlení, se nachází v podhledu. V případě zavádění opatření by bylo optimální udělat veškeré zásahy do rozvodů v podhledu v rámci jedné rekonstrukce. Vzhledem ke stavu podhledových desek (především estetické vady, skvrny od dřívějšího průsaku vody, nepřesné uložení), by bylo vhodné přemýšlet také o záměně tohoto systému. Tento závěr už ovšem není součástí doporučení části auditu, vychází pouze z logické úvahy nad současným stavem objektu. Faktem ale zůstává, že v případě realizace varianty I musí dojít k odstranění části pohledu. V takové fázi by bylo výhodné provést tedy i část varianty II – instalaci kompaktních zářivek do rastru podhledu. Z hlediska komfortu pro uživatele kancelářských prostor v případě správného načasování jednotlivých profesí nedojde k dalšímu výraznému omezení provozu administrativy.

C. 3. Použité scénáře klimatických změn pro simulace

Globálním změnám klimatu je po teoretické stránce v rámci souhrnu nejdůležitějších současných poznatků věnována celá teoretická část této práce. Pro úvod do této kapitoly je ale vhodné uvést základní informace o původu a dopadu jednotlivých scénářů globálního oteplování. Pro potřeby simulace byla vybrána data pocházející od mezivládního vědeckého orgánu IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), v českém překladu Mezivládní panel pro změny klimatu. Ten ve své závěrečné zprávě uvádí scénáře B1, A1T, B2, A1B, A2 a A1FI. Na Obr. 58 je možné vidět nárůst emisí oxidu uhličitého a globální povrchové teploty při naplnění jednotlivých scénářů. Na Obr. 59 je údaj o průměrném nárůstu teploty doplněný o pravděpodobný rozsah a zvýšení mořské hladiny.



Obr. 58 Globální emise skleníkových plynů a povrchové oteplení u jednotlivých scénářů [37]

Případ	Změny teplot (°C v období 2090 – 2099 v porovnání s obdobím 1980 – 1999) ^{a, d}		Zvýšení mořské hladiny (m v období 2090 – 2099 oproti období 1980 – 1999)
	Nejlepší odhad	Pravděpodobný rozsah	Modelový rozsah vylučující budoucí rychlé dynamické změny v toku ledu
Konstantní koncentrace odpovídající roku 2000 ^b	0,6	0,3 – 0,9	Není k dispozici
Scénář B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Scénář A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Scénář B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Scénář A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Scénář A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Scénář A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

Obr. 59 Globální změny teplot a zvýšení mořské hladiny u jednotlivých scénářů [37]

Pro účely této práce byly vzhledem k dostupnosti klimatických dat vybrány scénáře B1, A1B a A2 a byly aplikovány na všechny tři modely budov. U všech scénářů bude provedena simulace pro potenciální stav v roce 2050 a v roce 2100. [48] [49]

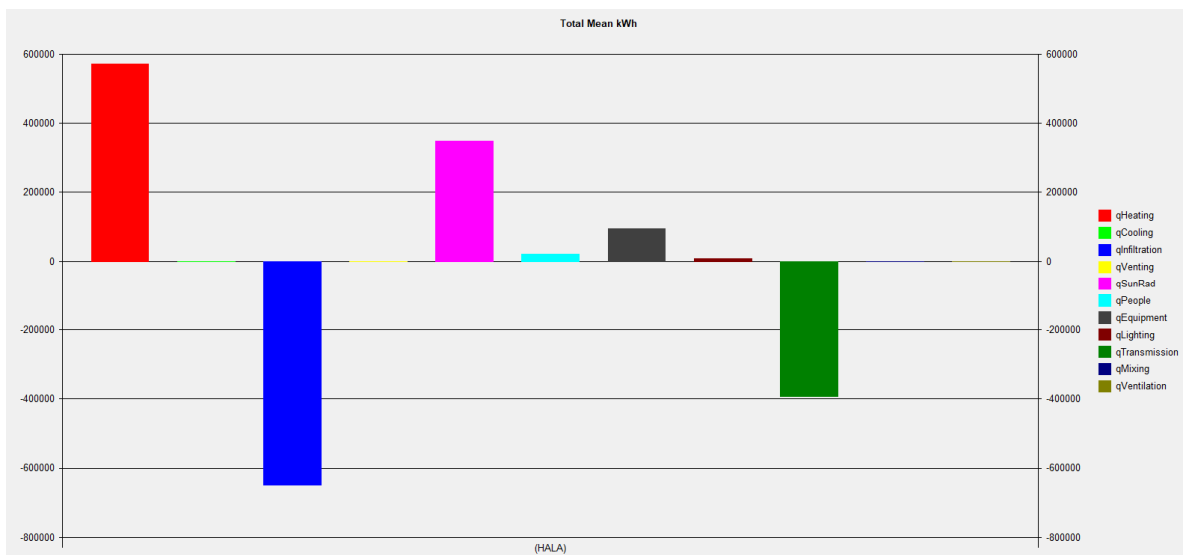
C. 4. Vliv globálního oteplování na energetiku vyšetřovaných budov

C. 4.1. Výrobní hala

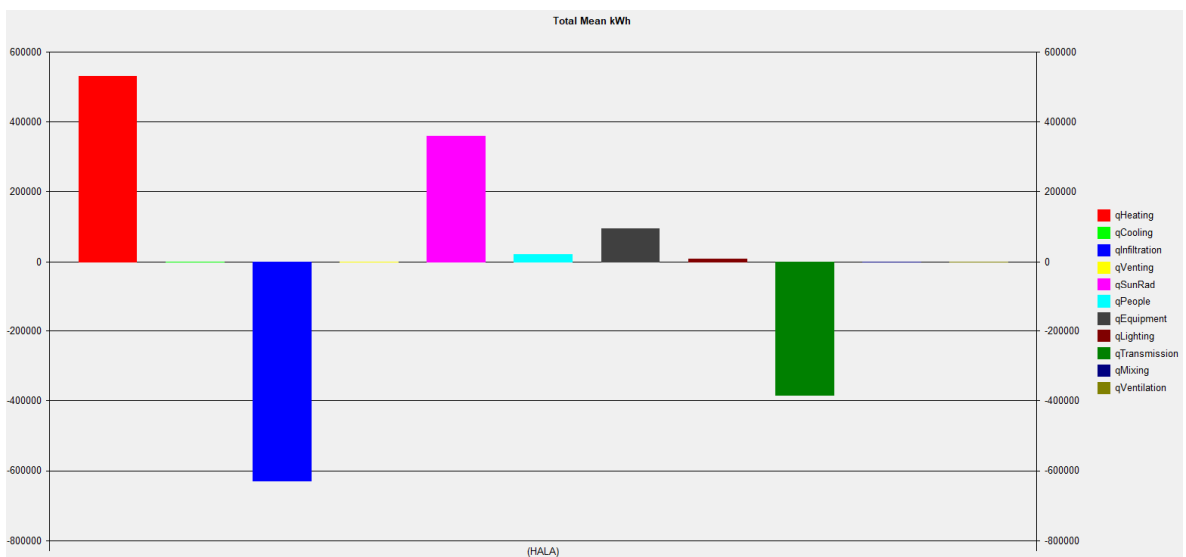
Vzhledem k absenci systému chlazení bude nejsledovanější veličinou u výrobní haly potřeba energie na vytápění. Dále bude zhodnoceno, jak výraznému přehřívání jednotlivých zón bude vlivem zvyšující se teploty docházet a jestli vnitřní prostředí vyhoví stávajícím požadavkům na vnitřní prostředí.

C. 4. 1. 1. Energetické bilance

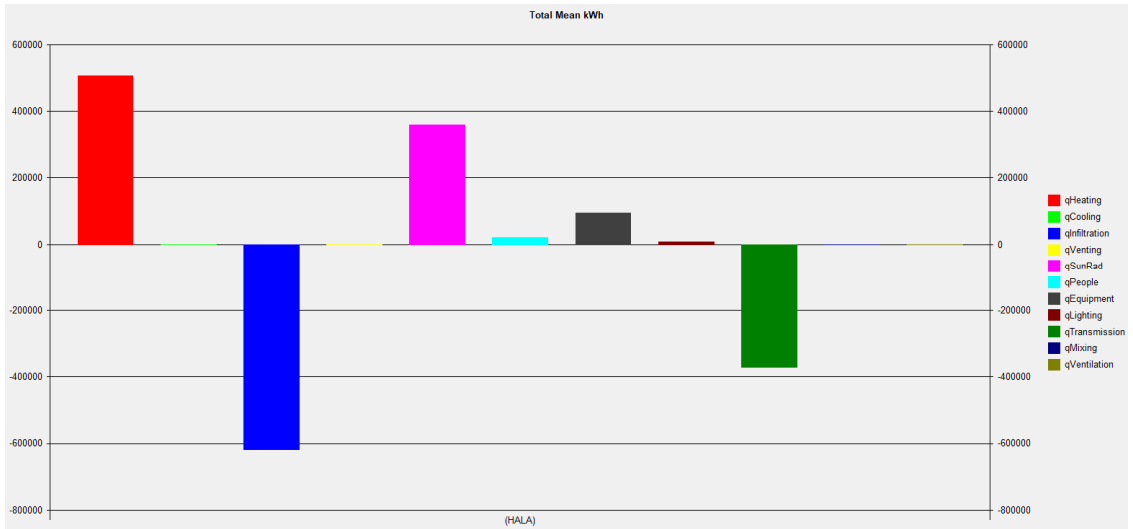
Na následujících obrázcích (Obr. 60 – Obr. 66) je zobrazena roční energetická bilance při použití všech 3 scénářů globálních změn klimatu vždy pro predikci roku 2050 a roku 2100. Výstupy z programu BSim 2002 jsou následně zpracovány do přehledných tabulek a jsou z nich učiněny závěry.



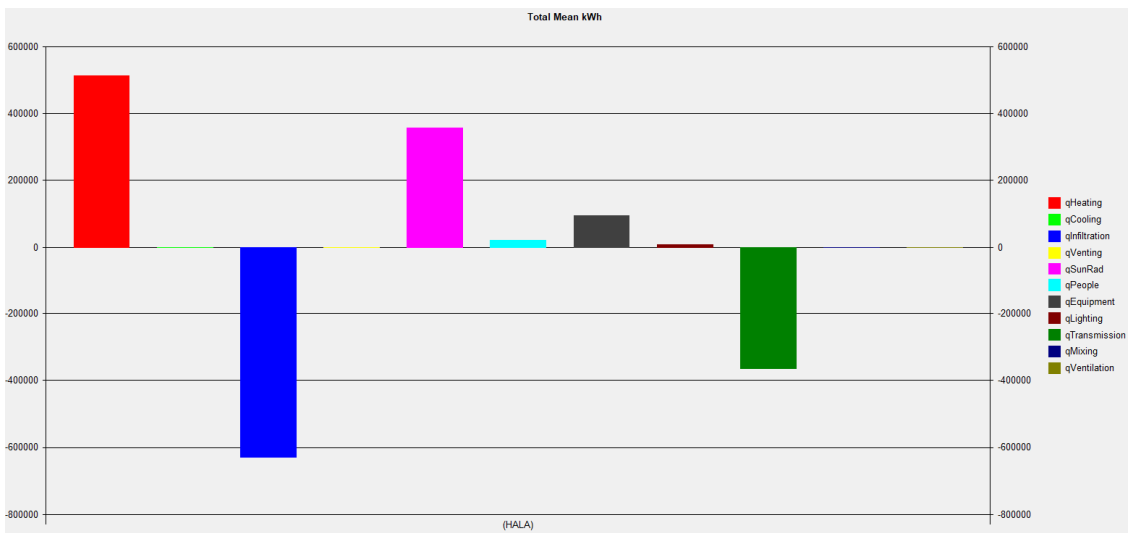
Obr. 60 Energetická bilance: výchozí stav



