

AKČNÍ PLÁN
k Územní energetické
koncepti města Plzně
na období 2015 - 2040

OPATŘENÍ 1.3



Zdokonalování systému
energetického řízení v objektech
v majetku města Plzně

STATUTÁRNÍ MĚSTO PLZEŇ
Odbor správy
infrastruktury
Magistrátu města Plzně

listopad 2020

*Rozpracování akčního plánu
k uskutečnění ÚEKmP na roky 2015 až 2040*

Prioritní oblast 1

EFEKTIVNÍ VYUŽÍVÁNÍ ENERGIE

Opatření 1.3

**Zdokonalování systému energetického řízení v
objektech v majetku města Plzně**

CÍL OPATŘENÍ:

Cílem opatření je vytvořit podmínky pro hospodárné užívání budov, usnadnit plnění požadavků legislativy prostřednictvím zavedení systemizovaného energetického řízení a zvyšování inteligence budov.

KONKRÉTNÍ DOPORUČENÉ AKTIVITY / PROJEKTY:

- sledování a analýza dílčích i celkových spotřeb energie a nákladů na energii a vodu
- přehled legislativních požadavků a dokumentů
- vyhodnocení roční evidence dat o spotřebě energie v objektech ve vlastnictví města
- hodnocení spotřeby a nákladů a tvorba výstupů ze systému pro potřeby města Plzně (Energ.etický terč)
- důsledné provádění energetického manažerství v objektech v majetku města Plzně
- vypracování typových projektů automatizace energetických systémů budov
- instalace automatizačních prvků pro optimalizaci spotřeby energie v objektech města

Zpracovatel: Ing. Ladislava Vaňková

OBSAH

ÚVOD	3
SLEDOVÁNÍ A ANALÝZA DÍLČÍCH I CELKOVÝCH SPOTŘEB ENERGIE A NÁKLADŮ NA ENERGIE A VODU	3
PŘEHLED LEGISLATIVNÍCH POŽADAVKŮ A DOKUMENTŮ.....	5
VYHODNOCENÍ ROČNÍ EVIDENCE DAT O SPOTŘEBĚ ENERGIE V OBJEKTECH VE VLASTNICTVÍ MĚSTA	5
HODNOCENÍ SPOTŘEBY A NÁKLADŮ A TVORBA VÝSTUPŮ ZE SYSTÉMU PRO POTŘEBY MĚSTA PLZNĚ (ENERG.ETICKÝ TERČ)	7
DŮSLEDNÉ PROVÁDĚNÍ ENERGETICKÉHO MANAŽERSTVÍ V OBJEKTECH V MAJETKU MĚSTA PLZNĚ	8
VYPRACOVÁNÍ TYPOVÝCH PROJEKTŮ AUTOMATIZACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOV.....	10
INSTALACE AUTOMATIZAČNÍCH PRVKŮ PRO OPTIMALIZACI SPOTŘEBY ENERGIE V OBJEKTECH MĚSTA	14
ZÁVĚR.....	14
PŘÍLOHY	15
ZKRATKY.....	15

ÚVOD

Vedle samotné energetiky, průmyslu nebo dopravy jsou největším konzumentem energií ve většině rozvinutých zemí technologie v budovách. Na vytápění, chlazení a osvětlení budov připadá až 40 % veškeré spotřeby energií. Díky tomu se jejich efektivní využívání stává ekonomickou příležitostí. Např. Ústav stavebních a energetických systémů provedl výzkum na Univerzitě aplikovaných věd v Biberachu a prokázal, že pomocí kombinace opatření a optimalizace řízení systémů v budovách lze dosáhnout celkových úspor energie v rozsahu 11 až 31 % a v případě kombinace více funkcí až 40 %, což může výrazně snížit celkové náklady na provoz. V některých oblastech a situacích mohou být průměrné úspory ještě vyšší – například v případě ventilace až 45 % a u osvětlení až 58 %.

Energetické řízení objektů je tedy dáno ovlivňováním různých aspektů majících dopad na spotřebu energie v budově, což je obecně nazýváno jako energetické manažerství. Zavedený systém řízení umožňuje, kromě doporučení pro postup realizace požadavků legislativy a monitorování dílčích i celkových spotřeb energie, také sledování dosahovaných úspor energie a nákladů po realizaci energeticky úsporných opatření.

Energetické řízení lze však chápat také jako automatizované řízení nakládání s energií pomocí automatizovaných prvků. K tomu je třeba mít informace o objektech a možnostech jejich automatizovaného řízení. Vhodnost realizace inteligentních prvků v budovách je třeba ověřit na typových projektech a odzkoušet tak příležitosti a důsledky automatizovaného řízení. Typové projekty je pak potřeba porovnat s podmínkami ostatních budov v majetku města, kdy výstupem bude přehled budov vhodných k realizaci projektů automatizace s cílem zvyšování inteligence budov.

SLEDOVÁNÍ A ANALÝZA DÍLČÍCH I CELKOVÝCH SPOTŘEB ENERGIE A NÁKLADŮ NA ENERGIE A VODU

Pro správné rozhodování při správě a užívání budov je potřeba nejprve získat kvalitní informace v potřebném čase. Toho lze dosáhnout prostřednictvím aktivního energetického managementu a rozdělení odpovídajících kompetencí a odpovědností.

