

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Projekt elektroinstalace vybrané části objektu

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav KONČÍK**
Osobní číslo: **E09B0013P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Projekt elektroinstalace vybrané části objektu**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Analyzujte stav a vývoj TZB v posledních několika letech.
2. Popište možnosti a principy úspory energie v bytových a rodinných domech.
3. Navrhněte elektroinstalaci části objektu s ohledem na spotřebu energie a navazující řídicí systémy objektu.
4. Diskutujte vliv umístění stavby a parteru na celkovou spotřebu budovy a tepelnou pohodu uvnitř objektu.
5. Zhodnoťte technická opatření vedoucí k úspoře energie.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Aleš Krutina**
Nové technologie - výzkumné centrum

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na řešení úspor spojených s elektroinstalací objektu použitím inteligentní elektroinstalace oproti klasické elektroinstalaci. V dnešní době se klade důraz na minimalizování energetických ztrát budov a hledají se stále nové možnosti energeticky úsporného provozu.

Klíčová slova

Elektroinstalace, energetické úspory, Trombeho stěna, KNX, tepelná pohoda, kvalita prostředí, prostup tepla, tepelné ztráty, přenos signálu, spotřeba objektu.

Annotation

This Bachelor thesis *House wiring project of the particular part of the building* is deal with technology saving associated with the electrical installation in the building using intelligent installation and conventional wiring. Nowadays, the emphasis is on minimizing energy-loss of the building, and development is still looking for a new ways of the energy saving.

Key words

Electrical installation, energy-saving, Trombe wall, KNX, thermal comfort, quality environment, heat transfer, signal transduction, the consumption of the building.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne

Miroslav Končík

.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Aleši Krutinovi za odborné rady a doporučení podkladů k vypracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat sdružení ENVIC, o. s., Plzeň za poskytnutí naměřených dat.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	1
ÚVOD.....	2
1. VYTÁPĚNÍ OBJEKTU.....	3
1.1 SOUČASNÁ SITUACE.....	3
1.1.1 <i>Ekologická daň</i>	3
1.1.2 <i>Zelená úsporám</i>	3
1.1.3 <i>Energetická náročnost budov</i>	3
1.2 MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ.....	4
1.3 PLYNOVÝ KOTEL.....	4
1.3.1 <i>Typy plynových kotlů</i>	5
1.3.2 <i>Vytápění plynovým kotlem</i>	6
1.3.3 <i>Výhody a nevýhody používání plynového kotle</i>	6
1.4 TEPELNÁ ČERPADLA	7
1.4.1 <i>Princip</i>	7
1.4.2 <i>Provedení tepelných čerpadel</i>	8
1.4.3 <i>Výhody tepelných čerpadel</i>	9
2. MOŽNOSTI ÚSPORY ENERGIE.....	10
2.1 ZATEPLENÍ OBJEKTU	10
2.1.1 <i>Tloušťka izolace</i>	10
2.2 KVALITA PROSTŘEDÍ.....	10
2.3 ÚSPORY ENERGÍÍ ÚPRAVOU VODY	11
2.4 ZJIŠTĚNÍ TEPELNÝCH ZTRÁT	11
2.4.1 <i>Prostup tepla</i>	12
2.5 TROMBEHO STĚNA	13
2.5.1 <i>Funkce</i>	13
2.5.2 <i>Použití v podmínkách ČR</i>	14
2.5.3 <i>Výhody</i>	14
2.5.4 <i>Nevýhody</i>	14
2.5.5 <i>Výsledky měření Trombeho stěny</i>	14
3. NÁVRH ELEKTROINSTALACE OBJEKTU.....	17
3.1 SYSTÉMOVÁ ELEKTROINSTALACE	17
3.1.1 <i>Výhody a nevýhody inteligentní elektroinstalace</i>	18

3.2	KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE	18
3.2.1	<i>Výhody a nevýhody klasické instalace</i>	<i>19</i>
3.3	ŘÍDICÍ SYSTÉM KNX.....	19
3.3.1	<i>Výhody systému.....</i>	<i>19</i>
3.3.2	<i>Princip systému KNX.....</i>	<i>20</i>
3.3.3	<i>Základní struktura technologie KNX/EIB.....</i>	<i>20</i>
3.3.4	<i>Topologie</i>	<i>21</i>
3.3.5	<i>Přenos signálu</i>	<i>21</i>
3.4	VÝHODY ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ	22
3.5	ELEKTROINSTALACE ČÁSTI OBJEKTU	23
3.5.1	<i>Úspory získané inteligentní elektroinstalací.....</i>	<i>24</i>
3.5.2	<i>Výpočet úspor na osvětlení</i>	<i>24</i>
3.5.3	<i>Popis částí systému KNX</i>	<i>25</i>
4.	VLIV UMÍSTĚNÍ STAVBY	27
4.1	TEPELNÁ POHODA.....	27
4.1.1	<i>Ovlivňující faktory</i>	<i>27</i>
4.2	CELKOVÁ SPOTŘEBA BUDOVY	28
4.3	VYBRANÝ OBJEKT.....	28
5.	TECHNICKÁ OPATŘENÍ PRO ÚSPORU ENERGIE.....	30
	ZÁVĚR.....	32
	POUŽITÁ LITERATURA.....	33
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	34
	SEZNAM PŘÍLOH.....	35
	EVIDENČNÍ LIST.....	36

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ANSI	Americký národní standardizační institut (American National Standards Institute)
b/s	Jednotka přenosové rychlosti – bit za sekundu
Bd	Jednotka modulační rychlosti - Baud
CEN	Evropský výbor pro normalizaci (Comité Européen de Normalisation)
CENELEC	Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice (European Committee for Electrotechnical Standardization)
COP	Topný faktor (Coefficient of performance)
CZT	Centrální zdroj tepla
ČSN	Česká technická norma
DC	Stejnoseměrné napětí (direct current)
EIB	Evropská instalační sběrnice (European Installation Bus)
EN	Evropská norma
IP	Základní protokol pracující na síťové vrstvě (Internet Protocol)
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
KNX	Organizace spravující EIB (Konnex Association)
KNX/EIB	Evropská instalační sběrnice podle standardu Konnex Association
LCD	Displej z tekutých krystalů (liquid crystal display)
OZE	Obnovitelné zdroje energie – alternativní zdroje
ppm	Částic na jeden milion (parts per milion)
RS232	Sériový port, komunikační rozhraní počítačů
SAC	Čínský standardizační úřad (Standardization Administration of China)
SELV	Safety Extra-Low Voltage
TV	Teplá voda
USB	Univerzální sériová sběrnice (Universal Serial Bus)

ÚVOD

Téma *Projekt elektroinstalace vybrané části objektu* jsem si vybral proto, že trend projektování elektroinstalací a využívání budov směřuje k ekologicky úsporným řešením. Ekologie a obnovitelné zdroje budou v budoucnu využívány, výstavba nových objektů se zaměřuje na úsporná řešení, a proto se začínají rozšiřovat energeticky úsporné domy.

Přibývá elektroinstalací, které jsou navrhovány s připojením na řídicí systém (tzv. inteligentní domy), což nemusí být vždy nejlevnější a nejúspornější řešení. Značná část úspory energie závisí také na samotném umístění budovy, nebo volbě netradičního způsobu vytápění (např. Trombeho stěnou). Projekt by měl být již od samého počátku volen tak, aby bylo vybráno opravdu nejoptimálnější řešení. Nejmodernější technologie nemusí vždy ušetřit spotřebu energie, nejvíce záleží na správném nastavení a způsobu provozu.

Cílem této bakalářské práce by mělo být doporučení a řešení úspory energie při navrhování samotné elektroinstalace a problémy s tím spojené. Většina budov se v současné době modernizuje a cílem bývá snížení energetické náročnosti budovy a výdajů za poplatky nejen modernizací a přidáním řídicího systému, ale také technickým zařízením budov a provedením zateplení, jehož výsledkem je snížení úniku tepla.

1. Vytápění objektu

1.1 Současná situace

V současné době jsou v České republice tři nejrozšířenější zdroje vytápění: elektřina, plyn a uhlí. Z důvodu liberalizace ceny těchto paliv od roku 1989 neustále stoupají. Na změnu těchto cen měl vliv také vstup České republiky do Evropské unie (v roce 2004), z tohoto důvodu se cena plynu zvýšila až o cca 23%.

1.1.1 Ekologická daň

Ekologická daň¹ je druhem spotřební daně, která byla zavedena roku 2008. Důvodem vzniku ekologické daně bylo především značné znečištění ovzduší používáním starých kotlů, nekvalitních paliv a také používání neekologických technologií spalování.

Zdanění se ovšem nepromítlo do všech druhů paliv. V případě paliv je zdaněno černé i hnědé uhlí, koks, dřevo, pelety a propan-butan. Zemní plyn a paliva, která pocházejí z obnovitelných zdrojů, jsou od daně osvobozena.

1.1.2 Zelená úsporám

Zelená úsporám je program Ministerstva životního prostředí ČR, administrovaný Státním fondem životního prostředí České republiky. Je zaměřen především na úsporu v rodinných a bytových domech. Cílem tohoto programu je investovat do opatření, která umožní zlepšit životní prostředí.

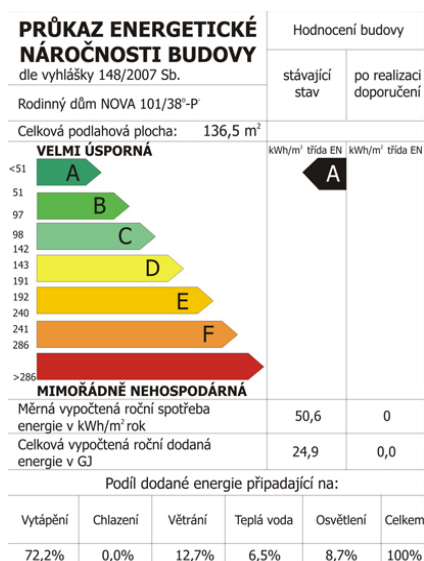
Rozmezí dotace je ovlivňováno v závislosti na provedení opatření. Rozhodující je úspora energie na vytápění a snížení hodnoty měrné spotřeby tepla.

1.1.3 Energetická náročnost budov

Největší změnou v roce 2009 byl zákon č. 177/2006 Sb. o změně hospodaření energií, který ustanovil povinnost zajištění požadavků energetické náročnosti budovy. Energetická náročnost je doložena Průkazem energetické náročnosti budovy (viz obrázek 1.1), který je zpracován dle vyhlášky 148/2007 Sb. Cílem průkazu je jednoduché rozpoznání úspory budovy rozdělením do kategorií A až G.

Tento zákon platí pro nové budovy a rekonstrukce starších budov s podlahovou plochou nad 1000 m².

