

regime	theta_int_op3_ztc_t (°C)	Phi_HC_ld_un_ztc_t (W)
free heating	20	1789.8
free heating	20	1918.2
free heating	20	1997.3
free heating	20	2148.4
free heating	20	2146.6
free heating	20	2159.1
free heating	20	2164.6
free heating	20	1854.8
floating	25.5	-
free cooling	27	-2715.3
free cooling	27	-4698.6

24. 3. 2023 | Autor: Ing. Martin Varga

V sérii článků se zaměříme na příčiny rozdílů výsledků mezi měsíčním a hodinovým výpočtem. Po nutnosti počítat některé objekty v hodinovém kroku je na toto téma poměrně hodně dotazů. V části 4 se podíváme na vliv (ne)spojitosti výpočtu

Ti z uživatelů, kteří znají zákulisí měsíčního výpočtu dle EN ISO 13 790, resp. EN ISO 52 016-1 ví, že výpočty potřeby tepla a chladu jsou vzájemně naprosto separovány. Čili jedno neovlivňuje druhé. Pro hrubost kroku výpočtu 1 měsíc to lze tolerovat, resp. to ani nelze dost dobře udělat jinak.

Jenže je třeba si uvědomit, že reálně se průběh vnitřní teploty chová spojitě. Což se plně projeví u hodinového výpočtu, kde předchozí hodina ovlivňuje následující. A to také znamená, že pokud ovlivňujeme jakýmkoliv způsobem potřebu tepla ve výpočtu, tak zcela zákonitě se to musí velice pravděpodobně projevit i na potřebě chladu a naopak. Tuto "novou" vazbu u hodinového výpočtu je třeba mít na paměti. Jelikož často vznikají dotazy k hodinovému výpočtu typu: Vypnul jsem chlazení a snížila se potřeba tepla na vytápění, co je to za nesmysl?

No nesmysl to není! Může za to právě ta spojitost hodinového výpočtu. Když už bychom něco měli označit za nesmysl, tak bychom to museli přisoudit měsíčnímu výpočtu, protože tam není ta vzájemná interakce mezi vytápěním a chlazením. Ale nebudme na měsíční výpočet přísní. Svou práci odvádí celkem dobře v rámci svých možností (až právě na ty oblasti, kvůli kterým byl hodinový výpočet zaveden: chlazení, vlhkostní úprava, výroba a bilancování elektřiny na místě. A ještě bych k tomu dodal v případech, kdy je proměnný požadavek teploty na vytápění v kombinaci s přerušovaným vytápěním).

Na příkladech níže máme výsek z jednoho lednového dne z hodinového výpočtu. Ostatně nebudeme chodit daleko a vezmeme si rovnou testovací případy pro validaci jádra, konkrétně příklad testu 600.

1A)

v případě, že máme zapnuto chlazení v zóně (požadovaná teplota na chlazení 27°C, na vytápění 20°C), okno bez stínící clony:

Yhour	Phi_sol_ztc_t (W)	Phi_int_A_t (W)	regime	theta_int_op3_ztc_t (°C)	Phi_HC_ld_un_ztc_t (W)	
1	0	200.0	free heating	20	1789.8	
2	0	200.0	free heating	20	1918.2	
3	0	200.0	free heating	20	1997.3	
4	0	200.0	free heating	20	2148.4	
5	0	200.0	free heating	20	2146.6	
6	0	200.0	free heating	20	2159.1	
7	0	200.0	free heating	20	2164.6	
8	309.2388971	200.0	free heating	20	1854.8	
9	4906.333027	200.0	floating	25.5	-	
10	6982.150873	200.0	free cooling	27	-2715.3	
11	8075.475807	200.0	free cooling	27	-4698.6	
12	8441.420107	200.0	free cooling	27	-5569.1	
13	8205.970358	200.0	free cooling	27	-5741.8	
14	7349.526979	200.0	free cooling	27	-5354.2	
15	5922.779603	200.0	free cooling	27	-4273.1	
16	4044.281559	200.0	free cooling	27	-2645.3	
17	811.7400676	200.0	floating	26.4	-	
18	0	200.0	floating	21.9	-	
19	0	200.0	free heating	20	646.3	
20	0	200.0	free heating	20	1417.0	
21	0	200.0	free heating	20	1796.2	
22	0	200.0	free heating	20	2049.0	
23	0	200.0	free heating	20	2158.4	
24	0	200.0	free heating	20	2259.4	
	ΣPhi_sol_ztc_t (kWh)	ΣPhi_int_A_t (kWh)	theta_int_op3_avg:	22.6		
SUMA	55.0	4.8		SUMA Qnd,H	26.505	kWh
				SUMA Qnd,C	-30.997	kWh

Pokud bychom aplikovali bilanční měsíční metodu na tento jeden den, tak bychom z "denního" výpočtu bilance dostali tento výsledek:

theta_e_avg (°C)	theta_int_H_set (°C)	theta_int_C_set (°C)			
1.12	20.00	22.00	SUMA Qnd,H	0.000	kWh
Ht (W/K)	Hv (W/K)	ngains/losses	SUMA Qnd,C	5.248	kWh
85.5	17.5	0.95			
QH,nd bez zisků (kWh)	ΣQgains (kWh)				
46.7	59.8				

V podstatě to poměrně přesně odpovídá dennímu bilancování, kdy je jako potřeba vykazován pouze přebytek (absolutní rozdíl obou dvou potřeb). V tomto případě potřeba chladu.

