

Office Centre Fenix

Porovnání spotřeby energie na
vytápění v otopných obdobích říjen
2016 – únor 2019

Miroslav Urban

22.3.2019

OBSAH

1	POROVNÁNÍ OTOPNÉHO OBDOBÍ	3
2	KLIMATICKÉ PODMÍNKY	3
3	DÍLČÍ SPOTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ.....	5
3.1	Nastavení systému vytápění	5
3.2	Spotřeba energie na vytápění.....	5
4	ZÁVĚR.....	9

Tiráž:

Office Cetre Fenix - Porovnání spotřeby energie na vytápění v otopných obdobích říjen 2016 – únor 2019

Miroslav Urban | miroslav.urban@cvut.cz |

22.3.2019

České vysoké učení technické v Praze

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

Třinecká 1024 | 273 43 Buštěhrad | www.uceeb.cz

1 Porovnání otopného období

Předmětem této dílčí je porovnání uplynulých otopných období z pohledu dílčí spotřeby energie na vytápění. Pro přehled jsou porovnány následující otopné období:

- 2016/2017 (říjen – únor)
- 2017/2018 (říjen – únor)
- 2018/2019 (říjen – únor)

Je provedeno porovnání

- klimatických parametrů, které výrazně ovlivňují spotřebu energie na vytápění (teplota venkovního vzduchu, intenzita ozáření)
- spotřeby energie na vytápění v závislosti na klimatických parametrech.

2 Klimatické podmínky

Pro porovnání jednotlivých období je nezbytné nejprve shrnout hlavní klimatické parametry ovlivňující spotřebu energie v budově – venkovní teplotu vzduchu, intenzitu ozáření. Z následujících informací je patrné že:

- Nejchladnějším otopným obdobím, a to jak z pohledu průměrné teploty venkovního vzduchu za říjen - únor, tak z pohledu solárního ozáření bylo otopné období 2016/2017 s průměrnou teplotou 1,1 °C.
- Následující dvě otopné období (říjen – únor) mají obdobnou průměrnou teplotu 2,1°C (2017/2018), resp. 2,8 °C (2018/2019).

Vzhledem k tomu, že okrajový měsíc říjen vnáší do porovnání vliv poměrně výrazného výkyvu teplot (chladný říjen 2016 v porovnání s naopak velmi teplým říjnem 2018 s výrazně vyšším podílem solárního ozáření), je vhodné porovnat průměrné teploty za měsíce listopad – únor. V tomto případě platí že:

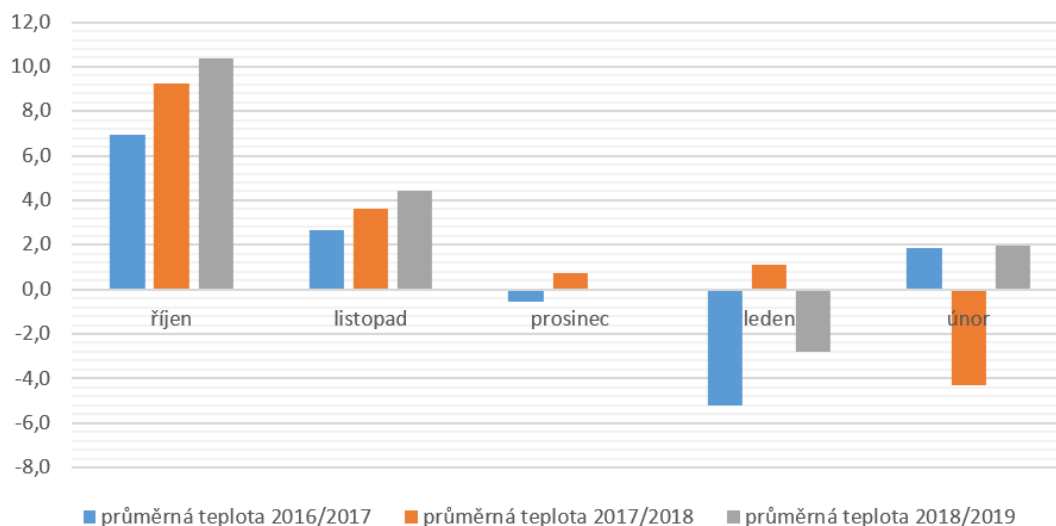
- Nejchladnějším otopným obdobím je otopné období 2016/2017 s průměrnou teplotou za listopad – únor -0,3°C a nejteplejším otopným obdobím 2018/2019 s průměrnou teplotou venkovního vzduchu za listopad – únor +0,9°C.