Základem pro optimalizaci spotřeby energie jsou relevantní informace, tzn. její správné měření, aby bylo jasné kolik energie a na co je skutečně spotřebováno. Nejjednodušším způsobem a prakticky beznákladovým je udělení kompetencí konkrétním pracovníkům v rámci organizace, kteří budou pravidelně odečítat stavy měřidel, porovnávat je a analyzovat.

Již od r. 2001 je v rámci Programu snižování energetické náročnosti budov v majetku města Plzně prováděno sledování a vyhodnocování ročních spotřeb energie a vody ve vybraných budovách. Do sledování byly postupně zařazeny objekty užívané organizačními složkami a příspěvkovými organizacemi města. Sledování v průběhu let přineslo městu významný efekt nejen v úspoře provozních nákladů, ale též ve zmírňování dopadů na životní prostředí. Jen u necelých 50 budov zařazených do sledování od počátku programu, pokud by výše jejich spotřeby energie zůstávala po celé sledované období na úrovni roku 2001, by město zaplatilo za energie o 30 mil. Kč více. Efekt naplňování Programu snižování energetické náročnosti včetně zavedeného energetického manažerství v organizačních složkách a příspěvkových organizacích města je každoročně předkládán orgánům města formou informativní zprávy. Informace o Programu a jeho plnění lze nalézt též na webu <http://energetika.plzen.cz> pod Energetickým manažerstvím, pro veřejnost v sekci Program snižování ENB – Plnění programu; interně, při znalosti hesla, v sekci Spotřeby energie v budovách, kde jsou vyhodnoceny nejen aktuální roční spotřeby, ale též dlouhodobé sledování spotřeb.

Pro kvalitní provádění energetického manažerství je však roční sledování nedostatečné, a proto byla snaha provádět sledování spotřeb četněji. Proto o několik let později od vyhlášení výše zmíněného Programu bylo zavedeno v některých budovách základních škol a v objektech Magistrátu města Plzně (MMP) měsíční sledování spotřeb energií a vody. Zpočátku byla prováděna ta nejjednodušší metoda, tzv. „tužka – papír“, kdy si každý pověřený pracovník vedl záznamy ve vlastních tabulkách, později začaly některé školy přecházet k sofistikovanějším modelům umožňujícím kromě záznamů spotřeb také řízení potřeb jednotlivých uživatelů objektu pomocí programovatelné regulace vytápění, tzv. IRC (podrobněji je popsáno v AP 5.1).

Od roku 2014 byla pro výkon energetického manažerství v budovách MMP využita jakási střední cesta spočívající v provádění pravidelných odečtů měřidel v měsíčním intervalu. Pro evidenci spotřeb, provádění přepočtů, vyhodnocování a záznamu všech potřebných údajů byl pracovníky OSI MMP vytvořen naprogramovaný excelový soubor. Po uplynutí kalendářního roku byly soubory jednotlivých objektů uzamčeny a archivovány, takže je doložena kompletní historie nejen spotřeb, ale i všech událostí v budově souvisejících se spotřebou energie a vody. V loňském roce byl celý systém zdokonalen a celé energetické manažerství, které je certifikováno podle normy ISO 50001, je prováděno prostřednictvím webové aplikace ENEMA zpracované rovněž pracovníky OSI MMP ve spolupráci se SITmP.

Také přístup MMP ohledně sledování spotřeb vede ke stále sofistikovanějším způsobům řešení, proto bylo v jedné z budov instalováno vzdálené nepřetržité monitorování všech médií spotřebovávaných v budově a dozorování jejich kritických hodnot systémem Flexim (podrobnější informace jsou uvedeny v AP 5.1). Díky nasazení moderních řídicích systémů, které měří veškerá data online, se zkracuje reakční doba na zjištění nestandardních stavů v energetických soustavách, což vede k nižším ztrátám.

Cílem provádění kvalitního energetického managementu je připravit energetickou optimalizaci prostřednictvím zjištění aktuálního stavu objektu a identifikací problematické oblasti. Prostřednictvím trvalého sledování, vyhodnocování a řízení provozu tak budou udrženy nastavené optimální provozní stavy a doporučena nejvhodnější řešení, která mohou být vhodným východiskem pro realizaci energeticky úsporných projektů, jimiž bude dosaženo hospodárného, spolehlivého a environmentálně ohleduplného provozu při pokrytí všech energetických potřeb uživatele.

PŘEHLED LEGISLATIVNÍCH POŽADAVKŮ A DOKUMENTŮ

Pro správné řízení spotřeby energie je třeba mít také přehled o vytyčeném legislativním rámci. Pracovníci OSI MMP vedou za tímto účelem již řadu let exelový soubor, který průběžně, při změnách právních předpisů, aktualizují.

Při zavádění systému energetického manažerství (EnMS) dle normy ISO 50001 na MMP bylo nutné stanovit, které právní a legislativní požadavky musí organizace plnit. MMP s ohledem na vliv nebo možný vliv potřeb a očekávání určil zainteresované strany, které jsou relevantní pro její energetické manažerství, a jejich oprávněné požadavky. Mezi stěžejní zainteresované strany patří zákazníci a jejich požadavky, dodavatelé s požadavky definovanými smlouvou nebo smluvními podmínkami, objednávkou a orgány státní a veřejné správy. Přehled všech těchto požadavků je uveden v samostatném dokumentu Registru právních a jiných požadavků QF 41-02-01. Požadavky zainteresovaných stran jsou v rámci přezkoumání systému řízení EnMS vedením MMP pravidelně vyhodnocovány.