¹ Zákon č. 261/2007 Sb. O stabilizaci veřejných rozpočtů



obr. 1.1: Průkaz energetické náročnosti [www.bauexport.cz]

tab. 1.1: Druhy označení

Označení	Typ budovy	Druh budovy
A	velmi úsporná	pasivní dům ²
B	úsporná	nízkoenergetický dům ³
C	vyhovující	dům splňující normy
D	nevyhovující	
E	nehospodárná	
F	velmi nehospodárná	
G	mimořádně nehospodárná	

V roce 2012 by mělo dojít ke změnám zákona a dalších prováděcích předpisů s platností od roku 2013.

1.2 Možnosti vytápění

Vytápění domů a objektů je prováděno nejrůznějšími způsoby. Chtěl bych se zaměřit na možnosti vytápění plynovým kotlem a tepelným čerpadlem, neboť si myslím, že tyto dva způsoby jsou nejvíce rozšiřovány.

1.3 Plynový kotel

V dnešní době je vytápění domů standardním předpokladem. Pro vytápění bytů lze použít závěsné plynové kotle nebo elektrokotle, které mají malé rozměry a lze je umístit kdekoliv, kde je dostatečně pevné zdivo pro zavěšení. Pro výběr vhodného zařízení je dobré zjistit dostupné druhy paliva v okolí (plynové kotle – zemní plyn, kotle na tuhá paliva – černé a hnědé uhlí, koks, pelety nebo kotel na kapalná paliva – nafta, topné oleje). V současné době je nejlevnější vytápění pomocí plynového kotle, na další místa je možné zařadit kotle na tuhá, popř. kapalná paliva.

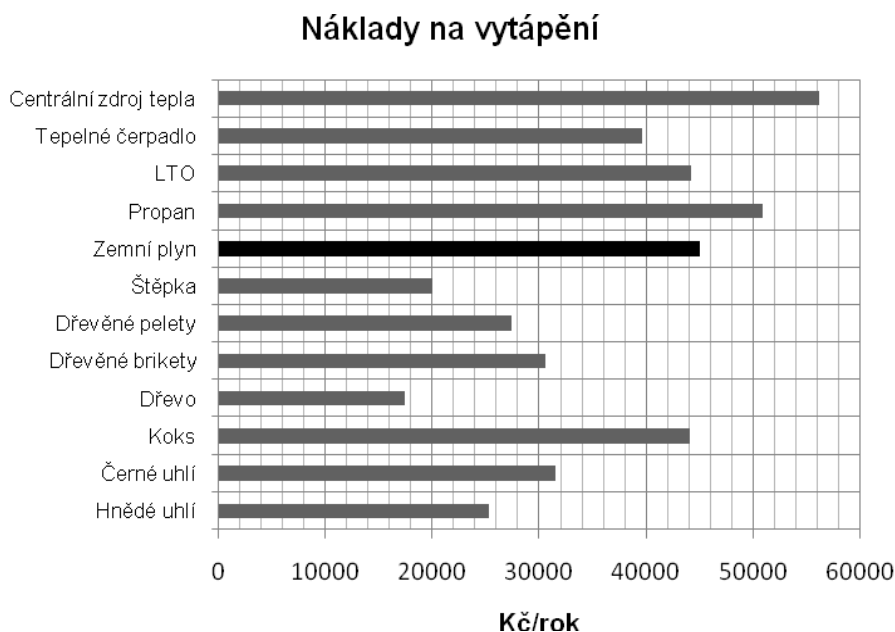
Zatímco v minulých letech jsme mohli pozorovat trend ekologického vytápění pomocí elektrické energie či plynu, z důvodu vzrůstajících nákladů na spotřebu energie se stále více

² pasivní dům – spotřeba je nejvýše 15 kWh/m², tepelné zisky od slunce, lidí a el. spotřebičů, stačí na vytopení domu

³ nízkoenergetický dům – spotřeba domu je nižší než 50 kWh/m², NED vystačí přibližně s polovinou energie oproti novostavbě

objektů vrací k vytápění levnějším zdrojem, nejčastěji uhlím nebo dřevem. Proto se vyplatí plánovat vytápění objektu již v počátcích samotného projektu.

Pokud se rozhodneme pro vytápění plynovým kotlem, palivem bude nejčastěji zemní plyn, vzácněji pak svítiplyn. Výhodou používání plynového kotle je především velká dostupnost paliva, jelikož rozvody se nacházejí po celém území České republiky.



graf 1.1: Graf nákladů na vytápění (převzato: http://r.kde.cz/news/foto/bydleni/060209_1.jpg)

1.3.1 Typy plynových kotlů

Plynové kotle existují v mnoha provedeních, ty nejjednodušší mohou mít pouze základní funkce, které ocení zejména senioři, jelikož jejich hlavní výhoda spočívá právě v jednoduchosti ovládání kotle. Naopak složitější mohou obsahovat předem naprogramované mikroprocesory, které umožní ovládat kotle vzdáleně pomocí internetu nebo mobilního telefonu.

Kotle existují v mnoha provedeních, jejich rozdělení může být dle umístění a využití:

- a) **závěsné** – jsou zavěšeny na konzole, která je připevněna ke zdi, nejčastěji se volí pro vytápění jednoho bytu,
- b) **stacionární** – jsou postaveny na podlaze a vytápí více bytů, nebo celý bytový dům,
- c) **kondenzační** – využívají energii vodní páry pro ohřev topné vody; mají až o 15% vyšší účinnost.

1.3.2 Vytápění plynovým kotlem

Samotné používání plynového kotle náklady nesníží, základem efektivního vytápění je také správné nastavení termostatu, které zohledňuje pohyb osob v místnosti. Termostat je vhodné umístit do místnosti, která je nejčastěji využívána, např. obývací pokoj. S kotlem je tedy vhodné instalovat prostorový a časový termostat.

Pro každý den si na termostatu lze navolit libovolnou teplotu. V pracovní dny, kdy jsou všichni obyvatelé mimo byt, je ideální udržovací teplota 16°C. Po návratu z práce je vhodné teplotu zvýšit na 20°C a na noc opět utlumit. O víkendu se doporučuje mít teplotu konstantně nastavenou na 20°C s tím, že upravíme nastavení jednotlivých ventilů na topných tělesech tak, abychom dostali odpovídající teplotu (na chodbách může být teplota nižší, naopak v koupelnách vyšší).

Pokud v místnosti budou dlouhodobě přítomny osoby, je nežádoucí snižovat teplotu pod 16°C, jelikož se místnost opět musí vytápět a tím zbytečně zvyšujeme výkon kotle. Naopak při dlouhodobé nepřítomnosti můžeme termostat snížit až na 10°C. U dobře zateplených domů lze této teploty dosáhnout pouze ziskem ze slunečního záření do oken (samozřejmě záleží na dalších okolnostech, např. orientace a poloha objektu).

Výše teploty, na kterou lze topení utlumit, závisí na druhu stavby. U lehkých staveb⁴ lze vypnout topení úplně, resp. zvolit vhodnou teplotu pro zvířata, nebo rostliny. Po návratu obyvatel se místnosti rychle vytopí, což je také nejčastější argument příznivců dřevostaveb. Většina populace však nejčastěji bydlí v těžkých a cihlových stavbách⁵. Pokud zdi vychladnou, trvá mnohem déle jejich vytopení, jelikož velké množství tepla pohlcuje konstrukce domu.

1.3.3 Výhody a nevýhody používání plynového kotle

Výhodou plynového kotle je jeho vysoká účinnost a vysoký výkon. Objekt nepotřebuje žádný další sklad paliva, jelikož plyn je přiváděn rozvodnou sítí. Vzhledem k tomu, že plyn spalujeme, vzniká minimální množství odpadu, což je z ekologického hlediska v kontextu k životnímu prostředí hodnoceno velmi kladně. S malými nároky na obsluhu je regulace jednoduchá, a proto je vytápění plynovým kotlem moderní a efektní v bytech, kancelářích a dalších částech objektu.

Při návrhu vytápění musíme brát v úvahu také nevýhody zvoleného řešení. V případě plynových kotlů musíme dbát na správné odvětrávání v místnostech. Maximální výkon kotle

⁴ Lehké stavby jsou např.: dřevostavby, vestavby a podkroví.

⁵ Těžké, cihlové stavby: Betonové, nebo kamenné stavby.

je omezen jeho rozměry, při návrhu objektu musíme počítat s nároky na prostor pro plynový kotel.

1.4 Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo přeměňuje okolní energii z nižšího potenciálu na vyšší teplotní úroveň. Zdrojem je teplo obsažené ve vzduchu nebo geotermální voda⁶, kterou čerpáme z vrtu. Odběr energie z geotermálního vrtu je závislý na výběru vhodné lokality. Tepelné čerpadlo využívá energii z přírody, která je zdarma. Výhodou pro používání tepelného čerpadla je nezávislost na elektrické energii a také finanční úspora - zvýšení cen se koncových uživatelů dotkne jen minimálně.

1.4.1 Princip

Princip tepelného čerpadla popsal anglický fyzik lord Kelvin v 19. století. Energie, která je obsažena v zemi, ve vodě a ve vzduchu má nízkou energeticky využitelnou hladinu, proto tuto teplotu musíme převést na vyšší. Tepelné čerpadlo lze považovat za alternativní zdroj pouze částečně, neboť odebírá nezanedbatelné množství energie pro pohon kompresoru.

Nejčastěji se používá tepelné čerpadlo, které pracuje na obráceném principu Carnotova cyklu. Kompresorem je stlačeno chladivo a v kondenzátoru předává své skupenské teplo, poté chladivo zkondenzuje a pokračuje dále do výparníku, kde se skupenské teplo přijímá a odpařuje.

Názorně lze říci, že odebíranou látku ochladíme o několik stupňů, odebereme teplo, a to následně využíváme pro ohřev jiných látek. Slunce a energie akumulovaná v zemi (ve vodě, ve vzduchu) poté zajistí ohřátí látky na původní teplotu.