Z pohledu průměrné venkovní teploty vzduchu jsou si pak velmi podobné měsíce:

- Měsíc prosinec pro všechna tři otopná období.
- Měsíc leden pro období 2016/2017 a 2018/2019 a měsíc únor v období 2017/2018. Nicméně měsíc únor se výrazně odlišuje ve smyslu solárního ozáření (více slunečný měsíc, než leden)

Tab.1 Průměrné hodnoty teploty venkovního vzduchu

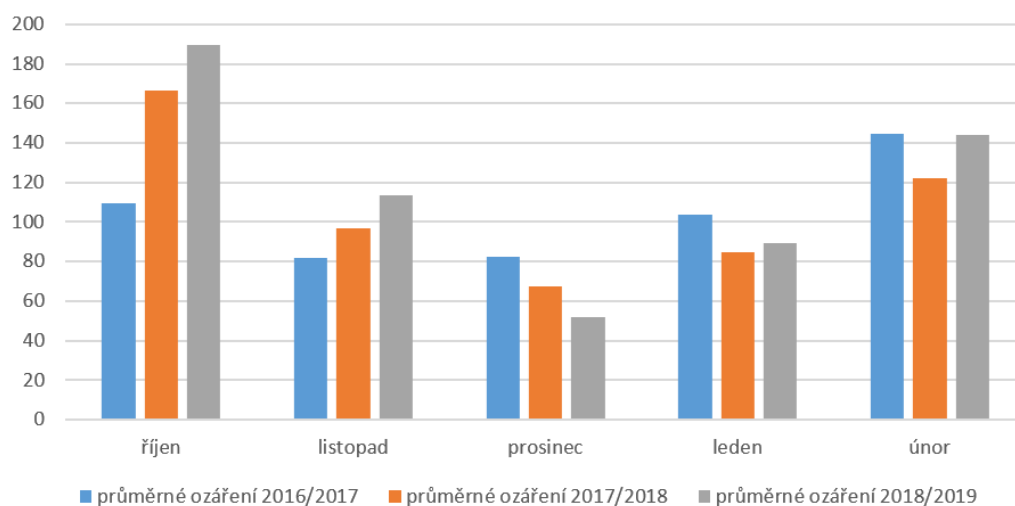
	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	průměr (říjen- únor)	průměr (listopad -únor)
průměrná teplota 2016/2017 [°C]	7,0	2,7	-0,6	-5,2	1,8	1,1	-0,3
průměrná teplota 2017/2018 [°C]	9,2	3,6	0,7	1,1	-4,3	2,1	0,3
průměrná teplota 2018/2019 [°C]	10,4	4,4	0,0	-2,8	1,9	2,8	0,9



Obr.1 Průměrné hodnoty teploty venkovního vzduchu (°C)

Tab.2 Průměrné hodnoty solárního ozáření

	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	průměr (říjen-únor)	průměr (listopad-únor)
průměrné ozáření 2016/2017 [W/m ²]	109,7	81,6	82,5	103,6	144,8	104,4	103,1
průměrné ozáření 2017/2018 [W/m ²]	166,3	96,7	67,7	84,5	122,1	107,4	92,7
průměrné ozáření 2018/2019 [W/m ²]	189,3	113,6	51,8	89,4	143,9	117,6	99,7



Obr.2 Průměrné hodnoty solárního ozáření ve W/m²

3 Dílčí spotřeba energie na vytápění

V případě dílčí spotřeby energie na vytápění se do celkové bilance za otopné období promítly změny, které souvisí s provozním nastavením systému vytápění z pohledu útlumu v pracovních dnech mimo pracovní dobu.

3.1 Nastavení systému vytápění

2016/2017 (říjen – únor):

- bez režimu útlumu v pracovních dnech, vytápění probíhalo na žádanou teplotu 21°C
- přes vánoční svátky a Nový rok nastavený útlum na žádanou teplotu vzduchu cca 15-16°C.

2017/2018 (říjen – únor):

- v pracovních dnech bez nočního útlumu, o víkendu celodenní útlum do 14.1.2018,
- zkoušeny různé útlumové režimy v pracovních dnech v období 14.1.2018 – 10.2.2018,
- od 10. 2. 2018 nastaven režim nočního útlumu o 2°C v pracovních dnech (17:00 – 3:00), víkend režim celodenního útlumu o 2°C,
- přes vánoční svátky a Nový rok nastavený útlum na žádanou teplotu vzduchu cca 15-16°C.

