

Ing. Peter Hofmann

Skrátená verzia v slovenskom jazyku

Ways of improving energy efficiency
in small and medium- sized enterprises

na získanie akademickej hodnosti doktor (philosophiae doctor, PhD.)

v doktorandskom študijnom programe: **Elektroenergetika**
v študijnom odbore 5.2.30 Power Engineering

Forma štúdia externá

Miesto a dátum: Bratislava, 24.06. 2017

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA
V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Ing. Peter Hofmann

Skrátená verzia v slovenskom jazyku

Cesty k zvyšovaniu energetickej efektívnosti v SME

na získanie akademickej hodnosti doktor (philosophiae doctor, PhD.)

v doktorandskom študijnom programe:

Elektroenergetika

Miesto a dátum: Bratislava, 24.06. 2017

Dizertačná práca bola vypracovaná v externej forme doktorandského štúdia

Na: Ústav elektroenergetiky a aplikovanej
elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky
a informatiky

Slovenská technická univerzita v Bratislave

Predkladateľ: Ing. Peter Hofmann,
Ústav elektroenergetiky a aplikovanej
elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky
a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave

Školiteľ: Prof. Ing. Vladimír Šály, PhD.
IPAE FEEIT, Ilkovičova 3, 81219 Bratislava
Slovenská technická univerzita v Bratislave

Oponenti: Prof. Ing. Irida Kolcunová, PhD.,
KEE, Fakulta elektrotechniky a informatiky
TU Košice, Mäsiarska 74, 041 20 Košice

Ing. Zdenek Dostál, CSc.
Inštitút Aurela Slobodu, Univerzita Žilina
ul. kpt. J. Nálepku 1390, 031 01 Liptovský Mikuláš

Autoreferát bol rozoslaný:

Obhajoba dizertačnej práce sa koná:

Na Fakulta elektroniky a informatiky Slovenská technická
univerzita v Bratislava, Ilkovičova 3

prof. Dr. Ing. Miloš Oravec
dekan FEI STU

| | |
|--|-----------|
| Tézy a ciele dizertačnej práce | 4 |
| 1 Úvod/Obsah | 5 |
| 1.1 Úvod do problematiky | 5 |
| 1.2 Vymedzenie základných pojmov | 6 |
| 1.2.1 Energia a účinnosť v energetike | 6 |
| 1.2.2 Malé a stredné podniky v Nemecku | 7 |
| 1.3 “Eko politické” potreby a nový prístup k energiám | 7 |
| 2 Metodika výskumu | 8 |
| 2.1 Princípy smerujúce k energetickej efektívnosti | 8 |
| 2.2 Technika a metodika meraní | 9 |
| 2.3 Ekonomická efektívnosť a amortizácia renovačných opatrení | 10 |
| 2.4 Strategické opatrenia smerujúce k zvýšeniu energetickej účinnosti | 10 |
| 2.4.1 Aplikácie vo firmách | 10 |
| 2.4.2 Opatrenia realizované na budovách | 10 |
| 2.4.3 Technické opatrenia | 11 |
| 2.4.4 Organizačné opatrenia | 11 |
| 2.5 Tézy a ciele dizertačnej práce | 12 |
| 2.6 Predstavenie analyzovanej jestvujúcej spoločnosti | 14 |
| 2.6.1 Typizácia štruktúry spoločnosti a budov | 14 |
| 2.6.2 Spotreba energie (súčasný stav) | 15 |
| 3 Výsledky a diskusia | 16 |
| 3.1 Vyvinutý štandardizovaný strategický fázový model | 16 |
| 3.2 Nový prístup k energiám v skúmanej spoločnosti | 19 |
| 3.3 Rozvinutie spôsobov akumulácie energie v skúmanej spoločnosti | 22 |
| 3.4 Identifikácia podporných a inhibičných faktorov v rámci opatrení aplikovaných v skúmanej spoločnosti | 26 |
| 4 Záver a výhľad | 27 |
| Publikačná činnosť autora | |
| Použitá literatúra | |

Tézy a ciele dizertačnej práce

Predložená práca obsahovo a ideovo reflektuje na súčasné a potenciálne budúce praktické aspekty riešenej problematiky. Práca poskytuje aj konkrétne odporúčania týkajúce sa zvyšovania energetickej hospodárnosti (účinnosti).

Výsledky by mali iniciovať ďalšie aplikácie, publikácie ako aj výskumnú činnosť.

- 1. Vývoj a návrh štandardizovaného strategického fázového modelu pre zvýšenie energetickej efektivity v malých a stredných podnikoch.**
- 2. Optimalizácia “nového prístupu k energiám”, ukážka na príklade výskumu problematiky v prípade stredne veľkých podnikov.**
- 3. Identifikácia a vývoj systémov pre skladovanie energie v prípade holistického prístupu k obnoviteľným zdrojom energie pre stredne veľké podniky.**
- 4. Identifikácia podporných a inhibičných faktorov v kontexte energetických opatrení pre malé a stredne veľké podniky.**

Výsledok by mal viesť ku:

Kombinácii teoretického a praktického modelu (vychádzajúceho z reálnych dát) reprezentujúceho reálnu situáciu.

Vzorec:

Teoretický model + údaje = reálny model

1 Úvod

1.1 Úvod do problematiky

Energia je témou budúcnosti. Je to aj z toho dôvodu, že zmena klímy a rastúce náklady na energiu sú neustále súčasťou verejnej a politickej diskusie. Nakladanie s energiou v prípade výrobných spoločností/podnikov je do značnej miery ne hospodárne a má za následok dopady na životné prostredie a zvyšujúce sa prevádzkové náklady podniku. Problematika energetickej efektivity podnikov a popis možných spôsobov zvyšovania energetickej efektivity získali trvalé miesto v širokej škále odborných časopisov.

Energetická štruktúra výrobných alebo aj nevýrobných spoločností sa stáva čoraz komplexnejšou. Energetické systémy a ich prvky sa dostávajú do čoraz tesnejších väzieb a interakcií. Kvalita opatrení v spoločnostiach je závislá od rozhodovaní postavených na základe kvalitných informácií a poradenstva. Preto musia byť jednotlivé opatrenia smerujúce k energetickej efektívnosti realizované koncepčne. V opačnom prípade dochádza iba k prehĺbovaniu nedôvery v tieto opatrenia.

Dodatočné technické opatrenia bývajú zväčša rozsiahle, čo často vedie k nedôvere k zásahom smerujúcich k energetickej efektívnosti. V krajnom prípade môže prísť k odmietnutiu týchto zásahov a opatrení. Zásahy sú preto aj obrovskou vedecko-technickou výzvou.

Optimalizačný proces nie je smerovaný iba na jedno opatrenie, ale zahŕňa niekoľko bodov v rámci procesu neustáleho zlepšovania. Výsledok by mal byť "šitý na mieru" pre konkrétnu spoločnosť, pričom sa musí vziať do úvahy energeticko-technické (fyzikálne) parametre budov, systémové inžinierstvo a optimálna energetická a ekonomická efektívnosť.

Opatrenia možno rozdeliť do piatich skupín:

1. Obmedzenie zbytočnej spotreby energie
2. Zlepšenie miery účinnosti
3. Rekuperácia energie
4. Využívanie obnoviteľných zdrojov
5. Energetický manažment (Energy controlling)

(porovnaj Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2009,

"Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe" p. 8) [1]

1.2 Vymedzenie základných pojmov

1.2.1 Energia a účinnosť v energetike

Energiu nemožno vyrobiť ani spotrebovať. Vždy ju možno len transformovať z jednej formy na inú. V konečnom dôsledku si treba uvedomiť, že všetka energia v jej rôznych podobách pochádza najmä zo Slnka.

Primárne energetické požiadavky:

V konečnom dôsledku z hľadiska energie treba brať do úvahy celý procesný reťazec zahŕňajúci získavanie, dopravu, spracovanie a premenu primárnych energetických zdrojov.

Užitočná energia:

Energia na konci konverzného reťazca slúži spotrebiteľovi na rôzne účely ako je napríklad svietenie, teplo alebo premena na mechanickú energiu. (pozri aj Recknagel, Sprenger, Schramek 2003/ 2004 p.361) [2]

Šedá energia (nepriama energia):

Za viazanú/šedú energiu považujeme energiu potrebnú napr. pre konštrukčné a stavebné aktivity.

Viazaná energia predstavuje energiu potrebnú pre ťažbu surovín, spracovanie, dopravu materiálov, zariadení, komponentov a osôb na stavenisko, prípadne na inštaláciu komponentov v budove. Túto energiu možno minimalizovať využitím "miestnych materiálov" a použitím metodiky udržateľnej výstavby.

