

Uživatelská příručka

***Softwarový nástroj pro zjednodušené
vyhodnocení ENB a monitoring (M&T)***

Název publikace

Uživatelská příručka

Softwarový nástroj pro zjednodušené vyhodnocení ENB a monitoring (M&T)

Zpracovatelský tým:

ENVIROS, s.r.o.

Petr Sopoliga

Bc. Lucie Kochová

Ing. Pavel Sitný

Ing. Jiří Spitz

Adresa klienta:

**Ministerstvo průmyslu a obchodu
Na Františku 32
110 15 Praha 1**

Telefon: 224 851 111

Fax : 224 853 376

E-mail: efekt@mpo.cz

**„Softwarový nástroj byl zpracován za podpory státního
programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných
zdrojů energie
pro rok 2008– část A – PROGRAM EFEKT“**

č. rozhodnutí: 70/2008

Publikace je určena pro cílovou skupinu:

- ⇒ Vlastníků a provozovatelů budov
- ⇒ Široká veřejnost, státní správa
- ⇒ Auditoři & projektanti
- ⇒ Odborníci z oblasti životního prostředí

OBSAH

1	ÚVODEM	4
2	SOUHR LEGISLATIVY	5
3	VÝPOČET ENB	7
3.1	Zadání stavby	7
3.2	Zadání vytápění a přípravy teplé vody	8
3.3	Zadání solárních zdrojů	9
4	MONITORING (A TARGETING)	10
4.1	Proč používat nástroj M&T	10
4.2	Jak M&T funguje	10
4.3	Jak používat nástroj M&T	10
4.3.1	Fáze I.	11
4.3.2	Fáze II.	11
4.3.3	Pokyny pro používání nástroje M&T	11
4.4	M&T krok za krokem	12
4.4.1	Fáze I: Odhad potenciálu úspor	12
4.4.2	Fáze II: Vedení systému energetického řízení	14
5	POUŽITÉ PODKLADY	16

1 ÚVODEM

Cílem softwarového nástroje je poskytnout možnost k snadnému určení energetické náročnosti jednoduchých (jednozónových) budov a nástroj pro řízení spotřeby energie v budově.

Nástroj je naprogramovaný v prostředí Microsoft Excel. SW umožňuje orientační zhodnocení pomocí základních údajů o budově. Nástroj nabízí posouzení jednotlivých oblastí spotřeby energie (vytápění, ohřev teplé vody apod.). Tato uživatelská příručka se snaží přiblížit základy problematiky energetické náročnosti budov a vysvětlit použité pojmy, aby mohli nástroj s úspěchem použít i laici.

Určení nástroje odborné i neodborné veřejnosti je také uzpůsobena struktura a variabilita vstupních údajů, takže je možné i s minimem technických informací získat alespoň orientační výstupy a naopak, při podrobnějších podkladech nástroj předkládá relevantnější analýzu energetického hospodářství dané budovy. Pro tento účel nástroj obsahuje seznamy s předdefinovanými typickými konstrukcemi a jejich parametry.

Další modul obsahuje základní nástroj pro monitoring a řízení spotřeby energie v budově, především na vytápění. Základem řízení je evidence a vyhodnocování naměřené spotřeby energie doplněná analýzou naměřených dat a rámcovým odhadem potenciálu úspor energie. V dalším postupu je pak umožněno navrhnout a vyhodnocovat úsporná opatření. Doufáme, že tento nástroj přispěje k zamezení plýtvání s energií v budovách a tedy k úsporám na nákladech za energii.

Doporučujeme vám, abyste si, dříve než začnete pracovat s nástrojem M&T, přečetli teoretickou část. Práce s jednotlivými listy bude spojena s odkazy na relevantní části tohoto textu v SW.

2 SOUHR LEGISLATIVY

V rámci Evropského společenství je jednou z hlavních priorit úspora energie a snížení energetické náročnosti budov. Komplexní přístup ke snížení spotřeby energie na vytápění pomocí dostupných technologií a aplikovaných postupů s využitím obnovitelných zdrojů energie, dále jen „OZE“, je hlavní prioritou nejen z hlediska energetiky, ale i z hlediska sociálních dopadů na obyvatele Evropských států.

Závazky členských zemích EU v oblasti úspory energie vyplývají z přijatých dokumentů, které rámcově určují rozsah a dopad pro oblasti úspor energie:

- ⇒ konečné užití energie a jeho efektivita,
- ⇒ energetická účinnost budov,
- ⇒ eco-design a použití výrobků,
- ⇒ štítkování spotřebičů,
- ⇒ kombinovaná výroba tepla a elektřiny.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov je základním prováděcím dokumentem řešícím úspory energie v budovách. Směrnice vychází z požadavků Kjótského protokolu (pozn. Kjótský protokol je protokol k Rámcové úmluvě OSN o klimatických změnách a průmyslové země se v něm zavázaly snížit emise skleníkových plynů). Požadavek směrnice 2002/91/EC je zaměřen na stanovení minimálních požadavků na energetickou náročnost nových a renovovaných budov.

V České republice je cesta za snižováním energetické náročnosti budov, která zatím vrcholí v souladu s EU implementací směrnice 2002/91/ES, dlouhá již několik desítek let.

