



ENERGETICKÝ AUDIT KOMPLEXU S KLASICKÝM ENERGETICKÝM ZDROJEM

**Vydala: Česká energetická agentura
Vinohradská 8, 120 00 Praha 2**

Vypracoval: RAEN spol. s r.o.

**Tato publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována
v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití
obnovitelných zdrojů energie**

Obsah

	strana
Úvod	1
1. Úvodní část	2
2. Současný stav	4
2.1 Energetický systém	4
2.2 Komponenty energetického systému	10
3. Souhrnné výsledky zpracovaných analýz	18
4. Návrhy opatření v energetickém systému	19
4.1 Opatření ve zdrojích energie	19
4.2 Opatření v rozvodech energie	22
4.3 Opatření ve spotřebě energie	23
4.4 Ná vaznost navrhovaných opatření	26
5. Hodnocení návrhů opatření	27
5.1 Energetické hodnocení návrhů	27
5.2 Ekonomické hodnocení návrhů	29
5.3 Ekologické hodnocení návrhů	35
6. Výběr optimálního řešení	36
7. Závěr metodické části	37
Zdroj tepla	38
Typové postupy auditů komplexů s klasickým tepelným zdrojem	42
Typový postup auditu průmyslového závodu s vlastním tepelným zdrojem bez technologické spotřeby tepla	43
Typový postup auditu průmyslového závodu s vlastním tepelným zdrojem a technologickou spotřebou tepla	47
Typový postup auditu v blokové výtopně	52
Typový postup auditu v městské teplárně	54
Typový postup auditu ve veřejném objektu	58

ÚVOD

Předkládaná metodická příručka je určena auditorům pro vypracování auditu komplexů s vlastním energetickým zdrojem pro výrobu tepla nebo tepla a elektrické energie.

Audit musí obsahovat mimo popisu a analýzy současného stavu (nebo záměru) vyhodnocení současného stavu, návrhy na opatření, jejichž cílem je snížení spotřeby energie v daném komplexu. Návrh opatření obsahuje variantní návrh konkrétních možností, vyhodnocení výše nalezených možností úspor, stanovení jejich ekonomické efektivity, porovnání technických a ekonomických vlastností možných řešení, porovnání energetických bilancí před a po realizaci navržených opatření, stanovení optimální varianty a návrh harmonogramu realizace.

Metodika auditu je v první části uvedena obecně, v druhé části jsou typová řešení postupu auditu pro vybrané druhy komplexů s vlastním zdrojem tepla. Po stanovení účelné spotřeby tepla, je nutné posoudit instalovaný výkon zdroje energie a vhodnost jeho provozních parametrů.

Metodická část je uvedena dle návrhu platného obsahu auditu :

1. Úvodní část
 - identifikace zadavatele
 - objektu
 - auditora
2. Současný stav
 - energetický systém
 - popis
 - bilance
 - analýza
 - komponenty energetického systému
 - zdroje, rozvody, spotřebiče
 - popis, technické údaje, stav a analýza
 - komplexní závěry z posouzení současného stavu
3. Výhled
 - předpokládaný vývoj (hospodářský, výstavba, rekonstrukce atp.)
4. Souhrnné výsledky zpracovaných analýz
5. Návrhy na opatření
 - v energetickém systému
 - v komponentech
6. Hodnocení návrhů opatření
 - energetické
 - ekonomické
 - ekologické
7. Výběr optimálního řešení
 - technicko-ekonomické údaje
 - nová energetická bilance
 - návrh harmonogramu realizace

1. ÚVODNÍ ČÁST

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Identifikace zadavatele auditu

název, adresa, telefon, fax, e - mail, IČO, DIČ

jméno kontaktní osoby

Identifikace komplexu v kterém je prováděn audit

název, adresa, telefon, fax, e - mail, IČO, DIČ

jméno kontaktní osoby

stručné údaje o činnosti komplexu

Identifikace auditora

jméno, adresa, telefon, fax, e - mail, IČO, DIČ

1.2 POPIS A SITUACE AUDITOVANÉHO CELKU

Ke snadnější orientaci při zpracování auditu je účelné získat od auditovaného subjektu situační plán komplexu s vyznačením :

- umístění skládky paliva
- umístění objektové plynové redukční stanice
- umístění zdrojů tepla a elektrické energie a výměňkových stanic
- umístění hlavních spotřebičů tepla a elektrické energie
- tras rozvodů elektrické energie, plynu a tepla s uvedením napětí, světlostí, druhu teplonosného media, tlaků a teplot
- umístění zdroje tepla, elektrické energie, tlakového vzduchu, chladu, výměňkových stanic

Nutné je vyžádat :

- veškerou dostupnou dokumentaci s technickými popisy energetických zařízení (zdrojů, rozvodů) a hlavních významných spotřebičů paliv a energie s jejich technickými parametry
- interní provozní záznamy a údaje o spotřebě paliv a energie (i za předcházející roky)
- existující protokoly o výsledcích měření na energetických zařízeních, měření emisí
- státní statistické výkazy z oblasti palivo-energetického hospodářství (řady E)
- smlouvy a faktury týkající se nákupu a prodeje energií
- denní diagramy výroby, nákupu a prodeje tepla v průměrném dnu v létě, přechodném období a otopném období, sjednané odběrové diagramy elektrické energie

z výrobní evidence :

- roční výroba zboží v měrných jednotkách
- používané technologické postupy

z ekonomické evidence auditovaného subjektu :

- faktury - náklady na nákup paliv a energie
- náklady na provoz a opravy energetických zařízení
- zůstatkovou hodnotu energetických zařízení
- celkové roční náklady auditovaného subjektu
- roční finanční hodnotu výroby zboží

Poznámka :

z různých důvodů mohou vznikat problémy se získáváním ekonomických údajů, i když je musí organizace pět let archivovat pro možnost kontroly finančním úřadem. Bez větších potíží jsou dostupné u firem typu akciových společností, u jiných typů firem mohou být ekonomické údaje pro audit zavádějící (nebudou použitelné k věrohodnému rozboru). K posouzení zařazení a vlivu energetického hospodářství na celkovou ekonomiku firmy jsou však účelné.

Správnost získaných podkladů je nezbytné prověřit ! Na jejich základě a na základě prohlídky vybraných částí energetického systému a technologie účelové výroby se zpracovává komplexní popis a situace auditovaného objektu.

Ověřené podklady jsou i výchozím materiálem pro zpracování bilancí a analýz umožňujících účelné zaměření dalšího postupu auditu.

2. SOUČASNÝ STAV

2.1 ENERGETICKÝ SYSTÉM

2.1.1 Popis energetického systému se specifikací

- systému dodávky paliv a energie
(nákup, vlastní zdroj, vzájemný podíl dodávky)
- stávajících zdrojů energie
(centralizovaný, decentralizovaný)
- rozvodů a druhu rozváděné energie
(trasy, teplotní média, elektrická energie, plyn, tlakový vzduch)
- významných spotřebičů
(druh spotřebované energie, podíl na celkové spotřebě)

2.1.2 Bilance energetického systému

	MWh / rok	GJ / rok	tis. Kč / rok
Elektřina celkem		X	
z toho :			
vlastní výroba		X	
nákup		X	
prodej cizím		X	
spotřeba v objektu		X	
Teplo celkem	X		
z toho :			
vlastní výroba	X		
nákup	X		
prodej cizím	X		
spotřeba v objektu	X		
Palivo celkem *	X		
z toho :			
pevná paliva	X		
plynná paliva	X		
kapalná paliva	X		
druhotná paliva	X		
prodej cizím	X		
spotřeba v objektu	X		

Poznámka :

* uvést veškerá paliva – jak na vlastní výrobu tepla, tak palivo užitá v technologii účelové výroby

spotřeba paliv

druh	výhřevnost	spotřeba	Cena m.j.	cena celkem
	GJ / t GJ / tis. m ³	t / r tis. m ³ / r	Kč / t Kč / tis. m ³	Kč / rok

Poznámka :

cenu paliva uvádějte bez DPH

využívaná druhotná paliva, spalitelné odpady

druh	výhřevnost	množství	cena m.j.	cena celkem
	GJ / t GJ / tis. m ³	t / r, tis. m ³ / r	Kč / t Kč / tis. m ³	Kč / rok

náklady na spotřebu paliv a energie ve vlastním objektu

	tis. Kč / rok		
	pro energetiku	pro technologii	celkem
palivo			
elektřina, nákup			
teplo, nákup	X		
voda			
celkem			

Poznámka :

účetně je topný plyn "energie", ale v tabulce jej uveďte do řádku "palivo".

výroba tepla

	tis. Kč / rok
palivo	
materiál a voda	
mzdy	
odpisy HIM	
ostatní náklady	
náklady celkem	

	Kč / GJ
měrné náklady na výrobu tepla	

výroba elektrické energie

	tis. Kč / rok
pára, palivo	
materiál a voda	
mzdy	
odpisy HIM	
ostatní náklady	
náklady celkem	

	Kč / MWh
měrné náklady na výrobu elektřiny	

2.1.3 Analýza energetického systému

2.1.3.1 Tepelná energie

Nákup a prodej tepelné energie

dodavatel

medium, jeho tlak a teplota

sazba za měrnou jednotku

způsob měření množství a parametrů dodávaného (prodáváného) tepla a jeho fakturace

posouzení měřicí techniky (soulad se zákonem o metrologii č. 505/90 Sb. a zákonem č. 222/94 Sb.).

v případě prodeje tepla kontrola, zda auditovaný objekt má autorizaci dle zákona č. 222/94 Sb.

analýza plnění technickoekonomických ustanovení odběratelsko-dodavatelských smluv

Vlastní výroba tepla

Kotelna celkem

	GJ / rok	MWh / rok	GJ / GJ	kWh / GJ	%
výroba tepla na hrdle		X	X	X	X
spotřeba paliv na výrobu tepla		X	X	X	X
vlastní spotřeba tepla		X	X	X	X
ztrátové teplo		X	X	X	X
dodávka tepla na prahu kotelny		X	X	X	X
spotřeba elektřiny na výrobu tepla	X		X	X	X
měrná spotřeba paliv na výrobu tepla	X	X		X	X
měrná spotřeba elektřiny na výrobu tepla	X	X	X		X
návratnost kondenzátu	X	X	X	X	
účinnost výroby tepla	X	X	X	X	
účinnost dodávky tepla	X	X	X	X	

Roční průběh spotřeby tepla a průměrné měsíční příkony

měsíc	spotřeba v páře (MPa / °C)		spotřeba v horké / teplé vodě (°C / °C)	
	GJ / měsíc	MW	GJ / měsíc	MW
leden				
.....				
.....				
prosinec				
celkem GJ / rok		X		X

Denní průběh spotřeby tepla v typických dnech topného, přechodného a letního období
(průměrné příkony v jednotlivých hodinách dne, MW)

hodina	topné období		přechodné období		letní období	
	pára	voda	pára	Voda	pára	voda
1						
2						
..						
23						
24						

2.1.3.2 Elektrická energie

Nákup elektrické energie

distribuční organizace

sazba odběru

sjednané technické maximum

sjednaná nebo měřená čtvrt hodinová maxima v jednotlivých měsících

Roční průběh spotřeby elektrické energie (z vlastních zdrojů a ze sítě)

měsíc	vlastní zdroje	nákup			celkem
	kWh	ŠT kWh	VT KWh	NT KWh	kWh
leden					
únor					
.....					
listopad					
prosinec					
rok					

platba za odběr v jednotlivých tarifech

za technické a čtvrt hodinové maximum

2.2 KOMPONENTY ENERGETICKÉHO SYSTÉMU

2.2.1 Popis

Nákup elektrické energie

instalované transformátory - výkon, napětí

Nákup tepelné energie

zda redukce nakupované páry

výměňíkové stanice – typ, jmenovitý výkon, parametry teplotního media vstup/výstup

Skládky paliva

uhlí - zastřešení, podloží skládky

kapalná paliva - typ zásobní nádrže, její obsah

Kotle

typ

výrobce, rok výroby

jmenovitý výkon

parametry vyráběného media – tlak, teplota

palivo

řízení spalovacího procesu

úpravna vody

odlučovací zařízení

skládka tuhých zbytků spalování

Turbiny

parní – typ

výrobce, rok výroby

jmenovitý elektrický výkon

parametry admisní páry

hltnost

parametry páry v odběrech, protitlak

kondenzátor

vodní turbiny - typ

jmenovitý elektrický výkon

Plynové kogenerační jednotky

typ jednotky

výrobce, rok výroby

jmenovitý elektrický výkon a tepelný výkon

palivo

druh a parametry vyrobené tepelné energie

Dieselagregát

typ

elektrický výkon

Vzduchové kompresory

typ

příkon

výkon [$\text{m}^3_{\text{N}} \text{hod}^{-1}$]

