

PhDr. Sejdo Ferati

Autoreferát dizertačnej práce

**Model pre návrh environmentálne optimálnych technológií
na využívanie obnoviteľných zdrojov energie v súvislosti so
zavádzaním účinného systému energetického manažmentu**

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

v doktorandskom študijnom programe: 5.2.30 Elektroenergetika

Bratislava, 25.11.2013

Dizertačná práca bola vypracovaná externej forme doktorandského štúdia

Na Ústave elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU

Predkladateľ: PhDr. Sejdo Ferati
Ústave elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava 1

Školiteľ: prof. Ing. František Janíček, PhD.
Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava 1

Oponenti: Prof. Ing. Alfonz Smola, PhD.
Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava 1

Prof. Ing. Juraj Altus, PhD.
Žilinská univerzita v Žiline, Elektrotechnická fakulta
Univerzitná 1, 010 26 Žilina

Autoreferát bol rozoslaný:

Obhajoba dizertačnej práce sa koná:

Na FEI STU v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava 1

Prof. RNDr. Gabriel Juhás, PhD. Dekan FEI
STU in Bratislava

Obsah

1	STRUČNÉ ZHRNUTIE.....	1
2	TÉZY A CIELE DIZERTAČNEJ PRÁCE.....	1
2.1	TÉZY DIZERTAČNEJ PRÁCE	2
2.2	MODELY RIEŠENIA V DIZERTAČNEJ PRÁCI.....	2
2.3	STAV TECHNOLOGIÍ	3
2.4	VEDECKÝ PRÍSPEVOK A CIEĽ DIZERTAČNEJ PRÁCE	3
2.5	VEDECKÝ PRÍSPEVOK PRÁCE K ROZVOJU TECHNOLOGIÍ V ELEKTROENERGETIKE A VÝZNAM PRE PRAX.....	4
3	POPIS ZARIADENÍ - PREHĽAD	6
3.1	KONDEZAČNÉ PLYNOVÉ KOTLY NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY A VYKUROVANIE S A BEZ DOPLNKU ZO SOLÁRNEJ ENERGIE	6
3.2	KOTLY NA DREVENÉ PELETY NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY A VYKUROVANIE S A BEZ DOPLNKU ZO SOLÁRNEJ ENERGIE	6
3.3	MIKRO-KOGENERAČNÉ JEDNOTKY SO STIRLINGOVÝM MOTOROM	7
3.4	VYUŽITIE TEPLA Z OKOLITÉHO PROSTREDIA POMOCOU TEPELNÝCH ČERPADIEL	8
3.5	TEPELNÉ ČERPADLO TYPU SOLNÝ ROZTOK – VODA.....	8
3.6	TEPELNÉ ČERPADLO TYPU VZDUCH – VODA	9
3.7	FOTOVOLTAICKÉ ZARIADENIE NA VÝROBU ELEKTRINY	9
4	ANALÝZA HOSPODÁRNOSTI.....	10
4.1	PREHĽAD METODÍK ANALÝZY	10
4.2	STATICKÉ ANALYTICKÉ POSTUPY	10
4.3	DYNAMICKÉ ANALYTICKÉ POSTUPY	10
4.4	POROVNANIE.....	10
4.4.1	<i>Amortizačná metóda.....</i>	<i>11</i>
4.4.2	<i>Porovnanie metód.....</i>	<i>11</i>
5	ENERGETICKÁ MATICA	12
6	SIMULÁCIA BUDOVY A ZARIADENÍ.....	13
6.1	POPIS ZARIADENIA V AKTUÁLNOM STAVE PRE REFERENČNÚ BUDOVU.....	13
6.2	ZÁKLADY SIMULÁCIE BUDOV.....	14
6.3	SIMULÁCIA S POMOCOU PROGRAMU TRNSYS	14
6.3.1	<i>Výstup výsledkov</i>	<i>14</i>
6.4	ZÁKLADY SIMULÁCIE ZARIADENÍ	14
7	NÁVRH MODELU NA TVORBU ENERGETICKY ÚSPORNÝCH VÝROBKOV	17

8	SPRACOVANIE VZOROVEJ PRÍRUČKY ENERGETICKÉHO MANAŽMENTU	19
9	ZHRNUTIE FORMOU OTÁZOK A ODPOVEDÍ.....	20
	ZOZNAM LITERATÚRY	23

1 Stručné zhrnutie

Na báze referenčného objektu (vybraná jestvujúca budova) sa v práci spracovala a predložila koncepcia a analýza hospodárnosti alternatívnych technológií v energetike na výrobu a dodávku energií (dodávka tepla, príprava teplej vody a dodávka elektriny). Na účely simulácií sa použili okrem iného softvérové programy TRNSYS a Dr. Valentin.

Úspora energií a zlepšenie účinnosti v ich využívaní sú v systéme energetického manažmentu základnými prvkami. V rámci práce sa predstavil model takéhoto systému, ktorého využitie je tak v používaní energeticky šetrných technológií, ako aj vo výrobe energeticky úsporných výrobkov. Vo výsledku sa tak spracovala vzorová príručka energetického manažmentu.

2 Tézy a ciele dizertačnej práce

Využitie obnoviteľných energií ako také vychádza z pochopenia, že v prírode jestvujú toky energií, ktoré sa dokážu obnovovať, pričom niektoré z nich sa využívajú na získavanie energie už po tisícročia.

Východiskovým bodom práce je fakt, že fosílny zdroje energie sú konečné a trvalý rast ich cien nás núti hľadať nové riešenia na pokrytie rastúcej spotreby energií.

Základnými predpokladmi v tomto úsilí sú šetrné narábanie s energiami a zlepšenie účinnosti v ich využívaní. Len tak možno začať reálne uvažovať o myšlienkach na celosvetový rozvoj obnoviteľných energií. Vyššia energetická produktivita vďaka efektívnejšiemu a teda inteligentnejšiemu využívaniu energií znamená z dlhodobého hľadiska ich nižšiu spotrebu, menej emisií CO₂ a nižšie náklady. Regeneratívne zdroje energie sa stali kľúčovou súčasťou energetickej politiky najmä z titulu problematiky účinnej ochrany zemskej atmosféry. Tieto zdroje sa v práci skúmajú nielen z fyzikálnych, technických a ekonomických hľadísk, ale predstavujú sa i rôzne a variabilné možnosti ich využitia. V posledných rokoch zaznamenali obnoviteľné energie výrazný rast.

Cieľom je zvýšiť podiel obnoviteľných energií na celkovej spotrebe energií (na účely výroby tepla a elektriny).

2.1 Tézy dizertačnej práce

Rozhodujúcim faktorom v energetickej náročnosti produktu v jeho využití je energetická definícia produktu.

Hospodárnosť alternatívnych technológií v energetike bude pre obyvateľstvo podnetom a presvedčí ho o výhodnosti používania týchto zariadení a technológií. Tým sa dosiahnu úspory primárnych zdrojov energie.

2.2 Modely riešenia v dizertačnej práci

1. Energeticky úsporné a ekologické výroby

Keďže zásoby primárnych zdrojov energie sú konečné a treba rátať s ďalším rastom ich cien, predstavuje alternatívnu možnosť rozvoj energeticky úspornejších a zároveň voči životnému prostrediu šetrnejších technológií.

Východiskovým bodom pre vhodný model riešenia bola definícia produktu, pretože táto rozhoduje o nadväzných výrobných nákladoch. Za týmto účelom sa spracoval postupový diagram, ktorý zohľadňuje všetky organizačné a technické činnosti vo výrobe produktu. To zahŕňa tiež laboratórne, funkčné a výrobné vzorky. Postupový diagram nekončí zhotovením výsledného produktu, ale obsahuje tiež jeho ekologicky vhodnú recykláciu.

2. Alternatívne možnosti výroby energie

Alternatívne (obnoviteľné) energie zaznamenali v ostatných rokoch búrlivý rast. Cieľom je zvýšiť podiel obnoviteľných energií na celkovej spotrebe energií (na účely výroby tepla a elektriny), čo znamená, že v nadchádzajúcich rokoch celosvetovo výrazne porastie dopyt po ekologických technológiách.

Cieľom je vykonať vzájomné porovnanie technológií na báze obnoviteľných energií ako sú kondenzačné plynové kotly na prípravu teplej vody a vykurovanie s a bez doplnku zo solárnej energie, kotly na drevené pelety na prípravu teplej vody a vykurovanie s a bez doplnku zo solárnej energie, kogeneračné jednotky na výrobu tepla a elektrickej energie, využitie prirodzeného tepla z okolitého prostredia pomocou výmenníkových tepelných čerpadiel a využitie fotovoltaických zariadení na výrobu elektrickej energie vo vzťahu k modelovej referenčnej budove, a určiť ich hospodárnosť.

