



Odporúčania týkajúce sa monitorovania energetickej efektívnosti budov

Sliezská technická univerzita
Gliwice, december 2022

Názov: *Odporúčania týkajúce sa monitorovania energetickej efektívnosti budov*



Odborné spracovanie:
prof. Ing. Andrzej Szlęk, DrSc
Ing. Michał Chabiński, PhD
Ing. Maria Gracka, PhD
Katedra tepelnej techniky
Ślęska technická univerzita

Brožúra pripravená Ślęskou technickou univerzitou v rámci integrovaného projektu LIFE „Ślęsko. Obnovujeme modrú“. Komplexná realizácia programu ochrany ovzdušia pre Ślęzské vojvodstvo je realizovaná s podporou programu LIFE Európskej únie a poľského Národného fondu ochrany životného prostredia a vodného hospodárstva.

LIFE20 IPE/PL/000007 - LIFE-IP AQP-SILESIA-SKY

Za obsah publikácie nesú výlučnú zodpovednosť autori. Informácie uvedené v tejto brožúre nemusia nevyhnutne odrážať stanovisko ani názory Európskej komisie, ktorá nenesie zodpovednosť za dôsledky vyplývajúce z použitia informácií v nej obsiahnutých.

Obsah

1.	Úvod	3
2.	Identifikácia potreby senzorov a charakteristika merania	3
3.	Metodický manuál monitorovania budov	5
3.1.	Poveternostné podmienky	5
3.2.	Komfort v miestnostiach	5
3.3.	Intenzita využívania	5
3.4.	Spotreba elektrickej energie	6
3.5.	Spotreba tepla na vykurovanie.....	6
3.6.	Spotreba plynu v zariadeniach iných ako kotel	6
3.7.	Prenos údajov z merania	7
3.8.	Dĺžka trvania meraní.....	7
4.	Zoznam typov meracích senzorov a ich počet	7
5.	Modernizácia budov	12



Województwo
Śląskie



1. Úvod

Sliezske vojvodstvo ako koordinujúci príjemca realizuje integrovaný projekt LIFE "Sliezske. Obnovujeme modrú". Projektové aktivity sú realizované v spolupráci s viac než 80 partnermi, medzi ktorých patria, okrem iného, aj Sliezska technická univerzita a obce Sliezskeho vojvodstva.

Hlavným cieľom projektu je plynulá a efektívna realizácia Programu ochrany ovzdušia pre Sliezske vojvodstvo, vypracovanie a zavedenie nápravných opatrení, ktorých realizácia povedie k zlepšeniu kvality ovzdušia a tým k obmedzeniu nepriaznivého vplyvu znečistenia na zdravie a životy obyvateľov Sliezskeho vojvodstva.

V rámci projektovej aktivity C.3 realizovanej Sliezkou technickou univerzitou spolu so Sliezkym vojvodstvom majú byť vypracované modely trvalo udržateľného stavebníctva verejných budov. Modely trvalo udržateľného stavebníctva umožnia určiť optimálne organizačné, právne a investičné riešenia zlepšenia energetickej efektívnosti, pričom zároveň predstavujú krok smerom ku klimaticky neutrálnej ekonomike [1].

Pred vypracovaním týchto modelov je potrebné vykonať monitoring systému energetickej efektívnosti, ktorý zahŕňa inštaláciu senzorov a monitorovanie spotreby energie v budove.

V rámci projektu LIFE "Sliezske. Obnovme modrú" sa bude monitorovať energetická efektívnosť 27 objektov kultúry, školstva a administratívy na území Sliezskeho vojvodstva, pričom v 5 budovách sa uskutoční modernizácia zameraná na implementáciu modelov trvalo udržateľného stavebníctva.

Cieľom tejto príručky je analýza monitorovacích činností, ktoré by mali predchádzať realizácii termomodernizačných a rekonštrukčných prác. Opísaný monitoring systému energetickej efektívnosti umožňuje presnú identifikáciu tepelnej charakteristiky budov, čo sa následne premieťa do presnejšieho plánovania investičných a rekonštrukčných opatrení vedúcich k dosiahnutiu tepelného komfortu v miestnostiach [2].