Rozvody

medium, jeho tlak a teplota

uložení

délka větve

jmenovitá světlost

přenosová kapacita

druh izolace

roční využití

Spotřebiče

otopné soustavy

systemy

vytápěné prostory

jejich objem

účel užívání vytápěných prostor

příprava TUV

způsob přípravy - centrální, lokální, akumulární ohřev, přímý ohřev

počet, typ a příkon boilerů

topné medium

nastavená výtoková teplota

významné technologické spotřebiče

druh

roční provozní hodiny

příkon

tepla - včetně druhu teplonosného media, jeho parametrů

elektrické energie – včetně napěťové úrovně

paliva – včetně druhu

regulace

kvantifikace odpadního tepla

2.2.2 Analýza komponentů energetického systému

2.2.2.1 Výroba tepla

2.2.2.1.1 Kotle

Kotel č.	výhřevnost MJ / kg	popel % A ^d	voda % W ^r	síra % S ^d
Záruční palivo				
Spalované palivo				

Kotel č.	provozních hod./rok		GJ / rok	MWh / rok	GJ / GJ	kWh / GJ	%
výroba tepla na hrdle				X	X	X	X
vlastní spotřeba tepla				X	X	X	X
spotřeba paliv na výrobu tepla				X	X	X	X
spotřeba elektřiny na výrobu tepla			X		X	X	X
měrná spotřeba paliva na výrobu tepla			X	X		X	X
měrná spotřeba elektřiny na výrobu tepla			X	X	X		X
účinnost výroby tepla			X	X	X	X	

Analýza skladby instalovaných kotlů, jejich provozu, dosahované účinnosti konverze paliva, účinnosti výroby tepla na prahu kotelny :

vyhodnotí se :

stáří, technický stav, dodržování systému plánovaných oprav a běžné údržby (čistota výhřevných ploch, dodatkových ploch, těsnost mlécích okruhů, ohniště, spalinových průtahů, opotřebenění vzduchových a spalinových ventilátorů, mechanický stav ovládacích a regulačních zařízení atd.)

dimenzování kotlů, časové využití instalovaného výkonu

řazení kotlů dle jejich jmenovitých výkonů

vhodnost paliva

regulace spalovacího procesu

seřízení hořáků kapalných a plyných paliv

počet zátopů

počet provozních hodin

analýza spalín - teplota, přebytek vzduchu, CO

u pevných paliv mechanický nedopal

u parních kotlů návratnost kondensátu, funkce úpravny vody (hospodárné odkalování a odluhování parních kotlů), využití tepla odkalu a odluhu

údržba a ověřování přesnosti měřících přístrojů

vyhodnocení tepelných měření - topných zkoušek

těsnost armatur

kvalita místních provozních předpisů a jejich dodržování - úroveň obsluhy

emise škodlivin, ekologické zajištění

spotřeba elektřiny v kotelně - zahřívání, ventilátory v kotelně, napáječky, oběhová a podávací čerpadla, pohon roštu, odškvařování, hořáky, elektrofiltry, úprava napájecí vody, osvětlení

vlastní spotřeba tepla

ztrátové teplo v kotelně

2.2.2.1.2 Výroba tepla a elektrické energie – kogenerační jednotky

	MWh / rok	GJ / rok	GJ / MWh	GJ / GJ
spotřeba paliva celkem	X		X	X
výroba elektrické energie		X	X	X
výroba tepla	X		X	X
spotřeba paliva na výrobu elektrický energie	X		X	X
spotřeba paliva na výrobu tepla	X		X	X
měrná spotřeba paliva na výrobu elektřiny	X	X		X
měrná spotřeba paliva na výrobu tepla	X	X	X	

Poznámka :

stanovení spotřeby paliva na výrobu elektrické energie S_{PE}

$$S_{PE} = S_{PC} \frac{3,6E}{3,6E + Q}$$

stanovení spotřeby paliva na výrobu tepla S_{PQ}

$$S_{PQ} = S_{PC} \frac{Q}{3,6E + Q}$$

kde E = výroba elektrické energie [MWh/rok]

Q = výroba tepla [GJ/rok]

S_{pc} = spotřeba paliva celkem [GJ/rok]

2.2.2.2 Výroba elektrické energie

parní turbíny

	MWh / rok	GJ / rok	GJ / MWh	kWh / MWh
výroba elektřiny		X	X	X
spotřeba tepla na výrobu elektrické energie	X		X	X
spotřeba elektřiny na výrobu elektrické energie		X	X	X
měrná spotřeba tepla na výrobu elektřiny	X	X		X
měrná spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	X	X	X	

Analýza měrných spotřeb

2.2.2.3 Vytápění, větrání, klimatizace

spotřeba tepla a elektrické energie na vytápění, větrání a klimatizaci celkem [GJ / rok], [kWh / rok]

denostupně

typ stavebního objektu, účel objektu, vytápěný prostor [m³]

příkon a spotřeba objektu [kW], [kWh / rok], [GJ / rok] pro

vytápění

vzduchotechniku

klimatizaci

druh užité energie

měrná spotřeba [GJ / rok / m³], [kWh / rok / m³]

Analýza výše měrné spotřeby s ohledem na :

- hodnoty vnitřních teplot v jednotlivých vytápěných prostorách (podle účelu jejich užívání)
- charakter výrobní činnosti (vývin tepla, požadovaný násobek výměny vzduchu, systém větrání a odsávání)
- minimalizaci vytápěných prostorů
- vhodnost a technický stav otopné soustavy
- vyregulování vytápěcího systému
- nastavení termostatů
- recirkulace větracího vzduchu a rekuperace tepla u teplovzdušného vytápění a větracích zařízení
- dimenzování výkonu větracího zařízení u systémů trvalého větrání
- odstraňování škodlivin místním odsáváním
- tepelně technické vlastnosti stavebních objektů (okna, zasklení, utěsnění oken a dveří, závětrří, tepelná izolace obvodových plášťů budov)

2.2.2.4 Příprava TUV

spotřeba tepla na přípravu TUV

Analýza spotřeby tepla s ohledem na :

- počet pracovníků a normovanou měrnou spotřebu pro druh činnosti nebo provozu
- dodržení výtokové teploty TUV pod 50° C (funkce a nastavení termostatů)
- instalaci měřičů spotřeby teplé vody

2.2.2.5 Významné technologické spotřebiče

spotřeba paliv a energie na energeticky náročné výrobky - v jednotlivých posledních pěti letech

vyrobeno měrných jednotek t ; m³ ; m² ; kusů ; atp.

spotřeba elektřiny MWh / druh výrobku

spotřeba tepla GJ / druh výrobku

spotřeba paliv GJ / druh výrobku

Analýza výše měrných spotřeb, analýza trendu změn

3 SOUHRNNÉ VÝSLEDKY ZPRACOVANÝCH ANALÝZ

Zpracované analýzy současného stavu energetického hospodářství je třeba zkonfrontovat s uvažovanou výhledovou potřebou paliv a energie.

Jedná se buď o novou výstavbu stavebních objektů, které budou napojeny na auditovaný zdroj, případně snížení odběru ze zdroje způsobené odpojováním stávajících odběratelů, u průmyslových podniků pak změnu objemu výroby, předpokládanou změnu sortimentu výroby, nové technologické vybavení účelové výroby či změnu technologie, změnu časového rozložení spotřeb energie, realizaci významných úsporných opatření.

4 NÁVRHY OPATŘENÍ V ENERGETICKÉM SYSTÉMU

Opatření v energetickém systému pro úsporu paliv a energie a tím i snížení finančních nákladů, jakož i ekologické zátěže prostředí, vyplývají z provedených analýz.

Toho je možno dosáhnout :

- organizačními opatřeními ve výrobě i spotřebě energie - snížením měrné spotřeby paliv a energie
- technickými opatřeními
- řešením způsobu zásobování
- přechodem na levnější paliva a energii (úspora finanční)
- kombinací jednotlivých opatření

Pro podporu návrhu technických opatření je dále uveden přehled základních technicky reálných opatření ve zdrojích, rozvodu i spotřebě energie.

4.1 OPATŘENÍ VE ZDROJÍCH ENERGIE

Výroba tepla

Mimo rekonstrukce stávajících kotlů (v případě kotle fyzicky dožitého lze místo rekonstrukce doporučit výměnu kotle za nový, moderně konstruovaný), instalaci nových kotlů či přechodu ze spalování tuhých na spalování plyných nebo kapalných paliv, jsou u kotlů reálná následující opatření :

- u všech kotlů
 - održování systému plánovaných oprav a běžné údržby
 - měření a regulace spalovacího procesu
 - efektivní řazení provozovaných kotlů dle jejich jmenovitých výkonů
 - dodatečné vychlazení spalin výměníkem za kotlem (u uhelných a olejových kotlů nutno dát pozor na podkročení rosného bodu spalin)
 - hospodárné odkalování kotlů a využívání tepla odluhu

- olejové a plynové kotle seřízení hořáku na optimální přebytek spalovacího vzduchu
- uhelné kotle spalování předepsaného paliva
seřízení primárního a sekundárního spalovacího vzduchu

spalování levnějšího paliva

- plynové kotle výměna plynových hořáků za dvoupalivové ZP/TTO
(vyžaduje obnovení stávajících nebo instalaci nových nádrží na TTO)
- olejové kotle spalování nízkosirného pyrolýzního oleje (v omezeném množství dodává Chemopetrol Litvínov) – kladem je snížení emisí SO₂
- spalování odpadu instalace kotlů na spalování biomasy, průmyslového nebo komunálního odpadu

Výroba elektrické energie

Při přebytku tepelné energie (páry) uvážit technickoekonomické možnosti instalace parní turbíny či snížení spotřeby elektrické energie záměnou kompresorového chlazení chlazením absorpčním.

instalace parní protitlaké turbíny nebo parního stroje

(v případě instalovaných parních kotlů o tlaku páry min. 1,2 MPa)

- paralelně ke stávající redukční parní stanici
- za parním kotlem pro spalování odpadu (možno i kondenzační nebo odběrová turbína)
- současně s výměnou fyzicky dožitých nízkotlakých parních kotlů za kotle o vyšším tlaku páry

instalace plynové kogenerační jednotky (výroba elektrické energie a tepla)

- s plynovým motorem pro instalované elektrické výkony do cca 5 MW a jen při možnosti využití vyráběného tepla v teplé nebo horké vodě (ve výjimečných případech částečně v nízkotlaké páře)
- s plynovou turbínou jen pro elektrický výkon vyšší než cca 5 MW a s požadavkem na dodávku tepla v páře

instalace soustrojí s expanzní plynovou turbínou pro výrobu elektrické energie

- paralelně ke stávající redukční plynové stanici
jen v případě velkých komplexů s vysokým odběrem plynu (řádově desítky milionů m³ ročně a více) a vyšším poměrem vstupního a redukovaného tlaku plynu (cca 7 a více).
Současně je pro provoz expanzní turbíny nutno zajistit predehřev plynu před expanzí na cca 60°C - buď klasickým tepelným zdrojem nebo je možno využít odpadní teplo.

Výroba tlakového vzduchu

V případě dožitých klasických pístových kompresorů uvážit jejich náhradu kompresory šroubovými.

Konkrétní možná opatření jsou :

- pravidelné sledování výkonu kompresorů (při poklesu výkonu o 10 % u malých kompresorů je nutno provést střední opravu, při poklesu výkonu o 25 % generální opravu)
- umístění sání kompresorů ve stinném prostoru (snížení teploty nasávaného plynu)
- volba krátkého sacího potrubí, případná zakřivení sacího potrubí provést s velkým poloměrem (zmenšení tlakových ztrát)
- u dlouhých sacích potrubí umístit před vstupem do sání kompresoru tlumicí komoru (zamezení kmitání sloupce nasávaného vzduchu, které snižuje výkon kompresoru)
- využívání odpadního tepla chladicí vody kompresoru

- pravidelné čištění filtru
- výroba tlakového vzduchu při nejnižším možném tlaku, který vyhoví požadavkům spotřebičů.