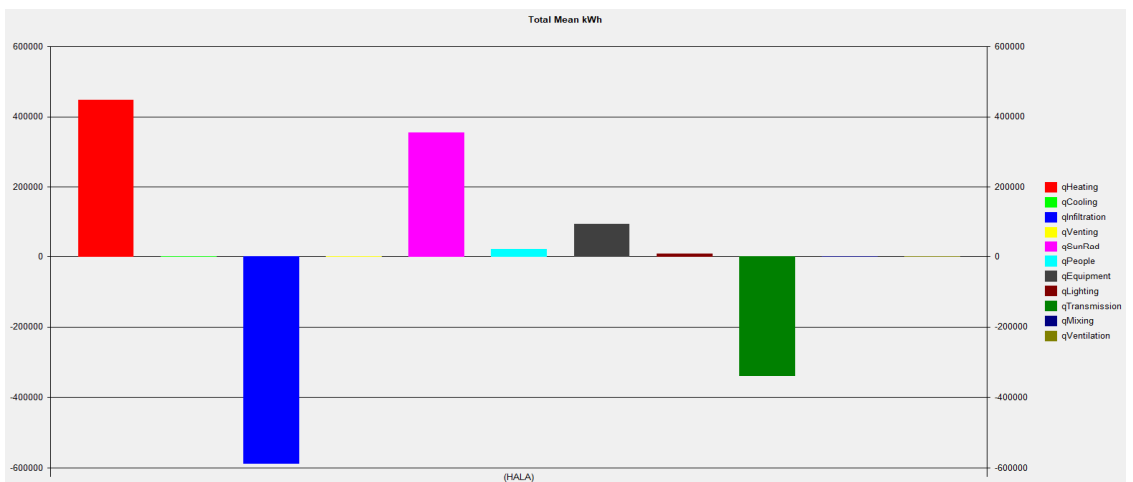
Obr. 61 Energetická bilance: B1 2050



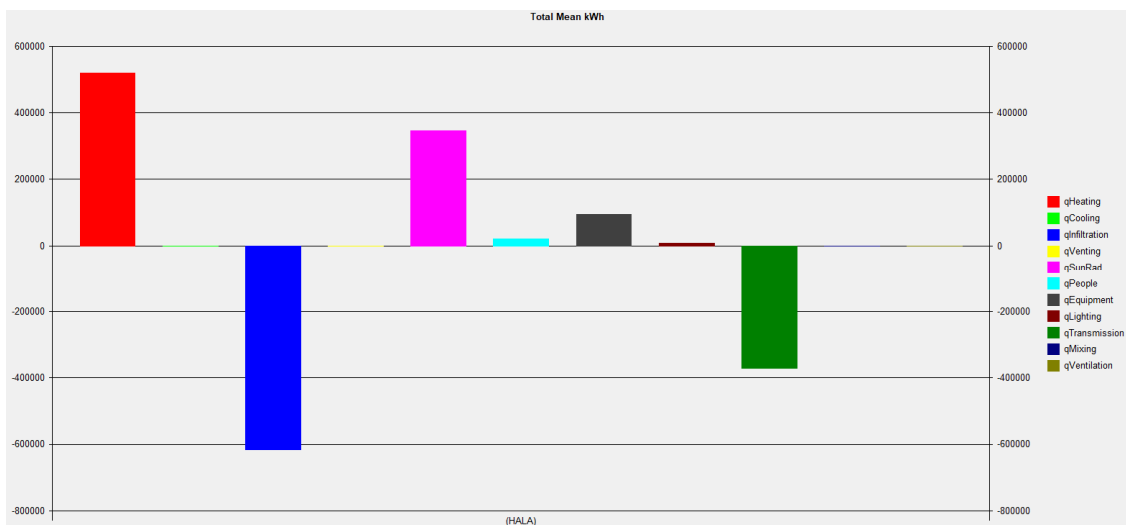
Obr. 62 Energetická bilance: B1 2010



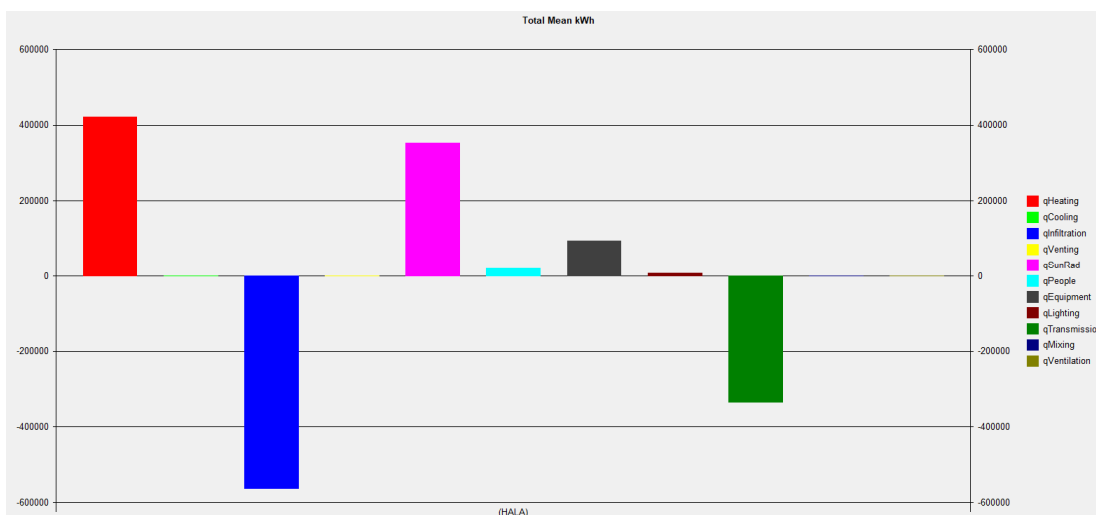
Obr. 63 Energetická bilance: A1B 2050



Obr. 64 Energetická bilance: A1B 2100



Obr. 65 Energetická bilance: A2 2050



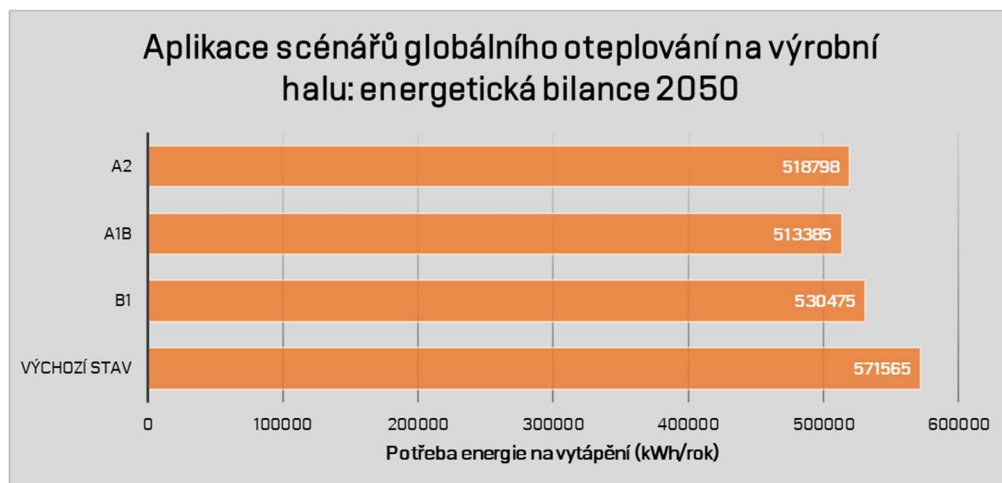
Obr. 66 Energetická bilance: A2 2100

Aplikace scénářů globálního oteplování na výrobní halu: energetická bilance								
Scénář	Energetická bilance (kWh/rok)	Vytápění	Infiltrace + Větrání	Sluneční radiace	Lidé	Zařízení	Osvětlení	Přestup
Výchozí stav	-	571 565	-649 477	347 365	20 214	95 331	8 033	-393 030
B1	2050	530 475	-629 592	359 860	20 214	95 331	8 028	-384 315
	2100	506 860	-618 917	360 071	20 214	95 331	8 021	-371 580
A1B	2050	513 385	-629 103	356 192	20 214	95 331	8 027	-364 045
	2100	447 209	-587 180	355 221	20 214	95 331	8 022	-338 817
A2	2050	518 798	-616 421	346 147	20 214	95 331	8 037	-372 107
	2100	420 975	-562 669	352 871	20 214	95 331	8 031	-334 754

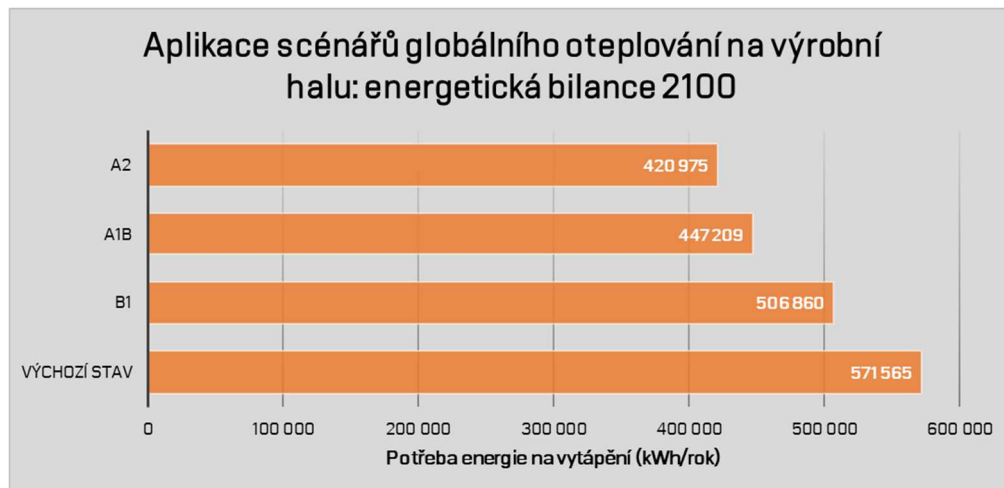
Tab. 17 Energetická bilance jednotlivých systémů pro použité scénáře

Z Tab. 17 je možné vyčíst veškeré toky tepelné energie v rámci použitých scénářů a výchozího stavu. Prvním očekávaným závěrem je fakt, že při zvyšování průměrné

teploty také klesá potřeba energie na vytápění daného objektu. V extrémním případě scénáře A2 v roce 2100 jde o snížení potřeby až o 150 000 kWh/rok. Takováto úspora znamená také snížení nákladů na vytápění v řádu stotisíců korun za rok. V rámci roční bilance klesají celkové ztráty infiltrací, větráním a přestupem tepla stavebními konstrukcemi. V letním období se tyto systémy naopak podílí na vyšších tepelných ziscích. Sluneční radiace u všech scénářů mírně roste. Z komentované tabulky lze také vyčíst, že díky neměnicím se hodnotám energetických zisků od lidí a zařízení pracuje program s předem definovanou hodnotou a vliv změny vnitřní teploty tuto hodnotu nemění. V reálném případě by díky zvyšující se teplotě v interiéru docházelo k větší produkci tepla lidskou činností. Tento fakt je u simulace zanedbán. Systém osvětlení zaznamenává pouze minimální změny.



Obr. 67 Potřeba energie pro vytápění u jednotlivých scénářů pro výrobní halu a rok 2050



Obr. 68 Potřeba energie pro vytápění u jednotlivých scénářů pro výrobní halu a rok 2100

C. 4. 1. 2. Teplota v interiéru bez regulace větrání haly

Pro potřeby této práce bude vliv globálních změn klimatu posuzován především na základě sledování teploty v interiéru při jejich aplikaci na dané modely. Pro posouzení hygienických požadavků a jejich možnému splnění v případě naplnění scénářů bude vycházeno z tabulky č. 2 v části A *nařízení vlády č. 361/2007 Sb.* Ta upravuje maximální přípustnou teplotu na pracovišti v případě stanovení třídy práce. Určit třídu práce pro výrobní halu pro provádění moření a pasivace ocelí není úplně jednoduché. Při těchto operacích dochází z častému střídání manuálních úkonů. Díky vyšší míře automatizace a možnosti užití celého systému jeřábů pro manipulaci s výrobky lze většinu úkonů zařadit do kategorie IIIa. Pomocné úkony spadají do kategorie IIb. Při oplachu výrobků po vyjmutí z mořicí lázně lze také připustit třídu práce IIIb. Tento proces ovšem probíhá vždy v ranních hodinách (7:00 – 9:00) po nočním působení kyselin na nerezové díly. Požadavek na maximální teplotu u této třídy práce je 26 °C, v brzkých hodinách ovšem také nedochází k tak výraznému přehřívání objektu. [48]

Z výše uvedených důvodů bude pro posuzování vnitřního prostředí podle *nařízení vlády č. 361/2007 Sb.* použita hodnota maximální teploty na pracovišti 30 °C tj. třída práce IIb. [48]

Aplikace scénářů globálního oteplení na výrobní halu: průměrné a maximální teploty													
Scénář	Zóna Tryskání, haly						Zóna Moření						
Měsíc	Červen		Červenec		Srpen		Červen		Červenec		Srpen		
Teplota (°C)	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	
Výchozí stav	-	25,6	31,4	27,9	33,9	26,9	21,2	25,6	30,0	28,0	32,9	27,0	30,6
B1	2050	26,7	31,9	28,9	34,9	28,0	32,7	26,6	30,8	29,0	33,4	28,1	32,3
	2100	27,6	33,1	30,1	36,7	28,7	32,8	27,6	31,7	30,1	35,6	28,8	32,0
A1B	2050	27,1	33,2	29,2	33,0	27,8	32,2	27,0	32,1	29,2	32,4	27,9	31,4
	2100	27,9	33,4	30,6	36,5	29,4	33,4	27,8	31,7	30,7	35,6	29,5	32,9
A2	2050	26,2	31,1	28,7	34,4	28,0	31,7	26,2	30,1	28,7	33,4	28,1	30,8
	2100	28,4	34,1	31,8	36,7	30,3	35,3	28,3	32,2	31,8	36,1	30,4	34,4

Tab. 18 Průměrné a maximální teploty pro jednotlivé scénáře

Do analýzy vstupují letní měsíce (červen, červenec a srpen) a údaje ze zón Moření a Tryskání, haly, kde probíhá 95 % všech prací. Z Tab. 18 je patrné, že již u výchozího stavu dochází ve všech měsících k lokálnímu překročení stanovené hodnoty. U jednotlivých scénářů pak v roce 2050, ale především v roce 2100 dochází k výraznému nárůstu průměrné teploty v interiéru, která u predikce A2 dokonce přesahuje 30 °C. Lokální extrémy dosahují teploty až 37 °C. Nejproblematičtější z hlediska průměrných i maximálních teplot je měsíc červenec.

Aplikace scénářů globálního oteplení na výrobní halu: teploty v interiéru na 30 °C					
Scénář	Teploty na 30 °C (červen, červenec, srpen)	Zóna Tryskání, haly (abs.)	Zóna Tryskání, haly (%)	Zóna Moření (abs.)	Zóna Moření (%)
Výchozí stav	-	17	18	12	13
B1	2050	37	40	29	32
	2100	45	49	37	40
A1B	2050	41	45	27	29
	2100	55	60	44	48
A2	2050	24	26	11	12
	2100	72	78	62	67

Tab. 19 Absolutní a procentuální zastoupení dnů s teplotou na 30 °C bez regulace větrání

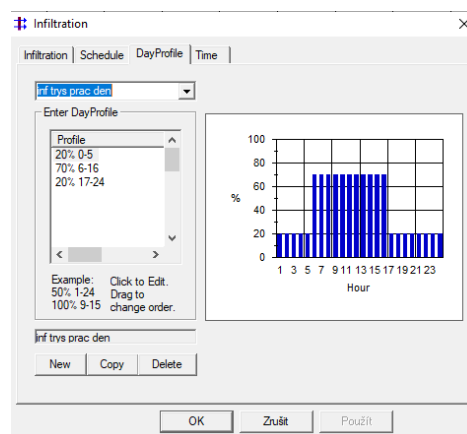
Pro učinění závěru z analýzy poslouží lépe Tab. 19. Ta zobrazuje absolutní ale především také procentuální zastoupení dní, kdy teplota v letních měsících v zadané zóně přesáhne zmiňovaných 30 °C. Pro výchozí stav, tedy použití dat z typického meteorologického roku byla hodnota 30 °C překročena v zóně Tryskání, haly překročena v 18 % případů a v zóně Moření v 13 % případů. Tento stav nemusí být nutně vyhodnocen jako nevyhovující. Vysvětlení lze provést například na Obr. 69 kdy je patrné, že k největšímu přehřívání objektu dochází mezi 13:00 a 17:00. V případě práce od 7:00 končí směna 15:30, v případě práce od 6:00 končí již v 14:30.

Tímto lze eliminovat pobyt a provádění manuální práce v nejproblematictějších hodinách.



Obr. 69 Průběh teplot 4. července, výchozí stav

Dalším faktem, rozhodujícím o teplotách v interiéru, je způsob regulace větrání objektu. V této kapitole je použit model bez jakéhokoliv zohlednění možnosti využití chlazení pomocí ranního větrání objektu. Systém větrání (v Bsim 2002 společně s infiltrací) je nastaven dle Obr. 70. Vrata jsou pro dovoz a vývoz zboží otvírána po celý den bez regulace pro omezení tepelných zisků v průběhu pracovní směny.



