



ZPRÁVA
ENVIROS, s.r.o. – LISTOPAD 2011

MPO ČR

**MĚŘENÍ A VERIFIKACE ENERGETICKÝCH ÚSPOR -
PŘÍRUČKA PRO KONEČNÉHO SPOTŘEBITELE**

PUBLIKACE

Měření a verifikace energetických úspor – příručka pro konečného spotřebitele

**Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu
na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro
rok 2011 – Program EFEKT**

Vypracovala společnost ENVIROS, s.r.o.
Na Rovnosti 1
130 00 Praha 3
Tel.: + 420 284 007 498
www.enviros.cz



Název publikace	Měření a verifikace energetických úspor – příručka pro konečného spotřebitele
Identifikační číslo EDS	122D142001219
Referenční číslo	ECZ11104
Číslo svazku	Svazek 1 z 1
Verze	závěrečná zpráva
Datum	LISTOPAD 2011
Odkaz na soubor	G:\Projects\ECZ11104_TA_-_EFEKT_2011_MaV\Zprávy\Příručka MaV.doc

Vedení projektu:

Ing. Josef Pikálek – vedoucí projektu

Schváleno:

Ing. Jaroslav Vích – výkonný ředitel

Adresa klienta: Ministerstvo průmyslu a obchodu
Odbor elektroenergetiky
Na Františku 32
110 15 Praha 1

Kontaktní osoba:	Mgr. Milan Kyselák
Telefon:	+420 224 85 2231
E-mail:	kyselak@mpo.cz

MĚŘENÍ A VERIFIKACE ENERGETICKÝCH ÚSPOR

PŘÍRUČKA PRO KONEČNÉ SPOTŘEBITELE

Měření a verifikace (M&V) energetických úspor patří mezi základní technické a ekonomické techniky, které jsou využitelné pro realizaci energeticky úsporných projektů. Tyto techniky podporují hodnocení efektivnosti a rozhodování o způsobu financování úsporných projektů.

Vytvoření příručky je provedeno za účelem zvýšení osvěty v oblasti měření a verifikace energetických úspor. Příručka je zaměřena na pomoc majitelům objektů, manažerům a obecně konečným spotřebitelům přesněji stanovit, měřit a ověřovat dosahované úspory energie, zejména ty, které vznikly realizací energeticky úsporných opatření. Měření, ověřování a sledování vzniklých úspor umožňuje dosahovat úspor trvale a dlouhodobě. Metody měření a verifikace (M&V) umožňují manažerům lépe hodnotit a řídit spotřebu energie.

Příručka uvádí:

- ♦ Základní zásady osvědčených metod M&V tak, jak je podporuje Mezinárodní protokol k měření a verifikaci úspor neziskové organizace EVO (Efficiency Valuation Organization). Tento protokol je mezinárodně uznávaným standardem, na který se odkazuje Směrnice 2006/32/ES o energetické účinnosti u konečného spotřebitele a energetických službách, metodikou Evropské komise pro zpracování Akčních plánů ke snížení emisí CO₂ v případě přistoupení k Úmluvě starostů a primátorů.
- ♦ Modelové příklady aplikace metod M&V. Využití variant stanovení úspor dle IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) u administrativní budovy (zateplení budovy, regulace otopné soustavy a instalace fotovoltaické elektrárny) a v průmyslovém areálu (optimalizace provozu VZT jednotek, využití odpadního tepla z kompresorů a inovace transformátoru).

OBSAH

1	TERMINOLOGIE	6
2	MĚŘENÍ A VERIFIKACE ENERGETICKÝCH ÚSPOR	8
2.1	Úvod	8
2.2	Legislativní potřeba měření a verifikace	9
2.3	Směrnice 2006/32/ES o energetické účinnosti a její vztah k M&V	10
2.3.1	Měření úspor energie podle 2006/32/ES	10
2.3.1.1	Údaje a metody, které je možné použít (měřitelnost)	10
2.3.1.2	Vyrovňování se s nejistotou	10
2.3.1.3	Ověření úspor energie	10
3	INFORMACE O MEZINÁRODNÍM PROTOKOLU K MĚŘENÍ A VERIFIKACI ÚSPOR (IPMVP)	12
3.1	Organizace pro hodnocení efektivnosti (EVO)	12
3.2	IPMVP a projekt PERMANENT v České republice	13
3.3	Názory z řad odborné veřejnosti na M&V podle IPMVP	13
3.4	Výhody použití plánu M&V podle IPMVP	13
3.5	Oblasti uplatnění plánu M&V podle IPMVP	13
4	METODY MĚŘENÍ A VERIFIKACE (M&V)	15
4.1	Základní rovnice IPMVP	15
4.2	Základní varianty IPMVP	16
4.2.1	Volba varianty a hranice systému	16
4.2.2	Varianta A - Oddělená rekonstrukce – měření klíčových parametrů	17
4.2.3	Varianta B - Oddělená rekonstrukce - měření všech parametrů	17
4.2.4	Varianta C - Celý objekt	18
4.2.5	Varianta D - Kalibrovaná simulace	19
5	POSTUP PŘI NAVRHOVÁNÍ ZPŮSOBU MĚŘENÍ A VERIFIKACE ÚSPOR	20
5.1	Na co se zaměřit před instalací energeticky úsporného opatření	20
5.1.1	Navrhnout M&V	20
5.1.2	Shromáždit výchozí data	20
5.1.3	Vypracovat plán M&V	20
5.2	Na co se zaměřit po instalaci energeticky úsporného opatření	21
5.2.1	Ověřit instalaci	21
5.2.2	Kalibrovat měřidla	21
5.2.3	Shromažďovat data	21
5.2.4	Vypočítat úspory	21
6	VYTVOŘENÍ PLÁNU MĚŘENÍ A VERIFIKACE (M&V), STANOVENÍ BASELINE	22
6.1	Popište záměr ECM	22
6.2	Vybraná varianta IPMVP a hranice systému	22

6.2.1	Varianta A – výpočty úspor	24
6.2.2	Varianta B – Výpočty úspor	24
6.2.3	Varianta C – Výpočty úspor	24
6.2.4	Varianta D – Výpočty úspor	24
6.2.5	Interaktivní vlivy	24
6.3	Výchozí stav	25
6.3.1	Délka výchozího období	25
6.3.2	Co by měl obsahovat výchozí stav	25
6.3.2.1	Stanovte spotřebu a odběr energie	25
6.3.2.2	Stanovte veškerá data nezávislých proměnných	26
6.3.2.3	Stanovte další faktory ovlivňující spotřebu energie – statické faktory	26
6.4	Vykazované období	27
6.4.1	Měření při zapnutí a vypnutí úsporného opatření - tzv. On/Off Test	27
6.5	Základy pro úpravu	27
6.5.1	Nerealizovaná spotřeba energie nebo nerealizované náklady	28
6.5.2	Normalizované úspory	28
6.6	Provádění analýzy	29
6.7	Ceny energie	29
6.7.1	Způsob oceňování	30
6.8	Specifikace měření a měřidel	30
6.8.1	Měření v rámci jednotlivých variant IPMVP	31
6.8.1.1	Měření oddělené rekonstrukce - varianta A i B	31
6.8.1.2	Měření v celém objektu – varianta C	31
6.8.2	Měřicí přístroje	31
6.8.2.1	Měření elektřiny	31
6.8.2.2	Instalace	31
6.8.2.3	Zprovoznění a kalibrace	32
6.8.2.4	Údržba a provoz měřících přístrojů	32
6.8.2.5	Dokumentace měřených dat	32
6.9	Očekávaná přesnost	32
6.9.1	Přesnost měřících přístrojů	33
6.10	Rozpočet	34
6.11	Forma vykazování výsledků	34
6.12	Zajištění kvality	35
6.13	Co má obsahovat zpráva o měření a verifikaci?	35
7	OBLASTI UPLATNĚNÍ PLÁNŮ (M&V)	36
7.1	Současná praxe	36
7.1.1	Názory odborné veřejnosti, EPC	37
7.1.2	Uplatnění měření a verifikace na českém trhu	37
7.1.2.1	Spotřebitelé energie- průmyslové podniky, které realizují energeticky úsporné projekty	37
7.1.2.2	Spotřebitelé energie – realizujícími energeticky úsporné projekty v budovách	37
7.1.2.3	Energetici	37
7.1.2.4	Správci budov	37
7.1.2.5	Projektanti	38
7.1.2.6	Podniky, které chtějí pro zvýšení konkurenceschopnosti použít dobrovolné přístupy	38
7.1.3	Vhodnost použití variant IPMVP	38
8	PŘÍKLADY POUŽITÍ V PRAXI	40

8.1	Administrativní budova	40
8.1.1	Stávající stav	40
8.1.2	Výběr varianty IPMVP	40
8.1.2.1	Vytápění (oblast 1)	41
8.1.2.2	Osvětlení (oblast 2)	41
8.1.2.3	Fotovoltaická elektrárna (oblast 3)	41
8.1.3	Co ovlivňuje návrh M&V	41
8.1.4	Hranice měření	41
8.1.5	Nezávislé proměnné	42
8.1.6	Statické faktory	42
8.1.7	Měřicí zařízení	42
8.1.8	Postup měření	43
8.1.9	Výchozí údaje (baseline)	43
8.1.9.1	Vytápění	43
8.1.9.2	Osvětlení	44
8.1.9.3	Fotovoltaická elektrárna	45
8.1.10	Metoda výpočtu a vypočtené hodnoty	46
8.1.11	Analýza vykazovaného období	46
8.1.12	Cena energie	46
8.1.13	Cena za měření	46
8.1.14	Přesnost	46
8.1.15	Kontrola kvality	46
8.1.16	Zpráva o výsledcích realizovaného opatření	47
8.1.16.1	Vytápění	47
8.1.16.2	Osvětlení	48
8.1.16.3	Fotovoltaická elektrárna	48
8.2	Průmyslový areál	50
8.2.1	Optimalizace provozu VZT - A. Oddělená rekonstrukce	50
8.2.1.1	Stávající stav	50
8.2.1.2	Optimalizace provozu	51
8.2.1.3	Výběr varianty M&V, hranice měření	52
8.2.1.4	Další vlivy	52
8.2.1.5	Baseline	53
8.2.1.6	Perioda podávání zpráv	53
8.2.1.7	Pravidla pro úpravu dat	54
8.2.1.8	Postup analýzy	54
8.2.1.9	Přesnost analýzy stanovení úspory energie	54
8.2.1.10	Cena elektrické energie	55
8.2.1.11	Zodpovědnost za monitoring	55
8.2.1.12	Rozpočet	55
8.2.1.13	Formát zprávy	56
8.2.1.14	Zajištění kvality	56
8.2.1.15	Hodnocení efektivity opatření – energetický audit	56
8.2.2	Využití odpadního tepla z kompresorů – B. Oddělená rekonstrukce	57
8.2.2.1	Stávající stav	57
8.2.2.2	Snížení spotřeby zemního plynu na vytápění	57
8.2.2.3	Výběr varianty M&V, hranice systému	57
8.2.2.4	Další vlivy	58
8.2.2.5	Baseline	58
8.2.2.6	Perioda podávání zpráv	60
8.2.2.7	Pravidla pro úpravu dat	60
8.2.2.8	Postup analýzy	60
8.2.2.9	Přesnost analýzy stanovení úspory energie	61
8.2.2.10	Cena zemního plynu	62
8.2.2.11	Zodpovědnost za monitoring	62
8.2.2.12	Přesnost měření	62
8.2.2.13	Rozpočet	63

8.2.2.14	Formát zprávy	63
8.2.2.15	Zajištění kvality	64
8.2.2.16	Hodnocení efektivity opatření – energetický audit	64
8.2.3	Inovace transformátoru - D. Kalibrovaná simulace	65
8.2.3.1	Stávající stav	65
8.2.3.2	Nový transformátor	66
8.2.3.3	Výběr varianty M&V, hranice měření	66
8.2.3.4	Další vlivy	68
8.2.3.5	Baseline	68
8.2.3.6	Perioda podávání zpráv	68
8.2.3.7	Pravidla pro úpravu dat	69
8.2.3.8	Postup analýzy	69
8.2.3.9	Přesnost analýzy stanovení úspory energie	70
8.2.3.10	Cena elektrické energie	70
8.2.3.11	Zodpovědnost za monitoring	70
8.2.3.12	Přesnost měření	71
8.2.3.13	Rozpočet	71
8.2.3.14	Formát zprávy	71
8.2.3.15	Zajištění kvality	72
8.2.3.16	Hodnocení efektivity opatření – energetický audit	72
9	PŘÍLOHY	73
9.1	Formát zprávy – Optimalizace provozu VZT	73
9.2	Formát zprávy – využití odpadního tepla z kompresorů	75
9.3	Formát zprávy – Inovace transformátoru	77
10	DOPORUČENÉ ODKAZY	79

1 TERMINOLOGIE

M&V	Měření a verifikace (ověřování) je proces, který používá měření ke spolehlivému stanovení skutečných úspor generovaných realizací energeticky úsporného opatření. Úspory jsou stanovovány na základě porovnání spotřeby před a po realizaci projektu v souladu s postupy definovanými metodikou IPMVP.
EPC	Energy Performance Contracting – způsob financování energetických projektů, kdy je úspora garantována smluvně a slouží ke splácení investic do projektu.
OPPI	Operační Program Podnikání a Inovace – dotační program financovaný z Evropského fondu pro regionální rozvoj.
EkoEnergie	Podprogram OPPI zaměřený na podporu energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie.
OPŽP	Operační Program Životní Prostředí – dotační program financovaný z Fondu soudržnosti a Evropského fondu proregionální rozvoj, jehož cílem je zlepšování kvality životního prostředí.
ESCO	Energy Service Company – společnost provádějící energetické služby a projekty na klíč, včetně financování pomocí EPC.
Plán M&V	Dokument shrnující všechny podstatné informace a postupy potřebné pro stanovení výše úspory konkrétního úsporného projektu.
EVO	Efficiency Valuation Organization – americká nezisková společnost, která vytvořila protokol IPMVP a IEEFP.
IPMVP	International Performance Measurement and Verification Protocol – Mezinárodní protokol k měření a verifikaci energetických úspor. Jedná se o komplexní soubor nejlepších současných přístupů k měření a verifikaci energetických úspor.
IEEFP	International Energy Efficiency Financing Protocol – Mezinárodní protokol o financování energeticky úsporných opatření – soubor metodik uplatňovaných v různých zemích k financování energeticky úsporných opatření.
Výchozí období	Období před realizací energeticky úsporného opatření.
Výchozí spotřeba energie	Spotřeba energie ve výchozím období bez provedených úprav.
Vykazované období	Období po realizaci energeticky úsporného opatření, interval kdy se provádí měření.
ECM	Energy Conservation Measure – energeticky úsporné opatření – může být činnost, soubor činností, technologií, vedoucí k úspoře energie.
Hranice systému	Pomyslná nebo skutečná hranice vytvořená kolem zařízení nebo systému, kde se stanovují úspory.
Klíčové parametry	Metodika IPMVP umožňuje v rámci varianty A stanovit výši dosažené úspory na základě parametrů stanovených zčásti měřeními a zčásti náhradními postupy. Klíčové parametry mají

	zásadní vliv na výši stanovované úspory a musí být měřeny.
Oddělená rekonstrukce	Metodika IPMVP umožňuje v rámci variant A a B stanovit hranici systému tak, aby zahrnovala pouze část objektu, v jehož rámci bylo úsporné opatření realizováno. Spotřeba energie měřená na takto stanovené hranici je očištěná od vlivu spotřebičů mimo tuto hranici což zjednodušuje a zpřesňuje postup stanovení dosažené úspory.
Interaktivní vlivy	Energetické vlivy ovlivňující úspory, přičemž se tyto energetické vlivy nacházejí mimo hranici objektu.
Nezávislá proměnná	Parametr ovlivňující úsporu, u kterého se očekává, že se bude měnit a jeho vliv je měřitelný (např. teplota, počet produktů).
Standardní úprava	Úprava spotřeby energie ve výchozím, resp. vykazovaném období na srovnatelné podmínky, prováděná na základě změny hodnoty nezávislé proměnné.
Statický faktor	Veškeré faktory ovlivňující spotřebu energie, u kterých se předpokládá, že se během vykazovaného období nemění (např. velikost budovy, počet pracovních směn za týden, atd.).
Nestandardní úprava	Úprava spotřeby energie ve výchozím, resp. vykazovaném období na srovnatelné podmínky, prováděná na základě změny hodnoty statického faktoru.
Nerealizovaná spotřeba energie	Jeden ze způsobů stanovení úspory energie. Úspora je v tomto případě stanovena porovnáním spotřeby ve vykazovaném období a spotřeby ve výchozím období upravené na podmínky vykazovaného období.
Nerealizované náklady	Nerealizovaná spotřeba energie ve finančním vyjádření.
Normalizované úspory	Jeden ze způsobů stanovení úspory energie. Úspora je v tomto případě stanovena porovnáním spotřeby ve výchozím a vykazovaném období, přičemž jsou obě spotřeby upravené na normalizované podmínky.
Běžné podmínky	Pevně stanovené podmínky, na které se při výpočtu úspor upravuje výchozí stav i vykazované období, tzn. normalizované úspory.
Denostupeň	Denostupeň je míra zátěže vytápění a chlazení objektu ovlivněná venkovní teplotou. Počet denostupňů pro vytápění charakterizovaných příslušnou vnitřní teplotou je dán součinem počtu topných dnů a rozdílu průměrné vnitřní a venkovní teploty. Výpočet se provádí pro každý den ze zadaného období zvlášť. Základní výpočtový vztah: $D^{\circ}(t_{is}) = d * (t_{is} - t_{es})$.
Přesnost	Předpokládaný rozsah odchylky měřené hodnoty od skutečné hodnoty, vyjádřená $\pm$ tolerance.

2 MĚŘENÍ A VERIFIKACE ENERGETICKÝCH ÚSPOR

2.1 Úvod

Měření a ověřování (verifikace) úspor je proces, kterým můžeme objektivně postihnout skutečné úspory, jež jsou generovány v rámci realizovaného projektu. Vzhledem k tomu, že generované úspory nelze měřit, protože jsou nerealizovanou spotřebou, je využíván systém M&V v rámci energetického managementu, jako efektivní nástroj pro kvantifikaci těchto úspor. Úspory jsou kvantifikovány na základě srovnání naměřené spotřeby před a po realizaci opatření se zohledněním příslušných aspektů.

Proces M&V může sestávat z následujících činností nebo jejich komplexního pojetí:

- ◆ Instalace, kalibrace a údržba měřidel
- ◆ Shromažďování a prověřování dat
- ◆ Vytvoření výpočtové metody a přijatelných odhadů
- ◆ Výpočty s naměřenými daty
- ◆ Vykazování, zajišťování kvality a ověřování vykázaných záznamů třetí stranou

Metoda M&V může být aplikovatelná zejména pro účely:

- ◆ Zvýšení úspor energie
- ◆ Dokumentování finančních transakcí
- ◆ Vyšší financování energeticky úsporných projektů
- ◆ Řízení energetických rozpočtů
- ◆ Zvýšení hodnoty emisních povolenek
- ◆ Podpory hodnocení regionálních úsporných programů
- ◆ Lepší porozumění energetického managementu jako nástroji veřejné politiky ze strany veřejnosti

Při použití metody M&V by měl být věnován patřičný důraz na:

- ◆ Vhodnost
- ◆ Srozumitelnost
- ◆ Přesnost
- ◆ Komplexnost
- ◆ Konzervativnost
- ◆ Konzistentnost
- ◆ Relevantnost
- ◆ Transparentnost

2.2 Legislativní potřeba měření a verifikace

Evropská unie (dále „EU“) si vytyčila cíl dosáhnout v roce 2020 úsporu primární energie o 20 % a zařadila tento cíl mezi pět hlavních cílů strategie Evropa 2020 – Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění.

Tento cíl vyplývá z klimaticko - energetického balíčku zveřejněného v lednu 2008, nazývaného „agenda 20-20-20“, který stanovuje cíle dosáhnout v roce 2020 snížení emisí skleníkových plynů o 20 %, dosáhnout dvaceti procentního podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a deseti procentního podílu biopaliv v dopravě v porovnání s rokem 1990.

Poslední odhady provedené Komisí, které zohledňují vnitrostátní cíle zvyšování energetické účinnosti do roku 2020, naznačují, že EU dosáhne zhruba jen poloviční hodnoty tohoto ambiciózního cíle. S cílem dát zvyšování energetické účinnosti nový podnět předložila Komise dne 8. března 2011 nový plán pro energetickou účinnost, který stanoví opatření zaměřená na dosažení dalších úspor při získávání a využívání energie.

Návrh **Směrnice 2006/32/ES** o energetické účinnosti u konečného uživatele a energetických službách požaduje, aby členské státy přijaly celkový vnitrostátní orientační cíl úspor energie ve výši 9 % do roku 2016, dosažitelný díky energetickým službám a jiným opatřením ke zvýšení energetické účinnosti. Tato směrnice také požaduje ověřování (verifikaci) úspor energie jak na národní úrovni, tak v jednotlivých projektech a stanovuje jednotlivým členským zemím EU cíle ve snižování konečné spotřeby ve vybraných sektorech.

V současnosti (čtvrtý kvartál roku 2011) je v evropském parlamentu projednáván návrh nové směrnice o energetické účinnosti, v rámci které by měla být zrušena platnost směrnice 2006/32/ES s výjimkou čl. 4 odst. 1 až odst. 4 a příloh I, III a IV směrnice. Články směrnice, týkající se měření a ověřování energetických úspor v ní nejen zůstanou beze změny, ale potřeba měření a verifikace po implementaci nové směrnice nejspíš vzroste, protože v ní budou stanoveny předpisy pro systémy povinného zvyšování energetické účinnosti v každém z členských států. V souladu s těmito předpisy bude potřeba vykazovat i dosažené úspory energie.

Navrhovaná směrnice představuje opatření, která by měla napomoci veřejným institucím, distributorům energie, průmyslu a konečným spotřebitelům lépe řídit spotřebu. K tomu by měla sloužit následující opatření, předepsaná směrnicí v novém znění:

- ◆ Každý členský stát vytvoří systém povinného zvyšování energetické účinnosti.
- ◆ Členské státy zajistí, aby veřejné subjekty nakupovaly pouze výrobky, služby a budovy s vysokou energetickou účinností.
- ◆ Členské státy podpoří dostupnost energetických auditů, které jsou cenově dostupné a jsou prováděny nezávisle kvalifikovanými nebo schválenými odborníky, pro všechny konečné zákazníky.
- ◆ Členské státy zajistí, aby konečným uživatelům elektřiny, zemního plynu, dálkového vytápění nebo chlazení a dálkově dodávané místní teplé vody byly poskytnuty individuální měřiče, které přesně změří a zpřístupní jim jejich skutečnou spotřebu energie a poskytnou údaje o skutečném čase spotřeby.

2.3 Směrnice 2006/32/ES o energetické účinnosti a její vztah k M&V

Směrnice 2006/32/ES o energetické účinnosti stanovuje obecný rámec pro měření a ověřování úspor energie. Ve své příloze „Zásady pro měření a ověřování úspor energie“ jako jeden ze zdrojů cituje Mezinárodní protokol k měření a verifikaci energetických úspor (IPMVP) a stanovuje rámec pro výpočet a odhady úspor energie:

2.3.1 Měření úspor energie podle 2006/32/ES

Energetické úspory je nutné určit odhadem nebo měřením spotřeby bez a s provedením opatření, přičemž je třeba zajistit úpravy a normalizaci vzhledem k vnějším podmínkám, které zpravidla ovlivňují spotřebu energie. Podmínky, které spotřebu energie zpravidla ovlivňují, se mohou s postupem času měnit. K nim může patřit pravděpodobný vliv jednoho nebo několika možných faktorů (výčet není vyčerpávající):

- ◆ vliv počasí, např. průměrné teploty (denostupně);
- ◆ míra využití;
- ◆ doba používání budov využívaných pro nebytové účely;
- ◆ intenzita používaného vybavení (propustnost);
- ◆ plán využívání zařízení a vozidel;
- ◆ vztahy s ostatními odděleními.

2.3.1.1 Údaje a metody, které je možné použít (měřitelnost)

Existuje několik metod získávání údajů pro měření a odhady úspor energie. Během hodnocení služby energetické účinnosti, programu, opatření nebo projektu na zvýšení energetické účinnosti nebude vždy možné se spoléhat výlučně na měření. Rozlišuje se proto mezi metodami měření úspor energie a metodami odhadování úspor energie.

2.3.1.2 Vyrovnání se s nejistotou

Metody měření úspor energie a metody odhadování úspor energie mohou být do určité míry nejisté. Nejistota může být způsobena:

- ◆ chybami v používání přístrojů: vyskytují se obvykle v důsledku chyb ve specifikacích poskytnutých výrobcí;
- ◆ chybami v modelování: týkají se obvykle chyb v modelu použitým pro odhad potřebných parametrů na základě shromážděných údajů;
- ◆ chybou ve vzorku: týká se obvykle chyb vzniklých na základě skutečnosti, že byl sledován vzorek zařízení místo celých zkoumaných zařízení.

Nejistota může být také způsobena také plánovanými nebo neplánovanými vstupy, souvisí obvykle s odhady, podmínkami a/nebo použitím technických údajů. Doporučuje se přesnější určení nejistoty. Model pro stanovení míry nejistoty měření, doporučený Směrnicí 2006/32/ES, založený na těchto třech chybách, je uveden v příloze B Mezinárodního protokolu k měření a ověřování výkonnosti.

2.3.1.3 Ověření úspor energie

Pokud je to finančně možné, budou úspory energie dosažené díky určité energetické službě, dotačnímu programu nebo opatření na zvýšení energetické účinnosti ověřovány třetí stranou. To mohou učinit certifikovaní poradci, společnosti poskytující služby energetické účinnosti nebo jiní aktéři na trhu.



Existuje více metodik, vyvíjených v projektech programu Inteligentní energie pro Evropu, jak přínosy Směrnice a dosažené úspory energie měřit a vyhodnocovat, ale na úrovni jediného projektu doporučujeme využít metod měření a verifikace, které nabízí Mezinárodní protokol k měření a verifikaci úspor, IPMVP.

3 INFORMACE O MEZINÁRODNÍM PROTOKOLU K MĚŘENÍ A VERIFIKACI ÚSPOR (IPMVP)

Mezinárodní protokol k měření a ověřování úspor energie (International Performance Measurement and Verification Protocol – IPMVP) poskytuje přehled nejlepších současných přístupů a technik měření a verifikace výsledků projektů zaměřených na úspory energie a vody a projektů zaměřených na využívání obnovitelných zdrojů energie v komerčních a průmyslových zařízeních. Cílem této příručky je seznámit širší veřejnost právě s touto metodologií, protože se jedná o jediný standardizovaný, ucelený, flexibilní, podrobný a vyzkoušený souborem postupů v oblasti měření a verifikace.