2018/2019 (říjen – únor)

- po celé otopné období nastaven režim nočního útlumu o 2°C v pracovních dnech (17:00 – 3:00), víkend režim celodenního útlumu o 2°C,
- přes vánoční svátky a Nový rok nastavený útlum na žádanou teplotu vzduchu cca 15-16°C.

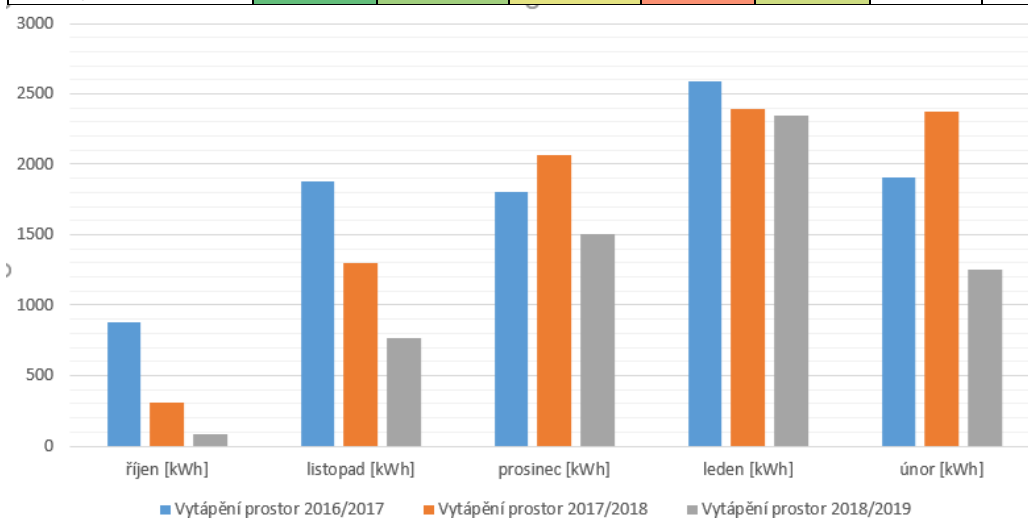
3.2 Spotřeba energie na vytápění

Celková potřeba energie na vytápění je pro jednotlivá období a časové úseky shrnuta níže. Obecně z naměřených hodnot vyplývá:

- Spotřeba energie na vytápění je v otopném období 2018/2019 nižší, než v předchozích obdobích. Rozdíl oproti první sezóně je pro měsíc říjen – únor 34 %, pro měsíce listopad – únor 28 %.
- Otopné sezóny 2016/2017 a 2017/2018 mají velmi podobnou spotřebu energie s tím, že provozní nastavení objektu, vyjma měsíce únor 2017/2018 bylo prakticky identické.

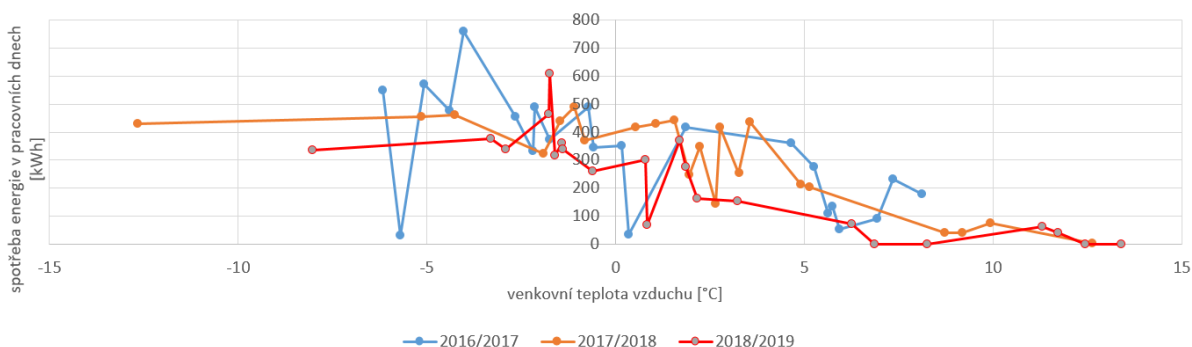
Tab.3 Spotřeba energie na vytápění pro jednotlivá období