2. Identifikácia potreby senzorov a charakteristika merania

V tabuľke 2.1 je uvedený zoznam navrhovaných senzorov, ktorých inštaláciu sa odporúča vykonať ešte pred plánovanými termomodernizačnými prácami budov [3].

Tab. 2.1 Typ senzora a charakteristika merania

Typ senzora	Charakteristiky merania
senzor vonkajšej teploty	minimálny rozsah merania od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch
senzor rýchlosti vetra	minimálny rozsah merania od 0 m/s do 30 m/s – jednotka merania: m/s; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch
senzor slnečného žiarenia	minimálny spektrálny rozsah od 400 do 1400 nm, minimálny rozsah merania intenzity žiarenia 0 - 1500 W/m ² – jednotka merania W/m ² ; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch;
senzor vnútornej teploty	minimálny rozsah merania od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ - jednotka merania $^{\circ}\text{C}$; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch;
senzor koncentrácie CO ₂ v miestnostiach	minimálny rozsah merania od 0 do 5000 ppm – jednotka merania ppm; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch;
snímač počtu otvorenia dverí a doby otvorenia/zatvorenia	minimálny rozsah údajov: dvere otvorené/dvere zatvorené/čas; meranie v sekundových intervaloch, zapisovanie údajov každú 1 minútu;
elektromer (klimatizácia)	jednotka merania: kWh; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch (činný a jalový výkon);
elektromer (bojlery, ohrievače TÚV a pod.)	jednotka merania: kWh; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch
elektromer na iné zariadenia (výparníky, pece, ventilátory a pod.) – 20 ks -	jednotka merania: kWh; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch (činný a jalový výkon);
hlavný elektromer pre celú budovu	jednotka merania: kWh; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch (činný a jalový výkon);
elektromer elektrickej energie vyrobenej fotovoltaickými panelmi	jednotka merania: kWh; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch;
plynomer (najmä plynové sporáky, ohrievače a pod.)	jednotka merania: m ³ ; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch
merač tepla ústredného kúrenia	meranie prietoku vody (m ³ /h) a teploty vratnej a prívodnej vody vykurovacieho systému ÚK; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch;
merač teplej úžitkovej vody	jednotka merania GJ; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch;
merač tepla vyrábaného solárnymi panelmi	jednotka merania GJ; zapisovanie údajov v jednominútových intervaloch;

3. Metodický manuál monitorovania budov

Spotreba energie na vykurovanie budov závisí od mnohých faktorov, ako je konštrukcia a stav stavebných konštrukcií, intenzita užívania, efektívnosť využívania, poveternostné podmienky a vnútorné tepelné zisky. Presné určenie týchto veličín, najmä v dlhodobopoužívaných budovách, je možné iba meraním. Na posúdenie tepelných parametrov budov je nevyhnutné meranie všetkých uvedených faktorov [4].

3.1. Poveternostné podmienky

Na určenie veľkosti energetických tokov medzi budovou a jej okolím je nevyhnutné merať poveternostné podmienky, ako sú intenzita slnečného žiarenia, teplota vzduchu a rýchlosť vetra. Meranie všetkých týchto parametrov je možné zabezpečiť pomocou meteorologickej stanice.

3.2. Komfort v miestnostiach

Na komfort práce v miestnostiach pôsobí teplota, relatívna vlhkosť vzduchu a koncentrácia oxidu uhličitého. Meranie teploty v miestnostiach je nevyhnutné na overenie, či sa dosahuje požadovaná teplota, alebo či dochádza k nedokurovaniu, prípadne k prekúreniu. Ak sa zistí prekúrenie alebo nedokurovanie, dá sa určiť, o koľko by bola spotreba energie nižšia alebo vyššia pri správnej teplote. Meranie koncentrácie oxidu uhličitého umožňuje podobným spôsobom overiť správne fungovanie ventilácie v miestnostiach. Príliš vysoká koncentrácia oxidu uhličitého poukazuje na nedostatočnú intenzitu vetrania. Vlhkosť sme sa rozhodli vynechať, keďže jej určenie by si vyžadovalo bilancovanie množstva vody, čo je, vzhľadom na akumulácie vlastností stien, spojené s veľkou mierou nepresnosti, a navyše vlhkosť nemá výrazný vplyv na množstvo energie potrebnej na vykurovanie. Vo vnútri každej budovy je potrebné v typických miestnostiach pre danú budovu (v prípade školských budov napr. triedy, telocvične, v administratívnych alebo kultúrnych objektoch napr. kancelárie a často využívané priestory) monitorovať hladinu oxidu uhličitého a teplotu.