Vykonanou práci tepelného čerpadla udává topný faktor, který lze vypočítat jako:

Rovnice 1.1

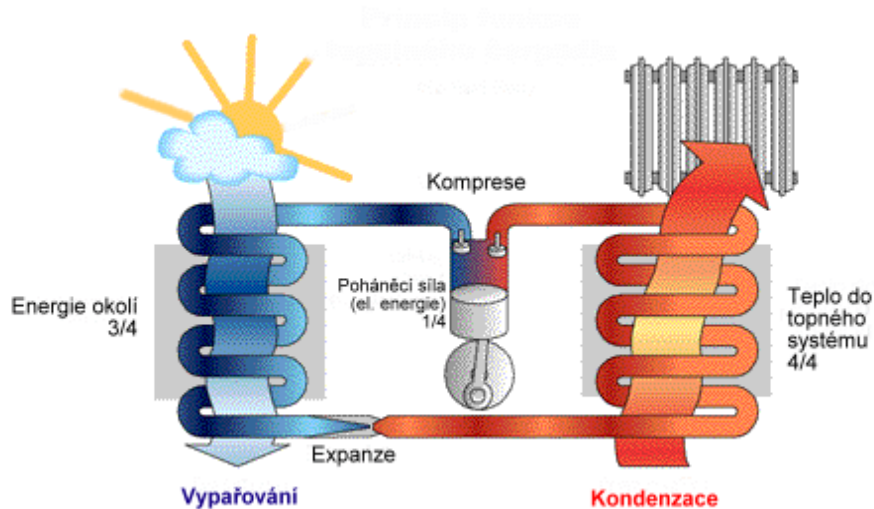
$$COP = \frac{|\Delta Q|}{\Delta W} [-],$$

kde COP je topný faktor (Coefficient of performance),

$|\Delta Q|$ je změna tepla [W],

ΔW je mechanická práce [W], kterou spotřebuje tepelné čerpadlo.

⁶ Geotermální voda: Zde musíme připočítat poplatek za využívání spodní vody, viz zákon 138/1973 Sb. §45



obr. 1.2: Princip tepelného čerpadla [www.uni-top.cz]

1.4.2 Provedení tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla jsou používána v několika provedeních:

- vzduch – vzduch,
- vzduch – voda,
- voda – voda,
- země – voda.

Provedení **vzduch – vzduch** je určeno pro vnitřní nebo venkovní montáž. Používá se, pokud v objektu chceme také vzduchotechnické zařízení. Toto provedení není napojeno na topná tělesa, ale vytápění se provádí teplým vzduchem z ventilačních jednotek, které jsou umístěny na stěnách nebo stropech. Tepelná čerpadla vzduch – vzduch můžeme v letních měsících používat také jako klimatizaci, tzn. že umožňují reverzní chod (teplo je odebíráno a vzduch ochlazován).

Čerpadlo **vzduch – voda** používáme tehdy, když nemůžeme zřídit studnu nebo vrt. Skládá se z vnější (výparník, ventilátor) a vnitřní (kompresor, kondenzátor) jednotky. Vnější jednotka nasaje teplý vzduch a vypouští ho do kompresoru vnitřní jednotky, tak se teplo využívá na topení a ohřev užitkové vody. Topení v místnosti je vyřešeno klasicky pomocí radiátorů, nebo podlahovým topením. Největší efektivita výroby je v létě, kdy je vzduch nejteplejší. V zimním období dokáže jednotka vyrábět teplo až do $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

U provedení **voda – voda** se teplo čerpá z podzemí, kde je vrt s dostatečnou kapacitou. Může se využít současné studny pro zdroj vody. Jedná se o méně náročné provedení s vysokou účinností. V tepelném čerpadle dojde k výměně tepla do topné soustavy

a poté se voda odvádí zpět do země, ale na jiném místě. Samotné tepelné čerpadlo musíme umístit do nezamrzající místnosti.

Provedení **země – voda** má vysoký topný faktor. Jako zdroj tepla využívá síť trubek přibližně 2 metry pod zemí. Můžeme využít také prostoru pod objektem. Jako zdroj využíváme vrt nebo zemní kolektor. Kolektor je umístěn výkopem o určité ploše, přibližně 1 m² pod zemí. Nevýhodou tohoto provedení je potřeba veliké plochy, proto se volí u staveb s rozsáhlým pozemkem. Použitím čerpadla země – voda získáme celoročně stabilní výkon a nejvyšší topný faktor ze všech druhů tepelných čerpadel.

1.4.3 Výhody tepelných čerpadel

Tepelné čerpadlo má několik výhod. Protože čerpadlo využívá přibližně 75% přírodní energie, jsme „téměř“ nezávislí na cenách energií. Provozem přispíváme ke zlepšení kvality ovzduší, jelikož tepelné čerpadlo nevypouští žádné škodlivé látky. Pokud se rozhodneme instalovat tepelné čerpadlo, získáme finanční výhodu na odběr nižší sazby elektrické energie.

Finanční návratnost do investice vytápění tepelným čerpadlem je 5 – 8 let, což se jeví jako drahá investice do začátků provozu, záleží však na typu čerpadla a jeho provedení. Jelikož je teplo odebíráno z vrtu, musí se vytvořit vrt, což může být nemalý zásah do pozemku. Proto se čerpadlo bude pravděpodobně nejčastěji využívat na vesnici, kde nemusí být zaveden plyn a není tedy možné vytápět objekt plynovým kotlem.

2. Možnosti úspory energie

Ve snaze ušetřit energii se mnoho objektů v poslední době uchyluje k zateplení a výměně původních oken za plastová. Nejčastěji byly domy stavěny s životností 30 – 40 let, ale díky tzv. revitalizaci mohou sloužit až o 10 let déle. Ztráty jsou způsobeny obvodovým pláštěm a okny, takže budovy vykazují vysokou energetickou náročnost.

Další možností, jak začít spořit energii, je instalace solárních kolektorů na budovu nebo využití Trombeho stěny, což je v České republice téměř neznámý způsob využívání sluneční energie.

2.1 Zateplení objektu

První úprava, kterou by se mělo v případě snížení energetické náročnosti budovy začít, je její zateplení. Existují dva druhy zateplení, a to venkovní nebo vnitřní. V závislosti na typu budovy vhodně zvolíme požadovaný druh. Nejčastěji je doporučováno venkovní zateplení. Vnitřní zateplení se provádí v případě historicky cenné budovy z důvodu zamezení poškození vnější omítky.

2.1.1 Tloušťka izolace

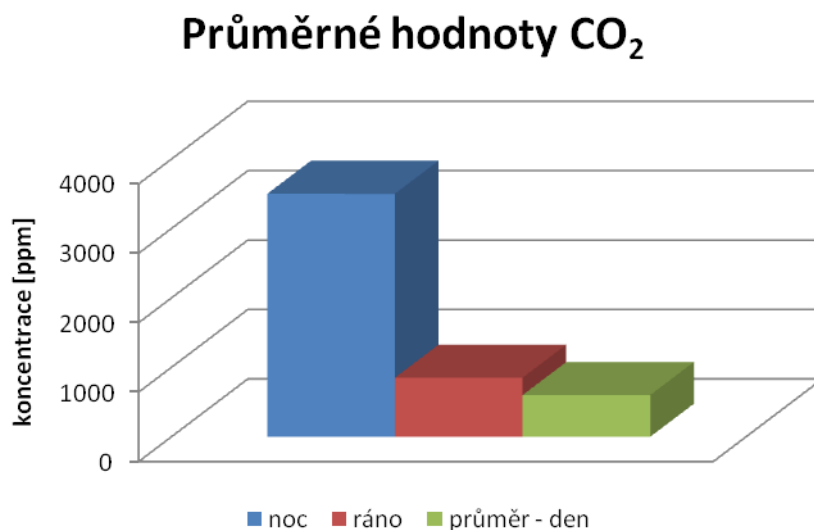
Tloušťka izolace závisí na druhu objektu a materiálu zdi. Musíme také zohlednit vývoj cen energií, jelikož slabá izolace se může prokázat jako nedostatečná.

Mezi nejčastější izolační materiály patří polystyrenové desky (PS), jsou však vysoce hořlavé, těžko se přizpůsobují nerovnému povrchu a špatně propouští vodní páru. Alternativou v oblasti izolačních materiálů jsou desky z minerální nebo skelné vaty. Jejich vlastnosti jsou podobné jako u PS, ale jsou odstraněny problémy s hořlavostí a nepropustností vodní páry.

2.2 Kvalita prostředí

Dříve používané systémy odvětrávání prostor, které byly založeny na centrálním odtahu vzduchu, jsou již nefunkční, ať už z důvodu špatné údržby, nebo odstranění příslušných odtahových jednotek. Přívod vzduchu byl zajišťován netěsnými okny.

V domech, kde jsou okna stále původní, se obsah oxidu uhličitého pohybuje v hodnotách do 1500 ppm. V případě výměny oken za těsnější se hodnota CO₂ může zvýšit z důvodu nedostatečného odvětrávání místnosti, jelikož okna jsou natolik těsná, že bez mechanického větrání nelze zabezpečit hodnoty vhodné pro zdraví člověka.



graf 2.1: Graf průměrných hodnot oxidu uhličitého

2.3 Úspory energií úpravou vody

Energie pro nezateplený dům přípravou teplé vody odpovídá 15% z celkové spotřeby budovy. Pokud provedeme zateplení, podíl energie se zvýší na 35 – 40% při kvalitně provedeném zateplení rozvodu teplé vody. Energetickou náročnost můžeme snížit dvěma způsoby:

- a) snížení spotřeby u uživatelů,
- b) výměnou zdroje tepla,

popřípadě také kombinací obou způsobů.

Zdroj tepla můžeme v objektu mít centrální (na celý objekt) nebo lokální (v jednotlivých patrech/místnostech/bytech). Mezi centrální zdroj tepla patří systém CZT, tepelná čerpadla, plynové kotle a solární kolektory (viz předchozí kapitola). Zdroj TV můžeme tedy decentralizovat a tím eliminujeme ztráty v cirkulačních rozvodech.

Z finančního hlediska se investice do nového zdroje nemusí vrátit, a proto je vhodné nechat vypracovat energeticko-ekonomickou studii změny zdroje.

2.4 Zjištění tepelných ztrát

Správnou funkci zateplení můžeme ověřit určením tepelných toků z místností do vnitřního či vnějšího prostředí. Požadavky na výpočet tepelných ztrát byly definovány v ČSN 06 0210⁷, která jsou používána pro energetickou bilanci budov.

⁷ Výpočet tepelné ztráty v objektu, norma byla již zrušena.

Celková tepelná ztráta je dána součtem tepelných ztrát (prostupem tepla, větráním) a rozdílem trvalého tepelného zisku:

$$\text{Rovnice 2.1} \quad Q_C = Q_P + Q_V - Q_Z \text{ [W]}$$

kde Q_C ... celková tepelná ztráta [W],

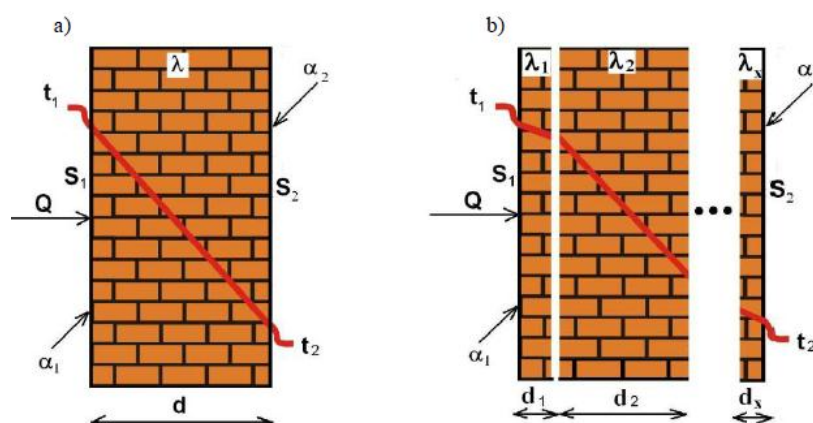
Q_P ... tepelná ztráta prostupem tepla [W],

Q_V ... tepelná ztráta větráním [W],

Q_Z ... trvalý tepelný zisk [W].