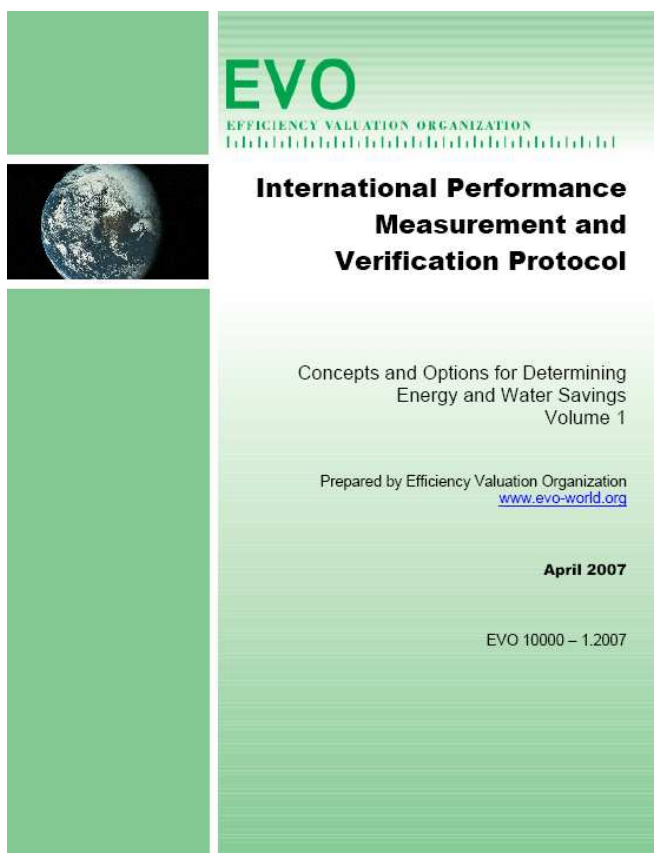
3.1 Organizace pro hodnocení efektivnosti (EVO)

Tvůrcem protokolu je Organizace pro měření efektivnosti EVO (Efficiency Valuation Organization), nezisková organizace zaměřená na vývoj metod řízení rizik projektů zaměřených na úspory energie. Tato organizace byla založena jako komise dobrovolníků, která byla sestavena na základě iniciativy Ministerstva energetiky USA, aby vyvinula mezinárodní protokol měření a verifikace (M&V), který by pomáhal konzistentně a spolehlivě určit úsporu energie v rámci projektů zaměřených na úsporu energie.

Výsledkem jejich činnosti jsou průběžně aktualizované dopracovávané protokoly, zaměřující se na:

- ♦ koncepce a varianty pro určování úspor a energie vody (IPMVP svazek I),
- ♦ otázky kvality vnitřního prostředí (IPMVP svazek II),
- ♦ měření a verifikaci energetických úspor u nových budov (IPMVP svazek III část I) u objektů využívajících obnovitelné zdroje energie (IPMVP svazek III část II),
- ♦ Mezinárodní protokol o financování energeticky úsporných opatření (IEEFP – International Energy efficiency Financing Protocol)

EVO a její partneři po celém světě vzdělávají a poté testují a certifikují odborníky v metodách a nejnovějších trendech (M&V).



3.2 IPMVP a projekt PERMANENT v České republice

V ČR byla metodika M&V podle protokolu IPMVP rozšiřována v rámci evropského projektu PERMANENT (PERformance Risk MANagement for ENergy efficiency projects through Training) financovaného prostřednictvím programu Intelligent Energy Europe. Projekt PERMANENT byl v roce 2011 ukončen.

Energetičtí odborníci společnosti ENVIROS s.r.o., hlavního koordinátora projektu, a spolu s nimi další odborníci z účastnických zemí projektu PERMANENT (Bulharsko, Rumunsko, Chorvatsko a Polsko) byli nejprve vyškoleni experty společnosti EVO a poté samostatně vedli semináře určené pro odborníky i širší veřejnost s cílem rozšířit povědomí o výhodnosti užití měření a verifikace v souladu s protokolem IPMVP. V rámci projektu také byly přeloženy protokoly IPMVP a IEEFP do českého jazyka a nyní jsou volně ke stažení na webovém rozhraní EVO (www.evo-world.org).

3.3 Názory z řad odborné veřejnosti na M&V podle IPMVP

V rámci projektu PERMANENT byly seznámeny s metodami měření a verifikace podle IPMVP desítky odborníků z řad energetiků a energetických auditorů. Účastníci z řad odborné veřejnosti ocenili zejména komplexnost, flexibilitu, přehlednost a přesnost plánu M&V, často vyjadřovali názor, že srovnatelná komplexní metodika týkající se měření a ověřování úspor energie v ČR neexistuje.

3.4 Výhody použití plánu M&V podle IPMVP

Vypracování podrobného a transparentního plánu M&V a jeho následné fungování v praxi může přesvědčit spotřebitele energie o důležitosti a prospěšnosti energetického managementu.

Plán měření a verifikace umožní všem spotřebitelům energie:

- ◆ Dokumentovat finanční transakce za účelem plnění projektu
- ◆ Zvýšit a řídit úspory energie
- ◆ Posílit důvěru v projekty energetických úspor a tím i napomoci rozšíření realizace projektů energetických úspor
- ◆ Zdokonalit návrh projektu
- ◆ Zdokonalit provoz a údržbu
- ◆ Zvýšit hodnoty emisních povolenek
- ◆ Zvýšit povědomí a posílit důvěru veřejnosti v energetický management

Zdroj: Protokol IPMVP, Svazek I, EVO

3.5 Oblasti uplatnění plánu M&V podle IPMVP

Pro tvorbu plánu M&V poskytuje návod protokol IPMVP. Při dodržení zásad přesnosti, úplnosti, konzervatismu, konzistence, relevance a transparentnosti je užití plánu M&V flexibilní. Plán M&V je svým zpracováním jedinečný pro každý projekt.

Nejdůležitější zásady, které vyplývají existujících metod M&V a jsou potvrzeny zkušenostmi z uplatňování měření a verifikace v praxi jsou následující:

- ◆ Zprávy o měření a verifikaci by měly být maximálně **přesné**. To však závisí na výši finančního rozpočtu určeného na M&V. Obecně platí, že náklady by měly být úměrné k finanční hodnotě hodnocených úspor.
- ◆ Vykazování energetických úspor by mělo brát v úvahu všechny faktory ovlivňující projekt. V rámci plánu M&V by měly být kvantifikovány významné vlivy a další vlivy by měly být odhadnuty. Vlivy zahrnuté do plánu M&V by tedy měly být **kompletní**.
- ◆ V případech kde se jedná o neměnné údaje, postupy M&V by měly být navrženy tak, aby odhadované úspory byly mírně podhodnoceny. Odhady by tedy měly být spíše **konzervativní**.
- ◆ Energetické úspory v projektu by měly být vykazovány **konzistentně**, aby docházelo k obdobnému vykazování mezi různými typy energeticky úsporných opatření, různými odborníky v rámci jednoho projektu, různými časovými obdobími v rámci jednoho projektu, energeticky úspornými projekty a novými projekty zásobování energií.
- ◆ Mělo by být vhodně zvoleno, které parametry je třeba měřit, a které odhadnout – **relevantně**.
- ◆ Všechny aktivity v rámci procesu měření a verifikace by měly být **transparentní**.

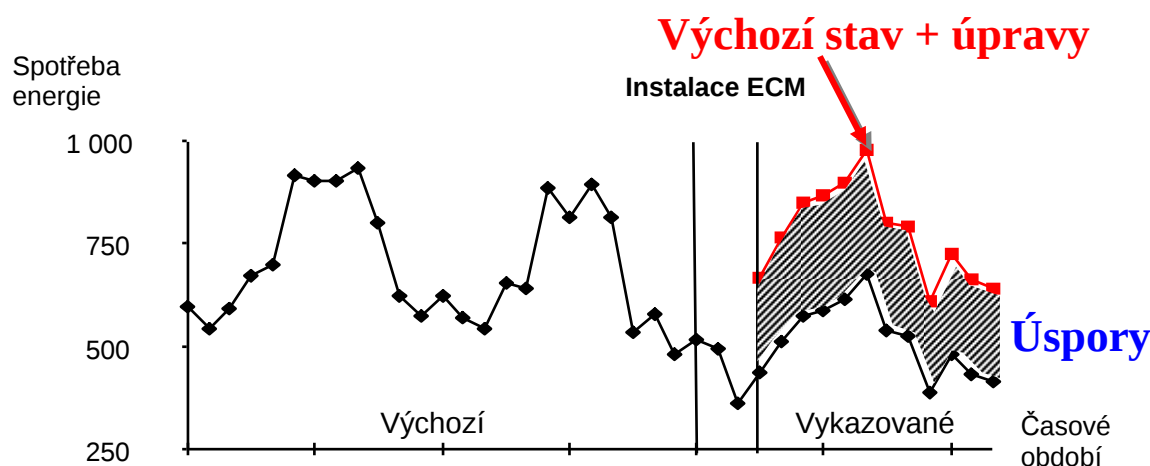
Zdroj: Protokol IPMVP, Svazek I, EVO

4 METODY MĚŘENÍ A VERIFIKACE (M&V)

Pokud se mluví o úsporách energie, je třeba si uvědomit, že úspory nelze přímo změřit, protože představují spotřebu energie, která nebyla realizována. Úspory se místo toho určují porovnáním spotřeby změřené před a po realizaci projektu při provedení příslušných úprav naměřených údajů podle změny podmínek.

Měření & verifikace (M&V) je proces, který využívá měření ke spolehlivému stanovení skutečné úspory vytvořené v rámci jednotlivého objektu pomocí programu energetického managementu. Verifikací nazýváme takové vyhodnocení, které ověřuje, zdali bylo dosaženo předpokládaných přínosů – vypočtených např. v energetickém auditu nebo studii proveditelnosti.

Obr. 1 Spotřeba energie a výchozí stav



4.1 Základní rovnice IPMVP

$$\text{Úspory} = (\text{Spotřeba nebo odběr ve výchozím období} - \text{Spotřeba nebo odběr ve vykazovaném období}) \pm \text{Úpravy}$$

Úspory	nerealizované náklady
Výchozí období	období před realizací energeticky efektivního opatření
Vykazované období	období po instalaci energeticky úsporného opatření
Úpravy	opětovné nastavení podmínek - spotřeby nebo odběru ve výchozím období a ve vykazovaném období (např. v případě, že byla provedena úsporná opatření, ale rovněž výroba podniku byla letos nižší než v loňském roce)

4.2 Základní varianty IPMVP

Každý projekt úsporných opatření (ECM) je jiný, každou situaci je nutno analyzovat a zvážit náklady vzhledem k úsporám a požadované přesnosti.

Čtyři základní varianty IPMVP (viz další kapitoly) poskytují řadu metod ke stanovování energetických úspor, vyhovujících charakteristickým rysům implementovaných energeticky úsporným opatřením a požadovanou rovnováhu mezi vykazováním přesnosti a nákladů.

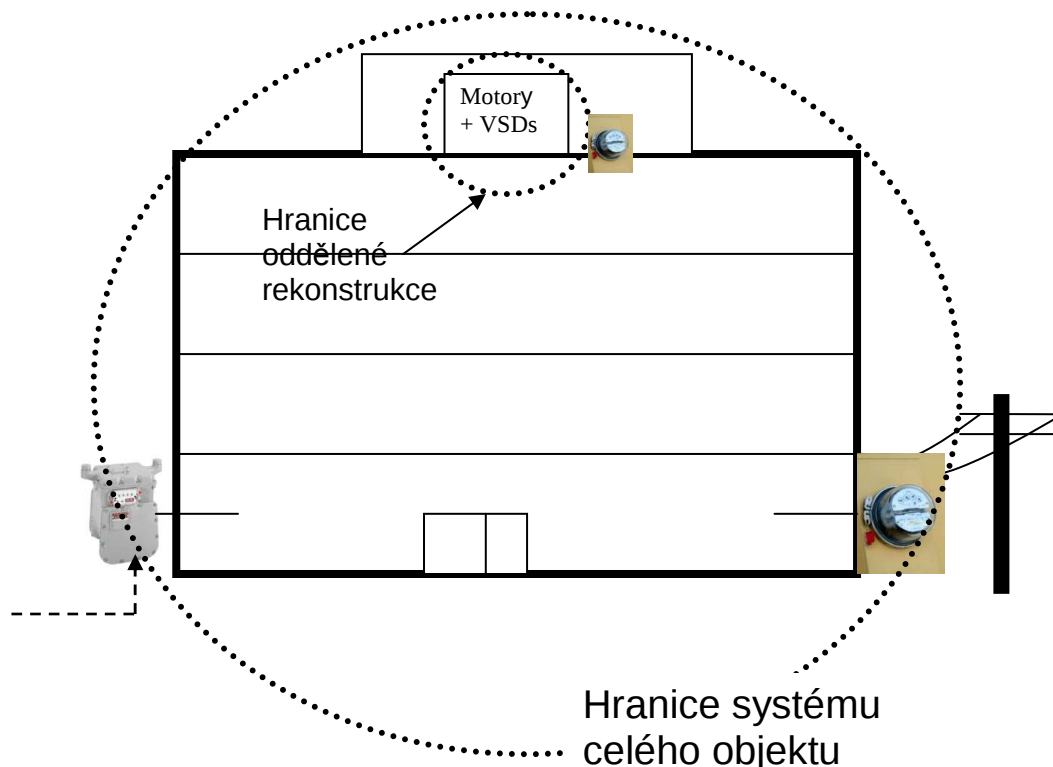
4.2.1 Volba varianty a hranice systému

Pro stanovení vhodné varianty výpočtu úspor je důležité správně stanovit hranici systému. Je třeba rozhodnout, zda je vhodné měření celého objektu nebo pouze měření vlivu energeticky úsporného opatření.

Pokud chceme vykázat úspory pouze u zařízení ovlivněného úsporným projektem, měla by hranice systému zahrnovat toto zařízení. Potom mohou být stanoveny všechny významné energetické nároky zařízení v rámci hranice systému. Tento přístup je použit ve variantách oddělené rekonstrukce – A a B

Pokud vykazujeme úspory v objektu jako celku, je pro zhodnocení energetické náročnosti a úspor možné použít měřidla k měření dodávky energie do celého objektu. Hranice systému v tomto případě zahrnuje celý objekt, použijeme variantu C.

Obr. 2 Hranice systému



Zdroj: Protokol IPMVP Svazek I, EVO

4.2.2 Varianta A - Oddělená rekonstrukce – měření klíčových parametrů

V rámci této varianty dochází k měření klíčových parametrů a odhadu ostatních parametrů. Metoda měří pouze vlivy rekonstrukce (energeticky úsporného opatření), úspory nejsou ovlivněny vlivy mimo hranici systému.

Odhady by měly být použity pouze tam, kde nejistota ze všech takovýchto odhadů neovlivní významně celkové vykazované úspory. Mohou vycházet z historických dat, specifikací výrobce nebo technického úsudku. Požaduje se dokumentace zdroje nebo doložení odhadovaného parametru. Hodnotí se přijatelná chyba výpočtu úspor vyplývající spíše z odhadu než z měření. Variantu A je vhodné zvolit v následujících případech plánovaných ECM:

- ◆ Klíčový parametr (parametry) použitý při výpočtu úspor lze snadno identifikovat.
- ◆ Klíčové parametry jsou takové, které se používají k posouzení plnění projektu nebo smluvní plnění poskytovatele služby EPC.
- ◆ Díky odhadu klíčových parametrů je možno se vyhnout případným obtížným nestandardním úpravám, kdy se budoucí změny odehrají v rámci hranice systému.
- ◆ Nejistota vytvořených odhadů je přijatelná.
- ◆ Trvalá efektivnost ECM může být zhodnocena jednoduchou standardní kontrolou odhadnutých parametrů.
- ◆ Odhad některých parametrů je méně nákladný, než jejich měření podle jiných variant
- ◆ Je předmětem zájmu pouze hospodárnost soustav ovlivněných ECM
- ◆ Interaktivní vlivy, které má ECM na spotřebu energie nebo jiné zařízení objektu, lze přiměřeně odhadnout nebo považovat za bezvýznamné.
- ◆ By bylo obtížné identifikovat nebo hodnotit případné změny objektu mimo hranici systému.
- ◆ Není nepřiměřeně obtížné nebo nákladné monitorovat nezávislé proměnné, které ovlivňují spotřebu energie.
- ◆ Již existují podružné elektroměry sloužící k oddělení spotřeby energie soustav.
- ◆ Měřidla připojená u hranice systému mohou být použita k dalším účelům, jako je zpětná vazba k výrobnímu provozu nebo fakturace nájemci.
- ◆ Měření parametrů je méně nákladné než simulace varianty D nebo nestandardní úpravy varianty C.
- ◆ Dlouhodobé testování není zaručeno.
- ◆ Není potřeba ihned sladit vykazování úspor se změnami v platbách dodavatelům energií

Zdroj: Protokol IPMVP, Svazek I, EVO

4.2.3 Varianta B - Oddělená rekonstrukce - měření všech parametrů

Metoda měří pouze vlivy rekonstrukce (energeticky úsporného opatření), úspory nejsou ovlivněny vlivy mimo hranici systému. Hranice systému jsou u této varianty tedy stejné jako v případě varianty A, na rozdíl od ní se měří všechny parametry. Oddělená rekonstrukce obvykle vyžaduje doplnění zvláštních měřidel buď na jednorázové nebo nepřetržité měření. Variantu B je vhodné zvolit v následujících případech:

- ◆ Měřidla přidaná z důvodu odděleného měření budou použita pro další účely, jako je provozní zpětná vazba nebo fakturování spotřeby energie/vody nájemci.
- ◆ Měření všech parametrů je méně nákladné než simulace ve variantě D.
- ◆ Úspory nebo provozní režim v rámci hranice systému kolísají.

- ♦ Je předmětem zájmu pouze hospodárnost soustav ovlivněných ECM, buď kvůli odpovědnosti stanovené smluvními stranami v EPC, nebo proto, že úspory vzniklé instalací ECM jsou příliš malé, než aby byly zjišťovány v době, která odpovídá používání varianty C.
- ♦ Interaktivní vlivy, které má ECM na spotřebu energie nebo jiné zařízení objektu lze považovat za bezvýznamné.
- ♦ Je obtížné identifikovat nebo hodnotit případné změny objektu mimo hranici systému.
- ♦ Není nepřiměřeně obtížné nebo nákladné monitorovat nezávislé proměnné, které ovlivňují spotřebu energie.
- ♦ Již existují podružné elektroměry sloužící k oddělení spotřeby energie soustav.
- ♦ Měřidla připojená u hranice systému mohou být použita k dalším účelům, jako je zpětná vazba k výrobnímu provozu nebo fakturace nájemci.
- ♦ Měření parametrů je méně nákladné než simulace varianty D nebo nestandardní úpravy varianty C.
- ♦ Dlouhodobé testování není zaručeno.
- ♦ Není potřeba ihned sladit vykazování úspor se změnami v platbách dodavatelům energií

Zdroj: Protokol IPMVP, Svazek I, EVO

4.2.4 Varianta C - Celý objekt

Hranice systému pro variantu C zahrnuje buď celý objekt, nebo jeho hlavní část. Tato varianta stanovuje souhrnné úspory všech ECM použitých v části objektu, monitorované pomocí měřidel spotřeby energie pro celý objekt. Proto jsou úspory ovlivněny všemi vlivy objektu (ne jenom těmi způsobenými instalací ECM).

Použití této varianty je výhodné v následujících případech:

- ♦ Bude hodnocena energetická náročnost celého objektu a ne pouze ECM.
- ♦ Je instalováno mnoho typů ECM v jednom objektu.
- ♦ ECM zahrnují aktivity, kde je obtížné odděleně změřit spotřebu energie jednotlivých opatření (např. zaškolení obsluhy stroje, zlepšení tepelné izolace stěn nebo oken)
- ♦ Úspory jsou velké ve srovnání s kolísáním výchozích dat, během vykazovaného období
- ♦ Metody oddělené rekonstrukce (varianta A nebo B) jsou nepřiměřeně komplikované. Například v případě značných interaktivních vlivů mezi energeticky úspornými opatřeními.
- ♦ Neplánují se významnější změny v objektu během vykazovaného období.
- ♦ Může být zaveden systém sledování statického faktoru pro umožnění případných budoucích nestandardních úprav.
- ♦ Lze nalézt přiměřené korelace mezi spotřebou energie a dalšími nezávislými proměnnými.

Zdroj: Protokol IPMVP, Svazek I, EVO

4.2.5 Varianta D - Kalibrovaná simulace

Pokud data z výchozího nebo vykazovaného období jsou nespolehlivá nebo nedostupná, mohou být tato data nahrazena pomocí kalibrovaného simulačního programu. To platí pro celý objekt nebo jenom pro jeho část. Hranici systému lze stanovit podle těchto kalibrovaných dat. V této variantě je použit pro určení spotřeby energie počítačový simulační software. Simulace jsou prováděny na základě údajů na fakturách za energie.

Varianta D se volí v následujících případech:

- ◆ Data spotřeby energie ve výchozím období neexistují nebo nejsou k dispozici. Taková situace může nastat u nového objektu, kde byla realizována energeticky úsporná opatření, která je potřeba hodnotit odděleně od zbývajících částí objektu nebo u centrálně měřeného areálu nebo objektů, kde neexistuje žádné samostatné měřidlo ve výchozím období, ale kde budou samostatná měřidla dodána při nebo po realizaci ECM.
- ◆ Data spotřeby energie ve vykazovaném období jsou nedostupná nebo ovlivněna faktory, které se obtížně kvantifikují. Někdy je příliš obtížné předem určit, jak by plánované změny objektu mohly ovlivnit spotřebu energie. Změny výrobního procesu nebo instalace nového zařízení často způsobí, že výpočet nestandardních úprav je tak nepřesný, že varianty A, B nebo C by vytvořily nadměrnou chybu při stanovení úspor.
- ◆ Je žádoucí stanovit úspory ve vztahu k jednotlivým energeticky úsporným opatřením, ale měření použitím varianty A nebo B jsou příliš obtížná nebo nákladná.

Zdroj: Protokol IPMVP, Svazek I, EVO

5 POSTUP PŘI NAVRHOVÁNÍ ZPŮSOBU MĚŘENÍ A VERIFIKACE ÚSPOR

Abyste mohli uplatňovat dodržování IPMVP, musíte:

- ♦ Určit odpovědnou osobu
- ♦ Vypracovat úplný plán M&V, který zřetelně uvádí výběr varianty IPMVP, plán měření, výchozí data a statické faktory, odpovědnost za sběr dat, výpočtovou metodu a vzorové zprávy, postupy kontroly kvality
- ♦ Postupovat podle vypracovaného plánu M&V
- ♦ Připravit zprávy o postupování podle plánu M&V

5.1 Na co se zaměřit před instalací energeticky úsporného opatření

5.1.1 Navrhnout M&V

Aby bylo možné navrhnout postup M&V, je potřeba vzít v úvahu soubor faktorů, jako jsou složitost ECM a objektu, potřeby uživatele, stálost výchozích dat, kolísavost zatížení zařízení a provozní hodiny, neměřené vlivy na spotřebu energie mimo hranici systému, který je menší než celý objekt, potřeba stálé kontroly nebo pouze krátké doby „prokazující úsporný provoz“, možnosti rozpočtu.

Na základě výše uvedených a dalších faktorů se stanoví hranice systému a délka intervalu měření – vykazovaného období.

5.1.2 Shromáždit výchozí data

Je důležité řádně definovat a zdokumentovat všechny výchozí podmínky před implementací ECM. Téměř ve všech případech se po nainstalování ECM nelze vrátit a přehodnotit výchozí stav.

Jedná se o následující data:

- ♦ Data o spotřebě (a odběru) energie
- ♦ Nezávislé proměnné: výrobní data podniku, počasí
- ♦ Statické faktory: inventář zařízení, parametry budovy, obsazenost, pracovní postupy, požadované hodnoty, poruchy

Tyto informace jsou ve většině případů shromážděny v energetickém auditu.

5.1.3 Vypracovat plán M&V

Plán M&V dodržující IPMVP zahrnuje:

1. Záměr ECM
2. Zvolenou variantu (A, B, C, D) a hranice systému
3. Výchozí stav - všechny podrobnosti o výchozích podmínkách a shromážděných datech
4. Vykazované období
5. Základy pro úpravu
6. Provádění analýzy
7. Ceny energie
8. Specifikace měření a měřidel

9. Odpovědnost za shromažďování a vykazování všech průběžných dat
10. Očekávaná přesnost
11. Rozpočet
12. Forma vykazování výsledků
13. Postupy pro kontrolu kvality

5.2 Na co se zaměřit po instalaci energeticky úsporného opatření

5.2.1 Ověřit instalaci

Po realizaci ECM ověřit, zda bylo instalováno správné zařízení a systémy, a zda fungují podle specifikace. Součástí ověřovacích metod mohou být průzkumy, technické prohlídky, měření na místě a krátkodobé měření. Dodržovat spolehlivý plán uvedení projektu do provozu.

5.2.2 Kalibrovat měřidla

- ◆ Kalibrovat elektroměry (pokud nepoužíváte pouze elektroměry dodavatele energie)
- ◆ Kalibrovat zařízení pro měření nezávislých proměnných podle potřeby (např. registrační teploměr pro zaznamenávání venkovní teploty, pokud nepoužíváte státem zveřejňovaná meteorologická data)
- ◆ Dodržovat metody definované v plánu M&V

5.2.3 Shromažďovat data

- ◆ Získat energetická data a sazby dodavatelů energie
- ◆ Získat data týkající se vybraných nezávislých proměnných
- ◆ Monitorovat objekt (v rámci hranice systému) pro identifikaci všech změn oproti výchozím podmínkám (jiných než nezávislých proměnných a samotného projektu)
- ◆ Zajistit správnost všech dat a ukládat je
- ◆ Řídit se metodami definovanými v plánu M&V

5.2.4 Vypočítat úspory

Provést všechny standardní úpravy pokud jde o nezávislé proměnné a všechny nutné nestandardní úpravy s ohledem na změny statických faktorů.