(porovnaj s: www.baunetzwissen.de/ graue energie (grey energy))

Účinnosť:

Účinnosť (efektivita, efektívnosť)

Efektivita je vo všeobecnosti chápaná ako zlepšenie výťažku, alebo zníženie strát, resp. zvýšenie ekonomického využitia (optimalizácia faktora využitia). V technickom ponímaní ide o pomer prínosu a úsilia (účinnosť) resp. v ekonomickom ponímaní pomer zisku k investovaným prostriedkom.

Úspora energie:

"Najlepšia energia je tá, ktorá nie je spotrebovaná".

1.2.2 Malé a stredne veľké podniky v Nemecku

Inštitút pre výskum malých a stredných podnikov v Bonne definuje nezávislé podniky s menej ako 500 zamestnancami a ročným obratom nižším ako 50 miliónov EUR ako malé a stredné podniky. Európska komisia za malé a stredné podniky považuje spoločnosti do 250 zamestnancov.

Malé a stredné podniky sú považované za chrbticu nemeckej ekonomiky a v porovnaní s veľkými spoločnosťami vynikajú väčšou pružnosťou a inovačnou dynamikou, ktorá je dosiahnutá prostredníctvom lepšej spolupráce.

Malé a stredne veľké podniky sú tiež kolískou nových podnikateľských nápadov. Z hľadiska medzinárodnej ekonomiky veľké podniky zabezpečujú rozvoj národného hospodárstva, pričom synergicky malé a stredné podniky podporujú existenciu veľkých spoločností.

(Zdroj: Niehues, Dr. Karl, „**Unternehmenserfolg statt hausgemachter Unternehmenskrisen**“ KMU-Institut GmbH, Waldeyerstr. 61, 48149 Münster, 1997) [3]

1.3 “Eko politické” potreby a nový prístup k energiám

Svetovú populáciu tvorí približne 7,3 miliardy ľudí, pričom približne iba miliarda žije v akceptovateľných sociálno-ekonomických podmienkach. Okrem toho každoročne pribúda do svetovej populácie približne 80 miliónov ľudí. Na dôvažok treba dodať, že fosílna palivá ako sú uhlie, ropa a zemný plyn nie sú nevyčerpatelne. Toto prirodzene vedie k zvyšovaniu cien energií. Zároveň treba spomenúť problémy spojené s dopadmi na životné prostredie. Podľa vedeckých štúdií je na celom svete každoročne do atmosféry uvoľňovaných 24 miliárd ton skleníkových plynov (CO₂). To vedie k dramatickým zmenám klímy, resp. narastajúcemu počtu prírodných katastrof.

Hlavnými producentmi skleníkových plynov sú priemyselné krajiny, ktoré sa na emisiách podieľajú 80 percentným podielom. Preto možno v poslednom desaťročí pozorovať značné znepokojenie verejnosti a médií, ktoré je späté s témou globálneho otepľovania a zvyšovania miery emisií skleníkových plynov.

2 Metodika výskumu

2.1 Princípy smerujúce k energetickej efektívnosti

Vývoj štandardizovaného fázového modelu pri zohľadnení špecifických požiadaviek jednotlivých odvetví vyžaduje štruktúrovaný a precízny postup. Tento model môže byť i univerzálnym a možno ho aplikovať v rôznych technických odvetviach.

Okrem toho, vďaka holistickému princípu možno dosiahnuť ďalšie synergické efekty. Procesu vytvárania modelu predchádza vstupná konzultácia s konzultantom – najlepšie odborníkom v energetike, prípadne inžinierom z príslušnej oblasti skúmania.

Po vstupnej analýze, t.j. zistení skutočného stavu spoločnosti a zistenia jej imanentného potenciálu je navrhnutý optimalizačný strategický akčný plán, ktorý zodpovedá porovnaniu ekonomickej a energetickej bilancie a zároveň je podrobený analýze nákladov a výnosov. Vzhľadom k tomu, že optimalizačný proces je súhrnom viacerých opatrení je vhodné urobiť posúdenie osobitne pre každé jednotlivé opatrenie.

Z hľadiska posudzovania jednotlivých opatrení sa treba v prvom kroku sústrediť na:

Posúdenie skutočného stavu

Určený a formulovaný čo najpresnejšie a najpodrobnejšie.

Operacionalizáciu –

Spracovanie a zadefinovanie termínov a premenných, ktoré popisujú príslušný problém.

Vybrané opatrenia sú realizované a precízne dokumentované.

Analýza údajov –

Data sú triedené, analyzované a zhrnuté do prezentovateľnej podoby použitím rôznych metód.

Výber opatrení a metód –

Metóda voľby je odvodená z cieľovej podoby ako aj konkrétnych možností.

Následne sú vyvíjané príslušné nástroje (kontrolný záznam, dotazník a pod.).

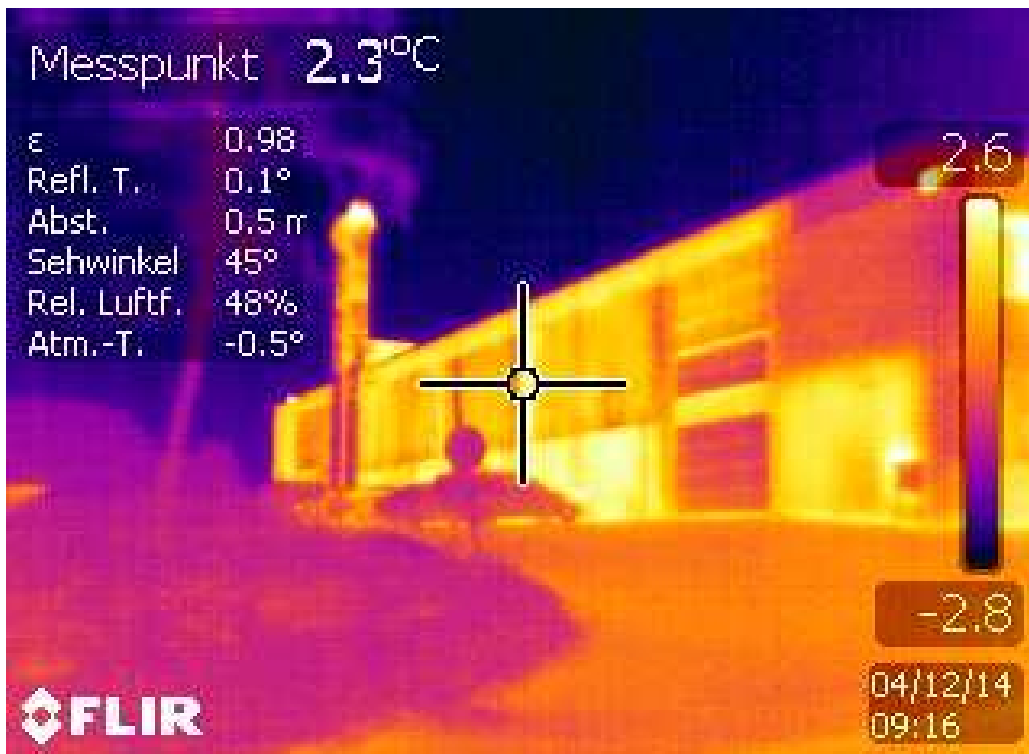
Prezentácia a kontrola výsledkov.

2.2 Technika a metodika meraní

Merania a výpočty uvedené v tejto časti je v prípade optimalizácie efektívnosti malého a stredne veľkého podniku nutné uskutočniť. Jedno z týchto meraní/opatrení je bezkontaktná infračervená termografia.

Okrem tohto je nutné realizovať meranie spotreby činného výkonu a spotrebu palív, zhodnotiť efektívnosť klimatizácie, výhrevných systémov, cirkulačného čerpadla a pod. Ak vezmeme do úvahy fakt, že steny budovy predstavujú najväčšie plochy pre odvod tepla, je veľmi dôležité porovnanie reálnych meraní a teoretických výpočtov.

V rámci zisťovania skutočného stavu v skúmanej firme bola použitá bezkontaktná infračervená termografia (obr. 1). Po zrealizovaní opatrení pre zvýšenie energetickej efektívnosti je nutná opätovná kontrola tou istou technikou.



Obr.1: Vyšetrovaná budova skúmanej spoločnosti (aktuálny stav)

Snímané z východnej strany.

Snímka skúmanej budovy reprezentuje prostredníctvom farebnej škály miesta s rôznymi povrchovými teplotami (miesta s rôznymi emisiami tepla).

2.3 Ekonomická efektívnosť a amortizácia renovačných opatrení

Rastúce náklady na energiu čoraz viac zaťažujú firmy. Prepočty ekonomickej efektívnosti sa zväčša používajú na posúdenie životaschopnosti projektov, alebo opatrení. Ide o metódy výpočtu veľkosti investícií, nákladov, výnosov a ziskov projektu. Z porovnania týchto parametrov je potom možné rozhodnúť za alebo proti realizácii konkrétneho projektu, prípadne opatrenia. Cieľom je pojednanie o výhodách vyplývajúcich z príslušného navrhovaného investičného rozhodnutia. Hovoríme aj o optimalizácii alternatívnych možností.