2.4.1 Prostup tepla

Prostup tepla je případ vedení tepla, ke kterému dochází na rozhraní dvou materiálů.



obr. 2.1: Prostup tepla a) jednovrstvou deskou,

b) vícevrstvou deskou. [9]

Součinitel vyjadřuje tepelně technické vlastnosti konstrukce, tedy kolik tepla konstrukce propustí v 1 m^2 plochy při rozdílu 1 K. Součinitel prostupu tepla U je vyjádřen:

$$\text{Rovnice 2.2} \quad U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{d}{\lambda}} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

kde d ... tloušťka stěny [m],

α ... součinitel přestupu tepla prouděním [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$],

λ ... součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$].

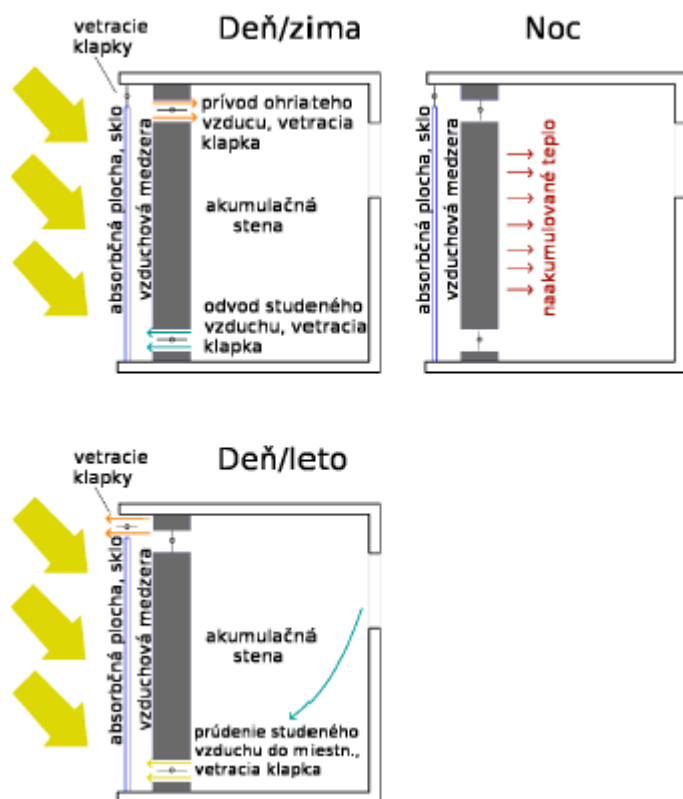
V případě použití vícevrstvé stěny platí:

$$\text{Rovnice 2.3} \quad U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

Čím nižší hodnotu získáme, tím dostáváme lepší tepelně technické vlastnosti konstrukce. Hodnoty jsou konkretizovány v normě ČSN 73 0540-2:2011⁸. Součinitel λ ukazuje schopnost materiálu vést teplo (vrstvou 1 m při teplotní rozdílu 1 K).

2.5 Trombeho stěna

Původní nápad ohřevu objektu pomocí Trombeho stěny vznikl již v roce 1881,



obr. 2.2: Princip Trombeho stěny [http://cs.wikipedia.org]

zpopularizován a realizován byl až o mnoho let později, v roce 1964. Stěnu si můžeme představit jako konstrukci, která je určena k vyhřívání budovy.

2.5.1 Funkce

Jedná se o černě natřenou zeď s krycím sklem (nebo dvojsklem) pro pohlcování a akumulaci tepla. Využívá stejného principu jako skleník, tedy sklo a vzduch lépe propouští světlo než teplo. Existují dva typy (funkce) Trombeho stěny:

- **primární**, kdy přes den

dopadají sluneční paprsky na černou stěnu,

kteřá akumuluje teplo a v noci je toto teplo vyzařováno do místnosti,

- v **sekundárním** případě je před samotnou stěnou postavena skleněná výplň a ve zdi jsou umístěny otvory pro nasávání vzduchu, jejichž princip je naznačen na obr. 2.2.

Ve dne je zajištěna přirozená cirkulace vzduchu do prostoru. V noci můžeme uzavřít průduchy, takže můžeme čerpat naakumulované teplo. V létě uzavíráme horní průduchy (vytápění místnosti je nežádoucí) a vysáváme vzduchu ven z místnosti, tím dosáhneme celkového ochlazování vzduchu.

Návrh Trombeho stěny musíme provádět nejen s ohledem na technicko-tepelné řešení, ale také na celkový architektonický vzhled objektu, s předpokladem na jeho využívání.

⁸ Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky

Využití Trombeho stěny je vhodné pro občasné vytápění objektů (např. rekreační chalupy) nebo v případě průmyslových objektů, kde mohou vznikat tepelné ztráty vysokým pohybem osob.

Použitím krycího skla mohou vznikat ztráty, musíme používat taková izolační dvojskla, která mají součinitel prostupu tepla⁹:

$$\text{Rovnice 2.4} \quad U = 1,2 [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$$

2.5.2 Použití v podmínkách ČR

V České republice lze Trombeho stěnu provozovat s očekávaným zpětným efektem, důkazem je používání stěny sdružením ENVIC, o. s., v Netunicích u Plzně.

Podmínkou pro využívání je provoz s oběma funkcemi, tedy také přitápět ohřátým vzduchem. Pokud bychom tuto podmínku nesplnili, provoz Trombeho stěny by byl zejména v zimě ztrátový. V extrémních mrazech může být provoz ztrátový, ale jedná se pouze o minimum dní v roce, tedy z hlediska dlouhodobého průměru to nemá žádný vliv na výsledek.

2.5.3 Výhody

Mezi hlavní výhody patří zejména jednoduchost výstavby a její nízká cena. Jelikož Trombeho stěna nevyužívá žádné další mezičlánky nebo jiné části, získáváme vyšší účinnost přeměny energie, než v porovnání se solárními kolektory.

2.5.4 Nevýhody

Pro využití energie zejména v noci jsme omezeni krátkou dobou akumulace tepla. V objektu vznikají místa s nerovnoměrným vytápěním, což je z velké části ovlivněno umístěním těchto stěn na jižních stranách budovy.

2.5.5 Výsledky měření Trombeho stěny

Měření Trombeho stěny bylo provedeno na již realizovaném objektu v Netunicích u Plzně. Měření probíhalo v pětiminutovém intervalu, od července 2009 do května 2011. Získaná data byla zprůměrována, rozdělena na čtyři roční období a zpracované výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 2.

- 24. 7. 2009 – 2. 10. 2009 období 1 léto – podzim,
- 2. 10. 2009 – 2. 4. 2010 období 2 podzim – jaro,
- 2. 4. 2010 – 12. 11. 2010 období 3 jaro – podzim,

⁹ ČSN 73 0540-2:2002 Tepelná ochrana budov – část 2

- 10. 12. 2010 – 7. 5. 2011 období 4 zima – jaro.



obr. 2.3: Realizovaná Trombeho stěna (Netunice, Plzeňský kraj) [3]

tab. 2.1: Průměrovaná data

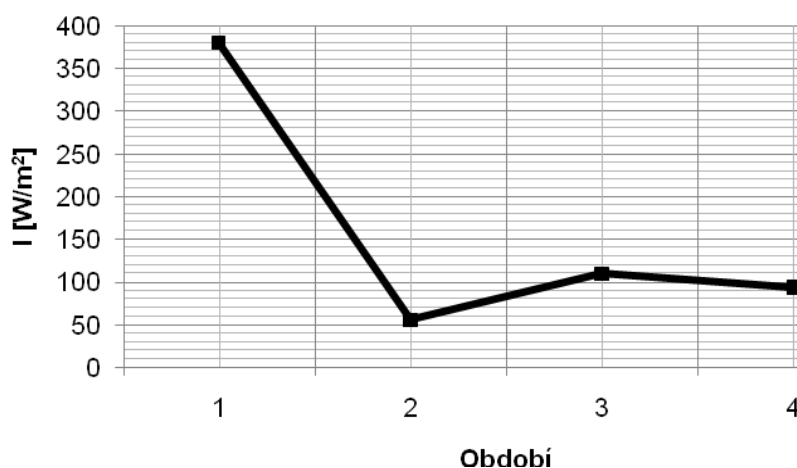
	t_6 [°C]	t_7 [°C]	I [W/m ²]
Období 1	64,23	96,12	379,23
Období 2	5,64	10,38	56,47
Období 3	15,63	25,4	110,2
Období 4	5,12	14,01	93,99

t_6 [°C] teplotní snímač dolní vzduchové mezery,

t_7 [°C] teplotní snímač horní vzduchové mezery,

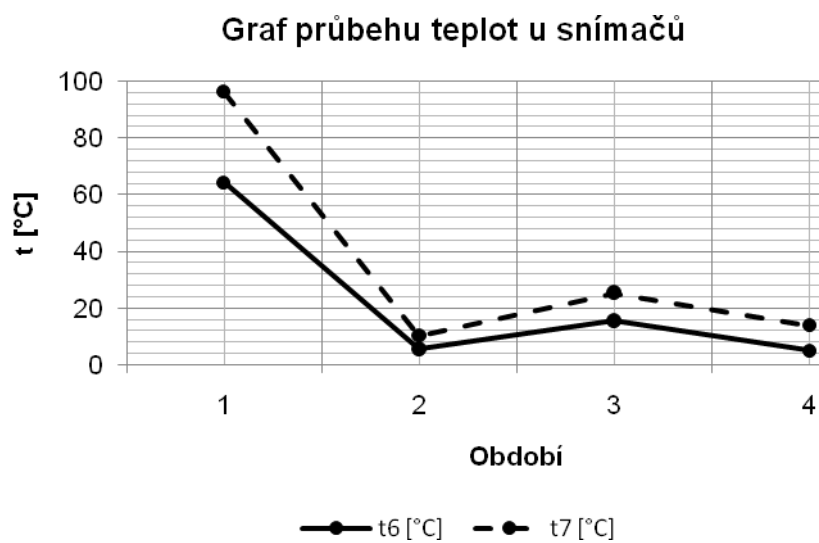
I [W/m²] intenzita slunečního záření.