Legislativní požadavky jsou vedeny jako odkazy na příslušné části zákonů, nařízení vlády, vyhlášek a smluv, které jsou závazné a vztahují se k MMP, resp. EnMS. Přehled o nových legislativních předpisech, vycházející z výše uvedeného exelového souboru, zajišťuje manažer EnMS ve spolupráci s městským energetikem a projektovým manažerem ÚSA.

Legislativní a jiné požadavky jsou přezkoumávány minimálně 2x ročně v rámci hodnocení shody a při jejich změnách. Součástí přezkoumání je i určení dopadů mající vliv na energetickou účinnost, užití a spotřeby energie. Zpráva o stavu je součástí ročního přezkoumání, které připravuje představitel vedení pro EnMS.

VYHODNOCENÍ ROČNÍ EVIDENCE DAT O SPOTŘEBĚ ENERGIE V OBJEKTECH VE VLASTNICTVÍ MĚSTA

Vyhodnocování vývoje ročních spotřeb energií a teplé a studené vody v objektech užívaných organizačními složkami a příspěvkovými organizacemi města Plzně provádějí pracovníci OSI MMP již od roku 2001, tedy od okamžiku, kdy byl vyhlášen Program snižování energetické náročnosti budov v majetku

města Plzně. Původně bylo sledováno 48 objektů. V průběhu let budovy do sledování přibývaly až na současných 149, navíc je do sledování zahrnuto též veřejné osvětlení a městské kolektory. Jedná se o všechny významnější budovy a zařízení, ve kterých jsou spotřeby energie hrazeny z rozpočtu města. Údaje o spotřebách i nákladech za energie a vodu jsou zjišťovány z ročních hlášení příspěvkových organizací či z faktur, u budov užívaných Magistrátem města Plzně ze zavedeného systému energetického manažerství (certifikovaného EnMS v souladu s normou ISO 50001). Vyhodnocení spotřeb je každoročně shrnuto v informativní zprávě, která je předkládána Radě města Plzně.

Z rozboru vývoje spotřeb energií v jednotlivých budovách zařazených do sledování vyplývá, že pokračuje nastolený trend snižování spotřeby energie (vlivem energeticky vědomého chování uživatelů a postupnou realizací energeticky úsporných opatření). Spotřeby za poslední sledovaný rok jsou porovnávány s průměrnou spotřebou za uplynulá období (s průměrem let 2001 až 2012, s průměrem let 2013 až 2015) a se skutečností předchozích dvou let. U budov, kde jsou k dispozici ještě starší údaje, je uveden i průměr spotřeb za roky 1998 až 2000. Veškeré energetické vstupy jsou uvedeny bez přepočtu na srovnatelné klimatické podmínky a bez provádění dalších korekcí (jako je např. odečtení spotřeb přeúčtovaných dalším subjektům).

Celkový objem spotřeby energie ve všech 149 sledovaných objektech za r. 2019 činil 209,5 TJ. Náklady za spotřebovanou energii a vodu v těchto objektech přesáhly hodnotu 139 380 tis. Kč (z toho náklady na vytápění činily cca 57 408 tis. Kč). Při porovnání spotřeby r. 2019 s průměrem let 2013 až 2017 došlo pouze u 14 objektů k nárůstu spotřeby energie o více než 5 %, u 64 objektů je pokles větší než 5 %. Ostatní objekty vykazují stagnaci, tedy spotřebu v toleranci +/- 5 %.

Pokud bychom do vyhodnocování zahrnuly klimatické podmínky, které významně ovlivňují spotřebu tepla na vytápění, byly by úspory energie ještě větší. Např. v r. 2019 byly klimatické podmínky v otopném období o 6 % nepříznivější (chladnější) než v předchozím roce. Na skupině 48 budov, kde jsou k dispozici údaje již od r. 1998, je patrné, jaký efekt pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeb má. Tato skupina budov, při celkové spotřebě energie 113,5 TJ za rok 2019, vykazuje ve srovnání s úrovní spotřeby na počátku sledování absolutní roční úsporu 58 TJ, což je pokles o téměř 34 %. Pokud by výše spotřeby energie v těchto budovách zůstávala po celé sledované období na úrovni roku 2001, zaplatilo by město za energie, jenom u těchto vybraných budov, více o 30 216,7 tis. Kč/rok. Ve vývoji se projevují přínosy zrealizovaných energeticky úsporných opatření a provádění energetického manažerství i nárůsty spotřeb vlivem pořízování nových spotřebičů či rozšiřováním staveb o přístavby či nástavby. Veškerý rozvoj v těchto budovách je tedy pokryt z uspořené energie.