3. Energetická matica

Cieľom bola hrubá analýza (bez simulácie) spotreby energie pri klasickej výrobe energie a alternatívnych technológií vo vzťahu k referenčnej budove.

4. Simulačné metódy

Cieľom bolo zistiť s pomocou rôznych simulačných programov výnosy z používania ekologicky únosných technológií, ktoré sú potrebné na analýzu hospodárnosti.

5. Spracovanie vzorovej príručky energetického manažmentu

Cieľom bolo spracovať vzorovú príručku energetického manažmentu, ktorá prispeje k znižovaniu nákladov, k ochrane životného prostredia, k trvalo udržateľnému spôsobu hospodárenia, k zlepšeniu imidžu podniku a k využívaniu dostupných foriem štátnej podpory.

2.3 Stav technológií

V rámci rozsiahlych rešerší, ktoré vykonal autor (Internet, vedecké práce, aktuálne publikácie) nebola zistená žiadna práca, ktorá by sa zaoberala skúmaním:

- hospodárnosti,
- komplexných simulácií, či
- výrobou a prevádzkou energeticky úsporných a ekologických výrobkov, alebo
- spracovaním vzorovej príručky energetického manažmentu

pre len jeden referenčný objekt.

2.4 Vedecký príspevok a cieľ dizertačnej práce

Cieľom bolo vytvoriť model na tvorbu riešení na báze ekologicky únosných technológií a procesov. Za týmto účelom sa sledovalo i vzhľadom na ich hospodárnosť využitie obnoviteľných energií. Ďalej bolo zámerom spracovať vzorovú príručku energetického manažmentu, s cieľom znížiť tak náklady na energie, hospodáriť trvalo udržateľným spôsobom a prispieť k ochrane životného prostredia.

2.5 Vedecký príspevok práce k rozvoju technológií v elektroenergetike a význam pre prax

Spoločnosť môže dospieť k blahobytu buď využívaním jestvujúcich prírodných zdrojov, alebo cez výskum, vývoj a trvalo udržateľný priemysel a výrobu.

Keďže je Nemecko krajinou s obmedzenými zásobami prírodných surovín, treba logicky klásť dôraz práve na činnosti výskumu a vývoja, a tiež na energeticky úspornú a udržateľnú výrobu a ekologické technológie.

K najväčším výzvam do budúcnosti preto patrí cenovo únosná, bezpečná, spoľahlivá, dostupná a ekologicky šetrná dodávka energií (elektrina, teplo a pre potreby mobility). Keďže ceny potrebných fosílnych zdrojov energie na svetovom trhu celkovo stále rastú (z titulu vysokej spotreby novo industrializovaných krajín i zvyšujúcej sa životnej úrovne) a ich zásoby sú konečné, vyplýva z toho potreba rozvoja účinnejších a voči životnému prostrediu šetrnejších technológií.

Táto téma sa stala predmetom predkladanej práce, v ktorej sa na príklade jestvujúcej prevádzkovej budovy (ďalej sa označuje ako referenčná budova) zisťovali ekologicky únosné technológie v rámci rôznych variantov zásobovania teplom a elektrinou.

Vo vykonaných simuláciách budovy a technických zariadení sa preskúmali rôzne možnosti zásobovania primárnou energiou (napr. kondenzačné plynové kotly na prípravu teplej vody a vykurovanie s a bez doplnku zo solárnej energie, kogeneračné jednotky na výrobu tepla a elektrickej energie, kotly na pelety, využitie prirodzeného tepla z okolitého prostredia pomocou výmenníkových tepelných čerpadiel a využitie fotovoltaických zariadení).

Vo výsledku sa pre referenčnú budovu zistilo, že z hľadiska hospodárnosti (investičné náklady a výnosy) by na modernizáciu jestvujúceho nízkoteplotného kotla prichádzal do úvahy len kondenzačný plynový kotol. Vzhľadom na rastúce ceny fosílnych zdrojov energií, potrebu znižovať emisie CO₂ a šetrnosť voči životnému prostrediu by bol taktiež vhodný kotol na pelety na prípravu teplej vody a vykurovanie v kombinácii s fotovoltaickým zariadením tak pre vlastnú potrebu, ako aj na dodávku elektriny do verejnej rozvodnej siete.

Z dnešného hľadiska možno za odporúčanie do budúcnosti označiť kotol na pelety s vyrovnávacím zásobníkom a integrovanou vykurovacou tyčou na elektrinu (s prednostným odberom z fotovoltaického zariadenia).

Na realizáciu energeticky úsporných a ekologických technológií v praxi sa vyvinul model, ktorý sa znázornil v postupovom diagrame.

Východiskovým základom v realizácii nápadov je vždy definícia koncového produktu. Ďalšími fázami sú potom vývoj a návrh tohto produktu či procesu. Celý súbor činností tejto koncepcie produktu je značne komplexný, keďže si vyžaduje znalosti zo súvisiacich oblastí (ako napríklad ochrana životného prostredia, energetická úspornosť, právne predpisy, ergonómia či dizajn), a označuje sa ako produktový proces.

Vo vývoji produktu treba dbať, aby výsledný produkt a jeho výroba boli hospodárne, praktické a šetrné voči životnému prostrediu, a aby neprinášali zdravotné riziká.

Postupový diagram sa orientuje na prax v tom zmysle, že je rozdelený do fáz. V diagrame sa zohľadňujú zásady plánovania, vývoja a konštrukcie technických výrobkov. Obsahuje tiež všetky organizačno-technické činnosti, ktoré vznikajú vo výrobe. Taktiež sú zohľadnené medzioperačné merania laboratórných, funkčných a výrobných vzoriek, čím možno riešiť a odstrániť chyby v procesných sledoch ešte pred vlastným zavedením výroby. Postupový diagram nekončí hotovým produktom, ale fázou jeho k životnému prostrediu šetrnej recyklácie. Výsledkom sú produkty, ktoré sú energeticky úsporné a sofistikované, pritom však zároveň funkčné, orientované na zákazníka, inovatívne a ergonomické.

Vzorová príručka energetického manažmentu zlepšuje efektívnosť podniku v narábaní s energiami, a to i vzhľadom na fakt, že do budúcnosti sa energetický manažment stane témou bez výnimky pre všetky podniky. Ide o kľúčový faktor pre systematické a dlhodobé znižovanie spotreby energií na udržateľnej báze v praxi. Vzorová príručka energetického manažmentu obsahuje celostné pravidlá procesných sledov a ich organizačného zabezpečenia a predstavuje praktickú pomôcku najmä pre malé a stredné podniky. Príručka má týmto podnikom umožniť, aby zaviedli systém energetického manažmentu pre svoje potreby. Zároveň tým získavajú možnosť nárokovat' si rôzne prostriedky podpory a úľav zo zákona, a tým si znižovať náklady, hospodáriť lepšie udržateľným spôsobom a zohľadňovať potreby ochrany životného prostredia, a celkovo zlepšovať svoje činnosti riadenia.

Členenie príručky energetického manažmentu podáva informácie o tom, kto, kedy, prečo a aké má povinnosti v rámci procesných, prevádzkových a pracovných pokynov a ako sa tieto majú realizovať, respektíve kto má v týchto procesoch rozhodovacie právomoci.

Ďalej príručka poukazuje na zo zákona vyplývajúce a na iné predpisy týkajúce sa efektívneho narábania s energiami a možností úspory energií. S jej využitím môžu podniky v praxi transparentne zisťovať svoju spotrebu energií a podľa potreby prijímať patričné

opatrenia na znižovanie emisií CO₂, v záujme spoľahlivého zásobovania energiami v súlade so svojimi potrebami.

3 Popis zariadení - prehľad

3.1 Kondenzačné plynové kotly na prípravu teplej vody a vykurovanie s a bez doplnku zo solárnej energie

Na získavanie energie z ropných látok a zemného plynu je ešte stále najúčinnnejšia kondenzačná technológia. Táto umožňuje využitie energie s až 98-percentnou účinnosťou [72], [78].

S technológiou kondenzačných plynových kotlov možno vykurovať energeticky úsporným a pohodlným spôsobom. V iných druhoch zariadení uniká energia komínom, zatiaľ čo v tomto prípade sa odpadové teplo prakticky celé bezo zvyšku využije. Princípom kondenzačnej techniky je, že výhrevné plyny vznikajúce pri spaľovaní sa ochladzujú, čím kondenzuje v nich obsiahnutá vodná para.

