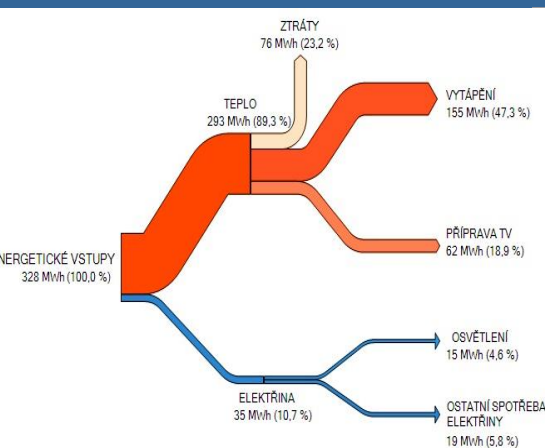


METODICKÁ PŘÍRUČKA

PRO

VYHODNOCOVÁNÍ ÚSPOR ENERGIE

V PROJEKTECH REALIZOVANÝCH MĚSTY A OBCEMI



„Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017-2021 - Program EFEKT 2 pro rok 2019“

Publikaci pro Vás zpracovali

Ing. Miroslav Šafařík, Ph.D.

Ing. Jiří Mazáček

Ing. Lukáš Pučelík

Ing. arch. Petr Daniš

Ing. Michal Čejka

Ing. Lucie Stuchlíková

PORSENN o.p.s., 2019

Obsah

1.	Úvod – o příručce.....	7
1.1.	Účel příručky	7
1.2.	Výchozí podmínky a předpoklady	8
2.	Plán měření a ověřování a související požadavky.....	9
2.1.	Rozsah a účel plánu M&V	9
2.2.	Sestavení plánu M&V	12
2.2.1.	Hranice M&V	12
2.2.2.	Plán sběru dat.....	12
2.2.3.	Kategorizace a popis metrik energetické náročnosti.....	13
2.2.4.	Charakterizace a výběr příslušných proměnných a statických faktorů.....	13
2.2.5.	Stanovení obsahu plánu M&V (metoda M&V)	14
2.2.6.	Plán sběru dat.....	14
2.2.7.	Stanovení výchozího stavu spotřeby energie	14
2.2.8.	Úpravy výchozí energetické hodnoty.....	15
2.2.9.	Role a odpovědnosti.....	15
2.2.10.	Realizace a zdokumentování plánu M&V	15
2.2.1.	Analýza M&V.....	16
2.2.2.	Nejistota	16
2.2.3.	Opatření ke snížení energetické náročnosti	17
2.3.	Zdroje dat a práce s nimi.....	19
2.3.1.	Sběr dat	19
2.3.2.	Měření	20
2.3.3.	Volba frekvence sběru dat	20
2.3.4.	Zajištění kvality dat.....	21
2.3.5.	Identifikace a analýza extrémních hodnot.....	22
2.3.6.	Měření elektřiny.....	23
2.3.7.	Měření spotřeby plynu	24
2.3.8.	Měření množství tepla	25
2.3.9.	Data o spotřebě vody	25
2.3.10.	Klimatická data a práce s nimi.....	26
3.	Postup při optimalizaci úspor energie při přípravě projektu	28
3.1.	Komplexní přístup k přípravě projektů	29
3.2.	Příprava projektové dokumentace	30

3.2.1.	Výběr dodavatele, realizace, předání stavby a uvedení do provozu	30
3.2.2.	Požadavky na zadávací dokumentaci z pohledu energetické efektivity	31
3.3.	Návrh technických opatření	32
3.4.	Energetická optimalizace	32
3.4.1.	Koncepční řešení	32
3.4.2.	Konstrukční systém	32
3.4.3.	Tepelné izolace	34
3.4.4.	Řešení stavebních detailů	34
3.4.5.	Technické parametry oken	34
3.4.6.	Protisluneční ochrana	35
3.4.7.	Průvzdušnost obálky budovy	36
3.4.8.	Řízené větrání s rekuperací	36
3.4.9.	Energetické systémy budovy	37
3.4.10.	Hospodaření s vodou	39
3.4.11.	Opatření v okolí budovy a adaptační opatření	40
3.5.	Požadavky na zpracování energetických dokumentů	41
3.5.1.	Průkaz energetické náročnosti budov	41
3.5.2.	Energetický audit	42
3.5.3.	Energetický posudek	43
3.5.4.	Ostatní – vlastní dokumenty	44
4.	Postupy při vyhodnocování úspor energie	45
4.1.	Obecné faktory a předpoklady vyhodnocování	46
4.1.1.	Vyhodnocování dle protokolu IPMVP	46
4.1.2.	Spotřeba energie	47
4.1.3.	Energetická účinnost	47
4.1.4.	Vyhodnocení shody s legislativními požadavky	47
4.1.5.	Uživatelé v procesu vyhodnocování	48
4.2.	Stanovení účelu užití energie	49
4.2.1.	Využití PENB pro rozdělení spotřeby dle užití	52
4.2.2.	Definování hranic indikátorů energetické náročnosti	53
4.2.3.	Definování a kvantifikace energetických toků	53
4.3.	Měření energetické náročnosti pomocí výchozího stavu spotřeby energie	54
4.3.1.	Stanovení výchozího období a výchozí spotřeby	56
4.4.	Volba indikátorů (EnPI) a práce s nimi	60
4.4.1.	Identifikace ukazatelů energetické náročnosti	60

4.4.2.	Definování a kvantifikace statických faktorů	60
4.4.3.	Stanovení specifických charakteristik energetické náročnosti	61
4.5.	Stanovení a vztahy relevantních proměnných.....	64
4.5.1.	Příklady vztahů relevantních proměnných.....	65
4.6.	Správa a úprava ukazatelů energetické náročnosti a výchozích energetických hodnot	69
4.6.1.	Příklady změn EnPI a EnB	69
4.6.2.	Stanovení hranic EnPI.....	70
4.7.	Normalizace výchozího stavu.....	71
4.7.1.	Příklad výpočtu normalizovaných hodnot.....	72
4.7.2.	Vyhodnocování pomocí normované spotřeby.....	73
4.7.3.	Stanovení normované spotřeby – dlouhodobého normálu	73
4.8.	Příklady situací při vyhodnocování dosažených úspor energie	74
4.8.1.	Překročení plánované úspory.....	77
4.8.2.	Benchmarking.....	77
4.8.3.	Výpočet zlepšení energetické náročnosti	79
	Příklad vyhodnocení úspor na osvětlení	79
5.	Podávání zpráv o energetické náročnosti	80
5.1.	Reportování.....	80
5.2.	Reportování plánu M&V	81
6.	Závěr	88
7.	Použité jednotky a zkratky	89
8.	Literatura a zdroje	91

1. Úvod – o příručce

V rámci této příručky je představen komplexní postup přípravy, realizace a vyhodnocování projektů, které mají dopad na spotřebu energie a vody s důrazem na samotný proces vyhodnocování spotřeby energie vody, potažmo dosažené úspory.

Tato metodická příručka pro vyhodnocování úspor energie vychází ze zkušeností s prováděním energetického managementu a z potřeby rozšířit a sjednotit postupy, kterými se řídí vyhodnocování úspor pro vlastní potřebu investora, tak pro vyhodnocování dotačních titulů či pro potřeby státní správy.

Příručka vychází především z rodiny norem ISO 50001 a to ČSN ISO 50006 a ČSN ISO 50015. V těchto normách je položen základ měření, ověřování a vyhodnocování spotřeby energie a energetické efektivity, včetně návodů a příkladů. Jakkoli je původní záměr normy směřován na energetickou efektivity při výrobě, v průmyslu, tak naprostá většina zásad a návodů je plně využitelná i v dalších sektorech, včetně veřejného, kde se jedná především o správu budov a nevýrobních technologií.

Pro lepší pochopení souvislostí doporučujeme pořízení celé rodiny norem ISO 50001, přestože ne všechny jsou přeloženy do češtiny, což je i případ těch dvou výše uvedených. V této metodice se již nevracíme k základní normě ČSN EN 50001, ale přejímáme z ní základní terminologii. Nejčastěji používanými termíny v příručce jsou:

- EnPI Energy Performance Indicator / Ukazatel energetické hospodárnosti ¹
- EnB Energy Baseline / výchozí stav spotřeby energie
- EPIA Energy Performance Improvement Action / Opatření pro zlepšení energetické účinnosti ² - v textu také jako opatření, či provedená opatření
- M&V Measurement and Verification / měření a verifikace

Z praktických důvodů pro tyto zkratky neuvádíme žádný český ekvivalent a je proto potřeba pro porozumění příručce s nimi takto pracovat. Všechny použité zkratky jsou uvedeny v závěru, v kapitole Použité jednotky a zkratky.

1.1. Účel příručky

Metodika je určena pro vyhodnocování všech investičních akcí a projektů, které mají vliv na spotřebu energie a vody. Účelem tohoto vyhodnocování je dlouhodobý přehled o komplexních efektech provedeného opatření, či realizované investice. Výsledky mohou být dále využity pro vyhodnocení dotovaných akcí, pro přípravu nových projektů – v lepším standardu apod.

Legislativa předepisuje způsob vykazování úspor, ale nikoli konkrétní způsob průběžného vykazování úspor, toto ponechává na erudici a rozhodnutí energetického specialisty, pokud je tímto směrem vedeno zadání. Obvykle je vyhodnocování požadováno v podobě statického vyhodnocení v jednom konkrétním okamžiku – například v podobě závěrečného vyhodnocení efektu dotace.

¹ Takto je definován v českém překladu normy, ale můžeme se setkat i s dalšími překlady – ukazatel energetické náročnosti či výkonnosti. Princip tohoto ukazatele však musí být zachován, jeho užití je velmi široké a pro jakékoli vyhodnocování zcela zásadní.

² Ze zavádění normy ISO 50001 znáte „příležitosti pro zlepšení energetické účinnosti“, v okamžiku, kdy jsou tyto příležitosti realizovány, jejich přirozeným pokračováním jsou právě EPIA – provedená opatření.

Pokud nejsou vyžadovány konkrétní přísné požadavky na energetickou náročnost, mají investoři, resp. jejich zástupci – architekti, projektanti, investiční technici apod. tendenci projekt co nejvíce „zjednodušit“ ve vztahu k energetickému standardu. To se primárně projeví na požadavku na zpracování PENB – převážná většina novostaveb je primárně směřována do kategorie C, aniž by proběhla optimalizace na lepší standard. Při uvážení parametrického nastavení metodiky zpracování PENB a jejich praktického zpracování, často jen mechanického bez hlubších propočtů a optimalizace jednotlivých parametrů (tepelné zisky, oslunění, objem větracího vzduchu, vliv stavebních detailů, vliv TZB, otopné soustavy, osvětlení apod.) jsou takto připravené projekty již ve fázi projektové dokumentace v „nejhorším dostupném energetickém standardu“, tj. právě tom, který ještě legislativa umožní. Přitom energetická optimalizace často neznamena navýšení investičních nákladů, ale vždy znamená podstatné snížení provozních nákladů a navýšení komfortu.

Postup při vyhodnocování dosažených úspor by měl být jednotný pro všechny typy projektů, ale současně musí být počítáno s rozdílnými výsledky u projektů, které nejsou již od počátku připravovány s jasně stanovenými cílovými hodnotami pro energetickou náročnost a vyhodnocování se dále může lišit v závislosti od cílů, složitosti, typu projektu apod.

Na každou akci, která ovlivňuje energetickou náročnost, by měla být zpracována kromě projektové dokumentace (dle zvláštních předpisů) také energetická dokumentace – energetická koncepce, posudek, audit, optimalizace či dokumentace dle ISO 50001 apod., tj. dokumenty, které stanoví energetický cíl, co to má v úspoře energií přinést a způsob vyhodnocování, zda se podařilo cíl naplnit realizací.

Energetická náročnost by současně měla být kritériem v rámci veškerých investičních akcí a opatření, která mají vliv na spotřebu. Totéž se týká hospodaření s vodou. Rozšířený povinný nástroj PENB pro tento účel přitom však nelze použít.

Z praxe městských energetických manažerů například vyplývá potřeba jednotné (závazné) metodiky pro vyhodnocování úspor napříč všemi dotačními tituly – tedy i těmi, jejichž primárním účelem nejsou energetické úspory, ale například obnova kulturních památek, sociální bydlení apod. bez takového povinnosti jsou v rámci stávajících procesů přípravy projektů bezmocní.

1.2. Výchozí podmínky a předpoklady

Proto, aby bylo možné spotřebu energie efektivně vyhodnocovat, je nezbytné splnit několik předpokladů, přičemž tím nejdůležitějším je popis, jak bude vyhodnocení prováděno, definice druhů dat, nastavení způsobu sběru dat a způsobu jejich vyhodnocování (verifikace).

Jelikož je tato příručka sepsána podle zásad energetického managementu, nejsou zde dále rozebírány základní předpokládané výchozí podmínky typu:

- Zavedení energetické politiky organizace
- Nastavení odpovědnosti a kontroly

Pro účely vyhodnocování jsou podstatné zejména tyto součásti energetického managementu

- Monitoring
- Plánování
- Kontrola
- Nápravná opatření (resp. postup jejich vyhodnocování)

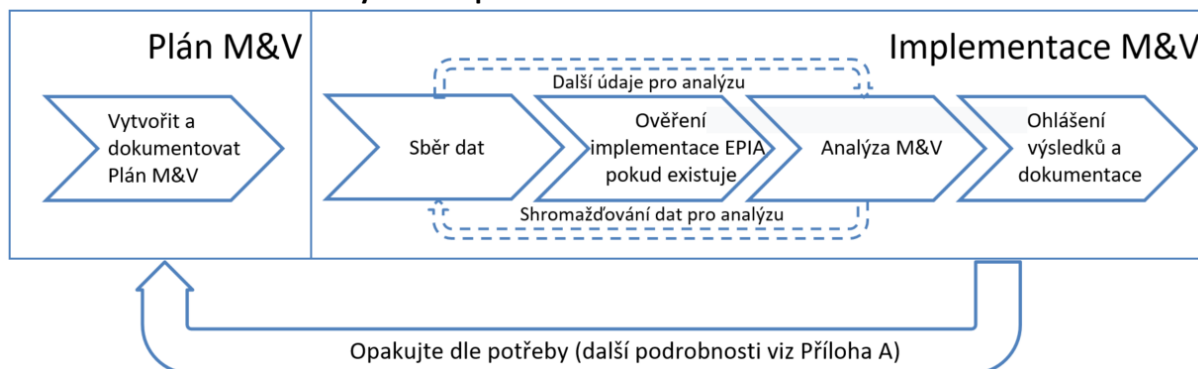
2. Plán měření a ověřování a související požadavky

Plán sběru dat je nezbytné ve stanovených intervalech přezkoumat a aktualizovat tak, jak vyvstane z praxe práce s těmito daty a také aktualizací a zpřesňováním měřících míst apod.

Proces měření a verifikace (M&V) zahrnuje šest základních kroků, jejichž pořadí je znázorněno na obrázku níže:

1. Vytvoření plánu M&V v podobě dokumentace, v níž je popsáno, jak se provádí každá fáze M&V³
2. Sběr dat
3. Ověření implementace EPIA⁴, pokud již existují
4. Provedení analýzy M&V
5. Reportování výsledků M&V a vydání dokumentace
6. Přezkoumání a opakování podle potřeby

Obrázek 1 Základní kroky v rámci plánu měření a verifikace dle ČSN EN ISO 50015



2.1. Rozsah a účel plánu M&V

Plán M&V by měl být zpracován na míru konkrétní organizaci, a měl by obsahovat důvod či důvody, proč je prováděn, tj. například vyčíslení zlepšení energetické náročnosti, finančních splátek, splnění požadavků dotací, pro daňové účely, společenská odpovědnost apod. Kromě toho je v plánu uvedeno:

- a) role a vztah účastníků tvorby a realizace plánu k organizaci v souladu se zásadou nestrannosti požadavky na důvěrnost;
- b) kdo bude příjemcem výsledků;
- c) veškeré identifikované legislativní nebo jiné požadavky, včetně dalších standardů, kterým by měl proces vyhovovat;
- d) shrnutí fyzického rozsahu M&V, včetně toho, zda je dotyčná M&V použitelná pro celou organizaci nebo její část: pokud se týká části organizace, měla by oblast působnosti specifikovat, která část organizace;

³ Měření a ověřování – Measurement and Verification

⁴ Akce na zvýšení energetické účinnosti - EPIA Energy Performance Improvement Action

- e) co se měří a ověřuje, včetně metrik EnPI nebo EPIA;
- f) potenciální důsledky;
- g) použitá metoda M&V;
- h) shrnutí údajů, které mají být shromažďovány a analyzovány, včetně typu a četnosti;
- i) použitelné požadavky na přesnost nebo nejistotu;
- j) četnost (např. měsíční, čtvrtletní, roční) a formát zpráv M&V;
- k) případný proces aktualizace plánu M&V;
- l) potvrzení, že rozsah M&V je v souladu se zásadou způsobilosti, pokud je prováděn v rámci certifikovaného subjektu.

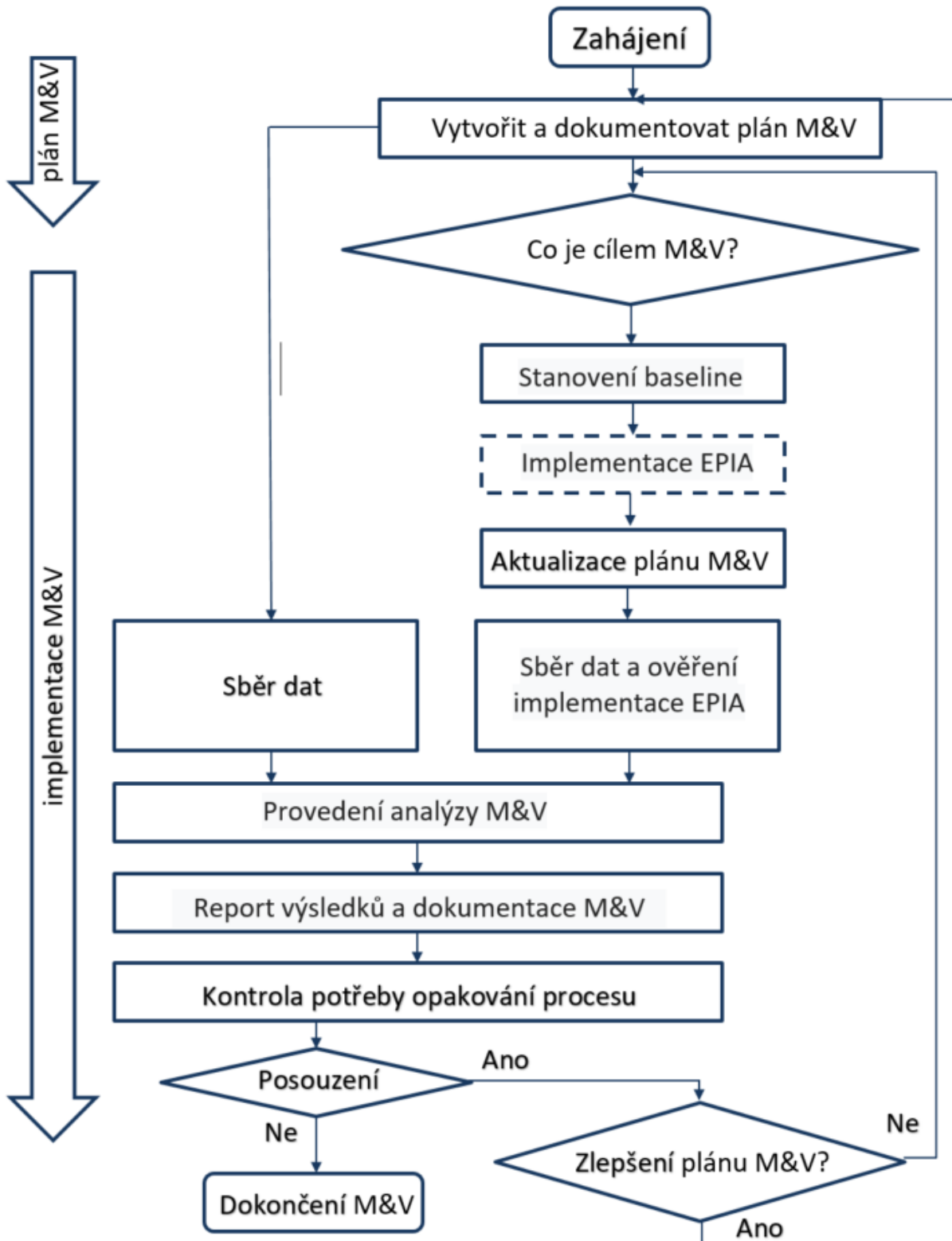


Pro snadnější vyhodnocování a zejména efektivnější řízení spotřeby energie je výhodné pořídit postupně jednotný systém měření a regulace na (MaR) na všech budovách.

Definice požadavků na jednotný systém v rámci zadávací dokumentace při komplexních renovacích, či samostatně neodporuje pravidlům zadávání veřejných zakázek a je možné je realizovat postupně v souladu s plánem obnovy majetku.

V následujícím procesním diagramu je znázorněn celý proces měření a verifikace s uvedením všech jeho prvků. Implementace opatření (EPIA) je hlavním předmětem a věcnou podstatou realizace M&V, ale jelikož se jedná se o samostatnou oblast energetického managementu, je v grafu tato část ohraničena čárkovanou čarou.

Obrázek 2 Proces měření a verifikace



2.2. Sestavení plánu M&V

Sestavení plánu M&V zahrnuje identifikaci systémů, dat a prostředků, které mají být použity v procesu M&V. Sestavení plánu M&V zahrnuje následující:

- a) dokumentaci současných využití energie, vlastností zařízení a vybavení, jakož i vzorce spotřeby energie v rámci hranic M&V;
- b) identifikaci a dokumentaci vhodného reprezentativního časového období pro provádění M&V;
- c) identifikaci údajů potřebných pro plán shromažďování údajů („měřicí plán“);
- d) identifikace údajů potřebných pro stanovení baseline a její udržování;
- e) identifikace dostupnosti a množství energetických údajů, vybavení a dalších zdrojů potřebných k provedení M&V;
- f) Předběžné posouzení předmětu plánu M&V.

Metriky energetické náročnosti definované organizací se nazývají ukazatele energetické náročnosti – EnPI, viz dále.

2.2.1. Hranice M&V

Je zřejmé, že i v případě M&V je důležitá volba hranic. M&V lze aplikovat na organizaci jako celek nebo na její část. Hranice M&V lze stanovit ve shodě s hranicí pro významné využití energie nebo na celkovou spotřebu energie. Důležité je však stanovit vždy základní energetickou hodnotu pro nastavenou hranici.



Obecně vychází definice a stanovení hranic z norem ISO 50001 a aktuálně je také tento princip převzat do české legislativy v podobě „hranice energetického hospodářství“ v novele zákona o hospodaření energií. Hranice se tak mohou nastavit přesně podle potřeb organizace – hranice významnosti spotřeby, hranice procesů apod. Viz také dále.

Plán M&V vymezuje hranice včetně příslušných systémů, procesů a zařízení a jsou uvedeny důvody pro výběr hranic a dopad těchto rozhodnutí na nejistotu.

2.2.2. Plán sběru dat

Plánu sběru energetických dat a souvisejících požadavků definovaný normou ISO 50001:2018 je nástupcem dříve používaného „měřicího plánu“ a je komplexnější v tom, s jakými daty a jakým způsobem pracuje.

V tomto plánu si každá organizace dle svých potřeb a zvyklostí definuje, jaká data se mají pořizovat a jakým způsobem. Definuje jaká média, na jakých odběrných místech jsou měřena, v jaké četnosti, jak jsou data uchovávána. Tento plán obsahuje:

- Relevantní proměnné pro významná užití energie
- Spotřebu energie ve vztahu k významným užitím energie a k organizaci
- Provozní podmínky týkající se významných užití energie
- Data specifikovaná v akčních plánech.

2.2.3. Kategorizace a popis metrik energetické náročnosti

Popis každé metriky energetické náročnosti nebo ukazatele energetické náročnosti (EnPI) by měla zahrnovat definici, popis a měrnou jednotku. Pokud se jedná o metriku stanovenou na základě poměrů nebo složitějších modelů, pak by měla zahrnovat matematickou rovnici nebo specifické kroky k jejímu určení.

Odborník v oblasti M&V by měl určit metriky energetické náročnosti potřebné pro M&V. Vzhledem k tomu, v případech, kdy EnPI nemusí být pro účely M&V dostatečné, je možné definovat další metriky energetické náročnosti.



Ukazatel EnPI definovaný jako měrná spotřeba (kWh/m² nebo na osobu) může být silně ovlivněn počtem uživatelů budovy, resp. mírou využití kapacity budovy. Při 100 % naplněnosti (využití) budovy kapacitě se může výrazně lišit od měrné spotřeby při částečném využití.

Na základě výsledků předběžného posouzení plánu M&V by měly být vykazovány a dokumentovány relevantní proměnné a statické faktory, jakož i podmínky, které ovlivňují hodnotu EnPI a metrik energetické náročnosti.



Úprava osvětlení může vést k podstatnému snížení spotřeby energie, aniž by to mělo významný dopad na EnPI (například kWh / jednotka) v případech, kdy osvětlení představuje malou část celkové spotřeby energie.

V takovém případě je vhodné nastavit alternativní metriku energetické náročnosti, tj. spotřeba elektřiny na osvětlení kWh / m².

2.2.4. Charakterizace a výběr příslušných proměnných a statických faktorů

Následující kroky jsou nezbytné pro charakterizaci a výběr příslušných proměnných a statických faktorů:

- stanovit kritéria pro výběr příslušných proměnných nebo statických faktorů, které ovlivňují energetickou náročnost v rámci M&V;
- identifikovat relevantní proměnné a statické faktory;
- určit typický pracovní rozsah identifikovaných relevantních proměnných a úroveň statického faktoru;
- určit reprezentativní časové období;
- identifikovat a specifikovat vlastnosti údajů a zdroje dat pro každou relevantní proměnnou nebo statický faktor podle pokynů v plánu sběru údajů;
- identifikovat a popsat následky, které mohou nastat;
- určit, jaké důsledky budou či nebudou kvantifikovány v M&V;

2.2.5. Stanovení obsahu plánu M&V (metoda M&V)

Celosvětově existuje celá řada metod, standardů, protokolů a / výpočetních metod pro kvantifikaci energetické náročnosti a zlepšení energetické náročnosti, které mohou být využity v rámci M&V. Výběr vhodného postupu a volby metod a úrovní hodnocení je založen na:

- účelu provádění M&V;
- požadavku na přesnost;
- relevantní zkušenosti příslušného odborníka v oblasti M&V;
- údajích o metrikách, které mají být měřeny a ověřovány;
- povaze a velikosti organizace, jakož i výběru hranic M&V;
- informacích získaných během sestavování plánu M&V;
- právních nebo jiných požadavcích, včetně jiných norem nebo protokolů;
- nákladech na uvažované metody.

Tato část plánu M&V měla obsahovat:

- a) podrobný popis postupu M&V a metody výpočtu ukazatelů, jakož i odkaz na všechny vybrané protokoly;
- b) popis, který je dostatečně podrobný, aby bylo zajištěno, že energetičtí specialisté i ostatní kompetentní odborníci v oblasti M&V budou schopni implementovat proces M&V; a
- c) zdůvodnění výběru metody M&V a metody výpočtu, včetně výhod a nevýhod.

2.2.6. Plán sběru dat

Údaje, které bude třeba shromáždit, jsou založeny na metrikách energetické náročnosti, včetně ukazatelů EnPI nebo opatření EPIA a vybrané metody vyhodnocování a metody výpočtu, pokud je potřeba. Pro každý potřebný datový prvek je třeba popsat následující:

- název relevantní proměnné (měřená veličina, použitá pro stanovení ukazatele);
- zdroj dat existující nebo nově přidaný;
- způsob získávání dat a (požadovaná) kvalita dat;
- odpovědnost za získávání dat
- identifikace a odstranění odlehlých hodnot nebo proluk v údajích s odůvodněním;
- četnost, s jakou budou data shromažďována (tj. hodinová, denní, měsíční atd.);
- typ měření;

2.2.7. Stanovení výchozího stavu spotřeby energie

Stanovení referenční hodnoty spotřeby (baseline) je nezbytné nejen vždy, kdy má být stanovována míra zlepšení energetické náročnosti. Její stanovení musí být současně v souladu s požadavky zvolené metody M&V, resp. vybrané metody výpočtu.

Referenční energetická hodnota by měla být stanovena před zavedením jakéhokoli opatření EPIA, pokud je to možné.

Tato část plánu M&V by měla zdokumentovat, jakým způsobem je referenční hodnota stanovena a měla by zahrnovat:

- a) neupravená data použitá ke stanovení baseline během procesu sběru dat;
- b) konkrétní časové období pro výchozí energetickou hodnotu a související podmínky;

- c) postup při stanovení výchozí (referenční) energetické hodnoty;
- d) případně zpracované údaje, model spotřeby energie představující výchozí hodnoty energie.

2.2.8. Úpravy výchozí energetické hodnoty

Zvolený způsob vyhodnocování může vyžadovat přizpůsobení výchozí energetické hodnoty podmínkám vykazovaného období. Úprava může být dvojího typu:

- a) **Při zpracování výchozí hodnoty (baseline)** - může nastat potřeba upravit baseline z důvodu mimořádných stavů v období, za něž je stanovována. Například výpadek provozu, mimořádná spotřeba apod.
- b) **Při budoucím vyhodnocování** - v tomto případě může nastat potřeba úpravy na základě dodatečné či snížené spotřeby vlivem úpravy zvolené hranice M&V. Například je odprodána či naopak zakoupena nemovitost, provedena přístavba apod.

V obou případech musí být zdokumentována konkrétní metoda a důvody očekávaných nebo známých neobvyklých úprav referenční energetické hodnoty.

2.2.9. Role a odpovědnosti

Role a odpovědnosti stran zapojených do M&V by měly být součástí dokumentace spolu s následujícím:

- způsoby komunikace mezi různými stranami;
- změny klíčových pracovníků, jejich kontaktní údaje a způsob, jakým budou tyto informace v plánu aktualizovány;
- kompetence příslušné osoby odpovědné za oblast M&V

2.2.10. Realizace a zdokumentování plánu M&V

Postup realizace plánu M&V lze na základě uvedeného shrnout následovně:

1. sběr dat - shromažďování a zaznamenávání data podle požadavků plánu sběru dat.
2. Ověření provádění opatření (EPIA), tj. zda byla EPIA řádně implementována v souladu s plánem M&V. Ve vztahu k plánu M&V by měly být zaznamenány následující údaje:
 - a) provedené akce;
 - b) akce nebyly provedeny a zdůvodnění proč k realizaci nedošlo;
 - c) akce, které se liší od současného plánu M&V a zdůvodnění proč došlo ke změně

Pokud se implementovaná (realizovaná) opatření EPIA liší od svého popisu v plánu M&V významným způsobem, měla by být provedena úprava plánu, zdokumentována a zahrnuta do pravidelného vykazování M&V.

Realizace M&V musí být dokumentována v souladu s nastavenými pravidly. Prvky plánu M&V by měly být dokumentovány způsobem podporujícím:

- důvěru,
- sledovatelnost,
- opakovatelnost,
- reprodukovatelnost
- konzistenci
- dostupnost a dohledatelnost údajů.



Mezi vhodné záznamy podporující důvody rozhodnutí může být zahrnuta i evidence elektronické korespondence mezi příslušnými stranami.

2.2.1. Analýza M&V

Analýza M&V se řídí rozsahem, časovými obdobími, četností dat a metodou stanovenou v plánu M&V.

Pokud cíl M&V zahrnuje vyhodnocení, k jakému došlo zlepšení energetické náročnosti, je nutné vypočítat základní hodnotu odpovídající podle plánu. Měly by být zaznamenány jakékoli neobvyklé úpravy nebo změny použitých metod. Výsledkem tohoto kroku jsou změřené a ověřené výsledky energetické náročnosti.

Pokud jsou dvě nebo více EPIA implementovány během stejných nebo překrývajících se časových období, mohou být výsledky jejich kombinovaného účinku odlišné od hodnoty, která by byla výsledkem každé EPIA realizované samostatně. Na základě provedené analýzy je možné stanovit výsledek M&V pro kombinaci EPIA tak, aby odpovídal dalším požadavkům – vyhodnocování dílčích opatření, dotaci apod.



Častým případem je implementace dvou standardních opatření (EPIA):

- a) zlepšení účinnosti topného systému (výměna, regulace)
- b) zlepšení tepelně technických vlastností obálky budovy

Úspory energie z opatření A. mohou být stanoveny na základě změn účinnosti při počáteční úrovni stavu obálky. Úspory ze samotného zlepšení obálky mohou být stanoveny na základě rozdílu stavu obálky vztaheného k počáteční úrovni účinnosti topného systému.

Kombinovaný efekt opatření je pak stanoven na základě rozdílu mezi počátečním stavem a výslednou spotřebou energie po realizaci obou opatření (tj. při zlepšené účinnosti systému a po zateplení budovy).

2.2.2. Nejistota

Zjištění a vyjádření míry nejistoty je nezbytné pro interpretaci výsledků a pro zajištění důvěryhodnosti vykazovaných výsledků.

Je-li to možné, měly by být určeny zdroje nejistoty a měly by být kvantifikovány v rozsahu, v jakém je to možné a užitečné pro cíle M&V.

Z pohledu nákladovosti je potřeba volit kompromisní řešení a úplné vyčíslení nejistoty nemusí být vyžadováno, pokud je to ve vztahu k cílům M&V nezdůvodnitelně nákladné.

Zdroje nejistoty, které je třeba zvážit, mohou zahrnovat například tyto faktory:

- a) zvolená metoda M&V;
- b) zvolená metoda výpočtu;
- c) vybrané hranice M&V;
- d) výběr / výběr významného využití energie v rámci hranice;

- e) vyloučené typy energie;
- f) frekvence shromažďování údajů;
- g) datové intervaly;
- h) použitá metoda měření;
- i) diagnostika a zkreslení modelu spotřeby energie;



Nejistota z některých z uvedených zdrojů může být kvantifikována pomocí běžné diagnostiky, jako jsou t-statistiky, hodnoty R^2 , p-hodnoty, úroveň spolehlivosti, hranice predikce modelu nebo jiné ukazatele kvality měření shody.

Tam, kde se používají technické výpočty nebo simulace, lze nejistotu popsat na základě použitých metod, za použití společných pravidel z příruček nebo prostřednictvím analýzy citlivosti.

- a) způsobilost osoby provádějící M&V;
- b) velikost vzorku a to, zda je velikost vzorku reprezentativní;
- c) přesnost měření
- d) další možné vlivy

2.2.3. Opatření ke snížení energetické náročnosti

Jedna z částí plánu M&V je zaměřena na popis opatření (EPIA), která je potřeba po realizaci měřit a ověřovat. Tento popis musí být dostatečně podrobný, aby bylo zajištěno, že kdokoli bude schopen posoudit, zda byl použitý postup vhodný:

- popis každého opatření EPIA, včetně výchozího stavu (baseline);
- jakým způsobem se očekává, že provádění EPIA přispěje k udržení nebo zlepšení energetické účinnosti;
- druh a míra očekávaného zlepšení nebo udržení energetické náročnosti vyplývající z provádění EPIA;
- určení odpovědnosti za provádění opatření;
- jak budou opatření prováděna;
- časový rámec a sled provádění každého opatření (harmonogram);
- místo, kde bude opatření implementováno;
- náklady na realizaci opatření a následný provoz a údržbu, jsou-li relevantní pro cíle M&V;
- jak bude fyzicky ověřeno provádění opatření;

Vyhledávání příležitostí ke snížení spotřeby je základní součástí provádění energetického managementu. Tyto příležitosti se následně stávají opatřeními, která mohou, ale nutně nemusejí být součástí M&V.



