

Letní teploty v moderních novostavbách

Summer temperatures in modern new buildings

Ing. Josef DVOŘÁK

Príspevek stručnou formou (na příkladu) informuje o možnostech uplatnění softwaru LeTe pro výpočet letní energetické bilance a teploty vnitřního vzduchu ve větraných objektech.

Klíčová slova: větrání, letní tepelná zátěž, energetická bilance

Recenzent

prof. Ing. František Drkal, CSc.

The article informs in a brief manner (by an example) about the possibilities of LeTe software use for the calculation of the summer energy balance and of the internal air temperature in ventilated buildings.

Key words: ventilation, summer thermal load, energy balance

V posledních letech jsme svědky obrovského nárůstu výstavby nových moderních budov, především v oblastech: administrativní budovy, stavby občanského vybavení, skladové a prodejní haly, výrobní haly, zastřešené zimní stadiony, rodinné domy. Většinou se jedná o velkoryse a moderně řešené stavby s opláštěním a střechou s velkým tepelným odporem (součinitele prostupu tepla menší než 0,2 až 0,3 W·m⁻²·K⁻¹), ale i velkým podílem prosklené části pláště. Fasády bývají většinou hladké, bez obvyklých zapuštěných oken, bez vnějších žaluzií a slunolamů. Tepelné zátěže od oslunění, ale i od technologie, bývají velké a řešení vyžaduje úzkou spolupráci architekta a vzduchotechnika.

Pro názornost uvedu jen po jednom příkladu z výše uvedených oblastí, které prošly naší projekcí.

Areal Zlatý Anděl na Smíchově v Praze. Po projektu pro stavební povolení jsme byli požádáni o kontrolu dimenzování VZT. Ukázalo se, že chlazení pouze primárním vzduchem, jak striktně požadoval investor, nepostačuje. Bylo nutno přidat do kanceláří chladicí ventilátorové konvektory a v obchodní části snížit podíl prosklení fasády.

Moravská zemská knihovna v Brně. Jedná se o budovu s celoprosklenou fasádou na vstupní straně. Za ní je vytvořen jeden prostor se schodišti a nástupními plošinami do jednotlivých místností v patrech. Zde jsme spolupracovali s vedoucím projektantem stavby od počátku a výpočty jsme prosadili koncepcí, že nástupní plošiny ve všech patrech byly chlazené vodou a vyzařovaly chlad na obě strany, tj. chovaly se jako chladicí stropy i podlahy.

Supermarkety Tesco a Globus ve Zličíně v Praze. V Tescu jsme od samého počátku projektováli vzduchotechniku s vytápěním a chlazením jednotkami umístěných na střeše (Rooftopy). Globus, umístěný ve stejném místě, chlazení neměl po dobu dvou letních sezón. Teploty v létě, zvláště v okolí pokladen, byly neúnosné, což se projevilo na návštěvnosti v tomto období. Dodatečně se instalovalo mnoho jednotek – Split systémů, zavěšených přibližně uprostřed mezi podlahou a stropem.

Výrobní závod Essa Czech v Úvalech v Praze. Zahraniční investor postavil nový strojírenský závod s halou 140 x

45 m za více než 300 mil. Kč. Chtěl však ušetřit na vzduchotechnice a realizoval jen část vyprojektované dokumentace – teplovzdušné vytápění, ne však letní větrání. Kolaudace skončila v květnu jen jako podmíněčná na 1 rok. Letní provoz ukázal, že teploty v pracovní zóně dosahovaly hodnot 38 °C a vyšších. Po instalaci letního větracího zařízení v hale bylo prokázáno, že při chlazení jen venkovním vzduchem vnitřní teplota nestoupne více než o 3 až 3,5 K proti venkovní teplotě.

Zastřešení zimního stadionu ve Vrchlabí. Na celou akci rekonstrukce a zastřešení stadionu má město rozpočet 71 mil. Kč. Přesto jsou již v začátku prací obavy, že tato částka nebude stačit a hledají se možné úspory. Stavaři navrhli vypustit tepelnou izolaci střechy a hlavní vzduchotechniku v hale (za 2 mil. Kč). Bylo svoláno jednání specialistů s investorem za účelem potvrdit tento návrh. Předem jsem si připravil výpočty a grafy obou variant programem LeTe. Zadání a výsledky uvádím v závěru při popisu tohoto programu. Po předložení výsledků a zdůvodnění proč je větrání v hale nutné, rozhodl pan starosta města namísto, že vzduchotechnika a i zateplená střecha být musí.