V druhé polovině 20. století došlo k postupnému vývoji požadavků na stavební prvky, konstrukce a stanovení maximální spotřeby tepla na vytápění. Důvodem k zavedení přísnějších požadavků na energetickou náročnost budov vyvstalo v závislosti na ropných krizích a citelnému zdražení energie v západní Evropě 70. a 80. letech 20. století.

Poslední zpřísnění požadavků na energetickou náročnost budov na evropském kontinentě přichází na konci 20. respektive na počátku 21. století. Zpřísnění požadavků na stavební konstrukce a snaha o sjednocení koeficientů je toho zřejmým důkazem. Např. v České republice do října 2002 byly požadavky na výplně otvorů stanoveny pro součinitel prostupu tepla a na ostatní konstrukce pro tepelný odpor. Od listopadu 2002 došlo ke sjednocení a současné požadavky jsou udávány v jednotkách součinitele prostupu tepla. Přepočty z tepelných odporů na součinitel prostupu tepla provedeny s tehdy platnými součiniteli přestupu tepla (resp. Tepelný odpor při přestupu tepla).

Tab. 1 Vývoj požadavků na součinitel prostupu tepla U

Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Výstavba od června 1964	Výstavba od ledna 1979	Výstavba od května 1994	Výstavba od listopadu 2002	Nová výstavba a renovace po roce 2006
Otvorové výplně		3,70	2,90	1,80	1,70
Vnější stěna	1,467	0,894	0,461	0,380	0,380
Podlaha	1,369	1,091	1,034	0,600	0,450
Střecha	0,900	0,508	0,316	0,300	0,240

Pozn.: Voleny srovnatelné konstrukce, např. je uvažována těžká vnější stěna, podlaha na terénu, plochá střecha, svislé vnější okno. Požadavky platí pro venkovní teplotu -15 °C.

V roce 2005 byly zpracovány podklady pro implementaci Směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov do České legislativy. Na základě těchto podkladů došlo k vydání zákona č. 177/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií.

S implementací směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov přichází rozšíření oblasti hodnocení spotřeby energie v budovách. Kromě požadavků na stavební konstrukce a vytápění budou podle nové metodiky hodnocení energetické náročnosti budov zohledněny i další oblasti spotřeby energie jako je příprava teplé vody, osvětlení a pomocná energie (dále chlazení, mechanické větrání, klimatizace). Tyto oblasti se nehodnotí každá odděleně, ale jedná se o hodnocení celku se zohledněním vlivů synergického efektu. Hodnotícím kritériem budovy je tedy její celková roční dodaná energie.

V roce 2006-7 došlo ke zpracování metodiky a vypracování a vydání nové vyhlášky č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov.

Přístup a metodika hodnocení uvedená v nové vyhlášce se diametrálně liší od dosavadních postupů hodnocení energetické náročnosti budov. Hodnotí se celková náročnost budovy bilančním výpočtem za standardizovaného užívání budovy, ale i dílčí energetická náročnost v následujících oblastech spotřeby energie v budově:

- ⇒ vytápění – energetická náročnost výroby, distribuce a regulace energie na vytápění, tepelně-izolační vlastnosti obálky budovy;
- ⇒ mechanické větrání se zvlhčováním – energetická náročnost a regulace nuceného přívodu, odtahu, příp. zvlhčování vzduchu v budově;
- ⇒ chlazení – energetická náročnost přípravy chladu, distribuce a regulace chladu v budově;
- ⇒ příprava teplé vody – efektivnost systému ohřevu, distribuce a regulace výtoku teplé vody;
- ⇒ osvětlení – energetická náročnost a regulace systému osvětlení v budově.

Součástí hodnocení je návrh energeticky úsporných opatření pro snížení energetické náročnosti budov a pro nové budovy s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m² musí být provedeno i technické, ekonomické a ekologické posouzení proveditelnosti alternativních systémů dodávky energie v budově, jako např. využití tepelných čerpadel, solární energie nebo kogeneračních jednotek.

Vypočtené hodnoty celkové roční dodané energie do budovy, resp. měrné roční spotřeby energie pak jsou porovnány s následující tabulkou z vyhlášky 148/2007 Sb. a zařazeny do tříd energetické náročnosti. Budova vyhoví požadavkům na energetickou náročnost pokud se zařadí nejhůře do třídy C.

Tab. 2 Třídy energetické náročnosti různých druhů budov

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 - 142	143 – 191	192 - 240	241 - 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 - 82	83 - 120	121 – 162	163 - 205	206 - 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 - 200	201 - 294	295 – 389	390 - 488	489 - 590	> 590
Administrativní	< 62	62 - 123	124 - 179	180 – 236	237 - 293	294 - 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 - 210	211 - 310	311 – 415	416 - 520	521 - 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 - 89	90 - 130	131 – 174	175 - 220	221 - 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 - 102	103 - 145	146 – 194	195 - 245	246 - 297	> 297
Obchodní	< 67	67 - 121	122-183	184 – 241	242 - 300	301 - 362	> 362

Z hlediska energetické náročnosti budov můžeme objekty (především obytné, případně administrativní) ještě rozdělit do obecně definovaných skupin.