4.2 OPATŘENÍ V ROZVODECH ENERGIE

Rozvody tepla

rekonstrukce parního potrubí na horkovodní nebo teplovodní

pouze ve vyjímečných případech (značné finanční náklady – nutná ekonomická analýza) pro snížení ztrát v rozvodech v případě horkovodních či teplovodních spotřebičů zásobovaných parním rozvodem a výměníkem u spotřebiče, současně s výměnou parních kotlů za horkovodní nebo teplovodní, nebo po instalaci výměníku pára/voda ve zdroji

rekonstrukce čtyřtrubkového teplovodního systému na předizolovaný dvoutrubkový

pro snížení ztrát v rozvodech pro vytápění a TUV - příprava TUV v objektech bude zajištěna předávacími stanicemi

instalace tzv. letního potrubí

pro snížení ztrát v rozvodech v rozsáhlejších komplexech s velkým rozdílem dodávaného tepelného výkonu v zimním a letním období, letní potrubí je instalováno (paralelně s trasou stávajícího potrubí) o menší světlosti, ekvivalentní sníženému výkonu dodávaném v letním období

prostá rekonstrukce rozvodů -

oprava nebo výměna armatur, oprava nebo doplnění chybějící tepelné izolace

oprava nebo výměna kondenzátního potrubí, kondenzačních hrnců

decentralizace vytápění objektů

vzdálených od zdroje s malou či občasnou tepelnou potřebou

Rozvody elektrické energie

vypínání přebytečných transformátorů v době nízkého zatížení

sekundární propojení podružných trafostanic –

pro možnost krytí spotřeby elektrické energie v době nízkého zatížení z jednoho transformátoru

Rozvody stlačeného vzduchu

odstranění netěsnosti potrubí

- pravidelná kontrola celé rozvodné sítě zda nedochází k úniku vzduchu (zvláště je nutné věnovat pozornost přírubám, šroubovým spojkám, ucpávkám armatur, napojením gumových hadic a jejich spojkám, těsnosti uzávěru jednotlivých spotřebičů, speciálně však armaturám a zařízením na odpouštění zkondenzované vody a olejů - bývají nahrazovány ventily, které jsou pootevřeny dle citu obsluhy a přitom uniká značné množství stlačeného vzduchu)
- pravidelné sledování tlakové ztráty v jednotlivých částech potrubních systémů.

likvidace nepoužívaných potrubních větví napojených na zdroj

4.3 OPATŘENÍ VE SPOTŘEBĚ ENERGIE

Vytápění

změna způsobu vytápění -

rekonstrukce horkovzdušného vytápění hal na sálavé vytápění

Upozornění :

při aplikaci tmavých parních nebo horkovodních zářičů je možno použít levné teplo vyrobené z pevného nebo kapalného paliva spalovaného ve stávajícím zdroji pro dodávku tepla stávajícím horkovzdušným soupravám, které mají být zaměněny - při aplikaci plynových tmavých nebo světlých zářičů je u těchto zářičů nutno přejít na dražší zemní plyn

instalace nivelátorů -

cirkulace teplejšího vzduchu z prostoru pod stropem hal do pracovní zóny - vhodné jen pro provozy bez tvorby znečišťujících látek

instalace rekuperace -

instalace výměníků vzduch - vzduch pro rekuperaci tepla ze vzduchu odpadního do vzduchu větracího

zateplení budov -

instalace dodatečné tepelné izolace budovy, výměna oken za okna z nižším prostupem tepla nebo přidání další transparentní vrstvy k oknům stávajícím, u hal instalace transparentní folie pod světlíky, instalace automatického zavírání vrat

instalace regulace vytápění -

ekvitermní regulace s možností nastavení útlumu vytápění v určitých časových obdobích a s možností zónového vytápění

hydraulické vyvážení -

doplnění stávajícího vytápěcího systému o regulační a seřizovací armatury

aplikace netradičních zdrojů energie -

instalace solárních systémů, instalace tepelných čerpadel pro vytápění a přípravu TUV

Technologická spotřeba tepla nebo chladu

výměna fyzicky dožitých strojů -

za stroje s nižší měrnou spotřebou tepla nebo chladu, nebo přechod na jiný princip výrobní technologie s nižší měrnou spotřebou energie

stroje s přímou spotřebou paliv -

záměna za levnější palivo, záměna elektrické energie pro ohřev za zemní plyn

využití odpadního tepla -

- pomocí rekuperačních výměníků pokud se vyskytuje požadavek na dodávku tepla o teplotě nižší než je teplota odpadního tepla

- pomocí tepelných čerpadel
 - kompresorových - jen při výskytu odpadního tepla v rozmezí teplot cca 20 - 40°C a současné možnosti využití tepla o teplotě do cca 60°C, navíc jen při náhradě výroby tepla z LTO, ZP nebo elektrické energie
 - absorpčních - jen při současném výskytu odpadního tepla v rozmezí 20 - 60°C a možnosti využití tepla v rozmezí 50 - 110°C
- pomocí tepelných transformátorů při současném výskytu odpadního tepla v rozmezí 80 - 110°C a možnosti využití tepla v rozmezí 100 - 150°C
- pomocí organických Rankinových cyklů pro výrobu elektrické energie z odpadního tepla o teplotě v rozsahu 80 - 250°C

přechod z kompresorového na absorpční chlazení -

jen v případě požadavku na teplotu chlazení do teploty zajištělné absorpčním chlazením - je dosaženo úspory nákladů na výrobu chladu a v komplexech s vlastní výrobou elektrické energie na parním turbosoustrojí je navíc možno zajistit další úsporu zvýšením výroby elektrické energie v důsledku zvýšeného odběru tepla absorpčním zařízením

Technologická spotřeba elektrické energie

kompensace jalové energie - v místě výroby t.j. přebuzováním generátorů elektrické energie, v místě spotřeby t.j. u transformátorů, velkých motorů, rozveden

snížení odběrových maxim - hlídání maxima odběru elektrické energie manuálním nebo automatickým řízením spotřebičů s určenou hierarchií jejich provozu

regulace otáček elektrických pohonů - aplikace polovodičových napěťových a frekvenčních měničů

dimenzování elektromotorů

výměna motorů za energeticky efektivní motory (EEM)

vypínání pohonů strojů v pracovních přestávkách

tepelná izolace elektrotopelných spotřebičů - ohříváčů vody, lisovacích forem atd.

Osvětlení

regulace intenzity a vypínání osvětlení

instalace svítidel s nízkou spotřebou elektrické energie – zářivky, sodíkové a halogenové výbojky

4.4 NÁVAZNOST NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Při návrhu jednotlivých opatření ve zdroji, rozvodech a spotřebě energie je nutno respektovat jejich návaznost, neboť v některých případech opatření navržené v jedné skupině znemožňuje nebo redukuje opatření ve skupině jiné.

Například u průmyslového závodu s dominantní spotřebou tepla na vytápění hal horkovzdušnými parními soupravami (zásobované parou z plynové závodní výtopy) lze navrhnout rekonstrukci tohoto způsobu vytápění na vytápění pomocí sálavých plynových panelů. Současně však už není možné navrhnout rekonstrukci stávající výtopy na teplárnu (instalaci plynové kogenerační jednotky) neboť po instalaci sálavého vytápění bude stávající zdroj tepla využíván na zlomek původně instalovaného výkonu a tepelný výkon kogenerační jednotky by nemohl být využit.

Rovněž tak je vhodné se při návrhu opatření neomezit jen na auditovaný komplex, ale do analýzy zahrnout i sousední nebo v dané lokalitě dostupné další subjekty se spotřebou energie. Tento přístup je možno uplatnit kupříkladu při rekonstrukci stávajícího zdroje energie jehož intenzifikaci je možno krýt ze sdružených finančních prostředků auditovaného komplexu a sousedního

subjektu, do kterého bude energie z nového zdroje též dodávána v důsledku likvidace místního nevyhovujícího zdroje. Dalším příkladem může být využití odpadního tepla a pod.

5 HODNOCENÍ NÁVRHŮ OPATŘENÍ

5.1 ENERGETICKÉ HODNOCENÍ NÁVRHŮ

Výše energetické úspory je hlavním ukazatelem efektu energetického auditu.

Pro snadnou orientaci lze doporučit sestavení návrhů do tabulky - viz následující :

Úspory tepla

název opatření	roční úspora (GJ)	% z celkové roční spotřeby tepla
úspory celkem		

Poznámka : při výpočtu % - do celkové roční spotřeby tepla nezahrnovat spotřebu tepla na vlastní výrobu elektrické energie

Úspory elektrické energie

název opatření	roční úspora (kWh)	% z celkové roční spotřeby elektrické energie
úspory celkem		

Úspory technologické spotřeby paliva

název opatření	roční úspora (GJ)	% z celkové roční technologické spotřeby paliv
úspory celkem		

Na základě těchto údajů je zřejmé, která opatření jsou zásadní z hlediska energetiky. Toto zhodnocení není však pro management auditovaného objektu zcela přesvědčivé a je nutno provést ještě hodnocení ekonomické, které v závislosti na finanční situaci určí teprve pořadí, ve kterém by byla opatření realizována.

Z celospolečenského hlediska je možné v případě, že zdrojem je výtopna a elektrická energie se nakupuje od rozvodných podniků, provést přepočítání úspory elektrické energie na primární palivo ušetřené v systémových elektrárnách přepočtem koeficientem 12,895 GJ / MWh. V tomto koeficientu je zahrnuta průměrná účinnost přeměny paliva na elektrickou energii v systémových elektrárnách a ztráty v rozvodech.

5.2 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ NÁVRHŮ

Hodnocení ekonomické efektivity racionalizačních opatření vedoucích k úsporám energie je vyžadovanou částí auditu, neboť systém zásobování energií představuje stále významnější nákladovou položku v celkových nákladech jakékoliv účelové výroby a úsporná opatření jsou mnohdy značně finančně náročná.

Pro první přiblížení (které nezahrnuje provozní náklady) je vhodné sestavit následující tabulku :

opatření	roční úspora GJ, kWh	náklad na realizaci Kč	měrný náklad na ročně uspořený GJ, kWh Kč/GJ, Kč/kWh

Při ekonomickém posuzování opatření v účelové výrobě (výměna výrobních strojů a zařízení, změna technologie, atd.) které se projeví mimo úspory energie např. zvýšením kvality či zlepšením užitečných vlastností výrobku a tím i zvýšením jejich finanční odbytové hodnoty) je třeba uvažovat i finanční přínosy, které se po realizaci projeví ve vlastní účelové výrobě.

Z požadavku ekonomického hodnocení jednotlivých opatření lze samozřejmě vyjmout opatření organizačního charakteru, která nevyžadují žádné nebo téměř žádné náklady na realizaci a která lze okamžitě realizovat.

U ostatních opatření je nezbytnost posoudit konečný efekt ekonomickou analýzou.

Vzhledem k tomu, že se auditoři, kteří jsou v převážné míře zaměřeni technicky, v této části auditu obtížněji orientují, je postup a popis ekonomických hodnocení úspor energie dále podrobněji uveden. Bylo využito materiálu zpracovaného Ing. Jiřím Vašíčkem, CSc. z ČVUT – FEL pro kurz energetických auditorů pořádaných Asociací energetických auditorů.

Základní hodnotovou kategorií v ekonomické analýze je zisk, který je dán rozdílem nákladů a výnosů a je považován za nejsyntetičtější absolutní hodnotovou kategorii.

Hodnocení finanční situace a finančních dopadů zamýšlených opatření je založeno na hodnocení peněžních toků - cash flow a dále pak likvidity a solventnosti.

Výpočet ekonomické efektivity racionalizačního opatření se zajistí :

- 1) návrhem a zpracováním různých vzájemně zaměnitelných variant řešení
- 2) výběrem ekonomicky nejvýhodnější varianty řešení
- 3) provedením citlivostní analýzy s cílem respektovat případné nejistoty mající vliv na velikost nároků a účinků racionalizačního opatření při hodnocení vzájemně zaměnitelných variant.

Při posuzování navržených opatření je doporučován postup, který je rozdělen do těchto fází :

1. Analýza současného stavu zahrnující hodnocení účelnosti zamýšleného opatření

V této úvodní fázi se na bázi rozboru současného stavu spotřeby energie vyjadřují základní cíle opatření a způsoby jejich dosažení (technická úroveň, finanční nároky, nákup apod.)