Pro bilanční výpočty platí:

potřeba tepla na vytápění QH,nd = QTZ - n * SUMA Qzisky

potřeba chladu na chlazení QC,nd = SUMA Qzisky - n * QTZ

Tepelné ztráty: QTZ= (Ht+Hv) * (Theta,int,H/C,avg - Theta,e,avg) * t pro daný režim výpočtu (t=24 h...v tomto případě 1 den)

n je účinnost využití tepelných zisků/tepelných ztrát (pro příklady v tomto článku odhadnuto na 95%). Je problém plného ekvivalentního zadání vlivu akumulace mezi výpočty, ale pro doložení situace je tento odhad dostačující.

1B)

v případě, že máme zapnuto chlazení v zóně (požadovaná teplota na chlazení 27°C, na vytápění 20°C), okno se stínící clonou (v tomto případě zvolen typ referenční clony včetně referenčního řízení):

Yhour	Phi_sol_ztc t (W)	Phi_int_A t (W)	regime	theta_int_op3_ztc t (°C)	Phi_HC_Id_un_ztc t (W)	
1	0	200.0	free heating	20	1804.8	
2	0	200.0	free heating	20	1926.4	
3	0	200.0	free heating	20	2001.8	
4	0	200.0	free heating	20	2150.9	
5	0	200.0	free heating	20	2147.9	
6	0	200.0	free heating	20	2159.8	
7	0	200.0	free heating	20	2165.1	
8	309.2388971	200.0	free heating	20	1855.0	
9	1106.866429	200.0	free heating	20	981.0	
10	1575.169961	200.0	free heating	20	111.6	
11	1821.823553	200.0	floating	21.5	0.0	
12	1904.380415	200.0	floating	22.9	0.0	
13	1851.263062	200.0	floating	23.9	0.0	
14	1658.049838	200.0	floating	24.5	0.0	
15	1336.176299	200.0	floating	24.1	0.0	
16	912.3880218	200.0	floating	22.6	0.0	
17	811.7400676	200.0	floating	20.9	0.0	
18	0	200.0	free heating	20	972.2	
19	0	200.0	free heating	20	1513.3	
20	0	200.0	free heating	20	1798.8	
21	0	200.0	free heating	20	2000.6	
22	0	200.0	free heating	20	2159.8	
23	0	200.0	free heating	20	2218.9	
24	0	200.0	free heating	20	2292.5	
	ΣPhi_sol_ztc t (kWh)	ΣPhi_int_A t (kWh)	theta_int_op3_avg:	20.9		
SUMA	13.3	4.8		SUMA Qnd,H	30.260	kWh
				SUMA Qnd,C	0.000	kWh

Pokud bychom aplikovali bilanční měsíční metodu na tento jeden den, tak bychom z "denního" výpočtu bilance dostali tento výsledek:

theta_e_avg (°C)	theta_int_H_set (°C)	theta_int_C_set (°C)			
1.12	20.00	22.00	SUMA Qnd,H	29.482	kWh
Ht (W/K)	Hv (W/K)	ngains/losses	SUMA Qnd,C	0.000	kWh
85.5	17.5	0.95			
QH,nd bez zisků (kWh)	ΣQgains (kWh)				
46.7	18.1				

Tento případ poměrně jasně demonstuje, v čem jsou hodinový a měsíční krok porovnatelné. A to v případech, kdy:

- nedochází během dne k přechodu mezi režimy (z vytápění přes float režim do chlazení a naopak)
- reálná výpočtová průměrná teplota v zóně je velmi blízká návrhové teplotě na vytápění

Pak lze celkem očekávat velmi podobné výsledky potřeby tepla na vytápění mezi výpočty i přes naprostou odlišnost výpočetních postupů.

Potřeba chladu je u obou výpočtů 0. Nelze ale nabýt dojmu, že by byly nenulové hodnoty potřeby chladu srovnatelné. To je v tomto případě náhoda, jelikož redukované solární tepelné zisky již nedokázaly vyvolat režim chlazení. Jinak zde platí závěry z případu 1A). Potřeba chladu by byla generována i až v násobně nižší hodnotě u měsíčního výpočtu (pokud by bilanční výpočet nějakou potřebu chladu vůbec vygeneroval).