Sledování a vyhodnocování roční evidence dat má kromě zajištění úspor energie, potažmo nákladů, a snižování environmentálního dopadu, ještě další přínosy. Průměrná roční spotřeba energie za poslední 2 po sobě jdoucí roky je, dle novely zákona o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. účinné od 25. 1. 2020

(z. 3/2020 Sb.), kritériem pro pořizování nových energetických auditů. Bez dlouhodobé evidence by tedy bylo jen velmi obtížné zajistit právní požadavky a jejich dopady do energetického hospodářství. Zjištěné podklady dále slouží pro statistická hlášení, požadovaná každoročně Českým statistickým úřadem.

HODNOCENÍ SPOTŘEBY A NÁKLADŮ A TVORBA VÝSTUPŮ ZE SYSTÉMU PRO POTŘEBY MĚSTA PLZNĚ (ENERG.ETICKÝ TERČ)

Sledování spotřeb energie, jejich analýza a dopad do rozpočtu města u objektů vlastněných městem, jak již bylo výše zmíněno, cíleně sledují pracovníci OSI MMP od roku 2001, tedy od doby zavedení Programu snižování energetické náročnosti budov v majetku města Plzně. Postupem času se stále více začaly projevovat rozdíly v úrovni stavu tepelně technických vlastností budov a úrovně energetického manažerství, tj. intenzity sledování a vyhodnocování spotřeby energie ve všech formách, využívání osazených regulačních prvků, rekuperace apod.

Proto byl v r. 2009 na OSI MMP vyvinut hodnotící nástroj s názvem ENERG.ETICKÝ TERČ umožňující porovnávat stav budov i úroveň provádění energetického manažerství a motivovat uživatele k zodpovědnějšímu přístupu k nakládání s energií. Do té doby nebyly v této oblasti srovnávací ukazatele k dispozici.

Nejprve byl Energ.etický terč (dále jen E.ET) zaveden pro skupinu budov plzeňských základních škol a protože se nástroj osvědčil a zaujal i širokou odbornou veřejnost (obdržel prestižní ocenění E.ON Energy Globe Award 2010 v kategorii Obec), byl nástroj rozšířen i na administrativní budovy užívané Magistrátem města Plzně a jednotlivými úřady městských obvodů.

Zpracování E.ET pro jednotlivé budovy probíhá pomocí deseti kritérií, kde se převodem technických ukazatelů na bodové hodnocení vytvoří graf ve tvaru terče. Obdobně jako u střeleckého terče je i zde snaha trefit se do desítky. Pomocí bodového hodnocení je prováděno porovnání kvality staveb z hlediska tepelně technických vlastností, z hlediska dopadů na životní prostředí i úrovně energetického manažerství. Metodika hodnocení pomocí E.ET zohledňuje rozdíly v klimatických podmínkách jednotlivých let (provádí se přepočítání spotřeby tepla na vytápění na normové klimatické podmínky) i změny vytápěné podlahové plochy způsobené stavebními úpravami. Velká váha je v hodnocení kladena na provádění energetického manažerství a školení uživatelů budov (u základních škol je navíc posuzováno zařazení této problematiky do vzdělávání žáků). Celkové hodnocení, prováděné prostřednictvím výsledkové listiny, je sestavováno pro budovy obdobného charakteru užití. Hodnocení se provádí vždy jedenkrát za 12 měsíců po uzavření evidence spotřeb za kalendářní rok.

Nástroj lze s drobnými úpravami využít i pro ostatní skupiny budov obdobného charakteru provozované různými subjekty nebo i v rámci jedné organizace provozující více podobných budov (pavilonů, hal apod.). Podmínkou ovšem je osazení vstupů do jednotlivých objektů měřidly, která mohou být fakturační, tedy ve vlastnictví dodavatele, nebo pouze podružná.

Zavedení a pravidelné provádění hodnocení pomocí E.ET je spojeno s minimálními náklady. Finanční přínosy lze obtížně vyčíslit, úspory jsou přímo navázány na kvalitu stavby a provádění energetického manažerství. Přínosem E.ET však minimálně je přehled základních informací o tepelně technickém stavu budov, o jejich vybavení regulační technikou, rekuperací tepla či zařízením využívajícím obnovitelné zdroje energie apod. E.ET dále umožňuje vzájemné porovnávání jednotlivých objektů a sledování dlouhodobého vývoje v jednotlivých budovách i celých skupinách budov, což přináší prvek soutěživosti, čímž motivuje ke zkvalitňování výkonu energetického manažerství.

DŮSLEDNÉ PROVÁDĚNÍ ENERGETICKÉHO MANAŽERSTVÍ V OBJEKTECH V MAJETKU MĚSTA PLZNĚ

Energetické řízení objektů je dáno ovlivňováním různých aspektů majících dopad na spotřebu energie v budově, což je obecně nazýváno jako energetické manažerství. Energetické manažerství je tedy činnost zaměřená na trvalé udržení stabilizovaného provozního stavu energetického zařízení se zřetelem na zachování minimální možné spotřeby energie.

Pokud se má vlastník či provozovatel budov a zařízení chovat jako dobrý hospodář, musí mít pracovníka, součástí jehož pracovní náplně je i výkon energetického manažerství. Jako každý manažer i energetik potřebuje mít pro své rozhodování dostatek přesných informací. V tomto případě se jedná o informace o spotřebách, nákladech, smluvních podmínkách, provozních stavech apod. Údaje o spotřebách jednotlivých forem energie i nakupované vody lze získávat prováděním pravidelných odečtů fakturačních či podružných měřidel (elektroměrů, plynoměrů, vodoměrů apod.) a zaznamenáváním dat do evidence, která umožňuje provádění přepočtů a rychlé porovnávání s referenčními daty.