Výhody zariadení s kondenzačným plynovým kotlom (napr. od výrobcu Brötje [72], typ BGB)

- Vysoká hospodárnosť vďaka možnosti regulácie výkonu horáku v širokom rozmedzí
- Možnosť regulácie výkonu v rozmedzí od 17 do 100 %
- Efektívne využitie energie, s dosiahnutím normovaného stupňa využitia až 109 %
- Nízke emisie
- Energeticky úsporná prevádzka vďaka integrovanej regulácii chodu v závislosti od priebehu počasia
- Použitie moderného čerpadla s permanentným magnetom a s úsporou vo výške 50 %
- Jednoduchá údržba zariadenia

Takéto zariadenia s kondenzačným plynovým kotlom možno bez problémov skombinovať s inými systémami, ako napríklad s doplnkovými solárnymi zariadeniami na prípravu teplej vody a vykurovanie. Tieto kombinácie sú z hľadiska hospodárnosti osobitne vhodné najmä pre obytné domy, keďže všetky technické súčasti ako vyrovnávacie zásobníky, solárne moduly, kábeláž, armatúry a integrovaná regulácia chodu sú navzájom ideálne zladené.

3.2 Kotly na drevené pelety na prípravu teplej vody a vykurovanie s a bez doplnku zo solárnej energie

Vykurovacie zariadenia na drevené pelety využívajú drevo ako palivo dopĺňujúce sa prirodzeným spôsobom a sú preto veľmi dobre vhodné na ekologické vykurovanie obytných domov. Ich funkčný princíp je podobný klasickým vykurovacím zariadeniam na olej a zemný plyn, len s tým rozdielom, že tu sa spaľujú drevené pelety. Ide o malé brikety z tlakovo

formovaného dreva, ktorých výhrevnosť predstavuje okolo 5 kWh na kilogram. To približne zodpovedá výhrevnosti pol litra vykurovacieho oleja. Normovaný stupeň využitia tohto paliva je tak o niečo nižší ako v prípade kotlov na olej a zemný plyn, ktoré dosahujú hodnoty okolo 95 percent, zatiaľ čo v prípade zariadení na drevené pelety to môže byť i menej ako 85 percent [7], [72].

Výhrevnosť zariadení na drevené pelety silne závisí od kvality použitých peliet. Tieto sa vyrábajú zo zvyškov po hobľovaní a teda obsahujú rôzne druhy dreva s rôznou výhrevnosťou. Ďalej výhrevnosť ovplyvňuje tiež konzistencia, obsah vody a veľkosť peliet. V tejto súvislosti sa už spracovali príslušné normy. Dodávka peliet prebieha podobne ako v prípade vykurovacieho oleja. Veľké cisternové vozidlá na pelety zastavia v tesnej blízkosti domu a drevené pelety sa hadicou pneumatically dopraví z vozidla do skladovacích nádob. Z titulu prudkého rastu dopytu sa vo fáze rýchleho rastu popularity tohto druhu paliva sa ceny za pelety dosť zvýšili. Medzičasom sa však situácia vďaka výstavbe nových výrobných prevádzok i určitému poklesu dopytu upokojila, čím došlo i k stabilizácii cien.

Tento systém je vhodný na prestavby či modernizácie rodinných domov za predpokladu, že je k dispozícii dostatok miesta na skladovanie zásob peliet, ako aj nainštalovaný vyrovnávací zásobník na prebytky solárnej energie.

Vyrovňovací zásobník funguje ako centrálny zásobník energie, ktorý v súlade s potrebami optimálne rozdeľuje vykurovacie teplo a teplú vodu po celom dome.

3.3 Mikro-kogeneračné jednotky so Stirlingovým motorom

Zariadenia na spaľovanie plynu (mikro-kogeneračné jednotky so Stirlingovým motorom) vyrábajú tak teplo, ako aj elektrický prúd [72], [78].

Normovaný stupeň využitia pre tieto zariadenia predstavuje 50/30 čiže 107,4 %. Ich normovaný emisný faktor pre emisie NO_x sa pohybuje do 33mg/kWh. Normovaný emisný faktor pre emisie CO je potom 33 mg/kWh [72], [78].

Na modernizáciu starších zariadení s nízkoteplotnými spaľovacími kotlami a nákup mikro-kogeneračných jednotiek so Stirlingovým motorom možno využiť prostriedky štátnej podpory (ako napríklad v Nemecku od banky KfW-Bank) [53], [54].

Mikro-kogeneračné jednotky so Stirlingovým motorom možno bez problémov kombinovať s inými systémami, ako napríklad s doplnkovými solárnymi zariadeniami na prípravu teplej vody a vykurovanie.

Vo vyhodnotení pravdepodobne tento variant nebude možné zohľadniť, keďže sa predpokladajú pomerne vysoké obstarávacie náklady a nízky bude i počet prevádzkových hodín ročne. Z tohto dôvodu sa pre tento systém nevykoná simulácia ani výpočet hospodárnosti.

3.4 Využitie tepla z okolitého prostredia pomocou tepelných čerpadiel

Ďalšiu možnosť výroby tepla predstavuje využitie tepla z okolitého prostredia pomocou tepelných čerpadiel. Ako tepelné čerpadlo sa označuje zariadenie, v ktorom sa pomocou čerpadla s mechanickým alebo elektrickým pohonom vyrába vykurovacie teplo z nízkotepelného tepelného zdroja. Toto teplo sa potom využíva na vykurovanie či prípravu teplej vody, alebo so zúžitkovaním na procesné účely. Tento funkčný princíp je ekvivalentný spôsobu fungovania chladničky, len s tým rozdielom, že táto sa používa na výrobu chladu. V pracovnom cykle sa v odparovači prívodom tepla z nízkotepelného zdroja odparuje chladiaci prostriedok. Tento vo forme pary sa potom stlačí pomocou kompresora na vyšší prevádzkový tlak, čím sa zároveň výrazne zohreje. Výsledné teplo, ktoré sa prejavuje vysokými teplotami, možno následne odvieť ako užitočné teplo napríklad na ohrev vody či vykurovanie miestností. Deje sa tak v kondenzátore, v ktorom sa chladiaci prostriedok odvedením tepla znovu skvapalní. Pomocou expanzného ventilu sa tlak prevádzkového média znovu zníži, čím sa zároveň ochladí a následne znovu privedie do odparovača.

Rozlišujú sa tepelné čerpadlá, v ktorých sa ako tepelný zdroj používa voda (systém soľný roztok – voda) a tepelné čerpadlá, kde ako tepelný zdroj slúži vzduch (systém vzduch – voda).

3.5 Tepelné čerpadlo typu soľný roztok – voda

Táto technológia tepelných čerpadiel pracuje na jednoduchom termodynamickom princípe. Cez takzvané tepelné výmenníkové systémy sa z okolitého prostredia odníma teplo. Toto teplo, ktoré sa nachádza vo vzduchu, v pôde, v spodnej vode a v slnečnom žiarení, možno v rámci uzavretého chladiaceho okruhu, ktorý prebieha v tepelnom čerpadle, nechať narásť na vyššiu teplotu a následne používať na bežné vykurovacie účely. Tepelné čerpadlá typu soľný roztok – voda môžu čerpať energiu zo spodnej vody a zo zemského tepla. Za týmto účelom sa pomocou zemných kolektorov, zemných sond či studní získava teplo obsiahnuté v pôde a toto sa pomocou tepelného čerpadla mení na účinnú vykurovaciu energiu.

Aj na modernizáciu zastaralých zariadení s nízkotepelnými kotlami a nákup tepelných čerpadiel typu soľný roztok – voda možno využiť prostriedky štátnej podpory, ako napríklad v Nemecku od banky KfW-Bank [53], [54].

3.6 Tepelné čerpadlo typu vzduch – voda

Z dôvodu geologických daností nie sú všade možné hĺbkové vrty. V takých prípadoch sa môžu uplatniť tepelné čerpadlá typu vzduch – voda. Tieto čerpajú energiu z tepla obsiahnutého vo vzduchu vo vonkajšom prostredí. Vzduch je ako zdroj k dispozícii všade a v neobmedzenom množstve. Nízke sú i inštalačné náklady. Určitým obmedzením je však rozsah použiteľných teplôt, v ktorých dokáže systém pracovať, a to od – 20 do +36 °C.

I na modernizáciu zastaralých zariadení s nízkotepelnými kotlami a nákup tepelných čerpadiel typu vzduch – voda možno čerpať prostriedky štátnej podpory, ako napríklad v Nemecku od banky KfW-Bank [53], [54].

3.7 Fotovoltaické zariadenie na výrobu elektriny

Fotovoltaika ako pojem sa skladá zo slov foto a Volta. „Foto“ znamená svetlo (z gréckeho phōs, photós = svetlo) a Volta jednotku elektrického napätia (podľa talianskeho fyzika grófa Alessandra Voltu) [64].