Vyhledávání příležitostí, tj. budoucích opatření ke snížení energetické náročnosti je přirozenou součástí jakéhokoli způsobu nakládání s majetkem a může se tak jednat například o součást strukturovaného akčního plánu, investičního plánu, či plánu obnovy majetku.

Ideální způsob je organizace v podobě nějakého SW (SmartCity) rozhraní, kde je možné tyto parametry jednoduše sledovat a vyhodnocovat s minimálními nároky na pracovníky. Současně se jedná o akce od určité stanovené hranice, finanční či věcné.

Typickým opatřením, které je nezbytné vyhodnocovat je výměna kotle. Jelikož je předpoklad zvýšení účinnosti systému, je toto opatření součástí M&V. Po realizaci výměny - ověřené fyzickou kontrolou, předávacím protokolem, sjednáním servisní smlouvy apod. – je současně v rámci M&V nastaveno popis předpokládaných výsledků a identifikace těch, které budou či nebudou kvantifikovány v rámci procesu M&V.

Opatření typu výměna výtahu naopak nemusí být zahrnut, a to jak z důvodu, že efekt nelze určit nebo má malý dopad na celkové výsledky M&V.



Definici opatření (EPIA) je taktéž podstatnou součástí energetických auditů, které budou dle novely legislativy více korespondovat s požadavky norem ISO 5000x, ponejvíce normou ČSN EN ISO 50002.

Zpracování energetického auditu bude povinně předcházet sestavení „plánu energetického auditu a definice hranice energetického hospodářství organizace. Je tedy výhodné tyto procesy spojit v rámci zavádění a certifikace ISO 50001 a provádět zpracování plánů společně.

2.3. Zdroje dat a práce s nimi

2.3.1. Sběr dat

Ve fázi zavedení energetického managementu by organizace měla specifikovat data, která mají být shromažďována pro každý stanovený EnPI a jemu odpovídající EnB. K těmto datům je nutné definovat způsob jejich sběru (zdroj, četnost).

- Fakturační data
 - Data z fakturačních měřidel
 - Data z faktur
- Ostatní měřená data
 - Data z měření spotřeby (ruční, dálková)
 - Data z měření kvality vnitřního prostředí
 - Data z měření procesů a specifických měřičů
- Data ze zdrojů a z transformace energie
 - Spotřeba primární energie
 - Účinnost zdroje / přeměny energie
- Klimatologická data
- jiná data, potřebná k vyčíslení sledovaných EnPI (např. počet výrobků za směnu, počet návštěvníků bazénu, a jiná data, nepocházející z měřidel jako takových)

Je důležité shromáždit všechna data, která jsou potřebná k definování EnPI a odpovídajících EnB a to včetně statických faktorů.

Při sběru dat mohou vyvstat následující překážky:

- Nedostatek podrobných měřených údajů od dodavatelů energie - pokud organizace nemá podrobná měřená data od dodavatelů energie, může prozkoumat další možnosti měření poskytované samostatně nebo prostřednictvím svého dodavatele energie.
- Nedostatek údajů o relevantních proměnných - pokud organizace nemá data pro specifický energeticky náročný výrobní proces, může k získání těchto údajů přidat senzory.
- Nekompatibilní datové formuláře - pokud jsou energetická data organizace v jiné frekvenci měření než data jiných faktorů, mohou agregovat nebo rozčlenit data, aby je sladila.
- Nedostatek dat pro konkrétní využití energie – v takovém případě je nezbytné instalovat podružné měření.

Organizace může stanovit, že význam využití energie v hranici EnPI nebo příležitost ke zlepšení je dostatečně vysoká, aby odůvodnila náklady nových měřičů, podružných měřidel a / nebo senzorů na měření dalších příslušných proměnných. V takových případech organizace uvede takové měření ve svém plánu monitorování, měření a analýzy.

Pokud organizace používají odhadované hodnoty pro výpočet EnPI a odpovídajících EnB, měly by dokumentovat své předpoklady a metody.

Organizace může zjistit, že některé z EnPI, které byly dříve identifikovány jako významné, nemusí být měřitelné kvůli omezením dat nebo jiným překážkám. V tomto případě bude muset organizace posoudit a následně vylepšit EnPI nebo zavést další měřiče nebo metody měření.

2.3.2. Měření

Spotřeba energie se obvykle měří pomocí permanentního měření nebo podružného měření, případně dočasným měřením. Spotřeba energie se vždy měří a vypočítává pomocí údajů za přesně stanovené časové období.

Při výběru EnPIs je nutno zvážit stávající možnosti měření a monitorování. Organizace by měla provádět měření pro každou energetickou hodnotu a relevantní proměnnou nezbytnou pro výpočet vybraných EnPI a odpovídajících EnB.



V některých případech je potřeba množství spotřebované energie měřit nepřímo. To může vyžadovat měření průtoku, objemu nebo hmotnosti dodávaného paliva a může se měnit podle faktorů, jako je venkovní teplota, tlak a další faktory. Na skutečný měřený průtok plynu nebo kapalného paliva se obvykle používají koeficienty, pomocí nichž se vypočte množství energie obsažené v palivu.

Měření lze provádět na místě (např. Pomocí mobilních / přenosných měřičů), dočasně (např. Pomocí záznamníků dat) nebo nepřetržitě [např. používání dat ze systému dohledové kontroly a získávání dat (SCADA) nebo systému získávání a zpracování dat (DAHS)]. Spotřeba energie a příslušné proměnné použité pro výpočet každého EnPI by měly být měřeny ve stejnou dobu a frekvenci. Není-li možné nepřetržitě měření, měla by organizace zajistit, aby byla prováděna okamžitá nebo dočasná měření v obdobích, které jsou typické pro typický způsob provozu.

Všechna měření by měla být opakovatelná a odpovídající měřiče kalibrovány. Všechny naměřené hodnoty by měly být validovány.

2.3.3. Volba frekvence sběru dat

Období a četnost sběru dat může být delší než základní období a období vykazování. Otázka volby četnosti sběru dat je spíše otázkou ekonomické náročnosti, v případě, že je data možné získat bezplatně či za výhodných podmínek, je vždy dobré data centrálně sbírat pro další využití.

Data mohou být k dispozici kontinuálně, v reálném čase, případně mohou být zasílána v podrobném členění, ale jednou za danou dobu (v paketech). Například data o spotřebě tepla mohou být posílána jednou týdně, ale v denním či hodinovém členění apod.)

Vyšší frekvence sběru dat je výhodná jak pro odhalení odchylek a nesrovnalostí, ale také pro porozumění dopadu příslušných proměnných na energetickou výkonnost.



Pokud mají být dle plánu instalovány nové měřicí systémy, například systémy MaR, nebo v rámci komplexní renovace budovy, měla by v těchto případech být vždy zvážena instalace zařízení, která zvýší četnost údajů potřebných pro monitorování energetické účinnosti. V souladu s přístupy uvedenými v této příručce.

Například na provozní úrovni může být zapotřebí hodinový, denní nebo týdenní sběr dat, aby byly ošetřeny významné odchylky. Tyto energetické hodnoty a příslušné proměnné mohou být poté agregovány pro měsíční přezkumy na organizační úrovni a po určité době mohou být tato podrobná data automaticky vymazána.

V následujícím přehledu jsou uvedeny četnosti sběru dat s nejčastějším způsobem využití.

Četnost	Popis
Roční	Roční četnost je agregovanou hodnotou podrobnějšího měření a slouží k meziročnímu porovnání celkových spotřeb.
Měsíční	Měsíční četnost sběru dat je minimální četností nezbytnou k provádění EM. Současně se jedná o agregovanou hodnotu podrobnějšího měření pro měsíční porovnání. Předpokládá se kalendářní měsíc nebo 30 dní.
Týdenní	Umožňuje např. sledování chování objektu prostřednictvím ET křivky – návaznost spotřeby na venkovní teplotu.
Denní	Zajímavá především pro objekty s nepravidelným provozem během týdne a sledování rozdílů mezi nimi (nejčastěji pracovní dny vs. víkendy).
Část dne	Obvykle se jedná o logickou část dne, tj. 1/4 dne (6 hodin), jedna směna apod.)
Hodinová	Dává přehled o průběhu spotřeby v průběhu dne a možnost porovnání objektu v provozu a mimo něj (např. směna vs. klidový režim).
Čtvrt hodinová	Nejčastěji používaná pro podrobnou analýzu odběrných míst, nastavení optimální velikosti jističe či rezervované kapacity („hlídání čtvrt hodinového maxima“).
Kratší než ¼ hodinová	Slouží obvykle ke kontrole a SW korekci automatizovaných odečtů

Přehled níže ukazuje pomocí zvýraznění odstínem, jaké hodnoty jsou pro monitoring pro dané médium obvyklé, vhodné a postačující.

Úroveň / časovost	Roční	Měsíční	Týdenní	Denní	Hodina	1/4hodina
Elektřina velkoodběr						
Elektřina maloodběr						
Zemní plyn						
Teplo						
Voda						

2.3.4. Zajištění kvality dat

Před výpočtem EnPI a odpovídajících EnB je nutné zkontrolovat sadu měřených hodnot a proměnných. Vadné měření, chybný sběr dat nebo atypické provozní podmínky mohou vést k významným odchylkám.

Někdy je pro zjednodušení volen opačný postup. V případě, kdy jsou identifikovány odchylky, u nichž není zjevná příčina, jsou zpětně kontrolovány jednotlivé vstupy, tj. zda nedošlo k chybě měření, špatnému odečtu, či mimořádnému provozu, například připojení spotřebičů při opravě budovy, napouštění otopné soustavy apod.

V případě, že jsou data zároveň používána v obchodním vztahu, tj. pro vyúčtování spotřeby je nezbytné, aby měření plnilo příslušná ustanovení zákona o metrologii. V případě stanovených měřidel jsou tato majetkem distribuční společnosti a ta je také povinnou osobou, tudíž zajišťuje povinnou kalibraci měřidel u autorizovaného subjektu. V tom případě je požadavek na kvalitu dat teoreticky zajištěn, Je však vždy vhodné provádět namátkovou kontrolu formou porovnání s předpokládanými hodnotami.

2.3.5. Identifikace a analýza extrémních hodnot

Identifikace a analýza odlehlých (extrémů) hodnot může být náročná, proto je dobré postupovat systematicky. Identifikace může proběhnout pomocí rozptylového diagramu. Může to být pomocí vztahu ke křivce trendu, či k jiné funkci příslušných proměnných, ke střední hodnotě, či standardní odchylkou a standardní chybou vypočtených dat.

Datové body, které přesahují předem stanovený počet směrodatných odchylek od očekávané hodnoty trendu nebo funkce, lze považovat za odlehlé (extrémní) hodnoty.



Dlouhodobější odstavení nějakého zařízení nebo části budovy má za následek významnou změnu spotřeby energie, která se projeví v podobě odlehlých hodnot. Před jejich vyloučením by mělo být provedeno šetření, zda existuje důvod pro odlehlé hodnoty, a v obou případech by měly být zdůvodněny.

Nepřesnosti v měřicích zařízeních mohou snížit vypovídací hodnotu shromážděných údajů, proto je v případě použití vlastních zařízení nutné zvážit pravidelnou recalibraci zařízení podle doporučení výrobce. Ideální je nastavení servisních smluv na správu zařízení za přiměřených podmínek.

V praxi rozlišujeme dva druhy měřidel. Měřidla stanovená, na základě kterých jsou účtovány poplatky za dodávané médium a související služby. Mimo oficiální obchodní styk se pro stanovená měřidla používá pojem měřidlo fakturační.

V ostatních případech se jedná o měřidla podružná, která slouží pro bližší určení a rozlišení účelu spotřeby v objektu, případně pro rozúčtování nákladů mezi jednotlivé nájemce.

Stanovená měřidla musí splňovat požadavky § 14 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, který určuje podmínky pro stanovená měřidla, jejichž náměr musí respektovat jak dodavatel, tak i odběratel energie. Vydané osvědčení potvrzuje, že náměr měřidla je vždy v toleranci povolené nepřesnosti odečtu.

Ověření provádí autorizované metrologické středisko zákonem, potažmo příslušnou vyhláškou stanovených lhůt. Podle vyhlášky 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů. Lhůty ověřovacích cyklů v této vyhlášce stanovené se vztahují k vlastníku měřidla, obvykle tudíž distribuční společnosti. Nicméně toto platí i u měřidel používaných pro rozúčtování nákladů konečným spotřebitelům, kde je lhůta ověřovacího cyklu 5 roků. Bez platného ověření může odběratel odmítnout fakturaci.

2.3.6. Měření elektřiny

Typy měření elektřiny stanoví vyhláška č. 82/2011 Sb. o měření elektřiny a o způsobu stanovení náhrady škody ve znění novely č. 152/2016 Sb.

měření typu A průběhové měření s dálkovým denním přenosem údajů a průběžný záznam střední hodnoty činného a jalového výkonu za měřicí interval provádí přímo měřicí zařízení

měření typu B průběhové měření s dálkovým jiným než denním přenosem údajů, a průběžný záznam střední hodnoty činného a jalového výkonu za měřicí interval provádí přímo měřicí zařízení; pokud není možné uskutečnit dálkový přenos údajů z technických důvodů, je možné přenos údajů provést jiným způsobem

měření typu C Ostatní měření

Využívání impulsních výstupů nebo poskytování naměřených hodnot pomocí jiných komunikačních rozhraní elektroměru není bez souhlasu provozovatele přenosové soustavy nebo provozovatele distribuční soustavy umožněno.



Vyhláška mimo jiné stanoví, že na základě žádosti zákazníka, a pokud to měření umožňuje, poskytne provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi impulsní výstupy z měření nepřetržitě přímo v předávacím místě nebo v odběrném místě nebo zpřístupní naměřené hodnoty pomocí jiného komunikačního rozhraní elektroměru.

Obrázek 3 Ukázka průběhových dat z měření distributora

EAN OPM	Role profilu	Datum od	Datum do	Skutečná hodnota	Status	Jednotka
859182400400194816	A12	01.01.2018 00:00:00 +01	01.01.2018 01:00:00 +01	-28,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 01:00:00 +01	01.01.2018 02:00:00 +01	-25,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 02:00:00 +01	01.01.2018 03:00:00 +01	-25,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 03:00:00 +01	01.01.2018 04:00:00 +01	-27,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 04:00:00 +01	01.01.2018 05:00:00 +01	-26,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 05:00:00 +01	01.01.2018 06:00:00 +01	-27,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 06:00:00 +01	01.01.2018 07:00:00 +01	-29,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 07:00:00 +01	01.01.2018 08:00:00 +01	-26,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 08:00:00 +01	01.01.2018 09:00:00 +01	-29,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 09:00:00 +01	01.01.2018 10:00:00 +01	-5,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 10:00:00 +01	01.01.2018 11:00:00 +01	-33,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 11:00:00 +01	01.01.2018 12:00:00 +01	-10,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 12:00:00 +01	01.01.2018 13:00:00 +01	-38,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 13:00:00 +01	01.01.2018 14:00:00 +01	-10,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 14:00:00 +01	01.01.2018 15:00:00 +01	-39,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 15:00:00 +01	01.01.2018 16:00:00 +01	-31,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 16:00:00 +01	01.01.2018 17:00:00 +01	-11,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 17:00:00 +01	01.01.2018 18:00:00 +01	-44,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 18:00:00 +01	01.01.2018 19:00:00 +01	-37,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 19:00:00 +01	01.01.2018 20:00:00 +01	-44,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 20:00:00 +01	01.01.2018 21:00:00 +01	-36,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 21:00:00 +01	01.01.2018 22:00:00 +01	-33,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 22:00:00 +01	01.01.2018 23:00:00 +01	-32,000	46	KWH
859182400400194816	A12	01.01.2018 23:00:00 +01	02.01.2018 00:00:00 +01	-28,000	46	KWH
859182400400194816	A12	02.01.2018 00:00:00 +01	02.01.2018 01:00:00 +01	-27,000	46	KWH

V případě, že je odběrné místo elektřiny osazeno měřidlem s dálkovou komunikací (měření typu A, B nebo měřidla AMM) je možné k těmto datům získat přístup a využít je pro analýzu, vyhodnocování a také pro plánování opatření – optimalizace odběrných míst, příprava projektů vlastní výroby elektřiny ve FVE apod..

Obrázek 4 Každý distributor zpřístupňuje klientům s měřením typu A a B data on-lin - například ČEZ Distribuce provozuje „Portál naměřených dat“ (Zdroj: www.cezdistribuce.cz)



2.3.7. Měření spotřeby plynu

Typy měření plynu stanoví vyhláška č. 108/2011 Sb. o měření plynu a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném uskladňování, neoprávněné přepravě nebo neoprávněné distribuci plynu.

Měření plynu se uskutečňuje v měřicím místě umožňujícím měření množství plynu (případně tlaku, regulaci průtoku plynu, měření fyzikálních a chemických parametrů) pro potřeby výpočtu jeho dodávky v kWh nebo MWh. Pro přenos dat do dispečinků měření množství plynu a vyhodnocení údajů se používá měřicí zařízení umožňující průběhové měření, které provádí průběžný záznam hodnoty množství plynu za měřicí interval, a to:

měření typu A	s denním přenosem údajů
měření typu B	s jiným než denním přenosem údajů
měření typu S	průběhové měření bez přepočtu hodnot, které provádí průběžný záznam hodnoty množství plynu za měřicí interval
měření typu CM	neprůběhové měření bez přepočtu hodnot, s měsíčním vyčítáním údajů
měření typu C	s jiným než měsíčním vyčítáním údajů, nejméně jedenkrát za 18 měsíců



Vyhláška mimo jiné stanoví, že na základě žádosti účastníka trhu s plynem, a pokud to měřicí zařízení technicky umožňuje, lze poskytovat údaje z měření přímo v měřicím místě.

2.3.8. Měření množství tepla

Obdobně jako pro elektřinu a zemní plyn je povinnost měření tepla dána zákonem č. 458/2000 Sb., konkrétně § 78 Měření (HLAVA II ZVLÁŠTNÍ ČÁST DÍL 3 Teplárenství). Podle §7 odst. (4) písm. f) a g) zákona č. 318/2012 Sb. ve znění zákona č. 103/2015 Sb. jsou stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek povinni vybavit konečným zákazníkům vnitřní tepelná zařízení budov stanovenými měřidly a v případě bytových domů a víceúčelových staveb přístroji registrujícími dodávku tepelné energie.



Měřidla určená k měření tepla se standardně označují také jako měřiče tepla nebo kalorimetry. Výstupní hodnotou měřidla je spotřeba tepla v GJ nebo kWh.

Měření množství tepelné energie definuje vyhláška č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími a registrujícími dodávku tepelné energie ve znění novely 237/2014 Sb. Nejlepším způsobem, jak získat data, je jejich dodání distributorem nebo dodavatelem.

2.3.9. Data o spotřebě vody

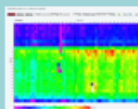
Stále více vodárenských společností zavádí dálkové odečty spotřeby vody. Některé společnosti již zavádí ceníky za dodání dat v daném formátu, časovém rozlišení a způsobu dodání. Vyhodnocování spotřeby vody je přirozenou, ale samostatnou součástí energetického managementu a není předmětem této příručky.



Podle nastavených parametrů dodávaných dat se může lišit i cena. Obecně platí, že čím podrobnější dat, tím nákladnější je jejich získání. Je proto důležité nastavit přesná pravidla pro vyhodnocování dat tak, aby bylo zřejmé, že daná podrobnost monitoringu je pro daný účel přiměřená.

Obrázek 5 Schematické zobrazení úrovní energetického řízení (zdroj: DOMAT Control Systems s.r.o.)

Energetický management (EMS)



Vizualizace (SCADA)



Automatizační úroveň (PLC)



Periferie (čidla, ventily...)



2.3.10. Klimatická data a práce s nimi

Základními a současně velmi specifickými daty při vyhodnocování jsou klimatická data. Tato lze získat z veřejně dostupných zdrojů, z ČHMÚ pro vybrané lokality též zdarma. Klimatologická data jsou také zpracovávána každoročně v rámci programu EFEKT. Existují také specializované komerční služby, které jsou zaměřeny přímo na klimatologická data pro účely energetiky a energetického managementu. Při stále rostoucích požadavcích na kvalitu a dostupnost dat (například při prediktivním řízení, kde je důležitá i předpověď počasí, nejen historická data) jsou tyto služby důležité, neboť řeší problém se zpožděním dat. Alternativou mohou být data místní teplárny nebo provozovatele kotelen..

Přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr je proveden se zavedenými postupy při zpracování energetického posudku, viz tabulka.

Tabulka 1 Příklad uvedení klimatických dat v kontextu energetického hodnocení (průměr za 3 roky)

Hodnocené období	Rok -3	Rok -2	Rok -1	Průměr / DDP
Roční spotřeba energie pro vytápění vycházející z účetních dokladů [GJ/rok]				
Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu				
Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu				
Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtená na dlouhodobý klimatický průměr [GJ/rok]				

V případě, že jsou k dispozici měsíční údaje o spotřebě, musejí být uvedeny v měsíčním členění, stejně, jako klimatická data, viz tabulka níže.

Tabulka 2 Příklad uvedení klimatických dat v měsíčním členění

měsíc	Roky / příp. klimatický normál			Spotřeba energie na vytápění (GJ/rok)	
	průměrná teplota (°C)	počet topných dnů	počet denostupňů	Skutečná ⁵ spotřeba	Normovaná ⁶ spotřeba
leden					
únor					
březen					
duben					
květen					
červen					
červenec					
srpen					
září					
říjen					
listopad					
prosinec					
Celkem					

⁵ Reálně naměřená data (též z účetních dokladů, pokud vychází z měsíčních náměrů), průměrná skutečná spotřeba za 3 roky,

⁶ Upravená energetická bilance rozdělená do 12 měsíčních hodnot.

Pro dosažení maximální přesnosti a vypovídací schopnosti výsledků je nezbytné, aby průběžná klimatická data byla ze stejného zdroje dat, jako data dlouhodobá.

Pro vyhodnocování je také nezbytné pracovat s daty v měsíční podrobnosti. Pokud jsou k dispozici podrobnější data, je to samozřejmě výhodou, lze efektivně řídit spotřebu tepla na týdenní či denní bázi.



Zdroje klimatických dat

- a) přímo z denní databáze ČHMÚ nebo nejbližšího spolehlivého zdroje měření počasí (například specializované portály a služby),
- b) výpočet z databáze teploty nejbližšího spolehlivého zdroje
- c) výpočet z místního (vlastního) měřiče teploty umístěného a kalibrovaného v souladu s příslušnou legislativou

V případě místních klimatických dat je nutno zajistit, aby pro vyhodnocení byla použita dlouhodobá klimatická data také ze stejného zdroje.

Předpokládá se použití klimatického normálu dle ČSN 38 3350 změna a)8/1991, a to DDP30, případně jiného klimatického normálu dle uvážení energetického specialisty.

Uvedení spotřeb v měsíčním členění dává smysl u výchozí spotřeby (přepočtené na klimatický normál), u předpokládané budoucí spotřeby a následně u sledované spotřeby hodnoceného roku. V případě analýzy tří let před realizací je toto členění provedeno pouze v případě, že jsou k dispozici měsíční spotřeby.



Vzhledem k postupující klimatické změně přestávají být dlouhodobá klimatická data dostatečně vypovídající, resp. odchylka od nich může být poměrně významná. Proto je možné použít i jiné sady, než je obvykle používaný třicetiletý klimatický normál (DDP 30) pokud je tato volba zdůvodněna a data pocházejí z relevantního zdroje.

3. Postup při optimalizaci úspor energie při přípravě projektu

Proces vyhodnocování spotřeby a úspor energie v kontextu energetického managementu začíná mnohem dříve, než se daný projekt začne realizovat, ideálně alespoň rok před realizací v podobě monitoringu spotřeb. V případě, že je na dané budově zavedený energetický management, je situace podstatně jednodušší, protože existuje časová řada dat, k níž lze budoucí spotřebu, potažmo dosažené úspory vztahovat.



Každá organizace by měla zvážit nastavení vlastní energetické politiky, která stanoví celkové cíle v oblasti energetické účinnosti a stanoví základní pravidla v rámci organizace. Například nastavení pravidla, že každá novostavba bude zvažována v kategorii A, každá renovace v kategorii B, resp. by měla nastavit povinnost plánování podle provozních nákladů a každý projekt v prvotních stupních projektu podrobit energetické optimalizaci.

Před snahou o co nejjednodušší řešení, by měla být vždy upřednostněna optimalizace projektu a měl by tak být zohledněn význam přípravy projektu a řešení detailů ve vztahu k provozním nákladům.

Každý investiční záměr renovace i novostavby objektu by měl mít jasně nastavenou strukturu spolupráce zúčastněných subjektů a nastavený proces kontroly kvality nejen při samotné realizaci stavebních prací, ale již v úrovni přípravy projektové dokumentace.

Prvním krokem je příprava plánu investic (dlouhodobého či střednědobého), v rámci něhož je provedena první koordinace projektů, které spolu souvisejí, či na sebe časově nebo věcně navazují. Druhým krokem je příprava rozpočtu na další rok, kdy by měla proběhnout diskuse nad jednotlivými „kartami“ projektů a podrobnější koordinace činností.

Současně by měl být vytvořen monitorovací plán, který kromě standardních ukazatelů zahrne v případě využití dotačního titulu i další monitorovací ukazatele daného titulu, pokud nejsou shodné s vlastními ukazateli.




Efektivní přípravě projektů může napomoci přijetí vnitřního předpisu či směrnice o schvalování investičních akcí. Tento předpis by měl definovat následující povinnosti:

- Jaký typ projektů a investic podléhá tomuto předpisu
- Kdo odpovídá za přípravu, kontrolu a koordinaci
- Možnost prověření projektu specifickým posouzením
- Zajištění koordinace klíčových odborů - správy majetku, investic, rozvoje apod.
- Jakým způsobem jsou řešeny případné neshody a změny proti plánu a předpokládaným hodnotám, například z energetického posudku.

3.1. Komplexní přístup k přípravě projektů

Z hlediska vyhodnocování spotřeby energie je klíčová budoucí spotřeba energie, z hlediska energetického managementu a řízení organizace pak také celkové budoucí provozní náklady. Velikost budoucích provozních nákladů, potažmo spotřeby pomáhá výrazně optimalizovat komplexní přístup k přípravě projektů.

Základním principem energetického managementu je plánovitost a plánování investičních akcí. Základem pro plánování by měl být obecný princip obnovy (reprodukce) majetku. Pomůckou při tomto plánování přitom může být jednoduchý výpočet potřebných prostředků na prostou obnovu majetku. Uvážíme-li, že střední hodnota obnovy majetku je okolo 50 let a rozložíme-li tuto hodnotu v aktuálních cenách do 40 let, vyjde nám přibližně částka, která by měla být každý rok investována do prosté obnovy majetku.

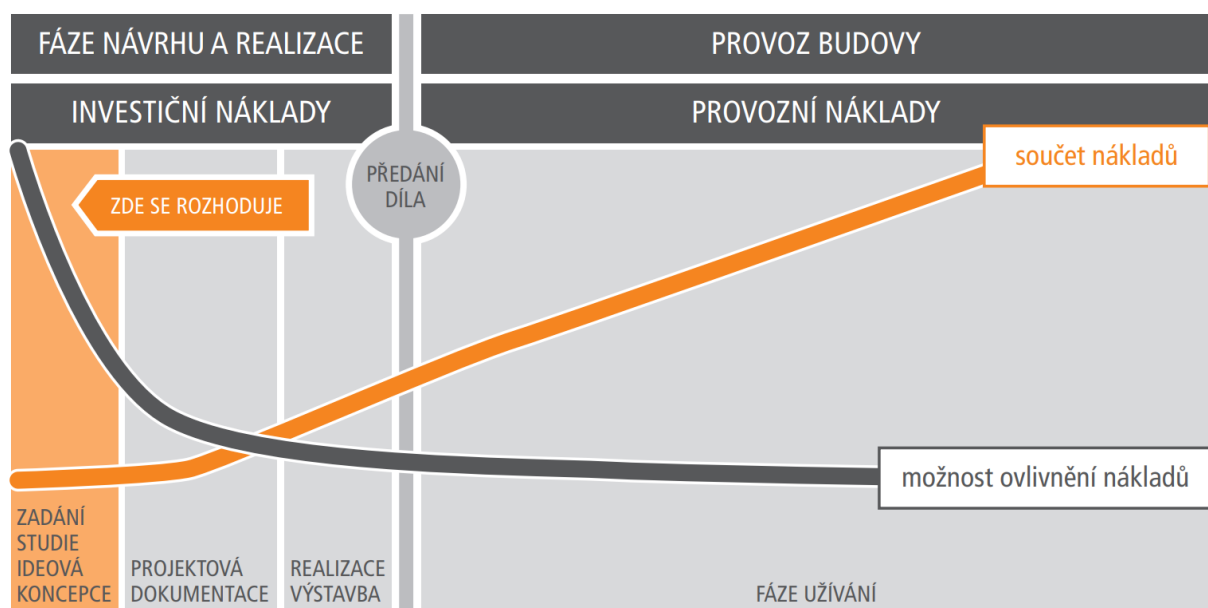


Energetický management může nedostatky při přípravě projektu kompenzovat za provozu pouze částečně. Proto je důležité, aby byl energetický management zaveden tak, aby vstupoval již do plánování a přípravy projektů u vědomí hlavních zásad:

- Nerezignovat na komplexní přístup z důvodu „omezeného rozpočtu“;
- Nastavit procesy tak, aby se energetický manažer měl možnost vyjadřovat k investičním akcím již ve stádiu plánování;
- Vždy provádět energetickou optimalizaci projektu a neupřednostňovat co nejjednodušší řešení za každou cenu.

O provozních nákladech jednotlivých projektů se přitom rozhoduje od počáteční fáze přípravy projektu, jak ukazuje obrázek.

Obrázek 6 Míra ovlivnění budoucích nákladů stavby od zadání až po provoz budovy (Zdroj: Centrum pasivního domu)



3.2. Příprava projektové dokumentace

Kvalitní projektová příprava může ošetřit i případ, kdy není možné provést komplexní renovaci v jednom kroku, ale je potřeba ji rozdělit do více let. Doporučený postup a zásady při revitalizaci budov lze v kostce shrnout:

- Před zpracováním projektové dokumentace a energetického posudku proveďte energetickou optimalizaci projektu;
- spolupracujte s konzultantem (např. v roli oponenta k dodavateli projektu), který má zkušenosti s realizací projektů v nejlepším (pasivním) energetickém standardu;
- spolupracujte s projektantem, který má s revitalizací objektů v nízkoenergetickém, či pasivním standardu již zkušenosti, protože lze říci, že záleží na každém detailu již při tvorbě projektu (tepelné mosty, kotvení, či lepení většího množství izolantu, použití rekuperace, významné vyregulování otopné soustavy, atd.);
- společně s konzultantem a projektantem nastavte kvalitativní požadavky pro výběr dodavatele včetně způsobu zajištění kontroly kvality;
- vytvořte plán M&V a po realizaci projektu se jím řiďte,
- připravte projekt na budoucí opatření, například:
 - není-li možné realizovat venkovní stínění současně s okny či fasádou, vytvořte podmínky pro dodatečnou montáž;
 - existuje-li možnost instalace střešní FV elektrárny a není možné ji realizovat s renovací objektu, vytvořte podmínky tak, aby nebyla omezena či vyloučena realizace v budoucnu atp.

3.2.1. Výběr dodavatele, realizace, předání stavby a uvedení do provozu

Při přípravě zadávací dokumentace zvažte, zda nevyužít Design & Build v rámci něhož budou definovány i budoucí provozní parametry – spotřeba energie, vody, kvalita vnitřního prostředí apod. Tento způsob zadávání sice klade vyšší nároky na definování funkčních parametrů díla, ale významně usnadňuje celý proces výstavby, kdy dodavatel využívá ověřených projekčních dodavatelů a umožňuje postihnout v podstatě veškeré funkční parametry, které je možné a účelné měřit a vyhodnocovat.

Stručné shrnutí doporučených postupů od výběru dodavatele do převzetí díla formou Design&Build:

- Definujte dohled nad provedením stavby, na TDI vyčleňte dostatečný rozpočet a pečlivě vyberte firmu či osobu, která má dostatečné zkušenosti;
- v rámci výběrového řízení na realizační firmu trvejte na podmínkách kvality a tepelně technických vlastností izolantu a otvorových výplní jako na základních kvalifikačních předpokladech;
- kontrolu kvality smluvně zajistěte provedením testu průvzdušnosti (blower-door test); test lze uplatnit i v případě renovací, pouze se zvolí vhodná požadovaná hodnota testu;
- trvejte na vyregulování otopné soustavy jako součásti dodávky stavebních prací;
- trvejte na dodání všech provozních manuálů, proškolení pro jednotlivá zařízení, případně provozního řádu budovy a na dodání plánu M&V;
- po předání objektu provádějte trvalý energetický management.

3.2.2. Požadavky na zadávací dokumentaci z pohledu energetické efektivity

Zadávací dokumentace by měla vždy obsahovat popis a nastavení technických požadavků – v případě klasické veřejné zakázky co nejpřesněji definovaných technických parametrů, nejlépe s odkazem na požadavky nebo doporučení vyhlášek a norem.

V případě VZ typu Design & Build pak co nejpřesnější popis funkčních parametrů stavby, resp. dodávky.

Obrázek 7 Příklad formuláře doporučení opatření pro snížení energetické náročnosti a zvýšení využití alternativních systémů dle vyhlášky o energetické náročnosti budov (aktuální podoba se může lišit)

DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE					
<p><i>Nad rámec hodnoceného stavu budovy je navržen soubor opatření, která dále sníží energetickou náročnost budovy a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úsporná opatření se navzájem ovlivňují).</i></p>					
SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE					
<p><i>V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení tepelných ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost využití odpadního tepla (větracího vzduchu, odpadní vody nebo odpadního tepla z technologií). V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.</i></p>					
Úsporné opatření		Popis návrhu			
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění				
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla				
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy				
POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE					
<p><i>Za alternativní systémy dodávky energie jsou považovány technická zařízení získávající energii z obnovitelných zdrojů (OZE) - Slunce, Země, vody nebo větru (solární kolektory, tepelná čerpadla) včetně energie z biomasy. Dále jsou hodnoceny místní kombinovaná výroba elektřiny a tepla (kogenerace) a připojení k soustavě zásobování tepelnou energií. Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.</i></p>					
Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energie z OZE	ANO/NE	ANO/NE	ANO/NE	
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	ANO/NE	ANO/NE	ANO/NE	
	Soustava zásobování tepelnou energií	ANO/NE	ANO/NE	ANO/NE	
	Tepelná čerpadla	ANO/NE	ANO/NE	ANO/NE	
NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ					
Popis souboru opatření					
Varianta výpočtu	Celková potřeba energie	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie	
	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok	kWh/m ² .rok		
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok		
Hodnocená budova	96,5	136,8	162,2	D	
	965,3	1 368,0	1 622,3		
Soubor navržených opatření	85,6	125,6	95,2	B	
	856,0	1 256,0	952,0		
Dosažená úspora	10,93	11,2	67,03		
	109,3	112,0	670,3		

3.3. Návrh technických opatření

Optimalizace projektu je soubor činností spočívajících v hledání co nejefektivnějšího využití dostupných finančních prostředků se současným maximálním uspokojení potřeb investora. Jejím účelem je poskytnout investorovi dostatečný rozsah relevantních informací, na základě kterých činí zásadní rozhodnutí v procesu řízení projektu. Optimalizace projektu se skládá z následujících bodů:

- Rozbor s vyhodnocení stávajícího stavu budovy nebo projektu
- Návrh dílčích opatření v co nejširší škále
- Stanovení souboru dílčích opatření do ucelených variant
- Vyhodnocení přínosů jednotlivých variant

3.4. Energetická optimalizace

Důležitým krokem v rámci přípravy projektu je jeho optimalizace zpracovaná ještě před zpracováním projektové dokumentace či současně s ní. Optimalizace je prováděna z hlediska budoucích provozních nákladů – spotřeby energie, vody a ostatních provozních nákladů.