Rodinný dům MUDr. XY v Klánovicích u Prahy. Velmi honosný a drahý dům s celoprosklenou jižní fasádou v pokojích v přízemí a 1. p. Sklo sahá opravdu od podlahy až ke stropu a od levé stěny k pravé stěně pokojů. Bylo vyprojektováno chlazení jednotkami split. Když jsme dělali nabídku na realizaci, navrhli jsme navíc větrací zařízení s rekuperací tepla. Nedošlo však k realizaci ani chlazení. Po ročním provozu jsme byli vyzváni k podání nové nabídky na realizaci VZT. Nyní však byla cena s rozsáhlými bouracími pracemi značně vyšší. Dosud není VZT realizována a větrá se dveřmi a okny v domě za více než 20 mil. Kč.

Z uvedených příkladů je vidět, že není lehké přesvědčit o vhodnosti větrání a klimatizace někdy ani odborníky stavaře, ani bohaté investory, ale ani laickou veřejnost. K našim odborným argumentům by nám v současnosti měla pomáhat výkonná výpočetní technika a dostupný software.

Dále uvedu a okomentuji program LeTe na příkladu výpočtu zimního stadionu v měsíci září. Zadání, tabulky výsledků a výsledné grafy jsou velice jednoduché.

Zadání pro program LeTe – letní teploty v objektech bez klimatizace. Zadání je podobné jako pro program ZISK.

Obecné (společné) údaje jsou udány v 1. zadávacím formuláři (obr. 1). Program obsahuje nápovědu, která vysvětluje jednotlivé hodnoty. Větrat je možno nejeně nebo přirozeně okny. Množství větracího vzduchu a interní zátěže mohou být jiné v pracovní a mimopracovní době. Dále je možno počítat s určitou plochou chladicího stropu (podlahy).

Parametr	Hodnota
Teplota pŕevodu (t-externi) [°C]	0
Množství v pracovní době [m³/h]	45000
Množství v mimopracovní době [m³/h]	22500
Interní zátěž v pracovní době [W]	100000
Interní zátěž v mimopracovní době [W]	0
Plocha chladicího stropu [m²]	1000,0
Povrchová teplota chladicího stropu [°C]	0

Obr. 1 Formulář pro zadávání obecných (společných) údajů

Údaje pro jednotlivé stěny objektu jsou udány v dalším formuláři (editace jednotlivých stěn) z obrazovky (obr. 2). Může se jednat o jednu stěnu místnosti nebo jednu fasádu, popř. střechu domu. V našem případě je vyplněno za-

Parametr	Hodnota
koeficient prostupu tepla [W/m²K]	0,70
stínící koeficient osluněného okna [-]	0,500
stínící koeficient neosluněného okna [-]	0,500

Obr. 2 Formulář pro zadávání údajů pro jednotlivé stěny objektu

dání pro tepelně izolovanou střechu zimního stadionu. Formulář je velmi jednoduchý, je doplněn obrázkem zapuštěného okna do fasády a k zakotoveným veličinám se přímo vyplňují jejich hodnoty. Jedná se např. o šířku rámu okna, velikost svíslého a vodorovného zapuštění okna. Toho lze využít k výpočtu vlivu svíslých a vodorovných slunolamů. Stínící součinitele oken jsou převzaty z normy pro výpočet tepelných zisků klimatizovaných prostor. Udává se stínící součinitel osluněného a neosluněného okna. Mohou mít různou hodnotu, např. vytažnou-li se vnitřní žaluzie, když již není okno osluněno.

Těchto zadání pro stěny může být libovolný počet. V našem případě to bylo celkem 5 formulářů (střecha a stěny sever, východ, jih a západ).

Výsledky výpočtu se udávají v jedné tabulce a dvou grafech. Následující tab. 1 a 2 uvádějí výsledky dvou výpočtů. 1. s diváky, s ledovou plochou a izolovanou střechou, 2. totéž, ale s tepelně neizolovanou střechou v měsíci září. Z tabulky je patrné, že výsledná teplota vzduchu dosahuje

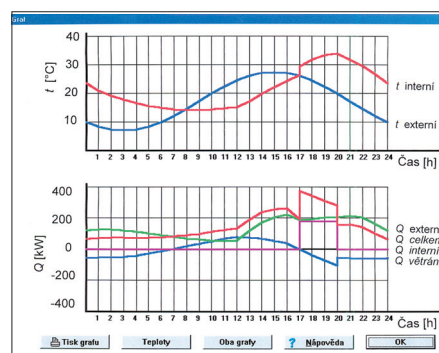
ve 20 hodin v 1. případě 23,8 °C, v 2. případě pak až 33,9 °C.

Pozn.: V tabulkách a formuláři z obrazovky (obr. 1) povrchová teplota chladicího stropu 0 °C představuje povrchovou teplotu ledové plochy.

Nad každou tabulkou výsledků jsou uvedeny i důležité parametry zadání.

Grafické znázornění výsledků (obr. 3) je velmi názorné. Na horním grafu je po hodinách vyneseno průběh interní a externí teploty. Na spodním jsou vyneseny denní průběhy tepelných zátěží externích, interních, větráním a celkové zátěže.