V posledných rokoch mali na vývoj cien fotovoltaických zariadení výrazný vplyv technologický pokrok a ďalšie faktory, ako napríklad nemecký zákon o obnoviteľných energiách (EEG). Vo výsledku sa tak pomer medzi cenou a výkonom týchto zariadení podstatne zlepšil v prospech spotrebiteľa [50].

Účinnosť fotovoltaických modulov závisí od kvality použitého materiálu v článkoch a spôsobu ich výroby.

V závislosti od lokality možno v Nemecku dosahovať hodnoty dopadajúceho slnečného žiarenia v rozmedzí od 900 do 1200 kWh na meter štvorcový. To zodpovedá energetickej výdatnosti 90 až 120 litrov vykurovacieho oleja či rovnakého objemu v metroch kubických zemného plynu [6], [7].

Pri dodávkach solárnej elektriny do nemeckej verejnej elektrickej siete sa v zmysle nemeckého zákona o obnoviteľných energiách uplatňuje nárok na odmenu, pričom sa treba riadiť smernicami miestnych energetických podnikov. Pre potreby zúčtovania sa vyžaduje samostatný elektromer. Ekonomická výhodnosť pri využívaní svojej takto vyrobenej energie pre vlastnú potrebu závisí od usparených nákladov na inak spotrebovaný prúd. Spotreba prúdu pre vlastné potreby súvisí okrem iného aj s tým, v akých časoch sa obvykle používajú elektrické zariadenia.

Fotovoltaické zariadenie stojí približne 2200 eur na kilowatt výkonu (v časoch špičkového odberu) [7]. Väčšie zariadenia môžu byť o niečo výhodnejšie, naopak

menšie o niečo drahšie. Pre skúmaný obytný dom na adrese Iserstraße sa vyžiadali tri ponuky.

4 Analýza hospodárnosti

4.1 Prehľad metodík analýzy

S pomocou analýz hospodárnosti možno hodnotiť plánované projekty z rôznych ekonomických hľadísk. Tieto umožňujú závery o finančných efektoch investícií. Projekty sa odporúča zrealizovať len vtedy, keď prinesú merateľný prospech. V analýze sa preto porovnáva predpokladaný výnos s predpokladanými nákladmi. Možno tak preskúmať výšku potrebného kapitálu a vyhladky na výnos. Vo všeobecnosti sa pritom používajú finančne merateľné a vyjadriteľné veličiny. To môžu byť náklady, výkony či prijaté a vykonané platby za určité definované obdobie. V nadväznosti na určenie všetkých týchto nákladov, výkonov a platieb možno vykonať analýzu hospodárnosti, pričom je možné využiť statické a dynamické výpočtové postupy. Cieľom je okrem iného zistiť variant s najmenším ekonomickým rizikom [35], [72].

4.2 Statické analytické postupy

V týchto postupoch sa nezohľadňuje časový rozdiel medzi okamihmi, kedy vznikajú príjmy či výdaje, ale vychádza sa z predpokladu, že za celé obdobie životnosti sa uplatňujú náklady a výnosy v konštantnej výške, teda nezohľadňuje sa okamih, kedy vznikajú náklady.

4.3 Dynamické analytické postupy

Pri tomto spôsobe analýzy sa na rozdiel od statickej metódy zohľadňuje časový rozdiel medzi príjmami a výdajmi, a tiež premenlivé veličiny ako ceny energií a palív, miera inflácie a úrokové sadzby.

Oba analytické postupy každý zahŕňajú viacero metód, ktoré uľahčujú či lepšie konkretizujú rozhodnutia v prospech či proti skúmaným investičným zámerom.

4.4 Porovnanie

Statické postupy

Výpočet s porovnaním nákladov
Výpočet s porovnaním ziskov
Výpočet ziskovosti
Výpočet amortizácie

Dynamické postupy

Metóda súčasnej čistej hodnoty
Metóda vnútornej úrokovovej miery
Anuitná metóda
Amortizačná metóda

Matematické porovnanie postupov

V nasledujúcich častiach sa pojednáva len o dynamických postupoch, keďže poskytujú realistické výsledky.

Uplatňujúce sa faktory

Vo výpočte hospodárnosti v rozhodovacích procesoch treba zohľadniť tieto prvky:

- či projekt je alebo nie je hospodárny,
- či je zvolený variant vhodný na posúdenie,
- aké sú plánované príjmy a výdaje,
- aká je výška kapitálových nákladov,
- aká je výška prevádzkových nákladov,
- či možno očakávať pohyby cien,
- aký je vývoj úrokových sadzieb.

4.4.1 Amortizačná metóda

Vo výpočte amortizácie sa zisťuje časový interval umorenia obstarávacích nákladov na zariadenie formou ročne dosahovaných prebytkov, alebo inými slovami, zisťuje sa čas návratnosti investovaného kapitálu. Z toho vyplýva, že obdobie amortizácie je interval, za ktorý dosiahne súčasná čistá hodnota nulovú úroveň. Táto metóda sa používa na posúdenie rizika a hospodárnosti investícií. Za týmto účelom treba vypočítané obdobie amortizácie porovnať s vopred určenou limitnou hodnotou. Táto vždy zodpovedá komponentu s najkratšou dobou životnosti resp. životnosti kapitálovo najnáročnejšieho komponentu.

Obdobie amortizácie sa vypočíta takto:

Obdobie amortizácie = investovaný kapitál / (ročné príjmy – ročné výdaje)

Hospodárnosť jednotlivého objektu sa potom hodnotí nasledovne:

- Ak je obdobie amortizácie < ako limitná hodnota, potom je objekt hospodárny
- Ak je obdobie amortizácie > ako limitná hodnota, potom je objekt nehospodárny
- Ak sa obdobie amortizácie = limitnej hodnote, potom ide o prípad na hrane medzi hospodárnosťou a nehospodárnosťou

4.4.2 Porovnanie metód

Ak sa sledujú rôzne ciele, môže byť vhodné skombinovať amortizačnú metódu s metódou súčasnej čistej hodnoty či s anuitnou metódou, alebo s niektorou z metód vnútornej úrokovej miery.

5 Energetická matica

S cieľom dosiahnuť v súvislosti s vykurovaním budovy čo najmenšie náklady na energie a čo najnižšie emisie CO₂ treba vykonať porovnanie výšky investícií pre rôzne vykurovacie systémy. Pre voľbu správneho vykurovacieho systému môže byť pritom dobrou rozhodovacou pomôckou Energetická matica (Energiamatrix). Túto spracovala nemecká firma August Brötje GmbH v spolupráci s Vysokou školou v Bremerhavene [72]. Ide o program, pomocou ktorého možno navzájom porovnávať a posúdiť rôzne vykurovacie systémy. S použitím Energetickej matice sa vykonávajú konkrétne prepočty pre typické referenčné budovy. To umožňuje kvalifikovane porovnať rôzne varianty, s výsledkom v podobe presnejších a teda viac než len aproximatívnych hodnôt.

Možno tak podľa vlastného uváženia v skúmaní plynulo meniť hodnoty rôznych premenných, ako napríklad vývoj nákladov na energie či výšku investícií do nového kúrenia.

Na príklade referenčnej budovy zodpovedajúcej skúmanej obytnej budove sa v rámci Energetickej matice porovnávajú rôzne vykurovacie systémy. V nadväzujúcich grafických schémach sa zohľadňuje vývoj nákladov na energie (so spotrebou primárnych i sekundárnych energií), amortizácia a prípadne potrebné prostriedky štátnej podpory, o ktoré by sa žiadalo.

Predbežný súhrn:

Cieľom je hrubá analýza (bez simulácie) spotreby energie pri výrobe energie klasickým spôsobom a alternatívnych technológií získavania energie vo vzťahu k referenčnej budove.

Kondenzačný plynový kotol vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu konečnej energetickej spotreby približne 35 %.

Kondenzačný plynový kotol s doplnkom zo solárnej energie na prípravu teplej vody a vykurovanie vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu konečnej energetickej spotreby približne 46 %.

Kondenzačný plynový kotol vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu primárnej energetickej spotreby približne 34 %.

Kondenzačný plynový kotol s doplnkom zo solárnej energie na prípravu teplej vody a vykurovanie vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu primárnej energetickej spotreby približne 44 %.

Kotol na pelety vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu konečnej energetickej spotreby približne 0 %.

Kondenzačný plynový kotol s doplnkom zo solárnej energie na prípravu teplej vody a vykurovanie vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu konečnej energetickej spotreby približne 46 %.

Kotol na pelety vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu primárnej energetickej spotreby približne 79 %.

Tepelné čerpadlo typu soľný roztok – voda vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu konečnej energetickej spotreby približne 79 %.

Tepelné čerpadlo typu vzduch – voda vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu konečnej energetickej spotreby približne 74 %.