Tab. 3 Benchmarky energetické náročnosti různých typů budov

Typ budovy	Vytápění	Celková spotřeba
	kWh/(m ² .rok)	kWh/(m ² .rok)
Pasivní	15	42
Nízkoenergetická	50	130
Běžná novostavba (průměr)	115	170
Starší budova (průměr)	221	280

Zdroj: STAVIEL, Srpen 2006

3 VÝPOČET ENB

Nástroj umožňuje hodnocení jednozónových budov, které jsou vytápěny, mají umělé osvětlení a probíhá v nich příprava teplé vody. Nástroj není uzpůsoben pro hodnocení objektů s mechanickým větráním a/nebo klimatizačním zařízením.

Výpočet je možno použít bez omezení pro hodnocení bytových objektů (rodinný dům, bytový dům). Další druhy budov, které lze v nástroji vybrat (Administrativní budova, Vzdělávací budova, Zdravotnické zařízení (lůžkového typu), Zdravotnické zařízení (ambulantního typu)), lze zhodnotit pouze orientačně.

Stacionární jednozónový výpočet je prováděn pro celé topné období (sezónní výpočet potřeby tepla), resp. celý rok (TV a osvětlení). Výpočetní postup je uveden v jednotkách SI a výsledná dodaná energie pro pokrytí dílčích potřeb pro účely vykazování do protokolu a grafické znázornění průkazu energetické náročnosti se udává v GJ/rok (zaokrouhlена na celé jednotky).

V národní metodice výpočtu je stanoveno užití systému vnějších rozměrů, při kterém jsou ztráty energie v místech tepelných mostů a tepelných vazeb z větší části zahrnuty v tepelném toku přilehajících plošných konstrukcí a tedy i chyba vzniklá případným opomenutím či podhodnocením vlivu tepelných mostů a vazeb dosahuje nižších hodnot.

Okrajové podmínky vnitřního prostředí požadované pro danou budovu jsou stanoveny podle požadavků vycházejících z legislativních předpisů a technických norem. Tyto okrajové podmínky pro výpočet byly převzaty ze standardizovaných profilů užívání v NKN. Pro každý typ budovy jsou stanoveny standardizované podmínky užívání, podmínky vnitřního prostředí a venkovního prostředí podle platných národních norem a souvisejících legislativních předpisů a hygienických standardů (např. teplota, osvětlení, vlhkost, výměna vzduchu, větrání).

Zadávání na listu Vstupy ENB probíhají v polích se zeleným pozadím (zadávaná hodnota) a tyrkysovým pozadím (výběr z nabídky). V případě, že je u veličiny napsáno zadejte pokud znáte a necháte pole prázdné, bude použita interní přednastavení hodnota.

3.1 Zadání stavby

Pro výpočet i při nejjednodušším případě je třeba znát rozměry a tvar hodnocené budovy a jejích konstrukcí. Určete tak obestavěný objem budovy, vytápěný objem budovy, celkovou podlahovou plochu a plochy jednotlivých konstrukcí (u průsvitných konstrukcí pro jednotlivé orientace ke světovým stranám).

Pokud neznáte součinitele prostupu tepla konstrukcí, lze využít předdefinovaných konstrukcí podle období jejich vybudování. Při zadání vlastních konstrukcí a jejich součinitelů prostupu tepla je třeba zadat i činitele teplotní redukce podle Tab. 4 a hodnoty celkové propustnosti slunečního záření podle Tab 5.

Tab. 4 Činitelé teplotní redukce

Výplně otvorů (okna)	b_o	1,15
Střechy nad vytápěným prostorem a obvodové zdi	b_s	1
Konstrukce oddělující nevytápěný prostor	b_s, b_n	podle tabulky
Nevytápěný prostor		$b_s, b_n (-)$
Půda - netěsná krytina		0,83
- těsná krytina, bez tepelné izolace		0,74
- těsná krytina s tepelnou izolací		0,57
Místnosti sousedící		
- převážně s vytápěnými místnostmi, např. vnitřní chodby apod.		0,14
- z části s vytápěnými místnostmi a z části s venkovním prostředím		
- bez venkovních dveří		0,40
- s venkovními dveřmi; také vnitřní schodiště ¹⁾		0,57

Sklepy a jiné suterénní nevytápěné místnosti	
- zcela pod terénem	0,43
- částečně nad terénem - nevětrané	0,49
- větrané	0,57
Zřídka vytápěné místnosti - ve stejné budově	0,14
- v sousední budově	0,29
¹⁾ V budově o více než 5 podlažích se uvažuje u vnitřního schodiště hodnota	0,49
Konstrukce přilehlé k zemině	b_z (-)
Pod podlahou	0,40
U svislé stěny - do hloubky 1 m	0,66
- v hloubce 1 až 2 m	0,57
- v hloubce 2 až 3 m	0,49
- v hloubce přes 3 m	0,40

Tab. 5 Typické hodnoty celkové propustnosti slunečního záření pro obvyklé druhy zasklení

Druh zasklení	g_L
Jednoduché zasklení	0,85
Číré dvojsklo	0,75
Dvojsklo se selektivní vrstvou	0,67
Trojsklo	0,7
Trojsklo se dvěma selektivními vrstvami	0,5
Dvojité okno	0,75

3.2 Zadání vytápění a přípravy teplé vody

Energetické systémy jsou charakterizovány pomocí účinnosti vyjadřujících výrobu, distribuci a předání energie v konečném místě potřeby v rámci daných energetických systémů. Účinnost η dané části energetického systému vytápění v tomto smyslu vyjadřuje nevyužitelnou energii, která se ovšem neprojeví do výsledné energetické bilance budovy v podobě (např. v podobě tepelných zisků). Při výpočtu dodané energie na vytápění a přípravu teplé vody je třeba znát zdroj energie (kotel, tepelné čerpadlo, ...), rozsah rozvodů, typ soustavy (otopných těles), elektrický příkon oběhových (resp. cirkulačních) čerpadel a množství teplé vody, která se v budově za rok spotřebuje (pokud není měřeno, lze orientačně zjistit podle tabulky 7).