- ◆ Vypočítat „úspory“
- ◆ Vypracovat a předat zprávu
- ◆ Řídit se plánem M&V

6 VYTVOŘENÍ PLÁNU MĚŘENÍ A VERIFIKACE (M&V), STANOVENÍ BASELINE

Proč je vlastně potřeba vytvořit přesný plán měření a verifikace? Důvodů je mnoho - řízení činností, zajištění archivace příslušných informací k pozdějšímu použití, řešení hlavních otázek s rozvahou ještě před investováním peněz. Plán M&V by měl být vypracován v době, kdy se navrhuje energeticky úsporná opatření (ECM), aby byly zahrnuty náklady na M&V v době, kdy se projednává ekonomická stránka projektu a byla zaznamenána výchozí data a metodika výpočtů úspor v době, kdy jsou výchozí podmínky ještě měřitelné, vše je čerstvě v paměti a dosud nevznikly žádné úspory.

Je třeba si uvědomit, že protokol IPMVP není „kuchařka“, nelze předepsat podrobně postup plánu. Každý plán M&V musí být vypracován „na míru“, v každém jednotlivém projektu je zapotřebí vlastního úsudku a rozhodnutí o použití protokolu, který slouží spíše jako vodítko.

6.1 Popište záměr ECM

Popište ECM, jeho zamýšlený účinek a postupy zprovoznění, které budou použity k ověření úspěšné realizace každého ECM. Identifikujte všechny plánované změny vzhledem k podmínkám výchozího stavu, jako např. nastavení teploty v nevyužívané budově.

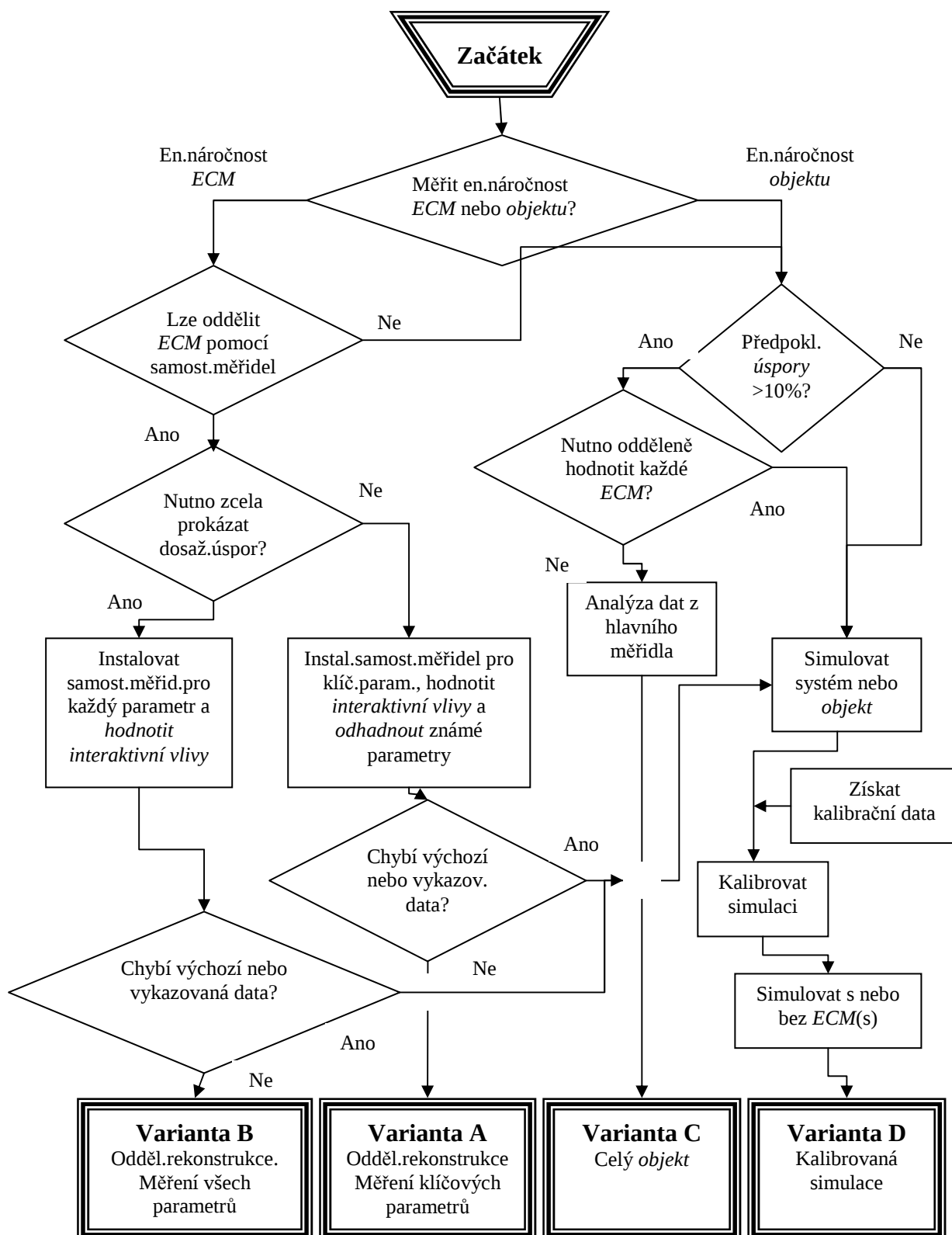
6.2 Vybraná varianta IPMVP a hranice systému

Nejprve je potřeba zhodnotit, zda subjektem M&V je:

- ◆ celý objekt
- ◆ jeden nebo více systémů (např. systém vytápění, větrání a klimatizace, osvětlení atd.)
- ◆ jedna nebo více komponent (např. kotel, chladič, motor, osvětlovací těleso, čerpadlo, ventilátor, atd.)

Pro stanovení hranice je zapotřebí, abyste zvážili odpovědnost případně i různých stran za spotřebu energie a za rekonstrukci, svou schopnost sledovat změny objektu a jeho spotřebu v rámci zvolené hranice, důležitost vlivů mimo zvolenou hranici tzv. interaktivních vlivů.

Obr. 3 Vyberte vhodnou variantu – A,B,C,D



Zdroj: Protokol IPMVP, Svazek I, EVO

6.2.1 Varianta A – výpočty úspor

Technické výpočty spotřeby energie ve výchozím a vykazovaném období z:

- ♦ krátkodobých nebo kontinuálních měření klíčových provozních parametrů
- ♦ odhadovaných hodnot.

Ukázkovým použitím varianty A je energeticky úsporného opatření - instalace vysoce účinných svítidel bez změny doby osvětlení. Úspory mohou být stanoveny při použití varianty A změřením odběru energie světelného obvodu před a po rekonstrukci a odhadnutím provozního období:

♦ Měření výchozího období	X	kW
♦ Měření vykazovaného období	Y	kW
♦ Odhad provozních hodin	Z	hod.rok ⁻¹
♦ Nerealizovaná spotřeba (úspora) energie	$= (X - Y) * Z$	kWh.rok ⁻¹

6.2.2 Varianta B – Výpočty úspor

Krátkodobá nebo kontinuální měření spotřeby energie ve výchozím a vykazovaném období a/nebo technické výpočty používající měření zástupných parametrů spotřeby energie. Dostačující je pouze odečíst spotřeby ve výchozím a vykazovaném období:

♦ Měření výchozího období	X	kWh
♦ Měření vykazovaného období	Y	kWh
♦ Nerealizovaná spotřeba (úspora) energie	$= (X - Y)$	kWh.rok ⁻¹

6.2.3 Varianta C – Výpočty úspor

Analýza naměřených dat (energie) výchozího a vykazovaného období celého objektu. Standardní úpravy se provádějí podle potřeby za použití metod jako jednoduché srovnání nebo regresní analýza, nestandardní úpravy podle potřeby.

Stanovte úspory odděleně pro každé měřidlo nebo podružné měřidlo v objektu, aby mohly být hodnoceny změny v energetické náročnosti u odděleně měřených částí objektu.

Některá data lze převzít z energetického auditu.

6.2.4 Varianta D – Výpočty úspor

Spotřeba energie se simuluje pomocí údajů na fakturách.

6.2.5 Interaktivní vlivy

Všechny energetické vlivy, které se vyskytují mimo hranici systému, se nazývají "interaktivní vlivy".

Je třeba najít způsob pro odhadnutí množství těchto interaktivních vlivů, aby bylo možné stanovit úspory.

- ♦ Rozhodněte, které interaktivní vlivy jsou v souvislosti s úsporami významné
- ♦ Definujte způsoby odhadu všech významných interaktivních vlivů

Příkladem interaktivních vlivů je např. snížení spotřeby energie pro mechanické chlazení v období, kdy je třeba ochlazovat při instalaci ECM - osvětlení, které snižuje tepelný zisk o 10 kW. Úspora typického chladicího systému by mohla činit podle samostatného technického výpočtu cca 3 kW. Odhadem tedy budou úspory díky interaktivnímu vlivu vyšší o 30 % než jen spotřeba energie na osvětlení (v místech a v době, kdy se používá mechanické ochlazování).

6.3 Výchozí stav

Výchozím obdobím rozumíme období před realizací ECM. Mělo by odrážet podmínky období, které byly důvodem projektu energeticky efektivního opatření. Období zasahující dále do předchozí doby by neodrážela podmínky, které předcházely rekonstrukci a nemusely by tudíž poskytovat správný výchozí stav pro měření efektu pouze energeticky úsporného opatření.

6.3.1 Délka výchozího období

Základním omezením délky výchozího období je kvalita a důležitost dat. Stanovte dobu dostatečně dlouhou na:

- ♦ získání spolehlivých dat, bez vnášení více skrytých nesrovnalostí nebo chyb
- ♦ obsáhnutí celého cyklu spotřeby energie: hodinového, denního, týdenního, ročního (od maximální spotřeby energie po minimální spotřebu energie) nebo dostatečně dlouhou dobu na prokázání, že zatížení je neměnné
- ♦ Stanovte dobu tak krátkou, abyste se vyhnuli zbytečným nákladům a nejistotě. Běžně by výchozí období nemělo být delší než je poslední celý cyklus (např. poslední rok u zatížení pracujícího v ročním cyklu).

Pozor - čím více protáhnete výchozí období do minulosti, tím menší bude pravděpodobnost, že si budete schopni zapamatovat nebo najít záznamy všech důležitých standardních nebo výjimečných výsledků (nezávislých proměnných a statických faktorů).

6.3.2 Co by měl obsahovat výchozí stav

Výchozí data musí zahrnovat za výchozí období:

- ♦ data veškeré spotřeby (a odběru) energie
- ♦ všechna data nezávislých proměnných (pro standardní úpravy)
- ♦ všechny další faktory významně ovlivňující spotřebu energie kvůli zjištění, kdy došlo ke změně výchozích podmínek (potřebujících nestandardní úpravu). Tyto faktory se nazývají statické faktory, aby se odlišily od proměnných, které se standardně mění.

6.3.2.1 Stanovte spotřebu a odběr energie

Abychom oddělili spotřebu energie rekonstruovaného zařízení od zbývajících částí objektu, můžeme měřit: ampéry, watt, účinník, spotřebu energie na chlazení vody, spotřebu energie na ohřev vody, průtok páry nebo spotřebu energie na přípravu páry, kondenzát, objem plynu, provozní hodiny, počet cyklů a další.

Pro výpočet úspor bereme v úvahu následující zdroje energetických dat:

- ◆ Elektřina (kW, kWh, kVA, kVAr)
- ◆ Objem plynu a odběr
- ◆ Pára/teplá voda - odběr
- ◆ Studená voda - odběr
- ◆ Dodaná ropa, uhlí nebo propan

6.3.2.2 Stanovte veškerá data nezávislých proměnných

Nezávislá proměnná je parametr, u kterého se očekává, že se pravidelně mění a má měřitelný vliv na spotřebu energie systému nebo objektu (např. venkovní teplota, počet výrobků za časové období ve výrobním podniku, počet hodin, sekund za měřené období, atd.). Úpravy, které se provádějí u těchto parametrů, se nazývají **standardní úpravy**.

Vyberte pouze proměnné nutné k **přiměřenému** doložení výkyvů ve výchozích datech. IPMVP, sv. I 2010, příloha B uvádí statistické pojmy, pomocí nichž lze definovat pojem „přiměřený“, a metody, jak vybrat nezávislé proměnné. Všechny další případné proměnné představují už jen „rušivý šum“

Pro provedení úprav základní rovnice IPMVP (viz kapitola 4.1) zjistíme vztah mezi spotřebou energie a každou vybranou významnou nezávislou proměnnou. Ten nazveme „výchozím vztahem“ nebo „výchozím modelem“.

Data nezávislých proměnných pocházejí ze státních meteorologických stanic, záznamů objektu, řídicích systémů, čidla v místě, atd. Pro další nezávislé proměnné, jako je: objem produkce, sortimentní skladba, provozní hodiny, využití hostinského pokoje, prodej jogurtů, otvírací doba obchodu, míra neobsazenosti a další musíme najít příslušné formální nebo neformální metody sběru těchto dat.

6.3.2.3 Stanovte další faktory ovlivňující spotřebu energie – statické faktory

Statické faktory jsou všechny faktory, které řídí spotřebu energie, u kterých se předpokládá, že se během vykazovaného období nemění – např. velikost objektu, konstrukce, počet pracovních směn za týden. Tyto faktory se upravují nestandardními úpravami (více v kapitole 6.5) a je důležité je monitorovat kvůli změně během vykazovaného období. Informace o statických faktorech se obvykle získá při provádění energetického auditu, bez práce navíc.

Další statické faktory jsou např. sortimentní skladba, počet pracovních směn, velikost objektu a charakteristika jeho obálky, obsazenost s ohledem na počet osob a dobu trvání provozní postupy: výroba, osvětlení, větrání, regulace teploty, kancelářské a laboratorní zařízení – zatížení a provozní doba, doba odstávek.

Pro provedení úprav pro správné srovnání v základní rovnici je nutné věnovat pozornost statickým faktorům a zaznamenat jejich změny. V plánu M&V by mělo být uvedeno:

- ◆ jaké statické faktory mají být monitorovány
- ◆ statické faktory, které jsou již standardně zaznamenávány technickým personálem
- ◆ statické faktory, které je třeba speciálně zaznamenávat a kým

6.4 Vykazované období

Vykazovaným obdobím rozumíme období po instalaci energeticky úsporného opatření. Toto období by mělo obsahovat alespoň jeden úplný provozní cyklus, aby bylo možné plně charakterizovat efektivitu úspor ve všech běžných provozních režimech.

Délka každého vykazovaného období by měla být stanovena s patřičným zvážením doby používání energeticky úsporného opatření a pravděpodobného poklesu původně dosažených úspor v čase. Bez ohledu na délku vykazovaného období lze měření spotřeby ponechat v místě, aby v reálném čase poskytovalo zpětnou vazbu na provozní data obsluhujícímu personálu. Pokud se sníží četnost měření úspor po počátečním prokázání úspor, mohlo by být zintenzivněno další monitorování činností v objektu pro zajištění trvalého vytváření úspor.

6.4.1 Měření při zapnutí a vypnutí úsporného opatření - tzv. On/Off Test

Existuje-li možnost, že zařízení lze jednoduše vypnout a zapnout aniž by to negativně ovlivnilo činnost objektu, může se použít metoda měření při zapnutém energeticky úsporném opatření – vykazované období a vypnutém energeticky úsporném zařízení – výchozí stav. Rozdíl mezi těmito dvěma měřeními představuje úspory vytvořené zapojením energeticky úsporného opatření do provozu. Je však třeba určit hranice systému, aby bylo možné snadno zjistit rozdíl v měřené spotřebě energie, kdy je zařízení nebo systémy zapnuté nebo vypnuté. Časově sousedící období, využitá pro provedení On/Off testu, by měla být dostatečně dlouhá, aby představovala stabilní provoz. Období by rovněž měla zahrnovat okruh běžných činností v rámci objektu. Aby byl zahrnut běžný okruh činností, bude pravděpodobně třeba On/Off test opakovat při různých provozních režimech, jako např. v různých ročních obdobích nebo při různé produkci.

6.5 Základy pro úpravu

Výraz "úpravy" je v základní obecné rovnici použit pro upravení = opětovné nastavení podmínek - spotřeby nebo odběru ve výchozím období a ve vykazovaném období (např. byla provedena energetická rekonstrukce, ale rovněž výroba podniku byla letos nižší než v loňském roce). Tento výraz "úpravy" rozlišuje vykazování odpovídajících úspor od prostého porovnání nákladů nebo spotřeby před a po realizaci energeticky úsporného opatření. Jednoduchá porovnání nákladů na energie bez těchto úprav vykazují pouze změny nákladů a nevykazují skutečnou úspornost projektu. Pro náležité vykázání "úspor" musí úpravy doložit rozdíly v podmínkách mezi výchozím a vykazovaným obdobím.

Úpravy mohou být triviální, jednoduché nebo složité. Rozpočty na M&V obvykle určují, jak budou úpravy jednoduché nebo složité. Rozsah úprav závisí na potřebě přesnosti, složitosti faktorů ovlivňujících spotřebu energie a množství zařízení, jejichž úspornost se hodnotí (tj. "hranice systému"). Úpravy zahrnuté v základní rovnici by měly být vypočteny z identifikovatelných fyzikálních faktů o vlastnostech zařízení řídit spotřebu energie v rámci hranice systému. Jsou možné dva typy úprav:

- ◆ Standardní úpravy se provádějí u všech faktorů řídících spotřebu energie, u kterých se předpokládá, že se během vykazovaného období běžně mění, jako je počasí nebo množství produkce
- ◆ Nestandardní úpravy se provádějí u těch faktorů řídících spotřebu energie, u kterých se běžně nepředpokládá změna, jako např.: velikost objektu, konstrukce a provoz instalovaného zařízení, počet pracovních směn za týden nebo skladba zaměstnanců. Tyto statické faktory je třeba monitorovat kvůli změně během vykazovaného období

Vykazování vlivu ECM může být formou „nerealizovaných nákladů nebo „normalizované úspory“. Proto je důležité pochopit rozdíl.

6.5.1 Nerealizovaná spotřeba energie nebo nerealizované náklady

Při vykazování „úspor“ obvykle máme na mysli:

“Naše účty jsou nižší než by byly bez realizace ECM”.

Aby tento výrok odpovídal realitě, musíme určit, jaká by byla výše nákladů za vykazované období, pokud by bývalo nedošlo k realizaci projektu. Z tohoto důvodu musíme spotřeby energie nebo nákladů upravit ve výchozím období na podmínky vykazovaného období. Rozsah úprav se mění v jednotlivých obdobích z důvodu měnících se podmínek vykazovaného období. Jinými slovy u nerealizovaných nákladů platí, že: Mění se podmínky znamenají změnu úspor, i když ECM může být beze změny.

Platí následující rovnice:

$$\begin{aligned} &\textbf{Nerealizovaná spotřeba energie (úspory) =} \\ &\textbf{(výchozí spotřeba energie +/- standardní úpravy na podmínky vykazovaného období} \\ &\textbf{+/- nestandardní úpravy na podmínky vykazovaného období)-} \\ &\textbf{- spotřeba energie ve vykazovaném období} \end{aligned}$$

Což se dá zjednodušit na:

$$\begin{aligned} &\textbf{Nerealizovaná spotřeba energie (úspory) =} \\ &\textbf{upravená výchozí spotřeba energie - spotřeba energie ve vykazovaném období +/-} \\ &\textbf{+/- nestandardní úpravy} \end{aligned}$$

Upravená výchozí spotřeba energie se obvykle zjistí vytvořením matematického modelu, který uvádí do souladu data skutečné výchozí spotřeby energie s příslušnou nezávislou proměnnou (nebo proměnnými) ve výchozím období. Každá nezávislá proměnná vykazovaného období je pak vložena do tohoto matematického vzorce výchozího stavu ke stanovení upravené výchozí spotřeby energie.

6.5.2 Normalizované úspory

Ustálenější způsob vykazování úspor je:

“Za běžných podmínek by úspory bývaly byly”

Běžnými podmínkami zde rozumíme jakékoli pevně stanovené podmínky – např. dlouhodobý průměr.

Pro vykazování normalizovaných úspor je třeba, aby pro výchozí i vykazované období platily stejné běžné podmínky. Musíme tedy upravit spotřebu ve výchozím období na pevně stanovené běžné podmínky a spotřebu ve vykazovaném období na pevně stanovené běžné podmínky.

Platí následující rovnice:

$$\text{Normalizované úspory} = \frac{\text{(výchozí spotřeba energie +/- standardní úpravy na běžné podmínky} \\ \text{+/- nestandardní úpravy na běžné podmínky) - (spotřeba energie ve vykazovaném} \\ \text{období +/- standardní úpravy na běžné podmínky}}{\text{+/- nestandardní úpravy na běžné podmínky}}$$

Výpočet podmínek standardní úpravy vykazovaného období obvykle zahrnuje vytvoření matematického modelu, který uvádí do souladu spotřebu energie ve vykazovaném období s nezávislými proměnnými vykazovaného období. Tento model se pak používá k úpravě spotřeby energie ve vykazovaném období na zvolené běžné podmínky. A dále, pokud běžné nastavení podmínek není z výchozího období, používá se matematický model výchozí spotřeby energie rovněž pro úpravu výchozí spotřeby energie na zvolené běžné podmínky.

6.6 Provádění analýzy

Pro stanovení výchozí spotřeby energie a standardní úpravy na příslušné podmínky je vždy třeba specifikovat přesný způsob provádění analýzy dat, algoritmy a předpoklady, které budou použity při každém vykazování úspor. Pro každý použitý matematický model definujeme všechny jeho podmínky a rozsah nezávislých proměnných, pro které platí.

Výsledek analýzy může být jednoduchý uspořádaný seznam dvanácti měřených měsíčních hodnot spotřeby energie bez jakýchkoli úprav.

Často je však potřebné využít regresní analýzy, která popíše vztah mezi spotřebou energie a jednou nebo více neznámými, jako je např. venkovní teplota, denostupně, délka měřeného období, výroba, obsazenost a/nebo provozní režim.

Někdy také dojde na různá nastavení regresních parametrů pro každý okruh podmínek, jako je léto nebo zima u budov s rozdíly ve spotřebě energie v různých ročních obdobích (např. školní prázdniny).

Vhodnou formu analýzy je třeba volit se znalostí procesu nebo oblasti spotřeby, které se dané ECM dotýká.

6.7 Ceny energie

Ceny energií jsou komplexní a často se mění. Použijte správný kompletní ceník dodavatelů energie nebo pečlivě vybranou vhodnou marginální cenu. Použitá metoda oceňování musí být předem definovaná, mít logický vztah k současné struktuře sazeb, brát v úvahu spotřebu energie, odběr, dobu spotřeby a sezónní změny sazeb.

Úspory mohou být vyjádřeny

- ◆ Cenou z období, kdy byl navržen projekt (nebo podepsána smlouva)
- ◆ Cenou v době návrhu projektu zahrnující předpokládaný růstový inflační faktor
- ◆ Skutečnou cenou, protože ta se bude v budoucnu skutečně měnit

6.7.1 Způsob oceňování

Základní postup pro ocenění úspor lze shrnout do tří bodů:

- ♦ Vypočítat upravený výchozí stav (a případně upravené výchozí období) v energetických jednotkách
- ♦ Použít vhodnou cenu pro spotřebu jak v (upraveném) výchozím stavu, tak ve vykazovaném období pro stanovení jejich finanční hodnoty
- ♦ Vypočítat úspory nákladů

Úspory nákladů jsou stanoveny použitím příslušného cenového harmonogramu v následující rovnici:

$$\text{Úspory nákladů} = C_b - C_r$$

Kde:

C_b náklady na spotřebu energie ve výchozím období plus všechny úpravy

C_r náklady na spotřebu energie ve vykazovaném období plus všechny úpravy

IPMVP, sv. 1, rovnice 2 (kapitola 8.1)

Pokud cenová struktura dodavatelů energie zahrnuje různé ceny pro různé úrovně spotřeby v jednotlivých měsících:

- ♦ Pro varianty C a D - metodu hodnocení celého objektu použijte plnou cenovou strukturu pro spotřebovanou (a odebranou) energii. Pro použití zjednodušené jednotkové ceny musí být spotřeba za každý měsíc za stejnou cenu a všechny mimořádné výdaje musí být zahrnuty, proto je bezpečnější vždy použít plnou cenovou strukturu.
- ♦ Pro varianty A a B - metodu oddělené rekonstrukce použijte skutečnou marginální cenu. U metod oddělené rekonstrukce (varianty A a B) musí být cena za spotřebu energie stanovena v místě měření, může být případně odlišná od ceny stanovené dodavatelem energie. Vybírejte marginální cenu pečlivě, případně vypracujte několik prognóz.

Zajistěte rovněž, aby oceňování zahrnovalo všechny poplatky dodavatele energie za položky komodity, jako např. odběr (elektřiny nebo plynu), sazby ve špičce/mimo špičku, minimální odběry ("ratchets"), účinník, ztráty v transformátoru, přeplatky a nedoplatky, úpravy paliva, daň.

6.8 Specifikace měření a měřidel

Jak dlouho měřit? Délka vykazovaného období závisí na vašem záměru. Pokud chcete kontrolovat výkon, měřte vždy. Pokud chcete vykazovat dosažené úspory, měřte do té doby, než budou splněny vaše představy.

Je doporučováno zabránit slučování měřících a řídicích funkcí do jednoho systému přenosu a zpracování dat, pokud by výsledná rychlost zpracování nebo dostupná kapacita paměti mohla ohrozit jejich funkci.

6.8.1 Měření v rámci jednotlivých variant IPMVP

6.8.1.1 Měření oddělené rekonstrukce - varianta A i B

Oddělená rekonstrukce obvykle vyžaduje doplnění zvláštních měřidel buď na jednorázové, nebo nepřetržité měření. Tato měřidla mohou být instalována během energetického auditu, aby pomohla charakterizovat spotřebu energie před návrhem ECM. Měřidla mohou být také instalována pro měření výchozích hodnot zařízení pro plán M&V.

Měřit můžete například teplotu, vlhkost, průtok, tlak, provozní dobu zařízení, elektrickou nebo tepelnou energii na hranici systému.

Ve variantě A se měří pouze klíčové parametry, četnost měření se pohybuje od krátkodobého měření po kontinuální v závislosti na předpokládaných odchylkách měřeného parametru a délce vykazovaného období. Ve variantě B se měří všechny parametry a četnost měření se pohybuje od krátkodobého po kontinuální v závislosti na předpokládaných odchylkách v úsporách a délce vykazovaného období.