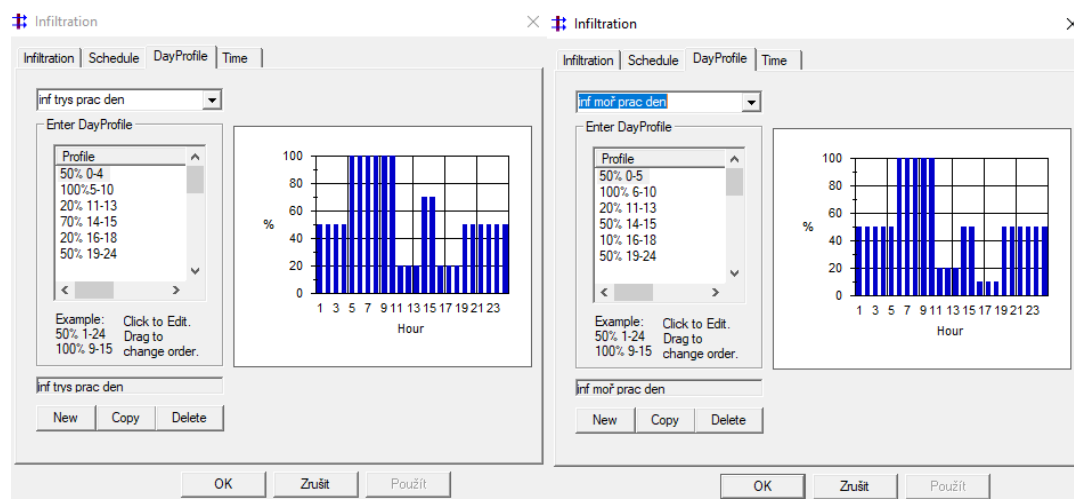
Obr. 70 Větrání zóny Tryskání, haly pouze dle provozu

Z Tab. 19 ale dále vyplývá, že při použití všech tří scénářů globálního oteplování dojde k početnému překročení hodnoty 30 °C během dne. Například pro scénář A1B je to 45 % pro zónu Tryskání, haly v roce 2050 a 60 % pro rok 2100. U modelu A2 se

hodnota pro rok 2100 vyšplhá na 78 %. Tyto stavy by v budoucnu při použití statusu quo u nařízení vlády byly nepřijatelné.

C. 4. 1. 3. Teploty v interiéru s navrhovanou regulací větrání

Z předchozí kapitoly jasně vyplývá, že v případě naplnění kteréhokoliv scénáře globálních změn klimatu nebude teplota v interiéru výrobní haly vyhovovat hygienickým podmínkám. Jelikož v tomto objektu není navržen systém chlazení, je nutné regulovat teplotu jiným způsobem. Jedinou, za to velmi efektivní variantou, je kombinace nuceného a přirozeného větrání. Výrobní prostory objektu jsou vytápěny podstropními jednotkami Sahara, které v případě vypnutí ohříváče slouží také jako systém nuceného větrání. V kombinaci s vhodnou logistikou otevírání a zavírání vrat pro expedici zboží lze dosáhnout velmi dobré regulace teploty v interiéru.



Obr. 71 Nastavení systém větrání pro zónu Tryskání, haly (vlevo) a Moření (vpravo)

Systém větrání a infiltrace (v programu *Bsim 2002* díky chybě systému větrání vše pod systémem infiltrace) je nastaven tak, že 100 % využití v rámci denního profilu reflektuje maximální možné výměny vzduchu v zóně z hlediska technických parametrů jednotek Sahara. U zóny Tryskání se jedná o cca 1/hod výměnu, u zóny Moření o 2/hod výměnu. Nastavené profily na Obr. 71 reflektují mimo jiné výměny vzduchu při otevření vrat pro dovoz zboží a fungování technologie odsávání prostor moření. S tímto nastavením systému budou provedeny simulace všech scénářů a výchozího stavu obdobně jako v předchozí kapitole a budou sestaveny stejné tabulky výsledků a komentovány.

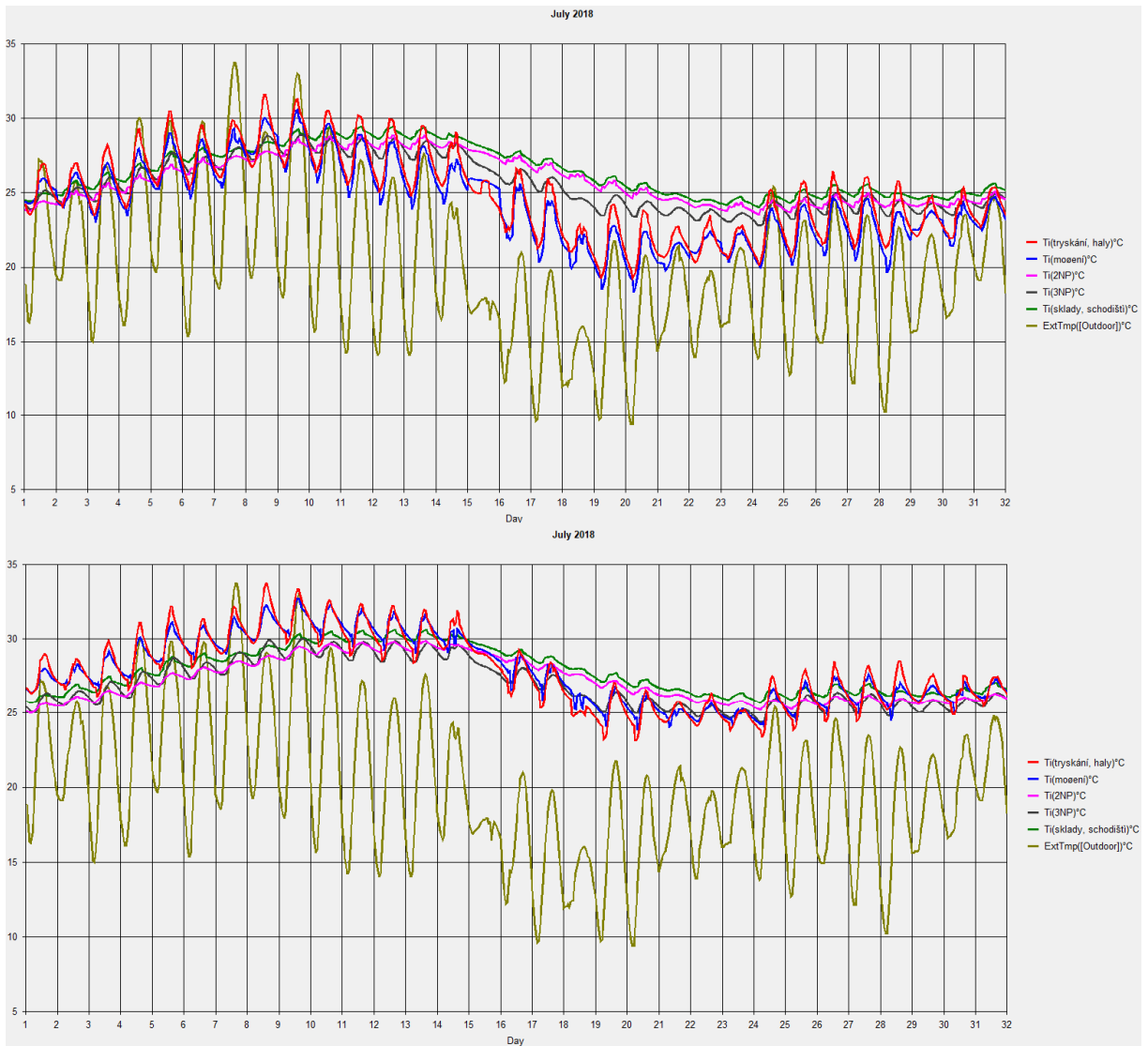
Aplikace scénářů globálního oteplení na výrobní halu: průměrné a maximální teploty - regulace větrání													
Scénář	Zóna Tryskání, haly						Zóna Moření						
Měsíc	Červen		Červenec		Srpen		Červen		Červenec		Srpen		
Teplota (°C)	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	
Výchozí stav	-	22,6	29,3	24,9	31,6	24,1	29,3	22,0	27,7	24,3	30,6	23,5	28,2
B1	2050	23,4	29,7	25,7	32,4	24,7	30,1	22,6	28,4	25,2	30,8	24,2	29,4
	2100	24,3	30,9	27,1	32,8	25,7	30,8	23,6	29,5	26,5	32,6	25,0	29,5
A1B	2050	24,0	30,8	26,0	30,8	24,9	30,1	23,2	29,5	25,3	29,9	24,2	28,8
	2100	24,9	31,2	27,5	34,2	26,5	30,4	24,1	29,6	26,8	33,2	25,9	30,4
A2	2050	23,1	28,9	25,6	32,6	25,0	29,3	22,5	27,9	25,0	31,4	24,3	28,3
	2100	25,2	31,4	28,4	34,5	27,5	33,5	24,5	29,3	27,8	33,7	26,8	32,3

Tab. 20 Průměrné a maximální teploty v hale při regulaci větrání

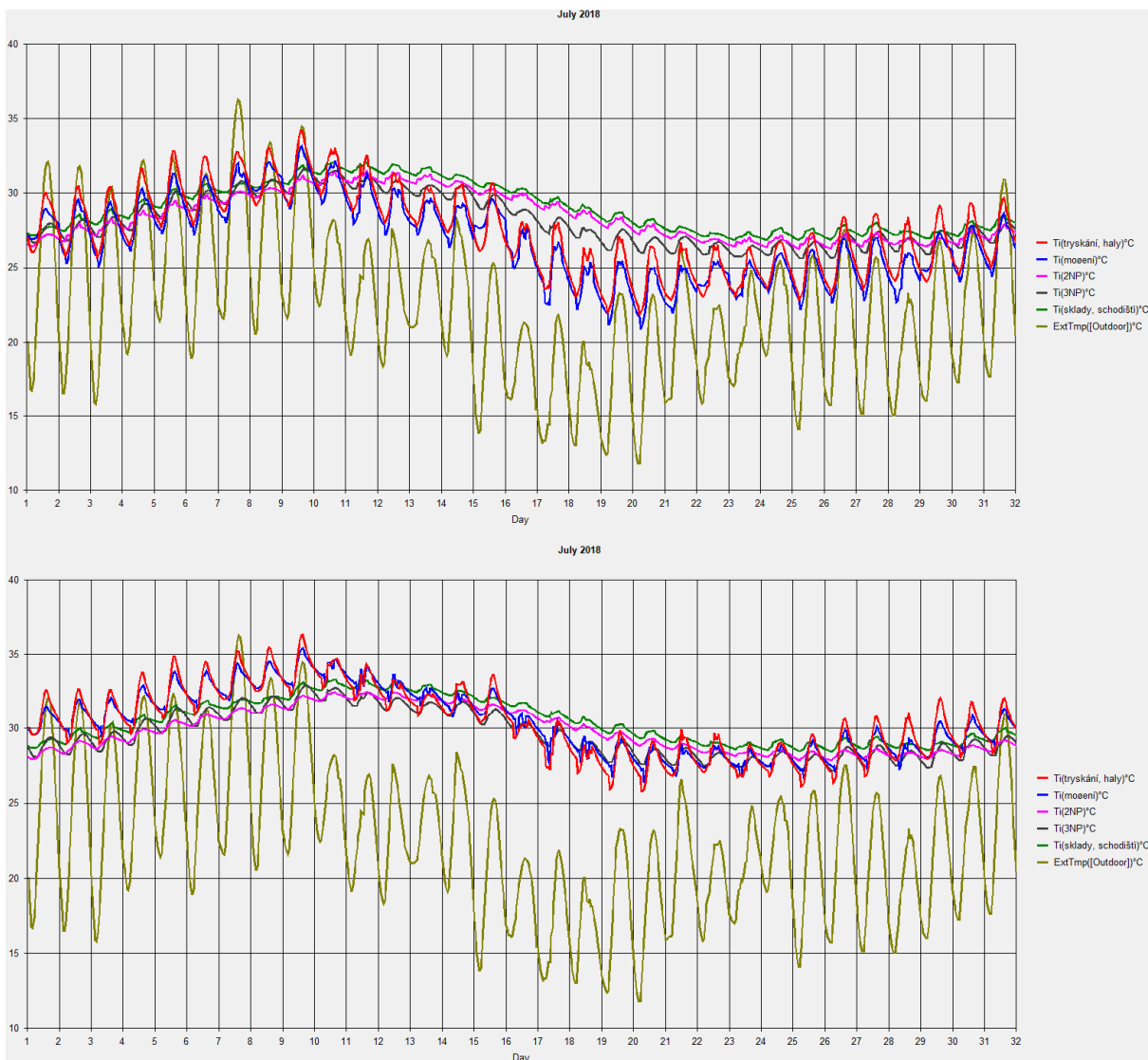
Aplikace scénářů globálního oteplení na výrobní halu: průměrné a maximální teploty - rozdíl													
Scénář	Zóna Tryskání, haly						Zóna Moření						
Měsíc	Červen		Červenec		Srpen		Červen		Červenec		Srpen		
Rozdíl teplot (°C)	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	Průměr.	Max.	
Výchozí stav	-	3,0	2,1	3,0	2,3	2,8	1,9	3,6	2,3	3,7	2,3	3,5	2,4
B1	2050	3,3	2,2	3,2	2,5	3,3	2,6	4,0	2,4	3,8	2,6	3,9	2,9
	2100	3,3	2,2	3,0	3,9	3,0	2,0	4,0	2,2	3,6	3,0	3,8	2,5
A1B	2050	3,1	2,4	3,2	2,2	2,9	2,1	3,8	2,6	3,9	2,5	3,7	2,6
	2100	3,0	2,2	3,1	2,3	2,9	3,0	3,7	2,1	3,9	2,4	3,6	2,5
A2	2050	3,1	2,2	3,1	1,8	3,0	2,4	3,7	2,2	3,7	2,0	3,8	2,5
	2100	3,2	2,7	3,4	2,2	2,8	1,8	3,8	2,9	4,0	2,4	3,6	2,1

Tab. 21 Rozdíl průměrných a maximálních teplot v hale bez a při regulaci větrání

Na tabulkách 20 a 21 je možné vidět, jakým způsobem se změní vnitřní klima při vhodném nastavení systému větrání haly. První tabulka zobrazuje maximální a průměrné teploty pro jednotlivé měsíce a zóny při uvažovaných scénářů. O rozdílu oproti původnímu nastavení lépe vypovídá Tab. 21. Z ní vyplývá, že jak u všech započítaných scénářů tak u výchozího stavu dochází k poklesu maximální teploty o cca 2 – 3 °C. U průměrné teploty se jedná dokonce o 3 – 4 °C u každého scénáře. Závěry plynoucí z analýzy budou uvedeny pod následující tabulkou.