2A)

v případě, že máme vypnuto chlazení v zóně (požadovaná teplota na chlazení -°C, na vytápění 20°C), okno bez stínící clony:

Yhour	Phi_sol_ztc_t (W)	Phi_int_A_t (W)	regime	theta_int_op3_ztc_t (°C)	Phi_HC_Id_un_ztc_t (W)
1	0	200.0	free heating	20	1607.1
2	0	200.0	free heating	20	1818.6
3	0	200.0	free heating	20	1942.8
4	0	200.0	free heating	20	2118.5
5	0	200.0	free heating	20	2130.1
6	0	200.0	free heating	20	2150.0
7	0	200.0	free heating	20	2159.7
8	309.2388971	200.0	free heating	20	1852.0
9	4906.333027	200.0	floating	25.5	0.0
10	6982.150873	200.0	floating	35.5	0.0
11	8075.475807	200.0	floating	45.5	0.0
12	8441.420107	200.0	floating	53.7	0.0
13	8205.970358	200.0	floating	59.5	0.0
14	7349.526979	200.0	floating	62.6	0.0
15	5922.779603	200.0	floating	62.2	0.0
16	4044.281559	200.0	floating	58.0	0.0
17	811.7400676	200.0	floating	47.8	0.0
18	0	200.0	floating	38.8	0.0
19	0	200.0	floating	31.7	0.0
20	0	200.0	floating	25.9	0.0
21	0	200.0	floating	21.0	0.0
22	0	200.0	free heating	20	1033.8
23	0	200.0	free heating	20	1661.2
24	0	200.0	free heating	20	1991.9
SUMA	ΣPhi_sol_ztc_t (kWh) 55.0	ΣPhi_int_A_t (kWh) 4.8	theta_int_op3_avg: 32.8	SUMA Qnd,H 20.466	kWh
				SUMA Qnd,C 0.000	kWh

Pokud bychom aplikovali bilanční měsíční metodu na tento jeden den, tak bychom z "denního" výpočtu bilance dostali tento výsledek:

theta_e_avg (°C)	theta_int_H_set (°C)	theta_int_C_set (°C)		
1.12	20.00	22.00	SUMA Qnd,H	0.000 kWh
Ht (W/K)	Hv (W/K)	ngains/losses	SUMA Qnd,C	0.000 kWh
85.5	17.5	0.95		
QH,nd bez zisků (kWh)	ΣQgains (kWh)			
46.7	59.8			

Tento případ poměrně jasně ilustruje hlavní problém měsíčního výpočtu i pro stanovení potřeby tepla na vytápění. Tj. případy, kdy:

-reálná výpočtová průměrná teplota v zóně je velmi odlišná od návrhové průměrné teploty na vytápění (to postihuje případy, kdy profily užívání jsou s přerušovaným vytápěním nebo případy, kdy se vnitřní prostor nadměrně přehřívá nebo kombinace obojího)

Kdybychom totiž zadali pro denní bilanční výpočet reálnou průměrnou teplotu v zóně 32,8°C, tak bychom dostali výsledek, který je již porovnatelný.

theta_e_avg (°C)	theta_int_H_set (°C)	theta_int_C_set (°C)		
1.12	32.80	22.00	SUMA Qnd,H	21.448 kWh
Ht (W/K)	Hv (W/K)	ngains/losses	SUMA Qnd,C	0.000 kWh
85.5	17.5	0.95		
QH,nd bez zisků (kWh)	ΣQgains (kWh)			
78.3	59.8			

2B)

v případě, že máme vypnuto chlazení v zóně (požadovaná teplota na chlazení -°C, na vytápění 20°C), okno se stínící clonou (v tomto případě zvolen typ referenční clony včetně referenčního řízení):

Yhour	Phi_sol_ztc_t (W)	Phi_int_A_t (W)	regime	theta_int_op3_ztc_t (°C)	Phi_HC_Id_un_ztc_t (W)
1	0	200.0	free heating	20	1804.8
2	0	200.0	free heating	20	1926.4
3	0	200.0	free heating	20	2001.8
4	0	200.0	free heating	20	2150.9
5	0	200.0	free heating	20	2147.9
6	0	200.0	free heating	20	2159.8
7	0	200.0	free heating	20	2165.1
8	309.2388971	200.0	free heating	20	1855.0
9	1106.866429	200.0	free heating	20	981.0
10	1575.169961	200.0	free heating	20	111.6
11	1821.823553	200.0	floating	21.5	0.0
12	1904.380415	200.0	floating	22.9	0.0
13	1851.263062	200.0	floating	23.9	0.0
14	1658.049838	200.0	floating	24.5	0.0
15	1336.176299	200.0	floating	24.1	0.0
16	912.3880218	200.0	floating	22.6	0.0
17	811.7400676	200.0	floating	20.9	0.0
18	0	200.0	free heating	20	972.2
19	0	200.0	free heating	20	1513.3
20	0	200.0	free heating	20	1798.8
21	0	200.0	free heating	20	2000.6
22	0	200.0	free heating	20	2159.8
23	0	200.0	free heating	20	2218.9
24	0	200.0	free heating	20	2292.5
	ΣPhi_sol_ztc_t (kWh)	ΣPhi_int_A_t (kWh)	theta_int_op3_avg:	20.9	
SUMA	13.3	4.8		SUMA Qnd,H	30.260 kWh
				SUMA Qnd,C	0.000 kWh