6.8.1.2 Měření v celém objektu – varianta C

Při měření spotřeby energie v celém objektu lze používat měřidla dodavatele energie. Jsou používána měřidla spotřeby energie, měřidla pro spotřebu celého objektu nebo podružná měřidla pro hodnocení energetické náročnosti celého objektu.

Data z měřidel dodavatele energie jsou pokládána za stoprocentně přesná pro stanovení úspor, protože definují platby za spotřebu energie. Kontinuální měření spotřeby energie celého objektu probíhá po celé vykazované období.

6.8.2 Měřicí přístroje

Při pořizování měřicího přístroje uvažujte v širším kontextu. Měli byste se zamyslet nad následujícími otázkami:

6.8.2.1 Měření elektřiny

Aby bylo měření elektrické energie přesné, měříme napětí, proud a účinník nebo skutečný RMS (efektivní hodnota - mohou být vykazovány pevnými digitálními přístroji pomocí přepočtu střední hodnoty – dražší přístroje), aby se řádně prokázal užitečný výkon. Měřidla jsou instalována v rámci energetického auditu.

6.8.2.2 Instalace

- ◆ Vždy dodržujte pokyny výrobce (pokud můžete!)
- ◆ Pokud potřebujete použít elektroinstalační trubky a/nebo skryt kabely jiným způsobem, náklady významně vzrostou. Je zde možné použít bezdrátový přenos?
- ◆ Použijte štítky a plomby pro ochranu měřidel a skříní před nepovolenou manipulací
- ◆ Chraňte měřicí přístroje před poškozením a zneužitím
- ◆ Digitální elektroměry při správné instalaci nevyžadují údržbu

6.8.2.3 Zprovoznění a kalibrace

- ◆ naprogramovat datové záznamníky na správné kanály
- ◆ správně nastavit fáze elektrických čidel a datových záznamníků
- ◆ zkontrolovat přenosné měřicí přístroje
- ◆ Před prvním použitím překalibrovat dle doporučení výrobce. Upravit četnost kalibrací na základě zkušeností v daném místě u konkrétního typu měřidla
- ◆ Počáteční „end to end“ („od začátku do konce“) kalibrace na místě – od měřeného množství po počítačový výstup
- ◆ Kalibrovat v jednom bodě nebo více bodech rozsahu

6.8.2.4 Údržba a provoz měřících přístrojů

Náklady na údržbu měřících přístrojů patří do rozpočtu plánu M&V.

Protože v datech vždycky vznikne nějaká chyba nebo se některá data ztratí, učiňte následující opatření:

Rozhodněte, jak hodnotit platnost jednotlivých dat, např. kontroly rozsahu, kontroly vzájemných vazeb, kontrola času na hodinách datového záznamníku, kontrolní součty přenášených dat. Naplánujte jak rozhodnout a co dělat v případě chybějících dat (tzn. kdy a jak je doplnit) nebo jestliže jsou data z měřicího přístroje mimo rozsah kalibrace. Stanovte míru chybných nebo ztracených dat, která bude označovat, že je nutná oprava měřicího systému.

6.8.2.5 Dokumentace měřených dat

Pro zachování dat a jejich pozdější archivaci věnujte čas řádné dokumentaci měřených dat.

- ◆ Zaznamenejte všechny úpravy prvotních dat
- ◆ Zaznamenejte všechny činnosti spojené s údržbou měřicího systému
- ◆ Zpracujte velké množství dat do užitečné informace např. grafickým vyjádřením významných vzájemných vztahů, jako je např. spotřeba paliva vs. výroba nebo venkovní teplota, kontrolou, zda hodnoty odpovídají rozsahu časového rámce dnů a ročního období
- ◆ Vypracujte postup archivace

6.9 Očekávaná přesnost

Měření jakéhokoli fyzikálního množství zahrnuje chyby, protože žádný měřicí přístroj není stoprocentně přesný. Chyby jsou rozdíly mezi pozorovanou a skutečnou spotřebou energie. Při postupu stanovování úspor brání chyby přesnému stanovení úspor.

Je proto důležité zhodnotit očekávanou přesnost v souvislosti s měřením, sběrem dat, vzorkováním a analýzou dat. Toto hodnocení by mělo zahrnovat kvalitativní a všechna proveditelná kvantitativní měřítka úrovně nejistoty při měření a úpravách, která budou použita v plánovaném vykazování úspor.

Charakteristické parametry při postupu stanovování úspor, které by měly být pozorně přezkoumány pro řízení přesnosti nebo nejistoty, jsou:

- ◆ Měření a regulace - chyby měřicího zařízení jsou způsobeny kalibrací, nepřesným měřením nebo nesprávným způsobem měření.
- ◆ Modelování - nemožnost nalézt matematické formulace, která plně popisuje všechny odchylky ve spotřebě energie. Chyby při modelování mohou být důsledkem nesprávné matematické formulace, zahrnutím irelevantních proměnných nebo vyloučením relevantních proměnných.
- ◆ Vzorkování - použití vzorku celého souboru položek nebo případů, aby byl zastoupen celý soubor, představuje chybu jako výsledek odchylek hodnot v rámci souboru nebo zkresleného vzorkování. Vzorkování lze provádět buď ve fyzickém smyslu (tzn. změřením pouze 2 % svítidel) nebo v časovém smyslu (okamžité měření pouze jednou za hodinu).
- ◆ Interaktivní vlivy (mimo hranici systému), které nejsou plně zahrnuty do metodiky výpočtu úspor.
- ◆ Upřednostnění odhadu parametrů při použití varianty A před měřením. Lze minimalizovat odchylku mezi odhadnutou hodnotou parametrů a její pravou hodnotou tím, že se bude věnovat zvýšená pozornost přezkoumání návrhu ECM, odhadnutí parametru a kontrole ECM po realizaci.

6.9.1 Přesnost měřících přístrojů

Přesnost rozhoduje o nákladech na měřicí přístroje, proto buďte pečliví! Dimenzujte měřicí přístroj na přiměřený rozsah a vyberte měřicí přístroj s ohledem na údaje vyskytující se nejčastěji.

- ◆ Specifikujte přesnost, jak je definována v příslušném průmyslovém standardu (např. ANSI C 12. – pro fakturační měření elektřiny)
- ◆ Jestliže je důležitá přesnost přesahující možnosti měřicího přístroje, použijte např. dvoustupňové průtokoměry: prvky vysokého a nízkého průtoku
- ◆ Ověřte si, zda výrobce měřidla udává přesnost jako „x% odečtu“ nebo „x% plného rozsahu“
- ◆ Správně se přesnost vykazuje současně s úrovní spolehlivosti, obvykle 90%. Měřidlo, jehož přesnost je $\pm 10\%$, by bylo označeno jako splňující kritérium 90/10
- ◆ Dát pozor na ztrátu přesnosti v důsledku „zkrácení“ datovou komunikací nebo softwarovým přenosem dat (8bitová data vs. 16bitová data)

Například na webové stránce EVO můžete vyhledat relevantní současné odkazy na metody měření. ASHRAE (2002), příloha A rovněž obsahuje užitečné informace o čidlech, kalibračních technikách, laboratorních normách pro měření a testovacích metodách pro chladiče, ventilátory, čerpadla, motory, kotle, pece, tepelné zásobníky a vzduchotechniku.

6.10 Rozpočet

Neexistuje absolutně správný výpočet úspor. Vždy se vyskytuje určitá míra nejistoty.

Co nejvíce ovlivňuje náklady na měření a verifikaci?

- ◆ Kvalita měřicích přístrojů
- ◆ Počet nezávislých proměnných, které mají být monitorovány
- ◆ Četnost měření a vykazování
- ◆ Délka výchozího a vykazovaného období
- ◆ Velikost vzorku, pokud nejsou měřena všechna zařízení
- ◆ Další využití informací z měřicích přístrojů kvůli rozložení nákladů na další činnosti

Stanovení úspor podle varianty A je nejméně nákladnou variantou, protože odhad je významně levnější než náklady na měření. Plánování nákladů na variantu A by mělo vzít v úvahu všechny prvky: analýzu, odhad, instalaci měřidel a průběžné náklady na odečítání a zaznamenávání dat.

Metody varianty B budou obecně obtížnější a nákladnější než metody varianty A. Varianta B však přinese spolehlivější výsledky tam, kde zatížení a/nebo vzorky úspor jsou kolísavé. Tyto dodatečné náklady jsou oprávněné, pokud je kontraktor odpovědný za všechny faktory ovlivňující úspory energie.

Náklady na variantu C závisí na zdroji získávaných energetických dat a na obtížnosti sledování statických faktorů v rámci hranice systému pro umožnění nestandardních úprav během vykazovaného období. Měřidla dodavatele energie nebo stávající podružná měřidla jsou dostačující, pokud jsou data z měřidel správně zaznamenávána. Toto řešení nevyžaduje žádné další dodatečné náklady. Náklady na sledování změn statických faktorů závisí na velikosti objektu, pravděpodobnosti změny statického faktoru, obtížnosti zaznamenání změn a na zavedených postupech kontroly dat v objektu.

6.11 Forma vykazování výsledků

Zprávy M&V by měly být napsány tak, aby byly pro ty, kteří je budou číst, srozumitelné. Je vhodné předem určit, jakým způsobem budou výsledky vykazovány a dokumentovány. Součástí plánu by měl být ukázkový výtisk zprávy. Kompletní vykazování M&V by mělo zahrnovat alespoň:

- ◆ Sledovaná data z vykazovaného období, časové údaje o začátku a konci období, kdy se provádělo měření, energetická data a hodnoty nezávislých proměnných.
- ◆ Popis a odůvodnění všech oprav, které byly provedeny u sledovaných dat.
- ◆ U varianty A odsouhlasené odhadnuté hodnoty.
- ◆ Soupis použitých cenových tarifů a cen energie.
- ◆ Všechny podrobnosti provedených nestandardních úprav výchozího stavu. Podrobnosti by měly zahrnovat vysvětlení změny podmínek od výchozího období, všechny sledované skutečnosti a předpoklady a technické výpočty vedoucí k úpravě.
- ◆ Vypočtené úspory v energetických a peněžních jednotkách.

6.12 Zajištění kvality

Pro další kroky se specifikují postupy zajišťování kvality, které budou použity při vykazování úspor a všechny předběžné kroky při přípravě předkládaných zpráv. Kromě již zmíněné odpovědnosti za monitorování. Sem patří např. i určení formy a času předávání dat, termíny zpracování zpráv a postup při řešení konfliktů či problémů.

6.13 Co má obsahovat zpráva o měření a verifikaci?

Důležité je porozumět těm, kteří zprávy přijímají (technický personál, management, zaměstnanci, atd.) a používat jejich „jazyk“. Četnost a načasování podávání zpráv by měly být v souladu s cykly objektu (např. předložení zprávy o úsporách v zimě během zimního období):

- ◆ Prvotní data za vykazované období
- ◆ Všechny opravy sledovaných dat a odůvodnění
- ◆ Odhad hodnot (u varianty A)
- ◆ Použité ceny energií
- ◆ Vysvětlení všech nestandardních úprav výchozího stavu
- ◆ Úspory v energetických a finančních jednotkách

7 OBLASTI UPLATNĚNÍ PLÁNŮ (M&V)

7.1 Současná praxe

V posledních letech jsme svědky vynakládání značných investic do zvyšování efektivity, inovací, instalací moderních technologií, zlepšování tepelně technických vlastností a tepelné pohody, snižování emisí a imisí zátěže a to zejména díky dotačním prostředkům ze státních prostředků i fondů Evropské unie. Příjemci dotačních prostředků jsou fyzické osoby, právnické osoby nebo veřejné subjekty. Jedná se o:

- ♦ Státní prostředky (např. EFEKT, PANEL, Zelená úsporám)
- ♦ Tématické operační programy (např. Operační program Životní prostředí, Operační program Podnikání a inovace, Operační program Věda a výzkum pro inovace atd.)
- ♦ Regionální operační programy (např. ROP NUTS)
- ♦ Operační programy Prahy (např. Operační program Praha Konkurenceschopnost)
- ♦ Evropskou územní spolupráci (např. Přeshraniční spolupráce)

Mimo tyto dotační prostředky lze využít smluv s poskytovateli energetických služeb typu EPC (Energy Performance Contracting) s garantovanou úsporou energie nebo zvýhodněných bankovních produktů.

U všech poskytovaných dotací jsou vyhodnocovány dosažené úspory paliv a energie – energetickým auditem, porovnáním spotřeby před a po realizaci, nebo - jako v projektech EPC - smluvně stanovenými postupy, které zohledňují vliv dalších faktorů na spotřebu paliv, energie a vody.

Doposud provedené průzkumy ukazují, že pravidelné vyhodnocování dosažených úspor paliv a energie a souvisejících nákladů je s výjimkou projektů EPC prováděna provozovateli a vlastníky budov a domů buď:

- ♦ jednorázově po realizaci úsporného opatření
- ♦ nebo vůbec

Pro měření a verifikaci energetických úspor není v ČR legislativně doposud stanovena jednotná metodologie, takže měření a verifikace se provádí způsoby, které závisí zejména na kvalitách energetického auditora (volba způsobu prokazování úspor, dostupnost relevantních dat apod.).

Doposud většina finančních institucí (v důsledku malé informovanosti) neuznává a zřejmě ani nedůvěřuje faktu, že realizací energeticky úsporných projektů může vzniknout významný tok peněz (cash flow), který může být spolehlivým zdrojem splácení úvěrů poskytnutých na tyto projekty. Nebo naopak, i přes prokazatelně dosažené úspory nejsou tyto prostředky vhodně použity, ale může docházet až k paradoxním případům. Např. areál v majetku města hospodaří s přidělenými prostředky. V případě, že se odpovědná osoba chová uvědoměle (realizuje úsporná opatření), snižuje tak spotřebu energie i náklady na energii. O tyto náklady se jim následující rok krátí rozpočet, kterým disponují na provoz areálu. Nejsou zde zohledněny například klimatické podmínky, které mohou spotřebu energie adekvátně navýšit. Z pohledu poskytovatele provozních prostředků se tak při nepochopení problematiky může realizace opatření jevit jako značně neefektivní.

V ČR je stále problematika financování projektů energetických úspor opomíjená, úspory energie stále nejsou prioritou. Situace se ale pomalu zlepšuje, některé finanční domy formují týmy zaměřené na energetiku, které vidí potenciál v energetických úsporách a jejichž cílem je vytvořit standardní produkt pro oblast energetických úspor.

7.1.1 *Názory odborné veřejnosti, EPC*

Zatímco odborníci jsou přesvědčeni o tom, že podrobné, i když nákladnější zpracování plánu M&V přinese následně větší „jistotu“ energetických úspor a tím bezpečnější investici, investory spíše zajímají počáteční náklady na projekt a nejsou nuceni legislativou ani jiným způsobem k podrobnému zpracování nebo výpočtu energetických úspor.

Výjimkou jsou služby EPC. Společnosti ESCO, které zajišťují svým klientům komplexní energeticky úsporné projekty a nesou finanční riziko investic do těchto projektů, již dnes ve smlouvách mají uvedeny způsoby, jak budou ověřovat dosažené úspory. I ony však souhlasí se zpracováním tohoto postupu ve formě M&V plánu. Po vyškolení v IPMVP v rámci projektu PERMANENT (více informací o projektu naleznete na internetových stránkách <http://www.permanent-project.eu/national-pages/ceska-republika/>) se členové Asociace poskytovatelů energetických služeb se zaručeným výsledkem (APES) dohodli, že M&V plán se bude zpracovávat jako součást standardních smluv EPC.

7.1.2 *Uplatnění měření a verifikace na českém trhu*

Měření a verifikace energetických úspor by měla být používána za účelem zvýšení energetické efektivity téměř ve všech odvětvích činnosti. Jelikož platí rčení, že „co nemůžeme měřit, nemůžeme ani řídit“, dobré řízení významných energetických toků se neobejde bez měření a jeho pravidelného vyhodnocování.

7.1.2.1 *Spotřebitelé energie- průmyslové podniky, které realizující energeticky úsporné projekty*

Spotřebitelé energie se snaží řídit všechny důležité aspekty, které mají vliv na jejich konkurenceschopnost. Nemělo by se přitom zapomínat na důležité toky materiálu a energie, které často tvoří významnou část podnikových nákladů.

V průmyslových podnicích, kde dochází k realizaci projektů energeticky úsporných opatření, které jsou spolufinancovány z dotačních programů EU – např. OPPI - Operační program podnikání a inovace – podprogram Eko-energie a OPŽP - Operační program Životní prostředí, v rámci obdržení dotace se musí prokázat dosažená úspora energie a její trvání i v následujících letech.

7.1.2.2 *Spotřebitelé energie – realizujícími energeticky úsporné projekty v budovách*

V rámci zlepšení tepelně technických vlastností a tepelné pohody veřejných budov a domů pro bydlení, ke kterým došlo zejména díky dotacím – ze zdrojů evropských dotačních programů, programu PANEL, Zelené úsporám, OPŽP, musí také dojít k doložení a prokázání úspor.

7.1.2.3 *Energetici*

Energetici z průmyslových podniků a budov použijí plán měření a verifikace po realizaci energeticky úsporných opatření k řízení energetické hospodárství.

7.1.2.4 *Správci budov*

Správci a manažeři budov, kteří potřebují doložit a prokázat odchylky ve spotřebě při platbě za energie, rozdíly v rozpočtu na spotřebu nebo kteří potřebují prokázat kvalitu environmentálního provozu budov.

7.1.2.5 Projektanti

Projektanti nových budov nebo rekonstrukcí, kteří chtějí, aby jejich budova byla ohodnocena jako „šetrná“ budova v rámci udržitelného rozvoje (výstavby).

7.1.2.6 Podniky, které chtějí pro zvýšení konkurenceschopnosti použít dobrovolné přístupy

Metodika měření a verifikace je součástí diagnostické metody (Vstupní hodnocení možnosti inovací udržitelné spotřeby a výroby v podnicích) aplikované v podnicích v rámci zlepšení jejich konkurenceschopnosti pomocí eko-efektivních přístupů. Po analýze jednotlivých částí podniku (procesů, účinnosti využívání materiálových a energetických toků, systémů řízení, zájmových skupin a životního cyklu produktů) a návrhu vhodného inovačního projektu (realizaci opatření a dobrovolných přístupů) dochází ke sledování a prokazování dosažených efektů právě pomocí měření a verifikace.

7.1.3 Vhodnost použití variant IPMVP

Při rozhodování se o způsobu ověření generovaných úspor, doporučujeme vycházet z rekapitulační tabulky, která obsahuje nejpodstatnější údaje, které je zapotřebí brát v úvahu.

Tab. 1 Rekapitulační tabulka varianty IPMVP

Variantha IPMVP	Způsob počítání úspor	Typická použití
A. Oddělená rekonstrukce: měření klíčových parametrů Úspory jsou určovány oblastí měření klíčových parametrů hospodárnosti, které definují spotřebu energie systému ovlivněného ECM a/nebo úspěšností projektu. Četnost měření se pohybuje od krátkodobého měření po kontinuální v závislosti na předpokládaných odchylkách měřeného parametru a délce vykazovaného období. Parametry, které nebyly zvoleny pro oblast měření, jsou odhadnuty. Odhady mohou vycházet z historických dat, specifikací výrobce nebo technického úsudku. Požaduje se dokumentace zdroje nebo doložení odhadovaného parametru. Hodnotí se přijatelná chyba výpočtu úspor vyplývající spíše z odhadu než z měření.	Technické výpočty spotřeby energie ve výchozím a vykazovaném období od: 1) krátkodobých nebo kontinuálních měření klíčových provozních parametrů; 2) odhadovaných hodnot. Standardní a nestandardní úpravy podle potřeby.	Rekonstrukce osvětlení, kde klíčovým parametrem hospodárnosti je příkon, měřený periodicky. Odhad provozních hodin osvětlení vycházející z harmonogramu obsazenosti budovy a chování uživatelů budovy.
B. Oddělená rekonstrukce: měření všech parametrů Úspory jsou určovány podle oblasti měření spotřeby energie systému ovlivněného realizací ECM. Četnost měření se pohybuje od krátkodobého po kontinuální v závislosti na předpokládaných odchylkách v úsporách a délce vykazovaného období.	Krátkodobá nebo kontinuální měření spotřeby energie ve výchozím a vykazovaném období a/nebo technické výpočty používající měření zástupných parametrů spotřeby energie. Standardní a nestandardní úpravy podle potřeby.	Použití pohonu s regulací otáček a ovládacích prvků u motoru k úpravě průtoku čerpadla. Měření elektrické energie pomocí instalovaného elektroměru na přívodu motoru, který ukazuje spotřebu elektřiny každou minutu. Během výchozího období je tento elektroměr v místě týden pro potvrzení trvalého zatížení. Elektroměr je v místě po celé vykazované období kvůli sledování odchylek ve spotřebě elektřiny.
C. Celý objekt Úspory jsou určovány pomocí měření spotřeby energie v celém objektu nebo v části objektu. Kontinuální měření spotřeby energie celého objektu probíhá po celé vykazované období.	Analýza naměřených dat (energie) výchozího a vykazovaného období celého objektu. Standardní úpravy podle potřeby za použití metod jako je jednoduché srovnání nebo regresní analýza. Nestandardní úpravy podle potřeby.	Mnohostranný program energetického managementu ovlivňující mnoho systémů v objektu. Měření spotřeby energie pomocí elektroměrů a plynometrů po dobu dvanácti měsíců výchozího období a po celé vykazované období.
D. Kalibrovaná simulace Úspory jsou určovány pomocí simulace spotřeby energie v celém objektu nebo v části objektu. Simulační postupy jsou předvedeny pro odpovídající modelování skutečné energetické náročnosti měřené v objektu. Tato varianta obvykle vyžaduje značnou znalost kalibrování simulace.	Simulace spotřeby energie kalibrovaná pomocí hodinových nebo měsíčních údajů na fakturách za energii. Měření konečné spotřeby energie může pomoci upřesnit vstupní data.	Mnohostranný program energetického managementu ovlivňující mnoho systémů v objektu, kde ale ve výchozím období neexistovala žádná měřidla. Měření spotřeby energie, která po instalaci plynometrů a elektroměrů jsou použita ke kalibraci simulace. Výchozí spotřeba energie, určená ke kalibrování simulace, je porovnávána se simulací spotřeby energie ve vykazovaném období.
Zdroj dat: Mezinárodní protokol pro měření a ověřování hospodárnosti		

8 PŘÍKLADY POUŽITÍ V PRAXI

8.1 Administrativní budova

8.1.1 Stávající stav

Realizace energeticky úsporného objektu je plánována u středně velké administrativní budovy. Byl proveden energetický audit, který určil oblasti spotřeby energie, ve kterých je třeba zlepšení. Zároveň bylo v auditu navrženo několik energeticky úsporných opatření, jež k takovému zlepšení vedou a dosahují i dobrého ekonomického hodnocení. Na tomto základě byl pak zpracován projekt. Jeho součástí je zateplení střechy a obvodových stěn, výměna oken a dveří, dále sem patří zlepšení regulace otopné soustavy pomocí termoregulačních ventilů a rekonstrukce osvětlovacích soustav s osazením úsporných svítidel. Posledním opatřením projektu je instalace fotovoltaické elektrárny na střeše objektu.

Obr. 4 Administrativní budova – průčelí



Energetický audit kalkuloval roční úpory (resp. výrobu) energie následovně:

- | | |
|---|-------------|
| ♦ Pro opatření týkající se vytápění (tedy zateplení střechy a stěn, výměna oken a dveří a regulace otopné soustavy) | 1 900 GJ |
| ♦ Pro rekonstrukci osvětlení | 230 000 kWh |
| ♦ Pro fotovoltaickou elektrárnu | 20 400 kWh |

8.1.2 Výběr varianty IPMVP

Realizovaný projekt zasahuje oblast spotřeby energie (zemního plynu) na vytápění a spotřebu elektřiny na osvětlení. Fotovoltaická elektrárna je v podstatě na budově jen umístěna a dodává vyrobenou elektřinu do veřejné sítě, má instalován vlastní měřič vyrobené (dodané) elektrické energie. Z těchto důvodů bylo dohodnuto, že stanovení úspor bude provedeno dvěma variantami IPMVP.

8.1.2.1 Vytápění (oblast 1)

Pro opatření týkající se vytápění (tedy zateplení střechy a stěn, výměna oken a dveří a regulace otopné soustavy) bude použit IPMVP, svazek I, EVO 10000 - 1:2010, varianta C, neboť se jedná o více opatření, která se navzájem ovlivňují a nemohou být změřena samostatně.

8.1.2.2 Osvětlení (oblast 2)

Elektřina na osvětlení není měřena zvláštním měřičem a zapojení osvětlovacích soustav to ani jednoduše neumožňuje. Pro vyhodnocení přínosů z rekonstrukce osvětlovacích soustav byl proto zvolen IPMVP, svazek I, EVO 10000 - 1:2010, varianta A. Bude změřen příkon osvětlení v jednotlivých rozváděčích před a po realizaci opatření a použit odhad provozních hodin.

8.1.2.3 Fotovoltaická elektrárna (oblast 3)

Postup dle IPMVP, svazek I, EVO 10000 - 1:2010 (varianta C) byl vybrán i pro verifikaci přínosů fotovoltaické elektrárny. Zde bude k dispozici měření vyrobené elektřiny a bude sledováno měsíční trvání slunečního svitu.

8.1.3 Co ovlivňuje návrh M&V

Na realizaci projektu byla přidělena dotace a je třeba prokázat roční nerealizované náklady vztahující se k roku 2007 (resp. období 2005-2007), který je zvolen jako výchozí období. V případě fotovoltaické elektrárny bude vyhodnocena její výroba elektřiny.

Objekt je využíván celoročně ve všední dny.

Spotřeba elektřiny a zemního plynu (resp. tepla) jsou měřeny pouze fakturačními měřidly s měsíční periodou odečtu. Objekt má sice vlastní plynovou kotelnu, ale tu provozuje externí firma, která dodává budově teplo.

Spotřeba energie na vytápění je ovlivněna venkovní teplotou. Data pro lokalitu jsou snadno dostupná od meteorologického ústavu na jeho internetových stránkách (www.chmi.cz, resp. pro stanici Praha - Karlův na www.tzb-info.cz).

Již jsme konstatovali, že fotovoltaická elektrárna je na systémech budovy nezávislá. Výroba elektřiny je ovlivňována mnoha různými faktory, které je velmi obtížné sledovat a jejich vliv se projevuje v řádu několika procent. K dispozici je pouze měsíční trvání slunečního svitu (www.chmi.cz).

8.1.4 Hranice měření

Stanovení hranice měření s ohledem na stávající způsob měření a charakter úsporných opatření.