	říjen [kWh]	listopad [kWh]	prosinec [kWh]	leden [kWh]	únor [kWh]	Celkem (říjen-únor)	Rozdíl	Celkem (listopad - únor)	Rozdíl
Vytápění prostor 2016/2017	883	1877	1802	2587	1905	9054	0%	8171	0%
Vytápění prostor 2017/2018	309	1302	2061	2394	2374	8440	7%	8131	0%
Vytápění prostor 2018/2019	82	767	1509	2347	1256	5961	34%	5879	28%



Obr.3 Spotřeba energie na vytápění pro jednotlivé měsíce a otopné období

Pokud se porovná pouze spotřeba energie na vytápění za pracovní týden v závislosti na průměrné venkovní teplotě v daném pracovním týdnu, je z grafu zřejmé, že spotřeba energie na vytápění v sezóně 2018/2019 je vždy nižší než v předešlých otopných sezónách, viz následující graf.



Obr.4 Spotřeba energie na vytápění v pracovním týdnu v závislosti na průměrné teplotě venkovního vzduchu v pracovním týdnu.

Obr.5 Spotřeba energie na vytápění za pracovní týden (po – pá) pro jednotlivé týdny

2016/2017			2017/2018			2018/2019		
týden č.	Teplota venkovníh o vzduchu	spotřeba energie	týden č.	Teplota venkovníh o vzduchu	spotřeba energie	týden č.	Teplota venkovníh o vzduchu	spotřeba energie
	[°C]	[kWh]		[°C]	[kWh]		[°C]	[kWh]
40	5,6	110,4	40	9,2	40,5	40	8,2	0,0
41	5,3	277,8	41	9,9	75,5	41	12,4	0,0
42	5,7	135,0	42	12,6	3,5	42	13,4	0,0
43	8,1	177,8	43	8,7	41,4	43	6,9	0,0
44	5,9	55,4	44	4,9	212,9	44	11,3	61,9
45	0,1	352,0	45	5,1	203,1	45	11,7	40,5
46	1,9	417,5	46	1,9	249,4	46	6,3	73,2
47	7,3	232,7	47	3,3	255,7	47	-0,6	260,9
48	-1,7	373,7	48	-0,8	370,0	48	-2,9	338,5
49	-0,7	488,1	49	1,1	428,5	49	1,7	370,2
50	-2,1	490,8	50	2,8	416,1	50	-1,4	360,5
51	-2,2	332,9	51	-1,9	322,0	51	-1,6	317,7
52	0,3	34,4	52	2,6	145,1	52	0,8	69,4
1	-4,0	758,3	1	3,6	435,1	1	-1,7	608,0
2	-6,2	549,1	2	1,6	441,5	2	-1,8	463,6
3	-5,7	30,7	3	-1,1	488,0	3	0,8	302,0
4	-4,4	477,3	4	0,5	417,9	4	-8,0	334,6
5	-2,7	455,6	5	2,2	347,3	5	-3,3	377,7
6	-5,1	570,9	6	-4,3	462,2	6	-1,4	339,2
7	-0,6	346,3	7	-1,5	440,8	7	1,9	275,1
8	4,6	360,0	8	-5,1	456,5	8	2,2	162,4
9	6,9	93,1	9	-12,7	430,9	9	3,2	153,8

Z pohledu teploty venkovního vzduchu a intenzity solárního ozáření lze měsíc prosinec pro všechna otopná období považovat za velmi podobný měsíc (viz kapitola 2). Na tomto měsíci lze z průběhu hodinové souhrnné spotřeby za celý měsíc ukázat vliv nočního útlumu v pracovních dnech. Pokud se měřené hodnoty, zaznamenané v minutovém kroku, agregují za měřený úsek po jednotlivých hodinách, potom je zřejmý souhrnný profil spotřeby energie pro jednotlivé hodiny pouze v pracovních dnech, viz následující grafy.