Změnou jediného parametru lze získat úplně jiné výsledky, jinou variantu. Např. vypuštěním 1800 m² ledové plochy jsme dostali v našem příkladu výsledky pro případ, že by se v hale v září hrál např. tenis nebo míčové hry. S diváky by pak teploty ve špičce dosahovaly až 33 °C, při teplé



Obr. 3 Grafické znázornění výsledků výpočtu

ně neizolované střechy až 44 °C. To je již opravdu neúnosné a přesvědčilo to i starostu města Vrchlabí. Věříme, že i dalším projektantům pomůže v práci nejen tento, ale i další výpočtové programy.

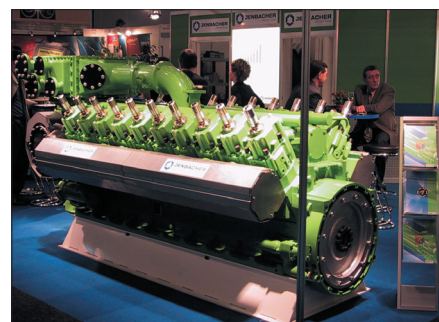
Príspevek byl přednesen na Konferenci Klimatizace a větrání 2002 ve dnech 29.–30. 1. 2002.

Tab. 1 Akce: S diváky, s ledovou plochou, izolovaná střecha – Součet pro stěny: 1, 2, 3, 4, 5

NADM. VÝŠKA [mm]	ČÍS-TOTA [-]	MĚ-SÍC	AKUMULACE				PROVOZ		VĚTRÁNÍ		TEPLOTA PŘÍVODU		INTERNÍ PRAC [W]	ZÁTĚŽ [W]	CHLADICÍ PLOCHA [m ²]	STROP TP [°C]
			HMOTA [kg]	PLOCHA [m ²]	OD [h]	DO [h]	PRAC [m ³ /h]	MIMO [m ³ /h]	OKNA [°C]	OKNA [°C]						
0.200	0.850	9	99000	3000	17	20	45000	22500	0	180000	0	180000	0	1800.0	0.0	
DEN.ČAS [h]	SLUNCE AZIM. [°]	VÝŠKA [°]	Te [°C]	Trov [°C]	Ti [°C]	Tpovr [°C]	Tvysl [°C]	OKNA KONVEK. Qok [W]	ZISKY RADIACE Qor [W]	STĚNA -OKNA Qst [W]	CELKEM EXTERNÍ Qext [W]	INTERNÍ Qint [W]	*VĚTRACÍ C.ZÁTĚŽ Qvet [W]	VZDUCH PRŮTOK [m ³ /h]		
1	15	0	8.5	8	8.9	14.1	11.5	0	0	34963	34963	0	-3617	22500		
2	30	0	7.4	7	7.9	12.5	10.2	0	0	34682	34682	0	-3746	22500		
3	45	0	7.1	7	7.2	11.2	9.2	0	0	33530	33530	0	-1068	22500		
4	60	0	7.4	7	6.8	10.1	8.5	0	0	31695	31695	0	4591	22500		
5	75	0	8.5	8	6.7	9.4	8.1	0	0	29385	29385	0	13114	22500		
6	90	0	10.1	10	6.9	9.0	7.9	0	0	26820	26820	0	24120	22500		
7	102	10	12.2	14	7.3	8.8	8.0	0	0	24224	24224	0	37007	22500		
8	114	19	14.7	17	7.9	8.8	8.4	0	0	21812	21812	0	51007	22500		
9	127	27	17.3	20	8.7	9.1	8.9	0	0	19776	19776	0	65250	22500		
10	143	34	19.9	24	9.5	9.6	9.5	0	0	18278	18278	0	78825	22500		
11	161	38	22.4	26	10.4	10.2	10.3	0	0	17435	17435	0	90855	22500		
12	180	40	24.5	29	11.2	10.8	11.0	0	0	17320	17320	0	100551	22500		
13	199	38	26.1	55	12.2	11.7	11.9	0	0	25793	25793	0	105903	22500		
14	217	34	27.2	54	13.0	12.7	12.9	0	0	34251	34251	0	107458	22500		
15	233	27	27.5	52	13.6	13.7	13.6	0	0	40102	40102	0	105612	22500		
16	246	19	27.2	46	13.9	14.5	14.2	0	0	44693	44693	0	100430	22500		
17	258	10	26.1	36	19.7	19.9	19.8	0	0	34954	34954	180000	97062	45000		
18	270	0	24.5	25	20.4	23.6	22.0	0	0	33228	33228	180000	62136	45000		
19	285	0	22.4	22	20.5	26.1	23.3	0	0	36778	36778	180000	28790	45000		
20	300	0	19.9	20	20.0	27.5	23.8	0	0	37343	37343	180000	-1569	45000		
21	315	0	17.3	17	15.8	24.1	19.9	0	0	44946	44946	0	11428	22500		
22	330	0	14.7	15	13.8	21.1	17.5	0	0	44726	44726	0	6569	22500		
23	345	0	12.2	12	11.9	18.5	15.2	0	0	40237	40237	0	2039	22500		
24	0	0	10.1	10	10.2	16.1	13.2	0	0	34134	34134	0	-1183	22500		