2. Hodnocení ekonomické efektivity zaměnitelných variant a systémová optimalizace posuzovaného opatření.

Tato fáze je klíčová, neboť má za cíl vybrat ekonomicky optimální variantu racionalizace spotřeby energie. Za tímto účelem je proto nutné vypracovat variantní návrhy technického řešení a provést jejich porovnání. Výběr nejefektivnější varianty se provádí pomocí dále uvedených kritérií. Hodnocení variant by mělo též zahrnovat nejistoty vstupních údajů a stavů vnějšího okolí formou citlivostní analýzy přijatého řešení.

3. Posouzení vybrané varianty z hlediska financování a vlivu na nákladovou a finanční situaci podniku.

V této závěrečné fázi hodnocení by měla být vybraná varianta analyzována z hlediska

- disponibilního kapitálu
- zdrojů a způsobu financování
- propočtu cash flow a dalších ukazatelů ekonomické efektivity z hlediska investora

Hodnocení ekonomické efektivity zaměnitelných variant opatření je založeno na hodnocení zisku vyprodukovaného provozováním hodnoceného opatření.

Hodnocení se provádí v této fázi z hlediska projektu, kdy se neuvažují daně a veškerý potřebný kapitál se uvažuje s výnosem dle zadaného diskontu a zisk se počítá s pomocí poměrné anuity, zahrnující poměrný odpis a poměrný anuitní úrok. Anuitní úrok vyjadřuje průměrnou ztrátu z vázanosti vložených investičních prostředků podle velikosti zadaného diskontu.

Zisk projektu se počítá po odečtení provozních nákladů N_p , odpisů a úroků od celkových tržeb V podle vztahu

$$Z = V - N_p - a_{T_0} \cdot N_{ip}$$

kde a_{T_0} je poměrná roční anuita, zahrnující odpisy a anuitní úroky investic

Dalším ukazatelem je cash - flow projektu – CF

Tok hotovosti je základní veličinou pro ekonomickou analýzu investic. Na rozdíl od zisku není v cash - flow obsaženo časové rozlišení investičních nákladů pomocí odpisů, neboť jak z názvu plyne, jde o rozdíl mezi příjmy a výdaji v hotovosti. V době výstavby charakterizuje cash - flow čerpání finančních zdrojů, v době provozu pak jejich tvorbu.

Základní ukazatele pro hodnocení z hlediska projektu.

Všechny uvedené ukazatele jsou počítány vždy z údajů za všechny roky hodnoceného období, neboť ukazatele z jednotlivých let jsou nepostačující (cílový rok, první rok provozu apod.), neboť nepostihují možný vývoj veličin během hodnoceného období.

Diskontovaný zisk za hodnocené období se počítá jako čistá současná hodnota (net present value) zisků v jednotlivých letech

$$Z_{T_0} = \sum_{t=1}^{T_0} Z_t \cdot (1 + p)^{-t}$$

Průměrný roční zisk je vypočten pomocí poměrné roční anuity

$$Z_r = a_{T_0} \cdot Z_{T_0}$$

a představuje vlastně roční zisk, který v konstantní hodnotě by dal za hodnocené období shodný diskontovaný zisk.

Diskontovaný cash - flow DCF, čistá současná hodnota (net present value) je - li počítána za dobu životnosti projektu dává shodný výsledek jako diskontovaný zisk, neboť součet odpisů a anuitních úroků je za dobu životnosti roven právě N_{ic} . Pro hodnocení investic má tedy shodnou vypovídací schopnost jako zisk a jako kritérium maximalizující efekt projektu právě za dobu životnosti dává stejné výsledky. Výhodou veličiny cash - flow je ale možnost posoudit kumulovaně bilanci finančních prostředků v libovolném roce od počátku realizace.

$$DCF_{T_0} = \sum_{t=1}^{T_0} CF_t \cdot (1 + p)^{-t} = \max$$

Vnitřní výnosové procento, vnitřní úroková míra (Internal rate of return - IRR) je taková hodnota úrokové míry, která použita pro diskontování dává za dobu životnosti právě nulovou hodnotu diskontovaného toku hotovosti.

$$DCF_{T_0} = \sum_{t=1}^{T_0} (V_t - N_{pt} - N_{it}) \cdot (1 + p_i)^{-t} = 0$$

Varianta s maximální hodnotou DCF pro zadanou diskontní sazbu se obecně neshoduje s variantou, pro níž je vnitřní úroková míra nejvyšší. Užitečnost tohoto ukazatele spočívá v možnosti posoudit efektivnost hodnocené investice ve srovnání se zvolenou diskontní sazbou, tj. s předpokládanou zadanou mírou výnosů vlastních prostředků.

Doba návratnosti - doba splácení (Pay back period) T_s se počítá z podmínky

$$DCF_{T_0} = \sum_{t=1}^{T_s} (V_t - N_{pt} - N_{it}) \cdot (1 + p_i)^{-t} = 0$$

a udává, ve kterém roce převáží tvorba finančních zdrojů nad jejich čerpáním.

Rentabilita projektu (Return on Investment) vyjadřuje v procentech míru zisku veškerých investovaných prostředků. Vypočte se z poměru průměrného ročního zisku a investičních nákladů projektu. Ukazatel charakterizuje míru

zisku projektu a lze jej použít pro porovnání rentability hodnoceného projektu s obvykle dosahovanou mírou zisku v odvětví. Varianta s nejvyšší rentabilitou nemusí mít ale nejvyšší absolutní hodnotu cash - flow za životnost.

Citlivostní analýza a analýza rizika

V současném období se rozsah nejistot a rizik prudce zvyšuje (změny ve vnitřních i vnějších podmínkách, zrychlení vývoje, zahraniční vliv atd.). Použití vhodných postupů umožňuje snížení možnosti nesprávných rozhodnutí. Jedním z nich je i analýza rizika. Působení náhodných jevů v reálném světě zakládá objektivní existenci nejistoty. Pojetí nejistoty a rizika je v literatuře i v obecném jazyku velmi nejednotné. Pro naše potřeby nejistotou rozumíme nejednoznačnost budoucích výsledků jednání a rozhodování. Riziko v rozhodování představuje v našem pojetí nebezpečí, že nebude dosaženo žádoucích či předpokládaných výsledků, tj. že dojde k nežádoucí odchylce. Citlivostní analýza spočívá ve zkoumání, jak působí možné změny ve vstupech rozhodovací situace na jeho výstupy, tj. na výsledek rozhodování a hodnotu kritéria. Na jejím základě je možno určit ty veličiny (faktory rizika), jejichž možné změny nejpodstatněji přispívají k variabilitě hodnotícího kritéria a k možné nejistotě ve stanovení pořadí posuzovaných variant. Provádí se jednoparametrická a dvouparametrická citlivostní analýza. Přitom se zkoumají hodnoty zisku respektive DCF - diskontovaného toku hotovosti v závislosti na diskontu, investičních nákladech a ceně výrobků - energie. Podobné analýzy citlivosti jsou provedeny i pro vnitřní výnosové procento - IRR.

Vybraná varianta ve fázi hodnocení projektu je dále hodnocena z hlediska investora.

V komponentách výnosů a nákladů je výpočet shodný, jako při hodnocení z pohledu projektu. Podrobně se však také řeší financování investice, doplněné dalšími úvěry, leasingem, emisí obligací, akcií popř. dotacemi a strategií odpisování.

Úroky jsou počítány podle skutečného stavu úvěrů a obligací a zahrnují jen placené úroky, které jsou nákladovou položkou. Nejsou zde uvažovány ušlé úroky z vlastních prostředků investora, které by investor získal použitím těchto prostředků na jiné investice, resp. jejich uložení v bance. Tyto úroky mají charakter tzv. opportunity costs a nepatří mezi náklady, zachycené v účetnictví. Ve výpočtu jsou respektovány použitím diskontování.

Úroky z úvěrů, zaplacené ještě během doby výstavby investice jsou v souladu s plánovanou metodikou připočítávány k investičním nákladům a tvoří tak součást základny pro odepisování (pořizovací cenu). Nejsou tedy součástí nákladů při výpočtu zisku.

Použitá metodika rozlišuje financování z vlastních prostředků investora a úvěry, splatnými dle individuálně zadaných podmínek doby splatnosti. Úvěry lze pojmut jednak jako "individuální", příslušející jednotlivé investiční akci, tak i

jako úvěry "anonymní", poskytované firmě jako celku. Kromě toho je nutné brát v úvahu i úvěry, které byly čerpány již před počátkem hodnoceného období a jsou v něm tedy pouze spláceny.

Zisk před zdaněním

Je vypočten z provozního zisku investora po odečtení úroků a odpisů, po případné korekci o odpočitatelné položky.

Čistý zisk po zdanění (použitelný zisk) se vypočítává ze vztahu :

$$Z_p = (V - A_p - A_{odp} - A_{ú} \pm A_{př}) \cdot (1 - d_z)$$

Pro výpočet cash – flow investora se v závislosti na způsob financování zahrnou vlastní investiční prostředky a splátky, případně dotace, takže výsledkem je cash – flow investora, který se stanoví takto :

$$CF = V - A_p - A_{ú} - D_z - A_i + A_{icz} - A_{spl} + D$$

kde jsou

D_z daň ze zisku pro příslušný rok

A_i celkové investiční náklady v daném roce

A_{icz} cizí kapitál opatřený na financování z úvěrů a obligací v daném roce

A_{spl} splátky úvěrů, obligací a výdaje na leasingové splátky celkem

D poskytnuté dotace v daném roce

V tržby

A_p provozní náklady

A_{odp} odpisy

Diskontovaný cash – flow investora a čistý zisk se počítá stejně jako u hodnocení projektu opět pro každý rok od počátku hodnoceného období.

Základní ukazatele pro hodnocení investora.

Pro hodnocení investic z pohledu investora se počítají v zásadě stejné ukazatele jako při hodnocení projektu. Při jejich interpretaci je ale třeba uvědomit si některé odlišnosti od ukazatelů projektu. Výběr optimální varianty se tedy provede podle maxima diskontovaného toku hotovosti investora po zdanění za dobu životnosti. Pro investora je velmi důležitý i průběh cash - flow v jednotlivých letech, z něž lze usoudit na finanční realizovatelnost hodnocené investice po jejím zařazení do finančního plánu investora.

V důsledku poměrně vysokého zdanění je čistá současná hodnota reálného výnosu investice podstatně nižší než DCF projektu, nezátíženými daněmi. Za této situace je i doba splacení vložených vlastních investičních prostředků delší, než při nezdaněných prostředcích.

Vnitřní úroková míra je počítána opět z podmínky DCF = 0. Charakterizuje čistou výnosnost vložených prostředků po zdanění a je tedy nižší než stejný

ukazatel projektu, počítaný bez vlivu daní. Při posuzování velikosti tohoto ukazatele je možné porovnání opět jen např. s obvykle dosahovanou čistou výnosností vlastních prostředků.

Ukazatelé investora (průměrná roční hodnota nebo diskontovaná za hodnocené období) jsou počítány z použitelného zisku, tj. po zdanění. V něm však jsou pouze náklady, zachycované v účetnictví. Chybí zde tedy významná položka ušlých úroků z vlastních prostředků. O tuto částku, diskontovaně sečtenou za dobu životnosti, je použitelný zisk investora vyšší než jeho cash - flow. Pokud tyto úroky neodečteme, nelze tvrdit, že varianta s kladným použitelným ziskem je pro investora výhodná. Stejným způsobem je ovlivněna i rentabilita vlastních prostředků investora.

Pro ekonomické vyhodnocení navržených opatření lze využít komerčně dosažitelných počítačových programů EFINA, TEPEKO, TEPFIT a pod.

5.3 HODNOCENÍ EKOLOGICKÉ

Cílem hodnocení je vyjádření účinků a nároků posuzovaného opatření na životní prostředí a porovnání se současným stavem a příslušnými normativy.

Jednotlivá opatření, která snižují spotřebu některé z forem energie se ve svém důsledku promítnou do snížení spotřeby primárního paliva, jehož spalování je příčinou znečišťování životního prostředí.

U spalovacích zařízení je limitována koncentrace škodlivin ve spalinách. Absolutní množství vypouštěných škodlivin je zpoplatňováno.