Obr. 72 Porovnání průběhů teplot v červenci pro výchozí stav při regulaci větrání (nahore) a bez regulace větrání (dole)



Obr. 73 Porovnání průběhů teplot v červenci pro scénář A1B 2100 při regulaci větrání (nahore) a bez regulace větrání (dole)

Aplikace scénářů globálního oteplování na výrobní halu: teploty v interiéru na 30 °C - regulace větrání					
Scénář	Teploty na 30 °C (červen, červenec, srpen)	Zóna Tryskání, haly (abs.)	Zóna Tryskání, haly (%)	Zóna Moření (abs.)	Zóna Moření (%)
Výchozí stav	-	4	4	1	1
B1	2050	6	7	2	2
	2100	16	17	7	8
A1B	2050	8	9	0	0
	2100	21	23	10	11
A2	2050	8	9	4	4
	2100	32	35	20	22

Tab. 22 Absolutní a procentuální zastoupení dnů s teplotou na 30 °C s regulací větrání

Tab. 22 je pro učinění závěrů z celkové analýzy vnitřního klimatu nejdůležitější. Způsobů jejího vyhodnocení je několik, autorem práce byl zvolen postup, kdy za

přijatelnou míru překročení denního maxima 30 °C je považováno 10 % dní. Důvody pro tuto toleranci jsou následující:

- Program Bsim 2002 počítá hodnoty teplot vždy pro celou zónu, jedná se o iterační postup výpočtu ze spousty okrajových podmínek zóny a výsledkem je hodnota, která bude s největší pravděpodobností vyšší, než teplota v pracovní výšce cca 1,5 m (výška místností posuzovaných zón je cca 12 metrů).
- Nejvyšších teplot je dosahováno mezi 13:00 a 16:00 kdy již neprobíhá nejnáročnější manuální práce na hale
- Pracovní dobu lze v případě dlouhodobých vysokých teplot zkrátit a vyhnout se tak peakovým hodnotám.
- Teplota 30 °C je z velké části překračována o víkendu, kdy není během dopoledne spuštěna technologická vzduchotechnika a nedochází tedy k tak výrazné obměně vzduchu v interiéru.
- Systém větrání je ve výpočetním modelu nastaven tak, že má stále rezervu pro případnou úpravu a navýšení hodinové výměny vzduchu, jedná se o určitou optimalizaci z hlediska úspor energie.
- Další prostor pro ranní a večerní chlazení objektu skýtají sekční vrata, jednalo by se o provozní předpisy, které by upravovaly jejich dobu otevření pro větrání v letním období.

Na základě výše zmíněných důvodů jsou z celkové analýzy haly za použití jednotlivých scénářů při optimálním nastavení systému větrání učiněny následující závěry:

- Ve výchozím stavu (data z typického meteorologického roku) dochází k překročení maximální denní teploty 30 °C ve 4 % případů pro zónu Tryskání, haly a v 1 % případů pro zónu Moření. Tento stav je považován za vyhovující.
- V případě naplnění každého ze tří scénářů (B1, A1B, A2) v roce 2050 dochází k překročení maximálních povolených teplot v 7-9 % případů u zóny Tryskání, haly a v 0-8 % případů u zóny Moření. Tento stav je považován za vyhovující s přihlédnutím k možnostem výše v této kapitole.

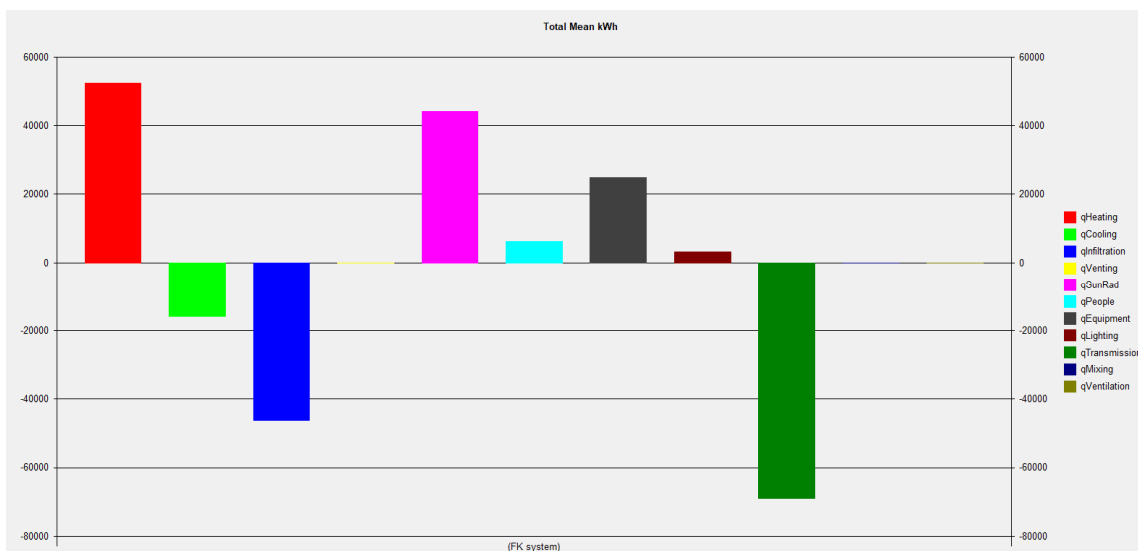
- Scénář B1 pro rok 2100, 17 % překročení denních maxim 30 °C pro zónu Tryskání, haly a 8 % pro zónu Moření je podmíněně vyhovující. Podmínkou je další analýza s výše navrhovanými opatřeními, úprava denní pracovní doby v případě dlouhodobého nárůstu teploty apod.
- Scénáře A1B a A2 jsou pro rok 2100 považovány za nevyhovující. Z pohledu autora se jeví jako jediné možné řešení dodatečná instalace jakéhokoliv systému chlazení pro obě zóny

C. 4. 2. Administrativní budova

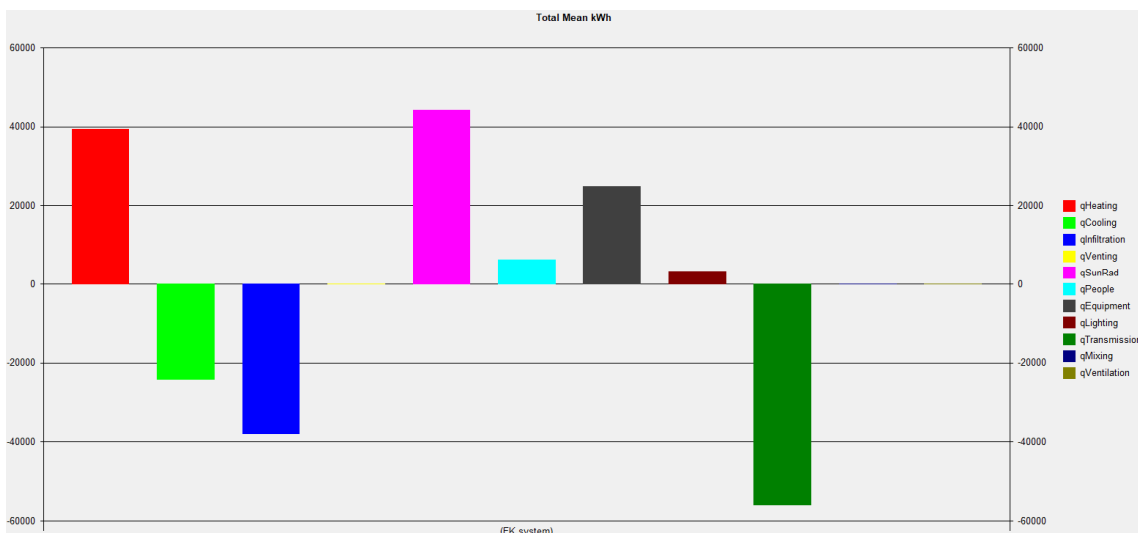
C. 4. 2. 1. Energetická bilance

Aplikace scénářů globálních klimatických změn na administrativní budovu proběhne velmi podobným způsobem jako u výrobní haly. Rozdíl nastává ve způsobu posuzování objektu. Na rozdíl od simulací v předchozích kapitolách má model i skutečná budova v rámci technologie instalovaný systém chlazení. Kromě celkového zhodnocení energetických bilancí tedy dojde také k posouzení, zda u jednotlivých scénářů (B1, A1B a A2) klimatizace dokáže vychladit objekt na požadovanou teplotu, tj. 24 °C v kancelářských prostorách a nebude docházet k přehřívání serverovny. V případě nedostatečného chladicího výkonu bude s touto informací dále pracováno, bude uměle navýšen výkon tohoto systému a návrh zhodnocen.

Pro potřeby těchto simulací dochází také k drobným úpravám modelu objektu, především jeho systémům. Na rozdíl od kapitoly C. 2. této práce je při provádění simulací v kapitole C. 4. již spuštěn zkušební provoz budovy. Na základě reálných dat je proto upraven systém větrání a infiltrace, obsazení budovy a tepelný výkon od zařízení. K zásadní změně také dochází v místnosti serverovny. Z provozních důvodů bylo rozhodnuto, že velká část vybavení serverovny bude přesunuta do prostor výrobní haly, konkrétně do místnosti skladu v 1 NP. Z tohoto důvodu je oproti předchozím kapitolám snížen výkon zařízení v zóně Server na pouhých 1,5 kW. Tento fakt má za následek drobné zvýšení potřeby tepla na vytopení objektu v zimním období a výrazný pokles potřeby energie na chlazení této zóny a tím i celého objektu v letním období.



Obr. 74 Energetická bilance administrativní budovy pro výchozí stav

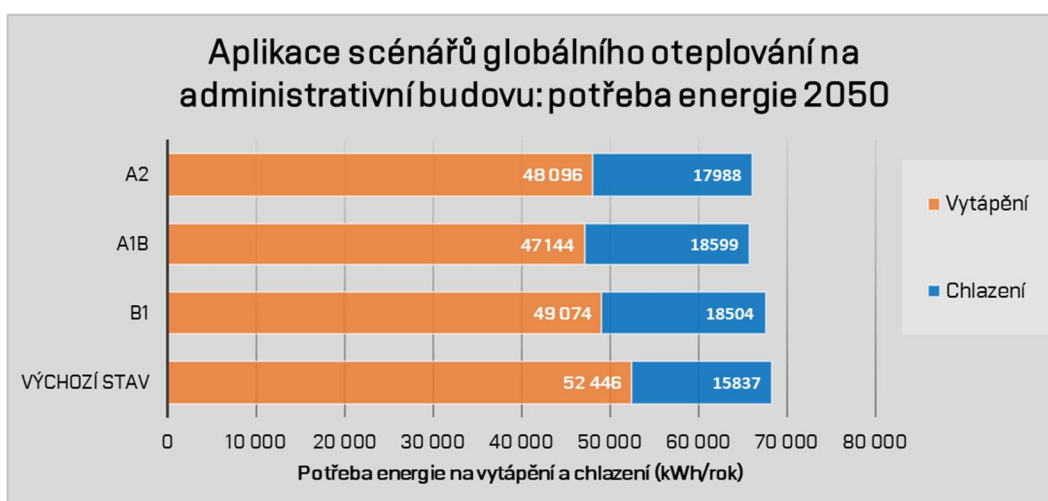


Obr. 75 Energetická bilance administrativní budovy scénář A2 v roce 2100

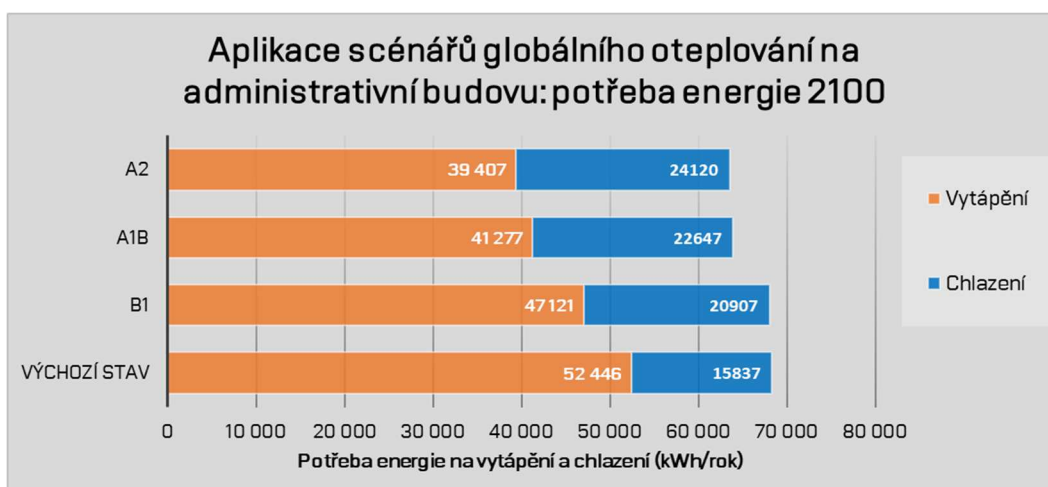
Aplikace scénářů globálního oteplování na administrativní budovu: energetická bilance									
Scénář	Energetická bilance (kWh/rok)	Vytápění	Chlazení	Infiltrace + Větrání	Sluneční radiace	Lidé	Zařízení	Osvětlení	Přestup
Výchozí stav	-	52 446	-15 837	-46 138	44 232	6 306	24 793	3 268	-69 070
B1	2050	49 074	-18 504	-44 374	45 881	6 306	24 793	3 268	-66 443
	2100	47 121	-20 907	-42 565	45 345	6 306	24 793	3 268	-63 361
A1B	2050	47 144	-18 599	-44 429	45 179	6 306	24 793	3 268	-63 661
	2100	41 277	-22 647	-40 260	45 012	6 306	24 793	3 268	-57 749
A2	2050	48 096	-17 988	-43 418	43 657	6 306	24 793	3 268	-64 714
	2100	39 407	-24 120	-37 900	44 211	6 306	24 793	3 268	-55 965

Tab. 23 Energetická bilance administrativní budovy při aplikaci jednotlivých scénářů

Na Obr. 74 a 75 je graficky znázorněn rozdíl energetické náročnosti jednotlivých systémů při simulaci ve výchozím stavu (data z typického meteorologického roku) a při nejagresivnějším vývoji klimatických změn, tj. scénář A2 v roce 2100. Souhrnná Tab. 23 pak číselně popisuje všechny tři scénáře pro rok 2050 a 2100. Potřeba energie na vytápění v průběhu let klesá, dochází ovšem ke zvyšování potřeby energie na chlazení v letním období. V tabulce si také lze povšimnout, že všechny tři scénáře pracují s téměř neměnnou hodnotou zisků od sluneční radiace, u případů B1 a A1B dokonce dochází k mírnému poklesu v roce 2100. Stejně jako u analýzy výrobní haly i zde je vidět, že program Bsim 2002 nepočítá s dynamicky se měnícími zisky od tepelné produkce lidí nebo zařízení.