Rozložení vynaložených investiční nákladů a míry jejich ovlivnitelnosti klesá s postupujícími fázemi realizace a provozu. Nejvyšší míra ovlivnění konečných nákladů a současně nejlevnější fáze je předprojektová příprava. Právě tato fáze je ústředním bodem, ve kterém by měl být proveden široký rozbor možností a jejich dopadů – tzv. optimalizace projektu. Energetická optimalizace může mít různou podobu v závislosti na velikosti a typu projektu, například se může jednat o studii proveditelnosti, rozšířený energetický posudek apod.

3.4.1. Koncepční řešení

Základním předpokladem kvalitní optimalizace koncepčního řešení je efektivní návrh využití pozemku a prostorů, které jsou k dispozici. Odborníkem na tuto oblast je vždy architekt a jeho partnerem v diskusi je investor.

Důležitou součástí návrhu funkčního využití budovy a jeho dispozičního uspořádání, které často architekt pomíjí, je teplotní zónování. Z energetického a ekonomického pohledu je vždy výhodné sdružovat k sobě prostory s podobnými návrhovými teplotami.

Náklady na projektovou dokumentaci, resp. celý inženýring činí v průměru do 1 % z celkových investičních nákladů stavby a nákladů na její provoz. Proto není důvod na kvalitní přípravě šetřit, když je díky ní možné ušetřit jak na investičních, tak na provozních nákladech a to jednotky až desítky procent oproti stavu, kdy je projektová příprava podceněna.

3.4.2. Konstrukční systém

Volba vhodného konstrukčního systému předurčuje jak celkovou energetickou náročnost objektu, tak míru komplikovanosti výstavby pro její dosažení. Jednoduchost provedení stavby je rozhodující pro dosažení požadovaných parametrů obálky budovy.

Variant řešení konstrukčního systému je mnoho a ne všechny však představují ekonomicky dostupné řešení pro energeticky úsporné stavby pro daný účel. Pohled investora při volbě materiálového řešení se musí změnit z pohledu na samotnou cihlu v pohled na systém jako celek, který se následně podrobí multikriteriální analýze. Co platí u jednoho konstrukčního systému za nákladné řešení, je ve druhém systému standardem s nižší konečnou cenou.

Návrh dílčích opatření by se měl zabývat okruhy uvedenými v následujícím přehledu.

Položka (činnost)	Komentář / popis
KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ DOMU	Tato část má největší potenciál optimalizace investičních nákladů a využití tzv. beznákladových energetických úspor
KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	Vztah mezi požadovanými statickými vlastnostmi, dosažitelnými tepelně technickými parametry, dosažitelností celkové nízké průvzdušnosti obálky budovy a celkovými investičními náklady
TEPELNÉ IZOLACE	S jistou mírou zjednodušení lze říci, že správně provedená tepelná izolace „ v zimě hřeje, v létě chladí“
ŘEŠENÍ STAVEBNÍCH DETAILŮ	Návrh řešení základních stavebních detailů obálky budovy musí být součástí každého kvalitního projektu pro stavební povolení a rámcově by měly být vymyšleny již v úrovni studie
TECHNICKÉ PARAMETRY OKEN	Kromě technických parametrů je vhodné posoudit i možnosti úpravy geometrie, velikosti a členitosti oken v kontextu požadavků na denní osvětlení a architektonické ztvárnění.
PASIVNÍ VYUŽITÍ SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ	Vhodný návrh oken je tzv. energeticky aktivní (solární zisky oken převyšují jejich teplé ztráty).
PROTISLUNEČNÍ OCHRANA (STÍNĚNÍ)	Zamezení přehřívání v přechodném a letním období je možné pouze instalací vnějších stínících prvků. Vnitřní stínící prvky nepředstavují účinnou ochranu proti letnímu přehřívání.
PRŮVZDUŠNOST OBÁLKY BUDOVY	Test průvzdušnosti obálky budovy je základní zkušební metodou kontroly kvality provedení stavebních detailů a správného vzduchotěsného napojení konstrukcí.
KONCEPT VĚTRÁNÍ	Obecné zajištění hygienických požadavků na výměnu vzduchu je možné pouze návrhem opatření v souladu s „konceptem větrání“. Nejefektivnějším způsobem zajištění požadavků je instalace řízeného větrání s rekuperací tepla.
SYSTÉM VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	Optimalizace konceptu vytápění a přípravy teplé vody zahrnuje úpravu zdroje, úpravu distribučního systému a jeho regulaci.
OSVĚTLENÍ	Řeší nejen výměnu zdrojů a svítidel, ale i celkovou optimalizaci počtu svítidel a způsobu jejich řízení.
OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	Posouzení konceptu využití obnovitelných a alternativních systémů dodávky energie
SYSTÉM HOSPODAŘENÍ S VODOU	Zahrnuje jak přímá opatření úspory pitné vody, tak možnosti využití dešťové nebo šedé vody. Součástí je i způsob zasakování dešťových srážek a minimalizace odtoku vody z objektu.
OPATŘENÍ ADAPTUJÍCÍ BUDOVY NA ZMĚNU KLIMATU	Mimo již zmíněná opatření zahrnuje i minimalizaci vzniku tepelného ostrova, barevné řešení vnějších ploch, využití vegetačních ploch v rámci konstrukcí budovy a v jejím okolí.
REALIZOVATELNOST A PROVOZOVATELNOST	Jednoduchost obojího je klíčovým úhlem pohledu po celou dobu projektu a posouzení realizovatelnosti dílčích opatření
ENERGETICKÝ MANAGEMENT	Energetický management je již nedílnou součástí jakéhokoli provozování budov a zařízení, lišit se může v úrovni provádění.

3.4.3. Tepelné izolace

Z pohledu celkového fungování energeticky úsporné budovy a výsledné kvality vnitřního prostředí se jedná o zcela zásadní téma. Je-li to z pohledu památkové ochrany a technického řešení možné, měla by každá renovace objektu v první řadě obsahovat energetickou sanaci obálky budovy. Zjednodušeně lze říci, že tepelné izolace při správném provedení plní funkci po celý rok, v zimě drží teplo uvnitř a v létě pomáhá stabilizovat vnitřní prostředí. Záleží samozřejmě na ostatních vlastnostech budovy, na jejích akumulacích schopnostech, zda je správně využíváno venkovní stínění apod.

Správně je tloušťka izolantu určena na základě energetické optimalizace, která stanoví nejnižší součet investičních a provozních nákladů za dobu životnosti tepelného izolantu. V případě energetické optimalizace je třeba zohlednit i růst ceny energie, protože zateplení by mělo přinášet efekt zhruba následujících 30 let.

Z pohledu investičních nákladů tedy neplatí přímá úměra, že dvounásobná tloušťka tepelného izolantu přináší dvojnásobné náklady. Dostatečná tloušťka izolantu je to jediné, co rozhoduje o nízké ekonomické návratnosti opatření a výsledné kvalitě vnitřního prostředí, nemá proto cenu na tloušťce izolantu šetřit.

3.4.4. Řešení stavebních detailů

Správný návrh a výsledné provedení stavebních detailů eliminujících vznik tzv. tepelných mostů může ovlivnit konečnou spotřebu tepla na vytápění až o 25 %. Současně lze konstatovat, že nekvalitní provedení stavebních detailů znehodnocuje navrženou tloušťku tepelné izolace, resp. jejich kvalitní provedení může konečnou navrženou tloušťku tepelného izolantu snížit. Kromě konečné spotřeby energie ovlivní řešení stavebních detailů i životnost celého navrženého systému ETICS.

Součástí každého projektu novostavby či renovace objektu musí být návrh řešení stavebních detailů. Za návrh stavebních detailů lze pokládat pouze skutečný návrh individuálního řešení detailů, nikoliv z webových stránek stažené obecné řešení.

3.4.5. Technické parametry oken

Okna a dveře doporučujeme ohledem na jejich životnost volit s kvalitním rámem, který bude mít minimální stavební hloubku 82 mm v případě plastových oken a min.92 mm v případě dřevěných oken. Tloušťka rámu okna úzce souvisí s únosností rámu a rizikem kondenzace v místě napojení rámu na zasklení, prakticky tedy přímo souvisí se délkou životnosti okna a jeho dlouhodobým funkčním používáním. Do okna s takovouto stavební hloubkou lze s minimálními náklady osadit zasklení trojsklem s tepelněizolačním zasklívacím rámečkem.

U některých objektů lze v rámci renovace zvážit i možnost úpravy celkové plochy oken a zasklení. Část nadbytečné plochy oken lze nahradit vyzdívkami s kontaktním zateplovacím systémem a snížit tak celkové investiční náklady na realizaci. Typickým příkladem jsou vytápěné celoprosklené chodby školských objektů nebo spojovací vytápěné prosklené krčky mezi jednotlivými pavilony školských objektů. Snížení plochy oken však musí provázet posouzení denního osvětlení a oslunění příslušných pobytových místností.

V současné době lze za nejefektivnější návrh oken z pohledu ekonomicko-energetického považovat instalaci oken se součinitelem prostupu tepla na úrovni $U_w = 0,68 - 0,78 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ pro typizovaný rozměr okna 1,23 x 1,48 m. Při návrhu velkých prosklených ploch vyžívajících kvalitní zasklení trojsklem s $U_g = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ lze reálně dosáhnout i součinitele prostupu tepla na úrovni $U \leq 0,62 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Zásadním parametrem nutným k dosažení nízké energetické náročnosti a stabilizaci vnitřního prostředí je efektivní využití slunečního záření. Zjednodušeně to lze vyjádřit tak, že okna v celoročním úhrnu mohou získat více využitelné energie ze slunečního záření, než se jimi v průběhu roku ztratí prostupem tepla. Akumulační schopnosti budovy a její orientace, velikost a geometrie oken, technické parametry rámu a zasklení oken musí být vzájemně optimalizovány tak, aby solární zisky pokrývaly významnou část potřeby energie na vytápění. Podstatou není navrhnout co největší plochu zasklení, ale optimalizovat ho tak, aby budova efektivně využívala sluneční záření v zimě a současně nezpůsobovala přehřívání interiéru v létě. Objektu se tímto návrhem výrazně zkrátí otopná sezóna.

V případě renovací lze pro zvýšení vyžití pasivních solárních zisků lze navrhnout i tzv. solární zasklení se zvýšenou tepelnou propustností zasklením. Takovéto zasklení dokáže propustit až 62 % slunečního záření, což je o 12 % běžného trojitého zasklení. Tento optimalizační prvek je však podmíněn instalací vnějších stínících prvků tak, aby nedocházelo k nadměrnému vzestupu teploty v interiéru.

3.4.6. Protisluneční ochrana

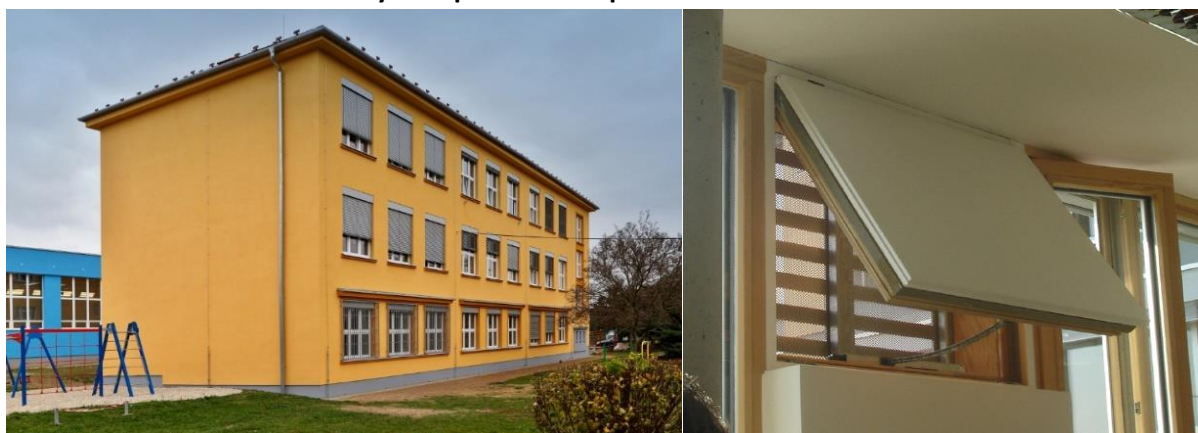
Protisluneční ochrana, nebo také ochrana proti přehřívání interiéru by měla být samozřejmou součástí každého projektu výstavby či renovace. Vyplývá to mj. z požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na výstavbu odkazující se na ČSN 730540-2:2011.

Stávající a navržené prosklené plochy je vhodné doplnit o venkovní stínící prvky (pevné či pohyblivé), které budou pasivně i aktivně chránit budovu před nadměrnou tepelnou zátěží. Součástí konceptu ochrany proti přehřívání je i tzv. pasivního nočního předchlazení konstrukcí.

Na jižně orientovaná okna je možná a efektivní aplikace pasivních stínících prvků, které využívají vysoký rozdíl zenitu slunce mezi letním a zimním obdobím. Okna orientovaná východním a západním směrem je vhodné z důvodu nízkého rozdílu zenitu slunce v zimním a letním období osadit aktivními stínícími systémy. Účinnost snížení solární tepelné zátěže vnějšími stínícími prvky je přibližně 50 - 80 %, v případě vnitřních prvků pak jen 15 – 40 %.

V případě renovací stávajících budov by mělo být upřednostněno koncepční řešení (vysoká akumulační schopnost budovy, noční předchlazení, přirozené odvedení tepelné zátěže, stínění oken, apod.) před opatřeními technického charakteru (instalace či navyšování výkonu systému chlazení, použití speciálních materiálů, apod.). Je-li pro dané funkční využití objektu návrh chladícího systému nezbytný a jsou-li současně aplikována všechna předchozí vyjmenovaná opatření snižující tepelnou zátěž budovy, doporučuje se navrhnout energeticky efektivní systém chlazení budovy s nízkými energetickými nároky a nízkou spotřebu pitné vody.

Obrázek 8 Venkovní rolety a klapka nočního provětrání



3.4.7. Průvzdušnost obálky budovy

Dalším důležitým faktorem charakterizujícím obálku budovy je požadavek na dosažení nízké průvzdušnosti obálky budovy. Tento faktor souvisí s množstvím vzduchu proudícím neřízeně netěsnostmi v obálce budovy, který jde mimo řízenou výměnu vzduchu s využitím zpětného získávání tepla a zvyšuje tak energetickou náročnost budovy. V zimě navíc zrychluje vychládání objektu a v letním období naopak přispívá k jeho přehřívání. Průvzdušnost budovy adaptované na změnu klimatu lze doporučit v případě novostavby na úrovni hodnot doporučených normou. V případě renovací lze s ohledem na významné omezující faktory uvažovat o zmírnění tohoto požadavku.

Nízká průvzdušnost objektu zajistí stálost vnitřního prostředí i v období s výraznou větrnou zátěží a extrémními vlivy počasí. Otopná soustava tak nebude vystavena okamžité potřebě navýšení výkonu vlivem vysoké infiltrace chladného vzduchu a lze tak celkově snížit požadavek na její maximální okamžitý výkon a s tím související investiční náklady.

V neposlední řadě se jedná o jednu z nejefektivnějších metod kontroly kvality realizace stavebních detailů po dokončení stavby. Požadavek na blowerdoor test tak lze doporučit pro každou novostavbu či komplexní renovaci.

3.4.8. Řízené větrání s rekuperací

Osazení těsných oken a dveří sice přináší požadované snížení potřeby tepla na vytápění, ale díky jejich dokonalé těsnosti je prakticky eliminována infiltrace venkovního vzduchu okenními spárami. Pro zajištění přívodu požadovaného množství čerstvého vzduchu je tak třeba pravidelně větrat, aby nedocházelo ke zvyšování koncentrace CO₂, a to intenzivněji, než tomu bylo před výměnou oken (důvodem je odstranění vlivu infiltrace). Větrání otevíráním oken zajistí požadovanou výměnu vzduchu jen v chladné části roku, v letních měsících nedochází k dostatečnému provětrání učeben. Tzv. mikroventilace nezajistí větrání s dostatečnou intenzitou.

Obrázek 9 Realizace systému větrání s rekuperací by měla být při renovaci již standardem



Uživatelé navíc ve většině případů nejsou poučeni o správném způsobu větrání, nebo jej nedodrží. Důvodem je mimo jiné absence režimu větrání v provozním řádu budovy, v mnohých případech dokonce absence celého provozního řádu.

Pro zajištění požadovaných hodnot koncentrace CO₂ je ruční větrání v naprosté většině případů po renovaci budovy nedostatečné.



Při vyhodnocování spotřeby energie je v případě nově budovaného systému větrání nezbytné počítat s budoucím navýšením spotřeby energie. Toto navýšení nemusí být absolutní, ale vždy se jedná o navýšení spotřeby elektřiny, zatímco vlivem rekuperace dojde ke snížení spotřeby tepla, jehož původ není obvykle v elektřině.

S tímto faktorem je nutno počítat při plánování hodnot monitorovacích ukazatelů.

Pro zajištění požadavků na větrání je nutno využít jeden z následujících systémů větrání:

- **nucené podtlakové větrání** – přívod venkovního vzduchu podtlakem větracími otvory, které jsou integrovány do výplní stavebních otvorů nebo umístěny v obvodových stěnách, v kombinaci s nuceným odvodem vzduchu z hygienického zázemí a kuchyně;
- **hybridní větrání** – přívod venkovního vzduchu podtlakem větracími otvory, které jsou integrovány do výplní stavebních otvorů nebo umístěny v obvodových stěnách, se střídavým režimem přirozeného a nuceného odvodu vzduchu – kombinace přirozeného a nuceného větrání k zajištění minimální spotřeby energie;
- **nucené rovnotlaké větrání** – přívod ohřívajícího venkovního vzduchu a odvod vzduchu větrací jednotkou, případně se zpětným získáváním tepla (ZZT).

Systém řízeného větrání se zpětným získáváním tepla může být využit i k tzv. nočnímu předchlazení.

Rovnotlaké řízené větrání lze z pohledu technického řešení zjednodušeně rozdělit na systém centrální a systém lokální. Volba konkrétního řešení je vždy poplatná velikosti objektu, jeho funkčnímu využití a konstrukčním možnostem.



Nejen z důvodu možného navýšení spotřeby elektřiny po renovaci je vždy výhodné při komplexní renovaci nebo při realizaci samostatného systému větrání realizovat i střešní fotovoltaickou elektrárnu, která zčásti nebo zcela (v roční bilanci) navýšení spotřeby kompenzuje.

3.4.9. Energetické systémy budovy

Základním předpokladem v případě komplexních renovací budov je revize a případná úprava či doplnění stávajícího technického zařízení budovy, čítající systém vytápění, chlazení, výměny vzduchu, přípravy teplé vody a osvětlení. Budova by měla být natolik úsporná, aby zde existoval potenciál zajištění výroby části energie vlastními či místně dostupnými obnovitelnými zdroji s cílem přiblížení se k energetické soběstačnosti budovy a zajištění jejího provozu i v případě výpadku dodávek energie z veřejné sítě.

Vytápění

Spotřeba tepla na vytápění se v případě novostaveb a celkových renovací může snížit oproti dnešní běžné výstavbě o přibližně 70 až 90 %, čímž se přiblíží hodnotám odpovídajícím pasivním domům. Samotná míra změny v objemu dodávky energie a výkonové potřeby zdroje energie prakticky vylučuje u celkových renovací zachování otopné soustavy v původním stavu. Při renovaci otopné soustavy je vhodné provést její celkovou racionalizaci, tzn. posoudit změnu její koncepce (umístění a druh distribučních prvků soustavy). Touto změnou je možné snížit objem teplotonosné látky a zkrátit tak její reakci na vnější vlivy (např. tepelné zisky). Za

vhodný se považuje přechod na nízkoteplotní otopnou soustavu, umožňující využití širšího množství zdrojů a především efektivnější doplnění otopné soustavy o obnovitelné zdroje energie. V případě změny funkčního využití části objektu je nutné provést revizi rozdělení otopné soustavy do jednotlivých větví se samostatnou regulací. Principiálně lze současně se stabilizací vnitřního prostředí (kvalitní obálka budovy, řízené větrání s rekuperací) snížit počet samostatně regulovatelných větví. U objektů s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění lze doporučit kvalitní zateplení rozvodů topné vody, aby nedocházelo k nadměrné tepelné zátěži prostorů, kterými tyto rozvody procházejí.

U dílčích renovací se předpokládá snížení spotřeby energie na úrovni 20 až 40 % oproti původnímu stavu. Chování budovy se principiálně nepřiblíží chování pasivních budov, tzn. vnitřní prostředí nebude dostatečně stabilizováno oproti vnějším podmínkám. Míra změny v objemu dodávky energie a výkonové potřeby zdroje energie sama o sobě nevyžaduje nutnost racionalizace celé otopné soustavy. Zásah do otopné soustavy lze realizovat i na nižší úrovni (např. hydraulické vyvážení a teplotní regulace soustavy).

V případě novostaveb i komplexních renovací nebude vytápění nejvýznamnější složkou spotřeby energie. Na významu budou nabývat ostatní složky spotřeby energie (např. spotřeba teplé vody u občanské výstavby či spotřeba elektřiny na osvětlení u administrativních budov), jejichž optimalizace spotřeby bude nabývat na významu.

Chlazení

Realizaci systému strojního chlazení musí vždy předcházet využití principů pasivního chlazení tak, aby byly minimalizovány nároky na realizovaný aktivní systém. Chlad lze v budově distribuovat vzduchem (vzduchovody), vodou (vodním potrubím), chladivem (chladičovými potrubím) či jejich vzájemnou kombinací. Z hlediska prostorových nároků jsou pro chlazení budov nejnáročnější vzduchové systémy. Příznivější prostorové nároky má vodní potrubí a nejméně náročné jsou rozvody chladiva.

Příprava teplé vody

Obdobně jako energeticky úsporná opatření v systémech vytápění, tak i opatření v systémech přípravy teplé vody se týkají jednak zdrojů tepla, rozvodů tepla (vnějších i vnitřních) i všech dalších zařízení a prvků systému.

Úspora energie dosažitelná níže uvedenými opatřeními závisí na konkrétních podmínkách a záleží na tom, k jakému výchozímu stavu je vztahována (zda například ke spotřebě tepla na přípravu teplé vody nebo k dílčí spotřebě tepla dané části systému – příkladem je snížení tepelné ztráty izolovaného potrubí či zásobníku vody, případně k celkové spotřebě energie v objektu).

Následující přehled uvádí příklady opatření ke snížení spotřeby tepla a tím i provozních nákladů v systémech přípravy teplé vody:

- Rekonstrukce čtyřtrubkové soustavy CZT na dvoutrubkovou;
- Regulace cirkulace teplé vody;
- Instalace úsporných výtokových armatur;
- Tepelná izolace potrubí, armatur, zásobníků;
- Zpětné získávání tepla;
- Chování uživatel (mytí osob, nádobí; praní prádla; vaření).

Obnovitelné zdroje energie

Budovy s vysokou mírou soběstačnosti (pokrytí z místně dostupných obnovitelných zdrojů energie) vykazují vysokou míru rezistence vůči výpadkům centralizované dodávky energie. Hodnota spotřeby primární neobnovitelné energie u novostaveb by měla být požadovaná na takové úrovni, aby do budoucna umožňovala pokrýt celkovou potřebu energie výrobou z vlastních obnovitelných zdrojů. V případě renovací je tento požadavek relevantní jen u části zahrnující komplexní návrh adaptačních opatření, přesto by požadavky měly cílit na významné navýšování podílu obnovitelných zdrojů na celkové energetické bilanci objektu.

U budov se stabilizovaným vnitřním prostředím lze jednodušeji sladit spotřebu energie s časovými možnostmi její nesoudobé výroby (např. fotovoltaika). U menších objektů je možné plné pokrytí energetických potřeb pouze elektřinou vyrobenou např. ve vlastní fotovoltaické elektrárně integrované v obálce budovy. U takovýchto systémů je důležité využití akumulčních kapacit a časové sladění odběru energie s její výrobou. Větší objekty vyžadují individuální přístup ke stanovení optimálního energetického hospodářství. Jako výhodnější se zde může ukázat kombinace výroby tepla z biomasy, využití geotermální energie či odpadního tepla s prvky využívajícími sluneční záření.

3.4.10. Hospodaření s vodou

Spolu se zajištěním nízké energetické náročnosti budovy, musí koncept její adaptace na změnu klimatu obsahovat i systém efektivního hospodaření s vodou. Důraz je kladen na snížení spotřeby pitné vody či její významné nahrazení šedou či dešťovou vodou. Tento systém by měl umožňovat dostatečnou retenci vody i pro delší časové období bez srážek a umožňovat pojmout přívalový déšť. Spotřebu dešťové vody a recyklaci použité pitné vody lze řídit návrhem filtračního zařízení, jež umožní vícenásobné využití vody. Důraz by měl být kladen na využití a případné zasakování vody v místě jejího dopadu s minimalizací nároků na její odvod (kanalizací). Dešťová voda by měla být využívána k zavlažování zeleně (vnitrobloky, zahrady, apod.) či postřikům zpevněných ploch v letním období.

Efektivní hospodaření s vodou vychází ze základních principů přímých úspor kombinovaných s úsporami nepřímými. Základem je snížení potřeby vody na minimální nezbytnou úroveň např. instalací úsporných spotřebičů, koncových výtokových armatur či pouhou změnou chování uživatelů. Následně je možné uvažovat o využití retenčních či filtračních technologií nahrazujících bezúčelné využití pitné vody na procesy, kde je použitelná voda s nižší kvalitou. Případně je možné i použití moderních suchých toalet, kde se minimalizuje spotřeba vody.

Přímé úspory snižují celkovou potřebu vody. Toho lze dosáhnout vhodným použitím zařizovacích předmětů, závlahových systémů nebo doplňkovými zařízeními, příp. jednoduše a bez investic změnou uživatelských návyků.

Nepřímé úspory nesnižují celkovou potřebu vody, ale nahrazují část spotřeby pitné vody z vodovodního řádu vodou z jiného zdroje. Tento zdroj může být např. studna, srážková nebo recyklovaná voda, případně i přímo upravená odpadní voda.

V případě renovací stávajících budov je často možná bez omezení pouze aplikace přímé úspory pitné vody. Instalaci systémů nepřímé úspory je nutné prověřit z pohledu napojení na stávající rozvody zdravotnické (kanalizace, vodovod), prostorových nároků technologie a investičních nákladů. Zde je nutné individuálně posoudit aplikovatelnost těchto technologií a zvolit přiměřenou míru zásahu do budovy. Stejně jako u instalace vzduchotechniky jde o opatření spojené se zásahy uvnitř budovy a tedy s vyšší měrou sníženého komfortu obývání budovy po období renovace.

3.4.11. Opatření v okolí budovy a adaptační opatření

Kromě opatření, která mají vliv na samotnou budovu, musí návrh objektu obsahovat i prvky ovlivňující mikroklima v jeho širším okolí. Takovými prvky jsou např. realizace vegetačních ploch a vzrostlých stromů v okolí stavby či integrace zeleně v rámci konstrukcí obálky budovy.

Zpevněné plochy s vysokými akumulacími schopnostmi je vhodné stínit (např. zelení) a doplnit je o vodní prvky (fontány, dešťová jezírka apod.), případně je z větší části nahradit půdou či prvky umožňujícími přirozené zasakování vody co nejbližší jejímu dopadu. Důležitou součástí omezení tepelných ostrovů je i volba barevnosti jednotlivých povrchů, která by měla být směřována k co nejmenší absorpci slunečního záření. Jedním z opatření zmírňujících vznik tepelného ostrova je začlenění vegetačních ploch do samotného konceptu budovy.

Obrázek 10 Dohled nad realizací se vyplatí, detail osazení oken řeší projektant s energetickým specialistou, ale zásadní je také praktické provedení.



V této příručce není řešena ekonomika energetického managementu, ale v souvislosti s přípravou projektů je vhodné zmínit jednu skutečnost, která často ovlivňuje rozhodování o realizaci opatření (EPIA). Jedná se o to, že při plánování by měl být vždy uváděn odhad nákladů připadajících na prostou obnovu majetku a na odstranění zanedbané údržby.

Přesto, že prostá obnova je účetní pojem, měla by být tato metoda použita i v případech, kdy organizace majetek účetně neodepisují a není tak vytvářen dostatečný fond na obnovu majetku. Z pohledu hodnocení energetického přínosu se jedná o situaci, kdy je od hodnoty investice zahrnuté do výpočtu „návrstnosti opatření“ odečtena poměrná část dle toho, ve kterém roce odepisování je daná část budovy obnovována.

Pokud je odpisová doba 45 let a fasáda je opravována po 30 letech za 10 mil.Kč, uplatní se pouze 3,3 mil.Kč (33 %). Stejně tak, pokud je doba opravy vyšší než doba odpisování, pak se jedná o zanedbanou údržbu a uplatněny mohou být případné vícenáklady nad úroveň prosté obnovy, například lepší zateplení než je požadavek normy apod.

Nově by s podobnou metodikou měli hodnotit ekonomiku energetičtí specialisté při zpracování energetických auditů.

3.5. Požadavky na zpracování energetických dokumentů

Podoba energetických dokumentů je buď dána závazně legislativními předpisy, nebo je stanovena odlišně v rámci požadavků jednotlivých dotačních titulů.

Dokumenty požadované legislativou jsou Průkaz energetické náročnosti budov (dle vyhlášky č. 78/2013 Sb., v platném znění, o energetické náročnosti budov), energetický audit a energetický posudek (dle vyhlášky č. 480/2012 Sb., v platném znění, o energetickém auditu a energetickém posudku). Obě zmíněné vyhlášky přesně specifikují požadavky na obsah předmětných dokumentů a za jejich zpracování je energetický specialista profesně odpovědný (mohou být předmětem kontroly ze strany SEI).

Energetické dokumenty měly být zdrojem, který stanovuje, že je potřeba něco zlepši a co je potřeba zlepšit.

I přes závaznou podobu dokumentů je vhodné, aby zadavatel při zadání díla co nejvíce specifikoval požadovaný rozsah či podrobnost zpracování požadovaného dokumentu. Například se může jednat o požadavek na rozdělení spotřeby v rámci areálu, uvedení průběhu spotřeb energie po měsících, posouzení preferovaných opatření apod.

Zadavatel má současně právo na energetickém specialistovi požadovat vysvětlení částí dokumentu, kterým nerozumí nebo o nich má pochybnosti.

3.5.1. Průkaz energetické náročnosti budov

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) je dokument určený pro energetickou klasifikaci staveb (zatřídění), resp. pro vzájemné energetické porovnání staveb různých druhů a způsobů využití mezi sebou. Pomocí PENB je také dokládáno plnění požadavků na energetickou náročnost.

Využití PENB pro vyhodnocování spotřeby a úspor je nejméně vhodné a nejméně přesné. Důvodem je skutečnost, že bilance energie nevychází ze skutečné, tedy měřené spotřeby, ale z vypočtené spotřeby energie (postupem dle vyhlášky o energetické náročnosti budov). PENB je možné využít např. pro sjednocení údajů o energetické vztažné ploše a také pro získání základní informace, v jakém stavu je budova a jednotlivé systémy jsou



PENB je platný do provedení větší změny dokončené budovy nebo změny systému vytápění, chlazení či přípravy teplé vody, nejdéle však 10 let od zpracování.

V případě novostavby musí být u budov se zdrojem tepla větším než 200 kW součástí PENB energetický posudek zpracovaný dle § 9a, odst. 1, písm. a), (pro posouzení alternativních systémů dodávek energie).

U budov orgánů veřejné moci musí být PENB umístěn na viditelném místě, např. u vstupu do budovy.



Co požadovat na zpracovateli PENB

- zadavatel zpracování by si měl mj. ověřit, zda je zpracovatelem osoba oprávněná PENB zpracovávat (tzn. má oprávnění dle § 10 odst. 1 písm. b) zákona o hospodaření energií)
- zejména u složitějších budov, zahrnujících rozsáhlejší technické systémy, vyžadovat doložení referencí, tj. zkušenosti s hodnocením obdobných budov

3.5.2. Energetický audit

Energetický audit (EA) je základní nástroj pro rozhodování vlastníka o dalším využití budovy či energetického hospodářství. Jeho podoba a struktura je dána prováděcí vyhláškou o energetickém auditu a energetickém posudku.

Energetický audit vychází ze skutečných spotřeb a je tudíž pro nastavení procesu vyhodnocování vhodný. Energetický auditor by měl vždy navrhnout, jakým způsobem vést energetický management a tudíž i jakým způsobem vyhodnocovat efekt navržených opatření.



Doporučený postup při výběru zpracovatele energetického auditu

1. definovat požadavky, co by měl EA obsahovat (i nad rámec vyhlášky o energetickém auditu), např.
 - a. specifikace konkrétních opatření, která by z pohledu města měla být hodnocena (např. optimalizace odběrových sazeb či jističe, změna dodavatele energie, vybraná stavební či technologická opatření apod.)
 - b. požadavek na zpracování průběhu jednotlivých druhů spotřeb v měsíčním či kratším intervalu,
 - c. vyhodnocení spotřeby energie na vytápění v porovnání s dlouhodobým klimatickým normálem,
 - d. specifikace dalších požadavků (např. realizace a vyhodnocení krátkodobého průběhového měření apod.).
2. v rámci nabídek vyžadovat předložení struktury kapitol, resp. stručný popis, co budou jednotlivé kapitoly obsahovat,
3. hodnocení nabídek navázat na splnění výše uvedených požadavků a jejich provedení,
4. požadovat závěrečnou prezentaci hlavních poznatků a výsledků,
5. zajistit si oponentní posudek zpracovaného EA, případně zajistit oponentní odbornou konzultaci.



Co požadovat na zpracovateli energetického auditu a energetického posudku ve vztahu k energetickému managementu

- použití místních klimatických dat
- v případě, že je předmětem auditu/posudku také opatření v oblasti vytápění, zajištění výpočtové spotřeby tepla na vytápění ve 12 hodnotách
- doložení protokolu výpočtu jako přílohy dodaného auditu
- návrh postupu vyhodnocení přínosů (které parametry měřit apod.)

3.5.3. Energetický posudek

Účelem zpracování energetického posudku je posouzení proveditelnosti připravovaných či úspěšnosti již realizovaných projektů dle předem stanovených kritérií (technických, ekonomických a ekologických).