Účinnost emise (sdílení tepla, v místě spotřeby) určete podle druhu koncového zařízení a jeho technického stavu (obvykle v rozmezí od 0,70 - 0,95).

Účinnost distribučního systému určete podle rozsahu systému a jeho technického stavu (u přípravy teplé vody lze stanovit v rozmezí 0,20 – 0,50).

Účinnost klasického zdroje (kotle) lze určit orientačně z tabulky 6. Pokud je zdrojem tepelné čerpadlo, lze ho definovat třemi základními parametry (tepelný zdroj - teplota primárního média, typ pohonu čerpadla a teplotní úroveň potřeby tepla).

Tab. 6 Průměrná roční účinnost zdrojů tepla na vytápění a/nebo ohřev teplé vody

Palivo (- druh kotle)	η_{gen}
Koks - klasický kotel	0,55 - 0,70
Černé uhlí - klasický kotel	0,45 - 0,65
Hnědé uhlí - klasický kotel	0,40 - 0,60
Brikety - klasický kotel	0,50 - 0,68
Automatický kotel na uhlí	0,65 - 0,80
LTO	0,62 - 0,82
TTO	0,81 - 0,86
Zemní plyn, PB - klasický kotel	0,85 - 0,93
Zemní plyn, PB - kondenzační kotel	0,95 - 1,03
Elektřina - akumulace	0,93 - 0,97
Elektřina - přímotopy	0,95 - 0,99
Dřevo - klasický kotel	0,45 - 0,70
Dřevo - zplyňovací kotel	0,70 - 0,80
Pelety	0,75 - 0,95
Centrální zásobování teplem	0,98 - 1,00

Tab. 7 Průměrné množství TUV a tepla pro její přípravu

Druh objektu	Měrná jednotka	Činnost	Spotřeba V_{2P}	Součinitel současnosti s
			$m^3 \cdot per^{-1}$	
Stavby pro bydlení	1 osoba	umývání	0,082	do 35 osob = 1,0
		vaření		až 1000 os. = 0,2
		úklid		
Stavby - dočasné ubytování				
internáty	1 osoba	sprchy	0,06	internát = 1,0
svobodárny	1 osoba	umývání		svobodárna = 0,6
hotely	1 osoba	vany	0,1	hotel do 50 lůžek=1,0
				přes 50 lůžek = 0,8
	100 m ²	úklid	0,02	úklid = 1,0
Školy	1 žák	umývání	0,02	podle vybavení 0,2 -1,0
	100 m ²	úklid	0,02	úklid = 1,0
Zdravotnictví				
Polikliniky	1 vyšetřený	umývání vč. personálu	0,02	1,0
Nemocnice	1 lůžko	umývání	ležící 0,02	mytí = 1,0
	1 lůžko	umývání + sprcha	chodící 0,05	mytí + 1 sprcha = 1,0
	1 lůžko	umývání vč. personálu	0,25	komplexní činnost = 1,0*
Domov důchodců	1 lůžko	umývání vč. personálu	0,2	komplexní činnost = 1,0
Ozdravovny	1 lůžko	umývání vč. personálu	0,1	komplexní činnost = 1,0
Kojenecké ústavy	1 dítě	umývání vč. personálu	0,125	komplexní činnost = 1,0
Jesle, dětské domovy	1 dítě	umývání vč. personálu	0,07	komplexní činnost = 1,0
	100 m ²	úklid	0,02	úklid = 1,2 - 1,5
Očistné lázně	1 osoba	2x sprcha + vana	0,16	1,0
	100 m ²	úklid	0,02	úklid = 1,2
Vaření a mytí nádobí				
jen výdej	1 jídlo	mytí jídelního nádobí	0,001 - 80°C	bez myčky nádobí = 1,0
				s myčkou nádobí = 0,5
malý sortiment jídel	1 jídlo	mytí varného a jídelního nádobí	0,0015 - 80°C	bez myčky nádobí = 1,0
příprava a výdej				s myčkou nádobí = 0,7
restaurační provoz	1 jídlo		0,002 - 80°C	s myčkou nádobí = 0,8
	100 m ²	úklid		úklid = 1,0
Sociální zařízení podniků a sportovních zařízení	1 os/sm	umyvadla	0,02	1,0
	1 os/sm	sprchy	0,04	1,0
	100 m ²	úklid	0,02	úklid = 1,0

3.3 Zadání solárních zdrojů

SW poskytuje jen základní jednoduché posouzení OZE ze sluneční energie - fototermických a fotovoltaických panelů. Pro zadání vstupů je třeba znát efektivní plochu panelů, jejich orientaci a sklon a účinnost daného systému (pro fotovoltaické panely lze určit z tabulky 8).