Ekologický efekt opatření, při nichž dochází k úspoře tepla dodávaného z vlastního zdroje, se stanoví přepočtem uspořené tepla na množství paliva, které muselo být na výrobu tohoto množství tepla spáleno. Úspora tepelné ztráty rozvodu tepla se projeví a započítává v tom případě, jestliže se odstaví větev, kterou bylo napájeno zařízení u něhož se navrhuje úsporné opatření (tepelné ztráty rozvodu tepla nejsou při nezměněných parametrech teplotního média v podstatě závislé na jeho protékajícím množství). Na množství uspořené paliva má proto zásadní vliv účinnost přeměny paliva na teplo ve zdroji.

Úspora paliva potřebného k výrobě elektrické energie, která se uspoří navrženým opatřením, se v případě vlastního zdroje (teplárny) stanoví z účinnosti přeměny tepelné energie na elektrickou energii a účinnosti přeměny paliva na tepelnou energii ve vlastních zdrojích. Ztráty v rozvodech elektrické energie se do výpočtu (z důvodu relativně krátkých vnitropodnikových tras) nezahrnují.

Z výsledků povinného měření emisí dle zákona č. 117 / 1997 Sb., vyhlášky MŽP z 12. května 1997, kterou se stanovují emisní limity a další podmínky provozování stacionárních zdrojů znečišťování a ochrany ovzduší, se z množství ušetřeného paliva vypočte roční snížení emisí jednotlivých škodlivin. Z toho pak lze stanovit i finanční úsporu za poplatky za znečišťování ovzduší a v případě spalování pevných paliv i za ukládání tuhých zbytků po spalování.

Úspory elektrické energie nakupované ze sítě rozvodných podniků neovlivní ekologickou zátěž prostředí produkovanou vlastním auditovaným objektem. Ekologický přínos vznikne snížením spotřeby paliv v systémových elektrárnách (tepelný obsah ušetřeného paliva (GJ) v systémových elektrárnách lze stanovit pronásobením uspořené MWh koeficientem 12,895, v němž je zahrnuta jak účinnost výroby elektřiny, tak ztráty v rozvodech).

6. VÝBĚR OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ

Závěrem auditu je doporučení auditora k realizaci navržených opatření.

V případě variantních řešení se optimální vybere na základě

1. velikosti energetické úspory
2. ekonomického vyhodnocení - výše potřebných finančních nákladů, změny provozních nákladů
3. doby, po kterou bude navržené řešení působit
4. souvisejících vlivů – spolehlivosti technického řešení, ekologických vlivů, provozní náročnosti, v případě výrobního podniku i na vynucené úpravě organizace výroby atd.

U vybraných řešení se mimo jejich popisu a technickoekonomických údajů uvedou i podmínky, které jsou pro realizaci nezbytné.

Na základě zjištěných velikostí úspor, které je možno docílit realizací jednotlivých navržených opatření se upraví stávající energetická bilance - úspora jednoho druhu energie může vyžadovat zvýšení spotřeby energie jiné.

V návrhu harmonogramu realizace se jako první opatření uvádějí taková, která nevyžadují žádné nebo malé finanční náklady na realizaci (organizační opatření a pod.) a která lze okamžitě realizovat. Jako další se uvedou ta, která zajišťují nejvyšší energetické úspory při přijatelných ekonomických podmínkách.

7. ZÁVĚR METODICKÉ ČÁSTI

V rámci připravovaného zákona o hospodaření s energií bude vydána vyhláška, kterou se upraví podrobnosti energetického auditu.

Na základě této vyhlášky bude vydán i metodický pokyn pro zpracování energetického auditu.

V předloženém materiálu jsou uvedeny poznatky a zkušenosti, které nabyli RAEN s.r.o. při provádění energetických auditů komplexů s vlastním zdrojem tepla.

Lze se s největší pravděpodobností domnívat, že tento obsah a používaný postup se nebude od oficiálního metodického pokynu odlišovat.

Zdroj tepla

Ve všech pojednávaných typových postupech řešení je při auditu podstatné posouzení účinnosti konverze paliva a vhodnosti zdroje tepla.

Úspory dosažené při provozu zdroje tepla významným způsobem ovlivňují celkovou energetickou bilanci auditovaného objektu.

Zdrojem tepla jsou v naprosté většině parní či kapalinové kotle, v současné době se prosazují i kogenerační jednotky (využití tepla spalin a chladicí vody spalovacích motorů, spalovacích turbin), v průmyslu případně i nejrůznější technologická zařízení, z nichž získáváme teplo jako druhotný produkt (např. palivové pece).

Rozdělení kotelen :

1. podle druhu a parametrů teponosného média

1.1 kotelny nízkotlaké

- teplovodní, kde teponosným médiem je voda o teplotě max. 115 °C
- parní, kde teponosným médiem je pára o tlaku max. 0,155 MPa
- s kombinací parních a teplovodních kotli.

1.2 kotelny středotlaké a vysokotlaké

- parní, s tlakem páry nad 0,155 MPa
- horkovodní, s teplotou vody nad 115 °C
- s kombinací parních a horkovodních kotlů.

1.3 kotelny ostatní s jiným teponosným médiem než voda nebo vodní pára (např. vysokovroucí oleje).

2. podle účelu a umístění

2.1 kotelny pro vytápění budov s přípravou teplé užitkové vody

- domovní, umístěné přímo ve vytápěné budově, vždy nízkotlaké (teplovodní nebo parní)
- blokové, vytápějící více budov, většinou nízkotlaké.

2.2 kotelny průmyslové pro otop a technologii

- výtopny s kotli horkovodními nebo středotlakými parními na sytou či mírně přehřátou páru,

- technologické kotelny horkokapalinové (např. pro ohřev látek prostřednictvím vysokovroucích olejů).

2.3 kotelny teplárenské pro současnou výrobu tepla a elektřiny

3. podle spalovaného paliva či zdroje energie

3.1 s kotli na klasická paliva

- koksové
- uhelné, na černé i hnědé uhlí, lignit, brikety
- olejové, spalující naftu, lehký a střední olej nebo těžký topný olej
- plynové na svítiplyn, koksárenský a zemní plyn
- s kombinací paliv, např. plyn - uhlí, olej - plyn.

3.2 s kotli na odpadní paliva

- spalovny městských odpadků
- spalovny průmyslových odpadů (kůra, piliny, pazdeří).

3.3 s kotli na odpadní teplo např. ze spalin palivových pecí, spalovacích turbin, motorů

3.4 s elektrokotli.

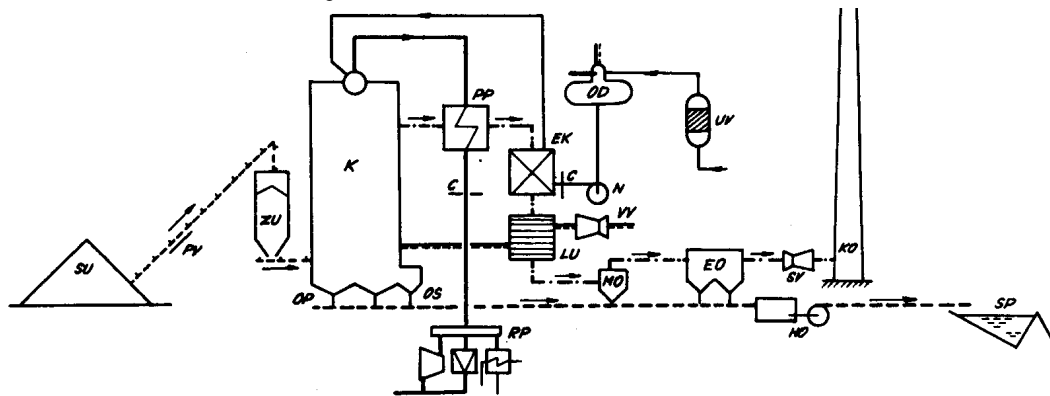
Hlavní části kotelen

Kotelny sestávají z následujících hlavních zařízení :

- kotel tvořený ohništěm, tlakovým systémem a dodatkovými plochami a spalovacím zařízením
- palivové hospodářství. U tuhých paliv je to zařízení pro manipulaci s palivem na skládce, zařízení pro dopravu paliva (zauhlování) do kotelny, doprava paliva v kotelně, zásobník paliva, případně drtiče, mlýny a sušky uhelného prášku. U kapalných paliv je to stáčecí zařízení, zásobní nádrže, olejové hospodářství, příslušná rozvodná potrubí. U plyných paliv je to případně redukční stanice a příslušné rozvodné potrubí
- zařízení pro přívod spalovacího vzduchu, které je tvořeno vzduchovým ventilátorem s rozvodem a regulačním zařízením, případně jen přirozeným přívodem vzduchu
- zařízení pro odvod spalin včetně komína, kouřového ventilátoru a odlučovačů
- zařízení pro odvod tuhých zbytků po spalování včetně drtičů škváry a dopravních mechanických, hydraulických či pneumatických systémů od kotelny po složiště
- vodní hospodářství včetně zařízení pro chemickou a tepelnou úpravu napájecí vody, napájecích čerpadel a příslušného rozvodu

- měřicí a regulační zařízení, případně též automatika spalování. U větších kotlů bývá soustředěno na centrální panel či do centrální ústředny - velínu) odkud je centrálně řízen provoz
- strojovna s rozdělovači vyrobeného tepla, výměníky a dopravními či oběhovými čerpadly
- další zařízení jako elektrozařízení včetně el. rozvodu, trafostanice, příprava tlakového vzduchu apod.
- speciální zařízení pro snižování emisí (tuhé částice, SO₂, NO_x).

Schema uhelné kotelny



C - průtokoměr	OD - odplyňovač napájecí vody
EK - aktivátor napájecí vody (EXO)	OP - odstraňovač prachu
EO - elektrický odlučovač nečistot	OS - odstraňovač
HO - hydraulická aparatura napájení	PP - přetvářka páry
K - kotel	PY - pasová váha motiva
KO - komín	RP - rozdělovač páry
LU - aktivátor vzduchu	SP - dodávka popelovin
MO - mechan. odlučovač nečistot	SV - spalovací ventilátor
N - napáječka	UV - chemická úprava vody
	SU - skládka motiva
	VY - vzduchový ventilátor
	ZU - zásobník motiva

Tepelné ztráty a účinnost konverze paliva v kotlích se určuje topnou zkouškou. V ČSN 07 0710 bylo provádění tepelných bilancí předepsáno, v současné době se ke škodě provozovatelů tepelných zdrojů skoro neprovádí. Při auditu nemá tudíž auditor možnost posoudit, které ztráty při provozu kotle jsou nadměrné a může se většinou orientovat pouze z roční účinnosti. I zde je třeba opatrnosti vzhledem k tomu, že mnohdy i údaj o vyrobeném teple (nejde-li o fakturační měřidlo) je odečítán z necejkovaných měřidel a u páry se u starých paroměrů neprovádí korekce na rozlišné parametry páry oproti výpočtovým, na které byla zhotovena clona.

Účinnost vlastního kotelního zařízení stanovená podle ČSN 07 0302 je účinností hrubou. Čistou účinnost kotle obdržíme odečtením ztrát vlastní

spotřeby (k pohonu ventilátorů, mlýnů, roštu, podavačů, hořáků, napáječů, oběhových čerpadel, odstruskovačů) – je tudíž nižší než hrubá. Roční účinnost je ještě snížena o ztráty, které jsou dány při přerušovaném provozu odstávkami kotlů (při jedno nebo dvojsměnném provozu vychládáním kotlů a novou akumulací tepla při zátoku do obezdívky kotle a vodního systému) a provozem kotlů pod jeho jmenovitým výkonem (při teplotě provozů v zimním období, atd.).

I bez rozboru jednotlivých tepelných ztrát je možno základní požadavky na ekonomický provoz kotlů formulovat následovně :

- provozování kotle v pásmu ekonomického výkonu
- minimalizace počtu zátoků kotle
- dodržování jmenovitých parametrů kotle a to včetně kvality napájecí vody
- u olejových a plynových kotlů pravidelný servis spalovacích hořáků
- optimální frekvence odkalování a odluhování kotlů
- u parních kotlů vysoká návratnost kondenzátu
- u tuhých paliv předepsaná kvalita
- seřízení spalovacích poměrů - automatika
- dokonalý technický stav a pravidelná údržba kotlů a kotelního zařízení
- znalá a svědomitá obsluha

Typové postupy auditů komplexů s klasickým energetickým zdrojem

Zpráva z energetického auditu musí mít strukturu danou předepsaným obsahem uvedeným v úvodu této zprávy bez ohledu na to, jak složitý objekt se posuzuje.

Jednotlivé body obsahu auditu jsou rozvedeny v metodické části a mají obecný charakter.