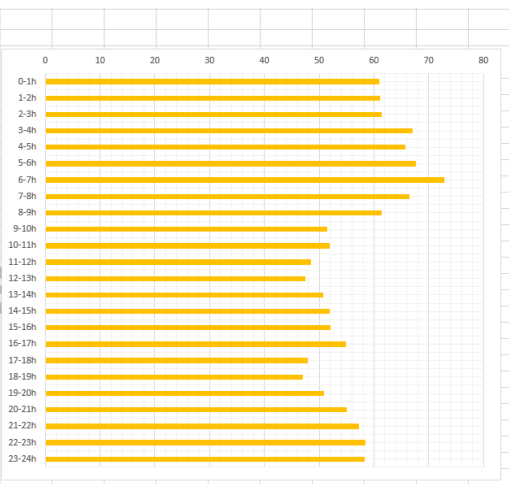
Z grafu je zřejmé, že v případě útlumových režimů se většina energie na vytápění spotřebuje mezi 3 – 7h ránní, kdy odběr dosahuje velkých špiček. Naopak režim bez útlumu mimo pracovní dobu vykazuje průměrný relativně vyrovnaný odběr po celý den/pracovní týden.

pracovní dny (PO-PA)												Celkem	
	0-500	500-1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-5000	5000-6000	6000-7000	7000-8000	8000-9000	9000-10000		více
0-1h	3,05	2,95	0,05	0,92	3,25	4,63	4,55	2,00	0,52	0,07	0,02	0,00	79
1-2h	3,00	3,00	0,00	0,97	3,07	5,48	4,27	1,47	0,55	0,10	0,02	0,00	78
2-3h	3,00	3,00	0,03	0,47	3,27	5,92	3,85	1,77	0,43	0,18	0,00	0,00	79
3-4h	3,00	3,00	0,02	0,47	2,40	4,93	5,33	2,05	0,58	0,18	0,00	0,00	82
4-5h	3,00	3,00	0,05	0,57	2,13	4,48	3,80	2,63	0,97	0,88	0,35	0,13	89
5-6h	3,00	3,00	0,03	0,60	2,87	3,88	3,43	1,78	1,10	1,60	0,40	0,17	89
6-7h	3,07	3,00	0,03	0,08	0,25	2,20	4,78	4,33	2,28	1,37	0,60	0,00	102
7-8h	4,03	3,02	0,00	0,12	1,93	3,42	4,28	2,98	1,87	0,77	0,20	0,00	88
8-9h	4,00	3,00	0,50	1,03	2,40	4,03	2,85	2,68	1,15	0,33	0,02	0,00	77
9-10h	4,87	2,30	2,63	3,23	3,18	1,73	2,02	1,65	0,38	0,00	0,00	0,00	57
10-11h	5,28	3,27	4,40	2,67	2,70	0,98	1,90	0,67	0,12	0,02	0,00	0,00	45
11-12h	6,35	3,90	3,08	3,75	2,92	1,17	1,47	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	41
12-13h	7,50	3,87	2,48	2,48	1,92	1,37	1,75	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	40
13-14h	7,50	3,97	2,52	2,52	1,07	1,30	1,95	0,40	0,00	0,07	0,00	0,00	78
14-15h	6,58	3,90	2,92	1,98	1,77	1,75	1,25	0,57	0,15	0,02	0,00	0,00	62
15-16h	6,58	3,90	2,92	1,98	1,77	1,75	1,25	0,57	0,15	0,02	0,00	0,00	57
16-17h	7,50	3,97	2,52	2,52	1,07	1,30	1,95	0,40	0,00	0,07	0,00	0,00	57
17-18h	8,00	2,02	0,00	1,15	4,23	4,75	2,68	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	51
18-19h	8,00	2,03	0,18	0,79	3,93	4,90	2,15	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	51
19-20h	7,58	2,45	0,17	0,52	2,95	5,48	2,26	0,53	0,03	0,00	0,00	0,00	55
20-21h	6,48	3,57	0,02	0,52	3,78	4,08	2,67	0,87	0,13	0,03	0,00	0,00	58
21-22h	5,45	4,02	0,52	0,62	3,03	4,45	2,82	0,82	0,23	0,05	0,00	0,00	59
22-23h	4,87	3,88	0,98	1,00	2,68	4,37	3,18	0,77	0,25	0,02	0,00	0,00	61
23-24h	4,15	4,33	1,12	1,27	2,00	4,88	2,68	1,12	0,23	0,18	0,03	0,00	63
												1530	