2.4 Strategické opatrenia smerujúce k zvýšeniu energetickej účinnosti

2.4.1 Aplikácie vo firmách

Štruktúra spotreby energie je silne závislá od charakteru spoločnosti. Záleží na zaradení spoločnosti do príslušného sektoru. Okrem iného, potenciál vysokých úspor sa vyskytuje v oblasti tzv. prierezových technológií. Patria medzi ne všetky opatrenia smerujúce k úsporám energie, ktoré možno použiť vo všetkých odvetviach rovnako. Sú sektorovo nezávislé. Všetky ostatné špecifické opatrenia musia byť posúdené individuálne.

2.4.2 Opatrenia realizované na budovách

Všetky budovy majú energetickú interakciu s prostredím, čo vedie k tepelným stratám spôsobeným prenosom tepla a stavebnými netesnosťami. Rozhodujúcim aspektom energeticky úsporných budov je technická kvalita realizácie (tepelná izolácia, parametre, prenos tepla).

Optimálny plášť budovy musí v zásade spĺňať nasledujúce požiadavky:

- Najnižší možný súčiniteľ prestupu tepla,
- Eliminácia tepelných mostov

Možné opatrenia:

- Zateplovanie budov a termografická analýza slabých miest,
- Vzduchotesnosť budov (predsieň, dvere, okná, strešné okná (opravy alebo výmeny),
- Sklá s ochranou proti slnečnému žiareniu (zníženie nákladov na klimatizáciu)
- Regulácia svetla počas dňa

2.4.3 Technické opatrenia

Voľbu technických opatrení nemožno považovať za izolovaný problém. Musí byť v každom prípade v súlade s holistickou koncepciou. Treba brať do úvahy napr. fyzikálne parametre danej budovy, priority spoločnosti, miestne meteorologické podmienky, investičné náklady, náklady na udržanie technických parametrov počas životného cyklu a pod.

Možné opatrenia:

- Využitie kogenerácie,
- Optimalizácia „tepelných procesov“ (biomasa/bioplyn),
- Tepelné čerpadlá a „zeolitové“ technológie,
- Účinné zariadenia a motory, tepelné hospodárstvo a izolácie,
- Optimalizácia hydraulických systémov,
- Efektívna vzduchotechnika (s rekuperáciou tepla),
- Efektívna výroba pary,
- Solárne technológie, (fotovoltaika, hybridné kolektory),
- Akumulačné technológie (elektrické/tepelné),
- Efektívne využívanie stlačeného vzduchu,
- Vodná energia - Veterná energia - Spotreba vody/úžitkovej vody,
- Nakladanie s odpadovými vodami (recyklácia),
- Optimalizácia technológií sušenia,
- Logistika a doprava, - Efektívna prevádzka svetelných zariadení,
- Riadiace, regulačné, meracie a komunikačné technológie/inteligentné, meranie systémy (smart gridy),
- Informačné technológie a kancelárska technika.

2.4.4 Organizačné opatrenia

Okrem spomenutých zásahov môže eliminácii spotreby energie napomôcť obozretné využívanie energie. Často už aj malé úpravy v pracovných postupoch, resp. zámerné vypnutie nepotrebného (nevyužívaného) zariadenia a systému je dostatočným predpokladom na zníženie nákladov za energiu. Tieto organizačné opatrenia vyžadujú malé, resp. minimálne náklady.

(pozri aj Dena GmbH, 2009 "Handbuch für betriebliches Energiemanagement", p. 35) [4]

Patria sem opatrenia ako:

- Energetické poradenstvo a systém verejných dotácií,
- Optimalizácia nákupov energií,
- Zvýšenie povedomia o energetickej efektivite na všetkých úrovniach spoločnosti,
- Pravidelná technická údržba/kontrola,
- Zriadenie prevádzkovateľa energetických systémov,
- Odborná príprava zamestnancov (energeticky úsporné správanie sa),
- Plánovanie dopytu po energiách (napr. aj predpovede počasia).

2.5 Tézy a ciele dizertačnej práce

Predložená práca z hľadiska obsahu a riešení reflektuje na súčasné a potenciálne budúce praktické aspekty riešenej problematiky. Obsiahnuté výsledky by mali prispieť k iniciovaniu ďalších prác, štúdií, prípadne vedeckých publikácií. Transfer poznatkov nie je len transferom vedeckých poznatkov, ale má veľmi blízko k praxi a je transferom riešenia reálnych problémov z podnikovej praxe.

1. Vývoj a návrh štandardizovaného strategického fázového modelu pre zvýšenie energetickej efektivity v malých a stredných podnikoch.

Prvým krokom je systematická identifikácia vychádzajúca zo súboru strategických opatrení, rešpektujúc štruktúrovaný prístup, ktorá berie ohľad na špecifické požiadavky príslušného odvetvia.

Výsledný zostavený algoritmus pre dosiahnutie energetickej efektívnosti pre malé a stredne veľké podniky treba upraviť tak, aby mohol byť použitý univerzálne. Tento strategický fázový model treba rozdeliť na operačné kroky potrebné k dosiahnutiu stanoveného cieľa použitím primeraných zdrojov a investícií.

Je to koncept, ktorý spája metodické, technické a ekonomické aspekty do jedného integrujúceho celku. Výsledok "šitý na mieru" pre konkrétnu spoločnosť musí rešpektovať fyzikálne parametre (budovy, prevádzkové priestory spoločnosti), systémové inžinierstvo, ako aj optimálne náklady a energetickú a ekonomickú efektivitu.

2. Optimalizácia “nového prístupu k energiám”, ukážka na príklade výskumu problematiky v prípade stredne veľkých podnikov.

Druhým cieľom pre zvýšenie energetickej efektivity je systematické aplikácia vychádzajúca z predchádzajúceho strategického fázového modelu. Je dôležité zodpovedať otázku, či je možné použitím dnešných vyspelých technológií a obnoviteľných zdrojov energie v skúmanej spoločnosti dosiahnuť vyrovnanú resp. prebytkovú energetickú bilanciu.

3. Identifikácia a vývoj systémov pre skladovanie energie v prípade holistického prístupu k obnoviteľným zdrojom energie pre stredne veľké podniky.

Optimalizácia infraštruktúry resp. energetickej spotreby spoločností vzhľadom na ich aktivity väčšinou nie je prioritou, a preto nemožno dosiahnuť optimálne využitie existujúceho technického zázemia. V súvislosti s renováciou alebo rozširovaním výroby (expanzia) sa štandardne mení spotreba energie, ale holistický prístup k optimalizácii sa neaplikuje. Pretože úpravy sa často vykonávajú postupne.

Cieľom tejto analýzy je odpovedať na otázku, či zvolený postup popísaný vyššie je technicky realizovateľný aj bez akumulácie energie. Ďalším cieľom je overenie ekonomickej a nákladovej efektivity.

4. Identifikácia podporných a inhibičných faktorov v kontexte energetických opatrení pre malé a stredne veľké podniky

Ako už bolo spomenuté štruktúra energetických systémov (spotreba, zariadenia, ...) v spoločnostiach sa stáva čoraz komplexnejšia.

Vzťahy medzi jednotlivými energetickými komponentmi sú čoraz tesnejšie a komplikovanejšie. Prijímané rozhodnutia a zásahy v tejto oblasti sú závislé na kvalite informácií a poradenstva.

Ak sú tieto zásahy a opatrenia realizované nekonceptne, často to vedie k nedôvere k opatreniam smerujúcim k energetickej efektívnosti. V hraničnom prípade to vedie k odmietnutiu týchto zásahov. Pre úspešnú realizáciu opatrení v oblasti energetickej účinnosti je nutné v rozhodovacom procese identifikovať podporné a inhibičné faktory.

Výsledkom by mala byť kombinácia teoretického a praktického modelu (vychádzajúceho z reálnych dát) reprezentujúceho reálnu situáciu.

Vzorec: teoretický model + údaje = reálny model

Výsledkom výskumného projektu je syntéza teoretického modelu a praktickej aplikácie pre reciproký transfer poznatkov.

2.6 Predstavenie analyzovanej jestvujúcej spoločnosti

2.6.1 Typizácia štruktúry budovy

Sledovaná spoločnosť (pozri obr.2) je komplex pozostávajúci z dvoch výrobných hál, skladových hál, logistického centra (hala) a kancelárskych priestorov. Súčasťou spoločnosti je aj veľkoobchodný priestor a administratívna budova (office tower). V priestoroch sa vykonáva povrchová úprava a lakýrnické práce. Súčasťou je aj logistické centrum. Prvá hala bola postavená v roku 1970. Potom bol areál postupne v osemdesiatych rokoch dostavaný do finálnej podoby.