Pokud bychom aplikovali bilanční měsíční metodu na tento jeden den, tak bychom z "denního" výpočtu bilance dostali tento výsledek:

theta_e_avg (°C)	theta_int_H_set (°C)	theta_int_C_set (°C)		
1.12	20.00	22.00	SUMA Qnd,H	29.482 kWh
Ht (W/K)	Hv (W/K)	ngains/losses	SUMA Qnd,C	0.000 kWh
85.5	17.5	0.95		
QH,nd bez zisků (kWh)	ΣQgains (kWh)			
46.7	18.1			

Jelikož se průměrná teplota pro bilanční výpočet podobá reálné výpočtové průměrné teplotě, tak výsledek potřeby tepla na vytápění je v tomto případě porovnatelný.

Komentáře k porovnání:

A)

Je zcela jasné, že měsíční výpočet bude vykazovat podstatně odlišné výsledky potřeb tepla a chladu v případech, kdy reálně dochází během dnů ke střídání těchto režimů - viz případ 1A) výše. To může být zejména u ostatních typů budov kromě RD/BD běžné, zejména jde-li o objekty s kvalitní obálkou budovy. Protože veškeré tepelné zisky jsou kumulovány přes den (solární, spotřebiče, osoby), kdy je zóna užívána. A "hrozí" tedy režim chlazení. Naopak ve večerních a nočních hodinách, kdy je budova bez provozu (bez tepelných zisků) "hrozí" spíše režim vytápění.

B)

Je zcela jasné, že měsíční výpočet bude vykazovat podstatně odlišné výsledky potřeby tepla na vytápění v případech, kdy průměrná reálná výpočtová teplota se podstatně liší od průměrné požadované teploty na vytápění - viz případ 2A) výše. To se děje více či méně často v případech výpočtů s vypnutým chlazením, když tepelné zisky zapříčiní vyšší vzestup denní teploty. Proto je třeba při tak častých porovnáních výsledků měsíčního a hodinového výpočtu zpravidla u hodinového výpočtu navíc zadat zastínění výplní, abychom porovnávali jablka s jablky. Protože hodinový výpočet je spojitý a toto zastínění zajistí udržení vnitřní průměrné teploty blízké požadované teplotě na vytápění.

C)

Výše v článku záměrně uvádíme "vnitřní reálná výpočtová teplota". Její průběh viz v tabulkách výše zeleným podmíněným formátováním vyznačený sloupec. Je třeba si uvědomit, že tato teplota odpovídá matematickému modelu. A jako vstup slouží i větrání a jeho výše je dána profilem užívání. Jestli v realitě se takových teplot

nedosahuje může to být způsobeno také tím, že je zvýšeno větrání = vyšší odvod tepelných zisků = nižší dosažené teploty.

Na druhou stranu typ testu 600, ze kterého jsou použity tyto výpočtové průběhy, tvoří jedna zóna o 48 m² podlahové plochy s 12 m² okna orientovaného na jih. V případě 2A) bez clonění. Takže ta dosažená teplota v tomto případě bude opravdu vysoká.

Výše je popsán další z mnoha vlivů na to, proč jsou výsledky rozdílné při změně modulu výpočtu z MĚS na HOD (nebo naopak). Vliv spojitosti hodinového výpočtu nutí přemýšlet při hodnocení a navrhování objektu ještě v podrobnějších souvislostech než u měsíčního výpočtu (vazba potřeby tepla a chladu ve vztahu k zadávaným vstupům).

V dalším článku se podíváme na to, jak se liší profily požadavků z hlediska osvětlení, jak se počítá spotřeba elektřiny na umělé osvětlení a jaké rozdíly to způsobuje.

Již jsme na toto téma napsali:

[HOD vs. MĚS - část 1.: vliv klimadat](#)

[HOD vs. MĚS - část 2A.: vliv profilů užívání \(teplota, větrání, vnitřní tepelné zisky od osob a spotřebičů\)](#)

[HOD vs. MĚS - část 3.: ekvivalentní profily užívání?](#)

<https://deksoft.eu/technicke-forum/technicka-knihovna/story-210>