- ♦ oblast 1) Vyhodnocení úspor energie na vytápění bude provedeno pro celý objekt, systémová hranice ho tedy zahrnuje. Využito bude fakturační měření.
- ♦ oblast 2) Systémová hranice pro vyhodnocení osvětlení zahrnuje osvětlovací soustavy. Není zde osazeno kontinuální měření, ale bude provedeno jednorázové v jednotlivých rozváděčích.
- ♦ oblast 3) Fotovoltaická elektrárna je samostatný systém s vlastním měřením vyrobené elektřiny a bude posuzován samostatně.

8.1.5 Nezávislé proměnné

Faktory, které ovlivňují spotřebu energie:

- ♦ oblast 1) Spotřeba energie na vytápění je ovlivněna venkovní teplotou. Tento parametr je vyjádřen v podobě denostupňů.
- ♦ oblast 2) Osvětlení je ovlivněno v průběhu roku různou délkou dne, případně povětrnostními podmínkami, a také uživateli. Tyto vlivy jsou postiženy provozními hodinami, které jsou stanoveny odhadem a předpokládá se, že jsou stejné i po realizaci opatření. Provoz svítidel ovlivňuje potřebu tepelné energie, tento vliv je malý a zahrnuje ho způsob vyhodnocení v oblasti 1).
- ♦ oblast 3) Výroba elektřiny je ovlivňována mnoha různými faktory, které je velmi obtížné sledovat (délka a denní doba slunečního svitu, teplota panelů, apod.) a jejich vliv se projevuje v řádu několika procent. Bylo dohodnuto, že jejich vliv bude považován za neměnný. Bude sledováno pouze měsíční trvání slunečního svitu.

8.1.6 Statické faktory

Další faktory, které se podílejí na spotřebě energie:

- ♦ oblast 1) Vytápění ovlivňuje nastavení vnitřní vytápěcí teploty, míra větrání, provozní režim budovy a chování uživatelů. Tyto faktory jsou popsány v energetickém auditu. Běžný provoz budovy je celoročně ve všední dny od 6 do 20 hodin. V budově pracuje průměrně 150 zaměstnanců. Budova je větrána přirozeně okny. Vnitřní teplota je v době pobytu osob udržována na 22 °C mimo tuto dobu jsou prováděny teplotní útlumy o 2÷4 °C. Regulace otopné soustavy je ekvitermní. Tvar budovy se opatřením nemění.
- ♦ oblast 2) Spotřeba elektřiny osvětlení je závislá výrazně na době provozu a uživatelích. Tento vliv je vyjádřen dohodnutým počtem provozních hodin soustavy ve výši 2 450 h v plném příkonu.
- ♦ oblast 3) Činnost fotovoltaické elektrárny ovlivňuje větší množství faktorů. Patří mezi ně sklon a orientace panelů, teplota panelů, intenzita dopadajícího záření, počasí (především oblačnost) apod. Při návrhu projektu byly některé tyto parametry definovány tzv. klimaticky normálním rokem stanoveným z dlouhodobých průměrů. Fotovoltaický systém (plocha cca 164 m²) se sklonem 34° o výkonu 21 kW_p s polykrystalickými články a účinností 12,4 % má předpokládané ztráty na stejnosměrné straně systému ve výši 5 %, účinností střídače 95 %, a ztráty na střídavé straně a při transformaci ve výši 4 %.

Změnu statických faktorů oznámí konzultantovi správce vždy při předání dat pro analýzu a zpracování pravidelné zprávy.

8.1.7 Měřicí zařízení

Měření spotřeby energie:

- ♦ oblast 1) Spotřeba zemního plynu (resp. tepla) je měřena fakturačním měřidlem dodávky z veřejného systému s přesností ± 0 % (dle smluvního ustanovení dodavatele).
- ♦ oblast 2) Příkon elektřiny (v kW) bude změřen kalibrovaným RMS wattmetrem s možností záznamu naměřených dat. Toto měřidlo má jmenovitou přesnost ± 1 % z měřené hodnoty.
- ♦ oblast 3) Výroba elektřiny, resp. její dodávka do distribuční soustavy (v kWh) byla měřena fakturačním elektroměrem s přesností ± 0% (dle smluvního ustanovení s distribuční společností).

8.1.8 Postup měření

V případě využití fakturačních měřidel (oblast 1 a 3) bude prováděn pravidelní měsíční ruční odečet stavu vždy 1. den v měsíci v 8:00 hodin. Provozovatel stanovil odpovědnost za provádění odečtů vedoucímu údržby.

U opatření na osvětlení bude změřen maximální příkon osvětlení v jednotlivých rozvaděčích před realizací opatření. Po rekonstrukci soustavy bude měření zopakováno. Měření provede konzultant.

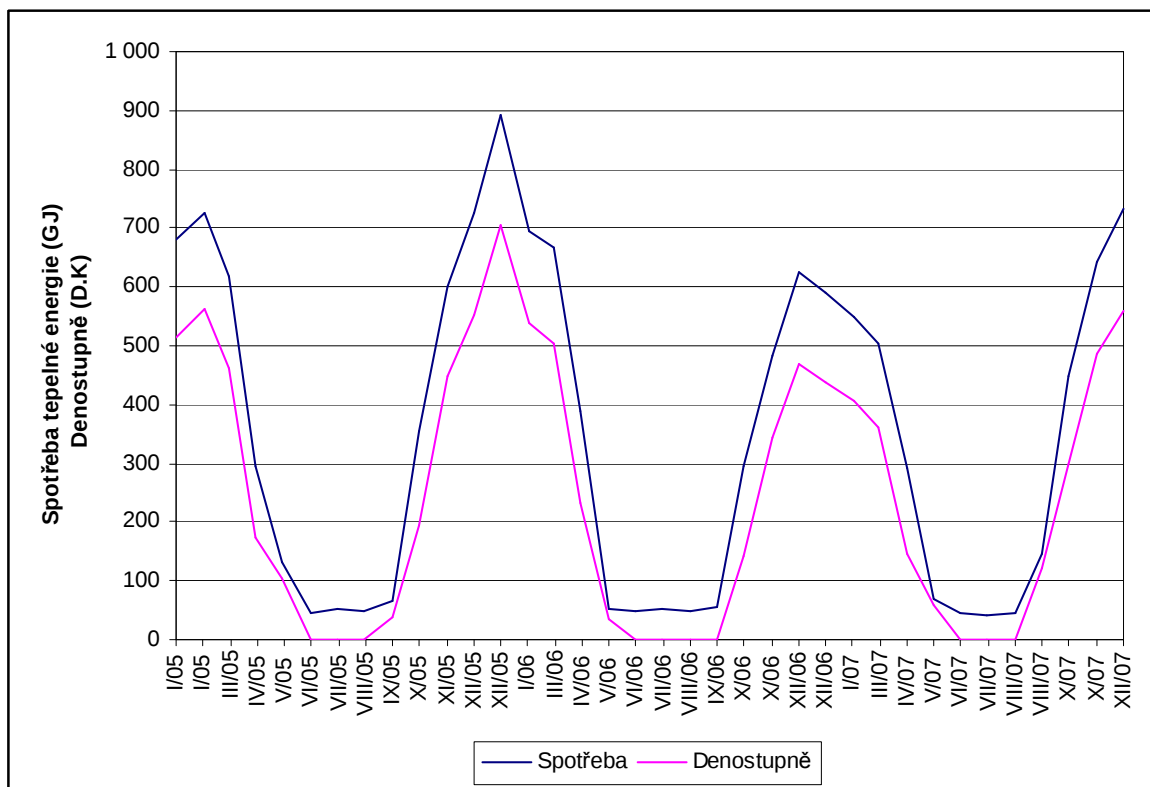
Dalším potřebným parametrem je průměrná venkovní teplota. Obsluha kotelny neprovádí vlastní měření, proto bude využito dat z meteorologické stanice Praha - Karlov dostupných na internetových stránkách www.tzb-info.cz. Z internetových stránek www.chmi.cz pak budou převzata data o měsíčním trvání slunečního svitu. Tyto údaje si zjistí konzultant při zpracování zpráv.

8.1.9 Výchozí údaje (baseline)

8.1.9.1 Vytápění

Pro hodnocení přínosů úsporného opatření bude vytvořen matematický model popisující původní závislost spotřeby tepla na denostupních. Výchozí údaje o vytápění byly získány za roky 2005 - 2007 a jsou znázorněny na Obr. 5. Tato data rozumně odrážejí celý rozsah spotřeby tepla pro typickou otopnou sezónu, která zahrnuje celou řadu typických podmínek zatížení.

Obr. 5 Výchozí údaje o měsíční spotřebě tepelné energie a denostupních



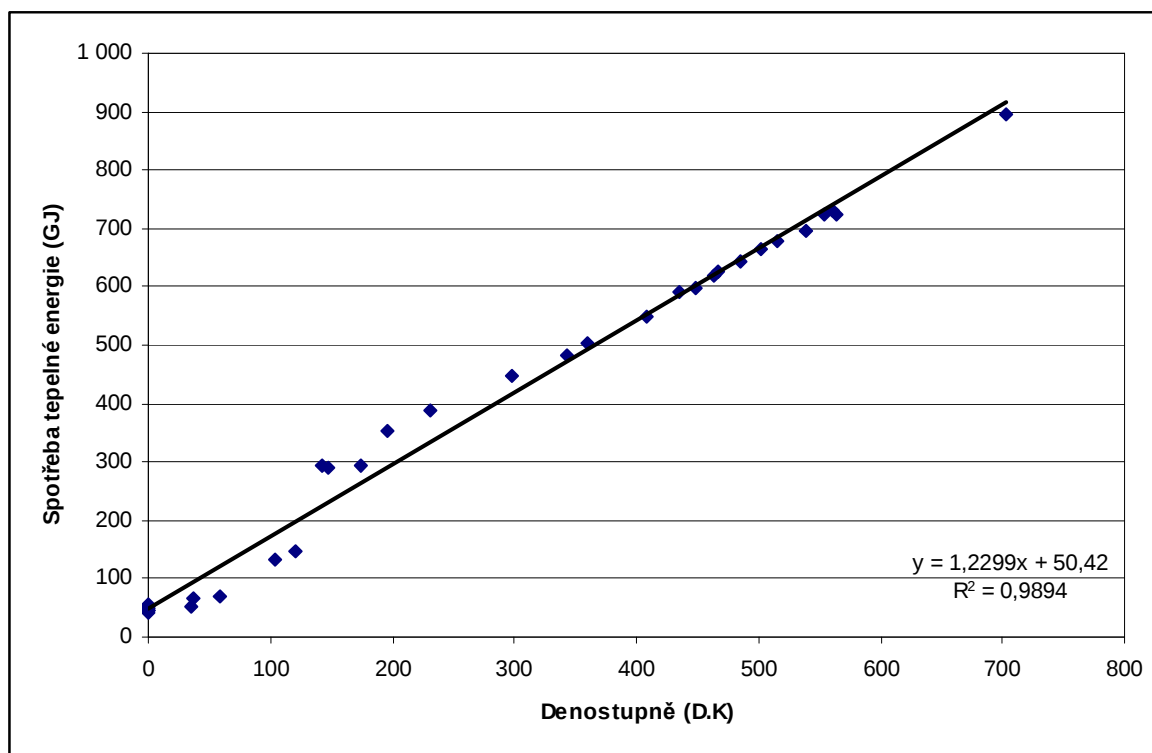
Regresní analýza výchozích údajů (na Obr. 6) stanovila rovnici výpočtu měsíční spotřeby tepla v objektu ve výchozím období takto:

$$\text{Měsíční spotřeba tepelné energie (GJ)} = (1,2299 \cdot \text{Denostupně (D.K)}) + 50,42$$

Rovnice 1

Vzhledem k tomu, že regresní analýza měla velmi dobrý parametr hodnoty spolehlivosti R^2 (99 %), bylo potvrzeno, že chování otopného systému je lineární v celém rozsahu dodávky tepelné energie. Rovnice 1 bude použita ke stanovení energetické náročnosti vytápění budovy ve výchozím období pro odvození úspory.

Obr. 6 Lineární regresní analýza výchozích údajů o měsíční spotřebě tepelné energie



8.1.9.2 Osvětlení

Pro osvětlení bylo 17.4.2006 provedeno měření příkonu osvětlovací soustavy. Změřené hodnoty jsou výchozími pro vyhodnocení dosažených úspor. Bylo dohodnuto, že počet provozních hodin soustavy v plném příkonu je 2 450 h.

Tab. 2 Měření příkonu osvětlení

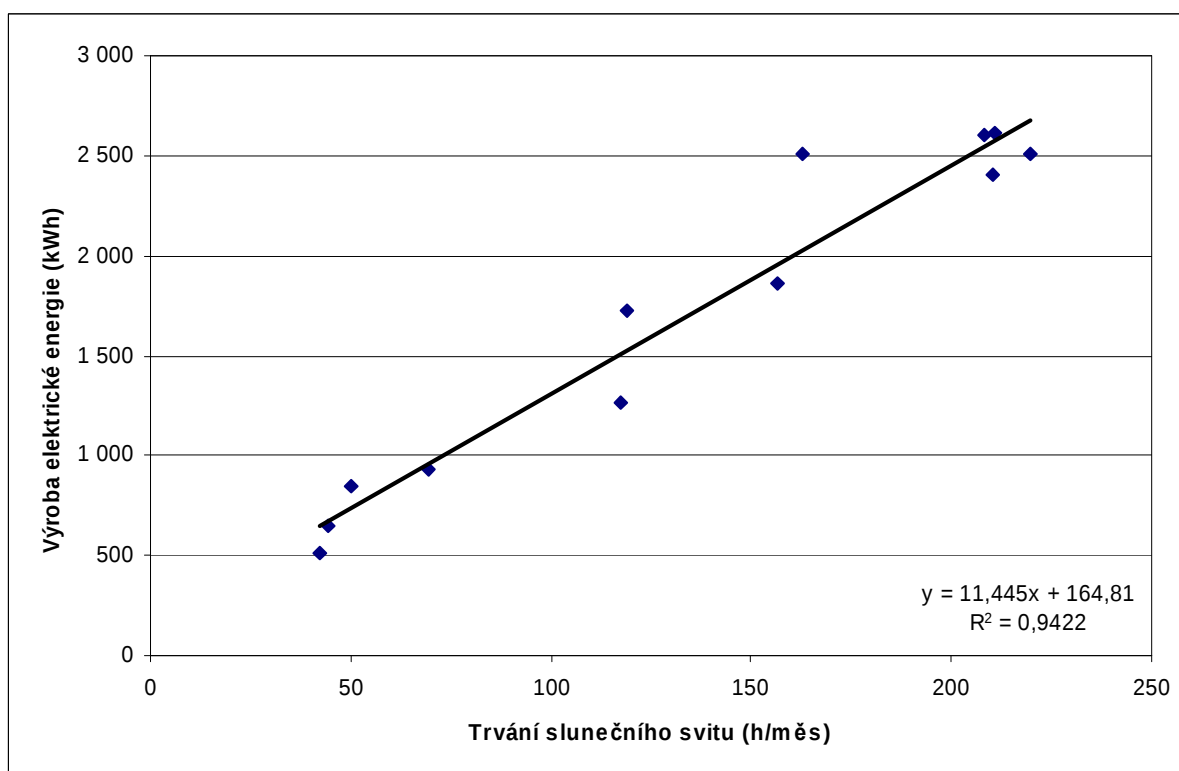
Rozvaděč č.	Příkon před realizací (kW)
1.1	12,5
1.2	17,9
2.1	23,4
3.1	24,1
4.1	22,3
Celkem	100,2

Pro odhad počtu provozních hodin byly využity podklady z energetického auditu, který předpokládá v průměru denní vytížení osvětlení 9,8 h ve všední dny (250 dní). Jde o odhad provozovatele budovy.

8.1.9.3 Fotovoltaická elektrárna

Výchozí stav výroby elektřiny fotovoltaickým systémem je nulový a verifikovat se bude vyrobené množství elektřiny. Předpoklad výroby byl stanoven na základě dlouhodobých klimatických normálů.

Obr. 7 Lineární regresní analýza výchozích údajů o předpokládané výrobě elektrické energie



Regresní analýza výchozích údajů (na Obr. 7) stanovila rovnici výpočtu měsíční výrobu elektrické energie ve výchozím období takto:

$$\text{Měsíční výroba elektrické energie (kWh)} = (11,445 \cdot \text{Trvání slunečního svitu (h)}) + 164,81$$

Rovnice 2

Vzhledem k tomu, že regresní analýza měla velmi dobrý parametr hodnoty spolehlivosti R^2 (94 %), bylo potvrzeno, že chování fotovoltaického systému je lineární v předpokládaném rozsahu výroby elektřiny. Rovnice 2 bude použita ke stanovení očekávaného množství vyrobené elektrické energie.

8.1.10 Metoda výpočtu a vypočtené hodnoty

Nerealizovaná spotřeba (úspory) bude určena pro tento projekt za použití protokolu IPMVP Vol.1 2010 dle rovnice 1b následovně:

Nerealizovaná spotřeba energie (či úspory) = upravená výchozí spotřeba energie

– spotřeba energie ve vykazovaném období ± nestandardní úpravy

Rovnice 3

8.1.11 Analýza vykazovaného období

Vyhodnocování (oblast 1 a 3) bude probíhat celý rok po realizaci projektu a to v měsíčním intervalu. Toto průběžné vyhodnocování přispívá i k dosažení vyšších úspor, neboť v sobě obsahuje prvky energetického managementu.

Úspory v oblasti osvětlení (2) budou vyhodnoceny jednorázovým měřením pro celé období.

8.1.12 Cena energie

- ♦ oblast 1) Ocenění úspor nákladů na vytápění bude provedeno s aktuální průměrnou cenou tepla v daném období. Fakturace probíhá měsíčně s jednosložkovou cenou.
- ♦ oblast 2) Vyhodnocení úspor v osvětlení bude provedeno pouze s variabilní složkou ceny fakturované elektřiny. Fakturace je jednotarifní. Není plánována změna sazby elektřiny, proto stálé (měsíční) platby zůstanou v původní výši.
- ♦ oblast 3) Fotovoltaická elektrárna bude dodávat elektřinu do veřejné sítě. Pro výpočet přínosu bude použita výkupní cena elektřiny podle rozhodnutí ERÚ pro příslušný rok.

8.1.13 Cena za měření

Náklady na hardware potřebný pro účely měření a verifikace nejsou žádné, protože všechna nezbytná měřidla a systémy jsou již nainstalována. M&V náklady se skládají z nákladů na tvorbu M&V plánu, nákladů na analýzu dat před realizací opatření a nákladů na pravidelné podávání zpráv. Zhotovitel bude účtovat X,- Kč za zpracování M&V plánu a analýzu dat před realizací opatření a Y,- Kč za tvorbu měsíčních zpráv v prvním roce.

8.1.14 Přesnost

Regresní analýza výchozího období (baseline) ukázala dobrou korelaci spotřeby tepelné energie a denostupňů ($R^2 = 99\%$), resp. výroby elektřiny PV systémem a trvání slunečního svitu ($R^2 = 94\%$). Přesnost elektroměru se pohybuje v přijatelné úrovni $\pm 1\%$. Fakturační měřidla mají ještě vyšší přesnost.

Pro úspory ve vytápění je t-statistika koeficientu denostupňů 33,5, což je vysoko nad kritickou hodnotou (2,20) i při 95 % spolehlivosti.

Přesnost určení výroby elektřiny PV systémem je dána pouze přesností fakturačního měřidla a je tedy na dostatečné úrovni.

8.1.15 Kontrola kvality

Správce budovy poskytl nezbytné informace pro tvorbu M&V plánu a má možnost kontrolovat naměřené spotřeby energie. Analýza dat z období před realizací opatření a měsíční zprávy budou zpracovány vždy do dvou týdnů od obdržení kompletního souboru dat

pro analýzu. Zároveň s těmito daty oznámí správce budovy i případné změny statických faktorů.

Stanovení skutečné energetické úspory a úspory nákladů se řídilo metodikou IPMVP I, EVO 10000 - 1:2010.

8.1.16 Zpráva o výsledcích realizovaného opatření

Realizace projektu byla dokončena v prosinci roku 2009. Jako vyhodnocovaný rok tak byl zvolen rok 2010.

Obr. 8 Administrativní budova – po realizaci opatření



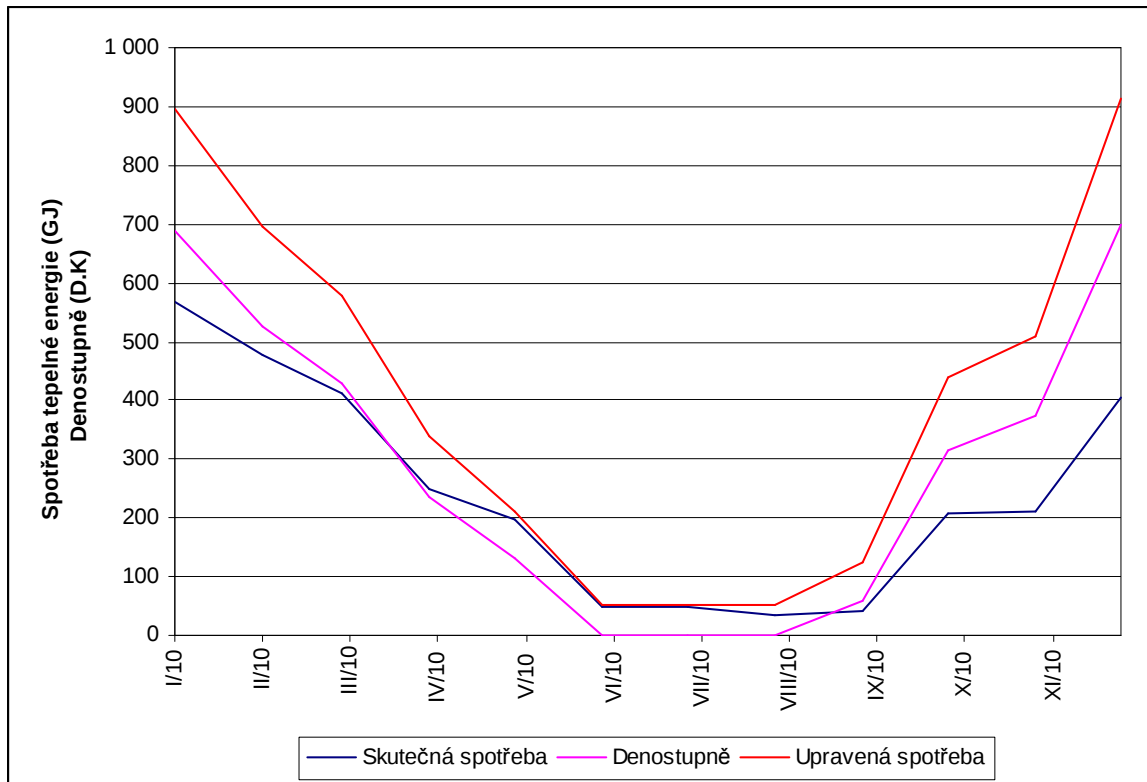
8.1.16.1 Vytápění

Byly prováděny měsíční odečty fakturačního měřidla a byly získány průměrné měsíční teploty a topné dny pro stanovení denostupňů. Pomocí rovnice lineární regrese a denostupňů byla vypočítána upravená spotřeba tepla a vyčíslen rozdíl mezi ní a skutečnou spotřebou, tedy úspora tepla. Průměrná cena tepla v roce 2010 byla 467,5 Kč vč. DPH/GJ.

Tab. 3 Vyhodnocení spotřeba tepla po realizaci projektu a denostupně v roce 2010

Měsíc	Skutečná spotřeba tepla	Denostupně	Upravená spotřeba tepla	Nerealizovaná spotřeba (úspora)	Úspora nákladů na teplo
	GJ	D.K	GJ	GJ	Kč
I/10	566	687,0	895	329	153 874
II/10	477	524,9	696	219	102 526
III/10	412	428,3	577	165	77 132
IV/10	250	235,7	340	91	42 449
V/10	198	131,3	212	14	6 319
VI/10	47	0,0	50	3	1 599
VII/10	48	0,0	50	2	1 131
VIII/10	36	0,0	50	14	6 741
IX/10	42	59,1	123	81	37 842
X/10	209	316,3	439	231	107 956
XI/10	212	372,9	509	297	139 054
XII/10	406	700,5	912	506	236 657
Celkem	2 902	3 456	4 856	1 954	913 279

Obr. 9 Údaje o měsíční spotřebě tepelné energie a denostupních po realizaci projektu



8.1.16.2 Osvětlení

Po realizaci projektu bylo provedeno znovu měření příkonu osvětlovací soustavy. Měření bylo provedeno 13.3.2010 stejným přístrojem jako úvodní.

Tab. 4 Měření příkonu osvětlení pro realizaci opatření

Rozvaděč č.	Příkon před realizací (kW)	Příkon po realizaci (kW)	Rozdíl (kW)
1.1	12,5	3,7	8,8
1.2	17,9	5,2	12,7
2.1	23,4	6,4	17
3.1	24,1	6,9	17,2
4.1	22,3	6,6	15,7
Celkem	100,2	28,8	71,4

Snížení příkonu osvětlovací soustavy bylo vynásobeno dohodnutým počtem provozních hodin 2 450, úspora elektřiny tak byla vyčíslena ve výši 175 000 kWh. Cena proměnné složky elektrické energie v roce 2010 byla 3,32523 Kč bez DPH/kWh, tj. 3,990276 Kč vč. DPH/kWh. Úspora nákladů na osvětlení je 698 000 Kč.

8.1.16.3 Fotovoltaická elektrárna

Byly prováděny měsíční odečty fakturačního měřidla a výroba elektřiny je přímou úsporou opatření. Pro ověření, zda bylo dosaženo předpokládané úspory, byla vypočtena i očekávaná výroba elektřiny na základě trvání slunečního svitu (získaného z údajů na www.chmi.cz).

Výkupní cena dle rozhodnutí ERÚ pro rok 2010 je 13,150 Kč bez DPH/kWh, tzn. 15,780 Kč vč. DPH/kWh.