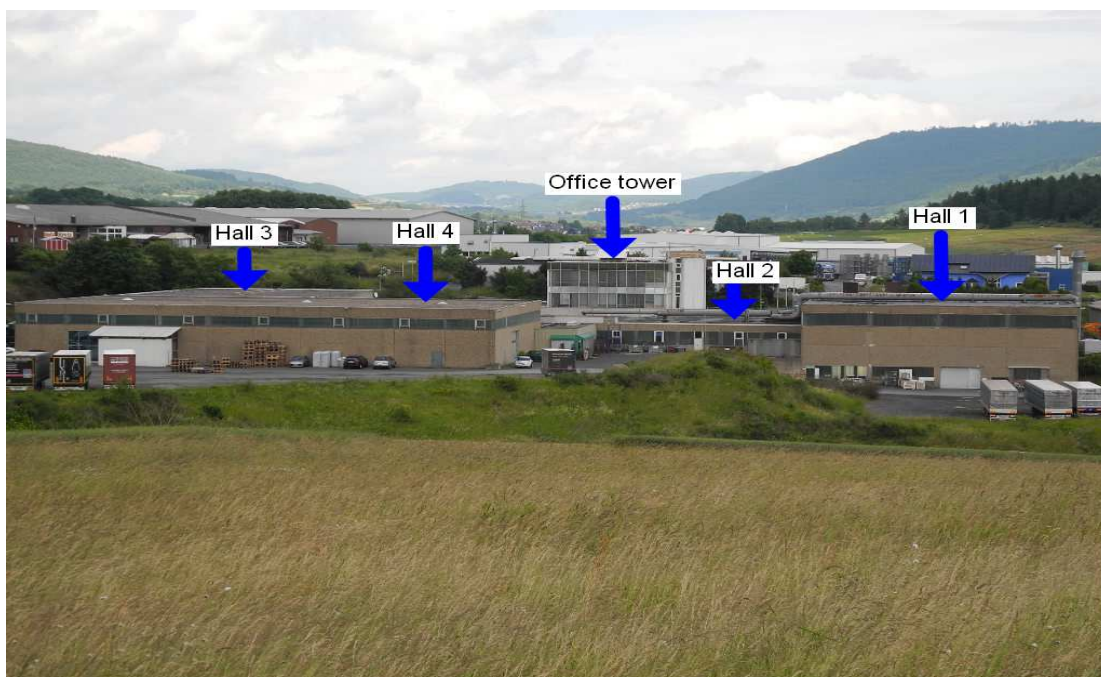
Lokalizácia:

Dopravne výhodná poloha v obchodnej oblasti: 35685 Dillenburg-Manderbach, Dillenburg road 66-72 v Nemecku.

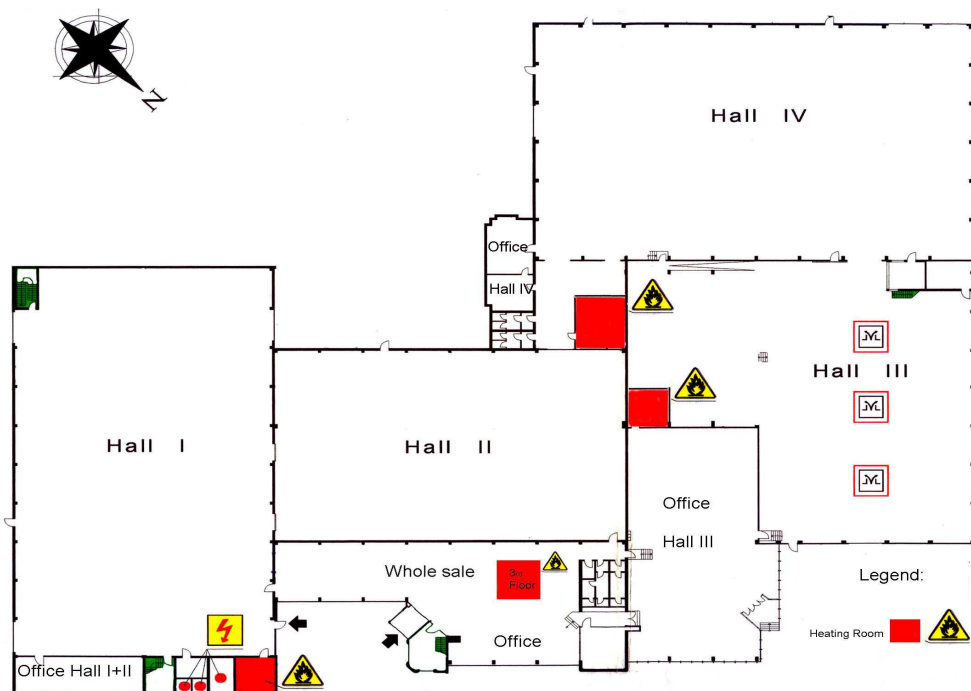
Rozloha: 29687 m²

Zastavaná plocha: 7135m²

Nadmorská výška: 270 m



Obr.2: Skúmaná spoločnosť (súčasný stav). Pohľad z juhozápadu

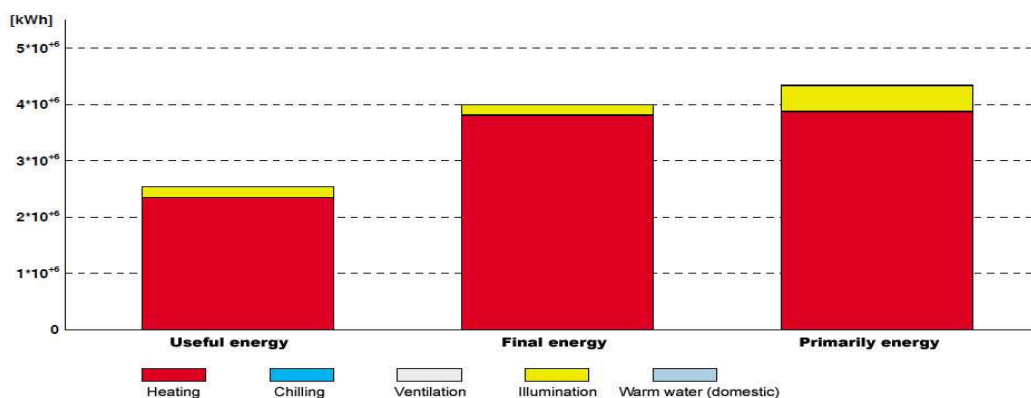


Obr.3: Pôdorys komplexu budov vyšetrovanej spoločnosti

Využitie: Hala 1: Výroba/administratíva, Hala 2: Výroba, Hala 2: Veľkoobchod/administratíva, Hala 3: Logistika a distribúcia/kancelária, Hala 4: Sklad. Veža: 1. poschodie: administratíva, 2. poschodie: administratíva.

2.6.2 Spotreba energie (súčasný stav)

| | Total [kWh/a] [kWh/(m ² ·a)] | Heating [kWh/a] [kWh/(m ² ·a)] | Chilling [kWh/a] [kWh/(m ² ·a)] | Ventilation [kWh/a] [kWh/(m ² ·a)] | Illumination [kWh/a] [kWh/(m ² ·a)] | Warm water [kWh/a] [kWh/(m ² ·a)] |
|-------------------------|---|---|--|---|--|--|
| Useful energy | 2540189 | 2354823 | 0 | 0 | 183978 | 1388 |
| | 356,02 | 330,04 | 0 | 0 | 25,79 | 0,19 |
| Final energy | 4002128 | 3806628 | 0 | 7986 | 183978 | 3536 |
| | 560,91 | 533,51 | 0 | 1,12 | 25,79 | 0,50 |
| Primarily energy | 4339853 | 3870655 | 0 | 19167 | 441546 | 8486 |
| | 608,25 | 542,49 | 0 | 2,69 | 61,88 | 1,19 |