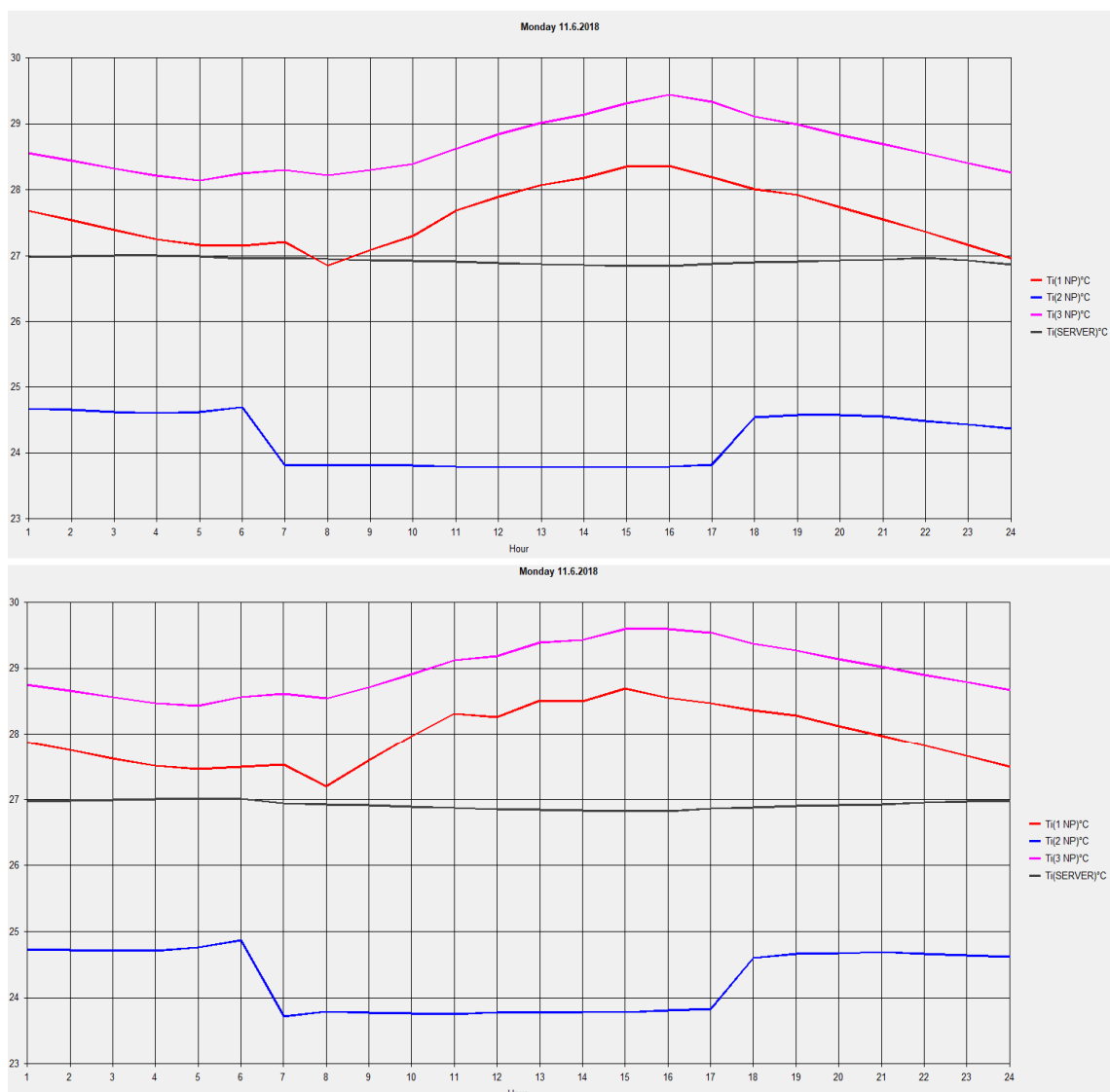
Obr. 76 Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro administrativní budovu a rok 2050



Obr. 77 Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro administrativní budovu a rok 2100

C. 4. 2. 2. Provozní a ekonomické dopady klimatických změn

V předchozí kapitole byl stanoven cíl zjistit, zda systém chlazení (multisplit) zajistí požadovanou teplotu v interiéru i za předpokladu naplnění scénáře A2 a v případě potřeby navrhnout vhodná opatření. Při provedení simulací všech scénářů pro roky 2050 a 2100 bylo však zjištěno, že vnitřní chladicí jednotky jsou schopné všechny kancelářské prostory v interiéru udržovat na požadované teplotě 24 °C. Z toho vyplývá, že systém je tedy více či méně předimenzovaný a v žádném z posuzovaných scénářů nebude potřeba chladicí výkon navyšovat. Jako příklad udržitelnosti požadované teploty jsou uvedeny průběhy teplot 11. června na Obr. 78.



Obr. 78 Porovnání průběhů teplot dne 11. června pro výchozí stav (nahore) a scénář A2 2100 (dole)

Posledním závěrem této kapitoly jsou ekonomické dopady jednotlivých scénářů. Tato analýza je ovšem velmi obecná a nepřesná, jelikož počítá pouze s aktuálními cenami energií provozovatele objektu a nezahrnuje žádné další aspekty. Pracuje s cenami od poskytovatele služeb pro firmu FK systém – povrchové úpravy, s. r. o. ze dne 24. 10. 2019 bez započítání ročních paušálů za kompletní poskytování služeb a činí 1,9 Kč/kWh elektrické energie a 1150 Kč/MWh plynu.

Aplikace scénářů globálního oteplení na administrativní budovu: rozdíl oproti výchozímu stavu									
Scénář / Rozdíl oproti výchozímu stavu (kWh/rok)	Vytápění	Chlazení	Infiltrace + Větrání	Sluneční radiace	Lidé	Zařízení	Osvětlení	Přestup	
Výchozí stav	-	52 446	-15 837	-46 138	44 232	6 306	24 793	3 268	-69 070
B1	2050	-3 372	2 667	-1 764	1 649	0	0	0	2 627
	2100	-5 325	5 070	-3 573	1 113	0	0	0	5 709
A1B	2050	-5 302	2 762	-1 709	947	0	0	0	5 409
	2100	-11 169	6 810	-5 878	780	0	0	0	11 321
A2	2050	-4 350	2 151	-2 720	-575	0	0	0	4 356
	2100	-13 039	8 283	-8 238	-21	0	0	0	13 105

Tab. 24 Rozdíl potřeby a produkce energie u jednotlivých scénářů oproti výchozímu stavu

Ekonomické dopady scénářů na administrativní budovu vzhledem k aktuálním cenám energií									
Scénář / Rozdíl oproti výchozímu stavu (Kč/rok, kWh/rok)	Vytápění			Chlazení			Cena energie za rok		
	Potřeba (kWh)	Spotřeba (kWh)	Cena (Kč)	Potřeba (kWh)	Spotřeba (kWh)	Cena (Kč)	Celkem	Rozdíl	
Výchozí stav	-	52 446	92 377	106 234	15 837	7 376	14 015	120 249	0
B1	2050	49 074	86 438	99 404	18 504	8 619	16 375	115 779	-4 470
	2100	47 121	82 998	95 448	20 907	9 738	18 502	113 950	-6 299
A1B	2050	47 144	83 039	95 494	18 599	8 663	16 460	111 954	-8 295
	2100	41 277	72 705	83 610	22 647	10 548	20 042	103 652	-16 597
A2	2050	48 096	84 715	97 423	17 988	8 378	15 919	113 342	-6 908
	2100	39 407	69 411	79 822	24 120	11 234	21 345	101 168	-19 081

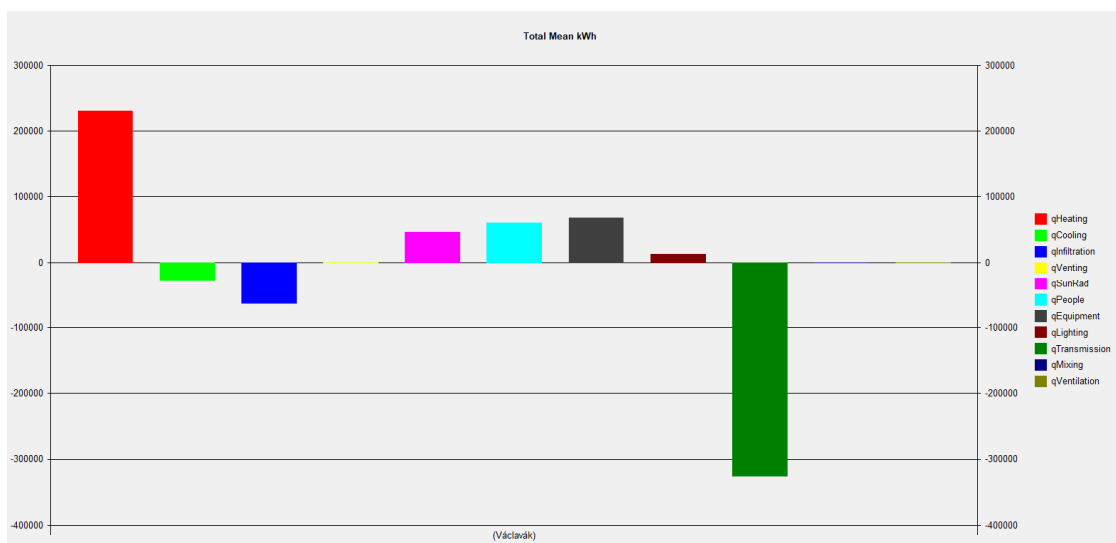
Tab. 25 Ekonomické dopady jednotlivých scénářů při aktuálních cenách energií

Tabulka 24 analyzuje rozdíl energetické náročnosti jednotlivých systémů a následně Tab. 25 je převádí na finanční toky. Z těchto tabulek plyne jednoduchý závěr. I přes to, že náklady na provoz systému chlazení rostou, díky úsporám za plyn v rámci otopné sezóny dochází ke snižování celkových nákladů na provoz budovy z hlediska udržování vnitřní teploty. Z původní ceny 124 249 Kč/rok se sníží náklady až o 19 081 Kč při naplnění z tohoto hlediska nejpříznivějšího scénáře A2 v roce 2100. Je zde ovšem nutné připomenout, že administrativní objekt provozně nedílně patří k vedlejší výrobní hale, kterou by bez velmi nákladné investice do centrálního systému chlazení nebylo u scénáře A2 vůbec možné provozovat.

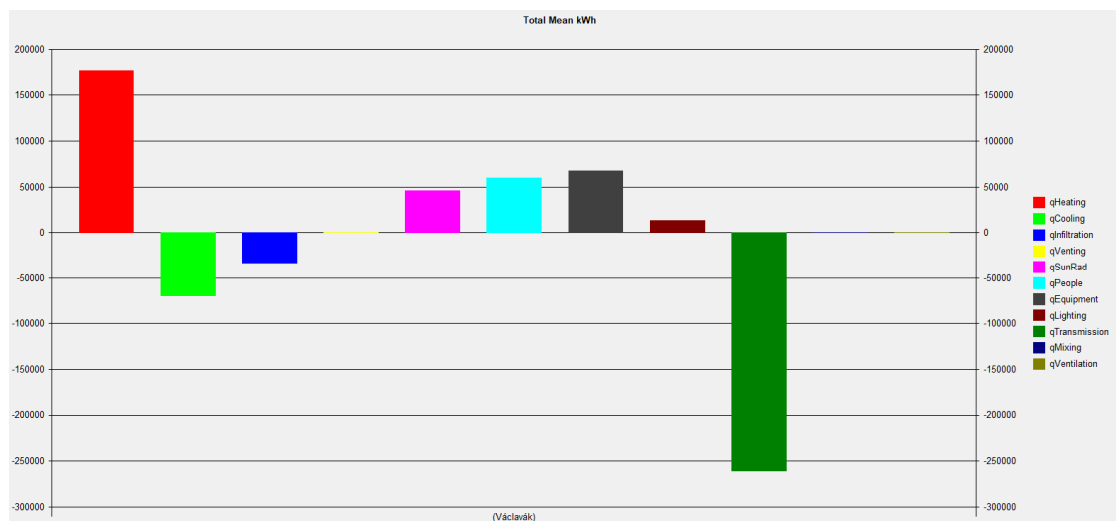
C. 4. 3. Historická budova

C. 4. 3. 1. Energetická bilance

Stejně jako u administrativní budovy i zde proběhne analýza výstupů ze simulačního programu ve dvou krocích. V první podkapitole bude rozepsána energetická bilance jednotlivých systémů při aplikaci všech zmiňovaných scénářů klimatických změn. V následující kapitole bude zhodnoceno, zda současný systém chlazení zvládne i za nejnepríznivějších podmínek (scénář A2 pro rok 2100) udržet požadovanou teplotu v interiéru (současná provozovatelem nastavená hodnota). V případě potřeby budou navržena preventivní opatření pro zamezení přehřívání budovy.