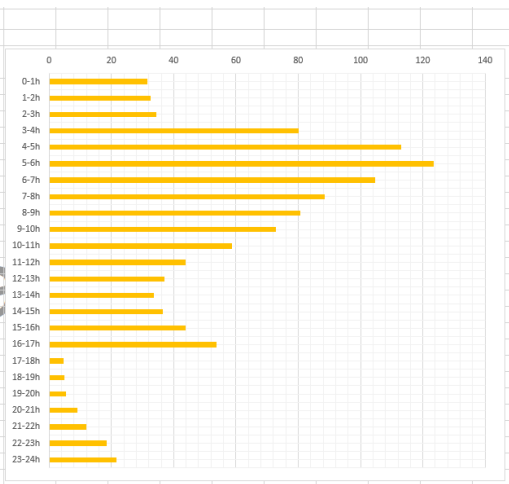
Obr.6 Hodinový souhrn spotřeby energie na vytápění pouze pro pracovní dny za prosinec 2016 (bez režimu útlumu)

pracovní dny (PO-PA)												Celkem	
	0-500	500-1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-5000	5000-6000	6000-7000	7000-8000	8000-9000	9000-10000		více
0-1h	7,00	0,00	0,00	0,63	4,42	5,65	2,75	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	61
1-2h	7,00	0,00	0,00	0,43	4,42	6,27	2,38	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	61
2-3h	7,00	0,00	0,00	0,40	4,38	6,23	2,37	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	61
3-4h	7,00	0,00	0,00	0,37	3,73	4,47	3,00	2,03	0,40	0,00	0,00	0,00	67
4-5h	7,00	0,00	0,00	0,40	3,45	4,98	3,40	1,75	0,02	0,00	0,00	0,00	66
5-6h	7,00	0,00	0,00	0,55	4,12	4,48	1,70	1,53	1,52	0,10	0,00	0,00	68
6-7h	7,00	0,00	0,00	0,77	2,17	4,28	2,43	2,22	1,80	0,33	0,00	0,00	73
7-8h	7,18	0,00	0,03	0,63	2,77	4,87	2,17	2,55	0,53	0,02	0,00	0,00	66
8-9h	7,02	0,00	0,05	1,28	4,55	3,40	2,47	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	61
9-10h	7,23	0,37	1,48	2,40	3,52	2,43	1,38	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	57
10-11h	6,53	1,48	0,12	3,12	3,59	2,63	1,82	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	52
11-12h	7,52	1,48	0,47	3,75	3,69	2,65	0,48	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	47
12-13h	7,48	1,58	0,63	4,20	4,05	2,85	0,25	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	51
13-14h	7,48	1,62	0,07	3,72	3,62	1,83	0,40	0,27	0,07	0,00	0,00	0,00	51
14-15h	7,50	1,52	0,02	2,95	3,13	2,53	0,95	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	52
15-16h	7,50	1,52	0,02	2,95	3,13	2,53	0,95	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	52
16-17h	8,48	0,00	0,00	1,42	4,87	3,33	1,20	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	52
17-18h	8,48	0,00	0,00	1,53	4,25	3,93	1,30	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	43
18-19h	10,03	0,00	0,17	1,55	2,52	2,65	1,33	0,43	0,00	0,07	0,00	0,00	47
19-20h	9,00	0,20	1,15	2,30	4,17	2,73	0,45	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	51
20-21h	8,17	0,32	1,37	2,32	3,67	3,32	0,83	0,02	0,00	0,20	0,73	0,00	51
21-22h	7,12	0,30	2,02	2,17	2,55	4,05	1,33	0,05	0,00	0,33	0,67	0,00	55
22-23h	6,98	0,17	1,55	2,50	3,33	3,38	1,62	0,45	0,00	0,00	0,38	0,67	57
23-24h	7,00	0,03	1,02	2,95	3,58	3,47	1,58	0,37	0,00	0,00	0,35	0,65	58
23-24h	7,00	0,00	0,77	3,27	4,10	3,05	1,40	0,43	0,00	0,00	0,35	0,65	58
												1368	



Obr.7 Hodinový souhrn spotřeby energie na vytápění pouze pro pracovní dny za prosinec 2017 (bez režimu útlumu)