Podle složitosti energetického systému posuzovaného objektu se z metodické části užívají ty, která jsou pro pojednávání příhodná. V auditu musí být posouzeny možnosti úspor všech druhů energie, které se v posuzovaném objektu spotřebovávají.

Předpokládá se, že auditor je v problematice energetiky natolik znalý, že v následujících typových postupech pro vybrané komplexy je schopen jednotlivé postupové kroky vyhodnotit a z výsledku jejich posouzení navrhnout patřičná opatření.

Jsou uvedeny typové postupy při auditu objektů s vlastními zdroji tepla

průmyslového závodu bez technologické spotřeby tepla
průmyslového závodu s technologickou spotřebou tepla
blokové městské vytápny
městské teplárny
veřejného objektu {školy}

V typových postupech je věnována zvýšená pozornost tepelným zdrojům proto, že jsou významným spotřebitelem energie a účinnost konverze paliva na tepelnou energii značně ovlivňuje jak energetickou bilanci objektu, tak i finanční náklady na energii.

K správnému zhodnocení instalovaného výkonu tepelného zdroje a jeho provozních režimů je třeba znát, jaká je technicky a ekonomicky účelná spotřeba tepla objektů a zařízení, které zdroj zásobuje. Stanovení této účelné spotřeby a jejího časového rozložení je náplní kroků auditu, které předcházejí rozbor zdroje tepla.

Typový postup auditu v průmyslovém závodě s vlastním tepelným zdrojem bez technologické spotřeby tepla

V závodech bez technologické spotřeby tepla jsou jako zdroje tepla většinou výtopy – roční průběh spotřeby tepla těchto závodů není pro teplárny ekonomicky příznivý.

Zdroj zajišťuje dodávku tepla pro vytápění výrobních objektů, administrativních budov, pro větrání, klimatizaci a přípravu TUV, jakož i pro sociální účely. Mnohdy dodává teplo i pro vytápění a přípravu TUV vlastním či cizím bytovým objektům.

Dodává-li teplo i cizím, musí mít provozovatel zdroje dle zákona č. 222 ze dne 2. listopadu 1994 státní autorizaci pro podnikání v energetickém odvětví udělenou Ministerstvem průmyslu a obchodu.

Charakter výroby tepla kopíruje klimatické podmínky a proto při porovnávání výroby tepla v jednotlivých letech je nutno používat denostupňové metody.

Potřebný tepelný výkon na prahu kotelny je závislý na :

- klimatických podmínkách
- tepelně - technických vlastnostech vytápěných objektů
- velikosti vnitřních a vnějších tepelných zisků
- regulaci otopného systému
- potřebě tepla na přípravu TUV
- potřebě tepla pro vzduchotechniku a klimatizaci
- tepelných ztrátách systému rozvodů tepla

Typový postup auditu je následující

1. projednání zaměření auditu (vždy kontrola stávajícího stavu a návrh opatření k úspoře paliv a energie, případně navíc prověření energetického, ekonomického a ekologického efektu záměru zadavatele auditu na instalaci energeticky úsporného projektu).

2. zajištění spolupráce s pověřenými pracovníky - energetik, technolog, ekonom.

3. získání, ověření a vyhodnocení provozních a statistických údajů spotřeby paliv, elektrické energie a tepla i za předcházející roky – porovnání trendu spotřeby tepla pomocí denostupňové metody.

4. informativní prohlídka technického stavu částí energetického systému

ve vztahu ke spotřebě tepelné energie :

- skládky a uložišť paliva
- hlavních částí kotelny
- rozvodů tepla, případně svodu kondenzátu
- vytápěných budov, systému vytápění, větrání, klimatizace stavu, posouzení

ve vztahu ke spotřebě elektrické energie :

- systému zásobování závodu elektrickou energií
- významných spotřebičů elektrické energie
- kompresorové stanice - systému, technického stavu výroby, rozvodů a spotřebičů tlakového vzduchu
- systému, technického stavu výroby, rozvodů a spotřebičů chladu
- systému osvětlení
- případné přípravy TUV elektrickou energií

Při prohlídce se věnuje pozornost výskytu a možnosti využívání druhotných zdrojů energie.

5. předběžné základní zhodnocení obdržných podkladů umožňující účelný výběr, zaměření a stanovení potřebné přesnosti následně podrobněji prověřovaných údajů. Zjištění měrných spotřeb elektrické energie jednotlivých výrobních technologií a jejich trendů ze statistických a provozních údajů, jejich porovnání s měrnými spotřebami jiných podniků s podobnou výrobní strukturou.

Dále viz poznámku k tomuto kroku u průmyslového závodu s technologickou spotřebou tepla.

6. ověření výše ceny energie, kterou podnik kupuje, vyrábí, případně prodává.

7. provedení specificky zaměřené analýzy dílčích částí či komponentů energetického systému vybraných na základě předběžného zhodnocení - u kotlů dle bodu 2.2.2.1.1 metodické části této zprávy.

8. na základě výsledků auditu s respektováním prognózy budoucího vývoje spotřeby se stanoví účelná potřeba elektrické energie, jakož i tepla a jeho časového příkonu.

9. na základě předchozího kroku posouzení stávajících zdrojů tepla - jejich výkonové bilance, skladby a řazení v provozu, provozního režimu, parametrů vyráběného teplotnosného media, výsledků auditem provedené analýzy jejich dosahované účinnosti, vhodnosti spalovaného paliva, emisí škodlivin.

10. vyhodnocení získaných výsledků a poznatků ze zpracovaných analýz, vypracování návrhů opatření, jejich technicko-ekonomických ukazatelů.

11. výběr optimálního řešení.

12. sestavení nové energetické bilance auditovaného objektu.

13. zpracování a předání zprávy, projednání závěrů se zadavatelem.

Poznámka :

spotřeba tepla v závodech, kde není využívána pro technologii, je zásadně ovlivňována tepelně technickými vlastnostmi budov, jejich geometrií, otopným systémem a jeho stavem, charakterem výrobní činnosti (vývin tepla z vnitřních zdrojů, směnnost, požadovaný násobek výměny vzduchu) a systémem větrání a odsávání. U jednotlivých typů a prvků stavebních konstrukcí může být zhoršení tepelně technických vlastností způsobeno :

- u masivní zděné konstrukce tloušťka zdiva, resp. použitý materiál nezajišťuje požadovaný tepelný odpor,
- u prefabrikovaných plášťů na silikátové bázi není vrstva tepelného izolantu homogenní (nestejná tloušťka, záteky,...), styky nejsou provedeny podle technologického předpisu (chybí těsnění, nevložena tepelná izolace,...),
- u prefabrikovaných plášťů na sklo-metalické bázi v důsledku nedodržení technologie při montáži nejsou styky provedeny podle technologického předpisu (chybí těsnění) nebo těsnění v důsledku stárí již neplní svou funkci, výrazné tepelné mosty,
- u jednoplášťové střechy v důsledku poruch hydroizolační vrstvy je tepelně izolační vrstva degradována vlhkostí, u dvouplášťových v důsledku nedostatečného provětrávání vzduchové mezery dochází ke kondenzaci vodní páry se stejným důsledkem,
- u okenních konstrukcí v důsledku stárí (ztrouchnivění dřevěných rámců, zrezivění ocelových rámců,...) jsou okna netěsná, násobnost zasklení neodpovídá požadavkům, u světlíků netěsnost styků vlastní konstrukce, resp. styků s navazujícími konstrukcemi.

Opatření ke snížení provozní energetické náročnosti budov jsou :

- zateplení vnějších svislých i vodorovných obvodových konstrukcí
- zvýšení tepelného odporu průsvitných konstrukcí (např. mezi skla zdvojeného zasklení vložit papírovou nebo hliníkovou žaluzii, umístit na vnější nebo vnitřní stranu okna tepelně izolační žaluzii, používat okna minimálně zdvojená či s izolačním trojsklem, u světlíků použít polykarbonátová skla komůrkového průřezu atd.)
- snížit nadbytečnou infiltraci utěsněním či výměnou okenní konstrukce
- dveřní a vratové otvory by měly být tam, kde je častá frekvence vjezdů a výjezdů dopravních prostředků řešeny se zádveřím, případně nainstalovat rychlosvinovací vrata s automatickým ovládáním, či instalovat lamelové PVC závěs (instalace teplovzdušných clon nelze doporučit pro poměrně značnou energetickou náročnost).

U systémů větrání je třeba věnovat pozornost

- rekuperaci tepla u teplovzdušného vytápění a větracích zařízení
- dimenzování výkonu větracího zařízení u systému trvalého větrání
- odstraňování škodlivin místním odsáváním

Typový postup auditu v průmyslovém závodě s vlastním tepelným zdrojem s technologickou spotřebou tepla

Většina průmyslových výrobních oborů potřebuje pro realizaci své produkce technologické teplo a to ve formě teplonosného média (topná voda, pára) nebo ve formě primární energie, představované elektrickou energií, plynem nebo topným olejem.

Závody s technologickou spotřebou tepla mohou mít jako zdroj tepla výtopnu nebo teplárnu.

Teplárny jsou budovány ve větších průmyslových podnicích, dodávající často teplo mimo vlastní potřebu i externím odběratelům.

Systémy technologické spotřeby tepla jsou v převážné míře provozovány celoročně, často ve vícesměnném nebo nepřetržitém režimu. Technologická spotřeba tepla má v průběhu roku přibližně konstantní průběh.

Tepelný výkon na prahu kotelny, který je potřebný pro vytápění objektu, je závislý na stejných faktorech, jako u závodu bez technologické spotřeby tepla. Pro pokrytí technologické potřeby tepla je tepelný výkon na prahu kotelny závislý na technologickém vybavení účelové výroby a její výši.

Výše roční výroby tepla je tedy dána výší technologické spotřeby, spotřebou tepla na vytápění a větrání, spotřebou tepla na sociální potřeby a pokrytí transportních ztrát. U tepláren k tomu přistupuje spotřeba tepla na výrobu elektrické energie.

Následně je uveden typový postup auditu v průmyslovém závodě, v němž je realizována výroba s technologickou spotřebou tepla.

Postupové kroky 1. a 2. jsou totožné se závodem bez technologické spotřeby tepla.

Krok 3. se odlišuje pouze tím, že v mnoha závodech, kde podíl tepla na vytápění je výrazně menší než teplo technologické, není teplo pro vytápění zvlášť sledováno, pro vnitrozávodní účetní účely se ve většině případů klíčuje z celkové spotřeby jednotlivých výrobních úseků. Nemá tudíž smysl porovnávat trend spotřeby tepla pomocí denostupňové metody. Auditor posoudí správnost používaného klíče pro stanovení správných hodnot měrných spotřeb tepla pro výrobní účely.

V kroku 4. se informativní prohlídka technického stavu částí energetického systému rozšiřuje o významné spotřebiče tepla a v případě teplárny o strojovnu.

V kroku 5. se k předběžnému základnímu zhodnocení obdržených podkladů umožňujícímu účelný výběr, zaměření a stanovení potřebné přesnosti následně podrobněji prověřovaných údajů připojí mimo zjištění měrných spotřeb elektrické energie i měrných spotřeb tepla jednotlivých výrobních technologií a jejich trendů ze statistických a provozních údajů, jejich porovnání s měrnými spotřebami jiných podniků s podobnou výrobní strukturou

Poznámka :

nejpodstatnějším činitelem ovlivňujícím spotřebu všech forem energie je technologické zařízení účelové výroby, používané výrobní postupy, druh a množství výrobků. Tyto faktory rozhodují o požadovaném množství jednotlivých druhů energie v časovém rozložení, volbě jednotlivých agregátů energetického hospodářství, jejich počtu a výkonových parametřů, jejich nutného zálohování.

Úměrnost výrobní spotřeby energie se obvykle posuzuje podle výše měrné spotřeby energie na výrobu rozhodujících výrobků. Při porovnávání hodnot měrných spotřeb paliv a energie na jednotlivé výrobky, s hodnotami dosahovanými v jiných podnicích s podobnou výrobní strukturou je třeba respektovat, že měrná spotřeba je vždy závislá na množství faktorů (na př. typu technologie výroby, technologických parametrech výrobních operací a pochodů, druhu výrobku, využití instalované kapacity, technickém stavu výrobního zařízení, odborné kvalifikaci provozní obsluhy, organizaci práce, provozní směnnosti, atp.). Hodnota měrné energetické spotřeby tudíž neumožňuje přímou klasifikaci efektivního využití energie pro vyráběnou skladbu výrobků bez uvedení, za jakých podmínek byla stanovena. Je-li však výrazně vyšší u výrobků, které mají významnější podíl na technologické spotřebě paliv a energie, je třeba provést podrobný rozbor ve spolupráci s odborně zdatným technologem a zjistit příčiny, proč k vyšším měrným spotřebám dochází.