Obr. 79 Energetická bilance pro výchozí stav

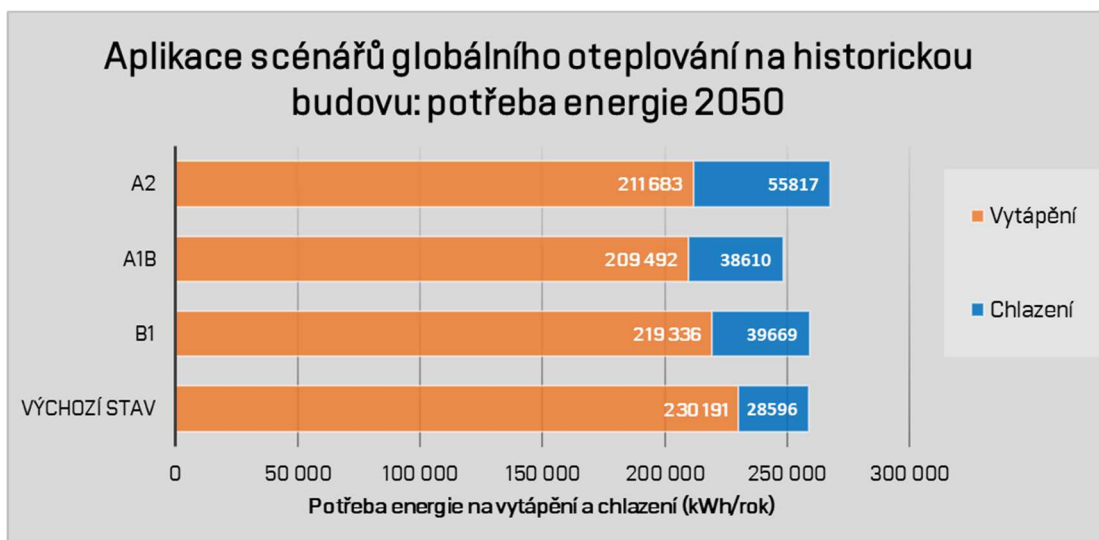


Obr. 80 Energetická bilance pro scénář A2 v roce 2100

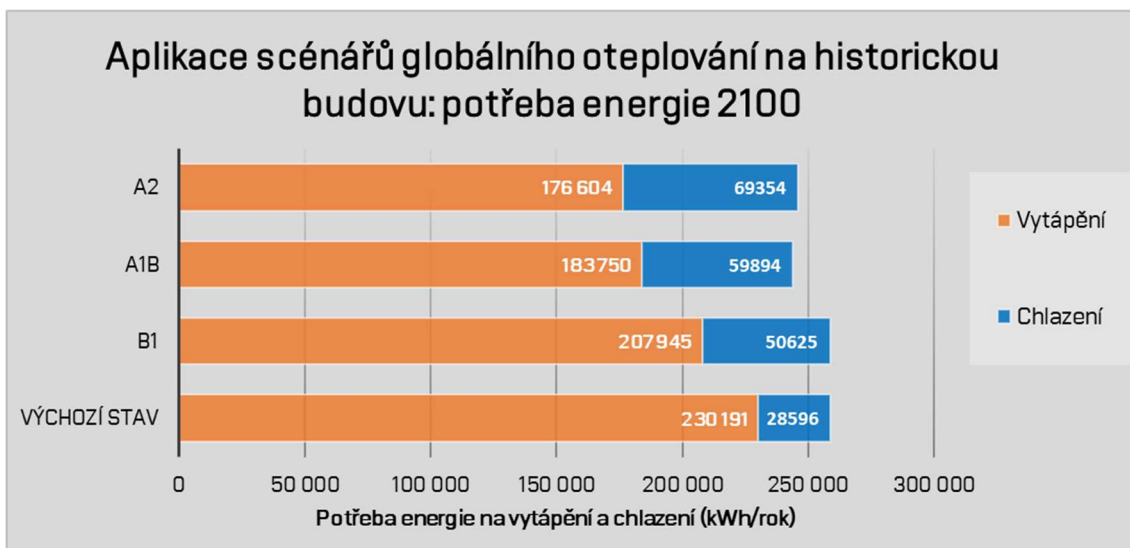
Aplikace scénářů globálního oteplování na historickou budovu: energetická bilance									
Scénář	Energetická bilance (kWh/rok)	Vytápění	Chlazení	Infiltrace + Větrání	Sluneční radiace	Lidé	Zařízení	Osvětlení	Přestup
Výchozí stav	-	230 191	-28 596	-63 300	46 412	60 147	67 574	13 141	-325 568
B1	2050	219 336	-39 669	-56 353	47 296	60 147	67 574	13 141	-311 499
	2100	207 945	-50 625	-48 098	47 150	60 147	67 574	13 141	-297 230
A1B	2050	209 492	-38 610	-57 869	46 647	60 147	67 574	13 141	-300 521
	2100	183 750	-59 894	-40 573	45 012	60 147	67 574	13 141	-270 790
A2	2050	211 683	-55 817	-55 817	45 667	60 147	67 574	13 141	-304 612
	2100	176 604	-69 354	-33 304	46 006	60 147	67 574	13 141	-260 806

Tab. 26 Energetická bilance historické budovy při aplikaci jednotlivých scénářů

Na Obr. 79 a 80 je graficky znázorněn rozdíl energetické náročnosti jednotlivých systémů při simulaci ve výchozím stavu (data z typického meteorologického roku) a při nejagresivnějším vývoji klimatických změn, tj. scénář A2 v roce 2100. Souhrnná Tab. 26 pak číselně popisuje všechny tři scénáře pro rok 2050 a 2100. Potřeba energie na vytápění v průběhu let klesá, dochází ovšem ke zvyšování potřeby energie na chlazení v letním období. V tabulce si také lze povšimnout, že všechny tři scénáře pracují s téměř neměnnou hodnotou zisků od sluneční radiace, u případů B1 a A1B dokonce dochází k mírnému poklesu v roce 2100. Stejně jako u analýzy výrobní haly i zde je vidět, že program Bsim 2002 nepočítá s dynamicky se měnícími zisky od tepelné produkce lidí nebo zařízení.



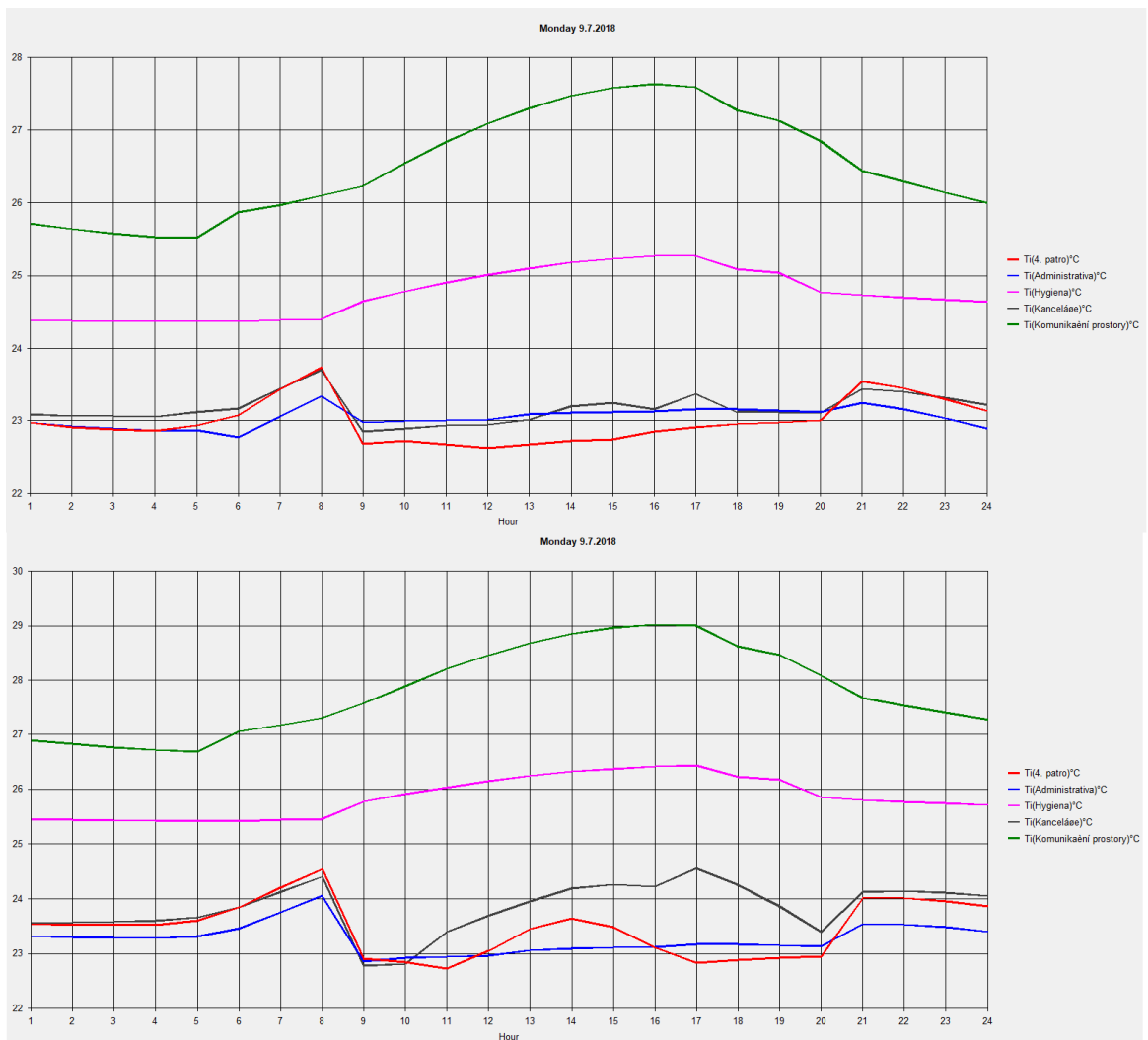
Obr. 81 Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro historickou budovu a rok 2050



Obr. 82 Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro administrativní budovu a rok 2100

C. 4. 3. 2. Provozní a ekonomické dopady klimatických změn

V předchozí kapitole byl stanoven cíl zjistit, zda systém chlazení zajistí požadovanou teplotu v interiéru i za předpokladu naplnění scénáře A2 a v případě potřeby navrhnout vhodná opatření. Při provedení simulací všech scénářů pro roky 2050 a 2100 bylo však zjištěno, že vnitřní chladicí jednotky jsou schopné všechny kancelářské prostory v interiéru udržovat na požadované teplotě 24 °C. Z toho vyplývá, že systém je tedy více či méně předimenzovaný a v žádném z posuzovaných scénářů nebude potřeba chladicí výkon navyšovat. Jako příklad udržitelnosti požadované teploty jsou uvedeny průběhy teplot 9. čerence na Obr. 83.



Obr. 83 Porovnání průběhů teplot dne 11. června pro výchozí stav (nahore) a scénář A2 2100 (dole)

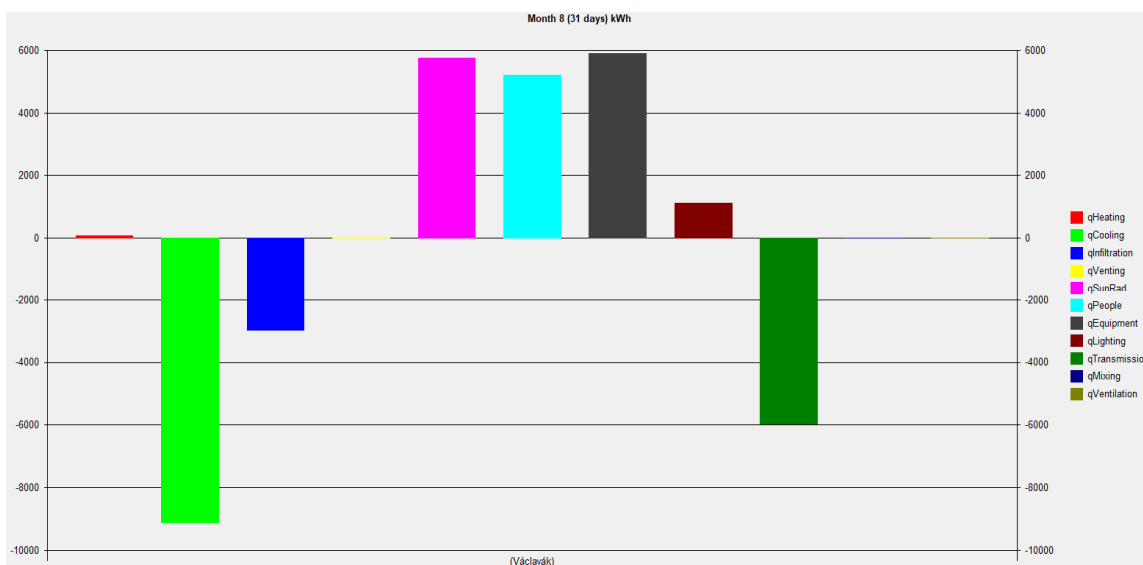
Aplikace scénářů globálního oteplování na historickou budovu: rozdíl oproti výchozímu stavu v kWh									
Scénář	Rozdíl oproti výchozímu stavu (kWh/rok)	Vytápění	Chlazení	Infiltrace + Větrání	Sluneční radiace	Lidé	Zařízení	Osvětlení	Přestup
Výchozí stav	-	230 191	-28 596	-63 300	46 412	60 147	67 574	13 141	-325 568
B1	2050	-10 855	11 073	-6 947	884	0	0	0	-14 069
	2100	-22 246	22 029	-15 202	738	0	0	0	-28 338
A1B	2050	-20 699	10 014	-5 431	235	0	0	0	-25 047
	2100	-46 441	31 298	-22 727	-1 400	0	0	0	-54 778
A2	2050	-18 508	27 221	-7 483	-745	0	0	0	-20 956
	2100	-53 587	40 758	-29 996	-406	0	0	0	-64 762

Tab. 27 Rozdíl potřeby a produkce energie u jednotlivých scénářů oproti výchozímu stavu v kWh

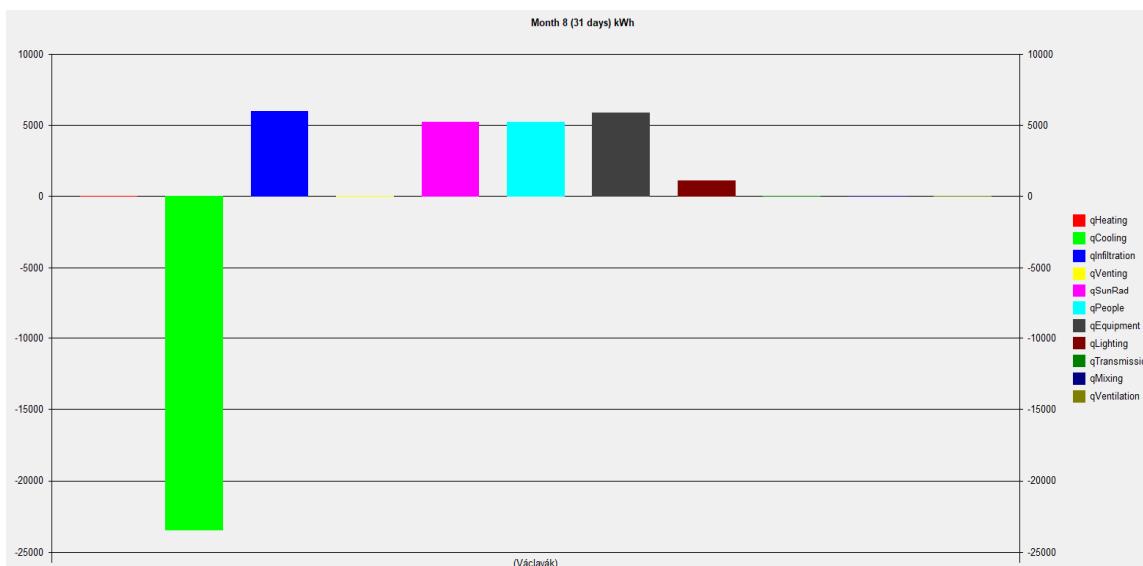
Aplikace scénářů globálního oteplování na historickou budovu: rozdíl oproti výchozímu stavu v %									
Scénář / Rozdíl oproti výchozímu stavu (%)	Vytápění	Chlazení	Infiltrace + Větrání	Sluneční radiace	Lidé	Zařízení	Osvětlení	Přestup	
Výchozí stav	-	52 446	-15 837	-46 138	44 232	6 306	24 793	3 268	-69 070
B1	2050	-5	39	-11	2	0	0	0	-4
	2100	-10	77	-24	2	0	0	0	-9
A1B	2050	-9	35	-9	1	0	0	0	-8
	2100	-20	109	-36	-3	0	0	0	-17
A2	2050	-8	95	-12	-2	0	0	0	-6
	2100	-23	143	-47	-1	0	0	0	-20

Tab. 28 Rozdíl potřeby a produkce energie u jednotlivých scénářů oproti výchozímu stavu v %

V tabulkách 27 a 28 je zobrazen nárůst nebo naopak pokles potřeby energie a energetické toky při jednotlivých scénářích vůči výchozímu stavu. Podle agresivity prognózy dochází vždy k mírnému procentuálnímu poklesu potřeby energie pro vytápění. U scénáře A1B v roce 2100 vychází pokles o 20 %, u A2 dokonce o 23 %. Zajímavější je ovšem výrazní nárůst potřeby energie na chlazení. Z nejnižší procentuální hodnoty tj. 35 % v roce 2050 pro A1B se v případě scénáře A2 v roce 2100 dostáváme až na 143 % původní hodnoty, tedy potřeba roste z původních 28, 6 MWh/rok na 69,4 MWh/rok. Tento jev lépe vysvětlí obrázky 57 a 58. Zde je vidět, že u výchozího stavu se v součtu energetické toky z infiltrace, větrání a přestupu řadí na stranu tepelných ztrát. Naopak u prognózy A2 pro rok 2100 je infiltrace a větrání příčinou vyšších tepelných zisků, přestup tepla konstrukcemi vykazuje téměř nulovou součtovou hodnotu. Tepelné zisky od lidí, zařízení a osvětlení se téměř shodují pro všechny aplikované varianty.