Tab. 1 Akce: S diváky, s ledovou plochou, neizolovaná střecha – Součet pro stěny: 1, 2, 3, 4, 5

NADM. VÝŠKA [mm]	ČÍS-TOTA [-]	MĚ-SÍC	AKUMULACE				PROVOZ		VĚTRÁNÍ		TEPLOTA PŘÍVODU		INTERNÍ PRAC [W]	ZÁTĚŽ [W]	CHLADICÍ PLOCHA [m ²]	STROP TP [°C]
			HMOTA [kg]	PLOCHA [m ²]	OD [h]	DO [h]	PRAC [m ³ /h]	MIMO [m ³ /h]	OKNA [°C]	OKNA [°C]						
0.200	0.850	9	99000	3000	17	20	45000	22500	0	180000	0	180000	0	1800.0	0.0	
DEN.ČAS [h]	SLUNCE AZIM. [°]	VÝŠKA [°]	Te [°C]	Trov [°C]	Ti [°C]	Tpovr [°C]	Tvysl [°C]	OKNA KONVEK. Qok [W]	ZISKY RADIACE Qor [W]	STĚNA -OKNA Qst [W]	CELKEM EXTERNÍ Qext [W]	INTERNÍ Qint [W]	*VĚTRACÍ C.ZÁTĚŽ Qvet [W]	VZDUCH PRŮTOK [m ³ /h]		
1	15	0	8.5	8	8.9	14.1	11.5	0	0	34963	34963	0	-3617	22500		
2	30	0	7.4	7	7.9	12.5	10.2	0	0	34682	34682	0	-3746	22500		
3	45	0	7.1	7	7.2	11.2	9.2	0	0	33530	33530	0	-1068	22500		
4	60	0	7.4	7	6.8	10.1	8.5	0	0	31695	31695	0	4591	22500		
5	75	0	8.5	8	6.7	9.4	8.1	0	0	29385	29385	0	13114	22500		
6	90	0	10.1	10	6.9	9.0	7.9	0	0	26820	26820	0	24120	22500		
7	102	10	12.2	14	7.3	8.8	8.0	0	0	24224	24224	0	37007	22500		
8	114	19	14.7	17	7.9	8.8	8.4	0	0	21812	21812	0	51007	22500		
9	127	27	17.3	20	8.7	9.1	8.9	0	0	19776	19776	0	65250	22500		
10	143	34	19.9	24	9.5	9.6	9.5	0	0	18278	18278	0	78825	22500		
11	161	38	22.4	26	10.4	10.2	10.3	0	0	17435	17435	0	90855	22500		
12	180	40	24.5	29	11.2	10.8	11.0	0	0	17320	17320	0	100551	22500		
13	199	38	26.1	55	12.2	11.7	11.9	0	0	25793	25793	0	105903	22500		
14	217	34	27.2	54	13.0	12.7	12.9	0	0	34251	34251	0	107458	22500		
15	233	27	27.5	52	13.6	13.7	13.6	0	0	40102	40102	0	105612	22500		
16	246	19	27.2	46	13.9	14.5	14.2	0	0	44693	44693	0	100430	22500		
17	258	10	26.1	36	19.7	19.9	19.8	0	0	34954	34954	180000	97062	45000		
18	270	0	24.5	25	20.4	23.6	22.0	0	0	33228	33228	180000	62136	45000		
19	285	0	22.4	22	20.5	26.1	23.3	0	0	36778	36778	180000	28790	45000		
20	300	0	19.9	20	20.0	27.5	23.8	0	0	37343	37343	180000	-1569	45000		
21	315	0	17.3	17	15.8	24.1	19.9	0	0	44946	44946	0	11428	22500		
22	330	0	14.7	15	13.8	21.1	17.5	0	0	44726	44726	0	6569	22500		
23	345	0	12.2	12	11.9	18.5	15.2	0	0	40237	40237	0	2039	22500		
24	0	0	10.1	10	10.2	16.1	13.2	0	0	34134	34134	0	-1183	22500		



Obr. 1 Plynový motor Jenbacher

Obsah čpavku má významný vliv na trvanlivost oleje, který se obvykle mění po 1 500 provozních hodinách. Vzroste-li obsah čpavku např. až na 80 mg/m³, je nutná výměna oleje po 700 hodinách.

(Brož), foto Ing. L. Mareš