Tab. 8 Průměrná účinnost fotovoltaických článků

Typ PV článku	Účinnost F_{pv}
Monokrystalický	0,12 - 0,18
Polykrystalický	0,11 - 0,15
Tenkovrstvý	0,14
MIS	0,15
PN sloučeniny	0,10 - 0,20

4 MONITORING (A TARGETING)

4.1 Proč používat nástroj M&T

Zvládněte své hospodaření s penězi

Tento nástroj monitoringu a targetingu je především zaměřen na řízení energetické účinnosti svépomocí v budovách. Zaměřuje se na častý problém, který zná mnoho vlastníků a provozovatelů: nedostatečnou kontrolu energetických nákladů v bytových i nebytových domech.

Nepokládejte spotřebu energie za neměnný náklad, nad nímž nemáte kontrolu. Začněme tím, že zvýšíte hodnotu své práce a ve své budově prozkoumáte možnosti energetického řízení a pomocí nástroje monitoringu a targetingu (M&T) prosadíte jeho implementaci.

Nástroj M&T umožňuje:

- ⇒ Ukázat trendy spotřeby a nákladů na energii v minulosti
- ⇒ Odhadnout potenciál úspor v budovách
- ⇒ Stanovit výkonnostní cíle pro programy energetického řízení (a určit využití energie v budoucnosti, např. při plánování zvýšeného objemu výroby)
- ⇒ Nalézt oblasti, kde se energie nevyužívá efektivně, poznat příčiny těchto ztrát a navrhnout a monitorovat opatření k úsporám energie

4.2 Jak M&T funguje

Základním principem metody M&T je sledovat skutečnou účinnost využívání energie monitorová-ním spotřeby energie a faktorů, které ji ovlivňují (např. teplota prostředí) a pomocí regresní analýzy poznat jejich závislost.

Tento nástroj provádí regresní analýzu automaticky. Tato vypočtená závislost se v rámci metody M&T nazývá „cílová hodnota“ („target“). Princip práce s nástrojem M&T spočívá v nalezení a analyzování odchylek mezi skutečnou výkonností a cílovou hodnotou. To vede k poznání příčin energetických ztrát a umožní navržení opatření k úsporám energie. Po implementaci energeticky úsporného opatření odchylky mezi skutečnou výkonností a cílovou hodnotou ukážou jeho současnou účinnost.

Implementace nástroje M&T zahrnuje tyto kroky:

- 1) Změřit spotřebu energie a všechny zásadní faktory, které ji ovlivňují
- 2) Vypočítat energetickou účinnost
- 3) Porovnat skutečnou energetickou účinnost s předpokládanými cílovými hodnotami
- 4) Informovat o výsledcích jednotlivé pracovníky nebo pracovní týmy v podniku, kteří/které na ně mohou zareagovat
- 5) Podniknout kroky k řízení energetické účinnosti

4.3 Jak používat nástroj M&T

Nástroj M&T umožňuje uživatelům naučit se a pochopit základy techniky M&T a prosadit ho v rámci specifické oblasti. Základní oblastí, kde se zavedení nástroje M&T v budovách nabízí, je vytápění prostoru budov. Lze však rovněž vybrat jakoukoli jinou oblast, kde se využívá energie. Ve vybrané oblasti odhadem stanovíte potenciál energetických úspor (FÁZE 1) a ověřujete, jak M&T funguje v praxi (FÁZE II).

Nástroj M&T provádí uživatele interaktivně dvěma fázemi M&T metody.

4.3.1 Fáze I.

Fáze I. vysvětluje princip M&T, pomáhá uživateli vyhodnotit svou současnou úroveň kontroly energetické účinnosti a pomáhá připravit jednoduchý případ zavedení M&T.

Váš vstup:

- a) účty vaší budovy za energii (za vytápění, nejlépe za poslední tři roky)
- b) údaje o faktorech, ovlivňujících spotřebu energie (u vytápění venkovní teplota, resp. denostupně) za stejné období, jako jsou účty za energii

Výstup vašeho podniku:

- ⇒ vizuální znázornění trendů ve spotřebě energie a nákladech v minulosti
- ⇒ proveditelnost zavedení M&T ve vybraných oblastech (vyčíslení potenciálu úspor a nákladů na zavedení M&T)

Interní výstup: Stanovení základních cílů pro implementaci M&T ve vybraných oblastech ve Fázi II

4.3.2 Fáze II.

Fáze II. umožňuje implementovat systém M&T v oblasti vybrané ve Fázi I. (Vytápění)

Váš vstup:

- a) týdenní údaje o spotřebě energie ve vybrané oblasti (vytápění)
- b) týdenní údaje o faktorech ovlivňujících spotřebu energie ve vybrané oblasti (u vytápění denostupně)

Výstup vašeho podniku:

- ⇒ zjištění oblastí a časových období, kdy dochází ke ztrátě energie
- ⇒ poznání příčin zjištěných ztrát
- ⇒ navržení energeticky úsporných opatření
- ⇒ vyčíslení přínosů implementovaných energeticky úsporných opatření

Vyhodnocení provedení implementovaného energeticky účinného opatření uzavírá cyklus neustálého zlepšování při použití systému M&T.

4.3.3 Pokyny pro používání nástroje M&T

Uživatelé mohou upravovat všechny buňky se zeleným pozadím. Popis předpokládané vstupní veličiny je možný ve formě interaktivních poznámek, které se zobrazí, když posunete kurzor přes buňky k malému červenému trojúhelníčku v jejich pravém horním rohu.