Zpracování energetického posudku je ze zákona povinné ve stanovených případech dle § 9a odst. 1:

- a) Využití KVET u výroben elektřiny o celkovém tepelném příkonu větším než 20 MW;
- b) Využití odpadního tepla u průmyslových provozů se zdroji o celkovém tepelném příkonu větším než 20 MW;
- c) Využití odběru odpadního tepla z průmyslových provozů se zdrojem o celkovém tepelném příkonu větším než 20 MW pro CZT vzdálených do 500 m od posuzovaného objektu;
- d) Posouzení proveditelnosti projektů financovaných z dotačních titulů – pokud poskytovatel podpory nestanoví jinak;
- e) Vyhodnocení plnění parametrů realizovaných projektů podpořených dotací (ZVA);
- f) Stanovení vnitřního výnosového procenta projektu s podporou dle zákona o POZE a financovaného ze státních či evropských finančních prostředků či z prodeje emisních povolenek.

Energetický posudek na základě vlastního rozhodnutí zadavatele ve vyjmenovaných případech dle § 9a, odst. 2.



Povinný obsah energetického posudku je uveden § 6 vyhl. o energetickém auditu a energetickém posudku, způsob zpracování jednotlivých částí je pak uveden v § 7 vyhlášky (liší se dle účelu zpracování).

Jelikož se jedná o účelový dokument, je pro nastavení procesu vyhodnocování nejvhodnější, neboť lze definovat přesný účel zpracování posudku – požadavky se mohou lišit.

Podklady pro zpracování jsou odvislé od účelu zpracování energetického posudku. Níže jsou uvedeny nejčastější podklady pro zpracování:

- Faktury, spotřeby všech paliv a energií včetně nákladů za 3 roky provozu, přednostně údaje po měsících – uvedeno v přehledové tabulce
- Veškerá dostupná a kompletní stavební projektová dokumentace staveb (výkres situace, půdorysy, řezy, pohledy, skladby konstrukcí, technická zpráva) s příslušnými rozměry jednotlivých prvků, parametry resp. skladby konstrukcí (materiály a tloušťky jednotlivých vrstev obvodových konstrukcí, popis oken a dveří, apod.), popis změn oproti předložené projektové dokumentace týkajících se užívání objektu a obálky budovy; přednostně dokumentace ve formátu DWG
- Veškerá dostupná dokumentace technických zařízení budov - TZB (vytápění, chlazení, ohřev vody, vzduchotechnika, elektroinstalace, měření a regulace apod., technické zprávy), parametry zdrojů tepla, případně chladu; v případě nesrovnalostí předložené projektové dokumentace a skutečného provedení popis a specifikace změn
- Provozní údaje objektu - počet osob v objektu, provozní doba,
- Aktuální revizní zprávy (elektro, plyn, apod.)

- Seznam všech významných elektrických spotřebičů v objektu a popis jejich provozu (doba provozu, spínací režimy apod.)
 - Prohlídka místa a konzultace se zástupcem/správce objektu
 - Předchozí energetický audit objektu či jiné energetické hodnocení, bylo-li zpracováno
- Popis plánovaných či požadovaných úprav

3.5.4. Ostatní – vlastní dokumenty

Mezi ostatní (energetické) dokumenty lze zařadit více méně jakékoliv dokumenty, které nějakým způsobem hodnotí způsob hospodaření s energií. Níže jsou uvedeny nejčastěji používané typy dokumentů s uvedením možných využití.

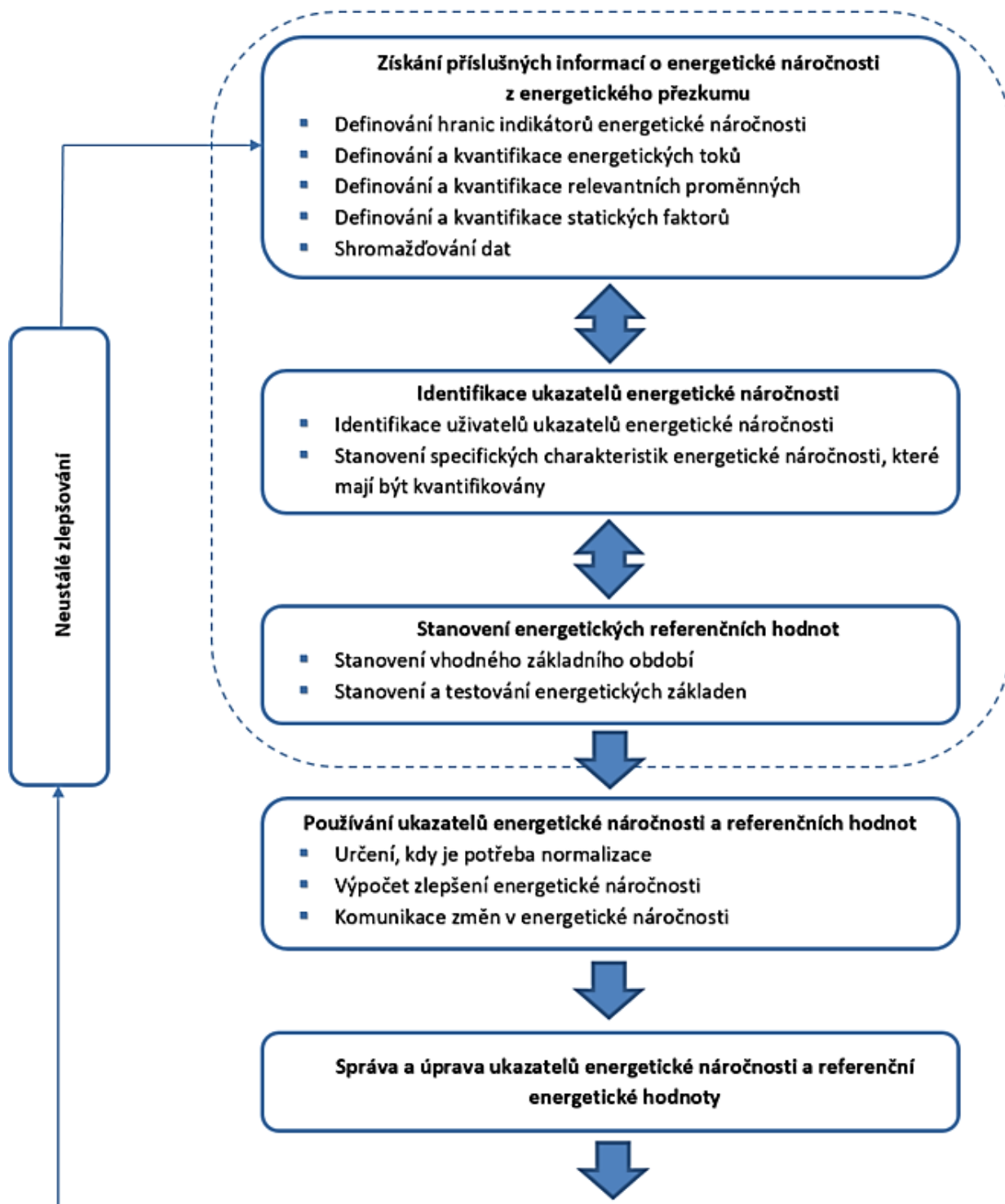
Je třeba zdůraznit, že uvedené dokumenty nemají závazný rámec a jejich rozsah a způsob provedení je vždy předmětem dohody zadavatele se zpracovatelem vyjma případů, kdy jsou součástí certifikace standardu ISO a jsou tak předmětem pravidelného přezkoumání autorizovanou osobou.

Účel užití	Popis
Energetická analýza či studie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Předběžné orientační posouzení záměru investora (např. Analýza využití metody EPC apod.)
Energetická optimalizace	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posouzení záměru (předloženého projektu) a návrh a posouzení vybraných úprav za účelem vylepšení projektu s doporučením optimálního řešení
Energetické posouzení	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Např. pro účely OPŽP (obdoba EP dle § 9a odst. 1 písm. d, vzor na stránkách OPŽP)
Stanovisko	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vyjádření energetického specialisty
Interně požadované dokumenty	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Např. na základě ISO 50001 či jiných vnitřních předpisů - interní směrnice, provozní řády, metodické pokyny apod. ▪ V případě, že má organizace certifikovaný systém EnMS podle ISO 50001, měly by být všechny tyto předpisy součástí dokumentace a podléhat pravidlům kontroly, aktualizace atd.

4. Postupy při vyhodnocování úspor energie

Proces vyhodnocování úspor by měl být nastaven úměrně očekávanému výsledku a cíli. V případě, že má organizace zavedenou normu ISO 50001⁷, má tento proces zavedený v rámci celé organizace viz diagram níže.

Obrázek 11 Přehled měření energetické náročnosti (Zdroj: ČSN ISO 50006)



⁷ Aktuálně se připravuje část normy ISO 50005: Modulární implementace EnMS, včetně použití evaluačních metod pro energetickou účinnost, která by měla dát návod pro takové hodnocení.

4.1. Obecné faktory a předpoklady vyhodnocování

V rámci zavedeného procesu tak, jak je popsán v diagramu lze identifikovat přístupy, stupně a členění dle přehledu níže.

Účel užití	Popis
základní přístupy vyhodnocování spotřeby	<ul style="list-style-type: none">▪ Vyhodnocování plnění cílů⁸ spotřeby energie a vody za celou organizaci (veškerý majetek). Obvykle jednou ročně v rámci přezkumu spotřeby.▪ Průběžné vyhodnocování každé jednotlivé budovy, případně zařízení či výroby energie – bez vazby na konkrétní investiční projekt či opatření.▪ Vyhodnocování konkrétního projektu či opatření
základní stupně vyhodnocování úspor	<ul style="list-style-type: none">▪ Na základě ročního vyúčtování (ročních faktur) - nejméně přesný způsob hodnocení, který není možné doporučit pro dlouhodobé verifikované dokládání dosažené úspory. Tého způsob je součástí podrobnějších způsobů vyhodnocování.▪ Na základě měsíčních dat o spotřebě - dostačující přístup k vyhodnocování se střední reakční dobou dnů v případě zjištění odchylky od předpokládaného stavu. Tento způsob již např. umožňuje s relativně vysokou přesností stanovit spotřebu tepla na přípravu teplé vody, pokud je toto teplo měřeno společně s dodávkou topné vody.▪ Na základě podrobnějších dat - do této kategorie spadá vyhodnocování týdenní a kratší. Kratší perioda je otázkou nastavení automatického monitoringu, ale např. v případě tepla je týdenní podrobnost ještě akceptovatelná pro ruční odečty.
věcné roviny vyhodnocování	<ul style="list-style-type: none">▪ Vyhodnocení ve fyzikálních jednotkách (spotřeba energie a vody v kWh, m³)▪ Vyhodnocení ve finančním vyjádření

Vyhodnocování dosažených výsledků je tím přesnější, čím přesněji je popsán budoucí provozní stav. Toto platí jak v případě renovací nebo dílčích opatření, tak i v případě novostaveb.

4.1.1. Vyhodnocování dle protokolu IPMVP

Jednou z metodik je mezinárodní protokol IPMVP, který tvoří rámec definicí a metod a byl vytvořený pro řádné posuzování úspor spotřeby nebo odběru energie nebo vody ještě v době před vznikem rodiny norem ISO 500xx. Stejně jako ISO 50015 také IPMVP poskytuje uživatelům vodítko při vytváření plánů M&V (měření a verifikace) pro specifické projekty.

Vzhledem k tomu, že normy ISO 500xx řeší celou problematiku M&V také komplexně, v této příručce není dále na protokol IPMVP odkazováno. Jeho výhodou však je, že na rozdíl od ČSN ISO 50015 je přeložen do českého jazyka a díky několika mezinárodním projektům v minulosti k němu existují i veřejně dostupné prezentace a školení.

⁸ Stanovení cílů energetické účinnosti je obecný princip normy ISO 50001 a v této příručce se jím zabýváme pouze ve vztahu vyhodnocování plnění těchto cílů, viz také dále.

4.1.2. Spotřeba energie

Pro měření a vyhodnocování energetické účinnosti je nutné sledovat celkovou spotřebu energie, podružné (dílčí) spotřeby a to jak celkem, tak podle druhů energie a dále také spotřebu podle účelu užití.

Při použití více forem energie je vhodné převést všechny formy na společnou jednotku energie. Současně je potřeba zajistit, aby měřené hodnoty zahrnovaly celkovou spotřebovanou energii, včetně ztrát v procesu přeměny energie.

Energetická náročnost by měla být prezentována na základě potřeb uživatelů. Obvykle by měla být zobrazena nebo vykazována pomocí EnPI, EnB a cílové hodnoty spotřeby energie.



Hovoříme-li o spotřebě energie, jedná se vždy o hodnotu za jasně stanovené období. Proto musí být toto období vždy uvedeno, případně další souvislosti, které danou hodnotu velikosti spotřeby popisují – například jedná-li se o spotřebu naměřenou, spotřebu normovanou, spotřebu průměrnou, spotřebu predikovanou (budoucí) apod.

4.1.3. Energetická účinnost

Energetická účinnost je často používanou metrikou pro měření energetické náročnosti a může být použita jako EnPI. Energetická účinnost může být vyjádřena například pomocí:

- energetický výstup / energetický vstup (účinnost přeměny):
- potřebná energie / spotřebovaná energie (kde potřebná energie může být odvozena z teoretického modelu nebo nějakého jiného vztahu);
- výrobní výkon / příkon energie (například jednotky produkce, tj. výroby na spotřebovanou jednotku energie).
- vstup energie / produkce energie (energetická náročnost)

4.1.4. Vyhodnocení shody s legislativními požadavky

Součástí každého vyhodnocení se předpokládá posouzení, zda jsou splněny veškeré požadavky zákonů, vyhlášek a norem. Základními právními předpisy v této oblasti jsou (Předpisy výše jsou uvažovány v aktuálním znění):

- Zákon č. 458/2000 Sb., energetický zákon
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
- Zákon č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie

V případě zavedení ISO 50001 je toto vyhodnocení součástí pravidelně (obvykle 1x ročně) prováděného „posouzení shody s legislativními předpisy“.

V ostatních případech je toto možné provádět jednoduchým „checklistem“, kde je uvedeno, zda budova plní všechny požadavky, například:

- Energetická náročnost budovy (PENB)
- Směrné hodnoty spotřeby – tepla, teplé vody,
- Platné revize – plyn, komín, elektro, případně další zařízení (kotelna, výtah, VZT apod.),
- Zpracování a dodržování provozních řádů,
- Případně další – shoda s vnitřními předpisy organizace.

4.1.5. Uživatelé v procesu vyhodnocování

V následujícím přehledu jsou uvedeni a popsáni obvyklí uživatelé ukazatelů energetické náročnosti.

Typ a složitost EnPI by měla být přizpůsobena potřebám koncových uživatelů. Pro jeden účel tak může být i více ukazatelů EnPI.

Typ uživatele	Popis
Vrcholový management	Odpovědnosti zahrnují zajištění toho, aby EnPIs byly vhodné pro organizaci, zvážení energetické náročnosti při dlouhodobém plánování, zajištění splnění všech zákonných a jiných externích požadavků a zajištění, že výsledky budou měřeny a vykazovány v určených intervalech. Vrcholový management může použít jeden nebo více EnPI reprezentujících celou organizaci.
Zástupce vedení	Spolupracuje s týmem pro správu energie a je odpovědný za poskytování měřitelných výsledků v rámci EnMS nejvyššímu vedení. Zástupce managementu může používat všechny EnPI, které organizace používá.
Provozovatel závodu nebo zařízení	Typicky řídí zdroje v závodě nebo zařízení a odpovídá za výsledky. Provozovatel závodu nebo zařízení by měl rozumět jak plánované energetické náročnosti, tak jakékoli odchylce od požadované výkonnosti, a to jak z hlediska energetické náročnosti, tak z finančního hlediska. Manažeři závodů nebo zařízení mohou používat všechny ukazatele EnPI ve svém závodě nebo zařízení, včetně EnPI, pokud jde o jeho SEU.
Pracovníci obsluhy a údržby	Odpovědnost za použití systémů EnPI k řízení a zajištění účinného provozu prostřednictvím nápravných opatření pro odchylky v energetické náročnosti, odstranění odpadu a provádění preventivní údržby za účelem snížení zhoršení energetické náročnosti. Pracovníci obsluhy a údržby mohou používat EnPI relevantní pro proces nebo zařízení, za které mají odpovědnost.
Procesní inženýr	Naplánujte, provedte a vyhodnoťte akci na zvýšení energetické účinnosti pomocí vhodného EnPI pro danou akci a její metody vyhodnocení. Procesní inženýr může používat složité EnPI vycházející z výpočtů a různých technických (inženýrských) modelů.
Externí uživatelé	Mohou zahrnovat regulační orgány, profesní a odvětvová sdružení. EnMS auditoři, zákazníci nebo jiné organizace.


4.2. Stanovení účelu užití energie

Základním předpokladem pro správné rozdělení spotřeby dle užití jsou vstupní údaje o celkové spotřebě jednotlivých druhů energie a informace, který druh či palivo je používán k jakému využití. Při znalosti těchto základních předpokladů mohou nastat různé situace, které jsou blíže rozepsány v přehledu níže.

Účel užití	Popis
1. Palivo, kterým je objekt vytápěn, je použito pouze na vytápění	Jednoznačné rozdělení, kdy lze podle dostupných údajů (měsíční/roční spotřeby) snadno zjistit spotřebu energie na vytápění v daném období. Kontrola: Pokud je palivo určeno pouze na vytápění a jsou k dispozici měsíční spotřeby, měla by spotřeba energie v období červen až srpen být nulová, popř. velmi blízká nulové hodnotě.
2. Jiné palivo určené pouze na ohřev teplé vody	Jednoznačné rozdělení, kdy lze podle dostupných údajů (měsíční/roční spotřeby) zjistit spotřebu energie na ohřev teplé vody v daném období. Pokud je na přípravu teplé vody používáno jiné palivo, než na vytápění (např. elektřina), nebývá samostatně měřena její spotřeba ani spotřeba studené vody na její ohřev.
3. Jiné palivo určené na ohřev vody je použito zároveň k dalšímu účelu (kategorie ostatní)	Pokud není spotřeba tepla na přípravu teplé vody samostatně měřena, nelze přesně toto rozdělení určit. Je třeba rozdělení odhadnout ⁹ , a to na základě indikátorů, kterými jsou: <ul style="list-style-type: none">▪ převažující účel využití budovy▪ provoz budovy▪ počet aktivních uživatelů,▪ instalované technologie, apod. Pro rozdělení spotřeby je v tomto případě možné použít postup na základě výpočtu spotřeby energie na přípravu teplé vody. Pokud nelze spotřebu energie na ohřev TV jednoduše stanovit tímto způsobem, je třeba rozdělení odhadnout.
4. Palivo, kterým je objekt vytápěn, je použito i k jinému účelu (příprava TV či ostatní využití)	V praxi může nastat mnoho variant rozdělení spotřeby energie a použití paliv pro jednotlivé účely. Spotřebu energie nelze v těchto případech jednoznačně rozdělit, záleží na podrobnosti dostupných dat. Častým případem je, kdy jedno palivo (obvykle CZT, ZP, či pevné palivo spalované v kotli) použito pro vytápění a ohřev teplé vody, zatímco na ostatní spotřebu připadá pouze elektřina. V těchto případech je rozdělení na jednotlivé účely poměrně přesně dané. Podrobnost dostupných dat hraje zásadní roli.
5. Pro vytápění objektu je použito více různých paliv	V případě, že je v jednom objektu na vytápění použito více paliv, je nutné nejdříve identifikovat, která paliva jsou použita výhradně na vytápění, a která jsou zároveň používána na ohřev TV či ostatní. Po takovémto rozdělení lze jednotlivě u daných paliv použít příslušné postupy pro další rozdělení spotřeby.

⁹ Odhad na základě uvedených údajů je pouze orientační. Nelze jej považovat za přesné určení rozdělení spotřeby.

Účel užití	Popis
6. Pro ohřev teplé vody je použito více různých paliv	<p>V praxi nastává tato situace poměrně často, když je například teplá voda připravována v kotelně, tak i lokálními elektrickými ohřívači.</p> <p>Jedná se o obdobný případ jako v předchozím případě 5. Pro řešení je nutno využít všechny dostupné podklady, analyzovat situaci a snažit se aplikovat některý z postupů pro rozdělení spotřeby.</p>
7. Rozdělení spotřeby dle užití s pomocí měrných ukazatelů	<p>V případě absolutního nedostatku dat ze samostatného měření a relevantních podkladů je možné, alespoň orientačně, vycházet z měrných ukazatelů pro vytápění a teplou vodu, tj. z hodnot GJ/m² a GJ/m³, jejichž splnění je vyžadováno legislativou. Jedná se však o hrubý odhad, který nelze považovat za konečný a je třeba ho na základě neustálého zlepšování zpřesnit.</p> <p>Tato metoda může být taktéž použita pro průběžnou kontrolu hodnot stanovených jinými postupy.</p> <p>V případech, kdy nejsou k dispozici potřebné podklady v dostačujícím detailu a přesnosti a rozdělení je určováno odhadem, nebo v případech, kdy si výpočtem nejsme zcela jisti, bychom měli rozdělení spotřeby energie dle užití vždy konzultovat s energetickým specialistou.</p>



Na příkladu budovy ZŠ, u níž tvoří 35 % spotřeby ohřev vody a 65 % ostatní spotřeba lze ukázat, jaké faktory mohou toto rozdělení ovlivnit. Tento odhad může být na základě uvedených indikátorů upraven např.:

- Zvýšením procentuální spotřeby TV, pokud:
 - je v objektu bytová jednotka
 - je součástí objektu sportovní hala se sprchami.
- Snížením procentuální spotřeby TV, pokud:
 - je v objektu technologické zařízení s vysokými nároky na spotřebu elektřiny,
 - jsou v učebnách instalovány projektory a interaktivní tabule,
 - je osvětlení v objektu v horším technickém stavu nebo jsou použity zastaralé zdroje světla.

Přehled o rozdělení spotřeby je součástí dokumentace EnMS a může mít různou podobu, například v podobě tabulek, jejichž příklad je uveden níže.

Tabulka 3 Příklady poměrného rozdělení spotřeby energie na ohřev TV a ostatní spotřebu

Účel budovy	Počet uživatelů	Provoz (popis relevantní k rozdělení spotřeby energie)	energie na ohřev TV[%]	energie ostatní [%]

Tabulka 4 Příklady rozdělení spotřeby energie na vytápění, ohřev TV a ostatní spotřebu

Účel budovy	Počet uživatelů	Stáří, provoz, technický stav, popis budovy	Spotřeba energie [%]		
			vytápění	ohřev TV	ostatní



Jeden z možných způsobů je rozdělení odhadem na základě výpočtu spotřeby energie na přípravu teplé vody je podle následujícího vztahu:

$$E_{TV} = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T \cdot (1 + \text{ztráty}) / 1\,000\,000$$

kde:

E_{TV} = spotřeba energie na přípravu TV (GJ) V = objem spotřebované vody (m^3),

ρ = hustota vody ($1000 \text{ kg}/m^3$),

c = měrná tepelná kapacita vody ($4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

ΔT = teplotní rozdíl vody na vstupu a výstupu (obvykle $40\text{-}50 \text{ K}$),

- ztráty (systému zásobování TV) = ztráty zdroje + ztráty v rozvodech (-)

Tabulka 5 Přírážka (z) na tepelné ztráty přípravy teplé vody (Zdroj: TNI 730302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav - zjednodušený výpočtový postup)

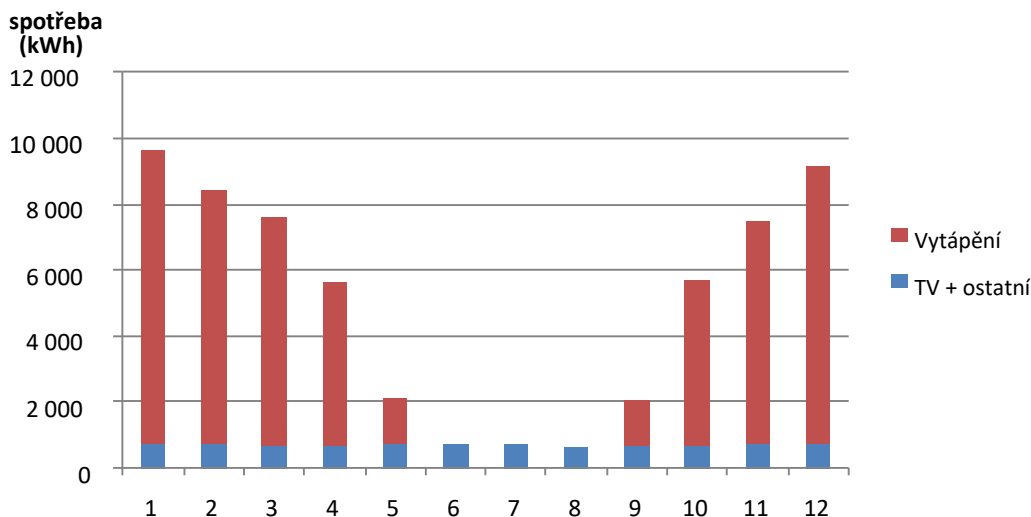
Typ přípravy TV	z
Lokální průtokový ohřev	0,00
Centrální zásobníkový ohřev bez cirkulace	0,15
Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací	0,30
Centrální zásobníkový ohřev s neřízenou cirkulací	1,00
CZT, příprava TV s meziobjektovými přípojkami, TV, CV	> 2,00



V případě dat v měsíční podrobnosti lze pro stanovení rozdělení spotřeby využít skutečnost, že v letních měsících je spotřeba energie na vytápění rovna nule. Veškerá spotřeba energie v tom případě připadá na jiné využití (příprava TV a/nebo ostatní). Je však nutné vzít do úvahy charakter provozu, tudíž v případě školských objektů počítat měsíční průměr této spotřeby z hodnot v měsíci červnu.

Naopak lze u školských objektů prázdninovou spotřebu využít jako normalizovanou hodnotu základní spotřeby (základního zatížení).

Obrázek 12 Příklad stanovení rozdělení spotřeby na základě měsíčních dat o spotřebě a rozdělení spotřeby na vytápění. Rozdělení průměru letní spotřeby mezi spotřebu na přípravu TV a ostatní spotřebu pomocí uvedeného výpočtu spotřeby energie na přípravu TV.

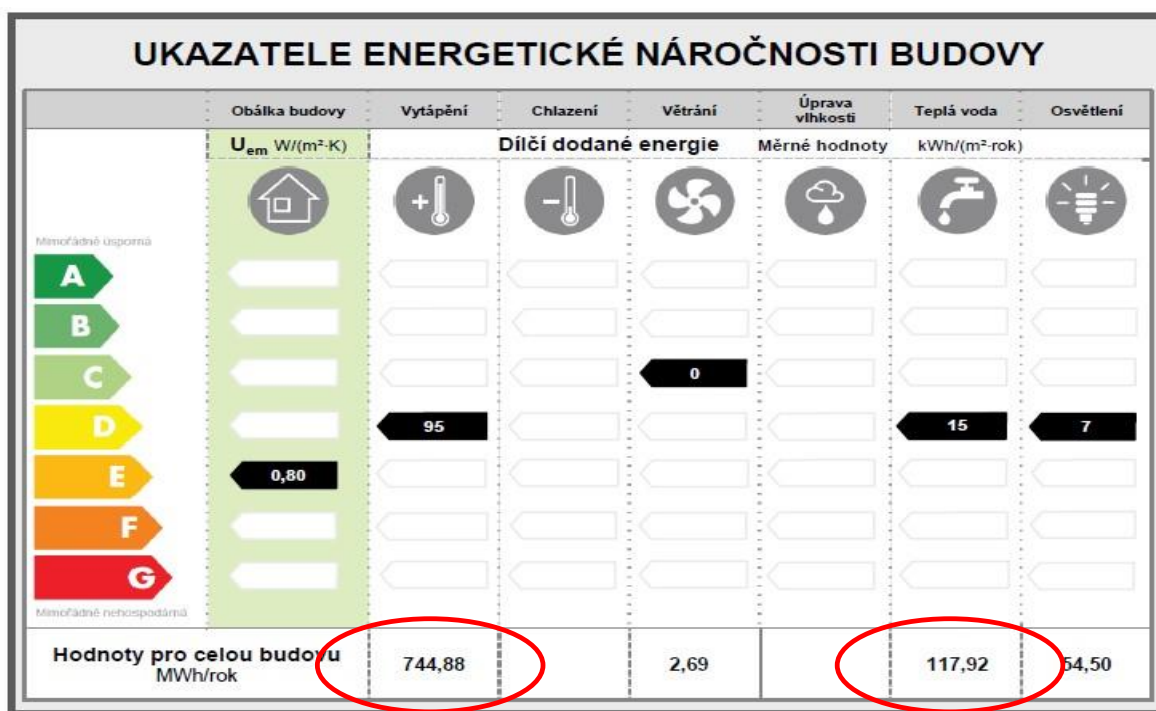


4.2.1. Využití PENB pro rozdělení spotřeby dle užití

V případě budovy, kde je vytápění i ohřev TV řešeno jedním druhem energie je možné využít také údaje z průkazu energetické náročnosti.

V uvedeném případě se jedná o teplo z CZT, které je využito pro vytápění a přípravu teplé vody a jeho spotřebu je tak nutné rozdělit. Elektřina je využita pouze k ostatnímu využití (vaření a nezaměnitelné spotřebě elektřiny). Tato spotřeba elektřiny je tak rovna ostatní spotřebě.

Z PENB lze zjistit, že celková dodaná energie na vytápění je cca 745 MWh/rok a celková dodaná energie na přípravu TV je 118 MWh/rok – viz obrázek. Pokud jsou vyhodnocována pouze tyto dva způsoby využití energie, pak se na vytápění spotřebuje 86 % energie a na přípravu teplé vody 14 %.



Jelikož jsou hodnoty celkové dodané energie v PENB stanoveny výpočtově, nemusí odpovídat skutečným fakturovaným spotřebám. Poměrové rozdělení spotřeby by však mělo být zachováno. Skutečná spotřeba na vytápění bude v tomto případě 86 % z fakturované spotřeby zemního plynu, na přípravu teplé vody pak připadá zbylých 14 %.



PENB je možné použít pouze s určitou mírou nepřesnosti, která je zároveň závislá i na úrovni zpracování PENB. Proto je vhodné případné požadavky formulovat při zadání PENB.

Třebaže se zpracovatel nemůže odchýlit od ustanovení legislativy, může si dát na zpracování „více záležet“ a uvážit všechny okrajové podmínky správným způsobem. Viz také kapitola výše – Požadavky na zpracování energetických dokumentů.

4.2.2. Definování hranic indikátorů energetické náročnosti

Pro měření energetické náročnosti by měly být pro každý EnPI definovány vhodné hranice měření. Jedná se o hranice EnPI a mohou se překrývat. Při definování hranice EnPI by měla být věnována pozornost:

- organizační odpovědnosti ve vztahu k řízení energie;
- jednoduchost nastavení hranice EnPI pomocí měření energie a příslušných proměnných;
- významnému užití energie (SEU), které organizace stanovila jako prioritu
- specifickému vybavení a dílčí procesům, které si organizace přeje sledovat a řídit.

Tři primární hranice EnPI, individuální, systémové a organizační jsou popsány níže.

Hraniční úroveň EnPI	Popis a příklady
Individuální zařízení / proces	Hranici EnPI lze definovat fyzickým ohraničením jednoho zařízení nebo procesu, který chce organizace řídit a zlepšovat. Příkladem je zařízení na výrobu tepla (kotelna).
Systém	Hranici EnPI lze definovat fyzickým ohraničením skupiny zařízení nebo procesů, které spolu vzájemně spolupracují a které organizace chce řídit a zlepšovat. Systémová hranice se uplatní spíše ve výrobních procesech (Výroba páry a zařízení pro využití páry nebo výroby stlačeného vzduchu a zařízení využívající vzduch), příkladem může být také výroba chladu a využití tohoto chladu nebo soustava kotelen a využití tepla z nich.
Organizační	Hranici EnPI lze definovat také kolem fyzického obvodu zařízení či procesů, přičemž se vezme v úvahu odpovědnost v energetickém řízení jednotlivců, týmů, skupin nebo obchodních jednotek organizací. Příkladem může být centralizovaný nákup energie.

4.2.3. Definování a kvantifikace energetických toků

Návazně na definici hranice EnP je nutno identifikovat energii tekoucí přes tuto hranici. V případě veřejné správy je tato hranice shodná s hranicí budovy, tj. je dána odběrnými místy (stanovenými měřidly), ale pokud je součástí zkoumání i výrobní část či pohonné hmoty, je nutné měřit toky přes tuto hranici, zásoby, případně uloženou energii.

Typickým tokem energie přes tuto hranici je například energie přefakturovávaná nájemcům.

4.3. Měření energetické náročnosti pomocí výchozího stavu spotřeby energie

Užitečnou pomůckou může být norma ČSN ISO 50006 Měření energetické náročnosti pomocí výchozího stavu spotřeby energie (EnB) a ukazatelů energetické náročnosti (EnPI), která však zatím nebyla přeložena do češtiny. Tato norma poskytuje praktické pokyny, jak splnit požadavky (ČSN EN) ISO 50001 týkající se stanovování, používání a údržby ukazatelů energetické náročnosti (EnPI) a energetických referenčních hodnot (baseline, EnB) při měření změn energetické náročnosti a energetické náročnosti. Jelikož je její souvislost s vyhodnocováním úspor energie zásadní, vybrali jsme z ní hlavní zásady.

Pro měření a vyhodnocování energetické náročnosti, výkonnosti, náročnosti stanovuje norma ukazatele EnPI a EnB.