Obr. 84 Energetická bilance ve výchozím stavu pro měsíc srpen



Obr. 85 Energetická bilance pro scénář A2 v roce 2100 pro měsíc srpen

Vzhledem k neposkytnutí cen za elektrickou energii a plyn ze strany provozovatele objektu nelze dále pokračovat ve finanční analýze. Dá se ovšem očekávat podobný výsledek jako v kapitole C. 4. 2. 2. u administrativní budovy

C. 4. 4. Závěr z prováděné analýzy

Učinit jednoznační závěry z celkové analýzy všech scénářů na posuzované objekty není vůbec jednoduchý úkol. Do simulací, stejně jako do klimatických dat u jednotlivých scénářů, vstupuje velké množství proměnných. Aby byla lépe vystihnuta nejdůležitější informace, plynoucí z této práce, byla vytvořena Tab. 29, která shrnuje údaje, důležité pro vyvození závěru.

Shrnutí poznatků z analýzy chování budov při klimatických změnách				
Budova	Objem budovy (m ³)	Chlazení	Nevyhovující scénáře	
			2050	2100
Historická budova	10 467	Ano	Žádné	Žádné
Administrativní budova	3 221	Ano	Žádné	Žádné
Výrobní hala	68 916	Ne	Žádné	B1, A1B, A2

Tab. 29 Shrnutí poznatků z analýzy chování budov při klimatických změnách

Z tabulky a předchozích kapitol vyplývá, že administrativní budova a výrobní hala je po stránce dimenzování chladicího systému plně připravena zvládnout vyšší tepelnou zátěž v případě naplnění všech posuzovaných variant (B1, A1B, A2) jak pro

rok 2050 tak také v roce 2100. Důvodem této výkonové rezervy je zřejmě fakt, že při návrhu chladicího systému a rozmístění vnitřních jednotek byl místo podrobného výpočtu teplé zátěže učiněn hrubý odhad ze strany projektanta, který počítal s určitým stupněm předimenzování. Vyšší výkon jednotlivých jednotek nevede k výraznému zdražení celkového systému. Jako příklad může být uvedena cena za vnitřní jednotku LG STANDART PLUS o výkonu 2 kW ze dne 11. 11. 2019, 19 850 Kč. Výrobek stejné řady, pouze o výkonu 3, 5 kW stál ve stejný den 20 500 Kč. Rozdíl cen je v takovémto případě pro investora minimální. Předpoklad byl také alespoň u administrativní budovy autorovy práce potvrzen od projektanta technického zařízení v rámci rekonstrukce objektu. [50]

Problém s přehříváním budovy ale nastává v případě výrobní haly. Při vhodném nastavení profilu užívání a větrání objektu v nočních a ranních hodinách podle kapitoly C. 4. 1. 3. jsme schopni udržet požadovanou maximální teplotu v interiéru v případě naplnění všech scénářů pro rok 2050. To ovšem již neplatí, bude-li zvyšování průměrné venkovní teploty dle prognóz pokračovat a vezmeme v potaz stav v roce 2100. Objekt nevyhoví za předpokladu naplnění jakéhokoliv ze tří analyzovaných stavů (B1, A1B, A2). Tento problém je dále ještě prohlouben, pokud se zaměříme na velikost objektu. Objem haly je více než 6násobně větší než objem historické budovy a více než 21násobně větší než administrativní budova. Světlá výška činní až 12 metrů, délka jednotlivých lodí je 60 metrů. Takovéto parametry jsou velmi nepříznivé pro jakýkoliv dodatečný návrh chladicího systému. A to jak po stránce finanční, tak po stránce koncepční. Délky rozvodů, rozmístění v prostoru, překonání výškových rozdílů, narušení dispozice nebo odolnost proti kyselým výparům z mořírny.

Z příkladů objektů v této práci tedy vyplývá, že klimatické změny po stránce přehřívání objektů mohou v budoucnu znamenat velký problém především pro objemné výrobní, skladovací a ostatní průmyslové haly. Pro objektu, u kterých v současné době nebylo nutné (například díky způsobu větrání nebo akumulaci chladu v konstrukcích) tento problém při návrhu řešit a chladicí systém u nich nebyl projektován.

D. Závěr

Tato diplomová práce pojednává o třech vybraných objektech z hlediska energetiky a klimatických změn. Jedná se o novou výrobní halu pro provádění chemických povrchových úprav ocelí, historickou budovu z konce 19. století využívanou jako administrativní objekt a kancelářskou budovu postavenou v roce 2002. Jsou vytvořeny nebo upraveny modely staveb v simulačním programu BSim 2002. Historická budova je zkalibrována na základě měření, u zbylých dvou objektů je nastaven profil užívání na základě znalosti provozu a konzultace s majiteli. Autorem práce je navrženo a realizováno propojení technologické vzduchotechniky s úsekem měření a regulace výrobní haly a probíhá zahájení zkušebního provozu systémů. Pro provozovatele historické budovy v Praze byly navrženy dvě varianty optimalizace vytápění; ekonomická a komfortní.

Dále je vypracována grafická a protokolární část energetického auditu u administrativní budovy. Zpracování probíhá v programu DEKSOFT. Současný stav energetické náročnosti ukázal třídu D pro obálku budovy, systém chlazení a způsob přípravy teplé vody a třídu C pro osvětlení a vytápění. Potřeba energie pro jednotlivé systémy s malou odchylkou koresponduje s potřebou dle simulace v softwaru BSim. Jsou navrženy dvě varianty úsporných opatření. Záměna stávajícího plynového kotle za nový kondenzační kotel a optimalizací rozvodů otopné a teplé užitkové vody a bod ve variantě I spolu se záměnou stávajících žárovek za kompaktní zářivky. Autorem je vybrána varianta II, investice s dobou návratnosti 3 roky a vnitřním výnosovým procentem investice 39 %. Systém osvětlení tak spadá do třídy A, vytápění do třídy B a příprava TUV do třídy C.

Poslední částí této práce je posouzení vlivu jednotlivých scénářů klimatických změn na energetiku tří zmiňovaných budov. Jako podklad pro pochopení problematiky a úvod slouží teoretická část této práce. Shrnuje stručně dosavadní poznatky, popisuje organizace a instituce věnující se tématu a objasňuje některé mýty. Jsou vybrány tři varianty klimatických změn, ke kterým jsou dostupná data pro stav v roce 2050 a 2100. Jsou to scénáře B1, A1B a nejintenzivnější změny dle A2. Je provedeno velké množství simulací a z nich vyplývá následující závěr. Historická

budova v práci i administrativní objekt jsou, co se týká chladicího systému, předimenzovány a zvládnou tedy uchladit dokonce i zvýšenou teplenou zátěž dle A2 v roce 2100. S přihlédnutím k současným cenám energií se dokonce dá vypočítat, že díky úsporám energie na vytápění dojde k drobnému snížení nákladů na provoz administrativní budovy.

Zásadní problém s přehříváním interiéru lze pozorovat u výrobní haly. Bylo provedeno několik simulací s optimalizací systému větrání a navrženo několik provozních opatření tak, aby nedocházelo k překročení teploty 30 °C v interiéru u všech scénářů pro rok 2050. Pro varianty B1, A1B ani A2 již ale nelze udržet požadovaná teplota s daty pro rok 2100. Z hlediska hygienických požadavků je pracovní prostředí nevyhovující. Vzhledem k velikosti objektu a dalším parametrům, jako je světlá výška hal, případné rozmístění vnitřních chladicích jednotek v prostoru, překonání výškových rozdílů, narušení dispozice nebo odolnost proti kyselým výparům z mořírny, je možnost dodatečné instalace klimatizačního systému vyhodnocena jako velmi problematická. Podobný problém může nastat u mnoha dalších objektů s podobným konstrukčním systémem a účelem užívání.

Seznam použité literatury

- [1] MYLES, Allen a John BROOME. Souhrnná zpráva Páté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC). MEZIVLÁDNÍ PANEL PRO ZMĚNU KLIMATU ZMĚNA KLIMATU 2014. 2014, (5), 38.
- [2] AUGUSTYN, Adam. Greenhouse effect. ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA [online]. Londýn: Encyclopædia Britannica, 2010 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/greenhouse-effect>
- [3] Countries and regions. ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA [online]. Paříž: ©IEA 2020 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.iea.org/countries>
- [4] From oil security to steering the world toward secure and sustainable energy transitions. ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA [online]. Paříž: ©IEA 2020 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.iea.org/about/history>
- [5] SCOTT, Richard. International Energy Agency. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Energy_Agency
- [6] IPCC Factsheet: What is the IPCC? In: The Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. Geneva (SW): IPCC Secretariat c/o World Meteorological Organization, 2013 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/FS_what_ipcc.pdf
- [7] IPCC Factsheet: How does the IPCC review process work? In: The Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. Geneva (SW): IPCC Secretariat c/o World Meteorological Organization, 2013 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/FS_review_process.pdf
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change
- [9] Rámcová úmluva OSN o změně klimatu. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2008 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu
- [10] United Nations Framework Convention on Climate Change. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-03]. Dostupné z:

https://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Framework_Convention_on_Climate_Change

- [11] Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2008 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol
- [12] Kyoto Protocol. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol
- [13] SVÍTIL, Radek a Michael POLÁK. Co přináší Kjótský protokol? In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: BEZK, 2016 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/co-prinasi-kjotsky-protokol>
- [14] TOLATZ, Radim. Jedni emise snižují, druzí jich vypouštějí stále více. Pařížská konference a 10 let s Kjótským protokolem. In: HlídacíPes [online]. Praha, 2014, 1. prosince 2015 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://hlidacipes.org/deset-let-s-kjotskym-protokolem-jedni-emise-snizuji-druzi-jich-vypousteji-stale-vice/>
- [15] Paris Agreement. In: European Commission [online]. Brusel: European Union, 1995 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en
- [16] RUBINOVÁ, Olga. Budova a energie Energetická náročnost a legislativa ČR. Brno, 2018. Prezentace pro výuku. Fakulta stavební Vysoké učení technické v Brně.
- [17] The Paris Agreement. In: United Nations Framework Convention on Climate Change [online]. Bonn (GE): UN Campus, 1992 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- [18] Pařížská dohoda. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pa%C5%99%C3%AD%C5%B5sk%C3%A1_dohoda
- [19] Skleníkový efekt. In: PočasíCZ [online]. Praha, 2002, 13.09.2015 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.pocasicz.cz/aktuality-o-pocasi/aktuality-471/sklenikovy-efekt-1902>
- [20] Skleníkový efekt. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sklen%C3%ADkov%C3%BD_efekt

- [21] Co je skleníkový efekt - působí na klima? In: Hospodářské noviny [online]. Praha: Economia, a.s., 1996, 23. 9. 1997 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-938206-co-je-sklenikovy-efekt-pusobi-na-klima>
- [22] What Is the Greenhouse Effect? In: American Chemical Society [online]. New York (USA): American Chemical Society, 2005 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.acs.org/content/acs/en/climatescience/climatesciencenarratives/what-is-the-greenhouse-effect.html>
- [23] MYLES, Allen a John BROOME. Souhrnná zpráva Páté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC). MEZIVLÁDNÍ PANEL PRO ZMĚNU KLIMATU ZMĚNA KLIMATU 2014. 2014, (5), 38.
- [24] Country GHG Emissions - Total GHG Emissions Excluding Land- - 2014. In: CAIT Climate Data Explorer [online]. Washington, DC (USA): World Resources Institute, 2003 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: [http://cait2.wri.org/historical/Country%20GHG%20Emissions?indicator\[\]=Total%20GHG%20Emissions%20Excluding%20Land-&year\[\]=2014&sortIdx=NaN&chartType=geo](http://cait2.wri.org/historical/Country%20GHG%20Emissions?indicator[]=Total%20GHG%20Emissions%20Excluding%20Land-&year[]=2014&sortIdx=NaN&chartType=geo)
- [25] Největší producenti CO₂ na světě a v Evropě. In: OEnergetice.cz [online]. Praha, 2005 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/zahranicni/nejvetsi-producenti-co2-na-svete/>
- [26] PETTINGER, Tejvan. Top CO₂ polluters and highest per capita. In: OEnergetice.cz [online]. Oxford (GB): Tejvan Pettinger, 2013, 29. 10. 2019 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.economicshelp.org/blog/10296/economics/top-co2-polluters-highest-per-capita/>
- [28] KILIÁN, Karel. Emise CO₂ produkované energetickým průmyslem v USA klesly pod úroveň roku 1987 Více na: <https://vtm.zive.cz/clanky/emise-co-produkovane-energetickym-prumyslem-v-usa-klesly-pod-uroven-roku-1987/sc-870-a-195708/default.aspx>. In: VTM.cz [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s, 2. 11. 2018 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/emise-co-produkovane-energetickym-prumyslem-v-usa-klesly-pod-uroven-roku-1987/sc-870-a-195708/default.aspx>
- [29] Světová obchodní organizace. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btov%C3%A1_obchodn%C3%AD_organizace
- [30] Electric car. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car