Upozornění: tento ukázkový nástroj není způsobilý ve složitějších případech sloužit jako podpora kompletního systému M&T. Pro práci kompletního systému M&T je obvykle zapotřebí více oblastí (nákladových středisek), které budou řízeny odděleně. A navíc, ne u všech průmyslových procesů se bude cílová hodnota přibližovat modelu „ $y = mx + c$ “ (jak zjednodušeně uvádí tento nástroj).

4.4 M&T krok za krokem

4.4.1 Fáze I: Odhad potenciálu úspor

1) Měřit

Nemůžete si poradit s tím, co nemůžete změřit. Údaje o spotřebě energie však tvoří pouze polovinu celého případu. Jestliže provozovatel budovy nemá s čím poměřovat spotřebu energie, nemůže určit, zda je její množství velké, průměrné nebo nízké. Měření energetické účinnosti tudíž zahrnuje znalost těch faktorů, které ji ovlivňují, ať už se jedná o úroveň výroby nebo okolní podmínky. Je zapotřebí, aby údaje o spotřebě energie na ně měly vazbu – to je základní princip metody M&T.

Jakákoli práce se systémem M&T musí proto začínat:

- ⇒ Monitorováním spotřeby energie – list Vstupy M&T a (za to samé časové období)
- ⇒ Monitorováním faktoru (faktorů) ovlivňujícího spotřebu energie – list Oblast úspor

2) Zpracovat

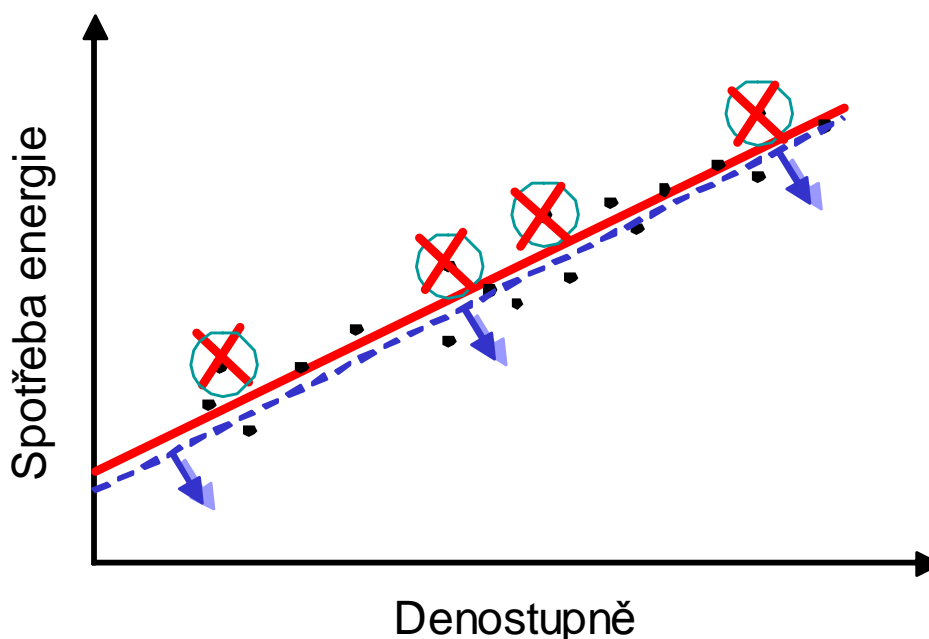
Data sebraná v rámci kroku 1) jsou zpracována pomocí statistické analýzy v rámci kroku 2).

Regresní analýza, propočítaná nástrojem pro Oblast úspor, ukazuje vztah mezi spotřebou energie a faktorem, který ji ovlivňuje (driving factor) – v tomto případě venkovní teplotou, resp. denostupni (na bodovém diagramu vyznačujeme řadu hodnot denostupňů oproti s nimi spojené spotřebě energie).

Předpokládanou potřebu energie na vytápění lze vypočítat ze statisticky vypracovaného vztahu mezi teplotou (denostupni) a spotřebou – tak zvaná „cílová hodnota“ („target“). Vztah mezi denostupni a výrobou je energetická účinnost – hodnota, kterou chceme kontrolovat a zvyšovat. Denostupně pro danou oblast lze nalézt na internetu – tuto informaci poskytují meteorologické ústavy.

Korelace (vzájemný vztah) ukazuje stupeň kolísavosti v energetické účinnosti. Je odvozen od provozních faktorů ovlivňujících energetickou účinnost.

Obrázek 1: Odhad potenciálu energetických úspor se vytvoří velmi jednoduše – všechny hodnoty výkonnosti, které převyšují vypočtený vztah mezi spotřebou energie a denostupni (takzvaný cíl – target), se pokládají za odstranitelné ztráty.



Potenciál energetických úspor je zde uveden velmi jednoduchým způsobem (viz obrázek 1). Všechny hodnoty výkonnosti, které jsou vyšší než je cílová hodnota (vypočtený vztah mezi spotřebou energie a výrobou) jsou považovány za odstranitelné ztráty. Tyto ztráty představují potenciál pro beznákladové úspory, kterých lze dosáhnout lepším provozem současné technologie a / nebo budovy.

Odhad tohoto potenciálu se vztahuje na oblast, kterou zvolíte na prvním listu tabulkového kalkulátoru (Vstupy M&T), především vytápění. Mějte na paměti, že všechny výpočty v rámci celého nástroje (Fáze I a Fáze II) se vztahují k této oblasti.