Tab. 5 Výroba elektřiny ve FVE po realizaci projektu

Měsíc	Výroba elektřiny	Výnos z prodeje	Trvání slunečního svitu	Očekávaná výroba elektřiny
	kWh	Kč	h	kWh
I/10	706	8 796	35,8	575
II/10	1 020	12 752	51,9	759
III/10	1 887	35 480	144,4	1 817
IV/10	2 957	58 351	221,5	2 700
V/10	3 060	22 655	86,0	1 149
VI/10	3 078	62 513	237,3	2 881
VII/10	1 701	34 224	267,0	3 221
VIII/10	1 634	19 996	156,0	1 950
IX/10	1 265	18 368	143,3	1 805
X/10	1 346	21 240	131,2	1 666
XI/10	1 186	15 559	54,7	791
XII/10	623	8 253	26,3	466
Celkem	20 464	318 188	1555,4	19 779

Vzhledem k tomu, že nedošlo k žádné změně statických faktorů, nebudou zapotřebí žádné nestandardní úpravy výchozího období. Předpokládaných úspor bylo dosaženo.

8.2 Průmyslový areál

Využití metodiky M&V si budeme simulovat v průmyslovém areálu na třech případech, které postihují varianty IPMVP:

- ◆ A. Oddělená rekonstrukce: měření klíčových parametrů
- ◆ B. Oddělená rekonstrukce: měření všech parametrů
- ◆ D. Kalibrovaná simulace

Tyto varianty budou aplikovány na navržená úsporná opatření, která byla identifikována na základě energetického auditu a aplikaci systému energetického řízení:

- ◆ Optimalizace provozu vzduchotechnických jednotek (dále VZT jednotek)
- ◆ Využití odpadního tepla z kompresorů
- ◆ Inovace transformátoru

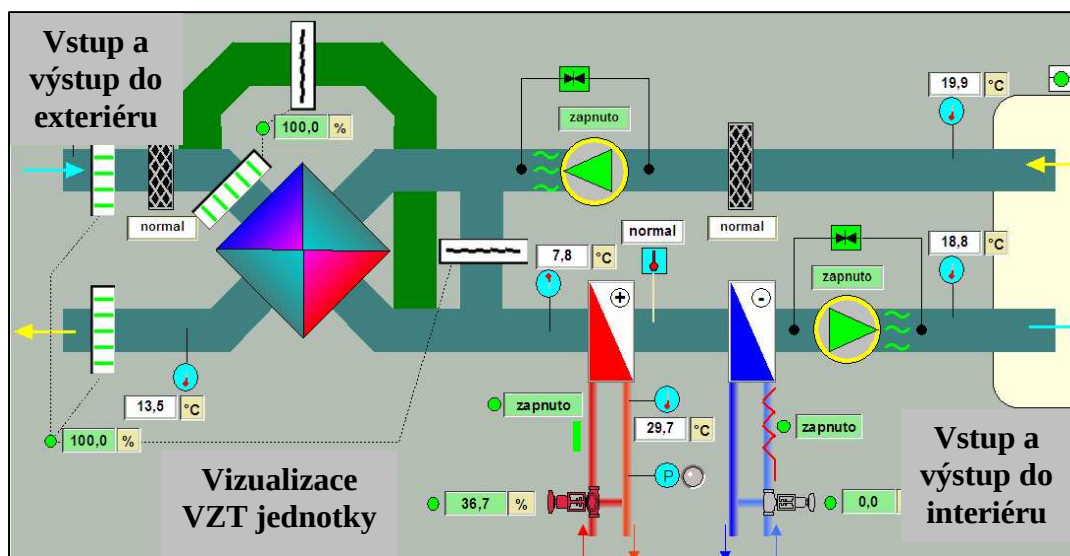
Hodnocení vhodnosti výběru varianty A nebo varianty B je možno provést na základě situace při posuzovaném opatření a zvolené strategii měření nebo odhadu.

8.2.1 Optimalizace provozu VZT - A. Oddělená rekonstrukce

8.2.1.1 Stávající stav

V průmyslové budově, která sestává z výrobních hal, administrativních prostor, skladů a kuchyně s jídelnou, je zajišťována nucená výměna vzduchu s úpravou vzduchu dle hygienických požadavků jednotlivých prostor. Nucená výměna a úprava vzduchu je zabezpečována pomocí vzduchotechnických jednotek, které sestávají ze standardních komponent: přívodní a odvodní klapka, filtr přívodního a odvodního vzduchu, rekuperátor, ventilátor přívodního a odvodního vzduchu, ohřívač vzduchu, chladič vzduchu a směšovací komora.

Obr. 10 Vzduchotechnická jednotka s rekuperací vzduchu (cirkulace není využívána)



Vzduchotechnické jednotky jsou provozovány dle původního osvědčeného nastavení. Základní technické parametry a provozní režimy jsou uvedeny v níže přiložených tabulkách.

Tab. 6 Základní technické parametry VZT jednotek - ventilátory

	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
	kW _e	kW _e
VZT administrativní prostory I	23,0	19,5
VZT administrativní prostory II	19,0	9,0
VZT výrobní hala I	43,0	41,5
VZT výrobní hala II	37,5	37,5
VZT kuchyně	8,0	8,0
Celkem	130,5	115,5

Tab. 7 Provozní doba VZT jednotek

Typická provozní doba hod.den ⁻¹							
	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
VZT administrativní prostory I	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
VZT administrativní prostory II	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
VZT výrobní hala I	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
VZT výrobní hala II	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
VZT kuchyně	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Celkem	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0

8.2.1.2 Optimalizace provozu

Navržené úsporné opatření spočívá v optimalizaci provozu jednotlivých VZT jednotek s ohledem na aktuální využívání jednotlivých prostor. Původní nastavení, na základě kterého jsou v současnosti VZT jednotky provozovány, neodpovídá skutečnému využívání těchto prostor. Konzultací s odpovědnými pracovníky a se zohlednění záměrů společnosti v intenzitě využívání nuceně větraných prostor s úpravou vzduchu, je možno provést optimalizaci v nastavení provozování VZT jednotek. Akceptován byl požadavek odpovědných pracovníků na zachování násobnosti výměny vzduchu v době provozu VZT jednotek a provozu VZT jednotek bez využití směšování, tedy se 100 % přívodem venkovního vzduchu (s využitím rekuperace).

Tab. 8 Provozní doba VZT jednotek – optimalizovaný provoz

Optimalizace provozu VZT jednotek hod.den ⁻¹							
	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
VZT administrativní prostory I	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	8,0	8,0
VZT administrativní prostory II	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	8,0	8,0
VZT výrobní hala I	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
VZT výrobní hala II	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	16,0	16,0
VZT kuchyně	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	5,0
Celkem	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	61,0	61,0

8.2.1.3 Výběr varianty M&V, hranice měření

Přínosy tohoto opatření mohou být stanoveny na základě:

- ◆ Podružného měření spotřeby elektrické energie.
- ◆ Kalkulace na základě technických parametrů VZT jednotek (elektrický příkon) a době jejich provozu (spotřeba elektrické energie). Objektivnost údajů je možno prověřit krátkodobým měřením spotřeby elektrické energie a instalací čítačů motohodin k jednotlivým VZT jednotkám.

Vzhledem k umístění VZT jednotek (co nejbližší k místu nuceného větrání s úpravou vzduchu – napájení z podružných rozvaděčů) je vhodné zvolit druhou možnost vyhodnocení přínosů na základě kalkulačky. Tato možnost splňuje předpoklady a požadavky Varianty A ve smyslu metodiky IPMVP. Hranicí systému jsou v tomto případě jednotlivé VZT jednotky – provoz přívodních a odvodních ventilátorů.

8.2.1.4 Další vlivy

I přes možnost cirkulace vzduchu ve VZT jednotkách není tohoto způsobu využíváno. Trvale je v provozu rekuperace, která je součástí jednotlivých VZT jednotek. Dalšími vlivy, které přímo ovlivňují spotřebu elektrické energie ventilátorů VZT jednotek, jsou:

- ◆ Zanesení filtrů (tlaková ztráta).
- ◆ Snížení odporu „výtoku“ nebo „nasávání“ vzduchu z předmětných prostor s nucenou výměnou a úpravou vzduchu.
- ◆ Klimatické podmínky, které ovlivňují účinnost elektrických motorů (např. teplota).

Z výše uvedených aspektů ovlivňujících spotřebu elektrické energie považujeme za nejzávažnější, s ohledem na reálné provozní podmínky, zanesení filtrů. Vzhledem k absenci měření spotřeby elektrické energie a kategorizaci navrženého úsporného opatření, je tento aspekt eliminován provedeným měřením spotřeby elektrické energie na VZT jednotkách v době, kdy jsou filtry zaneseny ze $\frac{3}{4}$ (před jejich výměnou nebo vyčištěním – určeno tlakovou ztrátou). Referenční technické parametry jsou uvedeny v níže přiložené tabulce.

Tab. 9 Referenční technické parametry

	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
	kW _e	kW _e
VZT administrativní prostory I	22,0	18,5
VZT administrativní prostory II	18,5	18,5
VZT výrobní hala I	42,0	42,0
VZT výrobní hala II	38,0	38,0
VZT kuchyně	7,5	7,5
Celkem	128,0	124,5

Realizace opatření se pozitivně promítne i do spotřeby tepla a chladu na klimatizaci předmětných prostor – interaktivní vlivy. Tyto přínosy nejsou, v rámci demonstrativního příkladu, posuzovány.

8.2.1.5 Baseline

Pro stanovení přínosů navrženého opatření je možno vycházet z modelu optimalizace provozních režimů jednotlivých VZT jednotek. Tyto provozní režimy jsou voleny dle skutečného využívání prostor, ve kterých je zajišťována nucená výměna a úprava vzduchu. Vzhledem k požadavku odpovědných pracovníků na zachování násobnosti výměny vzduchu se zásadněji nezmění požadavky na potřebu elektrické energie v těchto provozních intervalech. Skutečný počet provozních hodin v daném kalendářním měsíci bude odečten z instalovaných čítačů mohotodin.

Měsíční spotřebu elektrické energie předmětných VZT jednotek před realizací opatření lze stanovit na základě kalkulace, která bude vycházet z referenčních parametrů VZT (naměřených údajů o příkonu VZT v době $\frac{3}{4}$ zanesení filtrů – viz kapitola 8.2.1.4) a provozní doby VZT vztažené k měsíčnímu údaji:

$$Q_{tm} = \sum_{i=1}^{i=n} P_{vzt1} t_{1i} + \sum_{i=1}^{i=n} P_{vzt2} t_{2i} + \sum_{i=1}^{i=n} P_{vzt3} t_{3i} + \sum_{i=1}^{i=n} P_{vzt4} t_{4i} + \sum_{i=1}^{i=n} P_{vzt5} t_{5i}$$

kde

Q_{tm}	spotřeba elektrické energie v daném měsíci	[kWh.měsíc ⁻¹]
P_{vzt1}	elektrický příkon VZT administrativní prostory I	[kW _e]
P_{vzt2}	elektrický příkon VZT administrativní prostory II	[kW _e]
P_{vzt3}	elektrický příkon VZT výrobní hala I	[kW _e]
P_{vzt4}	elektrický příkon VZT výrobní hala II	[kW _e]
P_{vzt5}	elektrický příkon VZT kuchyně	[kW _e]
$t_1 \div t_5$	doba provozu VZT zařízení	[hod.měsíc ⁻¹]
n	počet dnů v předmětném měsíci	

8.2.1.6 Perioda podávání zpráv

Původní systém režimu provozování VZT jednotek byl fixní, nebyl tedy nijak ovlivněn v průběhu roku. Respektovány nebyly ani změny využívání nuceně větraných prostor s úpravou vzduchu, např. v době svátků nebo dnů pracovního volna.

Zvolený týdenní interval pro nastavení optimálního provozu VZT jednotek je možno považovat za výchozí. Za vhodnou periodu vyhodnocování přínosů a podávání zpráv považujeme v tomto případě měsíční časový interval sestavený na základě skutečného provozu VZT jednotek – data z instalovaných čítačů mohotodin. Důvodem volby tohoto časového intervalu je dostupnost údajů o jednotkové ceně elektrické energie a adaptace systému optimalizovaného provozu VZT jednotek na reálné využívání předmětných prostor.

8.2.1.7 Pravidla pro úpravu dat

Odchylky od navrženého optimalizovaného modelu týdenního režimu provozu VZT jednotek budou zohledněny zvoleným způsobem měření doby provozu (čítače motohodin). V případě výpadku měření počtu motohodin VZT jednotky bude využito dat z centrálního systému měření a regulace, tedy skutečného nastavení provozu VZT, včetně zohlednění možných nestandardních stavů (dny pracovního klidu, přesčasové využívání předmětných prostor). Tato data mohou být doplněna údaji z docházkového systému zaměstnanců.

8.2.1.8 Postup analýzy

Úspory budou vykazovány dle metodiky IPMVP jako nerealizovaná spotřeba energie za podmínek vykazovaného období. Pro rutinní úpravy dat na podmínky vykazovaného období bude použita kalkulace popsaná v kapitole 8.2.1.5. Skutečná měsíční spotřeba elektrické po realizaci opatření bude stanovena na základě obdobné kalkulace, použita budou data referenčních parametrů VZT (naměřených údajů o příkonu VZT v době $\frac{3}{4}$ zanesení filtrů – viz kapitola 8.2.1.4) a data o skutečných měsíčních provozních hodinách jednotlivých VZT jednotek (čítače motohodin).

Úspory se vypočítají na měsíční bázi jako rozdíl mezi baseline a skutečnou spotřebou. Nutnost úprav je eliminována skutečně naměřenými údaji o době provozu VZT jednotek. (Poznámka: Porovnání skutečně naměřených provozních hodin VZT jednotek s jejich optimalizovaným nastavením však může složit pro vyčíslení nevyužitého potenciálu úspor). Tyto budou sloužit pro roční hodnocení.

$$Q_{\text{rok}} = \sum_{z=1}^{z=12} Q_{\text{tmz}} - Q_{\text{emz}}$$

kde

Q_{rok} úspora elektrické energie za rok [kWh.rok⁻¹]

Q_{tm} spotřeba elektrické energie před realizací opatření [kWh.měsíc⁻¹]

Q_{em} spotřeba elektrické energie po realizaci opatření [kWh.měsíc⁻¹]

Na základě aktuální průměrné měsíční ceny elektrické energie bude následně stanoven finanční přínos navrženého opatření.

8.2.1.9 Přesnost analýzy stanovení úspory energie

Při popisu přesnosti v rámci každé zprávy o úsporách nebudou úspory vykazovány s více platnými číslicemi, než je nejnižší číslo platné číslice v naměřených množstvích, odhadech nebo konstantách použitých při procesu kvantifikace.

Směrodatným ukazatelem v rámci hodnocení opatření je úspora elektrické energie vyjádřená ve fyzikálních jednotkách. Referenční hodnoty příkonu ventilátorů VZT jednotek jsou považovány za konstantní, naopak měnícím se parametrem je počet hodin provozu VZT jednotek. Vykazované úspory budou tedy vyčísleny s přesností na tři platné číslice.

Chyby při stanovení úspory energie mohou vzniknout:

- ♦ Modelováním - chyby v matematickém modelování v důsledku nevhodné funkční formy, zahrnutí irelevantních proměnných, vyloučení relevantních proměnných atd.
- ♦ Vzorkováním - chyba při vzorkování vznikne, pokud se změří pouze část základního souboru hodnot nebo se použije vychýlený výběr. Znázornění pouze části základního souboru hodnot může nastat buď ve fyzickém, nebo v časovém smyslu.
- ♦ Měřením - chyby při měření vzniknou z důvodu nepřesnosti čidel, chybného sledování dat, kolísání po kalibraci, nepřesného měření atd. Velikost těchto chyb je z velké části dána specifikací výrobce a řízena periodickou rekalicací.

V případě modelového příkladu s VZT jednotkami je možno předpokládat generování chyb u vzorkování a měření. Zvolené měsíční hodnotící intervaly eliminují nepřesnosti vzniklé vzorkováním. K měření počtu skutečných provozních hodin VZT jednotek bude použito moderních čítačů, data z čítačů budou stažena do centrálního dispečinku. Nepřesnosti vzniklé monitorováním a sběrem provozních hodnot VZT jednotek (motohodiny) můžeme považovat za zanedbatelné.

Referenční technické parametry VZT jednotek byly stanoveny na základě měření, které bylo provedeno analyzátozem sítě s přesností měření $\pm 1\%$. Vzhledem k zaokrouhlení hodnot na příkonu ventilátorů na jedno desetinné místo, je chyba měřícího přístroje zanedbatelná. Pro objektivnost kalkulace doporučujeme provádět cca jednou ročně měření příkonu a spotřeby předmětných VZT jednotek a provádět případnou korekci referenčních příkonů VZT jednotek.

8.2.1.10 Cena elektrické energie

Pro výpočet dosažené úspory nákladů na elektrickou energii bude využito průměrné ceny elektrické energie v daném hodnoceném měsíci. Z pohledu dodavatele elektrické energie se jedná o odběrné místo zařazené do kategorie „velkoodběratel“. Mimo spotřebu elektrické energie a kvalitu dodávky elektřiny je účelově monitorováno i výkonové zatížení v odběrném místě. V odběrném místě je smluvně stanovena sazba, která kalkuluje náklady na dodávku „silové elektřiny“ (komodity) dle vysokého tarifu. I když bude optimalizovaným provozem VZT jednotek dosaženo snížení výkonového zatížení v odběrném místě, nelze vyloučit nestandardní provozní stav (např. z důvodu požadavku zákazníka práce přes víkend) a účelově tak snížit výši rezervované výkonové kapacity v odběrném místě. Snížení měsíční rezervované výkonové kapacity by tak mohlo být kontraproduktivní. Jednotková cena elektrické energie bude stanovena podílem na základě celkových měsíčních nákladů na elektrickou energii a skutečné spotřeby elektrické energie. Tato hodnota bude zaokrouhlena na dvě desetinná místa a bude uvedena bez DPH (tři platné číslice).

8.2.1.11 Zodpovědnost za monitoring

Energetický manager je hlavní osobou odpovědnou za pravidelnou kalkulaci a aktualizaci požadovaných provozních stavů, které odpovídají navržené optimalizaci provozu VZT jednotek nebo se naopak řídí aktuálními požadavky provozu výroby.

8.2.1.12 Rozpočet

Provozní náklady - M&V náklady se skládají z nákladů na tvorbu M&V plánu, nákladů na analýzu dat před realizací opatření a nákladů na pravidelné podávání zpráv. Zhotovitel bude účtovat XX,- Kč za zpracování M&V plánu a analýzu dat před realizací opatření a YY,- Kč za tvorbu měsíčních zpráv v prvním roce.

Investiční náklady - Implementovaný systém centrálního řízení systému VZT jednotek nevyžaduje služby externích společností nebo pracovníků. Proškolená obsluha centrálního dispečinku může provést optimalizaci nastavení VZT jednotek bez potřeby finančních nákladů. Nastavení nestandardních stavů oproti navrženému referenčnímu řešení rovněž nevyžaduje náročnější úkony a může jej provést obsluha dispečinku. Za investiční způsobilé výdaje můžeme považovat instalaci čítačů motohodin k jednotlivým VZT jednotkám. Celkové náklady, včetně prováděcích prací, by neměly převyšovat hodnotu 5 000 Kč. Z důvodu eliminace poruchových stavů nebo nezajištění včasného odečtu navrhuje zajištění datové komunikace na centrální dispečink, což si vyžádá investiční výdaje ve výši 30 000 Kč.

8.2.1.13 Formát zprávy

Periodicky podávaná zpráva bude sestávat z náležitostí uvedených v kapitole 9.1. Jednou ročně bude předložena vedení podniku souhrnná zpráva, kde budou uvedeny nejpodstatnější údaje a závěry z jednotlivých měsíčních zpráv (včetně kumulované úspory energie a nákladů). Zároveň bude zpráva obsahovat doporučení pro další zlepšování v dané oblasti úspor (viz kapitola 9.1).

8.2.1.14 Zajištění kvality

Manažer závodu nominuje vybrané zaměstnance, kteří poskytnou nezbytné informace pro tvorbu M&V plánu. Tito zaměstnanci budou také odpovědní za činnosti popsané v M&V plánu. Analýza dat z období před realizací opatření a měsíční zprávy budou zpracovány vždy do dvou týdnů od obdržení kompletního souboru dat pro analýzu.

8.2.1.15 Hodnocení efektivity opatření – energetický audit

V energetickém auditu je provedená kalkulace návratnosti navrženého opatření. Aplikací metodiky M&V si můžeme, i přes investiční náklady ve výši 35 000 Kč, kalkulované přínosy opatření ověřit. Doba návratnosti opatření zůstane prakticky nezměněná (roční přínosy ve výši 0,5 mil. Kč).

Tab. 10 Spotřeba energie a náklady na provoz VZT před realizací projektu

Náklady na provoz VZT před realizací		
Spotřeba elektrické energie	1 936 480	kWh.rok ⁻¹
Průměrná cena elektrické energie	3,00	Kč.kWh ⁻¹
Náklady na provoz před realizací	5 809 440	Kč.rok ⁻¹

Tab. 11 Spotřeba energie a náklady na provoz VZT po realizaci projektu

Náklady na provoz VZT po realizaci		
Spotřeba elektrické energie	1 768 208	kWh.rok ⁻¹
Průměrná cena elektrické energie	3,00	Kč.kWh ⁻¹
Náklady na provoz po realizaci	5 304 624	Kč.rok ⁻¹

Tab. 12 Hodnocení efektivity projektu

Vyhodnocení navrženého opatření		
Investiční náklady na opatření	0	Kč
Úspora elektrické energie	168 272	kWh.rok ⁻¹
Průměrná cena elektrické energie	3,00	Kč.kWh ⁻¹
Úspora nákladů na elektrickou energii	504 816	Kč.rok ⁻¹
Prostá doba návratnosti	0,0	let

8.2.2 Využití odpadního tepla z kompresorů – B. Oddělená rekonstrukce

8.2.2.1 Stávající stav

V roce 2000 byla na „zelené louce“ vystavěna moderní průmyslová hala, ve které je prováděna výroba elektronických součástek nebo zařízení. Při výstavbě bylo využito moderních technologií, které zajišťují požadované parametry vnitřního prostředí:

- ♦ VZT jednotky s ohřevem vzduchu, chlazením vzduchu, zvlhčováním vzduchu a možností rekuperace (případně cirkulace)
- ♦ Podstropní Fan-coil jednotky pro klimatizaci administrativních prostor.

Mimo požadavky na vytápění a přípravu TV (moderní plynová kotelna, ekvitermní regulace, zónová regulace, autonomní příprava TV) byla rovněž věnována náležitá pozornost systému osvětlení, výroby stlačeného vzduchu a výroby chladu. Vybraná oběhová čerpadla byla osazena frekvenčními měniči. Instalován byl rovněž centrální systém měření a regulace, který zaznamenával, mimo spotřeby elektrické energie a zemního plynu (fakturační měření), všechny provozní ukazatele (poruchy, teploty, tlaky – zanesení filtrů ve VZT atd.). I přes skepsi odpovědných pracovníků byl proveden energetický audit a na základě jeho výstupů byla k realizaci doporučena implementace systému energetického řízení. V rámci aplikace energetického řízení byla osazena místa s nejvyššími energetickými potřebami podružnými měřiči. Monitorováním a analýzou dat byl za pomoci systému energetického řízení doporučen soubor opatření, které postihoval všechny oblasti užití energie: přes výrobu po spotřebu. Realizací opatření bylo dosaženo snížení celkové spotřeby energie v řádech jednotek procent, což můžeme u nového objektu průmyslového podniku považovat za velmi úspěšné. Doba návratnosti implementace systému energetického řízení nepřevyšovala 2 roky, průměrná doba návratnosti investičních opatření se pohybovala v rozmezí 1 až 5 let.

8.2.2.2 Snížení spotřeby zemního plynu na vytápění

Pro demonstraci vhodnosti metody M&V bude v rámci příručky provedena aplikace varianty B na opatření, které sestávalo z využití odpadního tepla z kompresorů pro potřeby vytápění. Toto opatření bylo identifikováno na základě místních šetření, podružných měření a provozních dat:

- ♦ dostupných údajů o trendu spotřeby elektrické energie provozovaných kompresorů
- ♦ měřených provozních parametrů otopného média
- ♦ klimatických podmínek v dané lokalitě (měřené údaje)
- ♦ technických možnosti realizace (kompresorová stanice je situována za zdí plynové kotelny)
- ♦ spotřeby zemního plynu pro potřeby vytápění

Spotřeba elektrické energie na výrobu stlačeného vzduchu se pohybovala v rozmezí $3\,500 \div 5\,000 \text{ kWh} \cdot \text{den}^{-1}$ a umožnila tak instalovat do jednotlivých kompresorů výměníky pro účelové využití odpadního tepla. Odpadní teplo bylo následně využito pro potřeby systému vytápění.

8.2.2.3 Výběr varianty M&V, hranice systému

Implementace systému energetického řízení v průmyslovém podniku předurčuje vhodnost užití metody M&V dle varianty B. Dostupnost údajů o spotřebě elektrické energie kompresorů (zdroje odpadního tepla), spotřebě zemního plynu na vytápění a měřených provozních údajů (např. teplota otopného média na sběrači/rozdělovači) včetně venkovní a vnitřní teploty umožňuje objektivně vyhodnotit výši dosažené úspory a kvantifikovat i ekonomické přínosy opatření.

Hranice systému je v tomto případě vymezena systémem vytápění předmětných prostor. Dopady opatření se promítají do spotřeby zemního plynu na vytápění.

8.2.2.4 Další vlivy

Efektivnost využití odpadního tepla je závislá na dvou základních předpokladech:

- ◆ Dostupnost odpadního tepla a jeho transformace na požadované parametry.
- ◆ Požadavky tepla na straně spotřeby - vytápění.

Dostupnost odpadního tepla je úzce provázána s potřebami technologie (stlačený vzduch). Technologie je instalována v prostorech výrobní haly a je obsluhována zaměstnanci, pro které je prováděna úprava vzduchu pro zajištění pracovních podmínek. Pro zjednodušení lze předpokládat, že když nebudou požadavky výroby, nebudou požadavky na vytápění výrobních prostor.

Požadavky vytápění se ale netýkají jenom doby trvání otopné sezóny, ale zahrnují:

- ◆ Tepelné ztráty prostupem
- ◆ Tepelné ztráty větráním (rekuperace)
- ◆ Účinnost regulace systému vytápění a VZT jednotek – využití vnitřních tepelných a solárních zisků
- ◆ Požadovanou výši vnitřní teploty v otopném období

I přes monitorování spotřeby zemního plynu pro potřeby vytápění, vnitřních a venkovních teplot, provozních režimů, teploty otopného média, spotřeby elektrické energie kompresorů a teploty teplotnosného média na výstupu z výměníků odpadního tepla z kompresorů je zapotřebí vycházet z předpokladů:

- ◆ Standardního využívání výrobních technologií
- ◆ Standardní spotřeby stlačeného vzduchu
- ◆ Standardního počtu zaměstnanců

Pokud by se tyto předpoklady zásadněji změnily, bylo by zapotřebí vytvořit modelový nástroj, který by dokázal všechny tyto aspekty zohledňovat. Vzhledem k charakteru výroby, plánování (vyjednané zakázky a množství výroby) a předpokládané době návratnosti opatření, nebyly tyto aspekty vyhodnoceny jako rizikové.