Počet vybraných miestností by mal závisieť od kubatúry budovy a charakteru využívania miestností.

3.3. Intenzita využívania

Intenzita využívania budovy je faktor, ktorý sa dá len ťažko jednoznačne definovať, a ešte ťažšie je určiť jeho vplyv na spotrebu energie. Napríklad dĺžka otvorenia dverí ovplyvňuje množstvo vzduchu prúdiaceho do budovy, a tým aj spotrebu tepla potrebného na vetranie, avšak povahu tejto závislosti je prakticky nemožné presne určiť. Podobne aj počet ľudí v budove ovplyvňuje množstvo oxidu uhličitého, ktoré vydychujú, ale každý človek ho emituje iné množstvo podľa svojej hmotnosti a typu práce. Napriek tomu by sa intenzita využívania budovy mala merať, aby bolo možné napríklad určiť možnosti obmedzenia vetrania v obdobiach, keď budova nie je využívaná (napríklad v noci alebo cez víkendy v prípade administratívnych budov). Na určenie intenzity využívania sa navrhuje merať čas otvorenia dverí.

3.4. Spotreba elektrickej energie

Elektrická energia výrazne zvyšuje vnútorné tepelné zisky, takže budova potrebuje menej tepla na vykurovanie. Elektrická energia sa v budovách využíva na osvetlenie a napájanie zariadení, ako sú počítače, tlačiarne, kopírky či bežné spotrebiče v zamestnaneckých kuchynkách a v sociálnych zariadeniach. Elektrická energia sa v týchto zariadeniach mení na teplo, ktoré zostáva v miestnosti, a tým sa znižuje potreba tepla na vykurovanie. V niektorých zariadeniach sa však spotreba elektrickej energie nerovná množstvu tepla, ktoré tieto zariadenia odovzdávajú do ovzdušia. Napríklad klimatizačné jednotky používané v prechodnom období na vykurovanie fungujú ako tepelné čerpadlá a množstvo tepla, ktoré dodajú, je výrazne vyššie než spotreba elektrickej energie potrebnej na ich chod. Na druhej strane, v prípade elektrických ohrievačov vody sa spotrebovaná elektrická energia nemení na teplo v miestnostiach, ale na ohrev teplej vody, ktorá sa po použití odvádza z budovy ako odpadová voda. Okrem toho, ak má budova vlastné zdroje elektrickej energie, napríklad fotovoltické panely, je potrebné určiť množstvo energie, ktoré tieto panely vyrobia. Z tohto dôvodu je v budove nevyhnutné merať všetky toky elektrickej energie, ktoré ju zásobujú, ako aj tie, ktoré sa na teplo celkom nepremieňajú.

3.5. Spotreba tepla na vykurovanie

Teplo na vykurovanie dodávané do vykurovacej sústavy budovy môže pochádzať z mestskej siete diaľkového kúrenia, z plynového kotla, olejového kotla, tepelného čerpadla alebo kotla na tuhé palivá. Keďže cieľom monitoringu je určiť tepelné správanie budovy, a nie určiť zdroj tepla, je potrebné merať množstvo tepla dodávané do budovy. V prípade kotla by sa malo merať množstvo tepla, ktoré kotol vyprodukuje, a nie množstvo spotrebovaného paliva, pretože spotreba paliva závisí nielen od tepelného stavu budovy, ale aj od efektívnosti kotla. Okrem toho si treba uvedomiť, že časť tepla dodaného do budovy sa môže využiť na ohrev teplej vody. Preto je nevyhnutné namontovať merač tepla, ktoré je dodávané do vykurovacej sústavy a tiež merač tepla potrebného na ohrev teplej úžitkovej vody. Okrem toho treba vziať do úvahy, že ak sú v budove namontované solárne tepelné kolektory, časť tepla sa môže získavať aj z týchto zariadení. Hoci solárne kolektory slúžia obyčajne na ohrev teplej úžitkovej vody, ktorej spotreba nepatrí do tepelnej charakteristiky budovy, meranie tepla produkovaného kolektormi je dôležité pre ďalšie úvahy o možnosti využitia tohto tepla aj na vykurovanie.