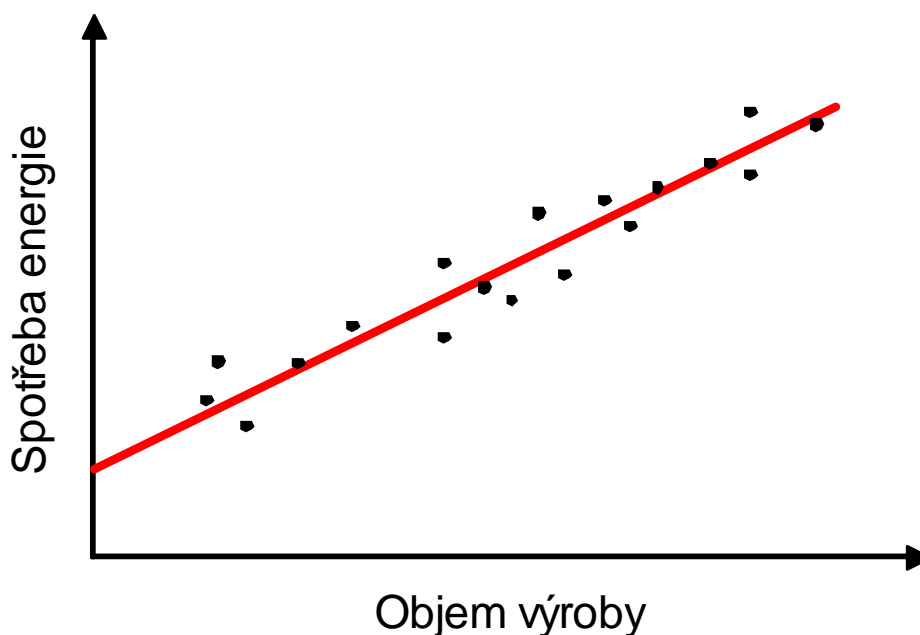
Regresní analýza, vytvořená ve Fázi I, se v rámci nástroje používá pro stanovení základního cíle metody – cílové hodnoty pro usnadnění zkušebního zavádění systému M&T. Pro lepší pochopení části „targeting“ zde předkládáme více teoretických informací týkajících se stanovení cílové hodnoty:

Stanovení cílové hodnoty (target)

Regresní analýza ukazuje vztah mezi spotřebou energie a faktorem, který ji ovlivňuje (driving factor) – v tomto případě např. objemem výroby (na bodovém diagramu zobrazujeme sérii hodnot výroby oproti spotřebě energie s ní spojené)

Pomocí regresní analýzy stanovíme „cílovou hodnotu“ („target“) (červená linka v grafu): cílovou hodnotou v metodě M&T je předpokládaná spotřeba energie v daném procesu, vypočtená ze statisticky vytvořeného poměru mezi výrobou a spotřebou (viz obrázek 2). Tato statistická analýza dat se provádí stejným způsobem jako analýza uvedená v listech Oblast úspor a M&T Oblast.

Obrázek 2: Cíl (červená linka) je statisticky vytvořený poměr mezi faktorem ovlivňujícím využívání energie (v tomto případě objem výroby) a spotřebou energie.



Na grafu lze sledovat tři hlavní rysy zkoumaného procesu:

- ⇒ Úsečka na vertikální ose /intercept/ – zahrnuje spotřebu energie i v případě, kdy se nevyrábí; obvykle se pokládá za základní zatížení systému (při vytápění a přípravě TV, lze intercept považovat za spotřebu energie právě na ohřev TV)

Tato úsečka na vertikální ose může dosáhnout vysokých hodnot z různých důvodů:

- ⇒ Vlastní povaha procesu může vést k vysokému základnímu zatížení, např. vulkanizace pryže a formování, kde je zapotřebí vysokého tepelného příkonu k udržení teploty formovacího stroje.

- ⇒ Porucha v procesu, která vede k vysokému základnímu zatížení, např. porucha oddělovače páry, netěsnosti u vedení stlačeného vzduchu atd.
- ⇒ Úsečka na vertikální ose představuje výkonnost stroje. Odchytky ve výrobě vznikají v důsledku práce stroje na plný výkon, ale s rozdílnou výkonností. Jako příklad může být spotřeba plynu u hořáku sušícího zařízení na horký vzduch, vysoušecí kapacita stroje bude záviset na míře vstupní vlhkosti vysoušeného materiálu.
- ⇒ Rozptýlení bodů – stupeň kolísavosti energetické výkonnosti, který bývá ovlivňován výrobními faktory. Jde o korelaci, která ukazuje stupeň kolísavosti v energetické výkonnosti.