Obr.4: Prepočítaný skutočný stav energetickej bilancie

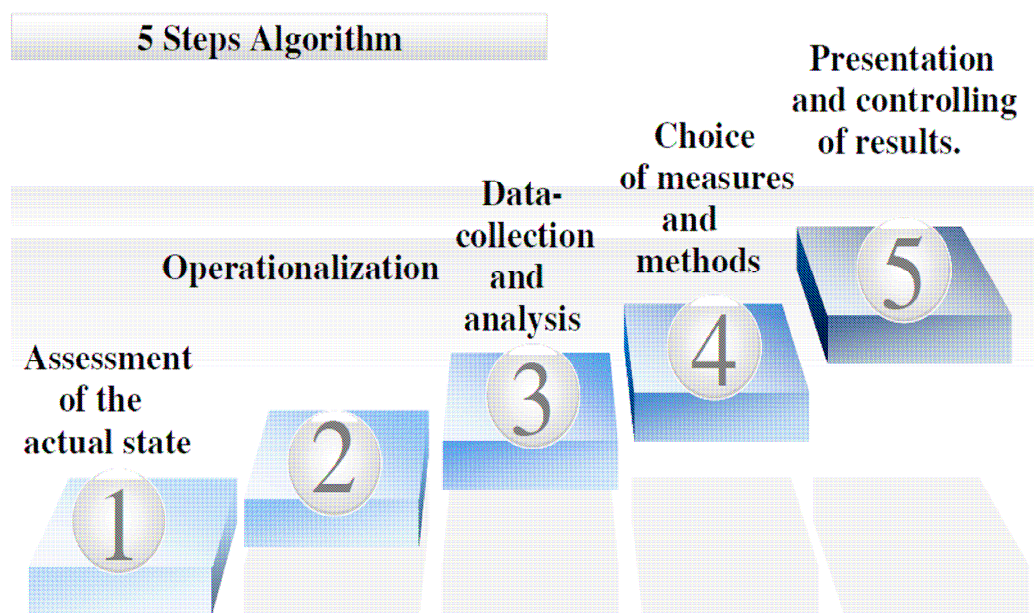
Ako je jasne viditeľné, spotreba energie na vykurovanie 2354823 kWh ročne (skutočný stav) tvorí najväčšiu časť celkovej spotreby energie. Je to dôsledkom zastaranej konštrukcie budov a čiastočne aj zastaranou technológiou. Okrem toho ďalšiu spotrebu tvorí energia spotrebovaná na osvetlenie a ohrev úžitkovej vody. V diagramoch sú zahrnuté aj ventilačné straty. Štatistika spotreby energie v uplynulých 10 rokoch ukázala údaje o spotrebe plynu (vykurovanie) v priemere 2014300 kWh za rok (porovnaj s užitočnou energiou 2354823 kWh ročne).

Ako možno vidieť na obr.4 (teoretický výpočet) existuje vysoká zhoda medzi týmito výsledkami a skutočnou spotrebou (priemer v poslednom desaťročí).

3 Výsledky štúdie

3.1 Vyvinutý štandardizovaný strategický fázový model

Vyhodnotenie strategického fázového energetického modelu viedlo k algoritmu piatich krokov, ktoré možno použiť univerzálne.



Obr.5: Vyvinutý 5 krokový algoritmus

Integrácia algoritmu do aplikovanej softvérovej analýzy:

V podstate je priebeh založený na opise problému, jeho analýzy a navrhnutí riešenia. Softvér zahŕňa výpočet a optimalizáciu fyzikálnych parametrov budovy a všetkých dostupných technológií. Integrácia aplikovaného 5

krokového algoritmu do implementovaného softvéru tak umožňuje komplexný prístup. Výsledky boli vypočítané pomocou integrálneho prístupu normy DIN 18599 v rámci výpočtového mechanizmu podľa Fraunhoferovho inštitútu. Do úvahy berieme vzájomné interakcie s ohľadom na fyzikálne parametre budov, štandardné postupy a technológie. Softvér bol vždy v súlade s navrhnutým algoritmom.

Krok 1: Posúdenie skutočného stavu

Základom pre vytvorenie koncepcie renovácie je analýza skutočného stavu. Vzhľadom k tomu sa vyšetřovaný objekt (firma) posudzovala vzhľadom na existujúce technológie, fyziku budov, organizačné vzťahy a využitie energií (kapitola 6 dizertačnej práce).

Krok 2: Sfunkčnenie

Sú vypracované ciele a premenné spojené s riešenými úlohami, aby bolo možné posúdenie výsledkov.

Predpokladané výsledky:

Kombinácia teoretického modelu a praktických údajov, ktoré predstavujú realitu. Postup je nasledujúci:

Teoretický model + údaje = reálny model.

Výsledkom výskumu je potom syntéza teoretického modelu a praktických riešení pre recipročný transfér poznatkov.

Potrebné je tiež zabezpečiť odpovedajúce energetické a ekonomické výpočty a simulácie. Navyše sú potrebné technické prostriedky ako zberač dát (datalogger), termokamera, merač tesnosti a pod.

Krok 3: Zber a analýza dát

Na zabezpečenie komplexného posúdenia (výskumu) bol špeciálne vyvinutý informačný záznam, ktorý je doložený v prílohe dizertačnej práce.

Ďalšie vyvíjané nástroje sú napr. (kontrolný zoznam, dotazník, atď.).

Sú vybrané a následne vykonané a zdokumentované požadované opatrenia.

Krok 4: Výber opatrení a metód

Výber metód a opatrení vyplýva z predpokladaných cieľov a špecifických možností danej firmy (spoločnosti) ako aj s ňou spojených ekonomických faktorov. Vypracovaná bola tiež nasledovná rozhodovacia matica:

| | | | |
|-------------------------------|--|--|---|
| Vysoká úspora energie | I Vysoká úspora Nízke náklady | II Vysoká úspora Stredné náklady | III Vysoká úspora Vysoké náklady |
| Stredná úspora energie | IV Stredné úspory Nízke náklady | V Stredné úspory Stredné náklady | VI Stredné úspory Vysoké náklady |
| Nízka úspora energie | VII Nízke úspory Nízke náklady | VIII Nízke úspory Stredné náklady | IX Nízke úspory Vysoké náklady |
| | Nízke investície | Stredné investície | Vysoké investície |

Obr.6: Rozhodovacia matica

Na posúdenie ekonomickej efektivity zámeru a opatrení sa používajú výpočty ekonomickej účinnosti. Stanovenie finančných parametrov vyžaduje použiť metódy, ktoré predstavujú výpočet nákladov, investície, profit a pod. Posúdenie parametrov umožní rozhodnutie za alebo proti predpokladaným zámerom a opatreniam.

Krok 5: Prezentácia a hodnotenie výsledkov

Veľmi dôležitým prvkom je náležitý sled jednotlivých fáz so zreteľom na prísne sledovanie energetických a ekonomických faktorov. Prvým krokom je stanovenie a váženie priority jednotlivých opatrení. Holistický (komplexný) prístup vyžaduje súlad nápravných opatrení tak, aby boli zohľadnené všetky energetické a ekonomické faktory zásadného významu. Napr. výmena tepelného zdroja a optimalizácia fyzikálnych parametrov budovy. Výmena tepelného zdroja bez úprav (vylepšenia) fyzikálnych parametrov budovy vedie k jeho predimenzovaniu, zatiaľ čo vylepšenie fyzikálnych parametrov budovy umožňuje nižšie náklady na tepelný zdroj.

3.2 Nový prístup k energiám skúmanej spoločnosti

Ako sme spomenuli v kap. 2.6, výsledky hodnotenia energetickej efektívnosti posudzovanej spoločnosti ukázali jej nedostatky. Zároveň kladieme otázku, či predmetný podnik na základe súčasných technológií môže byť zmenený tak, aby sa stal zo spotrebiteľa producentom energie. Všetky navrhované riešenia neboli zvažované izolovane, ale v zmysle navrhnutého fázového modelu.

Do úvahy sme brali faktory ako lokálne podmienky, investičné náklady, životnosť jednotlivých prvkov a pod. V prvom kroku bolo navrhnuté a hodnotené riešenie bez energetickeho úložiska. Energetické úložisko zahŕňa pokročilé riešenie v kombinácii s relevantnou technológiou a FV systémom 300 kWp – predstavené ako ďalší krok opísaný v sekcii 3.3. V prvom kroku boli navrhnuté viaceré modely, resp. varianty. Výsledky, simulácie a energetické a ekonomické výpočty viedli k najúčinnnejšiemu riešeniu vysvetlenému nižšie.

Prvý krok optimalizácie:

Fyzikálne parametre budovy (simulované vypočítané a čiastočne implementované):

Izolácie strechy a vonkajších stien, obklady s transparentnou tepelnou izoláciou, strešné svetlíky s transparentnou tepelnou izoláciou, protislnečná ochrana okien (zníženie spotreby klimatizácie).

V prípade zaistenie vhodného ventilačného systému veľína (officetower) sa znížia nároky na klimatizáciu. Náklady zníži aj využitie prirodzeného osvetlenia v tomto priestore riadením pomocou regulovateľných žalúzií (daylight steering).