3.6. Spotreba plynu v zariadeniach iných ako kotol

Plyn spotrebovaný v zariadeniach iných ako kotol (napr. v kuchyni) je zdrojom tepla, ktoré má charakter vnútorného tepelného zisku, a tým znižuje potrebu tepla na vykurovanie. Ide o tepelný zisk, ktorý sa dá len ťažko presne zmerať, pretože veľká časť chemickej energie plynu odchádza z miestnosti vo forme spalín, ktoré vznikajú pri spaľovaní plynu a sú odvádzané prirodzeným vetraním alebo pomocou digestora. Napriek tomu sme sa rozhodli merať spotrebu plynu v takýchto zariadeniach, pretože je lepšie poznať aspoň približnú hodnotu tepelného zisku, než ju nepoznať vôbec. Keďže právne predpisy obmedzujú zásahy do plynovej inštalácie, je možné plánovať odčítanie stavu plynomera pomocou kamery, ktorá dokáže čísla rozpoznať a digitalizovať. Týmto spôsobom možno merať spotrebu plynu bez toho, aby bolo potrebné zasahovať do plynovej inštalácie.

3.7. Prenos údajov z merania

Merania treba vykonávať a automaticky zapisovať tak, aby bol zabezpečený nepretržitý tok dát. Meracie zariadenia musia byť napojené na bezdrôtovú (Wi-Fi) sieť alebo na inú káblovú sieť tak, aby mohli komunikovať so serverom, na ktorom sa údaje ukladajú a archivujú. Z tohto dôvodu môže byť potrebné nainštalovať ďalší router alebo pridať do existujúcej siete zosilňovač Wi-Fi signálu, ak je v priestoroch merania slabý signál. Ak v budove chýba internetové pripojenie, riešením môže byť LTE alebo 5G router, ktorý zabezpečí prenos dát do vonkajšej siete.

3.8. Dĺžka trvania meraní

Odporúča sa monitorovať spotrebu energie počas celého roka (zima, jar, leto, jeseň), aby bolo možné posúdiť tepelné správanie budovy v období vykurovania aj v čase, keď môže byť v prevádzke klimatizácia.

4. Zoznam typov meracích senzorov a ich počet

V tabuľke 4.1 je uvedený príklad odporúčaných typov meracích senzorov a ich počet. V prehľade je uvedený súhrnný počet potrebných elektromerov pre danú budovu (napr. spotreba spôsobená používaním klimatizácií, ohrievačov, mechanického vetrania, celková spotreba v budove a ďalšie meracie zariadenia).

Tabuľka 4.1 Prehľad typov meracích senzorov a ich počet

P. č.	Typ budovy	Plocha, m ²	Typ aktuálneho vykurovacieho systému	Počet meracích prístrojov
1.	Verejná správa	284,45	olejový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO ₂ : 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 5 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1
2	Verejná správa	45000,00	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 10 Senzor CO ₂ : 10 Snímač počtu otvorenia dverí: 3 Elektromer: 12 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1
3	Verejná správa	2911,00	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1