V případě, že měrné spotřeby jsou vyšší než obvyklé, je třeba prověřit, zda případné nadměrné spotřeby technologických zařízení nejsou způsobeny následujícími faktory :

špatným technickým stavem zařízení

nedodržováním výrobního postupu a provozních předpisů při řízení výrobního procesu

nedodržováním předepsané kvality vstupních surovin či polotovarů

zařízení není kapacitně i časově optimálně využíváno

překračováním povoleného limitu zmetků

není zajišťována dobrá organizace práce, plynulý přísun materiálu, plné obsazení obslužným personálem, minimalizovány mezioperační prostoje

není zajišťována plynulá dodávka paliv a energie, dodržován druh a výhřevnost paliv, parametry teplotních médií

vysokou nadbytečnou materiálovou náročností vyráběné produkce

V kroku 7. se specificky zaměřená analýza rozšíří v případě teplárny o výrobu elektrické energie - viz bod 2.2.2.2. metodické části této zprávy.

Krok 8. je identický se závodem bez technologické spotřeby tepla.

V kroku 9. se u tepláren navíc posoudí měrné spotřeby tepla na výrobu elektrické energie a režim provozu turbin.

Další kroky jsou identické se závodem bez technologické spotřeby tepla.

Poznámky k technologické spotřebě tepla a k jeho zdrojům :

Technologické teplo se vyznačuje tím, že je třeba mít je k dispozici na vyšší teplotové úrovni než teplo vytápěcí (v závodech bez technologické potřeby tepla) a hlavně tím, že časový průběh odběru tepelného výkonu bývá i značně kolísavý. Tento problém se dá řešit instalací akumulátorů tepla, které umožňují vykrytí špiček výkonu při zvýšení odběru tepla, eventuálně elektřiny.

Pro vysokou technologickou teplotu jsou spotřebiče přímo topeny palivem (obvykle plyn) nebo elektřinou.

Pro nižší teploty technologických procesů (t.zn. pod 250 až 300^o C) se používá jako ohřívací medium pára. Pro více technologických spotřebičů s různými požadovanými teplotami je vhodné volit 2 až 4 tlakové úrovně rozvodu technologické páry, případně volit decentralizované zdroje (vyvíječe páry).

Auditor při základním auditu posoudí stávající stav s respektováním prognózy dalšího vývoje potřeb tepla a elektrické energie.

Z analýzy komponentů energetického systému provedené dle kapitoly 2.2.2, odstavce 2.2.2.1 - výroba tepla - jsou známy kvalitativní znaky spalovaného paliva a lze posoudit, zda odpovídá typu spalovacího zařízení kotlů. Záměnou záručního paliva u uhebných kotlů (na které byl kotel propočítán a konstruován) palivem jiné kvality (zrnění, obsah popela, vody, výhřevnost) dochází ke změně množství spalin způsobené při změně výhřevnosti k odlišnému přebytku vzduchu. Jeho důsledkem je změna průtočné rychlosti, tepelného zatížení výhřevných ploch a tahových poměrů. Změna obsahu prchavé hořlaviny ovlivňuje délku plamene, rychlost spalování, teplotu v ohništi a činnost regulace přehřátí. Zvýšení vlhkosti paliva znamená zpoždění zápalu u roštů nebo nutnost intenzivnějšího sušení u práškového topení. Nižší bod měknutí a tání popela má za důsledek spékání vrstvy uhlí na roštu, v granulačním ohništi znamená nebezpečí zastruskování výhřevných ploch. Menší zrnitost paliva zvyšuje úlet popílku. V těchto případech se zvyšuje ztráta nespálenou hořlavinou v tuhých zbytcích spalování. Zvýšená popelnatost uhlí ztěžuje vyhoření, tím také roste nedopal ve škváře i popílku, klesá účinnost kotle a zvětšuje se abraze výhřevných ploch.

V případech, kdy se auditor setká s instalovaným přídavným spalováním topného oleje nebo plynu u roštového či práškového topeniště je třeba si uvědomit, že i po provedené úpravě kotle většinou dochází ke :

- snížení teploty přehřátí (menší přebytek vzduchu, snížené množství spalin)
- nutnosti zvýšit kvalitu napájecí vody (zvýšené tepelné namáhání trubek v ohništi)
- zkrácení životnosti EKA,
- zkrácení životnosti LUVA vlivem koroze chladného konce
- rychlejšímu zanášení ohříváku vzduchu popílkem, který se obtížně odstraňuje, což vede ke snížení účinnosti kotle.

V případě teplárny posoudí auditor i výrobu elektřiny. Při tom vezme v úvahu obecně známé charakteristiky tepláren :

teplárna s protitlakými turbinami má nízké provozní náklady, minimální spotřebu chladicí vody. Nevýhodou je bezprostřední závislost výroby elektřiny na odběru tepla. Tuto závislost lze do určité míry snížit redukcí ostré páry, avšak při dodávce tepla do sítě přes redukční stanici páry se stává protitlaký provoz neekonomický. Protitlaké turbíny jsou tedy vhodné ke krytí té části potřeby tepla, která je v celoročním provozu pokud možno konstantní.

Teplárny s odběrovými kondenzačními turbínami mají závislost výroby elektřiny na dodávku tepla do sítě malou. Maximální množství páry odebrané z těchto turbín může být 80 % hltnosti turbíny. Investičně jsou však takovéto teplárny podstatně dražší oproti teplárnám s protitlakými turbínami vzhledem k nákladné kondenzaci a chladicímu okruhu. Kompromisním řešením je uspořádání s potlačenou kondenzací nebo teplárny s turbínami na zhoršené vakuu, v nichž okruh chladících věží přebírá tepelná síť (vratná voda má značně vyšší teplotu než voda z chladících věží a proto turbína pracuje s horším vakuem).

Teplárny se spalovacími turbínami jsou ekonomicky výhodné, tato koncepce s možností kombinovaného nebo zcela samostatného provozu jak spalovací turbíny, tak i kotelního agregátu je z hlediska hospodárného využití paliva velmi účelná. Změnou provozního režimu lze dosáhnout velmi široké regulace poměru výroby tepla a el. energie od vysokých hodnot při teplárenském provozu (s možností jeho zvýšení přidáním spalování v kotli) až po případnou nulovou výrobu tepla v letním období (elektrárenský provoz).

Rozhodující vliv na celkovou ekonomickou účinnost má doba využití provozu a měrná spotřeba tepla na vyrobenou 1 kWh.

Nejmenší spotřebu tepla mají protitlaká turbosoustrojí, u nichž se měrná spotřeba pohybuje (dle velikosti) od 4,6 do 6,7 MJ/kWh. U odběrových soustrojí bývá od 8,4 do 17 MJ/kWh.

Pokud je výsledkem auditu závěr, že fyzický stav zdroje tepla vyžaduje výměnu, případně že svým výkonem či parametry nevyhovuje stávajícím a v budoucnu uvažovaným požadavkům, je třeba navrhnout koncepci rekonstrukce zdroje, která vyžaduje značné odborné znalosti a zkušenosti zpracovatele návrhu.

Zpracování kompletního návrhu již není předmětem auditu, avšak při konstatování jeho potřeby je nutno vzít do úvahy, že volba koncepce je dána následujícími hlavními faktory :

- poměr požadavků dodávky el. energie a tepla a jejich časový průběh (denní diagram, roční odběrový diagram)
- absolutní velikostí požadovaného tepelného a elektrického výkonu
- druhem a parametry nositelů tepla, které jsou ověřeny auditem.

Koncepce může být dále ovlivněna

- možnostmi využívání odpadního tepla z technologických procesů
- specifickými ekologickými aspekty
- citlivostí zdroje z hlediska požadavků spolehlivosti dodávky obou energií

Je zřejmé, že jinak bude koncipován zdroj s požadavkem na vysoký podíl výroby elektrické energie a malý podíl tepla a naopak. V menších závodech při velkém odběru tepla a malé spotřebě elektrické energie může být případně výhodnější uvažovat s výtopnou - vyrábět pouze teplo a elektřinu odebírat z veřejné sítě.

Výtopna by však měla být spíše výjimkou a ke konečnému rozhodnutí je třeba provést ekonomické vyhodnocení, které prokáže, zda kombinovaná výroba tepla a elektřiny není výhodnější.

Vyššího modulu teplárenské výroby lze dosáhnout použitím odběrových kondenzačních turbín respektive turbín s potlačenou kondenzací, u nichž je NT díl včetně kondenzace a chlazení dimenzován na menší průtok páry, než jaká je hltnost VT dílu. Elektrický výkon při čistě kondenzačním provozu bývá 50-70% výkonu jmenovitého. Tyto poslední typy turbín umožňují v určitém rozsahu provozních režimů zajištění nezávislosti elektrického a tepelného výkonu, což čistě protitlaká turbína neumožňuje.

Dalšího zvýšení modulu teplárenské výroby elektrické energie lze dosáhnout použitím spalovacích turbín. Teplo ve spalínách, vystupujících ze spalovací turbíny (teplota 400 až 550°C), se využije k výrobě páry v kotli na odpadní teplo a následně pak elektrické energie v parní turbíně. Podle volby typu této parní turbíny (protitlaká, odběrová kondenzační atd.) lze ovlivňovat velikost modulu teplárenské výroby elektrické energie. Kotel na odpadní teplo může být i horkovodního typu, což je řešení jednodušší, avšak modul je naopak nižší.

Zvýšení tepelného výkonu zdroje se spalovacími turbínami je možno dosáhnout přitápěním. Výfukové plyny ze spalovací turbíny, které obsahují 14 -18% O₂ mohou být použity jako okysličovadlo místo spalovacího vzduchu ve druhé spalovací komoře resp. přímo v parním kotli. Takto lze zajistit dodávku tepla i v případě odstavení resp. poruchy spalovací turbíny, což je v průmyslové energetice významné.

Pro nejmenší výkony je nejvýhodnější koncepce s plynovými spalovacími motory, které mají poměrně vysokou účinnost a nižší investiční náklady než odpovídající spalovací turbína. Efektivnost instalace plynové kogenerační jednotky je závislá na zajištění maximálního ročního časového užití vyrobeného tepla ve formě teplé nebo horké vody a spotřebě vyrobené elektrické energie ve vlastním objektu.

Návrh optimální koncepce musí vyplynout z nezbytné technickoekonomické analýzy.

Typový postup auditu v blokové výtopně

Tyto výtopny zásobují teplem pro vytápění a přípravu TUV bytové objekty patřící různým majitelům a objekty terciální sféry. Všechny zásobované objekty jsou propojeny potrubní sítí. Majitelem sítí je většinou provozovatel výtopny.

Jako teplonosné medium je v naprosté většině teplá voda, méně horká voda a v současnosti již velmi zřídka pára.

Typový postup auditu je obdobný jako u závodů bez technologické spotřeby tepla. Rozdíl je v tom, že při auditu se neposuzují možnosti úspor v zásobovaných objektech, které nepatří majiteli výtopny. Audit je zaměřen na zdroj tepla, rozvody tepla a výměňkové stanice.

Konkrétní potřebný výkon a množství dodaného tepla je určeno :
požadavky odběratelů (v závislosti na klimatických podmínkách)
potřebou tepla na přípravu TUV
výší tepelných ztrát systému rozvodů tepla
typem a stavem výměníků tepla a předávacích stanic

Typový postup auditu :

Krok 1. je totožný jako u všech pojednávaných typů objektů.

Krok 2. je také totožný - spolupráci je třeba zajistit s vedoucím výtopny a ekonomem.

Krok 3. opět totožný jako u všech pojednávaných typů objektů až na to, že se neporovnává trend spotřeby, ale výroby tepla.

Taktéž krok 4. je obdobný - informativní prohlídka technického stavu částí energetického systému -

ve vztahu k výrobě a rozvodu tepelné energie :

- skládky a uložišť paliva
- hlavních částí kotelny
- rozvodů tepla, případně svodu kondenzátu

ve vztahu ke spotřebě elektrické energie :

- systému zásobování výtopny elektrickou energií

Krok 5. a 6. je identický se všemi projednávanými typy objektů.