Tepelné čerpadlo typu soľný roztok – voda vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu primárnej energetickej spotreby približne 50 %.

Tepelné čerpadlo typu vzduch – voda vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu primárnej energetickej spotreby približne 38 %.

Mikro-kogeneračná jednotka so Stirlingovým motorom vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu konečnej energetickej spotreby približne 28 %.

Mikro-kogeneračná jednotka so Stirlingovým motorom vykazuje oproti terajšiemu nízkoteplotnému kotlu výslednú úsporu primárnej energetickej spotreby približne 36 %.

V záujme získania podrobnejších záverov o investičných nákladoch a amortizácii je potrebná simulácia plánovaného zariadenia.

6 Simulácia budovy a zariadení

6.1 Popis zariadenia v aktuálnom stave pre referenčnú budovu

Jestvujúca vykurovacía jednotka s prípravou teplej vody sa nachádza v samostatnej inštaláčnej miestnosti v suteréne. Použitý nízkoteplotný plynový kotol má menovitý výhrevný výkon 25 kW, výrobcom je firma Brötje, typ EB 25, rok výroby 1995. Horák má výkon v rozmedzí od 18 do 58 kW, dodávateľom je firma RIELLO, typ 55211. Zásobník na teplú vodu s kapacitou 200 l je v spodnom uložení a taktiež od firmy Brötje, typ ERS-T-200. V prípade čerpadiel pre vykurovacie okruhy (ktoré zásobujú radiátory a podlahové kúrenie)

ide o viacstupňové obehové čerpadlá, ktoré nie sú riadené elektronicky. Obehové čerpadlo je od firmy Grundfoss, typ UPS 15-135.

6.2 Základy simulácie budov

Základom pre všetky simulačné metódy v oblasti termiky a energetiky sú presné matematické vzorce. Aj napriek tomu však možno so simulačnými modelmi vždy dosiahnuť len aproximatívne výsledky. Príčinou je správanie užívateľov, ktoré sa vždy odvíja len od minulých skúseností alebo uplatňovaných predpokladov. Jeho prejavy tak možno určiť síce na časovej osi pohyblivo, no v konečnom dôsledku len arbitrárne. V reálnych podmienkach je správanie užívateľov určované konkrétnymi podmienkami prostredia. Z tohto faktu plynie, že výsledky simulácií možno hodnotiť nielen čisto podľa získaných číselných výsledkov, ale možno vysledovať i trendy a veľkostné kategórie.

6.3 Simulácia s pomocou programu TRNSYS

Program TRNSYS (Transient Simulation Program) bol vytvorený na Univerzite vo Wisconsin-Madison v USA a používa sa na systémové simulácie [70]. Program umožňuje pomocou dynamicky prebiehajúcich prevádzkových simulácií v matematickom algoritme veľmi verne modelovať procesy prebiehajúce v reálnych podmienkach. Ďalej umožňuje tiež riešenie systémov parciálnych diferenciálnych rovníc. Najmä v oblasti výhrevnej techniky sa totiž možno stretnúť s nestacionárnymi pohybovými procesmi a procesmi prebiehajúcimi v zásobníkoch, ktoré možno veľmi dobre riešiť práve s pomocou diferenciálnych rovníc. Tým možno v časových krokoch postupne vykrátiť navzájom prepojené bilancie a analyzovať dynamické priebehy procesov. Kde je k dispozícii matematický algoritmus, otvárajú sa vďaka transparentnosti a modulárnej štruktúre programu nevyčerpatelne možnosti úprav a tvorby nových modulov. Tým sa možno pomerne verne priblížiť podmienkam reálne existujúceho objektu.

6.3.1 Výstup výsledkov

Všetky výsledky si možno počas simulácie zobrazit' tak online, a tiež ako výstup vo forme ASCII súborov (štruktúra názvu súborov: nazovvariantu_nazovprojektu.pr* resp. *.bal) [70].

6.4 Základy simulácie zariadení

Simulácia zariadení sa vykonala s pomocou programu EnergieSoftware od firmy Dr. Valentin EnergieSoftware [69].

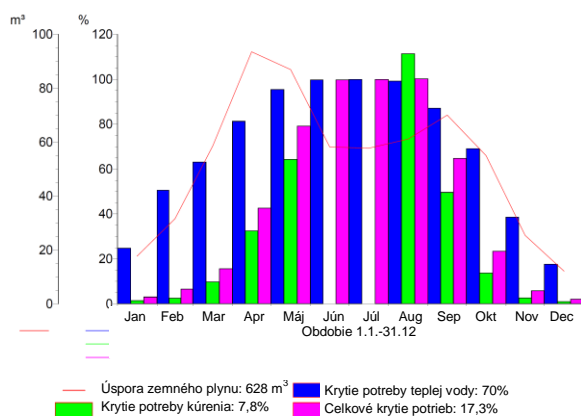
Zlepšením tepelnej izolácie budov klesá potreba energie na vykurovanie, a zároveň rastie jej význam pre prípravu teplej vody. Časť tejto potreby energie možno pokryť pomocou tepelných solárnych zariadení. V týchto sa premieňa slnečné žiarenie pomocou kolektorov na teplo. Toto sa následne privádza systémom potrubí a tepelných výmenníkov k vyrovnávaciemu zásobníku, kde sa skladuje. Funkciou zásobníka je vyrovnávať časové výkyvy v dodávkach a spotrebe energie. Vznikajúce energetické straty v tomto procese treba udržiavať na čo najnižšej úrovni. Mieru týchto strát možno odhadnúť pomocou stupňa využitia systému, ktorého hodnotu určuje pomer medzi využiteľnou a dopadajúcou energiou zo žiarenia.

Takéto zariadenia produkujú v súčasnosti ročne okolo 350-500 kilowatthodín energie na m² kolektorovej plochy. Tým možno dosiahnuť zníženie emisií CO₂ až o 150 kg [69].

Predbežný súhrn

Vykonal sa rôzne simulácie s výstupmi v tom zmysle, či sa za obdobie 20 rokov dosiahne amortizácia alebo nie, a či je niektorý z variantov hospodárny alebo nie.

Variant: *Kondenzačný plynový kotol s doplnkom zo solárnej energie na prípravu teplej vody a vykurovanie*



Obrázok 1: Pokrytie potrieb vykurovania a prípravy teplej vody, celkovo a úspora zemného plynu

Hospodárnosť variantu:

Zariadenie		
Výkon systému	6,27	MWh
Vykurovaná plocha	22,74	m ²
Ročná spotreba elektriny vo forme podpornej energie	610,05	kWh/a
Ročná úspora paliva	628,0	m ³
Parametre hospodárnosti		
Životnosť	20	rokov
Kapitálový úrok	2,5	%
Miera inflácie cien za energiu	3,0	%
Miera inflácie prevádzkových nákladov	1,5	%

Náklady (súčasná hodnota)		
Investície	52.000,00	€
Získaná podpora	3750,00	€
Úspora	1284,00	€
Prevádzkové náklady	15.409,00	€
Súčasná čistá hodnota	62.375,00	€
Čas amortizácie	bez amortizácie	
Cena za teplo	0,65	€/kWh

Predbežný súhrn

Z tohto variantu vyplýva za obdobie 20 rokov nulová amortizácia, vo výsledku je teda neehospodárny.

Variant: *Kotol na pelety s doplnkom zo solárnej energie na prípravu teplej vody a vykurovanie*

Súčasná čistá hodnota	60.552,00	€
Čas amortizácie	bez amortizácie	
Cena za teplo	0,65	€/kWh

Predbežný súhrn

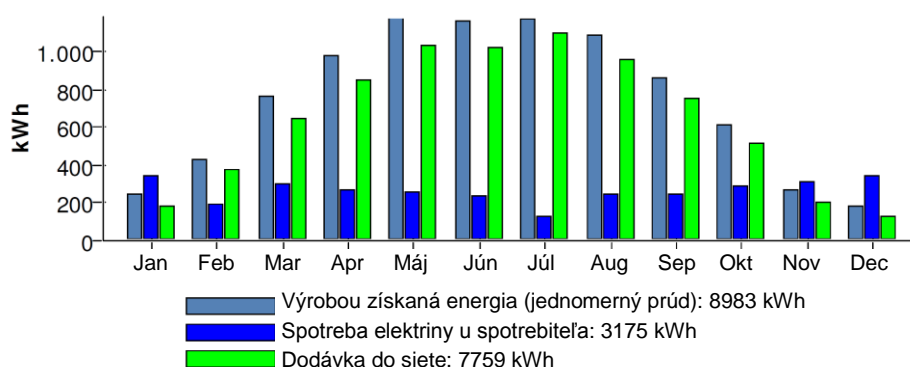
Z tohto variantu vyplýva za obdobie 20 rokov nulová amortizácia, vo výsledku je teda neehospodárny.