- [31] DECARBONISING TRANSPORT BY 2050. In: Platform for Electromobility [online]. 2018 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://www.platformelectromobility.eu/wp-content/uploads/2018/02/Decarbonising-transport-by-2050_Joint-paper-ambitious-decarbonisation-electrification-of-mobility_VFINAL.pdf
- [32] ŠIMONÍK, Milan. Vývoj exportu a importu elektřiny. In: Energetika v souvislostech [online]. Slavkov u Brna [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://simonikmilan.files.wordpress.com/2013/08/saldo-export-2000-2012.jpg>
- [33] ČERVINKOVÁ, Jana. Norsko je blízko tomu stát se první plně elektrifikovanou společností na světě. In: OEnergetice.cz [online]. Praha [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/norsko-blizko-tomu-stat-se-prvni-plne-elektrifikovanou-spolecnosti-svete>
- [34] MIKULKA, Milan. Vláda rozhodla o prolomení limitů na lomu Bílina. Těžba se zastaví 500 metrů od domů. In: Aktuálně CZ [online]. Praha: Economia, a.s. z, 1999, 19. 10. 2015 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/limity-na-lomu-bilina-se-prolomi-u-csadal-plati-rozhodla-vl/r~ef5630aa764511e594170025900fea04/>
- [35] PEARCE, Fred. 16 lodí vydá stejné znečištění jako všechna auta na světě. In: CEZ OKNO [online]. Bratislava (SKÚ, 2008, 21. 11. 2009 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.cez-okno.net/clanok/ekopohlad/16-lodi-vyda-stejne-znecistení-jako-vsechna-auta-na-svete>
- [36] ALLEY, Richard, Terje BERNTSEN a Zhenlin CHEN. Příspěvek Pracovní skupiny I ke Čtvrté hodnotící zprávě. In: The Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. Geneva (SW), 1995, 2007 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/03/ar4-wg1-spm_czech.pdf
- [37] BERNSTEIN, Lenny, Peter BOSCH a Osvaldo CANZIANI. Čtvrtá hodnotící zpráva: Změna klimatu 2007: Souhrnná zpráva. Mezivládní panel pro změnu klimatu. 1995, 2007(4), 24.
- [38] TRNKA, ŽALUD, HLAVINKA a BARTOŠOVÁ. Jaké bude klima?: Co je to scénář? Czech Globe. Mendlova universita v Brně, 1995, , 12.
- [39] ALLEY, Richard, Terje BERNTSEN a Zhenlin CHEN. Změna klimatu 2007: Příspěvek Pracovní skupiny I ke Čtvrté hodnotící zprávě. In: The Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. Geneva (SW), 1995, 2007 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.ipcc.ch/>
- [40] Richard Kalný *Analýza vnitřního klimatu a energetické hodnocení historické budovy*. Brno, 2018. 103 s., 200 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Weyr

- [41] Nařízení vlády č. 68/2010 Sb. Zákony pro lidi [online]. Zlín: AION CS, 2010 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-68>
- [42] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Zákony pro lidi [online]. Zlín: AION CS, 2010 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361#p6>
- [43] Krizik - IPRAGU79. In: Weather underground [online]. TWC Product and Technology, 2014 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IPRAGU79>
- [44] Vyhláška č. 480/2012 Sb. In: Zákony pro lidi [online]. AION CS, 2010 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-480>
- [45] Výpočtové programy. In: DEKSOFT [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/codek/?penb>
- [46] Vyhláška č. 480/2012 Sb.: Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku. In: Zákony pro lidi [online]. Praha: AION CS [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-480>
- [47] CHADIM, Tomáš. Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. In: TZB-info [online]. Praha: Topinfo s.r.o, 2001 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- [48] FIELD, Christopher B. a Vicente R. BARROS. Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability : Working Group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. 2014- [cit. 2020-01-04]. DOI: 978-1-107-05807-1. ISSN 978-1-107-05807-1.
- [49] CHADIM, Tomáš. MAXIMÁLNÍ A MINIMÁLNÍ POVOLENÁ TEPLOTA NA PRACOVÍŠTI PODLE ZÁKONA. In: INFORMAČNÍ PORTÁL O BEZPEČNOSTI PRÁCE [online]. Magazín BezpečnostPráce.info, 2013, 2016 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/povinnosti/maximalni-a-minimalni-povolena-teplota-na-pracovisti/>
- [50] Samsung Wind-Free Standard 3,5 kW [online]. In: . [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.baxx.cz/domaci-klimatizace-samsung-windfree-standard/samsung-windfree-standard-3-5-kw/>

Seznam tabulek

Tab. 1 Zvyšování průměrné teploty a hladiny moří u jednotlivých scénářů SRES do roku 2099 [37]	31
Tab. 2 Příklady některých regionálních dopadů vyplývajících z projekcí [39].....	35
Tab. 3 Zónování výrobní haly v programu	60
Tab. 4 Zónování administrativní budovy v programu	64
Tab. 5 Zónování historické budovy v programu.....	67
Tab. 6 Umístění dataloggerů	67
Tab. 7 Odchylnka naměřených teplot od simulace v softwaru	72
Tab. 8 Kalibrace modelu v zimním období pro zónu Kanceláře (datalogger Praha)73	
Tab. 9 Varianty nastavení systému topení v historické budově	76
Tab. 10 Soupis základních údajů o energetických vstupech - původní stav [46]....	85
Tab. 11 Soupis základních údajů o energetických vstupech - Varianta I [46].....	85
Tab. 12 Soupis základních údajů o energetických vstupech - varianta II [46]	86
Tab. 13 Základní technické ukazatele zdroje energie u původní varianty [46]	87
Tab. 14 Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie u původní varianty [46]	87
Tab. 15 Výchozí roční energetická bilance [46].....	88
Tab. 16 Upravená roční energetická bilance pro všechny varianty [46]	88
Tab. 17 Energetická bilance jednotlivých systémů pro použité scénáře.....	95
Tab. 18 Průměrné a maximální teploty pro jednotlivé scénáře	98
Tab. 19 Absolutní a procentuální zastoupení dnů s teplotou na 30 °C bez regulace větrání.....	98
Tab. 20 Průměrné a maximální teploty v hale při regulaci větrání	101
Tab. 21 Rozdíl průměrných a maximálních teplot v hale bez a při regulaci větrání	101
Tab. 22 Absolutní a procentuální zastoupení dnů s teplotou na 30 °C s regulací větrání.....	103
Tab. 23 Energetická bilance administrativní budovy při aplikaci jednotlivých scénářů	106
Tab. 24 Rozdíl potřeby a produkce energie u jednotlivých scénářů oproti výchozímu stavu	109
Tab. 25 Ekonomické dopady jednotlivých scénářů při aktuálních cenách energií	109
Tab. 26 Energetická bilance historické budovy při aplikaci jednotlivých scénářů..	111

Tab. 27 Rozdíl potřeby a produkce energie u jednotlivých scénářů oproti výchozímu stavu v kWh	113
Tab. 28 Rozdíl potřeby a produkce energie u jednotlivých scénářů oproti výchozímu stavu v %	114
Tab. 29 Shrnutí poznatků z analýzy chování budov při klimatických změnách	115

Seznam obrázků

Obr. 1 Globální rysy dopadů přisuzované změně klimatu [1]	14
Obr. 2 Závazky jednotlivých zemí v rámci Kjótského protokolu a jejich dodržování pro rok 2012 [14].....	16
Obr. 3 Největšími producenty CO ₂ , EHP=evropský hospodářský prostor [18]	18
Obr. 4 Scénář snižování podílu neobnovitelných zdrojů energie [16]	19
Obr. 5 Analogie skleníkového efektu se zemědělským skleníkem [19].....	20
Obr. 6 Zvyšování koncentrace oxidu uhličitého v naší atmosféře od roku 1960 [20]	21
Obr. 7 Celkové roční antropogenní emise skleníkových plynů dle Páté hodnotící zprávy IPCC [23]	22
Obr. 8 Rozdělení emisí skleníkových plynů podle sektorů [24].....	23
Obr. 9 Produkce skleníkových plynů podle států pro rok 2016 [25].....	24
Obr. 10 Produkce skleníkových plynů podle států 1990-2014 [25]	24
Obr. 11 Produkce CO ₂ jednotlivých států na obyvatele [26].....	25
Obr. 12 Vývoj exportu a importu elektřiny v ČR mezi lety 2000 a 2012 [32]	27
Obr. 13 Zvyšování průměrné teploty podle scénářů SRES do roku 2100 [38].....	30
Obr. 14 Prostorové rozložení nárůstu teploty vzduchu pro scénář A1B a rok 2100 [39]	30
Obr. 15 Ubývání arktického oceánského ledovce v důsledku klimatických změn do roku 2100 [39]	31
Obr. 16 Dopady na výnosy vybraných potravin do roku 2013 pro mírné a tropické oblasti [36]	33
Obr. 17 Očekávané globální přerozdělení maximálního potenciálu rybolovu A1B [39]	33
Obr. 18 Hala pro provádění povrchových úprav.....	38
Obr. 19Dopravní systém – kolej a mostový jeřáb.....	39
Obr. 20 Podstropní topné jednotky Sahara.....	42
Obr. 21 Kotelna ve výrobní hale	43
Obr. 22 Polypropylenové vany a VZT	45
Obr. 23 Absorbér kyselých výparů	46
Obr. 24 Neutralizační stanice	47

Obr. 25 Administrativní budova	48
Obr. 26 Studie 2 NP	49
Obr. 27 Fotografie posuzované stavby	52
Obr. 28 Výřez půdorysu 1 NP – ukázka výkresové dokumentace z roku 1995.....	54
Obr. 29 Rozhraní systému MaR od společnosti Sauter	56
Obr. 30 Geometrický model výrobní haly v programu BSim 2002.....	59
Obr. 31 Uživatelské rozhraní programu BSim 2002.....	60
Obr. 32 Nastavení vytápění pro zónu 2 NP	62
Obr. 33 Geometrický model administrativní budovy	63
Obr. 34 Nastavení systému chlazení pro 2 NP	65
Obr. 35 Geometrický model historické budovy	65
Obr. 36 Průměrné teploty pro všechny datalogery v zimním období.....	68
Obr. 37 Průměrné teploty z dataloggeru PRAHA a CHOĐBA 4 NP pro měsíc listopad	69
Obr. 38 Krátkodobé výkyvy teplot.....	70
Obr. 39 Profil meteostanice <i>IDPRAGU79</i> na portálu <i>www.wunderground.com</i> [43]	71
Obr. 40 Nastavení profilu užívání - Lidé pro zónu Administrativa	72
Obr. 41 Roční energetická bilance „současný stav“	74
Obr. 42 Tabulka roční energetické bilance „současný stav“	74
Obr. 43 Roční energetická bilance „varianta I“	75
Obr. 44 Tabulka roční energetické bilance „varianta I“	75
Obr. 45 Roční energetická bilance „varianta II“	76
Obr. 46 Tabulka roční energetické bilance „varianta II“	76
Obr. 47 Část Průkazu energetické náročnosti budovy.....	78
Obr. 48 Ukazatelé energetické náročnosti budovy	79
Obr. 49 Spotřeba energie podle energonositelů.....	80
Obr. 50 Dílčí dodané energie	80
Obr. 51 Srovnání energetické bilance z PENB a softwaru	81
Obr. 52 Ukazatele energetické náročnosti budovy - varianta I	82
Obr. 53 Dílčí dodané energie - varianta I	83
Obr. 54 Ukazatele energetické náročnosti budovy - varianta II.....	83

Obr. 55 Dílčí dodané energie - varianta II	84
Obr. 56 Ekonomické hodnocení varianty I [47]	89
Obr. 57 Ekonomické hodnocení varianty II [47].....	90
Obr. 58 Globální emise skleníkových plynů a povrchové oteplení u jednotlivých scénářů [37]	92
Obr. 59 Globální změny teplot a zvýšení mořské hladiny u jednotlivých scénářů [37]	92
Obr. 60 Energetická bilance: výchozí stav.....	93
Obr. 61 Energetická bilance: B1 2050.....	93
Obr. 62 Energetická bilance: B1 2010.....	94
Obr. 63 Energetická bilance: A1B 2050.....	94
Obr. 64 Energetická bilance: A1B 2100.....	94
Obr. 65 Energetická bilance: A2 2050.....	95
Obr. 66 Energetická bilance: A2 2100.....	95
Obr. 67 Potřeba energie pro vytápění u jednotlivých scénářů pro výrobní halu a rok 2050.....	96
Obr. 68 Potřeba energie pro vytápění u jednotlivých scénářů pro výrobní halu a rok 2100.....	97
Obr. 69 Průběh teplot 4. července, výchozí stav.....	99
Obr. 70 Větrání zóny Tryskání, haly pouze dle provozu.....	99
Obr. 71 Nastavení systém větrání pro zónu Tryskání, haly (vlevo) a Moření (vpravo)	100
Obr. 72 Porovnání průběhů teplot v červenci pro výchozí stav při regulaci větrání (nahore) a bez regulace větrání (dole)	102
Obr. 73 Porovnání průběhů teplot v červenci pro scénář A1B 2100 při regulaci větrání (nahore) a bez regulace větrání (dole)	103
Obr. 74 Energetická bilance administrativní budovy pro výchozí stav	106
Obr. 75 Energetická bilance administrativní budovy scénář A2 v roce 2100	106
Obr. 76 Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro administrativní budovu a rok 2050.....	107
Obr. 77Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro administrativní budovu a rok 2100.....	107

Obr. 78 Porovnání průběhů teplot dne 11. června pro výchozí stav (nahore) a scénář A2 2100 (dole).....	108
Obr. 79 Energetická bilance pro výchozí stav	110
Obr. 80 Energetická bilance pro scénář A2 v roce 2100.....	110
Obr. 81 Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro historickou budovu a rok 2050.....	111
Obr. 82 Potřeba energie pro vytápění a chlazení u jednotlivých scénářů pro administrativní budovu a rok 2100.....	112
Obr. 83 Porovnání průběhů teplot dne 11. června pro výchozí stav (nahore) a scénář A2 2100 (dole).....	113
Obr. 84 Energetická bilance ve výchozím stavu pro měsíc srpen.....	114
Obr. 85 Energetická bilance pro scénář A2 v roce 2100 pro měsíc srpen	115

Seznam použitých zkratek a symbolů

ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
TZB	technická zařízení budov
CO ₂	oxid uhličitý
PENB	průkaz energetické náročnosti budovy
NP	nadzemní patro
PP	podzemní patro
m. n. m.	metrů nad mořem
U	součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]
A	plocha konstrukce po odečtení otvorů [m ²]
V _m	objem místnosti [m ³]
IPCC	Mezivládní panel pro klimatické změny
OECD	Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
SRES	Special Report on Emissions Scenarios
kW	kilowatt
mm	milimetr
cm	centimetr
m ³	metr krychlový
ppm	počet částic (parts of milion)
OSN	Organizace spojených národů
°C	stupeň Celsia
EU	Evropská Unie
CH ₄	metan
N ₂ O	oxid dusný
Gt	gigatuna
WTO	Světová obchodní organizace
LPG	zkapalněný ropný plyn (palivo)
CNG	stlačený zemní plyn (palivo)
ČR	Česká Republika
TMY	typický meteorologický rok (u klimatických dat)

DVTV	Drtinová Veselovský TV (publicistický pořad)
ŽB	železobeton
PVC	polyvinylchlorid
MaR	systém měření a regulace
VZT	vzduchotechnika
l	litr
Sb.	sbírky (u zákonů)
kWh	kilowatthodina
MWh	megawatthodina
IRR	vnitřní výnosové procento investice
Kč	korun českých
TUV	teplá užitková voda
ÚT	ústřední topení

Seznam příloh

- P1 Nastavení profilů užívání budov v programu BSim 2002
- P2 Energická bilance při simulaci se scénáři globálního oteplení
- P3 Grafická a protokolární část auditu administrativní budovy – výchozí stav
- P4 Grafická a protokolární část auditu administrativní budovy – varianta I
- P5 Grafická a protokolární část auditu administrativní budovy – varianta II
- P6 Výkresy (podklad pro vytvoření modelů budov v programu *BSim*)