P. č.	Typ budovy	Plocha, m ²	Typ aktuálneho vykurovacieho systému	Počet meracích prístrojov
				Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO ₂ : 3 Snímač počtu otvorenia dverí: 1 Elektromer: 37 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TÚV: 2
4	Verejná správa	650,90	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO ₂ : 3 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 15 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TÚV: 1
5	Verejná správa	405,56	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 2 Senzor CO ₂ : 2 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 1 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TÚV: 1
6	Verejná správa	93,18	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 1 Senzor CO ₂ : 1 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 4 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TÚV: 1
7	Dom kultúry	1765,89	plynový kotol teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO ₂ : 3 Snímač počtu otvorenia dverí: 3 Elektromer: 5 Merač tepla ÚK: 1
8	Kultúrne stredisko	1000,00	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 1

P. č.	Typ budovy	Plocha, m ²	Typ aktuálneho vykurovacieho systému	Počet meracích prístrojov
				Senzor CO ₂ : 1 Snímač počtu otvorenia dverí: 1 Elektromer: 2 Merač tepla ÚK: 2 Merač tepla TUV: 2
9	Kultúrne stredisko	459,37	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 2 Senzor CO ₂ : 2 Snímač počtu otvorenia dverí: 1 Elektromer: 6 Merač tepla ÚK: 2 Merač tepla TUV: 2
10	Dom kultúry	462,00	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO ₂ : 2 Snímač počtu otvorenia dverí: 3 Elektromer: 5 Merač tepla ÚK: 1
11	Multifunkčná budova	1265,00	uhľový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO ₂ : 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 10 Merač tepla ÚK: 1
12	Kultúrne stredisko	1095,00	plynový kotol, fotovoltaické panely	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO ₂ : 3 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 2 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1 Elektromer elektrickej energie vyrobenej fotovoltaickými panelmi 1 Plynomer: 1
13	Školské zariadenie	3157,00	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 5 Senzor CO ₂ : 5

P. č.	Typ budovy	Plocha, m ²	Typ aktuálneho vykurovacieho systému	Počet meracích prístrojov
				Snímač počtu otvorenia dverí: 3 Elektromer: 24 Merač tepla ÚK: 1
14	Materská škola	610,00	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO2: 2 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 2 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1 Plynomer: 1
15	Materská škola	330,01	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 2 Senzor CO2: 2 Snímač počtu otvorenia dverí: 1 Elektromer: 5 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1
16	Školské zariadenie	2301,10	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 6 Senzor CO2: 6 Snímač počtu otvorenia dverí: 1 Elektromer: 2 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1
17	Materská škola	735,02	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO2: 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 7 Merač tepla ÚK: 1 Plynomer: 6
18	Školské zariadenie	2305,7	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 8 Senzor CO2: 8 Snímač počtu otvorenia dverí: 3 Elektromer: 6

P. č.	Typ budovy	Plocha, m ²	Typ aktuálneho vykurovacieho systému	Počet meracích prístrojov
				Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1 Plynomer: 4
19	Školské zariadenie	1967,00	olejový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 7 Senzor CO ₂ : 7 Snímač počtu otvorenia dverí: 3 Elektromer: 19 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1 Plynomer: 2
20	Školské zariadenie	2372,39	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO ₂ : 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 4 Elektromer: 17 Merač tepla ÚK: 1 Plynomer: 1
21	Materská škola	373,00	plynový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO ₂ : 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 1 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1 Plynomer: 2
22	Verejná správa, kultúrne stredisko	984,73	uhľový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO ₂ : 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 5 Elektromer: 5 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1
23	Verejná správa, kultúrne stredisko	11530,00	plynový kotol, fotovoltaické panely	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO ₂ : 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 4

P. č.	Typ budovy	Plocha, m ²	Typ aktuálneho vykurovacieho systému	Počet meracích prístrojov
				Elektromer: 1 Merač tepla ÚK: 2 Merač tepla TUV: 1 Elektromer elektrickej energie vyrobenej fotovoltickými panelmi: 1
24	Verejná správa, kultúrne stredisko	1812,00	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO2: 3 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 4 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1
25	Verejná správa, kultúrne stredisko	904,63	olejový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 4 Senzor CO2: 4 Snímač počtu otvorenia dverí: 4 Elektromer: 6 Merač tepla ÚK: 1
26	Verejná správa, školstvo	809,34	teplo zo siete diaľkového vykurovania	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO2: 3 Snímač počtu otvorenia dverí: 1 Elektromer: 6 Merač tepla ÚK: 1 Merač tepla TUV: 1
27	Verejná správa, kultúrne stredisko	293,00	uhľový kotol	Senzor rýchlosti vetra: 1 Senzor slnečného žiarenia: 1 Senzor vonkajšej teploty: 1 Senzor vnútornej teploty: 3 Senzor CO2: 3 Snímač počtu otvorenia dverí: 2 Elektromer: 4 Merač tepla ÚK: 1