Variant: *Fotovoltaické zariadenie na výrobu elektriny pre potrebu rodinného domu a na dodávku do verejnej rozvodnej siete*

Hospodárnosť variantu:

Výpočet návratnosti investície		
Výkon na kWh/p v kWh/rok	1039	
Zníženie výkonu ročne	0,30	%
Odmena za dodávku v roku investície v mesiacoch	3	
Odmena za dodávku za 20 rokov v mesiacoch	240	
Celkové obdobie pre odmenu za dodávku v mesiacoch	243	
Výrobné náklady	13.392,00	€
Priemerná odmena za dodávku	1690,83	€
Amortizácia v rokoch	7,92	
Odmena za dodávku za 20 rokov (vrátane úspory na odbere elektriny)	34.239,27	€
Výnos za 20 rokov	10,21	%

Podiel solárnej energie na spotrebe energií



Obrázok 2: Podiel solárnej energie na spotrebe energií [80]

Predbežný súhrn

Z tohto variantu vyplýva za obdobie približne 8 rokov určitá amortizácia, vďaka ktorej dáva za 20 rokov výnos zhruba 10 %.

7 Návrh modelu na tvorbu energeticky úsporných výrobkov

Na začiatku idey nového produktu vždy stojí koncepcia produktu. Nasleduje vývoj a konštrukcia. Vo fáze koncepcie produktu je potrebné zhodnotiť a preskúmať nielen samotný produkt, ale aj jeho použitie v súlade s určením a jeho prípustnú záťaž. Keďže tieto činnosti sú celkovo značne komplexné, označujú sa ako produktový proces.

Základom na zrealizovanie idey produktu sú obvykle ciele podniku v spojení s požiadavkami zákazníkov a potrebami trhu. Za týmto účelom treba prispôsobiť podnikové procesy – v závislosti od veľkosti podniku a miery zložitosti produktu – novo vyvíjanému, energeticky úspornému produktu. Miera potrebných nákladov na výrobu energeticky úsporného produktu vyplýva z definície produktu (či ide o utilitárny spotrebný produkt alebo ušľachtilý výrobok). Zároveň táto definícia predstavuje i rozhodnutie o rozsahu a miere zložitosti výrobného procesu. Tento by mal byť utváraný tak, aby sa už v tejto fáze uplatňovali energeticky úsporné výrobné metódy.

Keďže každý produkt je svojou povahou špecifický, treba osobitne potrebám každého produktu prispôsobiť i postupový diagram. Tento zahŕňa najdôležitejšie fázy realizácie produktu vrátane všetkých jednotlivých činností v rámci týchto fáz. S pomocou vetvenia schémy či doplňujúcich postupových modelov možno zachytiť i rôzne osobitosti. V postupovom diagrame sa často používa slovo „proces“. Toto súhrnne označuje výrobný a produktový proces. Rozplánovaný postupový diagram sa člení na kroky. Náležitosti diagramu sa opierajú o metodiku podľa smernice VDI č. 2221.

Na začiatku každého procesu je idea. Smernica VDI č. 2220 popisuje priebeh plánovania produktu, ako aj činnosti predchádzajúce koncepcii produktu. Súhrnom všetkých činností v súvislosti s koncepciou produktu je potom zoznam požiadaviek. Tento však nepredstavuje rigidný postupový plán. Ak sa ukáže, že po zhotovení zoznamu požiadaviek pribudli nové poznatky, tieto sa začlenia do zoznamu požiadaviek. V záujme zabezpečenia kvality a prevencie chýb možno (v súlade s VDI 2247) počas celého životného cyklu produktu a vo všetkých fázach postupového diagramu uplatňovať metódy preventívneho manažmentu kvality.

V zmysle smernice VDI č. 2221 obsahuje postupový diagram všetky organizačné a technické opatrenia v rámci plánovania, vývoja a konštrukcie technických výrobkov. Vedenie podniku

prijíma príslušné rozhodnutia o význame energetickej úspornosti a dbá na to, aby sa pokiaľ možno už vo výrobe produktu nepoužívali energeticky príliš náročné technológie. Postupový diagram vyjadruje vzájomné závislosti medzi produktom, produktovou technológiou a výrobnou technológiou. Priebežnými meraniami laboratórnych, funkčných a výrobných vzoriek možno navyše ešte odstrániť chyby v procesných sledoch.

Poznámky k postupovému diagramu:

Tvorba produktu a plán skúšok vo výrobnom procese sa navzájom podmieňujú, to jest tvorba produktu musí umožňovať skúšky počas celého výrobného procesu.

Rovnakým požiadavkám na energetickú úspornosť ako vlastný produkt podliehajú tiež dodávateľské a náhradné diely.

Postupový diagram končí zhotovením výsledného energeticky úsporného produktu, zatiaľ čo životnosť produktu končí až jeho recykláciou. Pritom by sa mal už vo fáze koncepcie produktu i ďalej v jeho realizácii kladť dôraz na to, aby sa produkt aj energeticky úsporne recykloval.

S pomocou katalógu riešení (zostavením prehľadu typických funkcií všetkých produktov podniku) možno rýchlo zistiť možné voľby, pretože tento katalóg obsahuje rôzne možnosti realizácie, empirické hodnoty a návody k výpočtom týkajúcim sa produktov.

Oproti tomu katalóg objektu obsahuje ku konkrétnym úlohám sa nevzťahujúce riešenia a výpočty pre určitý objekt či predmet. Tento katalóg by mal byť rozdelený podľa súčastí stroja a výrobných procesov a so svojimi nazhromaždenými profesionálnymi poznatkami môže slúžiť ako pomôcka pri navrhovaní variantov riešenia.

Katalóg operácií zahŕňa praktické skúsenosti, návody k výpočtom pre rôzne funkcie, ktoré možno zrealizovať v rámci určitého produktu, a výsledné riešenia.

Ako pomôcky v tvorbe produktu sú vhodné plány typu plánu funkcií či plánu objektu.

Takéto plány treba spracovať vo fázach koncepcie a realizácie produktu. Tým vzniká tlak dôkladne premyslieť všetky fázy v rámci celého procesu. Výsledky sa zachytia v správe o získaných empirických poznatkoch.

Na účely výroby energeticky úsporných produktov sú potrebné znalosti z rôznych oblastí ako ochrana životného prostredia, energetická úspornosť, právnych podkladov (v Nemecku zákon o obnoviteľných energiách či nariadenie o energetickej úspornosti), v oblasti ergonómie, dizajnu atď. Výstupom z vývoja produktu musia byť jednak produkty s praktickými funkciami, ktoré však na druhej strane nesmú ohrozovať ľudské zdravie. No

v tvorbe produktu sú dôležitými prvkami nielen jeho úžitková hodnota a ľudské zdravie, ale tiež jeho estetické vlastnosti. Hoci výzor produktu obvykle nie je v jeho tvorbe hlavným cieľom, mali by byť výrobky v každom prípade orientované na zákazníka, inovatívne a v dobrej kvalite.

Tvorba produktu je komplexný proces a preto si vyžaduje postupový diagram, ktorý bude vystihovať špecifiká každého konkrétneho produktu.

8 Spracovanie vzorovej príručky energetického manažmentu

Nasledujúca praktická pomôcka je určená najmä pre malé a stredné podniky, s cieľom vytvoriť im predpoklady k tomu, aby mohli zaviesť systém energetického manažmentu. Získavajú tak nástroj, ktorý umožňuje hospodáriť lepšie udržateľným spôsobom, znižovať náklady, zdokonaľiť riadenie podniku, zlepšiť ochranu životného prostredia a získať prostriedky štátnej podpory.

Povinnosťou a zodpovednosťou každého zamestnávateľa je zorganizovať si systém energetického manažmentu. Nasledujúce časti podávajú možný postup na zavedenie takéhoto systému.

V schéme sa predstavuje členenie systému energetického manažmentu. Z tejto schémy jasne vyplýva, kto, čo, a prečo robí. Taktiež je zrejmé, že táto vzorová príručka so svojimi pokynmi na realizáciu jednotlivých procesných krokov je výsledkom preskúmania požiadaviek príslušných zákonov, nariadení a procesných postupov.

Prehľad k vzorovej príručke energetického manažmentu by bol samozrejme výrazne podrobnejší, než sa to podáva v nasledujúcom výklade. Bolo by možné ešte podrobnejšie členenie, to by však prekročilo rámec tejto práce, pretože tento výklad predstavuje len hrubý návod a má poslúžiť ako podnet. Rozsah takejto dokumentácie vždy závisí od veľkosti a spôsobu organizácie činností podniku. Z toho môžu v rámci potrebnej diferenciácie – podľa veľkosti podniku a požiadaviek – vyplynúť významné rozdiely oproti iným podnikom. Pre malé a stredné podniky preto možno rozsah tejto dokumentácie výrazne zjednodušiť.