Graf intenzity slunečního záření



graf 2.2: Graf získaných výsledků intenzity slunečního záření

Z naměřených grafů můžeme pokles intenzity v obdobích 2-4, tento pokles je způsoben měřeními v zimních měsících.



graf 2.3: Graf teplotních průběhů

Trombeho stěna pohlcuje (minimální) sluneční záření i v zimních měsících (je zisková), její využití je celoroční a ověřili jsme tvrzení, že extrémně silné mrazy se v dlouhodobém průměru neprojeví (resp. projeví se pouze minimálně).

3. Návrh elektroinstalace objektu

Při projektování nové elektroinstalace je třeba se správně rozhodnout, jaký typ elektroinstalace použijeme. Moderní elektroinstalaci můžeme rozdělit na:

- systémovou (inteligentní),
- klasickou.

U složitých elektroinstalací a projektů velkých celků (např. nákupních center, skladů, kancelářských prostor) je výhodná systémová elektroinstalace. Opakem je elektroinstalace klasická, která se používá v případě, kdy není žádný požadavek na řízení prvků v objektu. Investice do inteligentní elektroinstalace by se ekonomicky nemusela vrátit a po většinu své životnosti by nebyla využita.

3.1 Systémová elektroinstalace

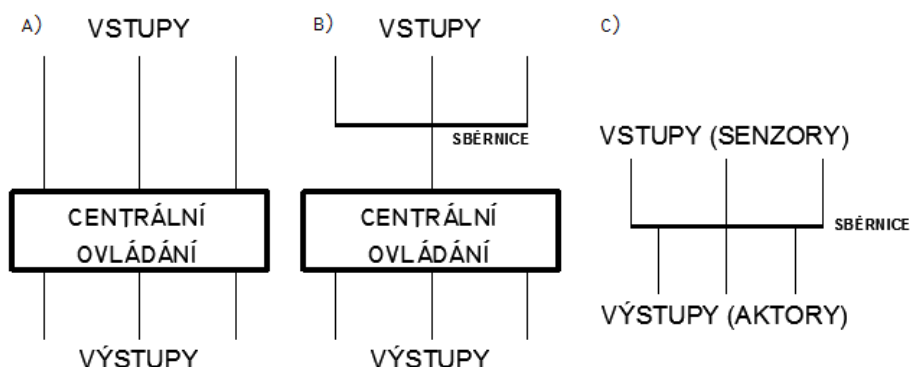
První použití systémové elektroinstalace se objevilo již v 50. letech 20. století. Nyní máme několik standardů, které mezi sebou vytvořily konkurenční prostředí:

- komerční – standard mezi sebou vytvářejí výrobci,
- technický – možnosti a použití záleží na standardu,
- formální – kde jsou dodrženy normy ISO, CEN, ANSI.

Nejčastěji používají systémové elektroinstalace sběrnici, přičemž je můžeme dělit na:

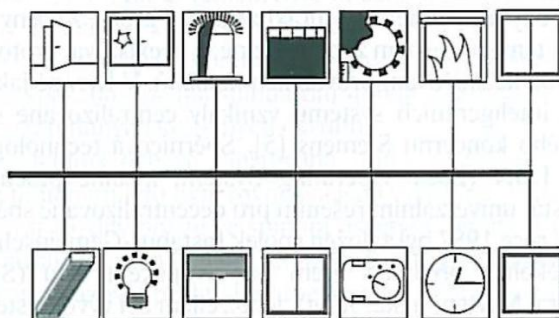
- centralizované,
- decentralizované,
- hybridní (kombinace obou řešení).

Pro ilustraci slouží obrázek níže:



obr. 3.1: Typy systémové elektroinstalace, a) centralizovaná, b) hybridní, c) decentralizovaná

Stav centralizace závisí na počtu prvků použitých na sběrnici.



obr. 3.2: Schéma systémové (inteligentní) elektroinstalace [7]

Inteligentní elektroinstalace je navržena pomocí modulů (viz obr. 3.2), které jsou vzájemně propojeny jednou sběrnici. Projektování je jednoduché, přehledné a díky tomu neobsahuje žádné další elektrické systémy. Všechny prvky jsou připojeny na řídicí systém, nejčastěji KNX, LonWorks, DALI, OpenTherm. Pro evropský trh je nejrozšířenější systém KNX. V České republice je nejvíce zastoupen systém firmy Teco, který využívá prvky Tecomat foxtrot a dokáže částečně ovládat také decentralizovaný systém.

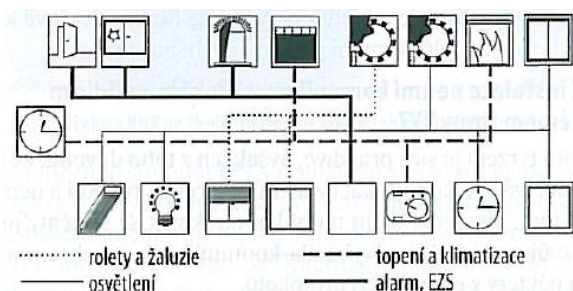
3.1.1 Výhody a nevýhody inteligentní elektroinstalace

Systémová elektroinstalace je jedinou vhodnou cestou pro projektování velkých celků, od kterých očekáváme pohodlí při řízení, ovládání nebo změně spotřeby energie. Řešení inteligentní elektroinstalace dodá projektu přehlednost a jednoduchost. Výhoda použité elektroinstalace vznikne v budoucnu, pokud bychom chtěli celý systém rozšiřovat a upravovat. Nejčastější řídicí napětí je typu SELV, odpadají tedy problémy s rušením elektromagnetického pole.

Hlavní nevýhodou takového řešení je ekonomická stránka. Z důvodu malé rozšířenosti inteligentní instalace jsou drahé instalační materiály, problém vzniká také nedostatkem firem, které jsou schopné provést opravdu kvalitní inteligentní elektroinstalaci. Z výše uvedených důvodů lze říci, že se tento typ elektroinstalace nehodí na malé a jednoduché celky.

3.2 Klasická elektroinstalace

Klasické elektroinstalace, které jsou nejrozšířenějším druhem, jsou vhodné pro pevné rozvody. Nejsou přenášeny žádné informace, ale spínáme obvod prvku přímo. Zásahy do této instalace vyžadují náklady na úpravu a v již zapojovacích schématech vzniká velká nepřehlednost.



obr. 3.3: Schéma klasické elektroinstalace [7]

3.2.1 Výhody a nevýhody klasické instalace

Tento typ instalace je určen především pro jednoduché elektroinstalace, pokud v projektu máme pouze několik světelných okruhů. Elektroinstalační materiál dodává mnoho firem, je kladen důraz na výběr kvalitních dodavatelů.

Naopak klasická instalace není určena pro inteligentní domy, v případě její realizace by mohla několikanásobně vzrůst cena a ztratili bychom v projektu přehlednost.

3.3 Řídicí systém KNX

Historie automatizovaného systému KNX začíná v květnu 1999, kdy došlo ke spojení tří předních asociací

- EIBA,
- EHSA,
- BCI,

které následně začaly využívat název KNX Asociace, přičemž hlavní sídlo asociace je v Bruselu. *KNX asociace je celosvětovým vlastníkem standardu pro řízení bytů a domů.* [11]. Často se používá označení KNX/EIB, kde EIB je druh použité sběrnice.



obr. 3.4: Logo systému KNX [6]

3.3.1 Výhody systému

KNX je jediný celosvětově uznávaný protokol v oblasti komunikace a řízení. Díky tomu podporuje mnoho mezinárodních norem:

- ISO/IEC, včetně standardu 14543-3:2006,
- CENELEC EN 50090 z roku 2003,
- CEN EN 13321-1 a 13322-2,
- SAC, což je čínský standard,

- ANSI/A SHRAE, americký standard č. 135 z roku 2005.

Všechny výrobky systému KNX splňují požadavky jakosti určené normou ISO 9001. V případě, že v objektu je již nainstalována jiná komunikace, KNX poskytuje převodníky, které umožní propojení s dalšími systémy.

3.3.2 Princip systému KNX

Základní rozdělení systému vychází z obr. 3.1, uvedeném v kapitole 3.1. Jednotlivé spotřebiče mohou být umístěny a spínány nezávisle z libovolného místa. Ovládací prvky můžeme programovat a měnit podle aktuální potřeby (spotřeby). Jednotlivé funkce můžeme programovat několika způsoby:

- A-mód, Automatic mode, zařízení se nakonfigurují sami; toto řešení je určeno především pro koncové uživatele,
- E-mód, Easy mode, což je jednodušší způsob k naprogramování jednotlivých akčních členů, kde jsou kladeny určité základní požadavky na uživatele,
- S-mód, System mode, programování probíhá podle zadaných požadavků budovy, nebo jejího využívání. Prvky jsou naprogramovány technikem.

Mezi prvky můžeme také vytvořit vzájemné vazby podle závislosti na čase, např. rozsvícení světel, stažení žaluzií, atd.

Řešení KNX zahrnuje následující čtyři prvky

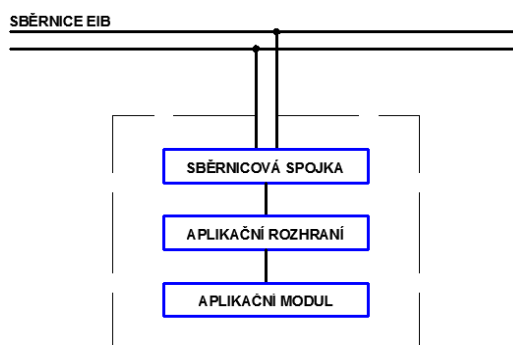
- akční člen – tím ovládáme požadované zařízení (např. vypínač, regulátor, atd.),
- senzor – zařízení na sběrnici, které posílá informace (teplota, vypínání, zabezpečení objektu),
- napájení – sběrnici musíme napájet, v případě systému KNX je to 29 V DC, přičemž na nejbližším prvku musí být velikost napětí alespoň 21 V,
- a další komunikační spoje, které slouží k připojení jednotlivých modulů.

3.3.3 Základní struktura technologie KNX/EIB

Struktura vychází z obr. 3.5, kde jsou tři části struktury účastníka.

- **Sběrnicevá spojka** umožňuje připojení zařízení ke 2 žilovému kabelu sběrnice EIB, můžeme mluvit o určitém komunikačním převodníku (zprostředkovateli vzájemné komunikace).
- **Aplikační rozhraní** zprostředkovává komunikaci s aplikačním modulem (nejčastěji optický kabel, nebo protokolem po IP síti). Často také slouží jako převodník pro připojení jiných systémů.