Sledování spotřeb a jejich analýzu je optimální provádět v pravidelných intervalech (minimálně měsíčních) a vždy je důležité, v případě zjištění odchylky od předpokladu, hledat důvody a odstraňovat příčiny. S tím souvisí i namátkové ověřování provozních stavů, např. vnitřní teploty v jednotlivých místnostech v době přítomnosti osob i mimo provozní dobu (útlum v noci a o víkendech). Jen tak si lze udělat ucelený obrázek o stavu energetického hospodářství a o chování jeho uživatelů. Evidovaná data o spotřebách dále umožňují provádět porovnání hospodárnosti provozu jednotlivých budov a podle toho plánovat realizaci energeticky úsporných opatření. Zajímavé je

hledat příčiny rozdílů v měrné spotřebě u budov shodných tepelně technických vlastností a vybavených obdobnou regulační technikou. Důvodem rozdílné úrovně spotřeby je zpravidla odlišné chování uživatelů těchto budov (např. vyžadování vyšší průměrné vnitřní teploty nebo nesprávné využívání řídicích a regulačních prvků). Potom má svůj význam školení nejen obslužného personálu, který zajišťuje provoz zdrojů tepla a nastavení regulace, ale i všech uživatelů budov, kteří svým chováním spotřebu významně ovlivňují.

Pracovní náplň energetického manažera je velice rozmanitá a vyžaduje znalosti z různých oborů (především z oblastí technické a stavební, ekonomické, environmentální a právní). Jako zdroj informací a námětů pro zdárný výkon energetického manažerství slouží i webové stránky <http://energetika.plzen.eu> provozované OSI MMP.

Pro hospodárné nakládání s energií v organizačních složkách města a jeho příspěvkových organizacích má energetické manažerství velký význam. Jedná se o prakticky beznákladové opatření, které má trvalý efekt. Ten lze samostatně obtížně vyčíslit, ale v pořizovaných energetických auditech byl odhadován na 5 až 10 % z celkových nákladů (přičemž se zlepšující se kvalitou staveb roste význam energetického manažerství – vyšší podíl z celkových nákladů). Z celkových ročních nákladů za energie a vodu v budovách města za r. 2019 představuje 5% přínos cca 7 300 tis. Kč/rok. Proto je snaha výkon energetického manažerství v budovách města neustále zkvalitňovat a zdokonalovat.

V závěru r. 2019 byly dokončeny práce na tvorbě nové webové aplikace ENEMA pro usnadnění výkonu energetického manažerství. Název ENEMA vznikl jako zkratkové slovo z pojmu „energetické manažerství“. Aplikace umožňuje výkon energetického managementu v budovách města Plzně v souladu s normou ČSN EN ISO 50001:2018.

Kromě hlavních údajů o energetickém hospodářství a základních úkonů energetického manažerství, jako jsou zápisy stavů měřidel, evidence faktur apod., aplikace poskytuje i predikce ročních spotřeb a nákladů, historické údaje o vývoji spotřeb, měsíční a roční analýzy a dokumenty související s energetickým manažerstvím (např. energetické audity, průkazy energetické náročnosti budov, protokoly z měření či termovizního snímkování, studie, akční plány apod.). U všech budov jsou k dispozici i podklady pro vygenerování ročního hodnocení pomocí tzv. Energetického terče.

Od ledna 2020 je aplikace využívána pro všechny budovy MMP a postupně jsou dále připravována vstupní data pro využití ostatními organizačními složkami a příspěvkovými organizacemi města.

Certifikace systému energetického manažerství podle normy ISO 50001 byla v rámci městských objektů provedena u budov Magistrátu města Plzně. Nejvyšší úroveň v provádění energetického managementu bylo v těchto budovách dosaženo v r. 2016, kdy byl zaveden a úspěšně certifikován komplexní systém EnMS v souladu s normou ISO 50001. V únoru 2020 byl tento systém opakovaně úspěšně podroben certifikačnímu auditu. Díky

zavedenému a certifikovanému systému energetického manažerství se na magistrátní budovy nevztahuje povinnost provádění energetických auditů.

VYPRACOVÁNÍ TYPOVÝCH PROJEKTŮ **AUTOMATIZACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ** **BUDOV**

Na moderní stavby jsou kladeny stále vyšší nároky také z hlediska jejich vybavení moderními technickými a technologickými systémy, včetně komplexních systémů pro řízení budov. S růstem požadavků na variabilitu, uživatelský komfort, bezpečnost a hospodárnost provozu jsou sjednocovány dříve nezávislé systémy pro vytápění, větrání, klimatizaci, osvětlení, řízení spotřeby energie a zabezpečení budov. Vzájemnou součinnost těchto subsystémů pak vlastní uživatel budovy vnímá jako jeden komplexní inteligentní systém.

V případě správy budov se využívají inovace zejména ke zlepšení kvality vnitřního prostředí a komfortu uživatelů budov. Role energetického managementu budov se tak dostává do zcela nové pozice, kdy každé opatření je zvažováno nejen z pohledu nákladů a finanční úspory, nýbrž také výkonností a především zdravím lidí.