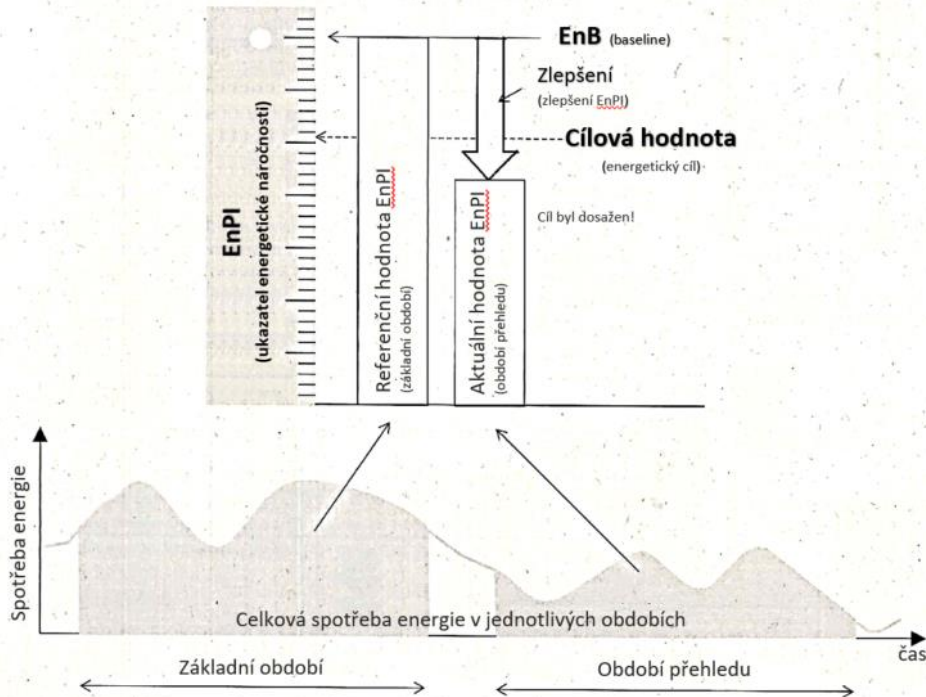
Typ ukazatele	Popis
Ukazatele energetické výkonnosti (EnPI)	<p>EnPI se používají ke kvantifikaci energetické náročnosti celé organizace nebo jejích částí.</p> <p>Ukazatele EnPI by měly poskytovat relevantní informace o energetické náročnosti, aby v rámci organizace umožnily porozumět energetické náročnosti různým uživatelům a ti následně mohli podnikat kroky ke zlepšení těchto ukazatelů.</p> <p>EnPI je hodnota nebo míra, která kvantifikuje výsledky týkající se energetické účinnosti, využití a spotřeby v zařízeních, systémech, procesech a zařízeních a jsou tudíž používána jako měřítka energetické výkonnosti.</p> <p>Organizace by měla stanovit energetický cíl a základní energetickou hodnotu pro každý EnPI. Těmto ukazatelům je dále věnována samostatná kapitola.</p>
Referenční energetické hodnoty (EnB) - baseliny	<p>EnB jsou kvantitativní ukazatele používané k porovnání hodnot EnPI v čase a pro kvantifikaci změn energetické náročnosti.</p> <p>EnB představuje referenční hodnoty, které charakterizují a kvantifikují energetickou výkonnost během specifikovaného časového období a umožňují tak posoudit změny energetické náročnosti mezi zvolenými obdobími. Proto jsou tyto hodnoty používány pro stanovení velikosti úspor energie – jako rozdíl hodnoty po realizaci opatření ke zvýšení energetické náročnosti a EnB.</p>


Ukazatele EnPIs a EnB jsou dva klíčové vzájemně propojené prvky ISO 50001, které umožňují měření, potažmo řízení energetické náročnosti v organizaci.

Vyhodnocování spočívá v porovnání energetické náročnosti mezi výchozím obdobím a vykazovaným obdobím a zahrnuje výpočet změny hodnoty EnPI mezi oběma obdobími.

V případech, kdy příslušné proměnné, jako je počasí, výroba, provozní doba budovy atd., mají vliv na energetickou účinnost, je důležité normalizovat EnPI a jeho odpovídající EnB, aby došlo k porovnání za rovnocenných podmínek.

Obrázek 13 Koncepce výchozího období a období podávání zpráv pro EnPI (Zdroj: ČSN ISO 50006)





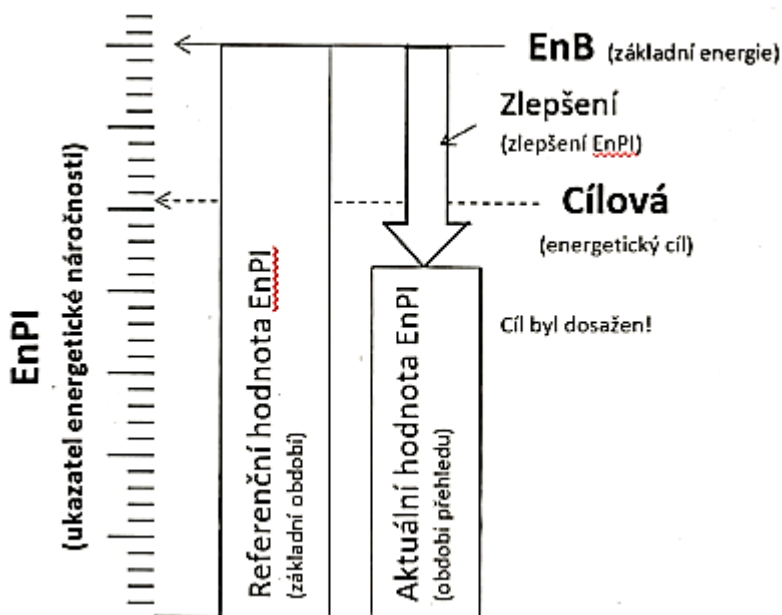
Je doporučeno, aby si organizace stanovila alespoň dvě podmínky (potažmo hodnoty) provozního stavu EnB:

- za standardních provozních podmínek (např. běžný pracovní den)
- v klidovém stavu (například o prázdninách v případě škol)

Aby organizace mohla účinně řídit energetickou náročnost svých zařízení, systémů, procesů a zařízení, musí mít informaci, jak je energie využívána a kolik je jí časem spotřebováno.

Při určování a navrhování EnPI a EnB je potřeba zohlednit konkrétní cíle energetické účinnosti. Vztah mezi energetickým výkonem, EnPIs, EnB a energetickými cíli je znázorněn na obrázku níže.

Obrázek 14 Vztah mezi energetickou účinností, EnPI, EnB a energetickými cíli (Zdroj: ČSN EN ISO 50006)



4.3.1. Stanovení výchozího období a výchozí spotřeby

Každá referenční hodnota či sada referenčních hodnot (EnB) je charakterizována hodnotou ukazatele EnPI ve výchozím období. Porovnání mezi referenčním a vykazovaným obdobím je použito k ilustraci pokroku v plnění energetických cílů a k prokazování zlepšení energetické náročnosti.

Při zřizování EnB by organizace měla stanovit vhodné časové období s ohledem na povahu operací. Výchozí období a období vykazování by měly být dostatečně dlouhé, aby zajistily, že variabilitu provozních vzorců bude zohledňovat EnB a EnPI. Tato období jsou obvykle 12 měsíců, aby zohlednila sezónnost spotřeby energie a příslušné proměnné.

Četnost, se kterou organizace získává data, je důležitým faktorem při určování vhodného základního období. Základní období by mělo být dostatečně dlouhé, aby zachytilo změny v relevantních proměnných, jako je sezónnost spotřeby, vliv ročních období apod.

Je nutné připravit datový soubor EnB, který by měl být ve vykazovaném období porovnán s EnPI. Pokud si organizace přeje monitorovat EnPI každý den, i když výchozí období je jeden rok, jsou pro EnB vyžadována denní data. V tomto případě je EnB nastavena na jeden rok denních dat. Někdy je vhodné stanovení referenční hodnoty za použití standardních provozních podmínek založených na víceletých datech.

Základní členění období používaných při vyhodnocování je uvedeno v následujícím přehledu.

Období	Popis
Jeden rok	Nejběžnějším obdobím pro stanovení referenčních hodnot EnB je jeden rok s ohledem na sladění s energetickým managementem a ekonomickými cíli organizace.
Méně než jeden rok	Doba, která je kratší než jeden rok, může být vhodná v případech, kdy nedochází ke sezónnímu snížení spotřeby energie nebo pokud kratší doby provozu zachycují přiměřený rozsah provozních schémat. Krátké doby trvání EnB jsou ovšem nezbytné v situacích, kdy není dostatečné množství spolehlivých, vhodných nebo dostupných historických údajů, např. když změny v organizaci, zásadách nebo procesech zpřístupní pouze aktuální data).
Více než jeden rok	Sezónnost a obchodní trendy se mohou kombinovat, aby se víceletý EnB stal optimálním. Konkrétně, vlastní víceletá období EnB jsou užitečná pro extrémně krátké roční výrobní cykly, kdy podnik vyrábí výrobky každý rok na několik měsíců a je relativně spící po zbytek roku (např. při provozu školy je možné sledovat energetickou účinnost pouze v průběhu prázdnin každého roku, ale po více let).




V některých případech, například při výstavbě nového zařízení či neexistenci vhodné provozní historie, může být nutné simulovat, odhadnout nebo vypočítat očekávanou spotřebu energie pro nové zařízení. Tato vytvořená hodnota bude sloužit jako EnB.

Pro stanovení EnB by měl být odpovídající EnPI stanoven na základě dat z výchozího období (spotřeby energie a příslušných proměnných).

V přehledu níže jsou uvedeny typy ukazatelů energetické náročnosti a výchozích energetických hodnot (baseline).

Příklad změny	Popis
Naměřená hodnota energie	<p>Jako energetický cíl může být zvolena absolutní úspora energie. V tom případě by měl být EnB upraven pro výpočet úspor energie za stejných podmínek. Pokud jsou zaručeny rovnocenné podmínky, lze provést přímé porovnání EnB s EnPI. Například spotřeba energie dodatečného vybavení kuchyně nebo serverovny.</p>
Poměr měřené hodnoty	<p>Organizace, které provozují mnoho zařízení s podobným využitím, mohou použít poměr k porovnání energetické náročnosti zařízení ve více zařízeních a / nebo srovnávacího testu s konkurencí nebo průmyslovými standardy.</p>
Ukazatele EnPI založené na modelu	<p>Modely lze odvodit lineární regresí, nelineární regresí (nelineární vztahy jsou např. u motorů – ventilátorů, čerpadel). Případně se jedná o technické modely, které mohou být použity tam, kde existují komplexní vztahy mezi spotřebou energie a relevantními proměnnými, které nelze přesně zachytit pomocí regrese.</p> <p>Modely jsou užitečné také pro zkoumání a hodnocení opatření ke zvýšení energetické náročnosti, ale spíše ve výrobních procesech – například měrná produkce normalizovaná na vlhkost vzduchu apod.</p>

	<p>Pokud je to vhodné, měla by být testována platnost EnB, aby bylo zajištěno, že se jedná o vhodný odkaz pro srovnání. Při použití modelů lze platně EnB stanovit pomocí statistických testů, jako je například hodnota p, F-Test nebo koeficient určení k určení, zda byl statistický model z údajů nejlépe vyhovující. Pokud se zjistí, že model není platný, měla by organizace zvážit úpravu EnB nebo určit nový model, odpovídající EnPI a EnB. Výsledky testování by měly být zaznamenány.</p>
---	---

Norma ISO 50006 je koncipována tak, aby její metody mohly použít i organizace, které nemají zavedený EnMS. Například EnPIs a EnB lze použít také na úrovni zařízení, systémů, procesů nebo zařízení, nebo pro vyhodnocení jednotlivých opatření ke zvýšení energetické náročnosti.

Pro efektivní implementaci, údržbu a zlepšování systému EnMS je nezbytný trvalý závazek a angažovanost vrcholového managementu, aby se dosáhlo výhod zlepšování energetické náročnosti. Vrcholový management prokazuje svůj závazek prostřednictvím vůdčích akcí a aktivního zapojení do systému EnMS a zajišťuje průběžné přidělování zdrojů, včetně lidí, k provádění a udržování systému EnMS v průběhu času.

Výsledky energetické náročnosti lze vyjádřit v jednotkách spotřeby, např. GJ, kWh, měrná spotřeba energie, např. kWh / jednotka, špičkový výkon, např. kW, procentuální změna účinnosti nebo bezrozměrné poměry.

Tabulka 6 Ukázka možnosti, jak pracovat s EnB, aktuální EnPI a cíli. Aktuální EnPI umožňuje hledat vazby provozu budov na energetickou náročnost a v případě potřeby podniknout další kroky.

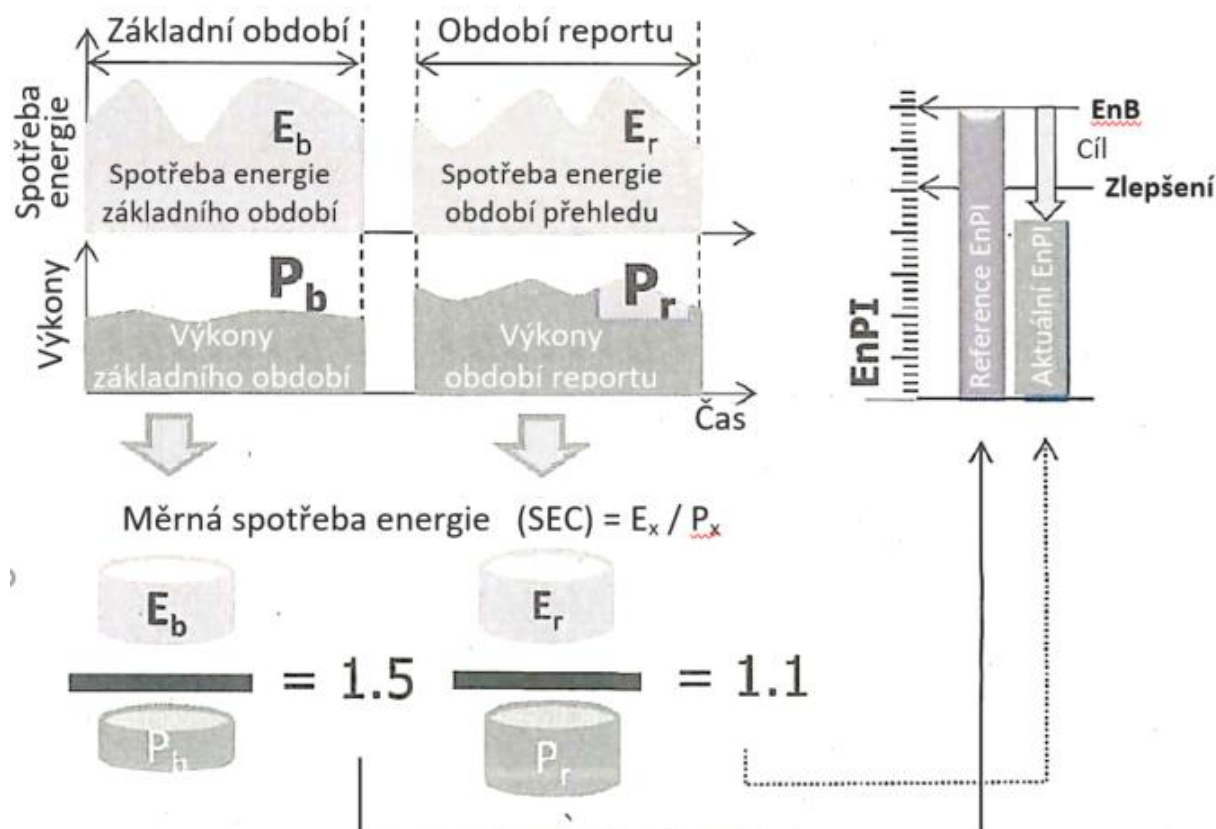
EnB	Aktuální EnPI	Cílová hodnota	Stav plnění cíle / %
100	80	60	-20 / 50 % (20 ze 40)

Ukazatele EnPI by měly být měřeny pro jednotlivá zařízení a zařízení s významným využitím energie. Na základě významnosti užití je také stanovena četnost sledování těchto ukazatelů.

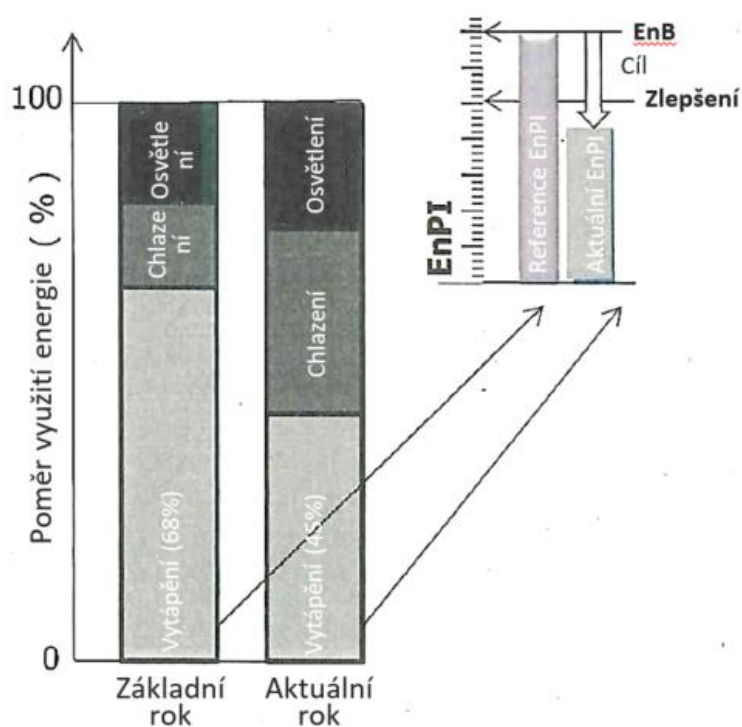
EnPI a relevantní proměnné lze zobrazit společně v podobě trendového grafu a to případně i v reálném čase. Zkoumáním příčin změny lze zjistit zbytečné využití energie.

Příklady porovnání EnPI pro tři typy ukazatelů energetické výkonnosti jsou uvedeny v grafech níže.

Obrázek 15 Energetická účinnost: Porovnání měrné spotřeby výchozího a vykazovaného období.



Obrázek 16 Využití energie: Porovnání podílu specifické spotřeby energie (dle účelu užití) ve výchozím a ve vykazovaném období.



Stejně, jako v případě celkové referenční spotřeby také výpočtovou referenční spotřebu energie je potřeba stanovit při každé změně parametrů budovy – stavebních opatřeních i významnějších změnách provozních.

Pro účely vyhodnocování je také vhodné rozlišit, zda byla referenční spotřeba stanovena výpočtem, či zda odpovídá skutečným spotřebám před realizací opatření.

4.4. Volba indikátorů (EnPI) a práce s nimi

Vyhodnocování probíhá na základě předem stanovených indikátorů - ukazatelů. Ty musejí být nastaveny na počátku procesu a jsou v průběhu celého období vyhodnocování neměnné, resp. v případě doplnění nějakého indikátoru musejí být hodnoty indikátoru dostupné v celé časové řadě, případně jsou tyto nové indikátory sledovány až od určitého období.

Nejčastějšími indikátory je prostý údaj o spotřebě energie a o nákladech na ni vynaložených, ale pro účely podrobnějšího vyhodnocování je zapotřebí sadu indikátorů významně rozšířit a zpodrobnit. Podstatné je, aby pro každý stanovený indikátor byl jasně stanoven zdroj dat a případně způsob jejich získání ověření a archivace.

V případě zavedení systému energetického managementu, resp. ISO 50001 bývá tato podmínka splněna, otázkou je vždy míra podrobnosti daného indikátoru.

4.4.1. Identifikace ukazatelů energetické náročnosti

Zatímco v průmyslové výrobě je definice EnPI zaměřena na ukazatele týkající se výroby, v praxi veřejné správy je potřeba definovat ukazatele ve vztahu k převažujícím činnostem – administrativa, školství, zdravotnictví, sport, veřejné osvětlení, případně městská doprava, komunální technika apod..

Při identifikaci EnPI by měly být uváženy charakteristiky spotřeby energie, zejména základní zatížení (pevná spotřeba energie) a proměnné zatížení.

Hlavní typy EnPI jsou:

- změřená hodnota energie odběrného místa pro jeden nebo více účelů využití energie;
- poměr měřených hodnot, tj. vyjádření energetické účinnosti;
- statistický model - vztah mezi spotřebou energie a příslušnými proměnnými pomocí lineární nebo nelineární regrese;
- technický model - vztah mezi spotřebou energie a příslušnými proměnnými pomocí technických simulací.

EnPI lze zřídit na různých úrovních organizace nebo zařízení.

4.4.2. Definování a kvantifikace statických faktorů

Hodnoty faktorů ovlivňující energetickou efektivitu se často v čase mění a je nutné zjistit, zda je možné je považovat za relevantní proměnnou či za statický faktor.

Na změnu statických faktorů mohou reagovat cílové hodnoty EnPIs a EnB. Je proto nutné je pravidelně přezkoumat stejně jako všechny změny, které by mohly ovlivnit energetickou účinnost. Příklady, kdy může statický faktory vyžadovat úpravu souvisejících EnPIs nebo EnB:

- Změna způsobu užívání budovy. Změna může mít vliv na provoz zařízení - spotřeba energie na větrání, chlazení osvětlení, ostatní spotřebiče.
- Změna obsazenosti budovy bez změny způsobu užívání.
- Změna podlahové plochy – jako doplněk dvou předchozích případů.

4.4.3. Stanovení specifických charakteristik energetické náročnosti

Ukazatele EnPI je nutno zvolit tak, aby plně vyhovovaly potřebám organizace (uživatelů) a současně byla přiměřené náročnost jejich sledování, tj. získání dat pro jejich stanovení v požadovaných časových periodách. Jednotlivé typy ukazatelů lze rozčlenit tak, jak je uvedeno v následujícím přehledu.

Typ ENPI	Popis a použití	Příklad
Měřené energetické hodnoty	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Čisté naměřené hodnoty z měřidel – s nebo bez konverzních a jiných faktorů a koeficientů ▪ Měření absolutní změny (snížení) spotřeby energie ▪ Sledování plnění zákonných a normových požadavků ▪ Pro porozumění trendů ve spotřebě energie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spotřeba energie na osvětlení ▪ Spotřeba paliva v kotlích ▪ Spotřeba elektřiny v době denních špiček ▪ Celková úspora energie z úsporných programů ▪ Špičkový výkon v týdnu
Poměr měřených hodnot	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoring účinnosti systémů s jednou relevantní proměnnou ▪ Benchmarking (standardizované porovnání) ▪ Sledování plnění zákonných a normových požadavků ▪ Vyhodnocování trendů energetické účinnosti 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spotřeba PHM na osobokilometr ▪ Účinnost kWh/MJ chladicích systémů
Statistický model	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Popis systémů s více proměnnými a systémů se základním zatížením ▪ Použití tam, kde porovnání vyžaduje normalizaci ▪ Modelování komplexních vztahů, kde lze vztahy a proměnné kvantifikovat ▪ Zobrazení vztahů mezi spotřebou energie a relevantními proměnnými 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energetická náročnost vztahená k počtu uživatelů (návštěvníků a venkovní teplotě) ▪ Energetická náročnost systémů se základním zatížením
Technický model	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hodnocení energetické náročnosti při změnách provozu, kde je mnoho proměnných ▪ Systémy s nezávislými relevantními proměnnými, typicky teplota, tlak, vlhkost ▪ Hodnocení energetické náročnosti ve stádiu přípravy projektů 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spotřeba elektřiny na chlazení při různých venkovních a vnitřních teplotách ▪ Komplexní model budovy zohledňující provozní dobu, provoz HVAC a potřeby uživatelů

Následující tabulky uvádí různé ukazatele EnPI odpovídající jednotlivým typům uvedeným výše.

Tabulka 7 Základní ukazatele energetické náročnosti (EnPI) užívané pro vyhodnocování energetické náročnosti budov, případně veřejného osvětlení

Ukazatel	Jednotka	Popis
celková spotřeba energie	MWh/rok	roční celková spotřeba paliv a energie
celková normovaná spotřeba energie	MWh/rok	roční celková spotřeba energie, z nichž část spotřeby na vytápění je přepočítaná na dlouhodobé klimatické podmínky
celkové normované náklady za energii	Kč/rok	roční celkové výdaje za paliva a energii, vypočítané z normované spotřeby energie
měrná energetická náročnost	kWh/(m ² .rok)	roční (celková) měrná spotřeba paliv a energie vztažená na podlahovou plochu
měrná finanční náročnost	Kč/(m ² .rok)	roční (celkové) měrné výdaje za paliva a energii vztažené na podlahovou plochu
celková spotřeba vody	m ³ /rok	roční celková spotřeba studené a teplé vody
celkové náklady za vodu	Kč/rok	roční celkové výdaje za studenou a teplou vodu
měrná spotřeba vody	m ³ /(osoba.rok)	roční měrná spotřeba vody vztažená na aktivní uživatele objektu
spotřeba elektřiny VO	MWh(VO)/rok	roční spotřeba elektrické energie na veřejné osvětlení
měrná spotřeba elektřiny VO	kWh/SB.rok	měrná spotřeby elektrické energie vztažená na jeden světelný bod
celková úspora energie	MWh/rok	roční celková úspora paliv a energie vztažená k roku předcházejícímu rok realizace (předpoklad / skutečnost)
celková úspora nákladů	Kč/rok	roční celková úspora nákladů na paliva a energii vztažená k roku předcházejícímu rok realizace
měrná investiční náročnost	Kč/(MWh/rok)	celkové investiční náklady na realizaci opatření vztažené na roční úsporu energie (předpoklad / skutečnost)
měrná spotřeba energie před realizací opatření	kWh/(m ² .rok)	roční (celková) měrná spotřeba paliv a energie před realizací opatření vztažená na podlahovou plochu
měrná spotřeba energie po realizaci opatření	kWh/(m ² .rok)	roční (celková) měrná spotřeba paliv a energie po realizaci opatření vztažená na podlahovou plochu
měrná úspora energie po realizaci opatření	kWh/(m ² .rok)	roční (celková) měrná úspora paliv a energie po realizaci opatření vztažená na podlahovou plochu
celková dodaná energie	kWh/(m ² .rok)	roční (výpočtová) měrná spotřeba energie, bez energie pro provoz spotřebičů, vztažená na podlahovou plochu (vyhláška č. 78/2013 Sb.)
měrný ukazatel spotřeby tepla na vytápění	kWh/(m ² .rok)	roční měrná spotřeba energie na vytápění vztažená na podlahovou plochu (vyhláška č. 194/2007 Sb.)
měrný ukazatel spotřeby tepla na přípravu teplé vody	kWh/(m ² .rok)	roční měrná spotřeba energie na přípravu teplé vody vztažená na podlahovou plochu (vyhláška č. 194/2007 Sb.)

Tabulka 8 Doplňkové ukazatele energetické náročnosti (EnPI)

Ukazatel	Jednotka	Popis
podíl obnovitelných zdrojů energie	%	podíl energie vyrobené a spotřebované z obnovitelných zdrojů v budovách ve vlastnictví města v daném roce
celkové náklady za energii	Kč/rok	roční celkové výdaje za paliva a energii
měrný ukazatel spotřeby tepla na vytápění	kWh/(m ² .D°.rok)	roční měrná spotřeba energie na vytápění vztahovaná na podlahovou plochu a počet denostupňů (vyhláška č. 194/2007 Sb.)
měrný ukazatel spotřeby tepla na přípravu teplé vody	kWh/(m ³ .rok)	roční měrná spotřeba energie na přípravu teplé vody vztahovaná na množství spotřebované teplé vody (vyhláška č. 194/2007 Sb.)
měrná spotřeba nezaměnitelné elektřiny	kWh/(m ² .rok)	roční měrná spotřeba elektrické energie (pro jiné využití než vytápění) vztahovaná na podlahovou plochu
měrná spotřeba elektrické energie - budovy	kWh/(m ² .rok)	roční spotřeba elektrické energie v budovách na jednotku plochy
ceny energie a paliv	Kč/MWh	jednotková cena všech forem energie
	Kč/MWh	jednotková cena elektřiny
	Kč/GJ	jednotková cena tepla z CZT
	Kč/MWh	jednotková cena zemního plynu
	Kč/q	jednotková cena pevného paliva
spotřeba pohonných hmot	l/100 km	roční spotřeba pohonných hmot vztahovaná na ujetou vzdálenost 100 km
podíl budov ve třídě A energetické náročnosti	%	podíl budov v majetku města, které se řadí do třídy energetické náročnosti A (dle PENB)

Uvedené ukazatele mohou mít charakter statický nebo dynamický, podle toho, zda slouží k měření průběžného vývoje nebo pro vzájemné porovnání v různých časových obdobích. V těchto případech, kdy slouží, jako hodnota výchozí hodnoty spotřeby mohou, případně musejí být normalizovány tak, aby porovnání bylo relevantní.

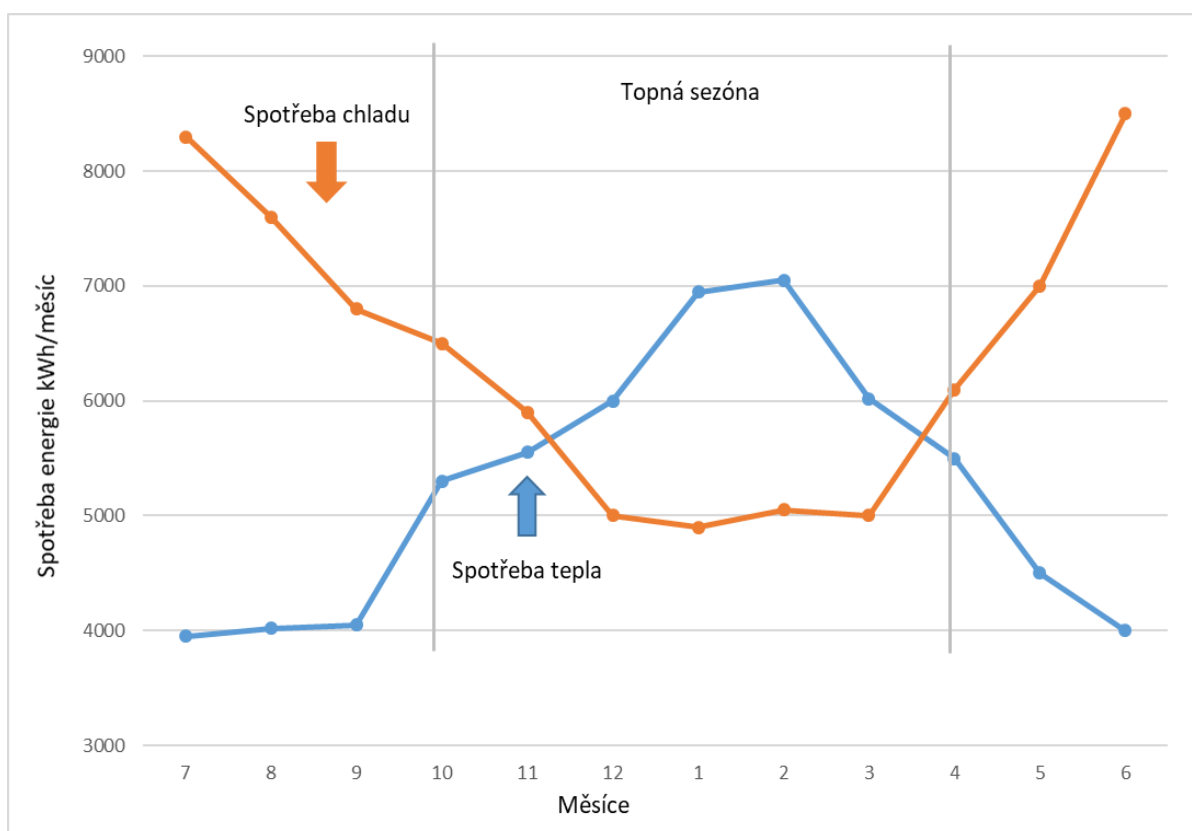
- místo pro poznámky -

4.5. Stanovení a vztahy relevantních proměnných

V závislosti na potřebách organizace by měly být na každé hranici EnPI definovány a kvantifikovány relevantní proměnné, které mají pravděpodobný dopad na energetickou náročnost. Ke stanovení významu relevantních proměnných je často nutné provést analýzu dat. Tu lze provést v rámci přezkumu spotřeby energie.

Základem je pochopení velikosti (významnosti) vztahu mezi proměnnými a spotřebou energie. Je potřeba zvolit správnou metodu pro posouzení, zda proměnná významně ovlivňuje spotřebu energie. Jedním z nejjednodušších vztahů je vztah spotřeby energie na vytápění během topné sezóny a spotřebou energie na chlazení během letních měsíců zvýší, jak je uvedeno v grafu.

Graf 1 Ukázka grafu znázorňujícího sezónnost spotřeby; v případě, že se jedná o výrobu tepla a chladu ze stejného média (elektřiny), je nutné sledovat rozdělení spotřeby podle účelu užití.



Analýza potřeby energie na chlazení ve vztahu k energii na vytápění může vést k optimalizaci dodávky a výroby energie, například kombinací tepelného čerpadla a střešní FVE. Toto opatření může mít další efekt v optimalizaci sazby a tarifu, neboť klasický systém chlazení či klimatizace často vyžaduje navýšení kapacity (velikosti jističe).

Posoudit význam vztahu lze jednoduchým, obvykle s pomocí bodového či liniového grafu. Pokud je proměnná relevantní, lze očekávat na první pohled viditelný důkaz o vztahu. Pokud jsou body rozptýleny kolem matematické funkce (spojnice trendu), pak vztah ukazuje na přítomnost příslušných proměnných. Pokud body tvoří náhodný shluk bez zjevného vztahu, proměnná pravděpodobně není relevantní. Statisticky lze měřit tento vztah pomocí koeficientu determinace (R^2).

Ve většině případů je pro určení relevance dostatečný jednoduchý lineární vztah. Některé proměnné mohou vykazovat nelineární vztahy a je tak nutné rozhodnout, jak tyto proměnné zahrnout do výpočtu EnPI.

Pokud je zjevné, že se jedna relevantní proměnná netýká významně spotřeby energie, může být použit EnPI na základě modelu se dvěma nebo více relevantními proměnnými. Hranice EnPI může být případně rozdělena tak, aby se odlišila ta část spotřeby energie, která významně souvisí pouze s jedinou proměnnou.

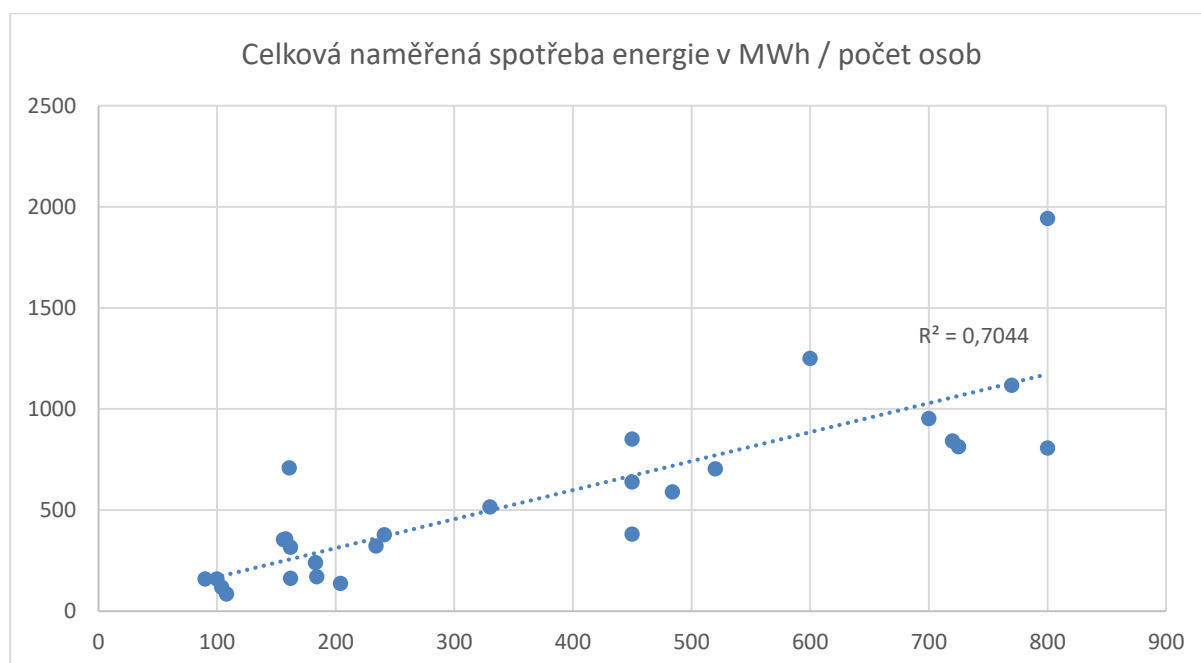
Některé relevantní proměnné mohou vykazovat kolinearitu, kde se dvě nebo více nezávislých proměnných neustále mění společně. Pokud existuje linearita, je vhodné použít proměnnou, která má větší dopad na spotřebu energie a druhou proměnnou udržovat konstantní. Důležité je také zajistit, aby údaje, které jsou analyzovány pro korelace, byly ve správných časových periodách.