Za nejvíce směrodatný vliv na spotřebu tepla (zemního plynu) na vytápění byl proto vyhodnocen ukazatel počtu denostupňů, který zohledňuje:

- ◆ Vnitřní prostorovou teplotu
- ◆ Venkovní teplotu
- ◆ Doby trvání otopné sezóny

8.2.2.5 Baseline

Nastavení baseline vychází z faktorů (nezávisle proměnných), které přímo ovlivňují spotřebu energie. Na základě analýzy dalších vlivů je nastavení baseline provedeno na základě spotřeby zemního plynu v monitorovaném období a vypočtených denostupňů, které charakterizuje toto období.

Závislost spotřeby tepla (zemního plynu) a denostupňů byla stanovena na základě regresní analýzy – polynom druhého stupně.

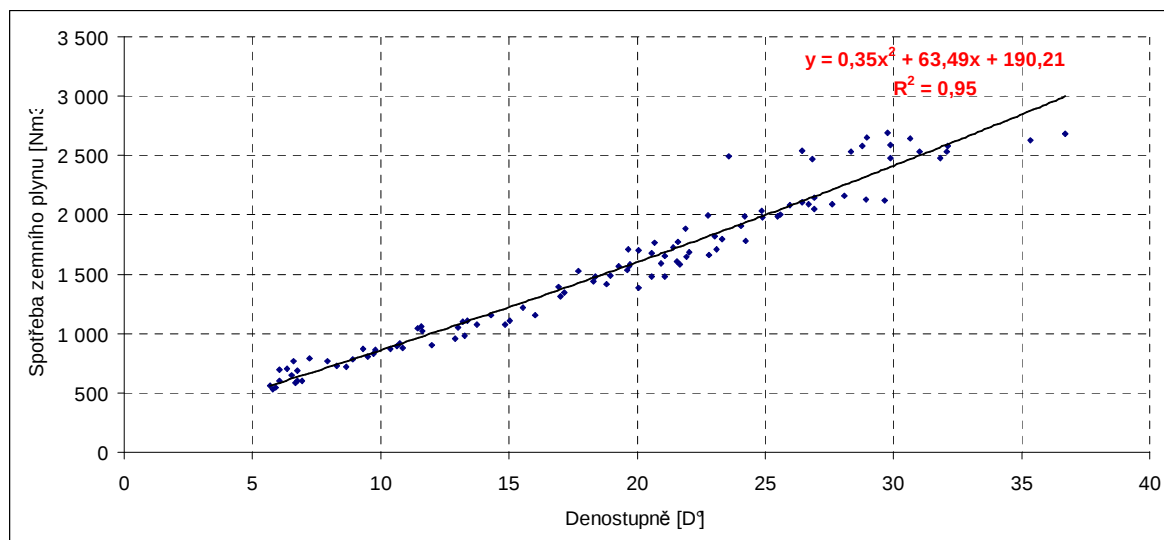
$$y = 0,35x^2 + 63,49x + 190,21$$

Kde

y	je hodnota spotřeby zemního plynu	[Nm ³ .den ⁻¹]
x	je hodnota počtu denostupňů	[D°]

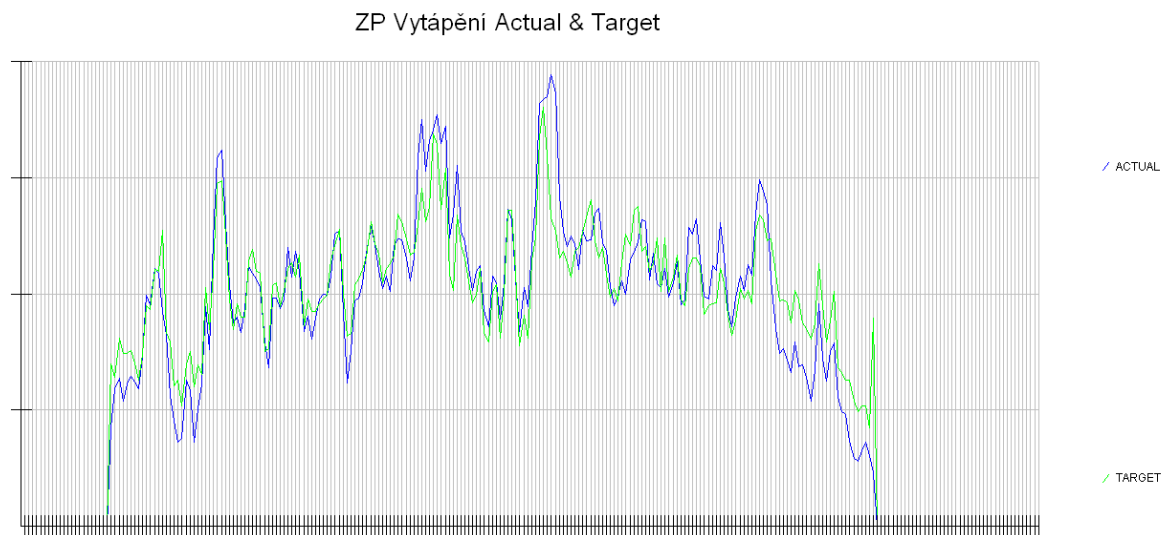
Dosažením počtu denostupňů za hodnotu „x“ získáme spotřebu zemního plynu „y“ pro potřeby vytápění. Hodnoty vyšší než takto stanovená spotřeba můžeme považovat za negativní, naopak hodnoty nižší reprezentují dosažení úspory. Korelace (hodnota spolehlivosti) dosahuje úrovně 0,95, což můžeme považovat za velmi objektivní hodnotu (R^2 se pohybuje v rozmezí hodnot 0 až 1, přičemž hodnota blízká 1 vykazuje nejvyšší míru „spolehlivosti“).

Obr. 11 Regresní analýza – polynom druhého stupně



Ověření korelace (míry spolehlivosti) můžeme provést aplikací baseline na historická data o spotřebě tepla na vytápění (zemního plynu).

Obr. 12 Ověření rovnice regresní analýza na historických datech spotřeby zemního plynu



8.2.2.6 Perioda podávání zpráv

Hodnocení přínosů realizovaného opatření je možno provádět s ohledem na dostupnost údajů naměřené spotřebě energie (zemního plynu). V případě implementovaného systému energetického řízení se jedná o 24 hodinová data. Na základě těchto údajů a kalkulovaném počtu denostupňů pro předmětnou spotřebu je sestavována měsíční kumulovaná spotřeba a úspora energie.

8.2.2.7 Pravidla pro úpravu dat

V případě výpadku systému měření spotřeby zemního plynu nebo měření nezávisle proměnných ukazatelů (vnitřní teplota a vnější teplota), bude pro hodnocení dosažené úspory kalkulována hodnota baseline, tedy nulová úspora. V případě déletrvajícího výpadku systému měření (více než 3 dny), budou hodnoty skutečné spotřeby zemního plynu na vytápění stanoveny na základě:

- ◆ Spotřeby zemního plynu fakturačního plynoměru
- ◆ Spotřeby zemního plynu podružného plynoměru pro měření spotřeby zemního plynu přípravy TV.

Rozdíl těchto dvou spotřeb bude považován za spotřebu zemního plynu na vytápění. V případě, že tato hodnota nebude dostupná, bude opět využito hodnot spotřeby zemního plynu kalkulovaných dle baseline. Po překročení intervalu 3 dnů výpadku měření bude investor neprodleně informován o nastalé nestandardní situaci.

8.2.2.8 Postup analýzy

Úspory budou vykazovány dle metodiky IPMVP jako nerealizovaná spotřeba energie za podmínek vykazovaného období. Pro rutinní úpravy dat na podmínky vykazovaného období bude použita kalkulace popsaná v předchozích kapitolách. Úspory se vypočítají na denní bázi jako rozdíl mezi skutečnou spotřebou a upravenou spotřebou energie.

Tyto denní hodnoty budou sloužit pro měsíční hodnocení.

$$Q_{td} = \sum_{j=1}^{j=n} Q_{tdj} - Q_{sdj}$$

kde

Q_{tm}	úspora zemního plynu za měsíc	$[\text{Nm}^3 \cdot \text{měsíc}^{-1}]$
Q_{td}	spotřeba zemního plynu před realizací opatření	$[\text{Nm}^3 \cdot \text{den}^{-1}]$
Q_{sd}	spotřeba zemního plynu po realizaci opatření	$[\text{Nm}^3 \cdot \text{den}^{-1}]$
n	počet dnů v daném měsíci	

Měsíční hodnoty budou sloužit pro roční hodnocení.

$$Q_t = \sum_{j=1}^{j=12} Q_{tj} - Q_{sj}$$

kde

Q_t	úspora zemního plynu za rok	$[\text{Nm}^3 \cdot \text{rok}^{-1}]$
Q_{tj}	spotřeba zemního plynu před realizací opatření	$[\text{Nm}^3 \cdot \text{měsíc}^{-1}]$
Q_{sj}	spotřeba zemního plynu po realizaci opatření	$[\text{Nm}^3 \cdot \text{měsíc}^{-1}]$

Na základě aktuální průměrné měsíční ceny zemního plynu bude následně stanoven finanční přínos navrženého opatření.

8.2.2.9 Přesnost analýzy stanovení úspory energie

Při popisu přesnosti v rámci každé zprávy o úsporách nebudou úspory vykazovány s více platnými číslicemi, než je nejnižší číslo platné číslice v naměřených množstvích, odhadech nebo konstantách použitých při procesu kvantifikace.

Směrodatným ukazatelem v rámci hodnocení opatření je úspora zemního plynu vyjádřená ve fyzikálních jednotkách. Nezávisle proměnným parametrem je v tomto případě počet denostupňů. Vykazované úspory budou vyčísleny s přesností na tři platné číslice.

Chyby při stanovení úspory energie mohou vzniknout:

- ♦ Modelováním - chyby v matematickém modelování v důsledku nevhodné funkční formy, zahrnutí irelevantních proměnných, vyloučení relevantních proměnných atd.
- ♦ Vzorkováním - chyba při vzorkování vznikne, pokud se změří pouze část základního souboru hodnot nebo se použije vychýlený výběr. Znázornění pouze části základního souboru hodnot může nastat buď ve fyzickém, nebo v časovém smyslu
- ♦ Měřením - chyby při měření vzniknou z důvodu nepřesnosti čidel, chybného sledování dat, kolísání po kalibraci, nepřesného měření atd. Velikost těchto chyb je z velké části dána specifikací výrobce a řízena periodickou rekalicací.

V případě modelového příkladu s využitím odpadního tepla z kompresorů je možno předpokládat generování chyb u všech třech aspektů.

Modelování – Baseline byla stanovena na základě věrohodných údajů o spotřebě zemního plynu a teplot. S využitím regresní analýzy (polynomem druhého stupně) bylo dosaženo korelace ve výši 0,95 (koeficient determinace), což můžeme považovat za velmi kvalitní ukazatel. V metodice IPMVP I, EVO 10000 - 1:2010 je uvedeno (B-2.2.1): „Obecně, čím vyšší je koeficient determinace, tím lépe model popisuje vztah nezávislých proměnných a závislé proměnné. Ačkoli neexistuje žádná univerzální norma pro minimální přijatelnou hodnotu koeficientu R^2 , hodnota 0,75 je často pokládána za přiměřený ukazatel spolehlivého příčinného vztahu mezi spotřebou energie a nezávislými proměnnými.“ Stanovení směrodatné chyby, absolutní přesnosti nebo relativní přesnosti můžeme provést na základě dostupných dat o spotřebě zemního plynu a údajů kalkulovaných na základě vzorce pro baseline. Výše korelace je v našem případě dostačující, což si můžeme demonstrovat i na provedení vyhodnocení podle t-statistika v kapitole 8.1.14.

Vzorkování - Zvolené denní vyhodnocování úspor s měsíčním hodnotícím intervalem eliminují nepřesnosti vzniklé vzorkováním.

Měření – Pro měření spotřeby zemního plynu před a po realizaci opatření je využit měřič fakturační a podružný měřič. Na podružný měřič spotřeby zemního plynu jsou kladeny obdobné požadavky, jako je tomu u fakturačního. Z tohoto důvodu nepovažujeme případnou nepřesnost za směrodatnou (významnou). Měření teploty v exteriéru a interiérech je provedeno teploměry, které jsou součástí dodávky VZT jednotek. Užity jsou moderní měřicí zařízení, které jsou pravidelně kontrolovány i cejchovány. I v tomto případě nespátřujeme zásadnější možnost ovlivnění hodnocení M&V.

8.2.2.10 Cena zemního plynu

Pro výpočet dosažené úspory nákladů na zemní plyn bude využito průměrné ceny zemního plynu v daném hodnoceném měsíci. Z pohledu dodavatele zemního plynu se jedná o odběrné místo zařazené do kategorie „velkoodběratel“. Mimo spotřebu zemního plynu a kvalitu dodávky je účelově monitorována i denní spotřeba zemního plynu (denní rezervovaná distribuční kapacita). V odběrném místě je smluvně stanovena sazba, která kalkuluje náklady na dodávku komodity (skutečně dodaného množství zemního plynu). I když bude využitím odpadního tepla dosaženo snížení „zatížení“ v odběrném místě (denní rezervovaná distribuční kapacita), nelze vyloučit nestandardní provozní stav nebo nedostatečný tepelný výkon v odpadním teple a účelově tak snížit výši rezervované množstevní kapacity v odběrném místě. Snížení měsíční rezervované výkonové kapacity by tak mohlo být kontraproduktivní. Jednotková cena zemního plynu bude stanovena podílem na základě celkových měsíčních nákladů na zemní plyn a skutečné spotřeby zemního plynu.

8.2.2.11 Zodpovědnost za monitoring

Energetický manager je hlavní osobou odpovědnou za pravidelnou kalkulaci a aktualizaci požadovaných provozních stavů, které odpovídají navrženému využití odpadního tepla z kompresorů pro potřeby vytápění.

8.2.2.12 Přesnost měření

Zvolený způsob prokazování dosažených úspor vychází z předpokladů a kalkulací, které byly popsány ve výše uvedených kapitolách. Pro objektivnost kalkulace je však nutno disponovat odpovídajícími údaji o spotřebě zemního plynu a nezávisle proměnných, které spotřebu zemního plynu na vytápění ovlivňují.

Při implementaci energetického řízení v podniku byl kladen důraz na přesnost měřících zařízení a kvalitu provedené datové komunikace. I přes vyšší cenu provedení, se tento záměr efektivně eliminuje provozní náklady – požadavky na odstranění výpadků měření atd. Pro postižení jednotlivých odběrů zemního plynu, byl fakturační plynoměr doplněn o podružné měření spotřeby zemního plynu pro vytápění. Rozdílem těchto hodnot byla následně stanovována spotřeba zemního plynu pro přípravu TV. Bylo využito měřiče spotřeby obdobného typového provedení, jako je tomu u fakturačního měřiče. Třída přesnosti podružného měřiče nepřevyšuje $\pm 1,5$ % a umožňuje přepočet naměřených hodnot na Nm^3 . U tohoto podružného měřiče byl stanoven interval cejchování na 5 let. Měření venkovní a vnitřních teplot je prováděno na základě instalovaných měřičů, které byly součástí dodávky VZT jednotek. Nepřesnost těchto měřičů nepřevyšuje hodnotu 5 %, což je pro tento případ dostačující. Se společností, která provozuje VZT jednotky, byla uzavřena dohoda o pravidelné kontrole těchto měřičů a jejich výměně po pěti letech.

8.2.2.13 Rozpočet

Provozní náklady - M&V náklady se skládají z nákladů na tvorbu M&V plánu, nákladů na analýzu dat před realizací opatření a nákladů na pravidelné podávání zpráv. Zhotovitel bude účtovat XXX,- Kč za zpracování M&V plánu a analýzu dat před realizací opatření a YYY, - Kč za tvorbu měsíčních zpráv v prvním roce.

Investiční náklady - Navržené úsporné opatření bylo realizováno na základě dostupných dat z podružných měřičů a provozních ukazatelů (teploty otopného média, teplota venkovní a vnitřní). Tyto náklady, které byly vynaloženy na zavedení systému energetického řízení, nepovažujeme pro hodnocené opatření za způsobilé. Za investiční náklady související s realizací opatření považujeme náklady na instalaci třech výměníků na využití odpadního tepla z kompresorů, distribuční rozvody z kompresorovny do místa sběrače/rozdělovače (anuloidu) otopného systému, tepelnou izolaci rozvodů, instalaci měřičů teploty do přívodního a zpětného potrubí do strojovny kompresorů a sběr dat do centrálního dispečinku. Náklady na realizaci opatření činily 1 000 000 Kč bez DPH.

8.2.2.14 Formát zprávy

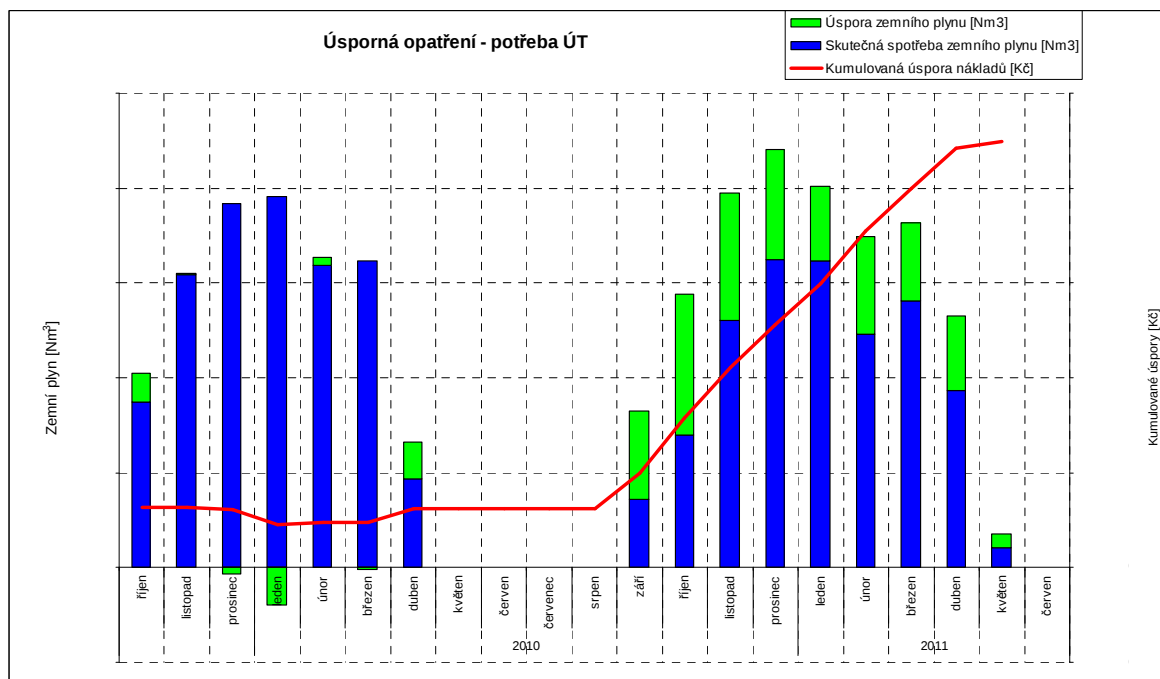
Periodicky podávaná zpráva bude sestávat z náležitostí uvedených v kapitole 9.2.

Jednou ročně bude předložena vedení podniku souhrnná zpráva, kde budou uvedeny nejpodstatnější údaje a závěry z jednotlivých měsíčních zpráv (včetně kumulované úspory energie a nákladů). Zároveň bude zpráva obsahovat doporučení pro další zlepšování v dané oblasti úspor (viz kapitola 9.2).

Pro názornost uvádíme i možný grafický výstup, který je pro management společnosti nejprůhlednější.

Obr. 13 Navržený vzor grafického výstupu

8.2.2.15 Zajištění kvality



Manažer závodu nominuje vybrané zaměstnance, kteří poskytnou nezbytné informace pro tvorbu M&V plánu. Tito zaměstnanci budou také odpovědní za činnosti popsané v M&V plánu. Analýza dat z období před realizací opatření a měsíční zprávy budou zpracovány vždy do dvou týdnů od obdržení kompletního souboru dat pro analýzu.

8.2.2.16 Hodnocení efektivity opatření – energetický audit

V energetickém auditu byla provedena kalkulace návratnosti navrženého opatření.

Tab. 13 Spotřeba energie a náklady na provoz vytápění před realizací projektu

Náklady na provoz vytápění před realizací		
Spotřeba zemního plynu	350 000	Nm ³ .rok ⁻¹
Průměrná cena zemního plynu	8,00	Kč.Nm ⁻³
Náklady na provoz před realizací	2 800 000	Kč.rok ⁻¹

Tab. 14 Spotřeba energie a náklady na provoz vytápění po realizaci projektu

Náklady na provoz vytápění po realizaci		
Spotřeba zemního plynu	285 000	Nm ³ .rok ⁻¹
Průměrná cena zemního plynu	8,00	Kč.Nm ⁻³
Náklady na provoz před realizací	2 280 000	Kč.rok ⁻¹

Tab. 15 Hodnocení efektivity projektu

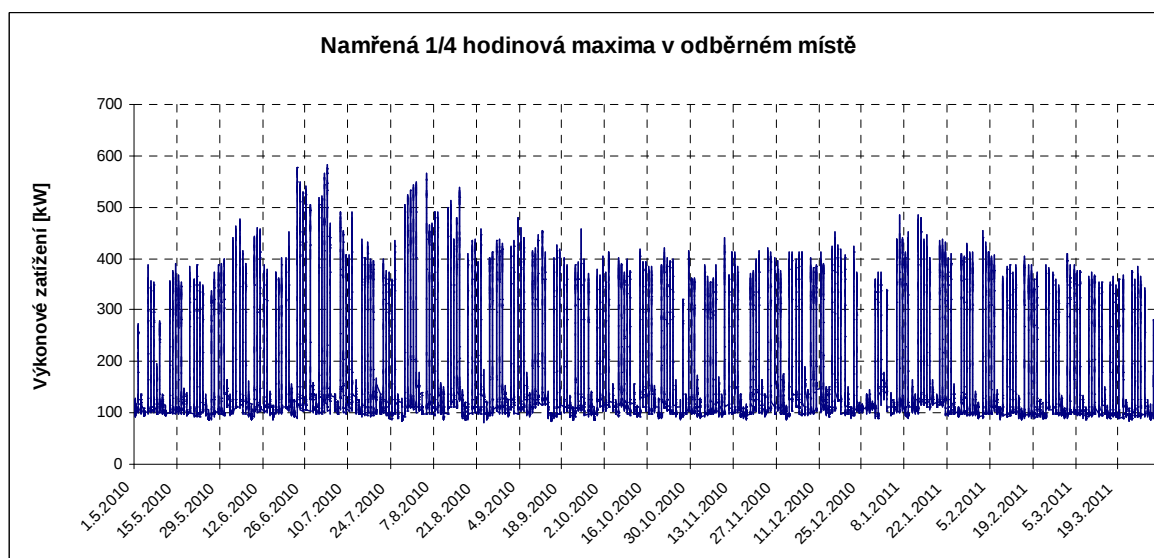
Vyhodnocení navrženého opatření		
Investiční náklady na opatření	1 000 000	Kč
Úspora zemního plynu	65 000	Nm ³ .rok ⁻¹
Průměrná cena zemního plynu	8,00	Kč.Nm ⁻³
Snížení nákladů na zemní plyn	520 000	Kč.rok ⁻¹
Prostá doba návratnosti	1,9	let

8.2.3 Inovace transformátoru - D. Kalibrovaná simulace

8.2.3.1 Stávající stav

Dodávka elektrické energie pro potřeby výrobního areálu je prováděna na úrovni vysokého napětí 22 kV. Transformace elektrické energie na hladinu nízkého napětí je realizována pomocí původního olejového transformátoru o zdánlivém výkonu 630 kVA. Měření spotřeby elektrické energie je osazeno na sekundární straně transformátoru, tedy na hladině nízkého napětí. Dle aktuálního Cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu je distribuční společnosti k naměřené spotřebě elektrické energie kalkulována ztráta ve výši max. 4,00 % z odebraného množství elektrické energie nebo je možno tuto ztrátu stanovit na základě výpočtu. Tato ztráta reprezentuje ztráty elektrické energie na transformátoru, jenž je ve vlastnictví odběratele (spotřeba elektrické energie je měřena až za tímto technologickým zařízením). Dimenzování transformátoru bude odpovídat požadavkům odběrného místa a předpokládanému trendu zatížení v odběrném místě. Roční spotřeba elektrické energie včetně zahrnutých ztrát transformátoru je 3 280 000 kWh. Naměřená ¼ hodinová maxima v odběrném místě jsou uvedena na níže přiloženém obrázku.

Obr. 14 Graf naměřených ¼ hodinových maxim v odběrném místě



8.2.3.2 Nový transformátor

Navržené opatření vychází z náhrady původního transformátoru za nový suchý transformátor v provedení „Standard“ nebo nový suchý transformátor v provedení „Ultra redukované ztráty“. Mimo cenové úrovně, jsou základními rozdíly provedení těchto transformátorů hodnoty jejich ztrát naprázdno a nakrátko. Tyto hodnoty, které vycházejí z konstrukčního řešení a použití materiálu, přímo úměrně ovlivňují výsledné ztráty transformací.

Tab. 16 Dostupné transformátory

Dostupné transformátory				
	Zdánlivý výkon S_n (kVA)	P_0 ztráty naprázdno (W)	P_k ztráty nakrátko (kW)	Cena (Kč)
Transformátor - provedení "Standard"	630	1 200	8,50	225 000
Transformátor - provedení "Redukované ztráty"	630	800	6,50	265 000
Transformátor - provedení "Velmi redukované ztráty"	630	750	5,50	295 000
Transformátor - provedení "Ultra redukované ztráty"	630	550	5,10	350 000

Vyhodnocení přínosů realizace s novým transformátorem bude provedeno oproti referenčnímu roku, tedy měsíčním spotřebám elektrické energie, které jsou měřeny na sekundární straně transformátoru před realizací opatření (poníženy o 4,00 % od fakturovaných hodnot) a výkonovém zatížení odběrného místa v tomto období.