Automatizace budov začíná inovativním řízením budov, systémy řízení elektřiny a dalšími produkty pro řízení budov, které vytvářejí inteligentní budovy podporující produktivitu uživatelů a optimální energetickou a provozní efektivitu.

Chytré technologie budov nemají za cíl pouze snižovat energetickou náročnost, ale mají uživateli poskytnout plnou kontrolu nad budovou. Toho lze využít i v případech krizových situací v dodávkách energie, event. i v městské energetice jako celku (např. nedostatek či přebytek napětí v elektrizační síti).

Město Plzeň proto zrealizovalo několik pilotních projektů určených pro odzkoušení nejen jejich funkčnosti, ale též vhodnosti aplikovat tyto projekty na ostatní objekty v majetku města.

Jedním z těchto pilotních projektů byla instalace „inteligentního“ zařízení ENcontrol Power Balancer do rozvaděče elektrické energie administrativní budovy MMP Koterovská 162. Zařízení je určeno především pro aktivní řízené vyrovnávání energetické bilance. Pomocí odpínání vybraných obvodů (spotřebičů) v předem definovaném pořadí zajišťuje nepřekročení maximálního definovaného odběru objektu. V případě budovy Koterovská 162, kde je realizován odběr elektrické energie ze sítě vysokého napětí (tzv. velkoodběr), se jedná o udržení příkonu v nasmlouvaných limitech. V jiných budovách, s odběrem z rozvodu nízkého napětí (tzv. maloodběr), je zařízení rovněž využitelné pro eliminaci výpadků hlavního jističe, popř. snížení proudové

hodnoty hlavního jističe (to jsou hodnoty, na kterých závisí velikost měsíčních plateb).

Přínos opatření spočívající ve snížení nasmlouvané roční rezervované kapacity u budovy Koterovská 162 (lze dosáhnout snížení roční rezervované kapacity z 0,08 MW na 0,05 MW) představuje roční úsporu téměř 60 tis. Kč.

Zařízení ENcontrol Power Balancer umožňuje naprogramování časů pravidelného odpínání spotřebičů i dálkové zapínání či vypínání vybraných spotřebičů pomocí aplikace přístupné přes internet. Ve sledovaném období došlo u budovy Koterovská 162 díky automatickému odpojování spotřebičů v mimoprovozní době ke snížení celkové spotřeby elektřiny cca o 12 %, což představuje roční finanční úsporu okolo 17 tis. Kč.

Celkový ekonomický efekt výše popsaného projektu v administrativní budově MMP Koterovská 162 tak činí cca 77 tis. Kč. Ekonomická návratnost celého projektu vychází něco málo přes 2 roky.

Dalším přínosem tohoto opatření je možnost omezení odběru elektřiny při předcházení vzniku krizových stavů v energetice nebo možnost dálkového odpojení celé budovy (např. při vzniku požáru). Dále v průběhu roku 2020 došlo v budově k instalaci střešní fotovoltaické elektrárny o výkonu 30 kW_p. V souvislosti s tím lze zařízení využít i pro další funkcionality, jako je akumulace energie do bojlerů teplé vody nebo baterií, v letních měsících vychlazení budovy v době, kdy je přebytek výkonu apod.

Podrobnější popis celého projektu je v Akčním plánu 5.1.

Obdobný projekt byl realizován též na 25. základní škole, aby bylo možné ověřit využití zařízení v budově se zcela odlišným režimem provozování. Z vyhodnocení projektu, realizovaného v roce 2018 vyplývá, že i zde bylo dosaženo meziročního poklesu spotřeby elektrické energie (průměrná roční spotřeba před instalací, tedy za roky 2015 až 2017, byla 258,4 MWh a po realizaci za r. 2019 činila 236,2 MWh, pokles je 22 225 kWh, což při měrném nákladu na pořízení 1 kWh elektrické energie 4,- Kč/kWh znamená roční úsporu ve výši 88 900 Kč). Analýza odběru elektrické energie ze sítě vysokého napětí prokázala, že pokud je důsledně využíváno nainstalované zařízení hlídající nepřekročení rezervované kapacity (při krátkodobém odpojení některých spotřebičů), lze uspořit cca 26 tis. Kč ročně.

Cílem dalšího pilotního projektu bylo zjistit potenciál úspor při instalaci regulátoru pro stabilizaci napětí na vstupu do budovy sportovního areálu Štruncovy sady. Dosud se regulace napětí s úspěchem využívala pouze v obvodech veřejného osvětlení, kde stabilní snížené napětí umožňuje prodloužení životnosti světelných zdrojů a úsporu spotřebované elektrické energie. Nižší vstupní napětí se ale projevuje poklesem intenzity světla. Tento pokles do určité míry lidské oko není schopné zaznamenat, takže úspora energie není na úkor komfortu. Výraznější snížení napětí se znatelným poklesem intenzity osvětlení je možné využívat v noční době s minimálním provozem na ulicích.