4.5.1. Příklady vztahů relevantních proměnných

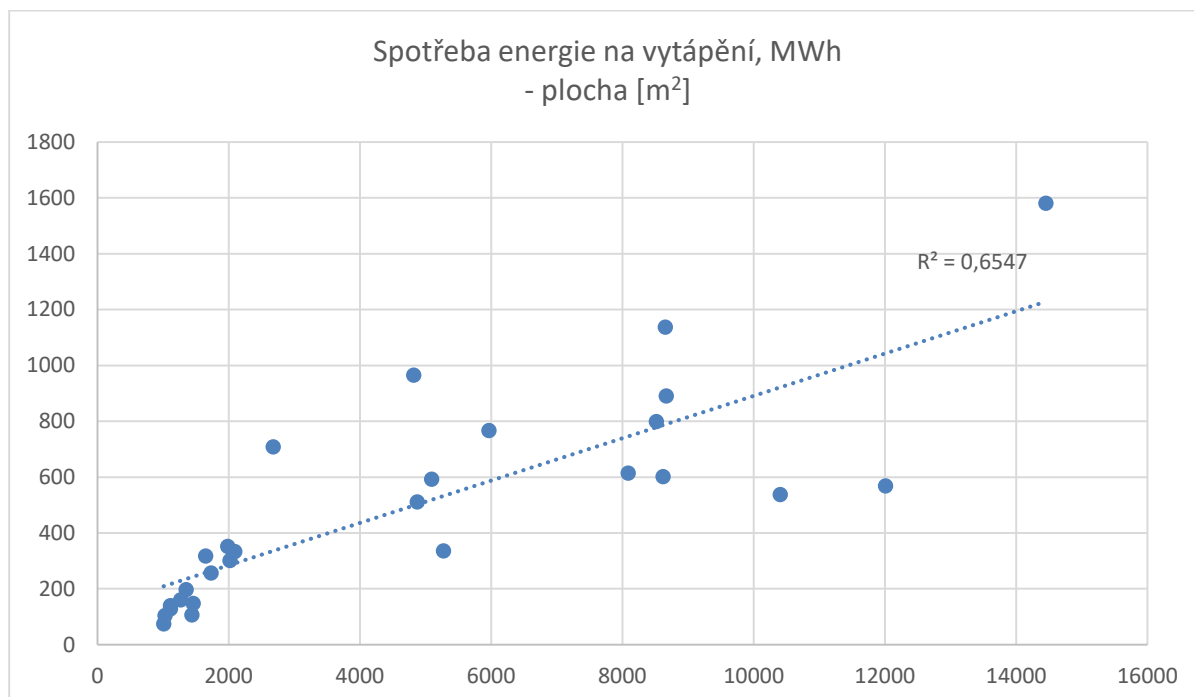
Následující grafy jsou vytvořeny na základě reálných dat z 30 základních a mateřských škol jednoho českého města.

Lze na nich ilustrovat míru korelace mezi proměnnými, které jsou při provádění energetického managementu standardně k dispozici.

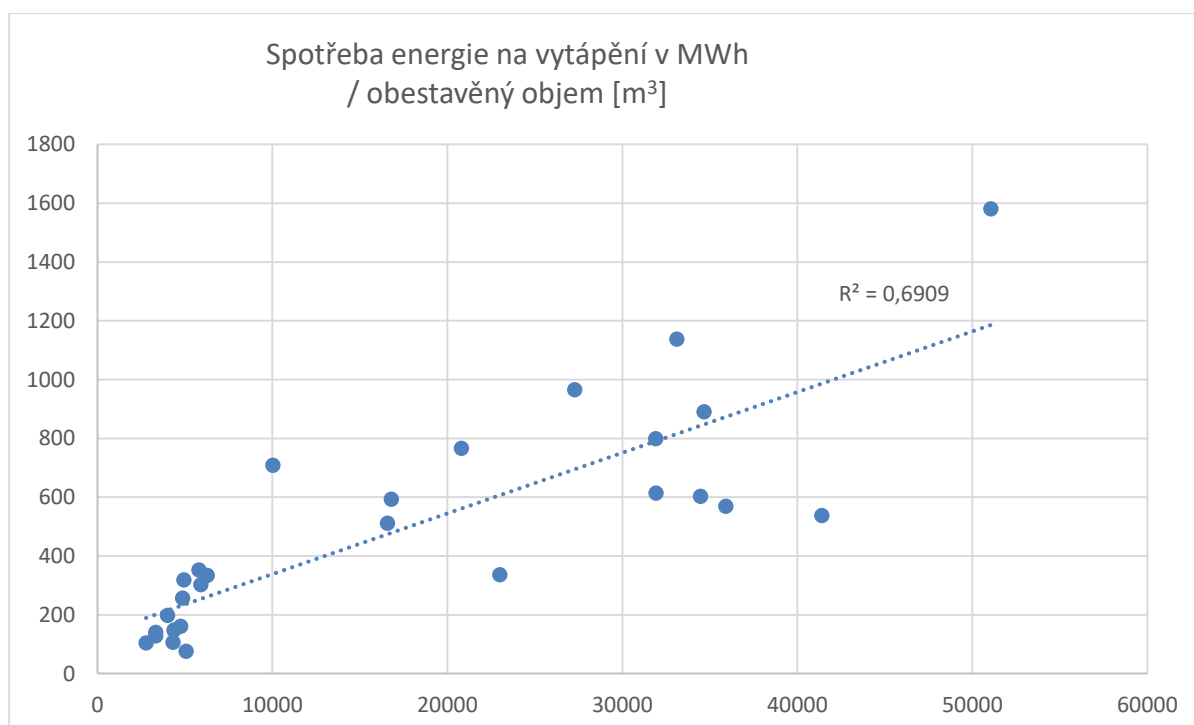
Graf 2 Souvislost celkové spotřeby energie a počtu osob je relativně významná a je tudíž vhodné tento ukazatel sledovat.



Graf 3 Vzájemná relace spotřeby energie na vytápění a podlahové plochy v tomto příkladu vykazuje nižší koeficient determinace, ale přesto je významný. Jeho nižší hodnotou není nikterak dotčen fakt, že ukazatel měrné spotřeby energie je jedním z významných ukazatelů obecně používaných i v legislativě.

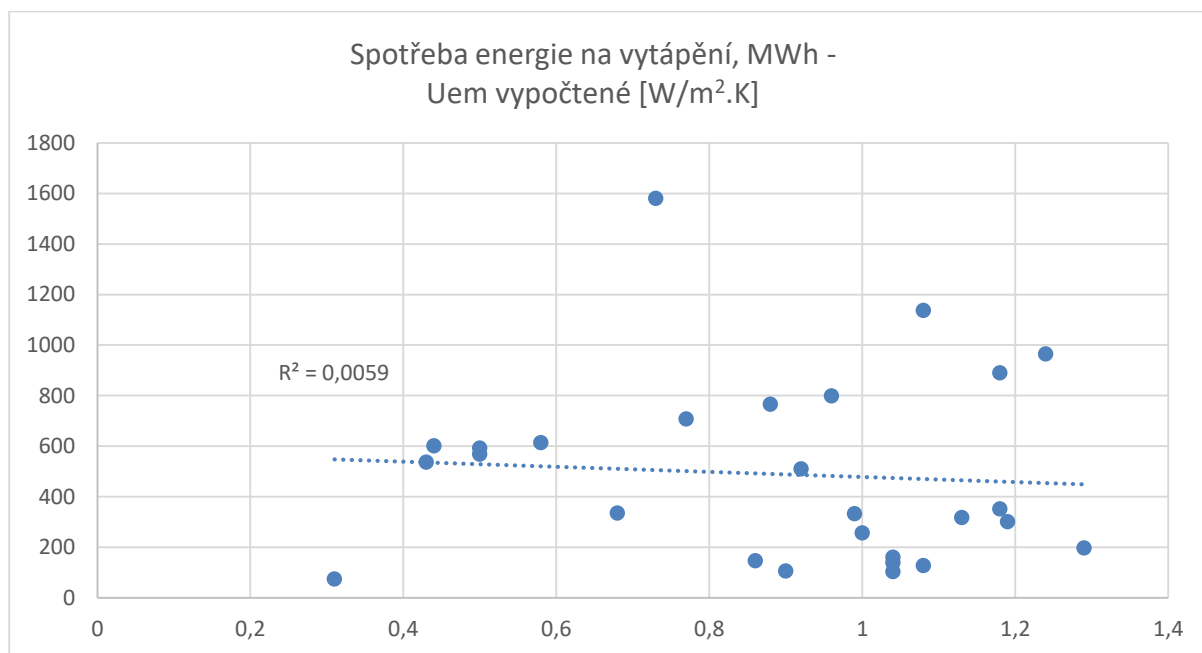


Graf 4 Na stejném vzorku budov vykazuje relace spotřeby energie na vytápění a obestavěného objemu o něco vyšší míru korelace. Obecně by bylo přesnější tento ukazatel používat namísto měrné spotřeby na m², ale z praktických důvodů je používán právě ten, pro něhož je jednodušší získat data (o podlahové ploše).¹⁰

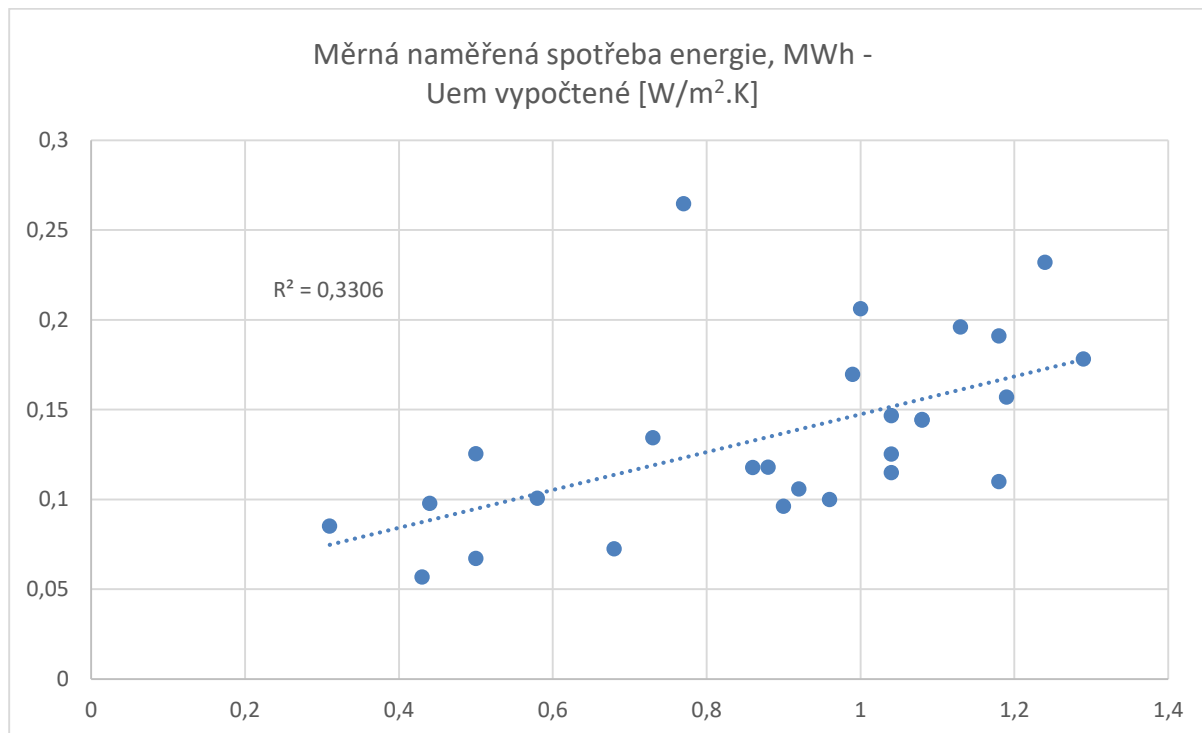


¹⁰ Pro hodnotu R^2 není rozhodující, zda se jedná o aktuální spotřebu tepla či o spotřebu normovanou, hodnota bude vždy stejná.

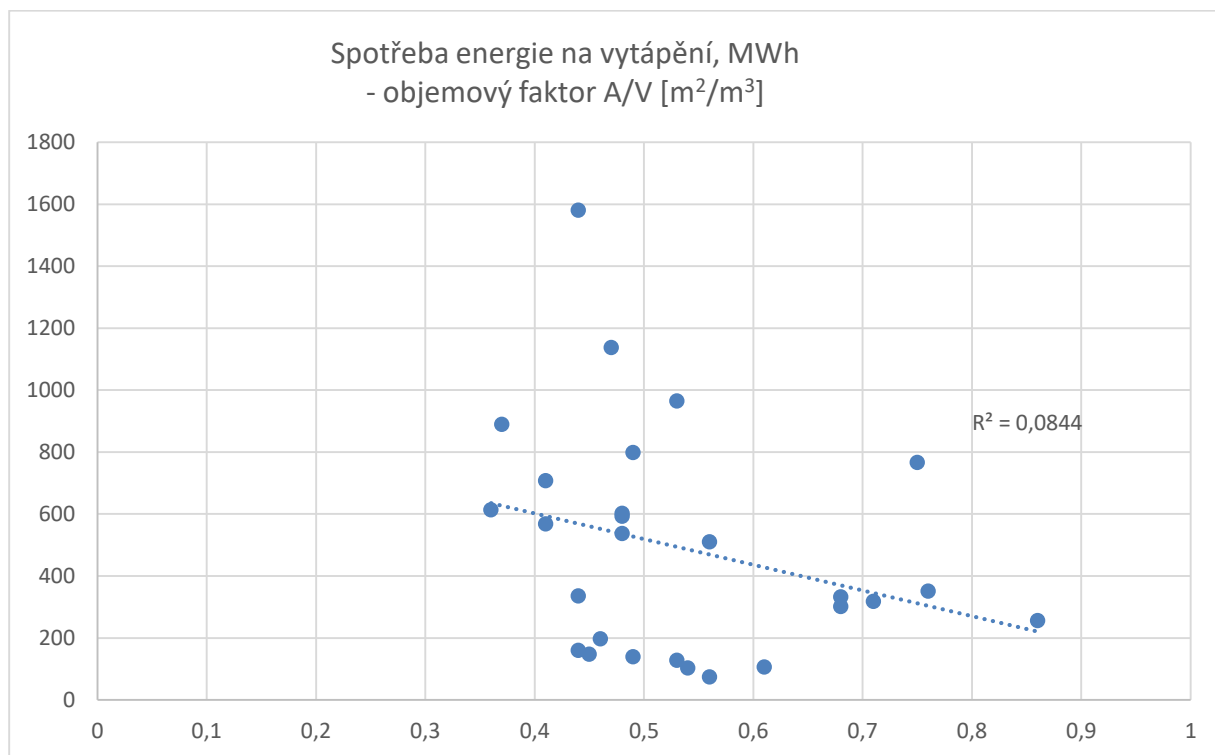
Graf 5 Vzájemná relace spotřeby energie na vytápění a hodnoty U_{em} (součinitele prostupu tepla obálky budovy) je zcela nedeterminovaná a nemá tak pro vyhodnocování energetické účinnosti žádný význam.



Graf 6 Vzájemná relace měrné spotřeby energie na vytápění a U_{em} je významnější, než stejná závislost na absolutní spotřebě v předchozím grafu, ale graf současně poukazuje na skutečnost, že velmi silným faktorem bude chování uživatelů a další faktory, které významnost uvedené relace snižují.



Graf 7 Obdobně nevýznamná je vzájemná relace spotřeby energie na vytápění a objemového faktoru budovy (A/V); naopak souvislost spotřeby energie na vytápění a jednotlivých parametrů (plochy a objemu) významná je.



4.6. Správa a úprava ukazatelů energetické náročnosti a výchozích energetických hodnot

V běžném provozu dochází neustále ke změnám zařízení, systémů nebo procesů, čímž může být ovlivněno jak využití energie, tak spotřeba, účinnost a související relevantní proměnné. Je proto nutné zajistit, aby stávající EnPI, nastavené hranice a EnB byly stále vyhovující pro měření energetické náročnosti. Pokud vlivem změny přestanou vyhovovat, měly by být upraveny. Ověření probíhá v nastavených intervalech – v rámci plánu M&V a to s využitím:

- a) porovnání výchozích hodnot příslušných proměnných s podmínkami vykazovaného období a ověření, zda jsou v platném statistickém rozmezí;
- b) identifikace všech významných změn statických faktorů, které by mohly zneplatnit výpočet energetické náročnosti za rovnocenných podmínek, včetně přidání nebo vypuštění hlavních výrobních procesů a významných provozních změn (např. změna směnného provozu) apod.

4.6.1. Příklady změn EnPI a EnB

V průběhu času dochází k relativně běžným změnám, které je možné očekávat, ale které současně mohou vyžadovat úpravu EnB, například změny statických faktorů. V některých případech může být nutné vytvořit nový EnPI a EnB na základě statistické analýzy. V následujícím přehledu jsou uvedeny případy, které mohou vést k úpravě ENPI a změně EnB.

Příklad změny	Popis
Změna využití energie	Pokud dojde k podstatné změně formy energie
Dostupnost dat	Zlepšení systému měření a sběru dat v zařízení může vést k dostupnosti kvalitnějších údajů nebo k objevení nových relevantních proměnných.
Frekvence dat	Pokud dojde k přechodu na pravidelnější nebo četnější sběr dat, umožní to efektivnější správu pomocí nově stanovených EnPI a EnB.
Změny cílů	Jedná se o strategická rozhodnutí, kdy jsou cíle stanoveny jako zlepšení oproti současné energetické náročnosti namísto hodnot z minulého období. V těchto případech by bylo nezbytné použít nový referenční bod.
Použití předem stanovené metody	Organizace může považovat za užitečné předem určit podmínky, které mohou vyžadovat změnu EnPI nebo úpravy EnB. Organizace by také měla předem stanovit pravidla a metody, které budou použity (viz 3.1, poznámka 3 k záznamu).
Revize vedení	Jedním ze vstupů do revize řízení je revize EnPI. Výstupem kontroly by proto mohla být změna EnPI.

Pokud hodnoty EnB již nejsou platné, je nutné provést úpravy pro výpočet energetické náročnosti. Základní období lze upravit např. posunem do jiného časového období. Energetickou náročnost lze vypočítat bez změny výchozího období pomocí několika metod za využití:

- energetických údajů z vykazovaného období k vytvoření statistického modelu a poté výpočet výkonu pomocí skutečných základních údajů; tento přístup se někdy nazývá backcasting;
- energetických údajů založených na standardních podmínkách pro vypracování statistického modelu a poté výpočet výkonnosti se skutečnou energií a příslušnými proměnnými údaji ze základní a vykazované doby.

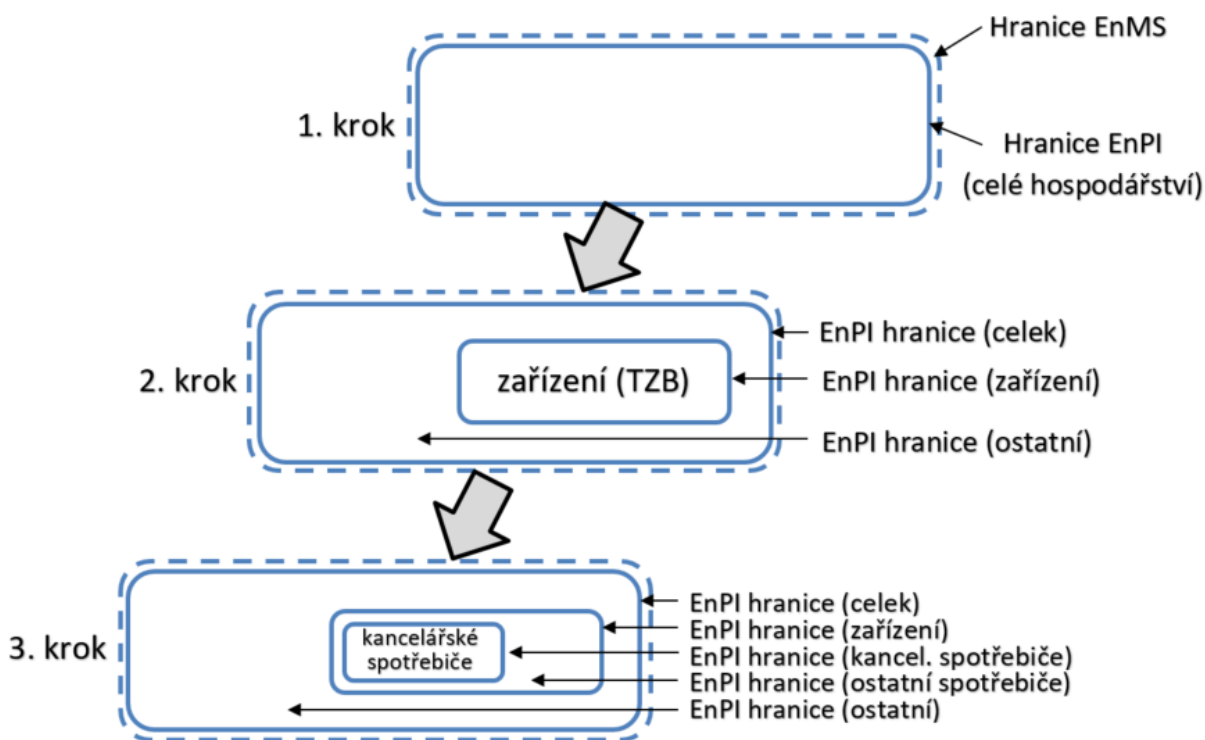
Lze také použít kombinace těchto přístupů. Uvedené postupy umožňují zabránit neustálému přizpůsobování základního období i v případě relativně významných změn.

4.6.2. Stanovení hranic EnPI

Při dodržení principu neustálého zlepšování je důležité stanovení efektivní úrovně procesu snižování energetické náročnosti pro daný případ a / nebo dané období. Hranici EnPI lze efektivně využít k zacílení na tu část, která je předmětem pozornosti. Jako první krok je hranice EnPI celé energetické hospodářství, případně budova či areál budov.

Pro podrobnější sledování by měla tato hranice být rozdělena do několika hranic EnPI. Dalšími kroky je tudíž zúžení hranic EnPI na další součásti významné spotřeby energie (SEU) například tak, jak tento proces rozdělení hranic EnPI ukazuje následující obrázek.

Obrázek 17 Proces rozdělení hranic podle míry podrobnosti vyhodnocování EnPI



Rozdělení hranic EnPI lze upřesnit a zjednodušit například následujícím způsobem:

- minimalizovat počet divizí (sektorů)
- v prvním kroku hranici rozdělit na dvě části – na významnou (SEU) a ostatní spotřebu
- zařízení, která pracují stejným způsobem, by měla být kategorizována společně
- pokud některé zařízení slouží více účelům v rámci různých hranic, mělo být rozděleno na části pro každý účel, resp. hranici
- Hodnoty výchozí spotřeby EnB by měly být stanoveny pro každý provozní stav hranice EnPI

4.7. Normalizace výchozího stavu

Normalizace se používá za účelem porovnání energetické náročnosti za rovnocenných podmínek.

Přímé srovnání spotřeby energie (tj. bez použití nějaké metody standardizace) mezi výchozím obdobím a vykazovaným obdobím lze provést pouze tehdy, pokud nedochází k významným změnám příslušných proměnných.

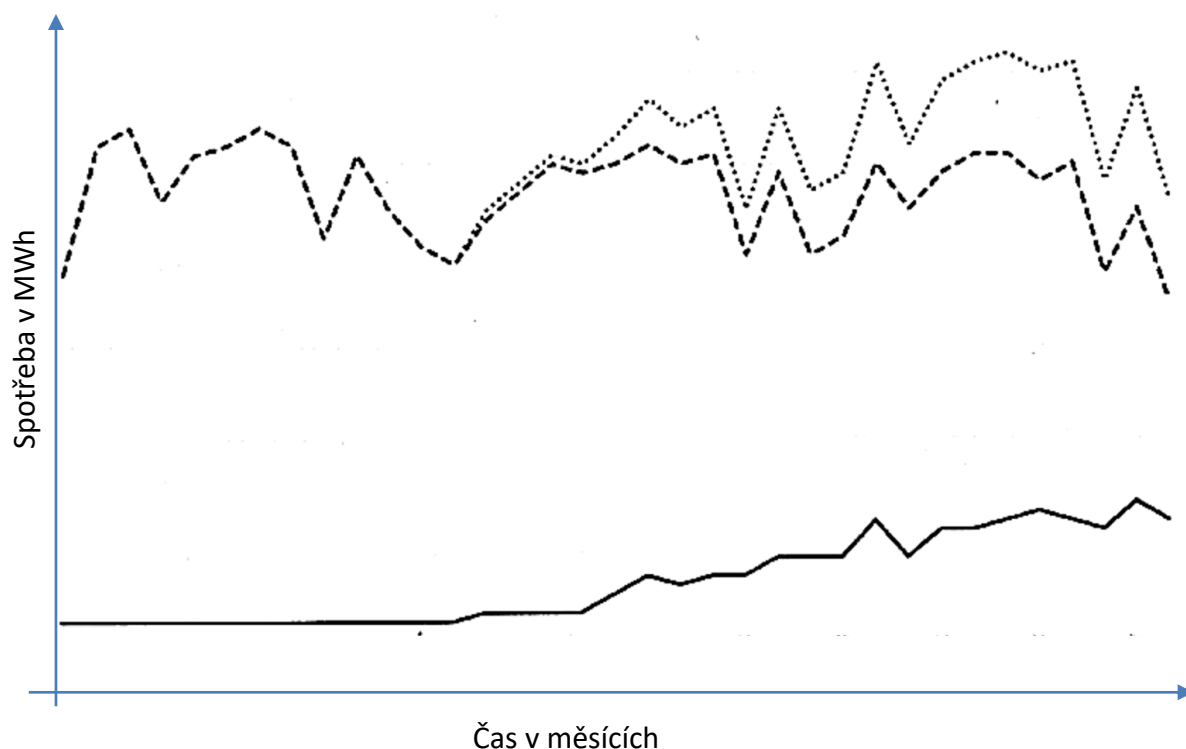
Za účelem porovnání energetické náročnosti mezi dvěma obdobími za stejných podmínek by EnPI a odpovídající EnB měly být normalizovány pomocí příslušných proměnných:

- v případě jedné významné relevantní proměnné a malého základního zatížení lze použít jednoduchý poměr spotřeby energie a příslušné proměnné (např. měrná spotřeba energie)
- v případě více relevantních proměnných nebo vysokého základního zatížení je nutno použít model popisující vztah mezi spotřebou energie a příslušnými proměnnými.

Nejčastěji používaným způsobem normalizace dat je normování klimatických dat a příklad takové normalizace je uveden v reálném příkladu s vyhodnocením spotřeby energie na vytápění v následující kapitole.

Zatímco normalizace klimatických dat se provádí (v případě spotřeby energie na výrobu tepla, případně chladu) pomocí dlouhodobého klimatického normálu, pro normalizaci dalších parametrů pomocí příslušných proměnných se používají statistické metody, například lineární regrese. Dále uvedený graf ukazuje obecný princip normalizace dat. Tečkovaná čára v grafu ukazuje hodnoty spotřeby energie na základě statistického modelu EnPI, který normalizuje spotřebu s ohledem na relevantní proměnné. Čárkovaná čára ukazuje skutečnou spotřebu energie. K vývoji modelu se používají hodnoty relevantních proměnných během základního období.

Obrázek 18 Obecný koncept výpočtu energetické náročnosti pomocí normalizovaných EnPI a EnB



Rozdíl mezi skutečnou spotřebou energie a předpokládanou nebo očekávanou spotřebou ukazuje, zda došlo ke zlepšení energetické účinnosti. Pokud organizace aktivně postupuje podle akčního plánu, pak by tento rozdíl měl být zřejmý.

Předpokládaná spotřeba energie ukazuje, jaká by byla spotřeba energie ve sledovaném období, pokud by nebyly zavedeny žádné příležitosti ke zlepšení energetické účinnosti nebo akční plány.

Pokud je statistický model vytvořen správně, pak hodnoty EnPI / EnB základního období budou velmi přesně předpovídat skutečné spotřeby během základního období.

Takový model slouží k předpovědi budoucí spotřeby energie. Použití hodnot relevantních proměnných během budoucích časových období v modelu poskytne předpovězené nebo odhadované hodnoty spotřeby energie.



Normování na základě středních hodnot předchozích období – průměr ročních spotřeb, měsíčních, týdenních. V podrobnějším členění pak například hodnota parametrů pro typické pondělí, typický víkend, denní a noční spotřeba apod.

Čím podrobněji je EM prováděn, tím výhodnější a nezbytnější je normalizace dat spotřeb jednotlivých druhů energie a dle účelu spotřeby a to v příslušném časovém rozlišení.

4.7.1. Příklad výpočtu normalizovaných hodnot

Ukazatele EnPI kvantifikují matematický vztah mezi spotřebou energie a příslušnými proměnnými a pokročilejším příkladem takové lineární regrese může být následující vztah:

$$\text{Spotřeba energie (kWh)} = A + B \times S_j + C \times T$$

kde

A je pevná spotřeba energie (základní zatížení) (kWh);

B je spotřeba energie na zvolenou jednotku spotřeby (S) (kWh / jednotka);

Spotřeba S (jednotka / měsíc);

C je spotřeba energie na stupeň měsíční teploty za týden (kWh / ° C)

T je průměrná měsíční teplota (° C).

Faktory A, B a C jsou odvozeny ze statistických modelových metod použitých k vývoji lineární regrese.



Pokud jsou použity modely spotřeby, měly by vztahy v rámci těchto modelů splňovat statistické testy. Příklady zkoušky jsou:

- koeficient determinace (R²),
- variační koeficient (v)
- F-test.

Použité proměnné by měly být statisticky významné. Pro posouzení statistické významnosti každá proměnná musí splňovat určitou p-hodnotu (hodnota významnosti testu).

Pokud model není statisticky spolehlivý, může být nutné:

- a) doplnit příslušné chybějící proměnné
- b) odstranění odlehlých (extrémních) datových hodnot
- c) změnit období agregace dat (tj. hodinové vs. denní vs. měsíční atd.)

4.7.2. Vyhodnocování pomocí normované spotřeby

Podrobné vyhodnocování spotřeby tepla a přepočet na normové hodnoty je výhodné z hlediska predikce spotřeby. Následující graf na konkrétním příkladu ukazuje, jaký je obvyklý rozdíl mezi skutečnou a normovou spotřebou.

Vliv klimatické změny je stále významnější, proto je pro predikci vhodnější používat klimatické normály s kratší dobou, případně vypočítané jako klouzavý průměr.

Některé dotační tituly vyžadují klimatické normály s dobou 30 let, což je dáno jejich dlouhodobým zakotvením v legislativě, ale z hlediska praktického použití pro plánování spotřeby jejich význam klesá. Čistě matematicky je jejich použití v pořádku,

4.7.3. Stanovení normované spotřeby – dlouhodobého normálu

Jedním z nástrojů EM je stanovení referenční spotřeby, resp. normové referenční spotřeby, k níž jsou vztaženy spotřeby následujícího období.

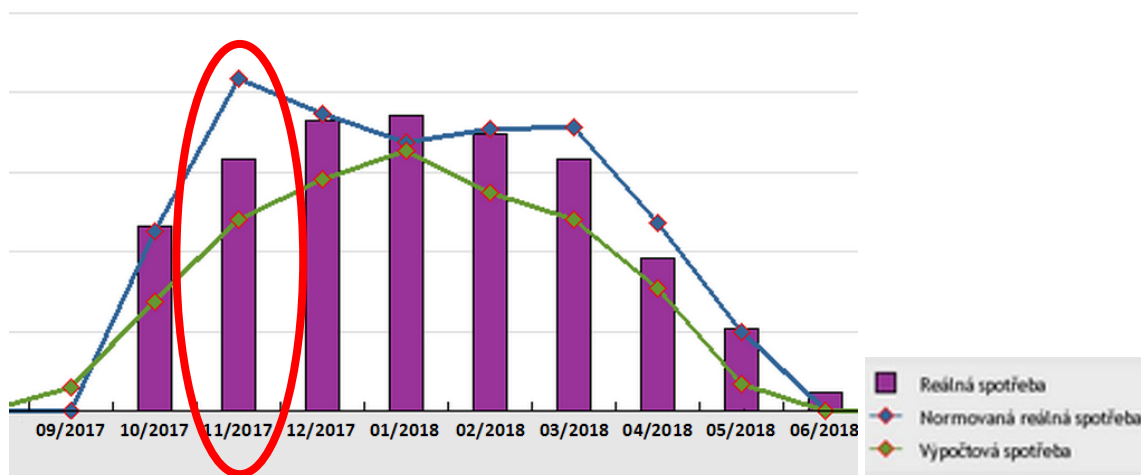
Standardním nejčastějším stanovením normálu je roční hodnota. Tuto roční referenční hodnoty v médiích lze snadno převzít jak z měření, tak z faktur a po vzájemném porovnání

4.8. Příklady situací při vyhodnocování dosažených úspor energie

Čím kratší je perioda monitoringu spotřeby a získaná podrobná data jsou správně zpracována, tím kratší je reakční doba pro nápravu mimořádného stavu. Průběžné vyhodnocování spotřeby má výhodu v tom, že realizace nápravy může přijít okamžitě.

Ale i v případě týdenního nebo měsíčního monitoringu lze tuto odchylku odhalit se střední dobou 3 nebo 15 dnů a v dalším týdnu či měsíci již může být její příčina odstraněna.

Obrázek 19 Ukázka případu, kdy byla data získána zpětně a provoz nemohl být upraven včas (například regulací otopné soustavy). Výpočtová spotřeba se kryje s reálnou spotřebou pouze v jednom měsíci, kdy byl provoz utlumen z důvodu vánočních návštěv u rodin (jedná se o případ domova pro seniory).



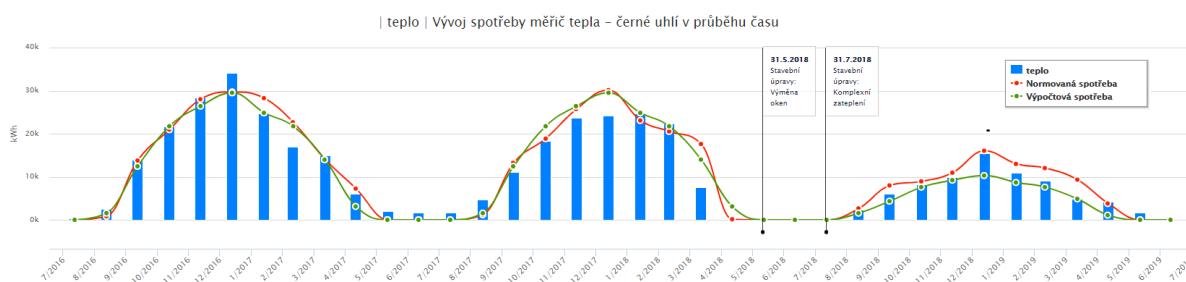
Uvedený příklad je ukázkou spojující dva problémy:

- Nesprávná vstupní data pro výpočet
- Nevládnutá regulace otopné soustavy po realizaci

Jedná se o příklad domova s pečovatelskou službou, kdy energetický specialista provedl sice výpočet korektně, ale s nesprávnými vstupními údaji, neboť si neověřil, že místnosti nebudou vytápěny na 21°C, ale min. na 23°C.