8.2.3.3 Výběr varianty M&V, hranice měření

Spotřeba elektrické energie, která je měřena na sekundární straně transformátoru, je distribuční společností navýšena o ztrátu transformací, což stanovuje aktuální Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu (pro každý kalendářní rok). Cenové rozhodnutí rovněž připouští dvě varianty zohlednění těchto ztrát:

- ♦ ztráty transformací ve výši max. 4,00 %
- ♦ kalkulace skutečných ztrát transformátoru, které vychází z definovaných štitkových údajů transformátorů, skutečného zatížení transformátoru a doby trvání zatížení.

Vzhledem k absenci skutečných hodnot o spotřebě elektrické energie na primární straně transformátoru, který je v majetku odběratele, doporučujeme využít variantu D metodiky M&V. Pomocí této metody můžeme objektivně vyhodnotit přínosy instalace transformátoru v provedení „Ultra redukované ztráty“ oproti provedení „Standard“. Pro kalibrovanou simulaci může být využit postup definovaný v aktuálním Cenovém rozhodnutí Energetického regulačního úřadu „Výpočet ztrát při měření umístěném na sekundární straně transformátoru“, který má legislativní oporu. Těchto hodnot může být následně využito při kontrole stanovení ztrát transformátoru, které provádí distribuční společnost a využívá tuto hodnotu pro fakturaci spotřeby elektrické energie (bez zohlednění nestandardní úpravy viz kapitola 8.2.3.8). Hranice měření je vymezena fakturačním měřičem elektrické energie a svorkami primární strany transformátoru (strana vysokého napětí).

Výpočet ztrát při měření umístěném na sekundární straně transformátoru

Hodnota skutečných ztrát v transformaci je závislá na

- a) parametrech transformátoru, a to
 - jmenovitém výkonu S_{Tn} (kVA, MVA),
 - jmenovitých ztrátách naprázdno ΔP_0 (kW),
 - jmenovitých ztrátách nakrátko ΔP_k (kW),
- b) zatížení transformátoru, charakterizovaném
 - při průběhovém měření typu A, B hodnotami $P_z(t)$ a $Q_z(t)$,
 - při měření typu C roční spotřebou W (kWh, MWh) a naměřeném (sjednaném) maximálním zatížení S_{max} (kVA, MVA), resp. P_{max} (kW, MW) a $\cos \varphi_{max}$.

Z údajů o transformátoru a zatížení se stanoví ztráty v transformaci jako:

$$P_{zTmax} = \Delta P_0 + \Delta P_k \left(\frac{S_{max}}{S_{Tn}} \right)^2,$$

$$W_{zT} = \Delta P_0 \cdot T_p + \Delta P_k \left(\frac{S_{max}}{S_{Tn}} \right)^2 \cdot T_\Delta,$$

kde S_{max} se určí při:

- průběhovém měření A nebo B jako největší hodnota $S_z(t)$
 $\{ S_{zTmax} = \max \left[\sqrt{(P_z(t))^2 + (Q_z(t))^2} \right] \},$
- měření typu C jako špičkový zdánlivý výkon, odpovídající změřenému či sjednanému maximálnímu zatížení ($P_{max}/\cos \varphi_{max}$).

T_Δ se určí při:

- průběhovém měření A nebo B jako:
- $$T_\Delta = \frac{\sum S_z(t)^2}{S_{max}^2} = \frac{\sum P_z(t)^2}{P_{max}^2},$$

- měření typu C jako:
- $$T_\Delta = T_p \cdot \left[0,2 \cdot \frac{T_{max}}{T_p} + 0,8 \cdot \left(\frac{T_{max}}{T_p} \right)^2 \right]$$

kde T_{max} se určí z celkové naměřené energie W

$$T_{max} = \frac{W}{P_{max}}$$

V procentním vyjádření se pak určí ztráty w_{zT} (%):

- pro průběhová měření A, B

Na základě aktuální průměrné měsíční ceny elektrické energie bude následně stanoven finanční přínos navrženého opatření.

8.2.3.4 Další vlivy

Skutečná výše ztrát transformátoru vycházející z jeho konstrukčního a materiálového řešení je ovlivněna zejména zatížením transformátoru, kvalitativními ukazateli elektřiny a okolní vlivy (např. teplota, způsob chlazení). Všechny zásadní parametry jsou zohledněny při modelovém výpočtu „Výpočet ztrát při měření umístěném na sekundární straně transformátoru“, který můžeme v tomto případě považovat za kalibrovanou simulaci. Přesnost měření je v tomto případě irelevantní, protože fakturační měřič neovlivňuje ztráty transformátoru a na jeho přesnost či intervaly kalibrace jsou kladeny požadavky definované platnou legislativou. Faktor teploty nepovažujeme za relevantní (významné).

8.2.3.5 Baseline

Pro obecné stanovení přínosů navrženého opatření je možno vycházet z dostupných naměřených dat o spotřebě elektrické energie (průměrné hodnoty $\frac{1}{4}$ hodinového zatížení v odběrném místě a spotřeby elektrické energie), které jsou k dispozici u distribuční společnosti. Využitím těchto údajů, které zahrnují konstantní ztráty ve výši 4,00 % z naměřené spotřeby na sekundární straně transformátoru, můžeme provést kalibrovanou simulaci spotřeby elektrické energie s:

- ♦ Využitím postupu „Výpočet ztrát při měření umístěném na sekundární straně transformátoru“, který je uveden v aktuálním Cenovém rozhodnutí, které vydává Energetický regulační úřad.
- ♦ Směrodatnými parametry nového transformátoru v provedení „Standard“.
- ♦ Směrodatnými parametry nového transformátoru v provedení „Ultra redukované ztráty“.

Při roční spotřebě elektrické energie ve výši 3 150 000 kWh (měřeno na sekundární straně transformátoru – referenční spotřeba) činí ztráty transformátoru $131\,000\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ (fixní 4,00 % navýšení). Využitím kalibrované simulace lze stanovit ztráty při referenční spotřebě elektrické energie a zatížení v odběrném místě na:

- ♦ Nový transformátor „Standard“ $38\,200\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ (ve výši 1,2 %)
- ♦ Nový transformátor „Ultra redukované ztráty“ $25\,400\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ (ve výši 0,8 %)

Výše uvedené hodnoty mohou být využity pro obecné stanovení přínosů při inovaci transformátorů a využití možností vyplývajících z Cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu.

Baseline je v našem případě stanovena na základě referenční spotřeby elektrické energie (spotřeba na sekundární straně transformátoru před realizací opatření), která je uměle navýšena o ztráty kalkulované u nového transformátoru „Standard“ (využití kalibrované simulace a dat o výkonovém zatížení v odběrném místě v referenčním roce). Dosahovaná úspora se hodnotí vůči provedení s novým transformátorem „Ultra redukované ztráty“ v přepočtu na podmínky referenčního roku (spotřeba elektrické energie na sekundární straně transformátoru, výkonové zatížení v odběrném místě).

8.2.3.6 Perioda podávání zpráv

Fakturace elektrické energie je prováděna v měsíčních intervalech. Výsledná cena elektrické energie je kalkulovaná na základě dodaného množství elektrické energie a plateb za služby a další poplatky, které s dodávkou elektrické energie souvisí. Jedním z monitorovaných ukazatelů pro odběrné místo je rezervovaná výkonová kapacita, která se vyhodnocuje s ohledem na skutečně naměřené průměrné $\frac{1}{4}$ hodinové zatížení v odběrném místě (slouží ke kalkulaci skutečných ztrát transformací v případě, že nejsou ztráty účtovány paušálně). Tento údaj je monitorován distribuční společností.

V případě písemného požadavku odběratele provádí distributor kalkulaci skutečných ztrát transformátoru v souladu s aktuálním cenovým rozhodnutím. Tyto skutečné ztráty jsou poté v měsíčních intervalech účtovány spolu s naměřenou spotřebou na sekundární straně transformátoru. I když provádí kalkulaci ztrát na základě kalibrované simulace distributor, není obtížné si na základě distributorem poskytnutých dat o monitorovaných údajích v odběrném místě (zdánlivý výkon, účinník, činný výkon atd.) provést kalibrovanou simulaci kontrolně. Za vhodnou periodu považujeme měsíční interval.

8.2.3.7 Pravidla pro úpravu dat

Odchytky od původního trendu zatížení v doběrném místě, kvalitativních ukazatelů elektřiny (např. účinník) a spotřeby elektřiny lze s největší pravděpodobností předpokládat. Jedná se zejména o výrobní požadavky areálu, které nejvíce ovlivňují spotřebu elektrické energie. Vzhledem k účelu provádění metodiky M&V jsou však tyto aspekty akceptovatelné. Ověření úspory má za účel vyhodnotit rozdíl přínosů mezi instalací standardního provedení nové technologie nebo instalací nové technologie s kvalitativně vhodnějšími parametry, které zajišťují vyšší efektivitu, tedy nižší ztráty při transformaci energie. Zohlednění referenčních údajů je provedeno v nastavení baseline a postupu analýzy úspor.

8.2.3.8 Postup analýzy

Úspory budou vykazovány dle metodiky IPMVP jako výchozí ztráty energie z kalibrované simulace a ztrát stanovených distribuční společností. Podklady pro kalibrovanou simulaci budou technické parametry transformátoru a data poskytnutá distribuční společností o údajích relevantních k odběrnému místu ve ¼ hodinových časových intervalech. Kalkulované hodnoty budou sloužit pro měsíční hodnocení s možností vyčíslení finančních přínosů.

$$W_T = \sum_{i=1}^{i=12} (W_{zTi} + W_{zT1i} - W_{zT2i} \pm W_{zT3i})$$

kde	W_T	úspora elektrické energie na ztrátách transformátoru	[kWh.rok ⁻¹]
	W_{zT}	naměřená spotřeba elektrické energie na sekundární straně transformátoru	[kWh.měsíc ⁻¹]
	W_{zT1}	ztráty transformátoru „Standard“	[kWh.měsíc ⁻¹]
	W_{zT2}	ztráty transformátoru „Ultra redukované ztráty“	[kWh.měsíc ⁻¹]
	W_{zT3}	nestandardní úprava – dopočet spotřeby elektrické energie k referenční spotřebě před realizací akce	[kWh.měsíc ⁻¹]

Tento výše uvedený kalkulační vzorec slouží pro vyhodnocení dosažené úspory, která bude generována:

- ♦ využitím moderního nízko ztrátového transformátoru, oproti užití nového transformátoru standardního provedení
- ♦ zohledněním původních podmínek – referenčního roku (spotřeby před realizací opatření, naměřené na sekundární straně transformátoru)

Poznámka: V případě nižšího využití nových technologií se doba návratnosti investice bude prodlužovat, v případě vyššího využití nové technologie se bude doba návratnosti zkracovat. Úspora se však může snadno přepočítat na referenční rok, tedy rok, kdy byl transformátor inovován (původní spotřeba elektrické energie – referenční rok).

8.2.3.9 Přesnost analýzy stanovení úspory energie

Při popisu přesnosti v rámci každé zprávy o úsporách nebudou úspory vykazovány s více platnými číslicemi, než je nejnižší číslo platné číslice v naměřených množstvích, odhadech nebo konstantách použitých při procesu kvantifikace.

Směrodatným ukazatelem v rámci hodnocení opatření je úspora elektrické energie vyjádřená ve fyzikálních jednotkách. Vykazované úspory budou vyčísleny s přesností na tři platné číslice.

Chyby při stanovení úspory energie mohou vzniknout:

- ♦ Modelováním - chyby v matematickém modelování v důsledku nevhodné funkční formy, zahrnutí irelevantních proměnných, vyloučení relevantních proměnných atd.
- ♦ Vzorkováním - chyba při vzorkování vznikne, pokud se změří pouze část základního souboru hodnot nebo se použije vychýlený výběr. Znázornění pouze části základního souboru hodnot může nastat buď ve fyzickém, nebo v časovém smyslu
- ♦ Měřením - chyby při měření vzniknou z důvodu nepřesnosti čidel, chybného sledování dat, kolísání po kalibraci, nepřesného měření atd. Velikost těchto chyb je z velké části dána specifikací výrobce a řízena periodickou rekalicací.

V případě modelového příkladu inovace transformátoru je možno předpokládat generování chyb u všech třech aspektů.

Modelování – kalibrovaná simulace je v tomto případě definována legislativním rámcem. Případné nepřesnosti jsou proto irelevantní.

Vzorkování - Zvolené měsíční vyhodnocování úspor vychází ze ¼ hodinových údajů, které jsou měřeny fakturačním měřičem, což eliminuje nepřesnosti vzniklé vzorkováním.

Měření – Pro měření spotřeby elektrické energie před a po realizaci opatření je využit fakturační měřič elektrické energie. Z tohoto důvodu nepovažujeme případnou nepřesnost za směrodatnou (významnou).

8.2.3.10 Cena elektrické energie

Pro výpočet dosažené úspory nákladů na elektrickou energii bude využito průměrné ceny elektrické energie v daném hodnoceném měsíci. Z pohledu dodavatele elektrické energie se jedná o odběrné místo zařazené do kategorie „velkoodběratel“. Mimo spotřebu elektrické energie a kvalitu dodávky elektřiny je účelově monitorováno i výkonové zatížení v odběrném místě. V odběrném místě je smluvně stanovena sazba, která kalkuluje náklady na dodávku „silové elektřiny“ (komodity) dle vysokého tarifu. Inovací transformátoru nebude dosaženo významnějšího snížení rezervované kapacity v odběrném místě. Jednotková cena elektrické energie bude stanovena podílem na základě celkových měsíčních nákladů na elektrickou energii a skutečné spotřeby elektrické energie. Tato hodnota bude zaokrouhlena na dvě desetinná místa a bude uvedena bez DPH (tři platné číslice).

8.2.3.11 Zodpovědnost za monitoring

Standardně jsou k naměřeným hodnotám spotřeby elektrické energie na sekundární straně transformátoru účtovány 4,00 % ztráty transformací. V případě žádosti odběratele o kalkulaci skutečných ztrát transformátoru provede distribuční společnost kalkulaci na základě naměřených údajů a technických dat o transformátoru. Zodpovědnost za monitoring skutečných ztrát tedy přebírá distribuční společnost.

V rámci metodiky M&V a využití IPMVP varianty D je možno na základě dat od distribuční společnosti provést:

- ♦ Vyhodnocení potenciál 1 - Kalkulaci úspory energie oproti původnímu stavu a novému stavu s využitím transformátoru v provedení „Standard“
- ♦ Vyhodnocení potenciál 2 - Kalkulaci úspory energie oproti původnímu stavu a novému stavu s využitím transformátoru v provedení „Ultra redukované ztráty“
- ♦ Vyhodnocení potenciál 3 - Kalkulaci ekonomické vhodnosti instalace nového transformátoru v provedení „Ultra redukované ztráty“ oproti novému transformátoru v provedení „Standard“

Energetický manager by měl být hlavní osobou odpovědnou za pravidelnou kalkulaci a komunikaci se zástupcem distribuční společnosti. Zároveň by měl v měsíčních intervalech provádět doporučené „Vyhodnocení potenciál 3“.

8.2.3.12 Přesnost měření

Měření spotřeby elektrické energie je prováděno na základě fakturačního elektroměru, který je osazen na sekundární straně (nízké napětí) transformátoru. Na fakturační měřič jsou kladeny požadavky, které mají legislativní oporu a můžeme je považovat za více než dostačující. Kalkulace ztrát byla ve stávajícím případě prováděna na základě horní hranice, která je konstantní, vztahuje se k naměřené spotřebě elektrické energie na sekundární straně a s dostatečnou rezervou postihuje ztráty na transformátoru. Záměrem opatření je, mimo inovaci transformátoru, využít i možnosti stanovení skutečných ztrát transformací. Kalkulace těchto ztrát vychází z technických parametrů transformátoru a hodnot naměřených fakturačním měřičem. Způsob kalkulace je uveden v aktuálním Cenovém rozhodnutí Energetického regulačního úřadu, má tedy legislativní oporu. Případné nepřesnosti jsou tedy minimální a akceptované. Hodnoty stanovené na základě kalibrované simulace budou srovnávány s hodnotami dostupnými na fakturách.

8.2.3.13 Rozpočet

Provozní náklady - M&V náklady se skládají z nákladů na tvorbu M&V plánu, nákladů na analýzu dat před realizací opatření a nákladů na pravidelné podávání zpráv. Zhotovitel bude účtovat XXXX,- Kč za zpracování M&V plánu a analýzu dat před realizací opatření a YYYY,- Kč za tvorbu měsíčních zpráv v prvním roce.

Investiční náklady - Navrhované opatření vychází z možnosti využití moderních technologií při náhradě původních, které jsou již za technickou dobou své životnosti. Na trhu jsou dostupné technologie, které mohou dostatečně posloužit svému účelu, ale dostatečně nezohledňují vyšší požadavky na efektivitu. V tomto případě se jedná o instalaci moderního nízko ztrátového transformátoru v provedení „Ultra redukované ztráty“ ve srovnání se standardním provedením transformátoru. Hodnoceny jsou proto „více“ náklady, které vzniknou pořízením tohoto typu zařízení. Náklady spojené s demontáží a likvidací původního transformátoru a instalací nového transformátoru jsou v obou případech shodné. Tyto více náklady tedy činí 125 000 Kč.

8.2.3.14 Formát zprávy

Periodicky podávaná zpráva bude sestávat z náležitostí uvedených v kapitole 9.2.

Jednou ročně bude předložena vedení podniku souhrnná zpráva, kde budou uvedeny nejpodstatnější údaje a závěry z jednotlivých měsíčních zpráv (včetně kumulované úspory energie a nákladů). Zároveň bude zpráva obsahovat doporučení pro další zlepšování v dané oblasti úspor (viz kapitola 9.2).

8.2.3.15 Zajištění kvality

Manažer závodu nominuje vybrané zaměstnance, kteří poskytnou nezbytné informace pro tvorbu M&V plánu. Tito zaměstnanci budou také odpovědní za činnosti popsané v M&V plánu. Analýza dat z období před realizací opatření a měsíční zprávy budou zpracovány vždy do dvou týdnů od obdržení kompletního souboru dat pro analýzu.

8.2.3.16 Hodnocení efektivity opatření – energetický audit

V energetickém auditu je provedená kalkulace návratnosti navrženého opatření.

Tab. 17 Spotřeba energie a náklady před realizací projektu

Stávající stav		
Roční spotřeba energie areálu	3 145 716	kWh.rok ⁻¹
Ztráty transformátoru fakturované	131 072	kWh.rok ⁻¹
Celková spotřeba areálu	3 276 788	kWh.rok ⁻¹
Jednotkové náklady na energii	3,00	Kč.kWh ⁻¹
Roční náklady na elektrickou energii	9 830 364	Kč.rok ⁻¹

Tab. 18 Spotřeba energie a náklady – nový transformátor „Standard“

Nový transformátor „Standard“		
Roční spotřeba energie areálu	3 145 716	kWh.rok ⁻¹
Ztráty transformátoru fakturované	38 207	kWh.rok ⁻¹
Celková spotřeba areálu	3 183 923	kWh.rok ⁻¹
Jednotkové náklady na energii	3,00	Kč.kWh ⁻¹
Roční náklady na elektrickou energii	9 551 769	Kč.rok ⁻¹

Tab. 19 Spotřeba energie a náklady – nový transformátor „Ultra redukované ztráty“

Nový transformátor „Ultra redukované ztráty“		
Roční spotřeba energie areálu	3 145 716	kWh.rok ⁻¹
Ztráty transformátoru fakturované	25 369	kWh.rok ⁻¹
Celková spotřeba areálu	3 171 085	kWh.rok ⁻¹
Jednotkové náklady na energii	3,0	Kč.kWh ⁻¹
Roční náklady na elektrickou energii	9 513 255	Kč.rok ⁻¹

Tab. 20 Hodnocení efektivity projektu

Vyhodnocení navrženého opatření		
„Více“ náklady na opatření	125 000	Kč
Úspora elektrické energie (ztrát)	12 838	kWh.rok ⁻¹
Průměrná cena elektrické energie	3,00	Kč.kWh ⁻¹
Úspora nákladů na elektrickou energii	38 514	Kč.rok ⁻¹
Prostá doba návratnosti	3,2	let

9 PŘÍLOHY

9.1 Formát zprávy – Optimalizace provozu VZT

Obr. 15 Navržený rozsah periodické měsíční zprávy

Hodnocený měsíc	
Datum zpracování	
Zpracoval	
Podpis	

Elektrická energie kWh			
	Teoretická spotřeba	Skutečná spotřeba	Úspora energie
týden I			
týden II			
týden III			
týden IV			
Celkem			

Nestandardní provozní stavy

Finanční výdaje		Kč
Průměrná cena elektrické energie		Kč.kWh ⁻¹
Úspora elektrické energie		kWh.měsíc ⁻¹
Baseline		kWh.měsíc ⁻¹
Odchylka od baseline		kWh.měsíc ⁻¹
Dosažená úspora nákladů na energii		Kč.měsíc ⁻¹
Nevyužitá úspora nákladů na energii		Kč.měsíc ⁻¹

Obr. 16 Navržený rozsah periodické roční zprávy

Hodnocený rok	
Datum zpracování	
Zpracoval	
Podpis	

Elektrická energie			
	Úspora energie kWh	Úspora nákladů Kč bez DPH	Kumulovaná úspora nákladů Kč bez DPH
leden			
únor			
březen			
duben			
květen			
červen			
červenec			
srpen			
září			
říjen			
listopad			
prosinec			
Celkem			

Nestandardní provozní stavy, úprava kalkulace

Finanční výdaje		Kč
Průměrná cena elektrické energie		Kč.kWh ⁻¹
Úspora elektrické energie		kWh.rok ⁻¹
Baseline		kWh.rok ⁻¹
Odchylka od baseline		kWh.rok ⁻¹
Dosažená úspora nákladů na energii		Kč.rok ⁻¹
Nevyužitá úspora nákladů na energii		Kč.rok ⁻¹

Podněty pro zlepšení

9.2 Formát zprávy – využití odpadního tepla z kompresorů

Obr. 17 Navržený rozsah periodické měsíční zprávy

Hodnocený měsíc	
Datum zpracování	
Zpracoval	
Podpis	

Zemní plyn [Nm ³]			
	Spotřeba před realizací	Spotřeba po realizaci	Úspora
Celkem měsíc			

Poznámky

Finanční výdaje		Kč
Průměrná cena zemního plynu		Kč.Nm ⁻³
Úspora zemního plynu		m ³ .měsíc ⁻¹
Baseline		m ³ .měsíc ⁻¹
Odchylka od baseline		m ³ .měsíc ⁻¹
Dosažená úspora nákladů na energii		Kč.měsíc ⁻¹
Nevyužitá úspora nákladů na energii		Kč.měsíc ⁻¹

Obr. 18 Navržený rozsah periodické roční zprávy

Hodnocený měsíc	
Datum zpracování	
Zpracoval	
Podpis	

Úsporné opatření			
	Úspora z.p. [Nm ³]	Úspora nákladů [Kč bez DPH]	Kumulovaná úspora nákladů [Kč bez DPH]
leden			
únor			
březen			
duben			
květen			
červen			
červenec			
srpen			
září			
říjen			
listopad			
prosinec			
Celkem			

Poznámky

Finanční výdaje		Kč
Průměrná cena zemního plynu		Kč.Nm ⁻³
Úspora zemního plynu		m ³ .měsíc ⁻¹
Baseline		m ³ .měsíc ⁻¹
Odchylka od baseline		m ³ .měsíc ⁻¹
Dosažená úspora nákladů na energii		Kč.rok ⁻¹
Nevyužitá úspora nákladů na energii		Kč.rok ⁻¹
Prostá doba návratnosti		let

Podněty pro zlepšení

9.3 Formát zprávy – Inovace transformátoru

Obr. 19 Navržený rozsah periodické měsíční zprávy

Hodnocený měsíc			
Datum zpracování			
Zpracoval			
Podpis			

Elektrická energie kWh			
	Ztráty trafa "Standard"	Ztráty trafa "Ultra"	Úspora energie na ztrátách
Celkem měsíc			

Poznámky

Finanční výdaje		Kč
Průměrná cena elektrické energie		Kč.kWh ⁻¹
Úspora elektrické energie		kWh.měsíc ⁻¹
Baseline		kWh.měsíc ⁻¹
Odchylka od baseline		kWh.měsíc ⁻¹
Kalkulace od distributora		kWh.měsíc ⁻¹
Odchylka od distributora		kWh.měsíc ⁻¹
Dosažená úspora nákladů na energii		Kč.měsíc ⁻¹
Nevyužitá úspora nákladů na energii		Kč.měsíc ⁻¹

Obr. 20 Navržený rozsah periodické roční zprávy

Hodnocený rok	
Datum zpracování	
Zpracoval	
Podpis	

Elektrická energie kWh			
	Ztráty trať "Standard"	Ztráty trať "Ultra"	Úspora energie na ztrátách
leden			
únor			
březen			
duben			
květen			
červen			
červenec			
srpen			
září			
říjen			
listopad			
prosinec			
Celkem			

Poznámky

Finanční výdaje		Kč
Průměrná cena elektrické energie		Kč.kWh ⁻¹
Úspora elektrické energie		kWh.rok ⁻¹
Baseline		kWh.rok ⁻¹
Odchylka od baseline		kWh.rok ⁻¹
Kalkulace od distributora		kWh.rok ⁻¹
Odchylka od distributora		kWh.rok ⁻¹
Dosažená úspora nákladů na energii		Kč.rok ⁻¹
Nevyužitá úspora nákladů na energii		Kč.rok ⁻¹
Prostá doba návratnosti		let

Podněty pro zlepšení

10 DOPORUČENÉ ODKAZY

www.evo-world.org	Efficiency Valuation Organization - protokoly IPMVP a IEEFP dostupné v češtině
http://www.permanent-project.eu	Informace o projektu Permanent
www.mpo.cz	Ministerstvo průmyslu a obchodu
www.mzp.cz	Ministerstvo Životního prostředí
www.strukturalni-fondy.cz	Informace o cílech evropské politiky, iniciativách společenství, Fondu soudržnosti a proevropských dokumentech (včetně dotačních titulů)
http://www.epc-ec.cz	Energetické služby se zaručenou úsporou
http://www.empress.cz	Udržitelná spotřeba a výroba
http://www.ippc.cz	Integrated Pollution Prevention and Control Integrovaná prevence a omezování znečištění – referenční dokumenty nejlepší dostupné technicky (Best Available Techniques - BAT)
http://www.unmz.cz	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
www.chmi.cz	Český hydrometeorologický ústav
www.tzb-info.cz	Užitečné informace z oblasti technického zabezpečení budov