- **Aplikační modul** odpovídá aplikačnímu programu, který je v modulu nahrán přes USB, nebo starší RS232.



obr. 3.5: Struktura sběrnice KNX/EIB

Řešení systému KNX nabízí časové ovládání, řízení žaluzií na slunečním svitu, větrání podle požadavků, zabezpečení objektu, tepelnou pohodu, vytápění a úspory díky řízení energií.

3.3.4 Topologie

Díky otevřenosti systému KNX můžeme vést sběrnici libovolně podle aktuálního dispozičního schématu. Ideální by byla co nejkratší délka sběrnice k jednotlivým aplikačním funkcím. Často používanou je liniová struktura, kde se tzv. páteřní sběrnice rozděluje na jednotlivé aplikace nebo vytváří další linie (podle potřeby). Dalším způsobem může být paprsková nebo stromová struktura sběrnice. Zakázaná struktura je kruhová, jelikož přerušением kruhu (např. poruchou) by „vypadla“ celá sběrnice, tudíž ovládání musí být řešeno tak, aby v případě poruchy běžely další prvky nezávisle na sobě.

Do každé linie lze zapojovat maximálně tři liniové zesilovače (také pro účastníka), takto vzniklá podružná síť může obsahovat až 64 účastníků, tím se kapacita zvýší na 255. Pokud bychom chtěli systém KNX plně využít můžeme si určit maximální kapacitu:

$$\begin{aligned} \text{Rovnice 3.1} \quad & (\text{max. počet účastníků} \cdot \text{adresování}) \cdot \text{max. počet linií} \\ & = (256 \cdot 16) \cdot 15 = 61440 \text{ účastníků} \end{aligned}$$

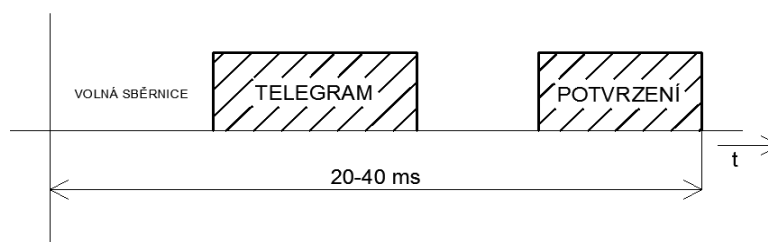
3.3.5 Přenos signálu

Přenos signálu je zajištěn po sběrnici, kde každý účastník odesílá svůj kódovaný balíček. Kódování musí být provedeno podle určitých pravidel, aby nedocházelo ke kolizím s více účastníky (stejně tak rozkódování). Balíček je vlastně určitý druh telegramu, kterému je přidělena priorita a určité další parametry. Přenosová rychlost sběrnice je 9600 b/s

neboli 9600 Bd (pro sériový přenos RS232, kde 1 b/s = 1 Bd). Signály jsou vysílány na sběrnici jako 0/1, tedy napětí je nulové a nenulové.

Vysílání se sestavuje způsobem, uvedeném na obrázku obr. 3.6:

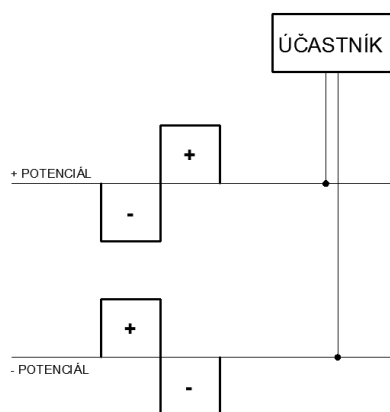
1. účastník zjišťuje, zda je komunikační sběrnice volná,
2. dochází k vyslání samotného telegramu,
3. „odesílatel“ čeká na potvrzení od všech účastníků; pokud je potvrzení neúspěšné, lze pokus opakovat až třikrát.



obr. 3.6: Princip telegramu

V případě, že by potvrzení nedošlo ani při čtvrtém pokusu, odesílatel prohlásí, že nastala chyba (porucha) na sběrnici. Potvrzení zajistí vysokou spolehlivost a zároveň eliminaci chyb.

Další možností přenosu signálu je symetrický způsob, kde jsou signály prezentovány jako kladný a záporný potenciál sběrnice. Jednotliví účastníci reagují na rozdíly sběrnicevých potenciálů a nereagují na jiné potenciály. Výhodou symetrického přenosu je jeho odolnost vůči rušení, získáme odolný přenos signálu.



obr. 3.7: Symetrický přenos KNX

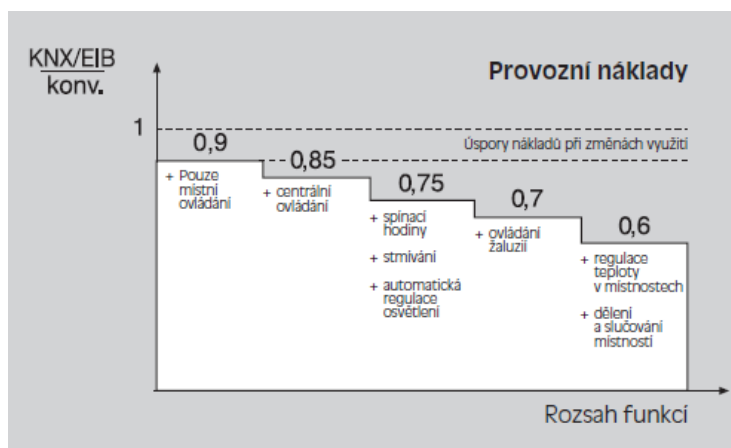
3.4 Výhody řídicích systémů

Všechny druhy řídicích systémů se snaží ušetřit nejen práci správným nastavením, ale také spotřebu energií. Vzhledem k možnostem časového ovládání si lze nastavit vytápění objektu, osvětlení a další možnosti dle potřeby v různých částech dne nebo místech budovy. Např. je zbytečné svítit všemi světly v noci nebo topit stále na stejný výkon. Pro rozlehlé

areály je pohodlnější možnost nastavení přes internet, záleží pouze na způsobu provedení systému.

Zajímavé je automatické ovládání rolet neboť v objektu, kde jsou kanceláře, bude tento prvek systému využíván, ať už kvůli slunečnímu svitu nebo tepelné pohodě¹⁰. V létě chrání před přehřátím místnosti, v zimě může být přehřívání místnosti sluncem žádoucí (kromě ochrany před chladem). V zimním období záleží ovládání automatických rolet pouze na uživateli a správném nastavení. V kapitole 1.3.2 bylo popsáno, že pouhým slunečním svitem lze vytopit místnost přibližně na 10°C. V případě slunečního svitu je dobré rolety nezatahovat, neboť dochází k vytápění místnosti, v ostatních případech je lepší pro eliminaci tepelných ztrát rolety alespoň stáhnout.

Správným využíváním lze snížit provozní náklady.



obr. 3.8: Snižování provozních nákladů [4]

3.5 Elektroinstalace části objektu

V této části bych chtěl ukázat příklad návrhu osvětlení za použití inteligentní elektroinstalace. Tato možnost byla zvolena vzhledem k využívání prostoru a možnosti ovládání z centrálního místa (případně po IP síti). Do budoucna by bylo také možné připojit obnovitelný zdroj energie. Použitím inteligentní elektroinstalace můžeme dosáhnout až 40% úspory energie.

V místnosti, která je využívána pro porady nebo prezentace obchodních partnerů, požadujeme kvalitní tepelnou pohodu, kromě kvalitního odvětrávání prostoru použijeme venkovní žaluzie.

¹⁰ Pocit spokojenosti s teplotním stavem prostředí, při kterém člověk nepocituje ani chlad, nebo zvýšenou teplotu [2]

3.5.1 Úspory získané inteligentní elektroinstalací

Inteligentní elektroinstalace je v objektu výhodou, neboť získáme jednoduchou a přehlednou elektroinstalaci. Pro potřebu budoucího rozšíření nebude problém se vzájemným propojením dvou odlišných systémů.

3.5.2 Výpočet úspor na osvětlení

Pro výpočet úspor určíme využívání místnosti na projektované části objektu. Budeme uvažovat následující provoz 9 hodin denně, 5 dní v týdnu, 50 týdnů za rok. Devítihodinová pracovní doba byla zjištěna průměrem, jelikož místnost má nedostatečný přísun světla. Před samotnými okny je umístěn zastřešený a zasklený balkon. Celkem tedy získáme:

$$\text{Rovnice 3.2} \quad t = 9 \cdot 5 \cdot 50 = 2250 \text{ [hod./rok]}$$

V místnosti objektu je 10 zářivek 4x18 W umístěných nad pracovními stoly a 3 zářivky 2x36 W pro osvětlení komunikace. Celkový příkon osvětlení v objektu je $P=936$ W. Celková energie bude 2106 kWh. Pro výpočet celkových ročních nákladů použijeme cenu 4,83 Kč/kWh (ceník ČEZ, a. s. prodej ze dne 18. 4. 2012).

$$\text{Rovnice 3.3} \quad \sum_{\text{výsledná}} P \cdot t \cdot 4,83 = 936 \cdot 2250 \cdot 4,83 = 10\,171,98 \text{ [Kč]}$$

Při použití inteligentní elektroinstalace KNX/EIB získáme úspory na osvětlení:

- snímač přítomnosti – 12%
- konstantní úroveň osvětlení – 13%
- časové programování – 5%
- ovládání žaluzií – 15%

což, při použití všech možností, dává celkovou úsporu až 45%.