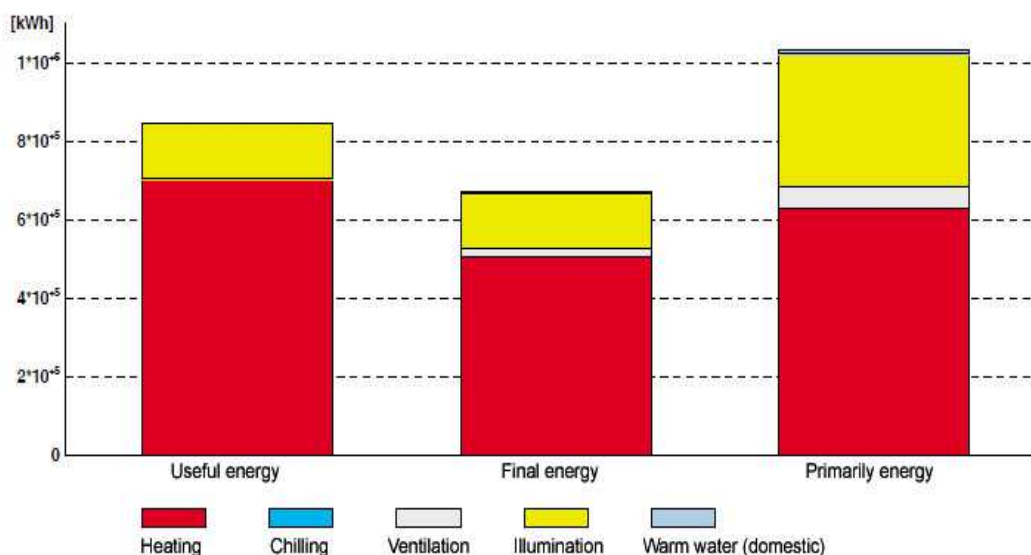
Technické opatrenia (simulácie, výpočty, čiastočne implementované)

- Kúrenie: 2 kombinované vykurovacie systémy 3 tepelné čerpadlá (ako náhrada starých vykurovacích plynových a olejových jednotiek)
- Teplá voda: Prietokový ohrievač
- Teplovzdušný systém s rekuperáciou tepla (regulácia podľa potrieb)
- Vykurovací systém už bol hydraulicky vybalancovaný, šetriaci potenciál cca 15 %. Staré ventilačné ohrievače nahradené stropnými panelmi. Opatrenia umožňujú nižšie systémové teploty, zníženie z asi 90/70 °C na 50/40 °C (priama a vratná voda)
- Účinné obehové čerpadlá
- Termostatický šetriaci systém
- Účinnejšie využitie stlačeného vzduchu (utesnený potrubný systém a nižší tlak)
- IT a kancelárske zariadenia v triede A+++
- Fotovoltická elektrina
Fotovoltická elektráreň s výkonom 300 kWp je vo fáze inštalácie
Predpokladaná ročná produkcia je 294751 kWh, pričom vypočítaná predpokladaná spotreba je 288679 kWh.
- Účinnosť svetelných zdrojov
Všetky svetelné systémy (výrobné haly, kancelárie a vonkajšie osvetlenie) sú nahradené svietidlami LED a detektormi na automatické spínanie.

Organizačné opatrenia (simulácie, výpočty, čiastočne implementované)

- Zavedenie systému energetického manažmentu
- Pravidelná technická údržba
- Zavedenia zodpovedného energetického manažéra
- Školenia pracovníkov (výroba manažment) ohľadom zodpovedného využívania energií
- Benchmarking – porovnávanie s úspešnými firmami z obdobného sektora, príklady úspešnej praxe, energetický manažement
- Prediktívne energetické plánovanie
- Optimalizácia dodávok energií.

| | Total [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Heating [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Chilling [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Ventilation [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Illumination [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Warm water [kWh/a] [kWh/(m ² a)] |
|------------------|--|--|---|--|---|---|
| Useful energy | 843948 | 701489 | 0 | 0 | 141072 | 1388 |
| | 118,28 | 98,32 | 0 | 0 | 19,77 | 0,19 |
| Final energy | 502630 | 504004 | 0 | 21988 | 141072 | 3526 |
| | 70,45 | 70,64 | 0 | 3,08 | 19,77 | 0,49 |
| Primarily energy | 624953 | 628252 | 0 | 52770 | 338572 | 8462 |
| | 87,59 | 88,05 | 0 | 7,40 | 47,45 | 1,19 |



Obr.7: Vypočítané výsledky po prvej optimalizácii

Ako vidieť, primárna potreba energie klesla zo 608 kWh/m ann na hodnotu 87,6 kWh/m ann, čo je pokles 86 %. Celková spotreba energie klesla z 560,91 kWh/m ann na hodnotu 70,45 kWh/m ann vzhľadom na použitie tepelného čerpadla.

Ekonomická efektívnosť a amortizácia opatrení (prvá optimalizácia):

| | | | |
|---------------------------------|-------------|---|----------------------|
| Aktuálne náklady, palivá | | Výsledky | |
| Súčasný stav | 259846,92 € | Investície | |
| Prvý krok | 23228,03 € | Celkové náklady | 2025863 € |
| Hraničné podmienky | | Nutná údržba | 448568 € |
| Počítaná úroková sadzba | 3% | Náklady na šetriace opatrenia | 1577295 € |
| Inflačné miery | | Priemerné ročné náklady | |
| Palivo (aktuálny stav) | 4 % | Periód (30 rokov) | |
| Palivo (prvý krok) | 4 % | Kapitálové nákl. | 101559 €/ rok |
| Oopatrenia | 3,5 % | Palivá | 41441 €/ rok |
| Údržba | 4,5 % | Údržba | + 47083 €/ rok |
| Daňové sadzby za odpisy | 32 % | Spolu | 190083 €/ rok |
| Výpočtové parametre | | Priemerné ročné úspory | 273503 €/ rok |
| periód (roky) | 30 | Interná miera zisku | 14,61 % |
| Faktory | | <i>The investment is economically. Its internal rate of return is higher than the calculatory interest rate</i> | |
| Palivo (aktuálny stav) | | Doba amortizácie | 9 rokov |
| Palivo (prvý krok) | | Cena ušetrenej kWh | 0,0425€/kWh |
| Oopatrenia | | | |
| Údržba | | | |

Obr.8: Ekonomická efektívnosť a amortizácia opatrení (prvá optimalizácia)

3.3 Navrhnutý systém skladovania energie

Cieľom tejto analýzy je odpovedať, či sú navrhnuté riešenia efektívne bez systému ukladania energie, resp., či sú náklady na úložný systém vynaložené z ekonomického hľadiska efektívne.

Na základe výpočtu sme navrhli úložný systém a na jeho efektivitu sme využili proces simulácie. Nastavenia ako parametre budovy osvetlenie, fotovoltaika ostali podobné ako v prvom kroku. Zmeny sú uvedené nižšie.

Technické opatrenia:

(simulácia, výpočty a čiastočne realizované)

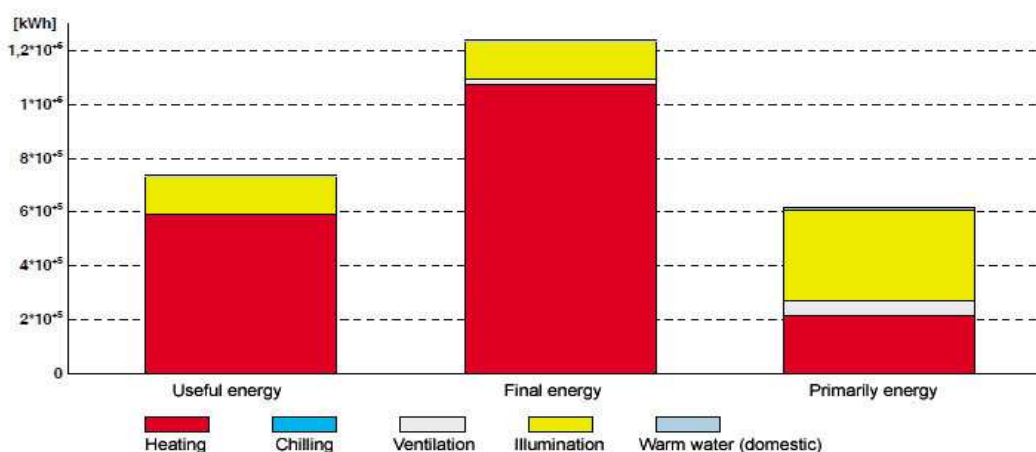
Kúrenie: 1 kombinovaný výhrevný systém

1 výhrevný systém s využitím biomasy (pelety)

Riešenie energetického úložného systému je viacero. Do úvahy prichádza celá škála od elektrického zariadenia (akumulátory), cez stlačený vzduch, generáciu vodíka aj iné. Podobne na skladovanie tepelnej energie prichádza do úvahy viacero možností, napr. vodný zásobník alebo systém, ktorý využíva fázovú premenu (phase change materials PCM), alebo termochemický systém.