Rozptýlení bodů rovněž může mít řadu příčin:

- ⇒ Výroba není jediným významným faktorem, který ovlivňuje spotřebu energie. Například, při externě umístěném topném tělese procesu je rovněž třeba vzít do úvahy podmínky prostředí. I když nelze znázornit tyto podmínky vzájemného poměru graficky, je možné provést několik regresních analýz, aby se určil poměr mezi spotřebou energie a četnými proměnnými. Pro vypracování mnoha metod regresní analýzy je důležité značné množství referenčních bodů. Při malém souboru dat může být tato metoda nespolehlivá, stejně tak vícečetná regrese by měla být omezena třemi proměnnými.
- ⇒ Všeobecně existuje nedostatek kontroly, velmi pravděpodobně právě zde má činnost pracovníka v provozu významný vliv na spotřebu energie.
- ⇒ Neexistuje vztah mezi výrobou a spotřebou, což je pravděpodobně typické pro mechanické procesy, jako je doprava, řezání, zmenšování velikosti atd. Zde se jedná spíše o poměr mezi energií a dobou provozu příslušného stroje, z toho důvodu lze vytvořit různé formy grafů a použít je pro vypracování cílových hodnot.
- ⇒ Sklon – přímý vztah mezi výrobou a spotřebou, ze sklonu lze vyhodnotit účinnost procesu.

Jak ukazuje obrázek 2, rovnice optimální přímky (best fit line) představuje průměrnou výslednou výkonnost a lze ji použít jako první cílovou hodnotu procesu s tím, že cílem provozu bude zajistit, aby se všechny body na výrobním bodovém diagramu v budoucnosti pohybovaly na přímce cílové hodnoty nebo pod ní. Jde evidentně o dosažitelný cíl, protože vychází ze skutečné výkonnosti, rovněž je to podnětný cíl, protože předpokládá lepší než průměrnou výslednou výkonnost.

Specifika vytápění

Energetické řízení v budovách musí vzít v úvahu hlavní faktor ovlivňující spotřebu energie, obvykle venkovní teplotu (vyjádřenou v denostupních). Podobně jako u technologií však i zde mohou existovat další faktory, které ovlivňují spotřebu energie, jako využívání místností a z toho vyplývající změna požadované vnitřní teploty. Tohoto jednoduchého nástroje M&T lze využít pro analyzování pouze jednoho ovlivňujícího faktoru.

Poznámka: V rámci kroku 2) Kalkulace je třeba nejdříve provést propočet cílové hodnoty (předpokládaná výkonnost). To znamená, že dříve, než dojde na stanovení cílové hodnoty (základního cíle), kroky 1) Měření a 2) Kalkulace se v rámci implementace M&T prolínají. Teprve poté, kdy je stanovena cílová hodnota a lze vypočítat předpokládanou spotřebu energie, může implementace M&T přerůst do kroku 3) Porovnání (zjištění odchylek mezi předpokládanou a skutečnou výkonností). Aby bylo možno začlenit tuto část systému M&T do tohoto nástroje, vypočte se nejdříve cílová hodnota z dat za minulé období (jako výstup ve Fázi I) a tím se umožní snadné vedení systému M&T (v rámci Fáze II).

4.4.2 Fáze II: Vedení systému energetického řízení

Abyste mohli zahájit energetické řízení, bude zapotřebí vyplnit podrobnější (týdenní) data do listů systému M&T Oblast I a M&T Oblast II.

3) Porovnávat

Jakmile jste stanovili cílovou hodnotu, je možné zahájit provádění energetického řízení v dané oblasti a identifikovat a analyzovat odchylky mezi současnou výkonností a cílovou hodnotou.

Software M&T umožňuje vyhodnotit implementovaná opatření k úsporám energie a vypočítat celkové úspory za celé nákladové středisko. To se opět vypracuje pomocí identifikace a analýzy odchylek mezi současnou výkonností a cílovou hodnotou.

4) Komunikovat

Každá odchylka může vést k pochopení příčin nevýkonnosti. Je však třeba o tom informovat ty, kteří energetickou účinnost ovlivňují a procesu rozumí. Při realizaci tohoto zásadního kroku vám pomůže list Manažer.

5) Podniknout kroky

Pochopení příčin odchylek vede k navržení opatření k úsporám energie. Manager vám může pomoci také při této důležité činnosti.

Účinnost každého implementovaného opatření se dá jednoduše vyhodnotit pomocí realizace kroků 1) – 3): Je zapotřebí 1) změřit nová data faktoru ovlivňujícího spotřebu a spotřeby energie, 2) vypočítat předpokládanou spotřebu a 3) porovnat ji s cílovou hodnotou. Pokud v důsledku implementovaných energeticky úsporných opatření bylo úspor dosaženo, zobrazí se to jako odchylka od cílové hodnoty na listu Odchylky a jako čistá úspora nebo ztráta na listu Pokračování.

5 POUŽITÉ PODKLADY

- ⇒ [1] směrnice 2002/91/ES, o energetické náročnosti budov (EPBD)
- ⇒ [2] zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů
- ⇒ [3] vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov
- ⇒ [4] ČSN EN ISO 13790 - Tepelné chování budov - Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění
- ⇒ [5] ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu
- ⇒ [6] ČSN 73 0540-3 - Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování
- ⇒ [7] ČSN 73 0540-2 (2007) - Tepelná ochrana budov - Požadavky
- ⇒ [8] ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody - Navrhování a projektování
- ⇒ [9] Kabele, K., Urban, M., Adamovský, D., Musil, R., Kabrhel M.: Popis metodiky výpočtu hodnocení energetické náročnosti budov podle vyhlášky 148/2007 Sb., <http://vytapani.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4274&h=307>
- ⇒ [10] Kabele, K., Urban, M., Adamovský, D., Musil, R., Kabrhel M.: Výpočetní nástroj pro stanovení energetické náročnosti budov podle vyhlášky 148/2007 Sb., <http://vytapani.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4302&h=307>