5. Modernizácia budov

Údaje z monitoringu umožňujú oveľa presnejšiu tepelnú identifikáciu budovy, než je to možné pomocou výpočtových metód. Pre monitorované budovy je možné vykonať analýzu viacerých variantov použitia rôznych riešení nových vykurovacích systémov, prispôbených zistenej charakteristike budov, a zároveň umožňujúcich minimalizovať environmentálny dopad budov vyjadrený v emisiách škodlivých látok [5]. Predpokladá sa, že navrhované riešenia by mali byť v súlade s cieľom klimatickej neutrality, ktorú si Európska únia stanovila na rok 2050. Predovšetkým:

- ☐ Pre budovy, ktoré sú zásobované teplom z miestnych uhoľných, olejových alebo plynových kotlov, je odporúčaná výmena zdrojov tepla na také, ktoré spĺňajú požiadavky nulových emisií CO₂. V takom prípade môže byť zdrojom tepla, v závislosti od umiestnenia budovy, tepelné čerpadlo alebo sieť diaľkového vykurovania.
- ☐ Odporúča sa zvážiť realizáciu alebo zlepšenie tepelnej izolácie budov.
- ☐ Odporúča sa preskúmať možnosti zriadenia mechanického vetrania s rekuperáciou tepla.
- ☐ Odporúča sa preskúmať možnosti realizácie alebo rozšírenia vlastných zdrojov tepla, ako sú tepelné kolektory a fotovoltické panely.
- ☐ Odporúča sa analyzovať možnosti inštalácie zásobníkov tepla, ktoré umožňujú čiastočnú nezávislosť potreby energie na vykurovanie od aktuálnych poveternostných podmienok. Týmto spôsobom možno napríklad vyrábať teplo počas dňa, keď fotovoltické panely produkujú elektrickú energiu, ale potreba tepla na vykurovanie je relatívne nízka, a využívať ho v období, keď je potreba tepla vysoká, teda v noci.

Predpokladá sa, že prínosy vyplývajúce z modernizácie vybraných budov budú analyzované z pohľadu samotnej budovy, ale aj z pohľadu národného energetického systému. V prípade zásobníkov tepla môže budova odoberať elektrinu na pohon tepelných čerpadiel v čase prebytku energie v sieti, akumulovať teplo v zásobníkoch a následne ho využívať v obdobiach nedostatku energie v sieti. Týmto spôsobom zásobník tepla v budove priaznivo vplýva na národný energetický systém, keďže znižuje potrebu oveľa nákladnejšieho skladovania elektrickej energie.

Bibliografia

1. Ziębik A, Stanek W a Szega M, *Energetická a ekologická efektivnost'. Metodická příručka v oblasti termodynamických a termoeologických analýz*, 2022, Sliezská technická univerzita, ISBN 978-83-7880-791-9
2. Pérez-Lombard L, Ortiz J, Pout C, *A review on buildings energy consumption information*, 2008, Energy and Buildings, V40 (3), p. 394-398
3. Petri I, Li H, Rezgui Y, Chunfeng Y, Yuce B, Jayan B, *A modular optimisation model for reducing energy consumption in large scale building facilities*, 2014, Renewable and Sustainable Energy Reviews, V38, p. 990-1002
4. Gielen D, Boshell F, Saygin D, Bazilian M. D, Wagner N, Gorini R, *The role of renewable energy in the global energy transformation*, Energy Strategy Reviews, 2019, V24, p. 38-50
5. Ringel G, Guedi Capeluto I, *An energetic profile for greener buildings*, 2020, Sustainable Cities and Society, V61, 102171