V případě, že je prováděn průběžný energetický management, bylo by již v prvním měsíci topného období odhaleno neúměrné zvýšení spotřeby a mohlo být okamžitě přijato nápravné opatření. Nevyregulování otopné soustavy představuje v daném případě ztrátu okolo 100 tis.Kč (vyjádřeno plochou mezi zelenou a modrou křivkou).

Obrázek 20 Výstup z energetického managementu: Porovnání průběhu výpočtové a reálné spotřeby před a po realizaci s vyznačením doby provedení. Sloupce představují data z měření spotřeby tepla, zelená křivka představuje výpočtovou spotřebu a červená reálnou přepočtenou spotřebu.



V rámci reportingu odpovědná osoba (případně energetický specialista) prověřuje, jaká opatření byla či nebyla provedena a jaká z opatření se na požadovaných přínosech podílela.

Pro správnost celého posouzení je potřeba případné odchylky od původního předpokladu popsat, vyhodnotit, zdůvodnit a navrhnout nápravná opatření. Jedná se například o:

- Výměnu zdroje tepla, případně obnovitelného zdroje v režii Žadatele (nebylo součástí projektu a tím uznatelných nákladů);
- Vyhodnocení ostatní spotřeby, zejména elektřiny. Nutno zjistit, jaká je příčina (vyšší spotřeby), co nebylo možné ovlivnit projektem; jedná se často o pořízení spotřebičů nesouvisejících s projektem, nové vybavení učeben, kuchyní, apod.

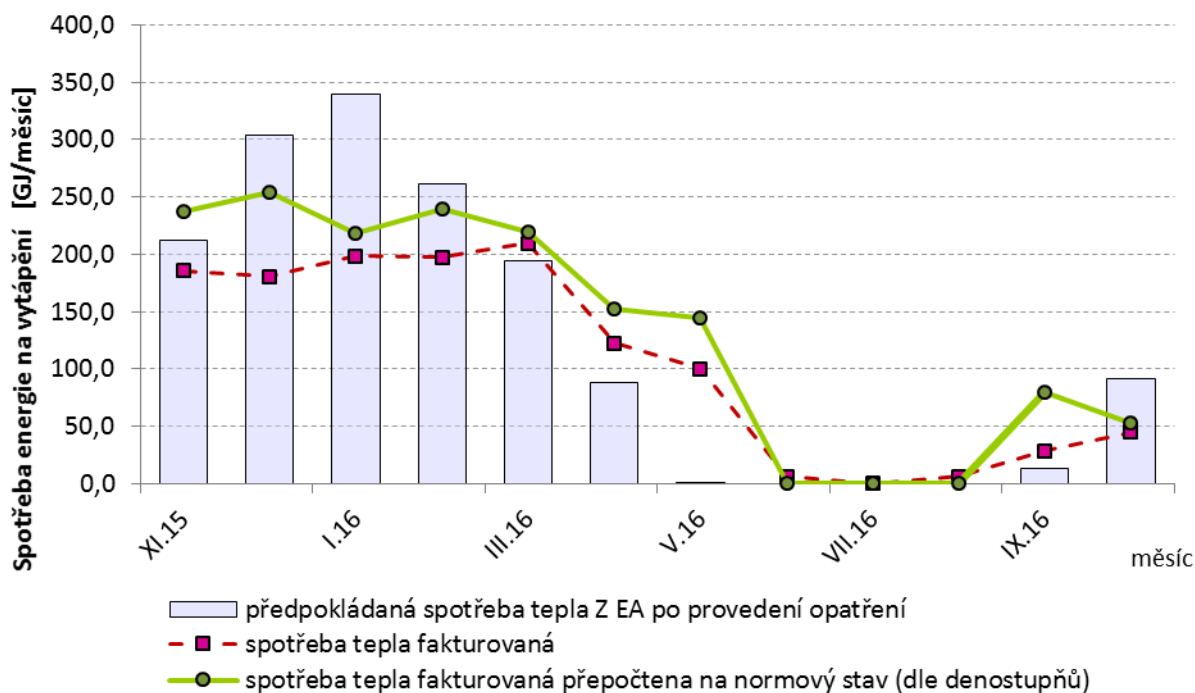
Tato zjištění tvoří zdůvodnění případné změny struktury spotřeby, resp. úspory energie oproti předpokladu.



V případech, kdy není k dispozici měření, resp. podružné měření, je potřeba strukturu spotřeby elektřiny dopočítat pomocí odhadu provozních hodin jednotlivých typů spotřeby či spotřebičů a jejich příkonu. Pro toto zjištění může energetický specialista použít dotazník, který vyplní provozovatel budovy.

Příklad uvedený v grafu níže ukazuje vysokou shodu modelu spotřeby a spotřeby dosažené po realizaci opatření a vyhodnocené metodicky správným způsobem. Reálně tak bylo v prvním roce po realizaci projektu dosaženo úspory energie 32 % (původní předpoklad 35 %).

Obrázek 21 Porovnání výpočtové a reálné spotřeby. Výpočtový model zohlednil kromě reálných spotřeb také chování uživatelů - jedná se o spotřeby při standardizovaném užívání budovy.



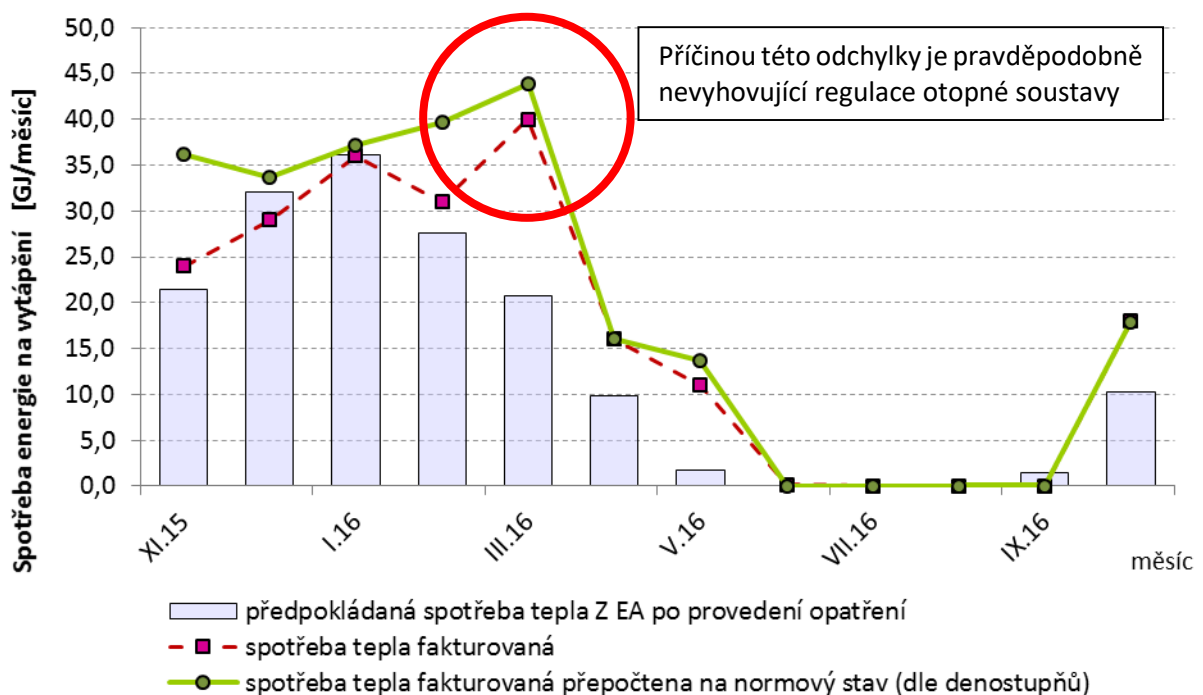
V přehledu níže jsou uvedeny příklady situací, které mohou při vyhodnocování dosažených úspor (tepla) nastat.

Směr odchylky	Možné příčiny
<p>Příliš velká kladná odchylka</p> <ul style="list-style-type: none"> - odhad úspory, resp. výpočet energetického specialisty byl příliš „na straně bezpečnosti“ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nesoulad projektových parametrů s energetickou optimalizací; ▪ Projekt vykazoval vyšší potenciál úspor, energetický specialista toto podcenil nebo nezohlednil ▪ Příliš velká opatrnost při stanovování úspory
<p>Příliš velká záporná odchylka</p> <ul style="list-style-type: none"> - není dosaženo optimálních provozních výsledků / nákladů 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nesoulad projektových parametrů s energetickou optimalizací (posudkem); projektant projekt upravil zhoršením některých parametrů konstrukcí apod. ▪ Nevyregulování (nemožnost regulace) otopné soustavy, ▪ Stanovení nereálných přínosů na základě neúplných nebo vadných dat ▪ Opomenutí některých vlivů, např. nezohlednění všech druhů energie, případně nebyly známy další vlivy



Kromě nefunkční regulace a tím i vyšší ztráty odvětráním nadbytečného tepla může být nižší úspora energie způsobena vyšší teplotou vnitřního vzduchu oproti uvažované návrhové teplotě v místnosti. Tento častý požadavek uživatelů na vyšší vnitřní teplotu je nezbytné postupně eliminovat, neboť k němu důvod – zateplení zvýšilo povrchové teploty stěn, čímž se zlepšilo subjektivní vnímání tepelné pohody a teploty je možné postupně snižovat.

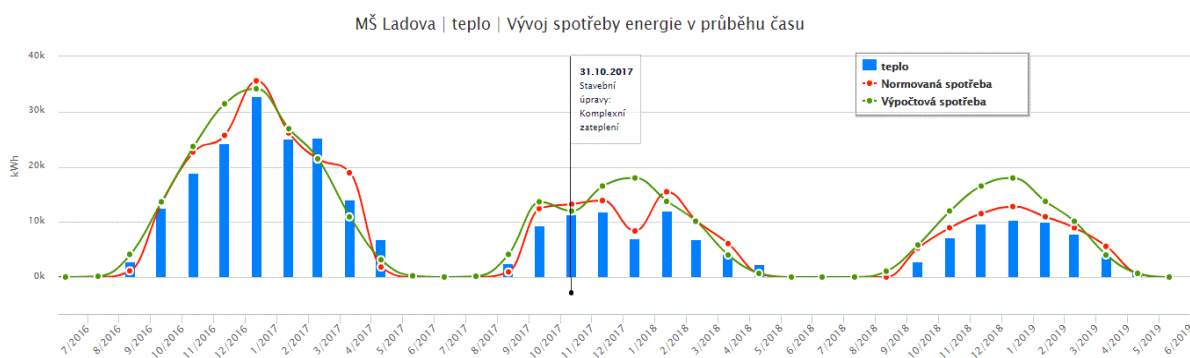
Obrázek 22 Reálně dosažená úspora tepla a emisí CO₂ je nižší než předpoklad uvedený v energetickém auditu a činí 78 % původního předpokladu.



4.8.1. Překročení plánované úspory

Překročení plánované úspory energie je možno vnímat jako pozitivní jev, nicméně pokud je toto překročení významné, je vhodné se zabývat jeho příčinami. Je dokonce možné, že došlo k zásadnímu podcenění přípravy projektu a existoval podstatně vyšší potenciál pro další zlepšení energetické účinnosti.

Obrázek 23 Reálně dosažená úspora tepla a emisí CO₂ v uvedeném příkladu je vyšší než předpoklad energetického modelu z energetického posudku (118 % původního předpokladu). Jedním z důvodů je kvalitně vedený energetický management.



4.8.2. Benchmarking

Vzájemné porovnávání a normování procesů, neboli benchmarking je jedním z prostředků zjištění potenciálních příčin energetické neefektivnosti. Pro vzájemné porovnání je nezbytné zajistit dostatečně podrobná data a vytvořit základnu pro vzájemné porovnání.

Při použití benchmarkingu je obvykle možné použít jen jednu relevantní proměnnou, ale i tak mohou být pro provozovatele budov a zařízení tato srovnání zajímavá a inspirativní, například vztah mezi:

- počtem vyučovacích hodin a spotřebou
- počtem dětí a spotřebou (energie, vody)
- počtem návštěvníků a spotřebou – v případě sportovišť (bazény, zimní stadiony)
- spotřeba elektřiny, tepla, chladu na osobu v administrativních budovách

V některých případech je takto možné odhalit systematické odchylky ve spotřebě, které by jinak unikly pozornosti.

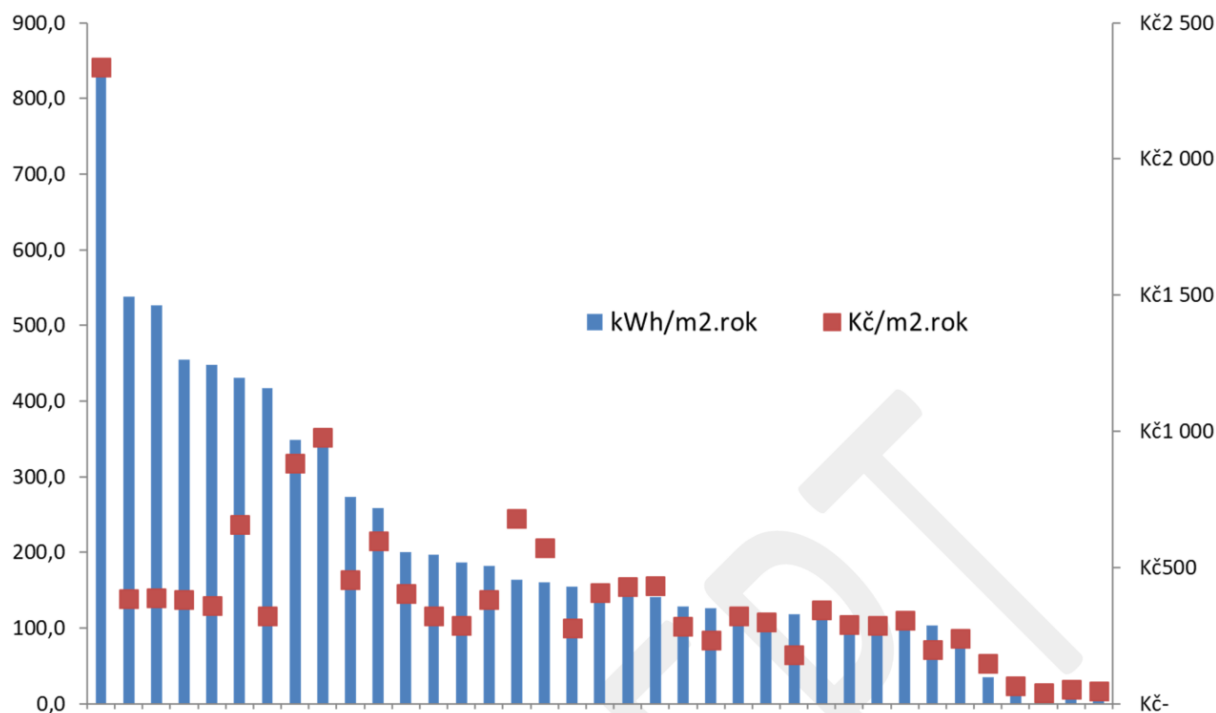
Pro získání informací o budovách a zařízeních je výhodou využití pasportů, pokud existují a to ideálně v podobě on-line pasportů budov.



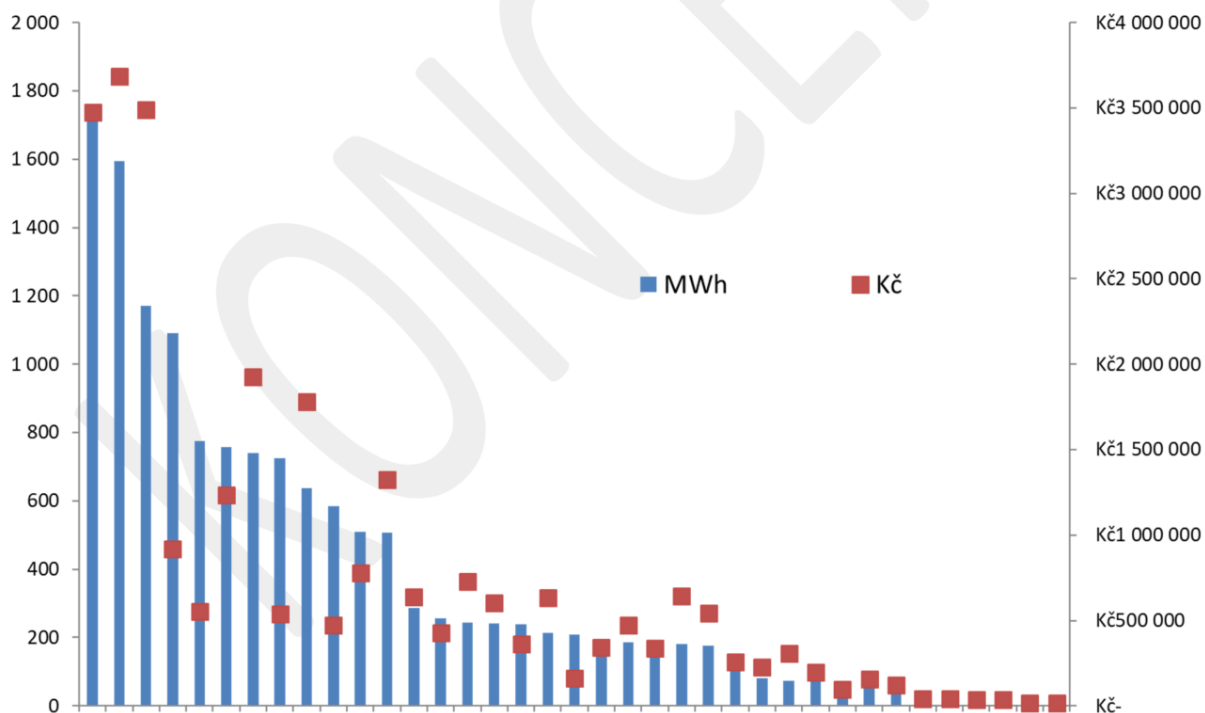
Pomocí nastavení ukazatelů je možné vyhodnocovat míru ovlivnění spotřeby energie (a vody) na základě počtu návštěvníků sportovišť – typicky bazénu, zimního stadionu. Pro správné vyhodnocení je potřeba stanovit vhodné období pro vyhodnocování a uvážit vliv ostatních faktorů (např. teplota vody apod.).

Příkladem vzájemného porovnání budov pomocí vybraných ukazatelů je často používané srovnání měrných spotřeb. V následujících grafech je uveden příklad včetně porovnání se srovnáním absolutních spotřeb (a nákladů).

Graf 8 Porovnání měrné spotřeby energie a měrných nákladů na tuto energii vynaložených



Graf 9 Porovnání absolutní spotřeby energie a celkových nákladů na tuto energii vynaložených spotřebě. V tomto případě nelze provést objektivní porovnání budov, jedná se čistě o seřazení budov podle velikosti absolutní spotřeby. Je možné použít i „vícerozměrný graf“, viz dále.



4.8.3. Výpočet zlepšení energetické náročnosti

Pro posouzení změn v energetické náročnosti je potřeba stanovovat EnPI v průběhu vykazovaného období a porovnat tyto hodnoty s odpovídajícími ukazateli EnB.

Organizace by měla porovnat takto kvantifikovanou energetickou náročnost se svými energetickými cíli a v případě neshody podniknout kroky k nápravě.

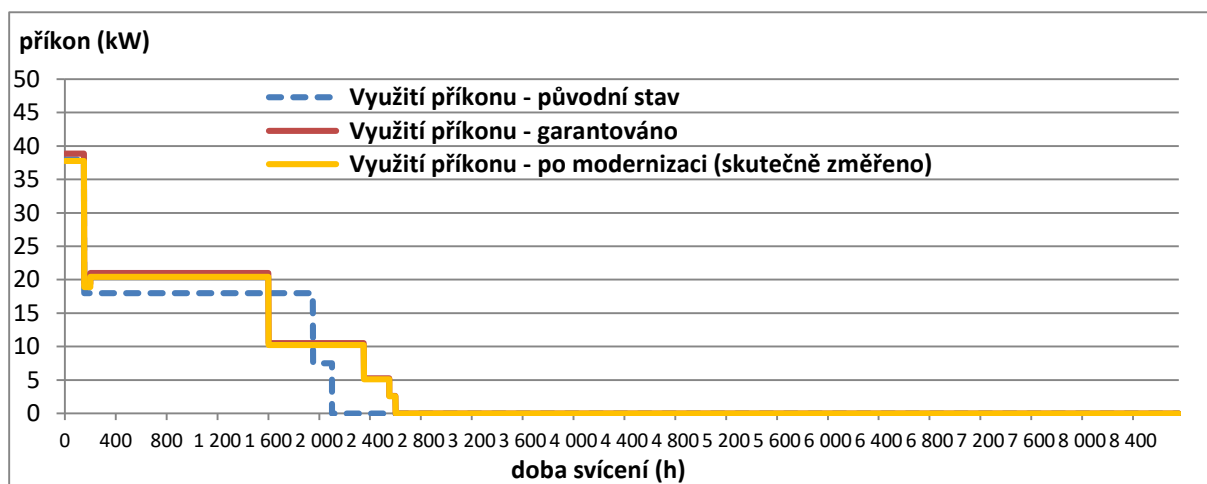
Obvyklé přístupy k měření zlepšení energetické náročnosti jsou tři a jsou uvedeny v přehledu níže. Tyto tři společné přístupy lze použít pro všechny typy EnPI a EnB.

Způsob měření změny	Popis
Rozdíl EnPI	Rozdíl mezi hodnotou EnPI výchozího období a hodnotami EnPI vykazovaného období. Základní hodnota EnPI je B, hodnota vykazovaného období je R: $\text{Rozdíl} = R - B$
Procentní změna	Jedná se o změnu hodnot ze základního období do vykazovaného období, vyjádřenou jako procento hodnoty EnB: $\text{Procentní změna} = [(R - B) / B] \times 100$
Prostý poměr	Jedná se o poměr hodnoty periody vykazování vydělené hodnotou základního období. $\text{Prostý poměr} = (R / B)$

Příklad vyhodnocení úspor na osvětlení

Při instalaci nové osvětlovací soustavy byl současně nainstalován systém umožňující regulovat osvětlení podle intenzity denního osvětlení ve spojení s nastavením různých režimů. Součástí tohoto systému musí být samostatné měření spotřeby osvětlovací soustavy.

Obrázek 24 Příklad nastavení vyhodnocovacího diagramu projektu výměny osvětlení; při správném nastavení parametrů projektu lze na základě dat z monitoringu reálného provozu velmi přesně vyhodnotit, zda jsou dodrženy projektové parametry a to v případě jakékoli modifikace provozní doby osvětlení (díky normalizovanému modelu spotřeby).



5. Podávání zpráv o energetické náročnosti

Od reportů se očekává, že ponесou zásadní informace o trendech, problémech a naopak o tom, co je v normě a v pořádku. To se týká například možnosti nastavení mezí tolerance, v nichž se mohou hodnoty pohybovat (viz kapitola o normování a modelech predikce).

Základem pro reporting je existence verifikovaných dat a plán M&V, v němž je vzor a časovost reportů uvedena.

Samostatnou kapitolou je reportování v rámci dlouhodobých smluvních vztahů, zejména projektů EPC. Podoba této zprávy by měla být stanovena ve smlouvě o EPC, ale je možné ji po dohodě nechat upravit tak, aby splňovala požadavky na přehlednost a názornost tak, aby byla srozumitelná pro všechny zúčastněné osoby na straně zákazníka.



V rámci jednání s účastníky VZ na výběr dodavatele projektu EPC je vhodné po jednotlivých účastnících požadovat předložení vzorové Průběžné zprávy, ze které bude patrné:

- způsob vyhodnocení jednotlivých typů navržených opatření,
- podoba výstupu, který může zadavatel od dodavatele každoročně očekávat.

Podoba a podrobnost zprávy může být předmětem jednání, či dokonce předmětem hodnocení (postup hodnocení je však předem nadefinovat v zadávací dokumentaci).

5.1. Reportování

Základem pro reportování jsou energetické jednotky nebo procenta z nich vycházející. Pro všeobecné porozumění výstupům reportingu je nutno překonat potenciální bariéru spočívající v tom, jak různí lidé vnímají jednotky, měřítka a hodnoty, například „kolik stojí 10 GJ?“ Proto je součástí reportingu vždy i finanční vyjádření, ideálně s komentářem a vhodné je případně i uvádění převodních vzorců mezi jednotkami.



Pro reportování je možné využít dva přístupy, tj. použít:

1. rozpočtovou hodnotu pro energii, která se nemění,
První přístup je jednoznačně mnohem jednodušší implementovat, ačkoli přesný.
2. skutečné náklady na nákup energie.

V druhém přístupu jsou požadovány tarifní informace o utilitě a informace o účinnosti výroby a distribuce, pokud se používají sekundární rozvody, jako je pára.

5.2. Reportování plánu M&V

Dokumentace a vykazování podléhá intervalům stanoveným v plánu M&V. Zpráva může mít podobu jedné výroční zprávy, průběžných čtvrtletních zpráv, měsíčních zpráv, podle potřeby.

Zprávy plánu M&V by obvykle měly obsahovat:

- a) seznam implementovaných EPIA;
- b) seznam EPIA plánovaných pro implementaci, které nebyly implementovány, s uvedením důvodu, proč nebyly implementovány;
- c) poskytovat podrobnosti o všech implementacích EPIA, které se lišily od původních plánů;
- d) identifikovat změny, ke kterým došlo, a pokud změna vyžaduje neobvyklé úpravy;
- e) poskytovat výsledky v oblasti energetické náročnosti nebo zlepšování energetické náročnosti v souladu s požadavky plánu M&V, jakož i právními, regulačními nebo jinými požadavky, které mohou být použitelné.

Podrobné výsledky jsou vhodnější pro vyhledávání příležitosti pro zavedení opatření ke zvýšení energetické náročnosti.

Organizace si může nadefinovat své vlastní vzory zpráv, resp. použít různé druhy metod monitorování a podávání zpráv o energetické náročnosti s využitím:

- porovnání současného stavu s plánovaným cílem (EnPI);
- vývoj EnPI v čase (v závislosti na příslušné proměnné):
- graf X-Y [např. spotřeba energie a produkce];
- posouzení rozptylu;
- kumulativní souhrnný graf;
- vizualizace pomocí různých analytických nástrojů;
- vícerozměrná grafika s interním benchmarkingem.
- alarmový diagramu pro sledování mimořádných stavů hodnot EnPI v reálném čase

Výsledky energetického managementu, měření a vyhodnocování spotřeby je nezbytné vizualizovat podle potřeb uživatelů. Vrcholový management může upřednostňovat přehled výsledků celé organizace. Pro správce budov a provozovatele zařízení jsou vhodnější výsledky týkající se konkrétních akcí.

Zatímco energetici či experti raději pracují obvykle s tabelární formou výstupů, pro většinu uživatelů je zcela jistě výhodnější znázornění grafické nebo kombinované. Následuje přehled možného grafického znázornění v reportech. Typ grafu je vhodné volit podle zobrazované skutečnosti. Grafy musejí být voleny tak, aby byly na první pohled srozumitelné a nevyvolávaly zbytečné otázky spojené například s nejednoznačnou interpretací.

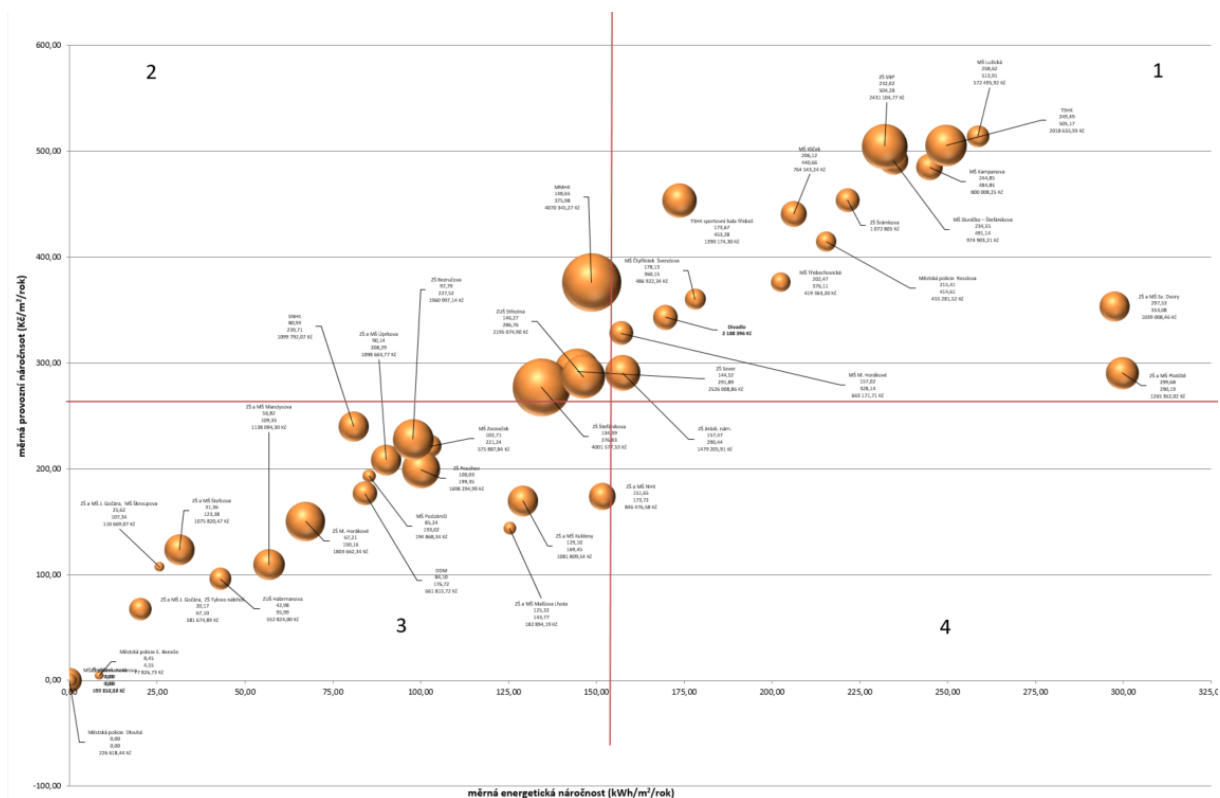
Podstatnou skutečností je také míra podrobnosti a časové ohraničení. Níže jsou uvedeny různé typy vizualizací (grafů) pro různé účely zobrazení výsledků monitoringu, vyhodnocování a energetického managementu obecně.



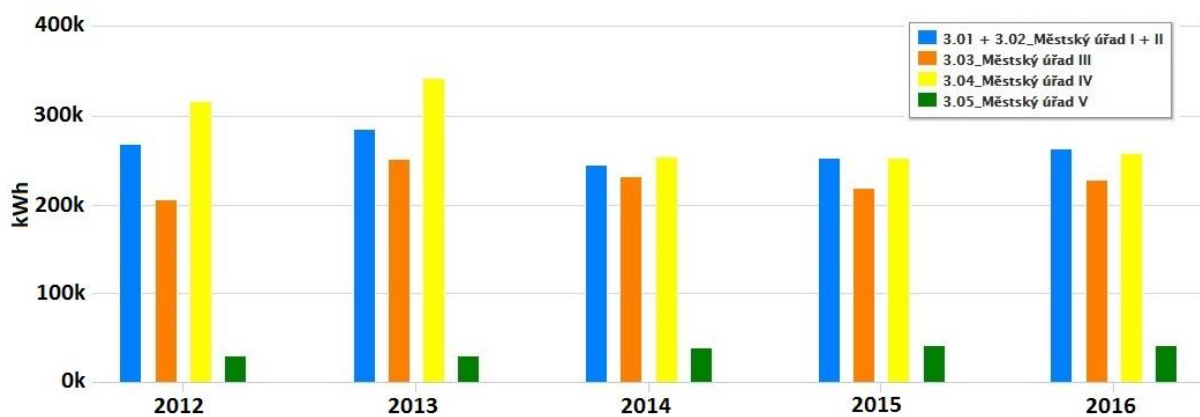
Reportování M&V by mělo respektovat hranice M&V, tj. je-li plán vztažen k jediné investiční akci, týká se report jen této akce.

Stejně tak může být plán vztažen k většímu celku nebo energetickému hospodářství a tomu odpovídá i obsah a časovost reportu.