V projektu realizovaném ve Štruncových sadech byly regulátorem osazeny rozvody, jejichž koncovými spotřebiči byla různorodá zařízení. Elektrická energie je zde kromě osvětlení využívána též k napájení tepelných spotřebičů či elektromotorů. Regulátor se tedy musí umět vypořádat s tzv. směsnými proudy. Kromě snížení napětí a jeho stabilizace na optimální úrovni, což zvyšuje celkovou energetickou účinnost a tedy spoří elektrickou energii, byly výrobcem regulátoru deklarovány další přínosy, jako např. snížení ztrát ve vedení, zlepšení účinníku či prodloužení životnosti zařízení.

Areál sportovního stadionu Štruncovy sady má vlastní trafostanici a rozvaděč, v němž bylo možné snadné zapojení zařízení s označením ComEC. V roce 2012 proběhlo zkušební měření, které prokázalo teoretickou úsporu energie 19,5 %, následně byl v roce 2014 zakoupen a uveden do trvalého provozu regulátor napětí ComEC 160 A, přes který je dodávána elektrická energie do objektu hlavní tribuny. Pro případ poruchy nebo maximálního zatížení je regulátor vybaven režimem BYPASS. Při nastavení výstupní hodnoty z regulátoru 220 V, která byla zvolena s ohledem na bezproblémový provoz všech elektrospotřebičů, se úspora elektrické energie díky stabilizaci napětí na nižší úrovni pohybuje kolem 11 %. Prostá návratnost investice je přibližně 4 roky, přičemž výrobce udává životnost zařízení 20 let.

Zařízení lze doporučit k instalaci u větších objektů (s proudovou hodnotou hlavního jističe minimálně 80 A) za předpokladu, že je síťové napětí na vstupu do budovy trvale vyšší než 230 V (jmenovité napětí v síti by mělo být 230 V, přičemž přípustná tolerance je +/- 10 %, takže napětí v síti může dosahovat až 253 V).

Mezi pilotní projekty lze zařadit též instalaci automatizačních prvků regulace a měření spotřeb energie a vody v objektu MMP Škroupova 5 a 7. V roce 2013 bylo v této administrativní budově Magistrátu města Plzně instalováno průběhové měření všech druhů energie využívaných v budově a spotřeby vody. Od dubna tohoto roku byla zmíněná média nepřetržitě vzdáleně monitorována systémem Flexim přes dispečink firmy Data-Ing, která celé měření instalovala. V současné době je veškeré měření napojené na dispečink Plzeňské teplárenské, a.s.

Flexim je plnohodnotný systém pro řízení a regulaci vytápění, kontrolu spotřeb médií spotřebovávaných v budově, dozorování kritických hodnot a správu jednotlivých vyúčtování za energie (poslední jmenovaná funkce není v tomto konkrétním případě využívána). Modul měření systému FLEXIM vizualizuje naměřená data a zobrazuje statistiky jednotlivých měřených míst, poskytuje detailní grafy i historii, a lze se tak podívat např. na měsíční spotřeby i několik let nazpět. Statistika pro jednotlivá měřená místa ukazuje aktuální spotřebu měřeného, aktuální trend spotřeby, spotřebu za předchozí období oproti zvolenému, předpokládanou spotřebu za zvolené období a porovnání těchto dvou období.

Modul může být užitečný při dozorování např. spotřeby vody v době, kdy v objektu již nikdo není. Tím, že systém kontroluje v reálném čase aktuální hodnoty výkonu a spotřeby, dokáže včas upozornit například na protékající

záchod nebo havárii potrubí. Použit může být také na dozorování teploty a vlhkosti ve skladovacích prostorách, havarijních výstupů kotelen, dohledu spotřeb elektřiny a tepla atd. Systém dohledu umí zasílat zprávy o alarmech, a to buď na telefon jako SMS nebo na e-mailové adresy zadané uživatelem. Včasnou znalostí nestandardní situace (nadspotřeby) a jejím rychlým odstraněním je možné uspořit značné množství energie či vody, resp. finančních prostředků na ně vynakládaných.

Z vyhodnocení dat od roku 2013 (rok osazení) do roku 2017 byla vyčíslena průměrná úspora tepla po přepočtu na srovnatelné teplotní podmínky cca 3 % ročně. U elektrické energie byla úspora v průměru okolo 4 %. Největší úspora byla zaznamenána u studené vody, kde od roku 2013 spotřeba každoročně klesla cca o 10 %. Osazením fakturačních měřidel s přenosem a záznamem dat včetně trvalého dispečerského dohledu a správy dat bylo uspořeno více než 100 tis. Kč ročně (při zanedbání ostatních vlivů, které nelze specifikovat). Prostá návratnost tohoto opatření tak vychází cca 1 rok.

U objektů s obdobným charakterem provozu lze instalaci zařízení doporučit, vždy je však třeba mít na zřeteli, a zkušenosti z pilotního provozu to potvrzují, že spolu s osazením měřicí a regulační techniky je nutné pro správné fungování celého systému provést vyregulování celé otopné soustavy.