Ďalej sa skúmali procesné, pracovné a prevádzkové návody a pokyny, ktoré sú súčasťou systému energetického manažmentu (EnMS). Aj v tomto prípade platí rovnaké rozdelenie. Procesné pokyny však sú všeobecného rázu, zatiaľ čo pracovné a prevádzkové pokyny predstavujú konkrétne smernice určené priamo zamestnancom. Procesné pokyny definujú, ako vykonať postupy, ktoré požaduje daná špecifikácia, respektíve ako treba zrealizovať príslušné programy a ciele. Pracovné pokyny predstavujú smernice vzťahujúce sa k vykonaniu konkrétnych činností, ako aj na dosiahnutie jednotlivých cieľov systému energetického manažmentu. Tak v procesných, ako aj v pracovných pokynoch sa uvádzajú

ich autori a dátum vydania a určujú ciele, platnosť a zodpovednosti za ich plnenie, ako aj archivačné obdobia a rozdeľovníky týchto dokumentov. Vlastné dokumenty schvaľuje svojim podpisom vecne príslušný člen vedenia podniku.

Ešte podrobnejšie sú prehľady pracovných prostriedkov podliehajúcich kontrole, v oblasti energetického kontrolingu, podnikových revízií, objednávaní energeticky úsporných výrobkov, či v oblastiach procesov a tiež povolení vykonávať danú činnosť. Z týchto dokumentov tak vyplýva konkrétny spôsob uplatnenia pracovných a prevádzkových pokynov až po a vrátane určenia zodpovedných osôb.

V schéme sa tiež znázorňuje postup na zistenie zo zákona vyplývajúcich a iných povinných požiadaviek na energetický manažment a ich časová následnosť.

9 Zhrnutie formou otázok a odpovedí

Prečo by sa mali používať ekologicky únosné technológie?

Dostupné zásoby primárnych zdrojov energie sú konečné. Ak v celkovej rovnici zohľadníme i novo industrializované krajiny, ako sú napríklad Čína, Brazília a India, a ich prudký hospodársky rozvoj, dôjde k spotrebovaniu zásob týchto zdrojov zrejme ešte skôr než sa predpokladalo a v cenách fosílnych palív možno očakávať ďalší rast. Ako riešenie a v záujme ochrany životného prostredia sú jedinou alternatívou iné technické prístupy k získavaniu energie.

Prečo simulácia budov?

Základom pre simulačné metódy v oblasti termiky a energetiky sú matematické vzorce. Simulačné modely však dokážu poskytnúť len aproximatívne hodnoty, pretože základom je vždy správanie užívateľa. V tejto súvislosti tak možno uplatniť len predpoklady a hodnoty vychádzajúce z empirickej skúsenosti, to jest tieto hodnoty síce možno v simulačných modeloch na časovej osi upravovať, napriek tomu sa však v konečnom dôsledku určujú len arbitrárne. V skutočnosti sa správanie užívateľov odvíja od podmienok prostredia.

V simulácii s rôznymi variantmi boli preto dôležité nielen vlastné získané čísla, ale zámerom bolo vysledovať z týchto hodnôt i trendy a veľkostné kategórie.

Prečo simulácia zariadení?

Stavebné zámery by sa mali realizovať len vtedy, keď sú hospodárne v zmysle investičných a prevádzkových nákladov. Za týmto účelom sa vykoná vzájomné porovnanie finančných

nákladov a očakávaných výnosov. Na zistenie, či bude dané zariadenie hospodárne, sa odporúča vykonať jeho simuláciu. Od výsledkov tejto simulácie sa očakáva potvrdenie, či sa zariadenie v určitom časovom rámci amortizuje alebo nie.

Načo je potrebný postupový diagram na výrobu nového energeticky úsporného produktu?

- Diagram je rozdelený do jednotlivých fáz a tým má dobrý praktický rozmer.
- Obsahuje všetky organizačné a technické činnosti potrebné na výrobu produktu.
- Zohľadňuje zásady plánovania, vývoja a konštrukcie technických výrobkov.
- Diagram vyžaduje priebežné merania laboratórných, funkčných a výrobných vzoriek, aby tak bolo možné odstrániť prípadne zistené chyby v procesných sledoch ešte pred vlastnou výrobou.
- Diagram končí zhotovením výsledného produktu, pričom zohľadňuje i potrebu jeho ekologickej recyklácie.

Cieľom bolo vyrábať produkty, ktoré:

- majú praktické funkcie,
- sú ústretové voči človeku a adekvátne po stránke energetickej koncepcie,
- energeticky úsporné a kvalitné,
- ergonomické, inovatívne a orientované na zákazníka.

Prečo energetický manažment?

Systém energetického manažmentu napomáha

- znižovaniu nákladov,
- ochrane životného prostredia,
- trvalo udržateľnému hospodáreniu,
- zlepšeniu imidžu podniku,
- využitiu dostupných foriem štátnej podpory.

Aké to má efekty pre podnik?

- Zistenie a znižovanie emisií CO₂
- Transparentné zistenie spotreby energií a zavedenie potrebných opatrení
- Určenie spôsobu zásobovania energiami v súlade s potrebami a jeho zaistenie

Aké úlohy má systém energetického manažmentu pri zavedení?

- Strategické úlohy
- Plánovacie úlohy
- Operatívne úlohy
- Riadiace a kontrolné úlohy

Abstrakt

Na báze referenčného objektu sa spracovala a predložila koncepcia a analýza hospodárnosti alternatívnych technológií v energetike na výrobu a dodávku energií (dodávka tepla, príprava teplej vody a dodávka elektriny). Na účely simulácií sa použili okrem iného softvérové programy TRNSYS a Dr. Valentin.

Úspora energií a zlepšenie účinnosti v ich využívaní sú v systéme energetického manažmentu základnými prvkami. V rámci práce sa predstavil model takéhoto systému, ktorého využitie je tak v používaní energeticky šetrných technológií, ako aj vo výrobe energeticky úsporných výrobkov. Vo výsledku sa tak spracovala vzorová príručka energetického manažmentu.

Abstract

Using a reference facility, a concept and a feasibility study were developed for alternative energy technologies for energy supply (heat supply, water heating and power supply). TRNSYS and Dr. Valentin software were used among other tools for the simulation purposes.

Energy savings and improvement in energy efficiency are the key aspects in an energy management system. As part of this paper, a model was conceived to facilitate both the use of energy-efficient technologies, and production of energy-efficient products. As output, energy management reference manual was devised.

Zoznam literatúry

Knižné publikácie

- [1] Abele, E. u.a.: EcoDesign. Berlin: Springer-Verlag, 2008
- [2] Döring, S.: Pellets als Energieträger. Berlin: Springer-Verlag, 2010
- [3] Dratwa, F., u.a.: Energiewirtschaft in Europa. Berlin: Springer-Verlag, 2010
- [4] Förtsch, G., Meinholz, H.: Handbuch Betriebliches Umweltmanagement. 1. Auflage (Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag | Springer Fachmedien, 2011)
- [5] Kaltschmitt, M., Hartmann, H., Hofbauer, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse. 2. erw. Auflage (Berlin: Springer-Verlag, 2009)
- [6] Kaltschmitt, M., Streicher, W., Wiese, A. (Hrsg.): Erneuerbare Energien. 4. Auflage (Berlin: Springer-Verlag, 2006)
- [7] Oberzig, K.: Solarwärme, Heizen mit Sonne. Stiftung Warentest Berlin: Verlagsherstellung: Rita Brosius, 2012
- [8] Pehnt, M. (Hrsg.): Energieeffizienz. 1. korr. Nachdruck (Berlin: Springer-Verlag, 2010)
- [9] Pelte, D.: Die Zukunft unserer Energieversorgung. 1. Auflage (Wiesbaden: Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2010)
- [10] Pistoil, W.: Handbuch der Gebäudetechnik. 6. neu bearb. u. erw. Auflage (Köln: Werner Verlag, 2007)
- [11] Podbregar, N., Schwanke, K., Frater, H.: Wetter, Klima, Klimawandel. Berlin: Springer-Verlag, 2009
- [12] Pöschk, J. (Hrsg.): Energieeffizienz in Gebäuden. Jahrbuch 2011 (Berlin: VME-Verlag und Medienservice Energie, 2011)
- [13] Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme. 6. Neu bearb. u. erw. Auflage (München: Hanser Verlag, 2009)
- [14] Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, E.: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik. 74. Auflage (München: Oldenbourg Industrieverlag GmbH, 2009)
- [15] Schaumann, G., Schmitz, K.: Kraft-Wärme-Kopplung. 4. überarb. Auflage (Berlin: Springer-Verlag, 2010)
- [16] Schieferdecker, B. (Hrsg.): Energiemanagement-Tools. Berlin: Springer-Verlag, 2006)
- [17] Unger, J., Hurtado, A.: Alternative Energietechnik. 4. Überarb. Auflage (Wiesbaden: Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2011)
- [18] Wagemann, H., Eschrich, H.: Photovoltaik. 2. überarb. Auflage (Wiesbaden: Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage, 2010)
- [19] Wosnitza, F., Hilgers, H.: Energieeffizienz und Energiemanagement. Heidelberg: Vieweg + Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden, 2012
- [20] Zahoransky, R. (Hrsg.), u.a.: Energietechnik. 5. überarb. Auflage (Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag | Springer Fachmedien, 2010)