V kroku 7. se provede analýza kotelny dle bodu 2.2.2.1.1 metodické části této zprávy. Analýza potrubní sítě rozvodů tepla spočívá v posouzení vhodnosti teplotního média pro daný účel, systému dodávky tepla (čtyřtrubková soustava s centrální přípravou TUV, nebo dvoutrubkový systém se samostatnými blokovými předávacími stanicemi) a velikosti tepelné ztráty. Ta je určena stavem, délkou a dimenzí potrubí, parametry dopravovaného teplotního média a provedením a stavem tepelných izolací., dále pak uložením potrubí. Roční transportní ztráta vyplývá z provozní doby sledované potrubní větve.

Dále je třeba prověřit stav výměníků tepla a předávacích stanic (dostatečnost výkonu, čistota teplosměnných ploch).

V kroku 8. je v případě těchto typů zdrojů obtížné prognózovat budoucí požadavky na dodávky tepla - viz poznámka.

V kroku 9 se posoudí stávající zdroje tepla - jejich výkonové bilance, skladba a řazení v provozu, parametry vyráběného teplotního média, výsledky auditem provedené analýzy jejich dosahované účinnosti, vhodnost spalovaného paliva, emise škodlivin.

Kroky 10 až 13 jsou pro všechny typy objektů identické.

Poznámka :

výši požadavku na dodávku tepla bylo dosud možno považovat za stabilní, v průběhu roku závisící na klimatických podmínkách. V současné době však někde dochází k snížení poptávky po teple (odpojením odběratelů, racionálním chováním odběratelů, zateplením objektů, regulací vytápění apod.). Vyvolané snížení výroby tepla vede ke zvýšení jeho ceny, snížení účinnosti kotlů a v některých případech i k nutnosti záměny kotlů za kotle o nižším výkonu. U plynových kotlen je pak vhodné provést technickoekonomickou úvahu o instalaci kogeneračních jednotek, zvláště pak, je-li v síti zásobován objekt, který má i v letním měsíci trvalou spotřebu tepla.

Typový postup auditu v městské teplárně

Městské teplárny zásobují soustavy CZT, ze kterých je kryta potřeba tepla pro vytápění a ohřívání TUV obytných budov, vybavení města a sídlišť, komunální podniky a drobné provozovny. V některých případech je na systém CZT napojen i průmyslový objekt.

Tepelné zatížení pojednávaného typu tepláren je závislé především na klimatických podmínkách.

Umístění městské teplárny má vliv na náklady na přenos tepla – je-li umístěna poblíž středu zásobované oblasti jsou náklady na přenos tepla menší, avšak vyžadují lepší ekologické zajištění (proti hluku, emise při inverzi). Jsou-li umístěny mimo město, jsou náklady na transport tepla vyšší a ekonomicky se vyplatí pouze při dodávce velkého množství tepla.

Pro zásobování teplem určeným pro vytápění se používají horkovodní sítě. Jsou-li zásobovány zčásti i průmyslové objekty, které vyžadují technologické teplo, užívá se smíšená síť (zčásti horkovodní a z části parní). Je-li podíl technologické potřeby vyšší než cca 30 %, může být vhodná pouze parní síť a teplo pro vytápění řešit předávacími stanicemi.

V městských teplárnách se mnohdy řeší sezónní charakter potřeby tepla tím, že osazení parními turbinami je dimenzováno tak, aby pokryly pouze základní část diagramu, čímž se zvýší jejich průměrné roční využití. Zbývající podíl maximální spotřeby tepla se kryje buď redukcí páry z kotlů, nebo lépe špičkovými kotli.

Často může být kombinace protitlakých turbín (pro krytí základní části diagramu) a kondenzačních turbín.

Existují též elektrárny s dodávkou tepla, které využívají bez úprav výkon neregulovaných odběrů páry nebo využívají upravené turbíny.

Mezní velikost teplárny je dána především maximální spotřebou tepla a dobou jeho využití v teplárenské soustavě.

Typový postup auditu :

u velkých tepláren je provedení auditu složité, avšak v naprosté většině jsou k dispozici odborně zdatní zaměstnanci a věrohodné provozní záznamy.

Základní postup při auditu je :

krok 1. - identický pro všechny typy objektů.

Krok 2 zajištění spolupráce s pověřenými pracovníky auditovaného objektu – vedoucí výroby, ekonom.

Krok 3 . získání, ověření a vyhodnocení provozních, ekonomických a statistických údajů spotřeby paliv a energie i za předcházející roky.

Krok 4. prohlídka a odborné posouzení hlavních částí energetického hospodářství :

- skládky paliva
- kotelny
- strojovny
- rozvoden elektrické energie a tepla

Krok 5. identický pro všechny typy objektů.

Krok 6. identický pro všechny typy objektů.

Krok 7. sestavení či kontrola správnosti jednotlivých energetických bilancí :

- výroby tepla

parní a horkovodní kotle, spalínové odparky, parní ohřívák vzduchu, vstříky do přihřáté páry

- vlastní spotřeby a ztrát tepla

parní napáječky, expandéry, redukce, napájecí nádrže, odplynovávky, odparky, ohříváky napájecí vody, zařízení pro chemickou úpravu vody, rozmrazovací tunel, sušiče uhlí, zařízení na ohřívání mazutu, ztráty parního a vodního potrubí

- výroby elektřiny - strojovna

parní turbogenerátory a jejich parní chladničky, kondenzátory a vývěvy, regenerační ohříváky, napájecí nádrže, odplynovávky, odparky, expandéry, redukce, parní napáječky.

- spotřeby elektřiny

v kotelně - zauhlování, příprava uhelného prášku, ventilátory v kotelně, napáječky, oběhová a podávací čerpadla, elektrofiltry, úprava napájecí vody

ve strojovně - vodoproudé vývěvy, samostatné budiče, přečerpávací čerpadla

pro zařízení, která slouží výlučně jen dodávce tepla pro teplárenské účely - oběhová horkovodní čerpadla, čerpadla vratného kondenzátu

- spotřeba elektřiny pro ostatní účely - dílny, osvětlení, kuchyně atd.

Pro sestavení uvedených bilancí poslouží provozní záznamy, které ve velkých městských teplárnách jsou většinou k dispozici :

- v kotelně

- průměrný výkon kotlů,
- jejich podíl na celkové výrobě
- tlak a teplota páry a vody, odkalu a odluhu
- počet provozních hodin
- počet zátopů
- teplota a složení kouřových plynů
- procento nespálených látek ve škváře, strusce a popílku
- vlastnosti spalovaného paliva

- ve strojovně

- parametry páry a vody
- teploty chladící vody
- koncový rozdíl
- podchlazení
- vakuum
- proměnný výkon TG
- podíl TG na celkové výrobě elektřiny
- počet provozních hodin a najetí
- množství odběrové páry
- výroba elektřiny
- spotřeba elektřiny v kotelně
- spotřeba elektřiny ve strojovně
- spotřeba elektřiny pro dodávku tepla
- spotřeba společných zařízení
- dodávka elektřiny
- spotřeba elektřiny na dopravu paliva, přípravu uhelného prášku

V kroku 8. je třeba hledat prognózu potřeb tepla a elektrické energie ve zpracovaných územních energetických generelech.

Krok 9. posouzení vhodnosti instalovaných výkonů kotlů v teplárně a vhodného řazení kotlů podle časového diagram potřeby tepla a to denního (v otopném období, v přechodném období a v letním období) i ročního. Z denních diagramů lze stanovit křivku trvání výkonu.

Po zpracování celkové bilance auditor posoudí, zda měrná výroba, elektrická účinnost, tepelná účinnost (podíl z přivedeného tepla využitý pro dodávku tepla) a celkový stupeň využití energie ve spotřebovaném palivu je v následujících mezích (pro teplárny s parními turbinami)

Výkon soustrojí (bloku) MW_e	3 - 10	10 - 100
Měrná výroba MWh_e/MWh_t	0,24 – 0,28	0,28 – 0,34
Elektrická účinnost %	0,12 – 0,19	0,19 – 0,23
Tepelná účinnost %	0,60 – 0,67	0,67 – 0,68
Celkový stupeň využití energie v palivu %	0,72 – 0,86	0,86 – 0,90

Kroky 10 až 13 jsou identické pro všechny typy objektů.

Poznámka :

zhoršení technickoekonomických výsledků může být způsobeno sníženou poptávkou po teple (odpojením odběratelů, racionálním chováním odběratelů, zateplením objektů, regulací vytápění apod.) čímž se sníží i výroba elektrické energie, případně snížením poptávky el. distribuční společnosti.

Typový postup auditu ve veřejném objektu - škola

U těchto typu objektů, který je vybaven vlastním tepelným zdrojem, je základem energetický audit budovy. Vyrobena tepelná energie je v největší míře spotřebovávána na pokrytí tepelných ztrát.

Typový postup auditu :

Postupový krok 1. je identický se všemi typy objektů.

Postupový krok 2.. - zajištění spolupráce s pověřenými pracovníky auditovaného objektu – ředitel, správce budovy, ekonom.

3. získání, ověření a vyhodnocení údajů a podkladů projektových, provozních, statistických, uživatelských, jiných i za předcházející roky – porovnání trendu spotřeby paliva na vytápění pomocí denostupňové metody.

Zjištění :

stávající spotřeby paliv

celkem

na vytápění – porovnat s projektovanou hodnotou, při zahrnutí tepelných zisků

na přípravu TUV

na ostatní účely (vaření)

druh a vlastnosti paliva

stávající spotřeby elektrické energie

celkem

na výrobu tepla

případně na přípravu TUV

osvětlení

větrání

spotřebičů

na jiné účely

4 . prohlídka a odborné posouzení hlavních částí energetického hospodářství ve vztahu ke spotřebě tepla :
stavu a tepelně technických vlastností budovy, přepoččet tepelných ztrát systému vytápění, větrání, klimatizace, jejich stavu technického stavu rozvodů tepla
u parních systémů hospodaření s kondenzátem
systému přípravy TUV (může být připravována i elektrickou energií)
případné vyhřívání plaveckého bazénu

ve vztahu ke spotřebě elektrické energie :
systému zásobování objektu elektrickou energií
výtahů
systému osvětlení
ostatních spotřebičů

5. postupový krok je identický se všemi typy objektů.

6. ověření výše ceny energie, kterou vlastník objektu kupuje – ověření ceny tepelné energie, kterou vyrábí ve svém zdroji. Stanovení ročních provozních nákladů a jejich výhled s ohledem na růst cen jednotlivých druhů energií.

7. postupový krok je identický se všemi typy objektů.

8. posouzení možnosti a efektů opatření pro snížení spotřeby tepla -
dodatečná izolace pláště budovy (snížení tepelných ztrát)

těsnění dveří a oken (zmenšení infiltrace)

automatický řídicí systém (zlepšení provozu)

hydraulické vyvážení topného systému s aplikací termostatických ventilů a případným zónováním soustavy (pokud je orientace budovy příznivá), aby bylo možné využívat případných tepelných zisků z oslunění budovy.
(správná funkce vytápění), individuální regulace, ústřední regulace

měření spotřeby tepla,

tepelná izolace potrubí, armatur a nádob

využití zpětného získávání tepla (úspora ve vzduchotechnice)

efektivní způsob ohřevu teplé vody (úspora vody a tepla)
úsporné sprchovacích hlavice ve sprchách
instalace tepelného čerpadla (u bazénu)
zlepšení úrovně údržby

Na základě výpočtu výše dosažitelných úspor tepla se stanoví nová účelná potřeba tepla.

9. až 13. postupový krok je identický se všemi typy objektů.

Poznámky :

účinnost se u malých kotlů nestanovuje měřením (topnou zkouškou) – orientačně se vychází z komínové ztráty, která je dána teplotou spalin. Roční účinnost se stanovuje z množství vyrobeného tepla (měří-li se) a energetického obsahu spáleného paliva.

V případě, že by se po realizaci navržených opatření, které mohou v některých případech snížit spotřebu tepla až o 40 %, stávající kotle staly předimenzované, musí se navrhnout i instalace menšího kotle, který by byl provozován ve výkonově ekonomickém pásmu.

Je-li v blízkosti objektu systém CZT, je účelné posoudit, zda by nebylo vhodné se na něj napojit. Tuto možnost je však nutno ekonomicky pečlivě vyhodnotit (cena přípojovací trasy, cena tepla, parametry teplotnosného média).