V současné době byla zahájena realizace projektu osazení mateřských škol systémem online sledování spotřeb energií a vody. Na projektu spolupracuje Plzeňská teplárenská, a.s. s městským obvodem Plzeň 3, v jehož správě vybrané mateřské školy jsou. Pilotní projekt, který byl spuštěn v lednu 2020, umožňuje aktivní dohled a vyhodnocování spotřeby v daném objektu. Veškerá data, získaná z čidel sledujících vnitřní prostředí, jsou pomocí bezdrátové technologie přenášena do centrální aplikace MERVIS SCADA, kde jsou monitorovány průtoky energie a vody v nastaveném intervalu (např. 15 minut) a ty jsou porovnávány s nastaveným limitem průtoku. V případě překročení limitní hodnoty aplikace signalizuje dispečerovi závadu a ten neprodleně vyrozumí správce budovy. V aplikaci je možné sledovat i souhrnnou denní a měsíční spotřebu v porovnání s obvyklým stavem a odhalit případné další nedostatky. Dále aplikace umožňuje provádění odečtů stavů měřidel kdykoliv (i zpětně) a bez nutnosti přístupu k měřidlu. Měřidlo tedy může být uzamčené např. v předávací stanici tepla nebo ve vodoměrné šachtě.

Jednotlivá čidla včetně veškerých nezbytných komponentů pro dálkový přenos jsou instalována na vstupech jednotlivých energií a médií, tj. vodoměrech, plynoměrech nebo kalorimetrech (podle druhu vytápění objektu) a elektroměrech. Všechna čidla sledující vnitřní prostředí jsou také vybavena sledováním koncentrace CO₂, což může odhalit nedostatky v případě větrání či poruchy vzduchotechniky.

Projekt zatím ještě nebyl vyhodnocen, ale již dnes je možné konstatovat, že díky zavedenému systému monitorování došlo k úsporám nákladů při včasném odhalení úniku vody v jednom ze sledovaných objektů. Na rok 2021 připravuje Plzeňská teplárenská, a.s. rozšíření této služby na vybrané mateřské školy ve správě ÚMO Plzeň 1.

INSTALACE AUTOMATIZAČNÍCH PRVKŮ PRO OPTIMALIZACI SPOTŘEBY ENERGIE V OBJEKTECH MĚSTA

Ověřené pilotní projekty je vhodné aplikovat i do ostatních objektů v majetku města. Protože však v jiných budovách může být efekt odlišný v závislosti na skladbě spotřebičů, charakteru provozu a ceně za jednotku silové elektřiny, je třeba provést základní průzkum a vytipovat objekty, u nichž by realizace projektu mohla mít kladný dopad.

I tak však bude třeba při rozhodování o instalaci zařízení vždy, na základě seznámení se skladbou spotřebičů a stavem rozvodů elektřiny, provést jednoduchou ekonomickou rozvahu. Pokud by prostá návratnost vycházela kratší než polovina garantované doby životnosti zařízení, lze realizaci opatření doporučit.

Pro výběr cílových objektů byla využita metodika navržená firmou EnControl. Tato metodika popisuje spektrum hodnotících hledisek pro výběr adekvátních objektů v majetku města Plzně k účelnému a efektivnímu nasazení dálkového řízení spotřeby. Objekty byly vybírány na základě čtyř kritérií:

- charakteristiky odběrného místa a jeho diagramu zatížení - budova s rovnoměrným diagramem má velkou schopnost řízení spotřeby; faktor je ovlivněn zejména složením a množstvím spotřebičů,
- spotřeby elektrické energie a její distribuční sazby - hodnoceny byly budovy s roční spotřebou nad 30 MWh; dvoutarifní distribuční sazba napovídá, že v budově jsou spotřebiče, jejichž spotřebu lze řídit,
- proudové hodnoty hlavního jističe – velikost jističe definuje velikost maximálního očekávaného odběru; říditelná spotřeba umožňuje snížení velikosti rezervovaného příkonu
- potenciálu úspory, resp. potenciálu regulovatelnosti odběru elektrické energie – aplikace soudobosti na konkrétní skupiny spotřebičů, změna rozložení spotřeby; aplikace technologií smart-building, využití pro krizové řízení.

Přehled budov vhodných pro realizaci v předchozí kapitole popsaných projektů je uveden v tabulce v příloze č. 1.

ZÁVĚR

Cílem chytrých budov je instalace systému pokročilého hospodaření s energiemi, který umožní uživateli budovy monitorovat využití energií a řídit jejich spotřebu s cílem minimalizovat zbytečné plýtvání. Systém v chytré budově automaticky monitoruje a kontroluje veškerou spotřebu energií od úpravy vody přes klimatizaci až po osvětlení. Zároveň zajišťuje, že spotřeba

odpovídá aktuálním energetickým požadavkům budovy a jejích uživatelů, kteří si tak mohou vytvořit optimální pracovní prostředí. Tento způsob řízení budov dokáže ušetřit až 20 % z celkové spotřeby energií ve srovnání s budovami bez implementovaného řídicího systému.

PŘÍLOHY

1/ Přehled budov vhodných k instalaci automatizačních prvků

ZKRATKY

AP	akční plán
BYPASS	vyřazení části zařízení propojením jeho vstupu a výstupu
E.ET	Energ.etický terč
EnMS	systém energetického manažerství
IRC	systém řízení teploty místností (Individual Room Control)
MMP	Magistrát města Plzně
OSI	Odbor správy infrastruktury
SITmP	Správa informačních technologií města Plzně
ÚMO	úřad městského obvodu