Normy a smernice

- [21] DIN 1946-6 (10/1998): Raumluftechnik, Lüftung von Wohnungen, Anforderungen, Ausführung, Abnahme
- [22] DIN 4710 (01/2003): Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland
- [23] DIN EN 12831 (08/2003): Heizungsanlagen in Gebäuden, Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
- [24] DIN EN 12831 – Beiblatt 1 (07/2008): Heizsysteme in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Nationaler Anhang NA
- [25] DIN EN ISO 6946 (04/2008): Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
- [26] DIN EN ISO 50001 (12/2011): Energiemanagementsysteme
- [27] DIN EN ISO 10077-1 (05/2010): Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
- [28] DIN EN ISO 13792 (03/2010): Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung von sommerlichen Raumtemperaturen
- [29] DIN V 18599-1 Vornorm (12/2011): Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser

- und Beleuchtung – Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
- [30] DIN V 18599-2 Vornorm (12/2011): Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
- [31] DIN V 18599-3 Vornorm (12/2011): Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
- [32] DIN V 18599-5 Vornorm (12/2011): Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen
- [33] DIN V 18599-8 Vornorm (12/2011): Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 5: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
- [34] DIN V 18599 Beiblatt 1 (01/2010): Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Beiblatt 1: Bedarfs-/Verbrauchsabgleich
- [35] VDI 2067 – Blatt 1 Entwurf (09-2010): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung
- [36] VDI 2067 – Blatt 10 Entwurf (10-2011): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Energiebedarf von Gebäuden für Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten
- [37] VDI 2067 – Blatt 12 (06-2000): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Nutzenergiebedarf für die Trinkwassererwärmung
- [38] VDI 2067 – Blatt 20 (08-2000): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Energieaufwand der Nutzenübergabe bei Warmwasserheizungen
- [39] VDI 2067 – Blatt 22 (02-2011): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Energieaufwand der Nutzenübergabe bei Anlagen zur Trinkwassererwärmung
- [40] VDI 2067 – Blatt 40 Entwurf (01-2012): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Energieaufwand der Erzeugung
- [41] VDI 2078 – Entwurf (03/2012): Berechnung von Kühllast und Raumtemperaturen von Räumen und Gebäuden
- [42] VDI 2220 – 05/1980): Produktplanung, Ablauf, Begriffe und Organisation
- [43] VDI 2221 – (05/1993): Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte
- [44] VDI 2247 – Entwurf (03/1994): Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung
- [45] VDI 4602 – Blatt 1 (10/2007): Energiemanagement Begriffe
- [46] VDI 4602 – Blatt 2 (01/2011): Energiemanagement Beispiele
- [47] VDI 4655 (05/2008): Referenzlastprofile von Ein- und Mehrfamilienhäusern für den Einsatz von KWK-Anlagen
- [48] VDI 6020 – Blatt 1 (05/2001): Anforderungen an Rechenverfahren zur Gebäude- und Anlagensimulation
- [49] VDI 6025 (11/1996): Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen

Zákony a nariadenia

- [50] EEG (10/2008): Erneuerbare-Energien-Gesetz , Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien
- [51] EnEv 2007: Energieeinsparungsverordnung
- [52] EnEv 2009: Energieeinsparungsverordnung
- [53] KWK Gesetz (03/2002): Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)
- [54] Richtlinie zur Förderung von Mini-KWK-Anlagen (12/2008)

Internetové zdroje

- [55] August Brötje GmbH – offizielle Seite: www.broetje.de
- [56] www.bau-fi-nord.de/html/energiepass.html (besucht am 01.09.2012)
- [57] Buderus, Bosch Thermotechnik GmbH – offizielle Seite: www.buderus.de
- [58] Payer, Alois: Einführung in Formalien wissenschaftlicher Arbeiten
<http://www.payer.de/wissarbeit/wissarb00.htm> (Aufruf am 7.03.12)
- [59] Prestige Solar AG – offizielle Seite: www.prestige-solar.ag

- [60] REHAU AG + Co - offizielle Seite: www.rehau.com
- [61] SOLARWELTEN B.P.I. – offizielle Seite: www.solarwelten.de
- [62] Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG – offizielle Seite: www.vaillant.de
- [63] Viessmann Werke GmbH & Co. KG – offizielle Seite: www.viessmann.de
- [64] Wikipedia – offizielle Seite: www.wikipedia.de
- [65] Wolf GmbH – offizielle Seite: www.wolf-heiztechnik.de

Softvér

Software

- [66] AutoCAD MEP 2012 (Studentenversion)
- [67] Microsoft Office 2010
- [68] PDV Creator (1.4.3)
- [69] Simulationssoftware, Dr. Valentin Energiesoftware GmbH, Stralauer Platz 34, 10243 Berlin, Studentenversion (inkl. Benutzerhandbücher): T*SOL Pro 5.0, PV*SOL Expert 5.5, Geo T*SOL basic 1.0
- [70] Simulationssoftware TRNSYS, Transsolar Energietechnik GmbH, Curiestraße 2, 70563 Stuttgart, Studentenversion (inkl. Benutzerhandbücher)
- [71] Software für technische Gebäudeausrüstung, Studentenversion Nr. 5.07.01, Stand 04/2012, (inkl. Benutzerhandbücher) Solar-Computer GmbH, Mittendorfer Straße 17, 37083 Göttingen

Dokumentácia výrobcov

- [72] August Brötje GmbH, August-Brötje-Straße 17, 26180 Rastede
- [73] Buderus, Bosch Thermotechnik GmbH, Sophienstraße 30-32, 35576 Wetzlar
- [74] REHAU AG + Co, Rheniumhaus, 95111 Rehau
- [75] Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG, Berghäuser Str. 40, 42859 Remscheid
- [76] Viessmann Werke GmbH & Co. KG, Viessmannstraße 1, 35108 Allendorf (Eder)
- [77] Wolf GmbH, Industriestr. 1, 84048 Mainburg

Ponuky výrobcov a podnikov

- [78] August Brötje GmbH, August-Brötje-Straße 17, 26180 Rastede
- [79] Buderus, Bosch Thermotechnik GmbH, Sophienstraße 30-32, 35576 Wetzlar
- [80] Prestige Solar AG, Schwanebecker Chaussee 28, 16321 Bernau bei Berlin
- [81] REHAU AG + Co, Rheniumhaus, 95111 Rehau
- [82] SOLARWELTEN B.P.I., Langhansstraße 64, 13086 Berlin
- [83] Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG, Berghäuser Str. 40, 42859 Remscheid
- [84] Viessmann Werke GmbH & Co. KG, Viessmannstraße 1, 35108 Allendorf (Eder)
- [85] Wolf GmbH, Industriestr. 1, 84048 Mainburg

Iné zdroje

- [86] Deutscher Wetterdienst DWD (2004): Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse TRY
- [87] Wetterdaten von Berlin-Tempelhof im Format tm2 (DE-Berlin-Tempelhof-103840.tm2)

Výber z publikovaných prác autora

- [88] Ferati,S., A Proposal of a model for the organization of Energy-efficient products. publiziert durch: International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) www.ijmer.com, Vol.3, Issue.1, Jan-Feb. 2013 pp-420-423 ISSN: 2249-6645
- [89] Ferati,S., Economic efficiency calculation and Scenarios for the installation and direction of solar thermal systems at the example of a reference building. publiziert durch: International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) www.ijmer.com, Vol.3, Issue.2, March-April. 2013 pp-949-954 ISSN: 2249-6645
- [90] Ferati,S., Konzept zur Entwicklung eines Energiemanagement-Musterhandbuches für kleine und mittlere Unternehmen. publiziert durch: Eastern Institute for Integrated Learning in Management University, Science Reflector | Volume 10 | Seiten 19-43 Arona | 2013, www.eurec-edu.com, ISSN: 1664 – 9664