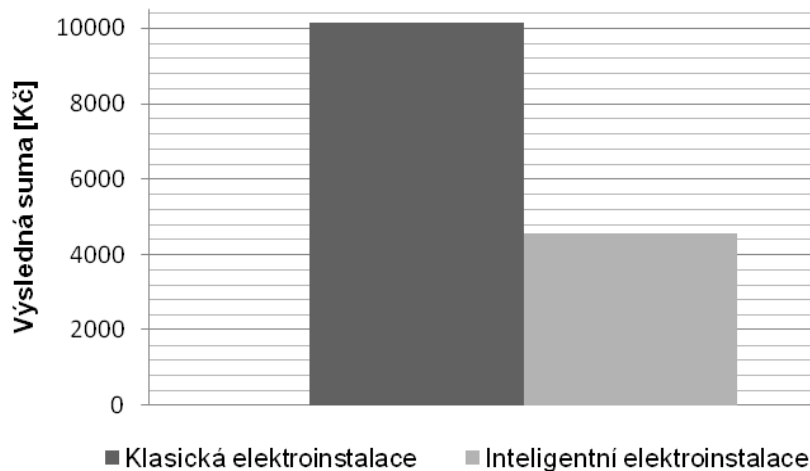
Výslednou úsporu vypočteme:

$$\text{Rovnice 3.4} \quad \sum_{\text{úspor}} = \sum_{\text{výsledná}} \cdot 0,45 = 10171,98 \cdot 0,45 = 4\,577,39 \text{ [Kč]}$$

Celková úspora energie po přepočtení je:

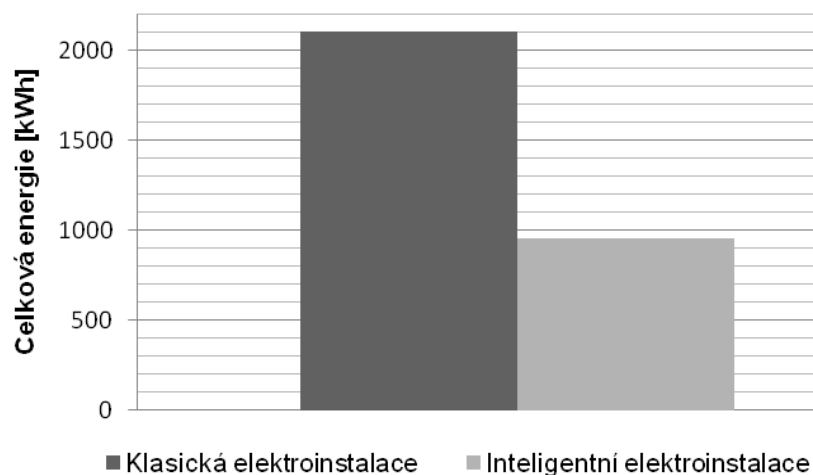
$$\text{Rovnice 3.5} \quad E = 2106 \cdot 0,45 = 957,70 \text{ [kWh]}$$

Porovnání nákladů - Kč



graf 3.1: Graf pro porovnání nákladů pro osvětlení

Porovnání energie - kWh



graf 3.2: Graf pro porovnání energií pro osvětlení

3.5.3 Popis částí systému KNX

Napájecí zdroj s tlumivkou

Slouží k dodávce a kontrole napětí na sběrnici. Tlumivka zabezpečuje izolační oddělení sběrnice od napětí v síti.

KNX IP Router

Router převádí telegramy z KNX protokolu na protokol IP, který je přenášen po ethernetové síti. Umožňuje programovat KNX instalaci přes síť LAN.

KNX/EIB USB 1.1

Funkční rozhraní pro KNX instalaci, která má být programována. Komunikaci mezi oběma zařízeními indikuje dioda LED.

Povětrnostní stanice

Umožňuje detekovat signály z povětrnostních snímačů (vítr, déšť, teplota, soumrak, atd.). Pro připojení slouží čtyři analogové vstupy.

Žaluziový akční člen

Čtyřnásobný žaluziový akční člen má možnost ručního ovládání a detekce pohybu pro ovládání pohonu žaluzií. Lze využít také pro ovládání dalších systémů (větrání, vrata, okna).

Lokální řídicí jednotka

Je základní částí pro kontrolu místnosti, řídí funkce a komunikuje po sběrnici KNX. Je určena pro nástěnné umístění.

Kontrolér osvětlení DALI

Kontrolér osvětlení, je určen pro řízení přístrojů s rozhraním DALI. Maximálně lze připojit 16 skupin nebo 64 prvků DALI. Skupina svítidel může být monitorována a adresována. Společně se snímačem se měří intenzita osvětlení. Při připojení svítidel se používá člen Tridonic, který zabezpečuje komunikaci s DALI.

4. Vliv umístění stavby

Na snížení celkové spotřeby má také vliv orientace budovy a jednotlivých místností ke světovým stranám. Vybraná část objektu se nachází v zámku ze 17. století, proto zde bude umístění stavby mít velký vliv.

4.1 Tepelná pohoda

Tepelná pohoda se může definovat jako pocit, který člověk vnímá při pobytu v prostředí. Jelikož člověk produkuje teplo, musíme zajistit odvod tak, aby nedocházelo k nepříjemným pocitům chladu a horka.

Reakce organismu je závislá na prostředí. Je-li prostředí teplé, organismus vyvolá zvýšené zásobování krví a začne se potit. Pokud teplotní režim není obnoven, nastane přehřátí organismu (tzv. hypertermie). Naopak pokud je prostředí příliš chladné, cirkulace krve se sníží a zpomalí. Díky tomu se sníží tepelná ztráta organismu, při neobnovení teplotního režimu nastane podchlazení (hypotermie).

Způsob měření tepelné pohody je dán vyhláškou č. 194/2007, musí být tedy zohledněn při návrzích budov.

4.1.1 Ovlivňující faktory

- subjektivní – závislost na vlastnostech člověka (věk, zdravotní a psychický stav, schopnost aklimatizace, atd.)
- objektivní, které jsou měřeny veličinami
 - teplota a vlhkost vzduchu
 - proudění vzduchu
 - teplota okolí

tab. 4.1: Měřítka tepelné pohody

ASHRAE		Bedford
Horko	3	Velmi horko
Teplo	2	Teplo
Tepleji	1	Příjemně teplo
Neutrálně	0	Příjemně
Chladněji	-1	Příjemně chladno
Chladno	-2	Chladno
Zima	-3	Velmi chladno

Cílem tepelné pohody je dosažení takových teplotních poměrů, aby člověku nebylo ani chladno, ani horko. V takovém prostředí se člověk potí bez viditelného efektu (tzv. suché pocení).

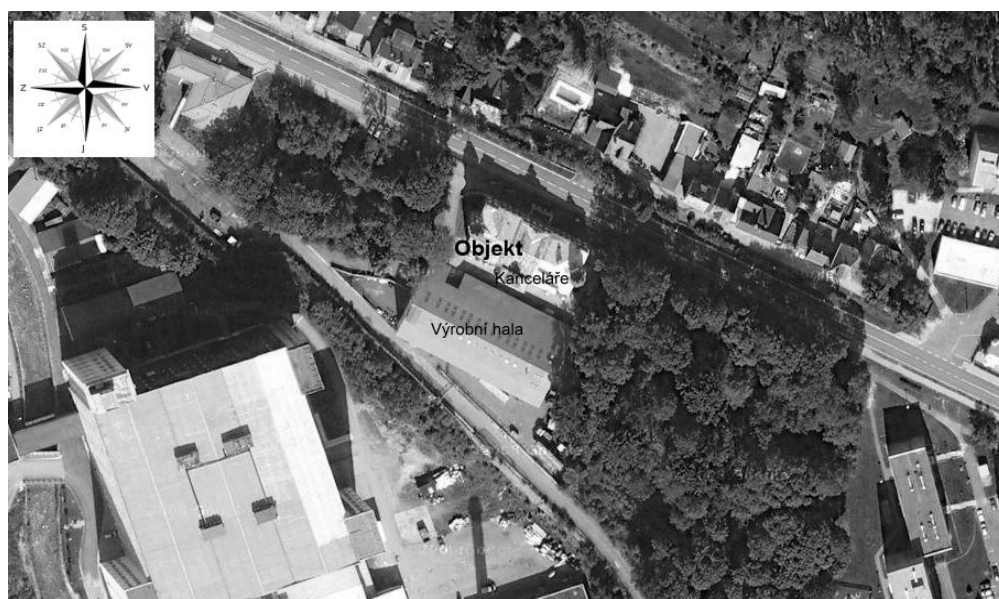
4.2 Celková spotřeba budovy

Hodnota celkové spotřeby budovy vychází z energetické náročnosti budov. Nejčastěji se jedná o energie, které jsou spojeny s provozem a údržbou budovy a vytvoření dostatečně pohodlného mikroklimatu (vytápění, nebo naopak chlazení).

Další spotřeba budovy je závislá na aktivitách provozované uvnitř budovy (např. technologická zařízení, atd.). Můžeme uvažovat, že celková spotřeba budovy se rozloží přibližně na 70% energie pro vytvoření mikroklimatu a 30% na ostatní spotřebu.

4.3 Vybraný objekt

Důležitou částí parteru spotřeby budovy je umístění jednotlivých místností. Pravidel existuje několik, nejčastěji bychom se měli držet těchto zásad:



obr. 4.1: Orientace vybrané části objektu

- místnosti s nejčastějším výskytem osob by měly směřovat na jih, jihovýchod, jihozápad,
- technické místnosti a zázemí objektu jsou orientovány chladnějším směrem, nejčastěji na sever,
- svůj podíl na tepelné pohodě a spotřebě má tvar objektu, ideálním tvarem je krychle.

Další ztráty, které mohou vzniknout, jsou špatným větráním – únik až 50% spotřeby. Často je využíváno nuceného větrání pomocí tzv. rekuperátoru¹¹.

Většina oken by měla být umístěna na jižní straně, tím získáme pozitivní energetickou bilanci. Z obr. 4.1 můžeme vidět jednotlivou orientaci prostor v objektu.

Kancelářské prostory jsou částečně orientovány na jihozápad a také na severovýchodní stranu. Na jihozápadní straně se nachází projekční oddělení, což z pohledu tepelné pohody nemusí být ideální, jelikož teplotu v místnostech může zvyšovat výpočetní technika, tím pádem v letních měsících dochází k přehřívání místnosti. Opačná strana objektu patří administrativním kancelářím, což je ideálním řešením pro udržení tepelné pohody.

Výrobní hala se nachází opět na jihozápadní straně, což může být nevýhoda, jelikož není potřeba při výrobě zvyšovat teplotu. Umístění budovy je limitováno dispozicí celého areálu, který je ohraničen silnicí a parkem.

Celkové řešení umístění budovy je částečně limitováno. Dílčí změny uvnitř objektu by se nemusely ekonomicky vyplatit, projekční oddělení je příznivě umístěno v blízkosti výrobní haly, změnou oddělení jsme limitováni dispozičním řešením uvnitř objektu.

¹¹ rekuperátor obnovuje tepelnou energii, tím snižuje náklady na klimatizování

5. Technická opatření pro úsporu energie

Vycházíme z poznatků, že spotřeba elektrické energie se stává stále významnějším faktorem pro volbu systémů. Chceme-li dosáhnout požadované kvality konstruování za daných podmínek a efektivně využívat elektrickou energii, použijeme energeticky efektivní metody řešení. Stále častěji se používá inteligentní elektroinstalace a to nejen z pohledu její jednoduchosti, ale častěji pro snížení spotřeby objektu a jednoduchosti řízení. Nejrozšířenější požadavky jsou na ovládání z několika míst, možnost zásahu uživatele podle aktuální potřeby, ale také zprostředkování komunikace po telefonní a datové (IP) síti.