Energetická bilancia: Komerčný park s úložným energetickým systémom

| | Total [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Heating [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Chilling [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Ventilation [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Illumination [kWh/a] [kWh/(m ² a)] | Warm water [kWh/a] [kWh/(m ² a)] |
|------------------|--|--|---|--|---|---|
| Useful energy | 735674 | 593545 | 0 | 0 | 140742 | 1388 |
| | 103,11 | 83,19 | 0 | 0 | 19,73 | 0,19 |
| Final energy | 1096863 | 1075293 | 0 | 21988 | 140742 | 3524 |
| | 153,73 | 150,71 | 0 | 3,08 | 19,73 | 0,49 |
| Primarily energy | 268819 | 217050 | 0 | 52770 | 337781 | 8458 |
| | 37,68 | 30,42 | 0 | 7,40 | 47,34 | 1,19 |



Obr.9: Výsledky výpočtu navrhnutého úložného systému

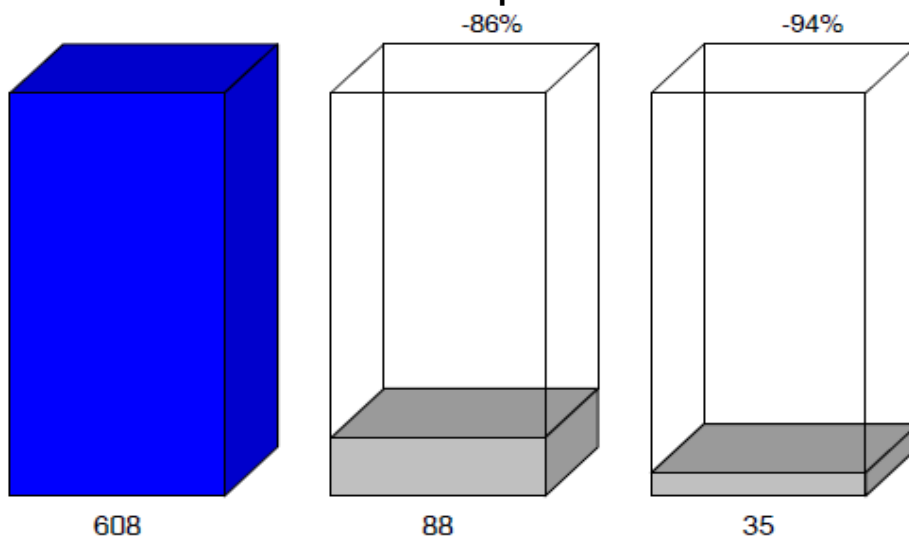
Ako možno vidieť primárne energetické nároky celého komerčného parku po prvej optimalizácii klesli zo 608 kWh/m ann na hodnotu 87,6 kWh/m ann a v ďalšom kroku na hodnotu 35,4 kWh/m ann. Celková energetická potreba klesla z 560,91 na 153,73 kWh/m ann. Výsledky sú uvedené v tabuľke na obr. 10.

Ekonomická účinnosť a amortizácia energetických zariadení (energetický úložný systém):

| | | | |
|---------------------------------|-------------|---|---------------------|
| Aktuálne náklady, palivá | | Výsledky | |
| Súčasný stav | 259846,92 € | Investície | |
| Úložný systém | 30349,41 € | Celkové náklady | 2115251 € |
| Boundary conditions | | Nutná údržba | 464001 € |
| Calculatory interest rate | 3% | Náklady na šetriace opatrenia 1651250 € | |
| Inflačné miery | | Priemerné ročné náklady | |
| Palivo (aktuálny stav) | 4 % | Periódna (30 rokov) | |
| Palivo (prvý krok) | 4 % | Kapitálové nákl. | 103287 €/rok |
| Oopatrenia | 3,5 % | Palivá | 54146 €/rok |
| Údržba | 4,5 % | Údržba | + 47268 €/rok |
| Daňové sadzby za odpisy | 32 % | Spolu | 204701 €/rok |
| Výpočtové parametre | | Priemerné ročné úspory 258885 €/rok | |
| periódna (roky) | 30 | Interná miera zisku 13,68 % | |
| Faktory | | <i>The investment is economically. Its internal rate of return is higher than the calculatory interest rate</i> | |
| Palivo (aktuálny stav) | | Doba amortizácie 9 rokov | |
| Palivo (prvý krok) | | Cena ušetrenej kWh 0,0495€/kWh | |
| Oopatrenia | | | |
| Údržba | | | |

Obr.10: Ekonomická účinnosť a výpočet amortizácie úložného systému

Aktuálna situácia dvoch variant a porovnanie:

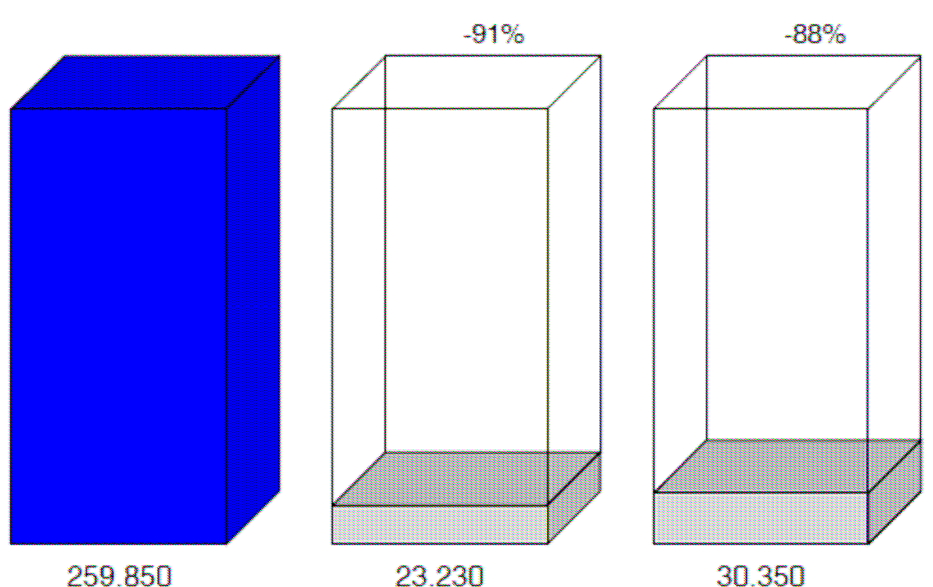


Obr.11: Primárna energetická potreba (kWh/m ann)

(Aktuálny stav)

(prvá optimalizácia)

(úložný systém)



Obr.12: Náklady na palivo (EUR/ann)

(Aktuálny stav)

(prvá optimalizácia)

(úložný systém)

Veľkosť zhodnotenia (internalinterest rate) 13,68 % je ekonomicky efektívne opatrenie vzhľadom na náklady a benefity. Energetická náročnosť klesla. Na druhej strane energetický úložný systém ako taký neprináša z ekonomického hľadiska ďalšie zvýšenie profitu ak výsledok porovnáme s prvou optimalizáciou.

Vo všeobecnosti ekonomický benefit úložného systému závisí medzi iným od konkrétneho prípadu, teda od špecifických parametrov spoločnosti (firmy), pre ktorú sa zavádza. Výsledok ovplyvňujú okolnosti ako produkcia odpadového tepla, požiadavky na vzduchotechniku a chladenie. Do úvahy je nutné brať celkové inžinierske okolnosti a celkovú štruktúru energetickej spotreby. Systém ukladania energie musí byť navrhovaný pre konkrétnu firmu ako takú. Je predpoklad že systémy skladovania energie sa budú naďalej významne rozvíjať, čo bude viesť k novým možnostiam.

3.4 Podporné a brzdiace faktory v kontexte opatrení na zvýšenie energetickej efektívnosti

V rámci uskutočnenej analýzy boli identifikované nasledujúce faktory.

Podporné a brzdiace faktory opatrení :

Monetárne dôvody:

Podporné faktory:

- Znížené náklady zvýšený profit
- Zvýšená schopnosť konkurencie
- Krátka doba návratnosti
- Dlhodobé podnikateľské zlepšenie
- Možnosť napojenia na štátom podporované programy
- Štátne dotácie
- Predpoklad nárastu cien energií
- Nízka úroková miera

Brzdiace faktory:

- Nedostatočné znalosti finančných súvislostí
- Vysoké investičné nároky
- Nedostatok kapitálu
- Dlhá amortizačná doba
- Aktuálna cena energie
- Značná miera neistoty nákladov a benefitov opatrení

Ne-monetárne dôvody:

Podporné faktory:

- Pozitívny imidž
- Ochrana životného prostredia
- Zvýšený tlak verejnosti
- Implementácia monitorovacích a manažérskych systémov
- Pracovné miesta
- Orientácia na budúcnosť

Brzdiace faktory:

- Nedostatočná konzultačná činnosť ohľadom energetickej účinnosti
- Malé technické znalosti
- Málo informácií ohľadom existujúcich možností a ich potenciálu
- Málo znalostí o energetických interakciách v rámci procesov v konkrétnej firme
- Vysoké pracovné zaťaženie, málo motivácie
- Neexistencia energetickeho manažmentu
- Zdanlivo vysoké personálne nároky
- Nedostatočné strategické myslenie
- Časová náročnosť
- Zavádzajúce mediálne informácie
- Nedostatočné politiky

V súhrne možno dospieť k záveru, že ochota prekonávať inovačné blokády v oblasti energetickej účinnosti porastie s rastúcimi nákladmi na energie.