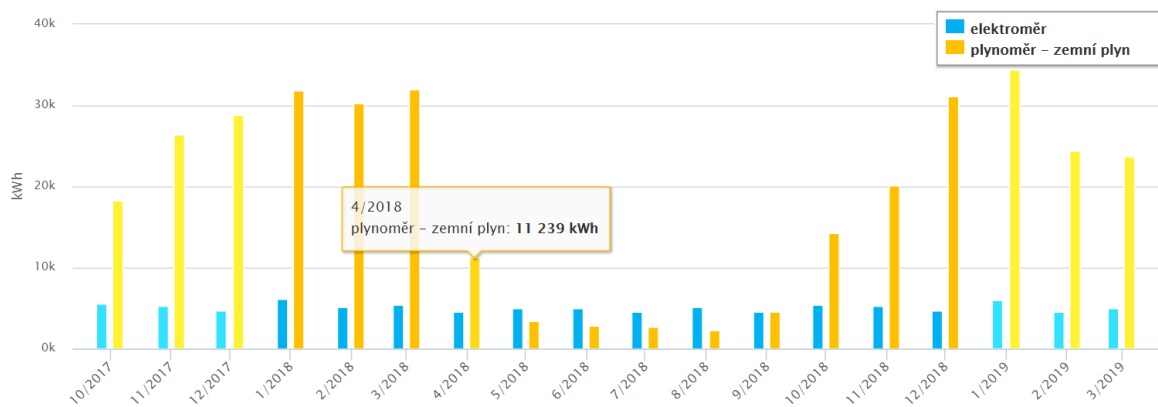
Obrázek 25 Jednou z možností vizualizace je více pomocí vícerozměrného grafu -

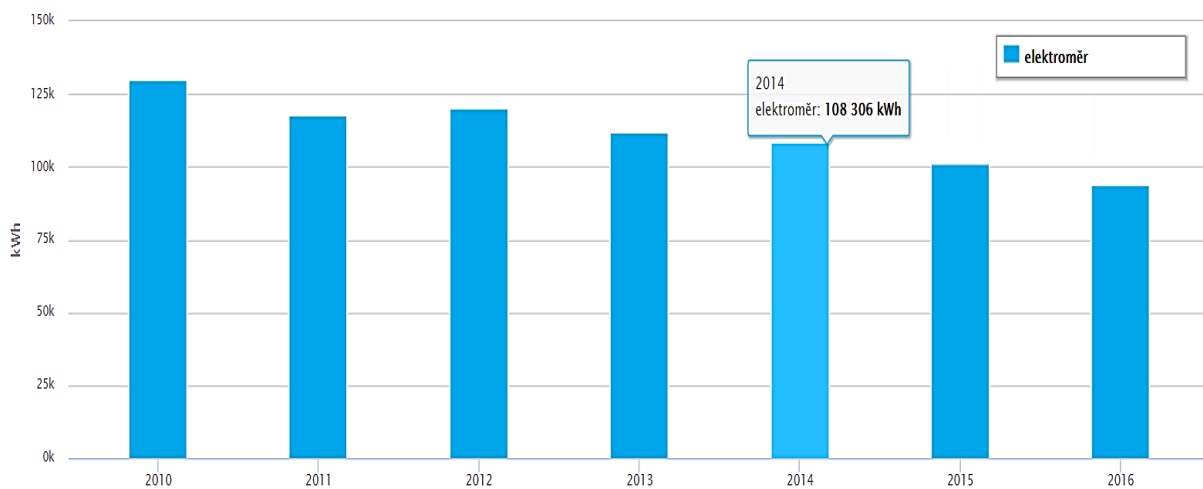


Obrázek 26 Sloupcové grafy pro vyjádření přehledů spotřeby v čase nebo porovnání měrných spotřeb (benchmarking)

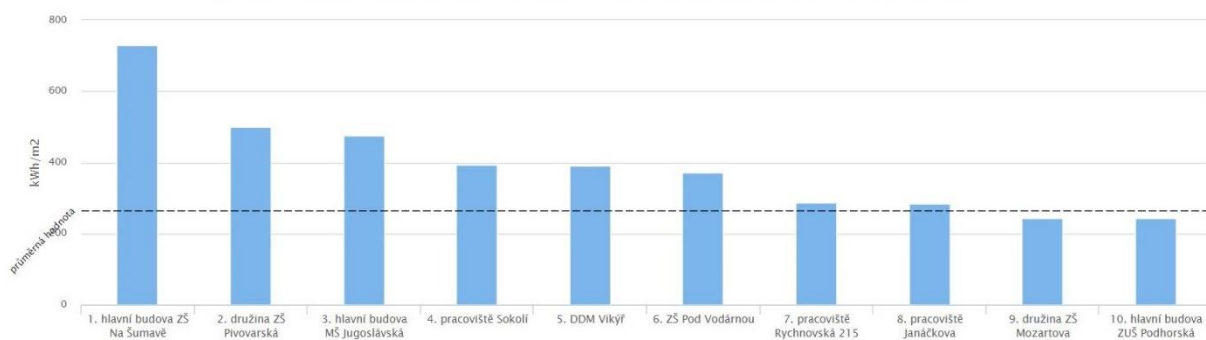


Magistrát | Více typů měřidel | přehledy spotřeb a nákladů | spotřeba energie | měsíční hodnoty

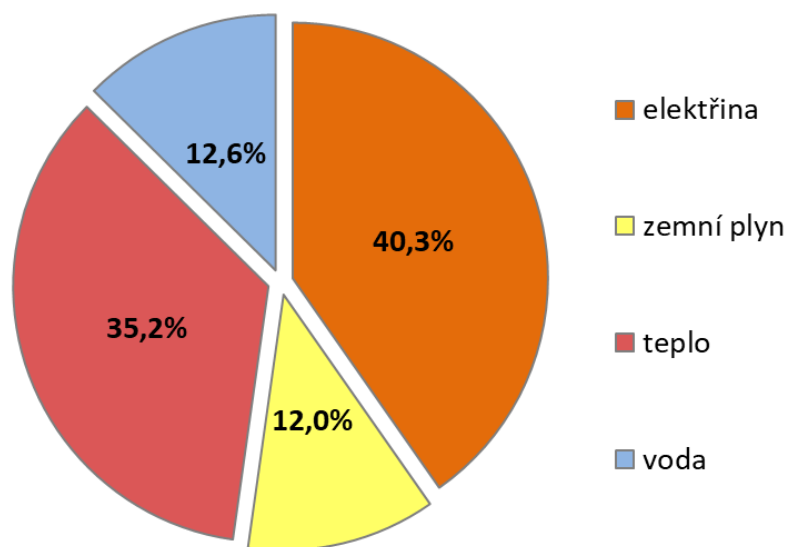




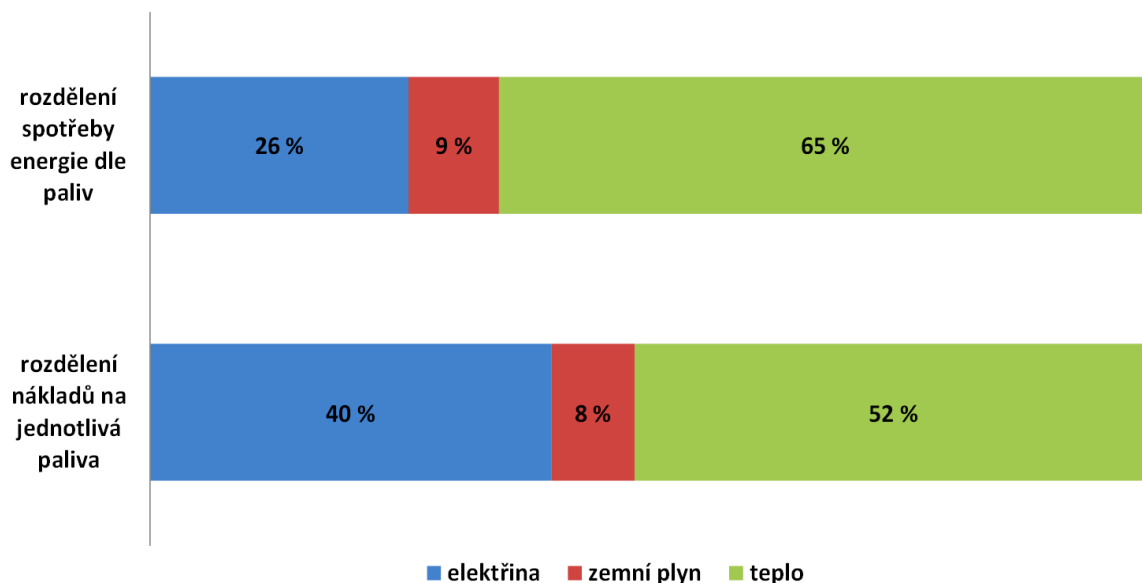
přehled budov s nejvyšší měrnou spotřebou | celkem | hodnoty za posledních 12 měsíců



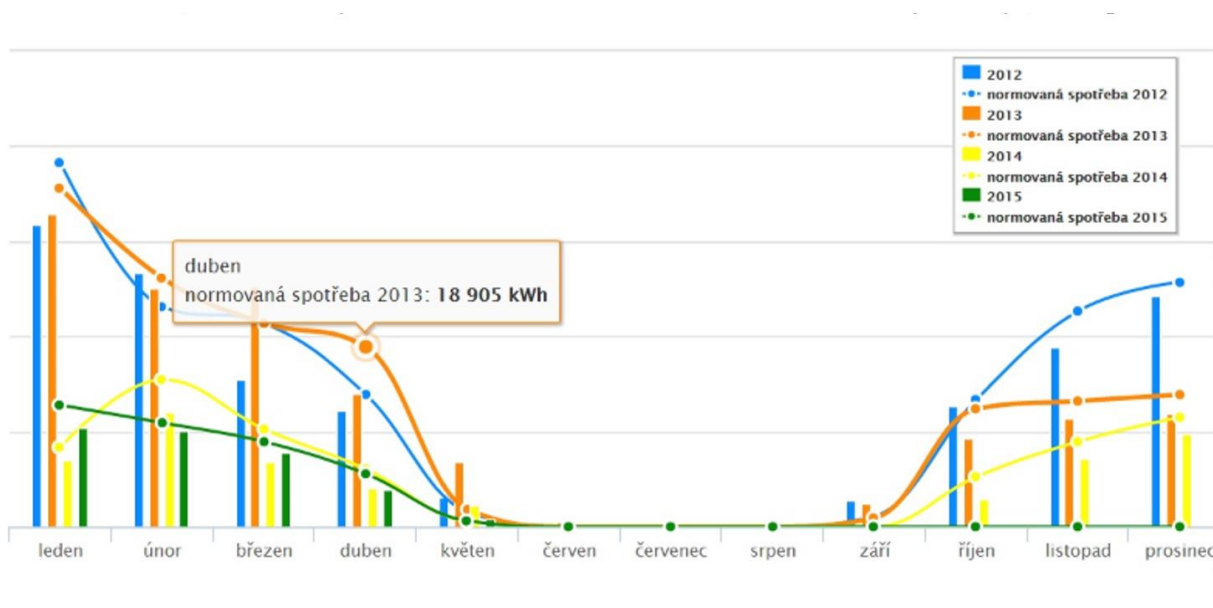
Obrázek 27 Pro přehled spotřeby energie a finančních nákladů dle druhů energie nejlépe vystihne koláčový graf



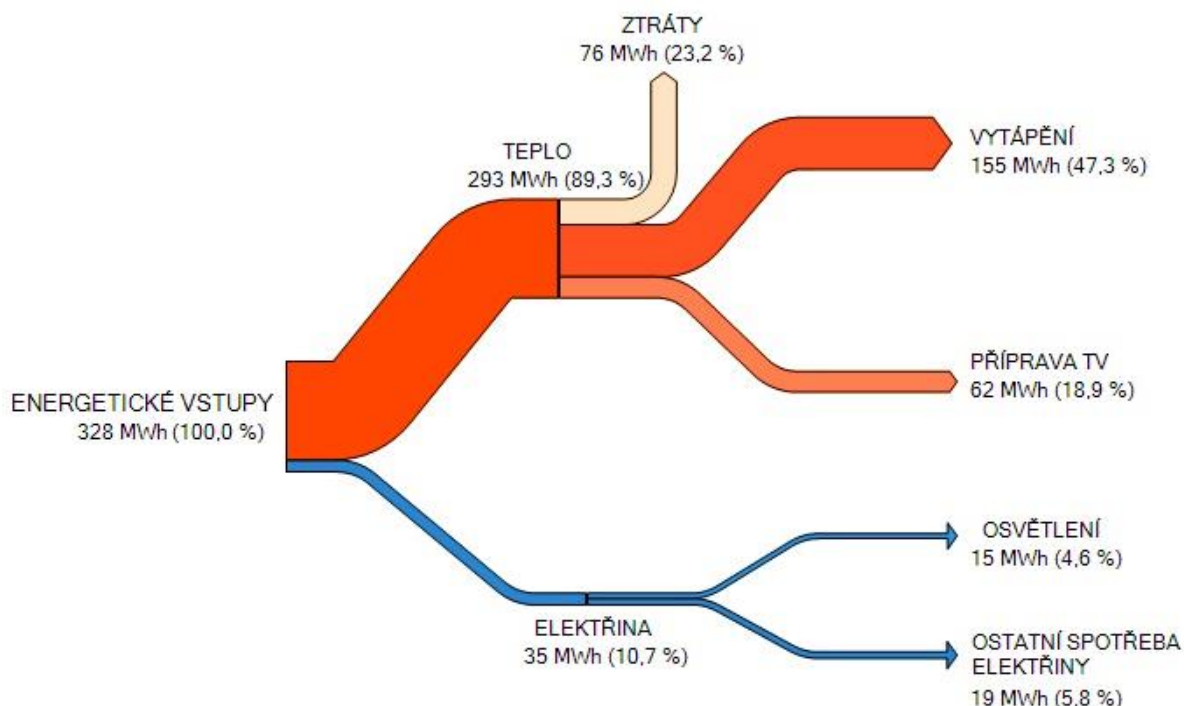
Obrázek 28 Skládáný (100%) graf je užitečný například pro vyjádření rozdělení spotřeby podle druhu a podle nákladů. Na první pohled je relace nákladů na jednotlivé druhy energie.



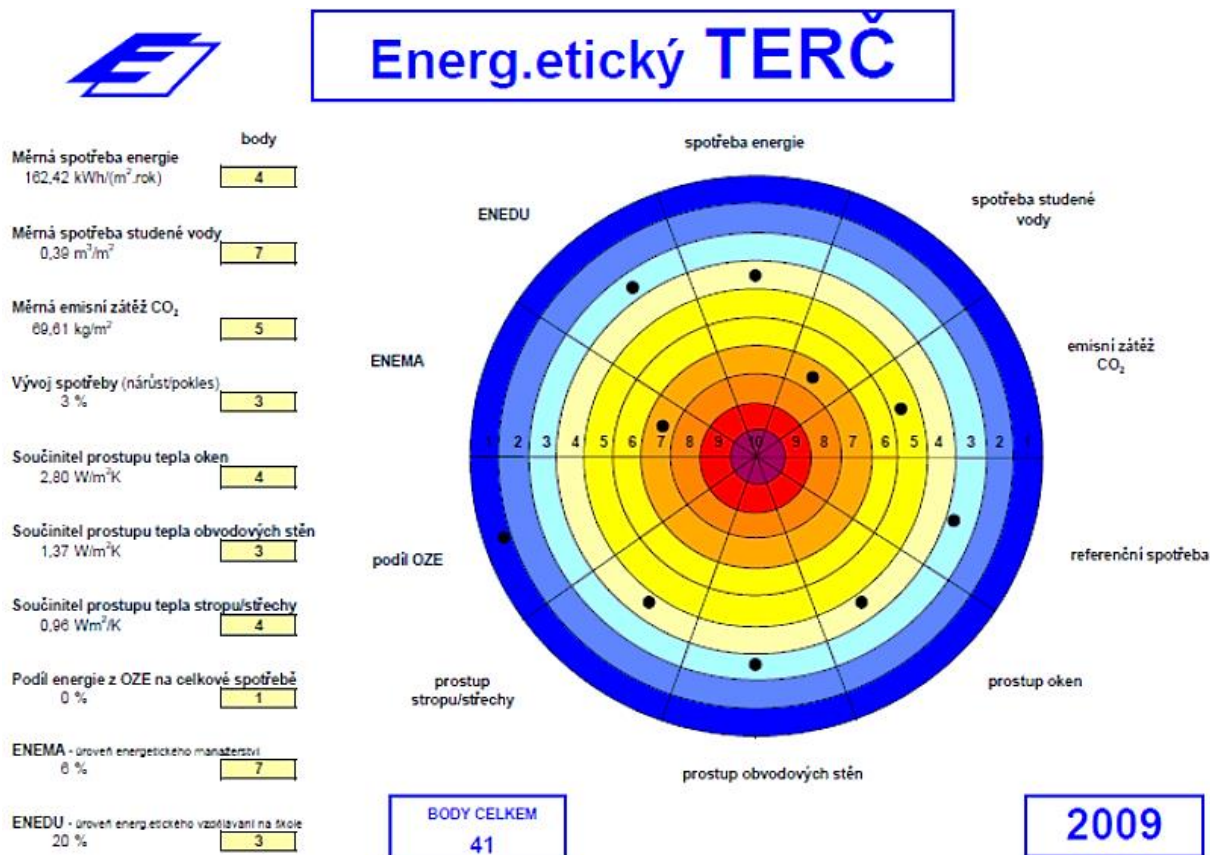
Obrázek 29 Meziroční porovnání absolutních měsíčních hodnot spotřeby energie v kombinovaném grafu



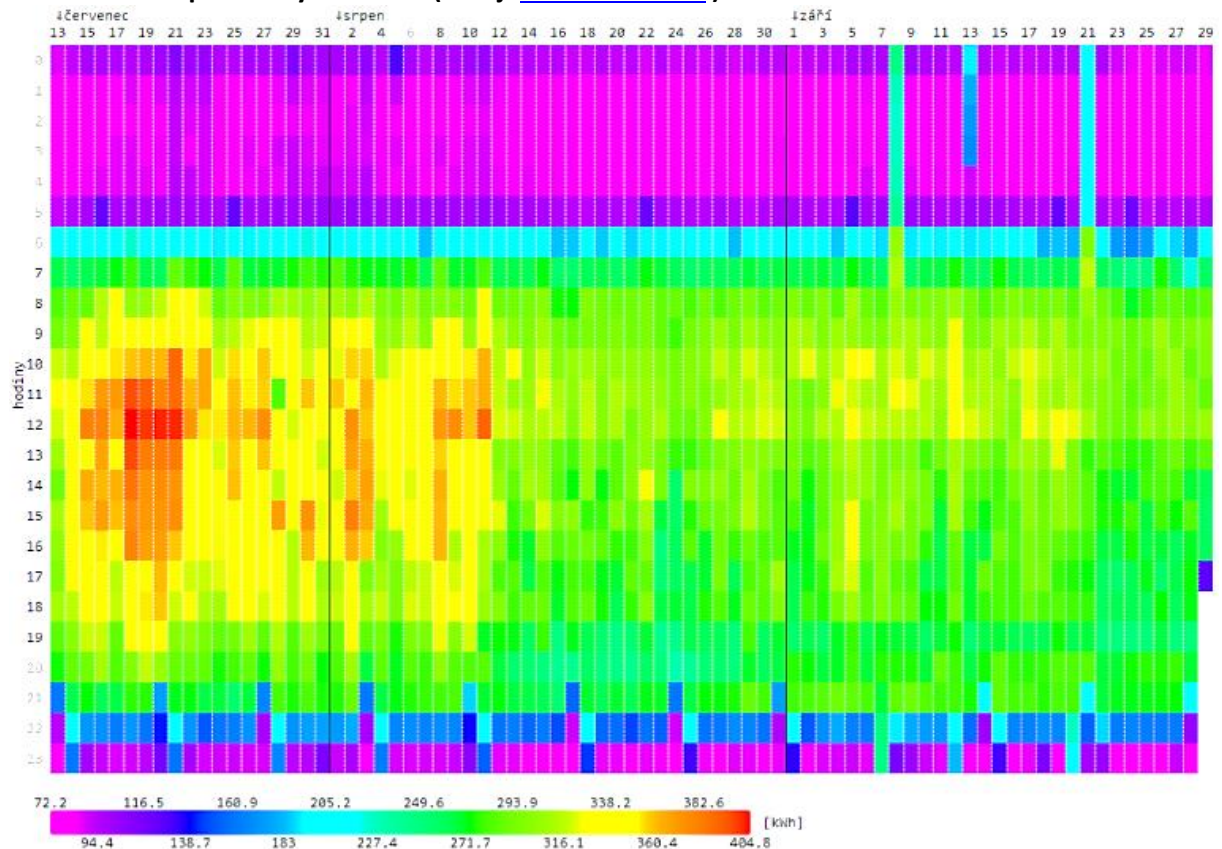
Obrázek 30 Sankey diagram je specifickým typem grafu zejména pro vyjádření toků energie, například v rámci budovy.



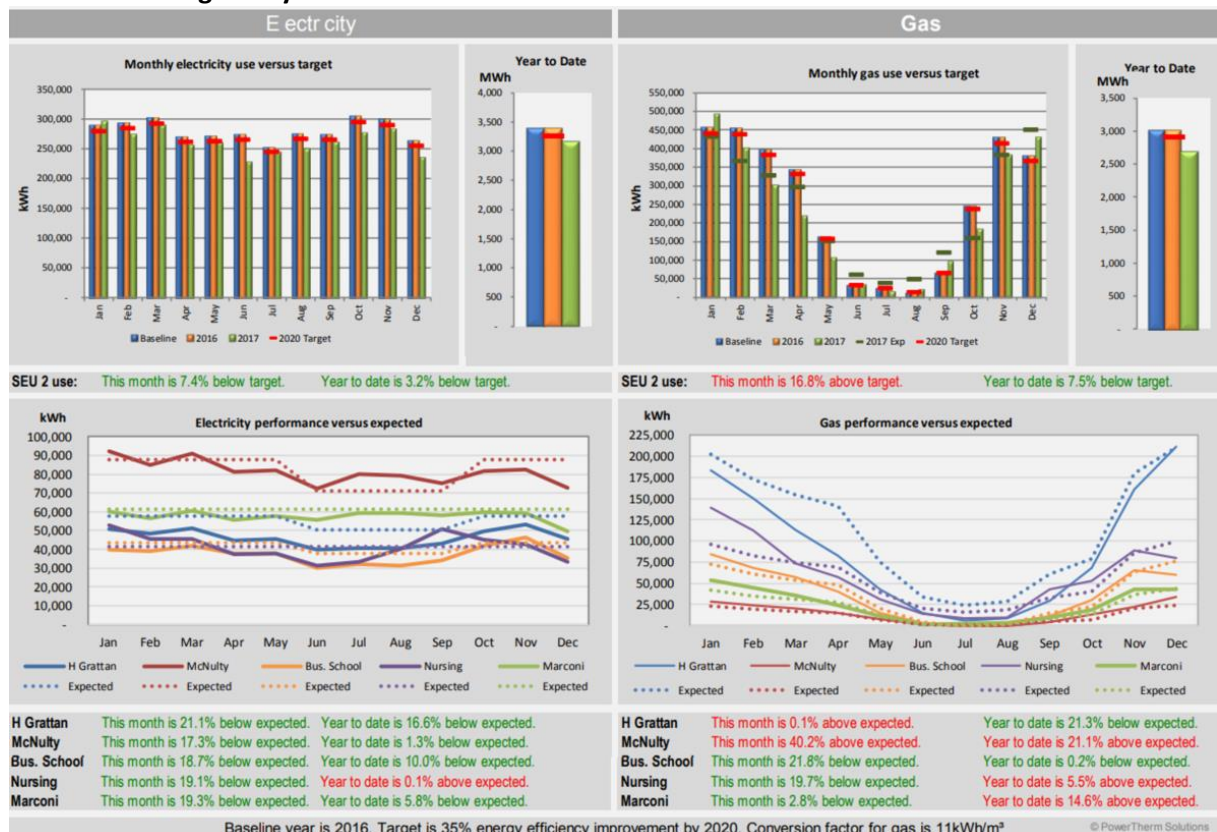
Obrázek 31 Příklad použití paprskového grafu pro znázornění stavu daných parametrů jedné budovy – energetický terč používá město Plzeň pro porovnání technických a provozních parametrů svých budov; čím je hodnota parametru blíže středu, tím je lepší (zdroj: magistrát města Plzně)



Obrázek 32 Záznam průběhového měření spotřeby energie v kobercovém grafu umožňuje sledování a řízení energetické náročnosti v reálném čase tím, že dává informaci o nejvíce exponovaných časech (Zdroj: www.domat.cz)

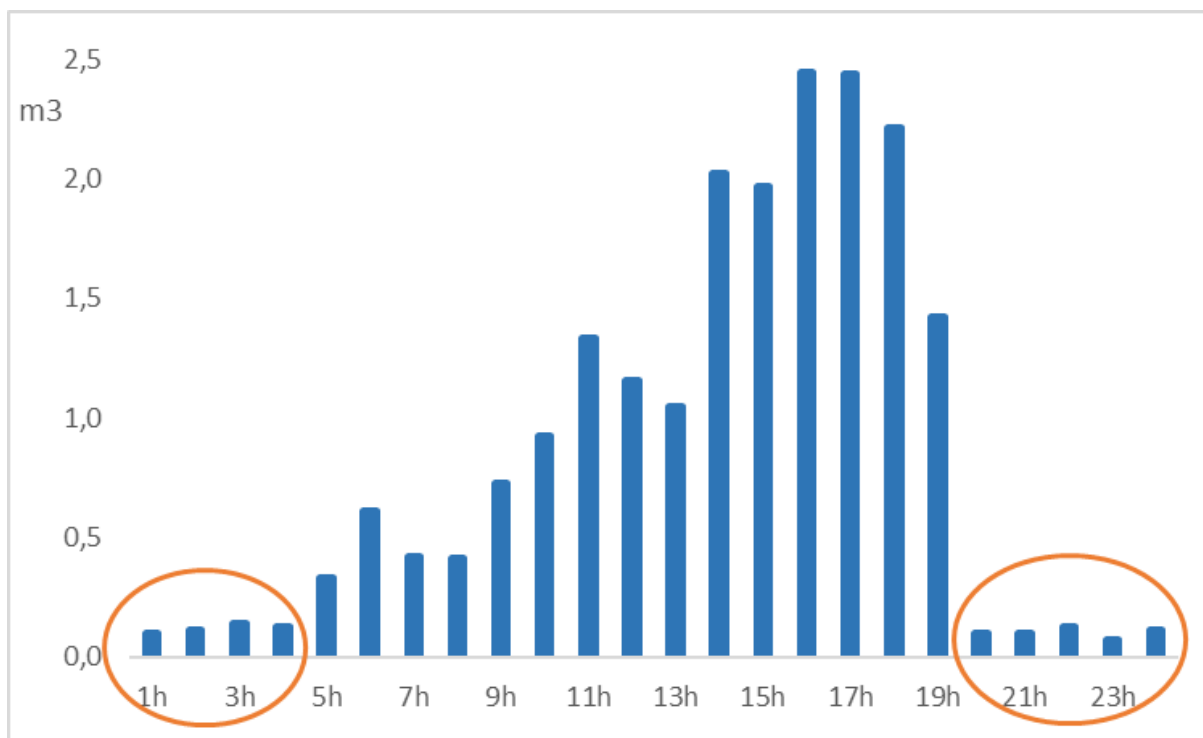


Obrázek 33 Většina SW nástrojů pro energetický management nebo monitoring mají možnost nastavení nebo přednastavení reportů v podobě kombinovaných textových a grafických informací.

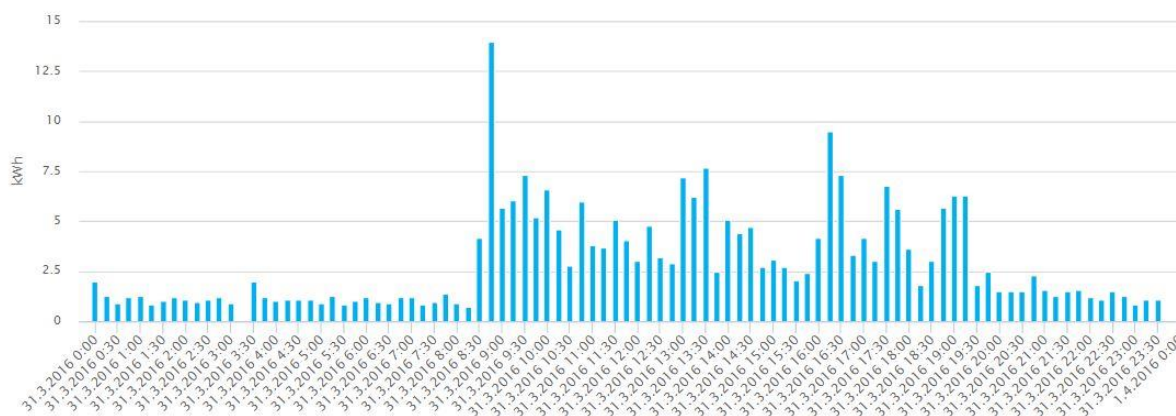


Jak je znázorněno na obrázku, vizualizace výsledků monitorování a měření usnadňuje identifikaci odchylek EnPI nebo poruch zařízení.

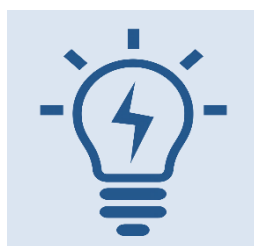
Obrázek 34 Vizualizace spotřeby ve vhodně zvoleném období a frekvenci dat odhalí například latentní únik vody.



Obrázek 35 Na základě vyhodnocení pravidelné špičkové spotřeby lze jednoduchým opatřením snížit paušální platbu; v tomto případě se jedná o ranní „kávovou“ špičku, která je způsobena zapnutím mnoha rychlovarných konvic v krátkém časovém rozmezí.



Časový průběh má výhodu, že lze zjistit dobu, v níž dochází například pravidelně k vyšší spotřebě, pro analýzu se často také využívají histogramy, které naopak udávají, jaká je četnost výskytu mimořádných spotřeb, resp. odchylek od normálu.



Podrobnější monitoring umožňuje také podrobnější zobrazení a je tak možné vizuálně zkontrolovat jakékoli zlepšení energetické náročnosti a/nebo navrhnout okamžitá opatření.

Příkladem může být regulace jak spotřeby tepla, tak výkonu v případě výkonových (dvousložkových) cen tepla.

6. Závěr

Tato metodická příručka shrnuje elementární zásady vyhodnocování úspor energie a vody v kontextu projektového řízení, tj. důsledné přípravy, realizace a kontroly provozních parametrů investičních projektů, typicky nové výstavby budov, renovace budov, obnovy TZB, dílčích renovací. V organizaci, která má zavedený energetický management, by nastavení těchto principů M&V mělo být pouze doplněním a zpřesněním stávajícího systému vyhodnocování v rámci principu neustálého zlepšování. Jedná se obecně o nastavení principů M&V v procesech organizace tak, aby je všichni odpovědní uživatelé respektovali a využívali a konkrétní nastavení M&V při individuálních projektech a to podle rozsahu, cíle a významnosti daného projektu.

Při zpracování příručky byly současně využity normy ČSN EN ISO 50006 a 500015, které jsou prozatím dostupné pouze v angličtině, což je další bariéra pro jejich efektivní využití v praxi. V příručce je taktéž zmíněna možnost využití mezinárodního protokolu IPVMP, který je dostupný v českém jazyce a je tudíž běžně použitelný a jeho principy jsou shodné s těmi v ISO normách. Stejně jako ISO normy, tak i protokol IPVMP je více zaměřen na podnikatelské prostředí a proto je jedním z účelů příručky pomoci uživatelům více tato ustanovení přiblížit praxi veřejné správy a samosprávy.

Z důvodu větší komplexnosti a využitelnosti jsou strohá ustanovení norem doplněna o praktické ukázky a zejména také o návod na správný postup při přípravě a realizaci investičních projektů. Důvod je jednoduchý, protože právě při přípravě projektů je nejvyšší příležitost a nejsnazší možnost ovlivnění budoucí spotřeby. Klíčové je přitom již v této fázi nastavit plán měření a vyhodnocování a současně mít tyto principy zakotveny v nastavení energetického managementu organizace.

Ve stejné době, kdy byla zpracována tato příručka, dochází také k novelizaci zákona o hospodaření energií a jeho prováděcích vyhlášek, které také částečně vycházejí z rodiny norem ISO 50001, resp. na ně odkazují. Také aktuální nejednotnost způsobů vyhodnocování v rámci různých dotačních titulů by měla být v budoucnu také sjednocena pomocí jednotného postupu vyhodnocování, ideálně založeného na mezinárodně uznávaných postupech, jimiž jsou uvedené ISO normy příkladem.

Na úplný závěr si dovolueme připomenout, že úspory energie nelze měřit přímo, protože představují nerealizovanou spotřebu energie. Z tohoto důvodu se úspory energie určují porovnáním spotřeby změřené před a po realizaci projektu při provedení příslušných úprav při změnách podmínek. A ke správnému pochopení a používání tohoto principu by měla vést své čtenáře i tato příručka.

Pro lepší pochopení souvislostí a vazeb je vhodné pořídit si celou „rodinu“ norem ISO 50001 (vyjma ISO 50003 - Požadavky na orgány provádějící audit a certifikaci systémů managementu hospodaření s energií), kromě základní normy ČSN ISO 50001 jsou ostatní pouze v angličtině:

ČSN ISO 50004 (011516) - *Systémy managementu hospodaření s energií - Návod pro zavádění, udržování a zlepšování systému managementu hospodaření s energií*

ČSN ISO 50006 (011517) - *Systémy managementu hospodaření s energií - Měření energetické náročnosti pomocí výchozího stavu spotřeby energie (EnB) a ukazatelů energetické náročnosti (EnPI) - Obecné zásady a návod*

ČSN ISO 50015 (011518) - *Systémy managementu hospodaření s energií - Měření a ověřování energetické náročnosti organizací - Obecné zásady a návod*

7. Použité jednotky a zkratky

AP	akční plán
CNG	Stlačený zemní plyn
DAHS	Data Acquisition and Handling System; Zpracování dat podle UNE-EN 14181, EN 13284-2
(S)CZT	(soustava) centrální(ho) zásobování teplem
ČSN (EN)	česká státní norma (harmonizovaná)
EA	energetický audit
EM	energetický management
EnB	Energy Baseline / výchozí stav spotřeby energie
EnMS	zkratka z anglického Energy Management System (český překlad je „systém managementu hospodaření s energií“), (dle ISO 50001)
EnPI	z anglického Energy Performance Indicator (český překlad je „ukazatel energetické náročnosti“)
EP	energetický posudek
EPIA	Energy Performance Improvement Action / Opatření pro zlepšení energetické účinnosti
EPC	zkratka z anglického Energy Performance Contracting - Energetické služby se zárukou
ERÚ	Energetický regulační úřad
ESCO	Energy Service Company - podnik energetických služeb
FVE	Fotovoltaická elektrárna
GJ	Giga Joule (jednotka energie)
IRR	Internal Rate of Return = vnitřní výnosová míra
IPMVP	International Performance Measurement and Verifying Protocol“ (mezinárodní protokol k měření a verifikaci energetických úspor).
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
MaR	Obecně používaná zkratka pro systémy měření a regulace
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
M&V	Measurement and Verification / měření a verifikace
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NT	nízký tarif (používáno při odběru elektrické energie)
OM	odběrné místo
OPŽP	Operační program Životní prostředí
OZE	obnovitelný zdroj energie

PDCA	zkratka z anglického Plan – Do – Control – Act (český překlad pojmu „Plánuj – Dělej – Kontroluj – Jednej“), terminologie ISO 50001
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
PEZ	primární energetické zdroje
PHM	pohonné hmoty
PD	Projektová dokumentace
PXE	(Pražská) energetická burza (Power Exchange Central Europe)
SCADA	Supervisory control and data acquisition / supervizní řízení a sběr dat
SEI	Státní energetická inspekce
SEK	Státní energetická koncepce
SFŽP	Státní fond životního prostředí
SW	počítačový software
TNI	technická normalizační informace
TV	teplá voda
TZB	technické zařízení budov
VT	vysoký tarif (používáno při odběru elektrické energie)
VZ	Veřejná zakázka
ZVA	Závěrečné vyhodnocení akce (specificky pro dotaci ze SFŽP)
ZŠ	Základní škola

8. Literatura a zdroje

- [1] Měření a verifikace energetických úspor – příručka pro konečného spotřebitele https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595e1fa66875530f33e8a/prirucka-mav_v30122011_final.pdf
- [2] Mezinárodní protokol IPMVP, například: www.mpo-efekt.cz, 2011
- [3] Zákon č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, o hospodaření energií
- [4] Metodika vykazování úspor energie z alternativních politických opatření <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/55647/63783/655368/priloha001.pdf>
- [5] Vyhláška č. 78/2013 Sb., ve znění pozdějších předpisů, o energetické náročnosti budov
- [6] Směrnice (EU) 844/2018 o energetické náročnosti budov
- [7] Energetický management nejen pro veřejnou správu, PORSENNA o.p.s. (2016)
- [8] Metodický návod pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu v prioritní ose 5 OPŽP 2014 – 2020
- [9] Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, o metrologii
- [10] ČSN ISO 50001 (011501) – Systémy managementu hospodaření s energií – Požadavky s návodem k použití.
- [11] ČSN ISO 50004 (011516) - Systémy managementu hospodaření s energií - Návod pro zavádění, udržování a zlepšování systému managementu hospodaření s energií
- [12] ČSN ISO 50006 (011517) - Systémy managementu hospodaření s energií - Měření energetické náročnosti pomocí výchozího stavu spotřeby energie (EnB) a ukazatelů energetické náročnosti (EnPI) - Obecné zásady a návod
- [13] ČSN ISO 50015 (011518) - Systémy managementu hospodaření s energií - Měření a ověřování energetické náročnosti organizací - Obecné zásady a návod



„Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017-2021 - Program EFEKT 2 pro rok 2019“

Metodická příručka pro vyhodnocování úspor energie