Hledají se stále nové možnosti úspory elektrické energie. V posledních několika letech se snažíme vyrábět elektrickou energii z alternativních zdrojů a snížit zatížení na životní prostředí z uhelných elektráren. Nemůžeme tvrdit, že pro úsporu energie budeme využívat pouze OZE. Pro zlepšení efektivity nevyužitá energie se do objektů instalují rekuperátory energie, kondenzační kotle nebo systémy dalšího využití odpadního tepla.

V dnešní době připadá nejvýznamnější spotřeba energie na vytápění budov, postupně se tato náročnost snižuje modernizací objektů. Pro snížení nákladů by se měla vhodně volit tepelná izolace, abychom snížili ztráty prostupem tepla. Používat účinnější systémy vytápění pomocí tepelných čerpadel nebo plynových kondenzačních kotlů, ve srovnání s původním (často zastaralým) řešením lze dosáhnout až 90% úspor. Výhodou mohou být dotační programy Ministerstva životního prostředí.

Pomyslná druhá příčka ve spotřebě energie připadá na ohřev vody. Nejvíce vody se spotřebuje na splachování záchodů, je doporučeno využívat tzv. úsporné splachování (WC stop). Baterie opatřit perlátory, jejichž princip je založen na omezení průtoku a přidání vzduchu do proudu vody. Významně lze ušetřit na ohřevu teplé vody snížením teploty termostatu na 60°C. Nižší teplotu bychom neměli používat, neboť teplota vyšší než 60°C zamezuje vzniku a šíření bakterií, naopak je zbytečné ohřívat vodu nad 60°C.

Při plánování elektroinstalace je vhodné pro osvětlení využívat denního světla. V kancelářských budovách se nejčastěji používají zářivková svítidla, která mají nižší spotřebu při vyšší životnosti, nehodí se však na místa s častým intervalem rozsvícení a zhasnutí. Oproti standardní žárovce spotřebují 15-25% energie, výhodou je nízká povrchová teplota, nevýhodou může být pomalejší náběh. Samotným použitím inteligentní elektroinstalace lze v případě osvětlení ušetřit až 45%, což bylo demonstrováno v kapitole 1.1. Osvětlení chodeb a komunikací nemusí být všude stejné, regulací osvětlení lze opět ušetřit náklady.

tab. 5.1: Porovnání osvětlení

	E [lx]	Příkon žárovkového svítidla [W]	Příkon zářivkového (kompaktního) svítidla [W]
Pracovní plocha	300	60	15

Přesto, že je řešení elektroinstalace pomocí systémové sběrnice KNX/EIB na nákladech náročnější, než řešení klasické elektroinstalace, investované náklady se investorovi vrací v podobě úspor za energie. Návratnost celkové investice je v řádu několika let. V kancelářích se často setkáváme s „nešvarem“ nevypínání LCD a jejich přechodu do stand by režimu, kde hodnota výsledné ceny za rok nemusí být vysoká, ale tato částka úměrně roste s počtem počítačů a jiné techniky.

ZÁVĚR

V první kapitole jsem se zaměřil na současnou situaci vytápění objektů. Poukázal jsem na různé ekologicky výhodné programy Ministerstva životního prostředí a zkráceně jsem vysvětlil pojem energetická náročnost budovy. Poté jsem porovnal dva způsoby nejčastějšího vytápění plynovým kotlem a tepelným čerpadlem, ukázal jsem výhody a nevýhody obou řešení. Vytápění plynovým kotlem je dobré tam, kde majitelé nechtějí, nebo nemohou zasahovat do pozemku.

Ve druhé kapitole jsem se zaměřil na zateplení objektů, jelikož v současné době je toto řešení velmi populární a uživatelé zateplených budov očekávají tepelné úspory. Se zateplením se ale mění kvalita prostředí a mikroklíma objektu, což je často zanedbáváno. Poněkud obsáhleji jsem se zabýval tématem Trombeho stěny, neboť takovéto řešení mi přijde účinné, ekologicky šetrné a z hlediska nákladů nenáročné.

Ve třetí kapitole jsem porovnal možnosti klasické elektroinstalace a komfortní elektroinstalace, neboť požadavky uživatelů se stále mění dle nových trendů a inteligentní elektroinstalace začínají pronikat i do domácností. Výhodou komfortní instalace může být ovládání z centrálního místa pro více prvků (např. osvětlení, vytápění, žaluziový systém), nebo také systém automatického ovládání, které si může přednastavit sám uživatel. Použitím systému KNX/EIB lze ušetřit až 45% nákladů na osvětlení, což jsou při přepočtu na Kč a kWh, nezanedbatelná čísla. Osvětlení není jedinou částí, kde dosáhnout úspor, podobná pravidla platí pro vytápění objektu, řízení klimatizace, a dalších.

Umístění stavby má vliv na celkové úspory v objektu. Touto problematikou se zabývá čtvrtá kapitola této práce. Člověk produkuje teplo, proto vnímá změny prostředí jako pocity chladu, nebo horka. Dosažením správné tepelné pohody lze tyto pocity minimalizovat. Při zhodnocení celkové spotřeby budovy se zjišťuje několik parametrů, jako je rozmístění místnosti na jednotlivé světové strany. Největší část spotřeby budovy pohltí vytvoření mikroklímatu.

V poslední kapitole jsem shrnul možnosti vedoucí k úspoře elektrické energie. Nejčastěji se plýtvá vodou, což značně zvyšuje nárok na energii. Ve většině kancelářských objektů převládají zářivková svítidla, která spotřebu sama snižují (při správném používání).

Snižování energetických nároků bude do budoucna určitě jedno z hlavních témat, proto by hlavním přínosem této práce měla být ukázka aspektů možností úspor energií v budovách.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ABB, s. r. o., Elektro-Praga Informační portál o elektroinstalaci [online]. 2012 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp>
- [2] ELEKTRIKA.CZ, s. r. o. Električka [online]. 2012 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://www.elektrika.cz>
- [3] ČEZ, a.s. Elektřina ČEZ [online]. 2012 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-zakazniky/elektrina.html>
- [4] ENVIC, o.s. Trombeho stěna [online]. 2012 [cit. 2012-03-08]. Dostupné z: <http://www.envic-sdruzeni.cz/realizovane-projekty/energetika/trombeho-stena-vyhodnoceni-efektivita.htm>
- [5] HL System, s. r. o. Technická brožura o systému KNX/EIB [online]. 2012 [cit. 2012-03-13]. Dostupné z: http://www.hlsystem.cz/files/Technicka_brozura_KNXEIB.pdf
- [6] CHMÚRNÝ, Ivan. Tepelná ochrana budov. 2003. vyd. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-88905-27-3.
- [7] KNX association [online]. 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.knx.org>
- [8] MACHÁČEK, Jan. Proč dát přednost systémové elektroinstalaci I. Elektroinstalatér. 2011, roč. 2011, č. 6, s. 19-20.
- [9] MACHÁČEK, Jan. Proč dát přednost systémové elektroinstalaci II. Elektroinstalatér. 2012, roč. 2012, č. 1, s. 16-18.
- [10] PAŠTA, Jaroslav. Elektrická optimalizace spotřeby rodinného domu. Plzeň, 2011. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce prof. Ing. Zdeněk Vostracký, DrSc, d. h. c.
- [11] TOPINFO, s. r. o. TZB-info [online]. 2012 [cit. 2012-01-31]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz>
- [12] VANDAS, Milan. Technická zařízení budov: Svazek 3. 2001. vyd. Praha: Verlag Dashöfer, 2001. ISBN 80-82629-31-9.
- [13] VILD, Jan. Komfortní elektroinstalace. Plzeň, 2011. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Ing. Aleš Krutina.
- [14] Zelená mánie [online]. 2012 [cit. 2012-02-20] Dostupné z: <http://www.zelenamanie.cz>
- [15] Zelená úsporám [online]. 2012 [cit. 2012-02-20]. Dostupné z: <http://www.zelenausporam.cz>

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

obr. 1.1: Průkaz energetické náročnosti [www.bauexport.cz]	4
obr. 1.2: Princip tepelného čerpadla [www.uni-top.cz]	8
obr. 2.1: Prostup tepla a) jednovrstvou deskou,	12
obr. 2.2: Princip Trombeho stěny [http://cs.wikipedia.org]	13
obr. 2.3: Realizovaná Trombeho stěna (Netunice, Plzeňský kraj) [3]	15
obr. 3.1: Typy systémové elektroinstalace, a) centralizovaná, b) hybridní, c) decentralizovaná.....	17
obr. 3.2: Schéma systémové (inteligentní) elektroinstalace [7]	18
obr. 3.3: Schéma klasické elektroinstalace [7].....	19
obr. 3.4: obr. 3.4: Logo systému KNX [6]	19
obr. 3.5: Struktura sběrnice KNX/EIB.....	21
obr. 3.6: Princip telegramu.....	22
obr. 3.7: Symetrický přenos KNX.....	22
obr. 3.8: Snižování provozních nákladů [4]	23
obr. 4.1: Orientace vybrané části objektu.....	28
tab. 1.1: Druhy označení	4
tab. 2.1: Průměrovaná data.....	15
tab. 4.1: Měřítka tepelné pohody.....	27
tab. 5.1: Porovnání osvětlení.....	31
graf 1.1: Graf nákladů na vytápění (převzato: http://r.kde.cz/news/foto/bydleni/060209_1.jpg).....	5
graf 2.1: Graf průměrných hodnot oxidu uhličitého	11
graf 2.2: Graf získaných výsledků intenzity slunečního záření	15
graf 2.3: Graf teplotních průběhů.....	16
graf 3.1: Graf pro porovnání nákladů pro osvětlení	25
graf 3.2: Graf pro porovnání energií pro osvětlení.....	25

SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Příklad návrhu inteligentní elektroinstalace
- P2 Kalkulace cen prvků

PŘÍLOHY

P1 Příklad návrhu inteligentní elektroinstalace

P2 Kalkulace cen prvků

Název	Typové číslo	Počet kusů	Výrobce
Napájecí zdroj s tlumivkou	SV/S 30.320.5	1	ABB
KNX IP Router	IPR/S 2.1	1	ABB
KNX/EIB USB 1.1	USB/S 1.1	1	ABB
Povětrnostní stanice 4-kanálová	WS/S 4.1	1	ABB
Snímač teploty	6190/42	1	ABB
Snímač osvětlení	6190/45	1	ABB
Soumrakový snímač	6190/44	1	ABB
Vysílač času DCF	6145/10	1	ABB
Řídicí žaluziový modul	JSB/S 1.1	1	ABB
Žaluziový akční člen	JRA/S 2.230.1.1	1	ABB
Lokální řídicí jednotka	RC/A 4.2	1	ABB
Kontrolér osvětlení DALI	DG/S 8.1	1	ABB
Spínač 6126A	6125/02-81-500	10	Schneider
Spínač 6126B	6126/02-81-500	3	Schneider
Tridonic ATCO		13	Schneider