Je tiež predpoklad zlepšenia politických podmienok, napr.

prostredníctvom vyšších vládnych dotácií a daňových stimulov.

Okrem toho by bolo potrebné napríklad vylepšené zvyšovanie povedomia (informačné kampane atď.) napr. pomocou príkladov dobrej praxe a prostredníctvom porovnávacích prístupov.

4 Záver a výhľad

Jeden z hlavných výsledkov tejto práce je konštatovanie, že doteraz neexistuje prístup, ktorý by riešil energetickú efektívnosť SME v celom komplexe problémov a okolnosti v súvislosti s činnosťou SME (technické parametre budov, organizačné možnosti, súčasná miera poznatkov a technológií, možnosti prichádzajúcich technológií) vo vzťahu nákladov (investícií) a účinnosti. Prevažná väčšina existujúcich SME nevyužíva ani aktuálne možnosti. Napr. 80 % nemeckých tepelných generátorov je zastaraných.

Energetická účinnosť predstavuje inteligentný zdroj energie, na čo sa často zabúda. Ako sme uviedli, existuje množstvo podporných faktorov, ktoré sa dajú využiť a brzdiacich faktorov, ktoré je nutné prekonať. Vo firmách SME je nutné uvedomiť si, že „trvalé“ znižovanie spotreby energie je možné aj pri efektívnych investíciách, resp. bez poklesu efektivity výroby.

Jedným s problémov je tiež časté využívanie rozšírených zjednodušujúcich ekonomických výpočtov, zatiaľ čo použitie technicky a ekonomicky odpovedajúcich nástrojov je individuálne pre každý konkrétny podnik.

Cieľom ekonomickej a technickej optimalizácie sú nízke investičné a prevádzkové náklady. Zárukou sú budúce úspory energie. Znižovanie zásob palív a stúpajúce ceny energií sa prejavia v kalkulácii tiež pozitívne. Inovácia a výmena starých málo účinných energetických zariadení sa prejavuje ako hnacia inovačná sila a má zároveň pozitívny dopad na európsky energetický priemysel.

Každý, kto plánuje obnovu energetických zariadení, stojí pred výzvou brať do úvahy všetky prijateľné relevantné faktory.

Do procesu je potrebné zapojiť všetky zložky podnikateľov, plánovačov, menežérov, zamestnancov z ohľadom na technické, ekonomické, ekologické a funkčné okolnosti.

Výsledkom je synergický efekt a benefit je vyšší ako v prípade individuálnych vstupov a aktivít.

Takýto postu zároveň poskytuje predpoklad na vybalancovanie ekonomických, technických a ekologických požiadaviek.

Zvýšená energetická efektívnosť vplýva na finančné úspory, ochranu životného prostredia, tvorbu pracovných miest, podporuje ekonomický rast a rozvoj technológií, čo má celospoločenský dopad na európskej úrovni a globálnu konkurencieschopnosť.

Obzvlášť významným faktorom je využívanie OZE.

Z tohto dôvodu profesionálna analýza stavu (diagnóza) nasledovaná plánovaním opatrení (terapia) s prihliadnutím na ekonomické aspekty je nenahraditeľná. V budúcnosti spoločnosti (SME) musia byť schopné používať svoju vlastnú produkciu energie (elektrina/tepelná energia) vo

veľkých množstvách. Bez inovatívnych úložných systémov nie je energeticky decentralizovaný prístup možný.

Ale to neznamená, že nie je možné rekonštruovať existujúce spoločnosti vysoko účinným spôsobom pomocou súčasných technológií bez uchovávanía energie. Holistický prístup, ako sme ukázali predstavuje veľkú výhodu. Umožňuje spoločnostiam plánovať už dnes high-end prístup, držať krok s nadchádzajúcimi technologickými inováciami a dosiahnuť optimálne výsledky.

Vo všeobecnosti platí, že neexistuje jedno energetické opatrenie, ktoré je možné rovnako aplikovať vo všetkých SME.

Energetická efektívnosť môže byť považovaná za „inteligentný energetický zdroj“. (see also Hofmann, Peter, 2014“Energy efficiency and cost reducing applications in companies p.89) [5].

Požiadavky na ďalší výskum:

Najmä v oblasti systémov ukladania energie je stále vysoký potenciál na rozvoj a súbežne vysoký dopyt po ďalšom výskume, predovšetkým pokiaľ ide o skladovacie kapacity a náklady.

Vedecká práca, nie je len jednostranný prístup, ale pohľad z mnohých strán s prihliadnutím na aktuálny vedeckých stav s cieľom dosiahnuť najlepšie výsledky. Ide zároveň o impulzy a prenos poznatkov z priemyslu do vedy a výskumu, ako aj naopak. Tvorí sa otvorený vzťah medzi znalosťami a aplikáciami. Zavádzanie výsledkov výskumu do praxe navyše vyvoláva rastúci dopyt po permanentnom vzdelávaní, a to nielen pokiaľ ide o energetickú účinnosť.

Z výsledkov tejto štúdie môžu byť odvodené ďalšie relevantné otázky pre ostatné technické odbory, napríklad medzi iným stavebný strojársky priemysel ako aj IT pre riadiace a regulačné systémy alebo pre zvýšenie využívania obnoviteľných zdrojov energie v podnikoch.

Energia je drahocennosť pre 21. storočie. Súčasnosť je charakterizovaná jej šetrením, budúcnosť patrí energeticky autonómnym alebo energiu produkujúcim entitám.

List of author's publications:

Hofmann, P.: Thermal energy storage system technologies- Quo vadis?. Journal of interdisciplinary economic research. Volume 2013/1. pp.72-77. ISSN: 2196-4688.

Hofmann, P.: Energy efficiency and cost reducing. Applications at companies. Journal of interdisciplinary economic research. Volume 2014/1. pp.89-94. ISSN: 2196-4688.

Hofmann, P.: Electrical energy storage system technologies- Quo vadis?. Journal of interdisciplinary economic research. Volume 2015/2. pp.135-139. ISSN: 2196-4688.

Šály, V. – Packa, J. – Váry, M. – Perný, M. – Hofmann, P.: Small Photovoltaic System. Časopis EE, VOL 20. NO 5/S, 2014, 1-4.

Gleser, A. – Hofmann, P.: Change Management in Production Processes: Financial Aspects of RFID-Projects; Change Management of Innovation: Strategic - Design - Implementation, Arona: Eastern Institute for Integrated Learning in Management University, 2015. 11 p. ISBN: 978-3-86468-945-1.

Šály, V. - Hofmann, P. - Packa, J. - Perný, M.: Improving energy efficiency in small and medium-sized companies. In ELOSYS. Elektrotechnika, informatika a telekomunikácie 2015 [elektronický zdroj] : Konferencia s medzinárodnou účasťou. Trenčín, Slovakia. 13. – 15. október 2015. 1. vyd. Bratislava : Nakladateľstvo STU v Bratislave, 2015, CD-ROM, pp. 121-123. ISBN: 978-80-227-4437-9.

Hofmann, P. - Šály, V.: Needs and possibilities for improving energy efficiency in small and medium-sized enterprises. In Power engineering 2016. Renewable Energy Sources 2016 : 6th International Scientific Conference. Tatranské Matliare, Slovakia. May 31 - June 2, 2016. 1. vyd. Bratislava: Slovak University of Technology, 2016, pp. 73-76. ISBN: 978-80-89402-82-3.

František J. – Perný, M. – Šály, V. – Giemza, M. – Hofmann, P.: Microwave supported treatment of sewage sludge. Journal of Electrical Engineering, VOL 67 (2016), NO4, 286–291 ISSN 1335-3632, On-line ISSN 1339-309X© 2016 FEI STU.

List of Sources:

- [1] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2009):“**Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe**“, Augsburg, p.8, www.lfu.bayern.de.
- [2] Recknagel, Sprenger, Schramek (2003/2004): “**Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik**“, 71. Auflage, Oldenbourg Industrieverlag München, www.oldenbourg.de, ISBN:3-486-26543-2.
- [3] Niehues, Dr.K.(1997):„**Unternehmenserfolg statt hausgemachter Unternehmenskrisen**“ KMU-Institut GmbH, Waldeyerstr. 61, 48149 Münster,www.kmu-institut-gmbh.de.
- [4] Dena GmbH (2009):“**Handbuch für betriebliches Energiemanagement**“, German Energy Agency, Chausseestraße128a, 10115 Berlin, p.35/p.37, www.dena.de, ISBN:978-3-9812787-7-4.
- [5] Hofmann, P. (2014):“**Energy efficiency and cost reducing applications in companies**“, Journal of interdisciplinary economic research, Volume 2014/1. pp.89-94. ISSN: 2196-4688.