pracovní dny (PO-PA)												Celkem	
	0-500	500-1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-5000	5000-6000	6000-7000	7000-8000	8000-9000	9000-10000		více
0-1h	4,68	1,55	9,30	3,47	1,75	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32
1-2h	4,77	0,67	10,03	3,53	1,67	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33
2-3h	4,53	0,38	8,97	5,18	1,37	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34
3-4h	4,60	0,38	1,38	0,62	0,18	2,20	8,07	2,77	0,40	0,00	0,00	0,00	80
4-5h	4,38	0,42	1,55	0,60	0,05	0,05	0,17	2,82	5,83	3,58	1,55	0,00	113
5-6h	4,53	0,62	1,50	0,32	0,03	0,00	0,00	0,28	4,22	5,27	2,72	1,52	124
6-7h	4,53	0,38	1,57	0,53	0,02	0,03	1,33	5,20	4,17	2,15	0,95	0,02	105
7-8h	4,42	0,67	1,48	0,50	0,00	1,22	6,52	4,02	1,88	0,30	0,00	0,00	89
8-9h	4,78	0,50	1,75	0,40	0,13	3,03	7,00	2,63	0,80	0,00	0,00	0,00	81
9-10h	4,68	0,73	1,23	0,75	1,62	5,03	5,23	1,65	0,07	0,00	0,00	0,00	73
10-11h	5,10	1,20	1,50	2,33	3,62	3,98	2,62	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	59
11-12h	5,48	1,78	3,32	3,63	3,73	2,30	0,67	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	44
12-13h	6,40	1,68	3,53	4,22	3,82	1,20	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37
13-14h	7,18	1,60	3,73	3,98	3,52	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34
14-15h	6,80	1,20	3,17	4,72	3,98	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37
15-16h	6,12	0,93	2,22	4,25	5,50	1,68	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44
16-17h	5,92	0,65	1,43	2,05	5,62	4,48	0,67	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	54
17-18h	18,15	1,05	1,30	0,45	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
18-19h	18,33	0,93	1,15	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
19-20h	17,63	1,68	1,02	0,65	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
20-21h	14,45	3,50	2,33	0,68	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9
21-22h	9,93	5,52	3,95	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12
22-23h	6,23	4,92	7,47	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18
23-24h	5,90	3,30	7,78	2,93	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22
												1145	



Obr.8 Hodinový souhrn spotřeby energie na vytápění pouze pro pracovní dny za prosinec 2018 (nastavený režim útlumu)

4 Závěr

Spotřeba energie na vytápění v sezóně 2018/2019 je objektivně nejnižší za celou dobu provozu objektu. Spotřeba energie je v otopné sezóně za období říjen – únor nižší o 34 % vůči sezóně 2016/2017 a o 27 % nižší než v sezóně 2017/2018. Z pohledu období listopad – únor je spotřeba energie nižší o 28 % než v předchozích dvou otopných obdobích.

Nižší spotřeba energie je způsobena v principu dvěma hlavními důvody:

- Zavedení útlumového režimu v pracovních dnech mimo pracovní dobu (17:00 – 3:00) o 2°C
- Otopné období 2018/2019 bylo z pohledu teploty venkovního vzduchu a solárního ozáření příznivější než předchozí otopná období, nicméně nijak výrazně.

Při teoretických předpokladech podložených simulačními výpočty na tomto objektu se při zavedení útlumového režimu předpokládá celoroční úspora energie o 13 – 15%. Pro spotřebu energie na vytápění je útlumový režim mimo pracovní dobu v pracovních dnech na jednu stranu výhodný a vede k celkově nižší spotřebě energie na vytápění za den. Na druhou stranu je tato úspora vykoupena ranním náběhem systému, který způsobuje poměrně značné odběrové špičky pro odběr elektřiny na vytápění. Tato odběrová špička se navíc potkává také se špičkami odběru souvisejícími se začátkem pracovní doby (osvětlení, výtah, zásuvkové spotřebiče). Obecně lze říci, že útlumový režim o 2°C přinese úsporu v celoročním rozsahu cca 13 - 15 %, nicméně za cenu ranních odběrových špiček, které v tomto případě balancuje bateriové úložiště. Útlumový režim přináší zvýšenou spotřebu energie v ranních hodinách po ukončení útlumového režimu, kdy v ranních hodinách po ukončení útlumového režimu ve 3 h, resp. 4 h nabíhá maximální příkon systému vytápění pro dosažení žádané teploty. V tento časový úsek mezi 3h až 7h dochází přibližně k 30 – 40 % celkové denní spotřeby energie na vytápění v případě nasazení útlumového režimu v závislosti na výši nočního útlumu. Režim bez nočního útlumu v pracovních dnech naopak zajistí plynulé rozložení spotřeby energie na vytápění v průběhu celého dne bez ranních odběrových špiček. Chování objektu v otopné sezóně 2018/2019 tento předpoklad potvrzuje.