



GREEN WAY – nové trendy navrhování vytápěcích a klimatizačních zařízení (1. část)

GREEN WAY –New Trends of Heating and Air Conditioning Equipment Design (Part 1)

Ing. Jiří PETLACH

Recenzent

Ing. Marcel Kadlec

Autor se v obsáhlém článku zabývá novými trendy při navrhování klimatizačních a vytápěcích systémů, které nutně vedou k netradičním řešením. Hlavním cílem programu Green Way je ekonomické a ekologické provozování budov, při minimální spotřebě energií, za podmínky dosažení optimálních mikroklimatických podmínek. Autor dále uvádí hlavní body programu Green Way a podrobně vysvětluje použití programu na konkrétní administrativní budovu.

Klíčová slova: Green Way, administrativní budova, energie, vytápění, klimatizace

In the comprehensive article the author deals with new trends at air conditioning and heating systems designing leading necessarily to non-traditional solutions. The main aim of the Green Way programme is the economic and ecological operating of buildings at minimum energy consumption, on condition that the optimum microclimate conditions were attained. The author further indicates the main items of the Green Way programme and explains in detail the programme utilization for the concrete administrative building.

Key words: Green Way, administrative building, energy, heating, air conditioning

V posledních několika měsících se velmi zvýšila cena energií a tento jev má neustále se zrychlující tempo. Proto se svět snaží čelit tomuto problému jak ekonomickými, tak i politickými a hlavně technickými nástroji. Zvláště na poli techniky se otevírají možnosti pro uplatnění nových postupů a používání nových, méně energeticky náročných technologií. Dochází k revizi již dlouho používaných myšlenkových postupů, které se zafixovaly v době energetického přebytku, a které představovaly určité bariery jak ekonomicko výrobnímu postupu, tak i novým vývojovým trendům. To se začalo projevovat především v jednotlivých výrobcích, ale i ve větších investičních celcích, kdy se kromě investičních nákladů, začaly porovnávat i provozní náklady a návratnost jednotlivých řešení. Právě tímto novým myšlenkovým postupem v oblasti stavebnictví se zabývá program GREEN WAY, jehož základním předpokladem je přehodnocení dosavadních zaběhnutých schémat řešení.

Celková koncepce programu Green Way vychází z usnesení Rady Evropy, pro naši republiku aplikovaná v zákoně č. 177/2006 Sb. o hospodaření s energiemi, který novelizoval zákon č. 406/2000 Sb. (Celé novelizované znění zákona je uvedeno ve Sb. zákonů pod č. 406/2006 Sb.) V rámci tohoto zákona dle § 6a v červnu letošního roku vyšla pod číslem 148/2007 Sb. novela vyhlášky č. 291/2001 Sb. o energetické náročnosti budov. Základní změnou uvedenou v této vyhlášce je nahrazení statického pojetí provozování budov, zredukované pouze na potřebu tepla pro vytápění a provoz budovy při extrémní výpočtové zimní teplotě, za dynamické pojetí výpočtu celkové spotřeby všech energií v průběhu celého roku.

V rámci této vyhlášky budou nově postavené budovy od účinnosti této vyhlášky a budovy, které budou po tomto datu prodávány od určité užitné plochy povinně vybaveny „Průkazem energetické náročnosti budovy“, ve kterém budou zohledněny veškeré roční spotřeby všech druhů energií. Konečná metodika srovnávacího výpočtu, tzv. úvodní metodika výpočtu energetické náročnosti budov, která bude v souladu se všemi platnými normami, je k dispozici od září 2007 pod názvem Národní kalkulační nástroj.

1. CÍL PROGRAMU GREEN WAY

Hlavním cílem programu Green Way je ekonomické a ekologické provozování budov s cílem dosažení optimálních mikroklimatických podmínek. Tomuto hlavnímu cíli bude podřízena nejen prvotní analýza systému techniky prostředí, ale i návrh budovy, realizace a veškeré provozní manuály. Vý-

sledným efektem aplikace programu Green Way je výrazné snížení spotřeby energií oproti stávajícím obvyklým systémům (cca o 30 %) a zařazení budovy dle mezinárodních standardů mezi tzv. zelené budovy.

Obecně je program Green Way systémem komplexních řešení zajišťování mikroklimatických podmínek vnitřního prostředí budov, zaměřujících se na optimalizaci symbiózy ekologického, investičního a provozního hlediska. Základním principem tohoto programu je vytvoření funkčního systému vycházejícího z evropské legislativy a navazujícího na nejmodernější poznatky z oboru vnitřního prostředí budov pro pobyt osob. Zároveň je však cílem tohoto programu minimalizace dopadů umístění dané budovy na stávající venkovní prostředí.

Mezi základní princip programu Green Way patří důslednost, kterou tato značka sebou přináší, tj. musí být důsledně zajištěna plná provozní, ekonomická a ekologická funkčnost dané budovy v průběhu celého provozu.

Je nutné, aby funkce programu Green Way kromě prvotní analýzy a vlastního návrhu stála mimo projektovou činnost, vlastní realizaci stavby i mimo vlastní provozování. Působnost subjektu vykonávajícího a aplikujícího program Green Way spočívá v kontrole a důsledném vymáhání prvotního návrhu od dalších účastníků výstavby, provozování budovy, případně i v optimalizaci původního návrhu.

Neznamená to však, že ten, kdo projektuje, realizuje či provozuje budovu dle programu Green Way, stojí stranou hlavních myšlenek. Naopak. Musí je znát, pochopit, ztotožnit se s nimi a ve své práci je plně uplatňovat.

Další základní myšlenkou programu Green Way je maximální skloubení technologií budovy a systémů techniky prostředí s architektonickým pojetím budovy a s podmínkami pro pobyt a činnost osob, které tuto budovu využívají tak, aby výsledný efekt z hlediska nákladů na energie byl co nejoptimálnější. Již z toho důvodu je nutné pro dosažení konečného cíle programu Green Way přehodnotit veškeré dosud aplikované šablony v jednotlivých fázích výstavby při návrhu, realizaci a provozování systémů zajišťujících vnitřní prostředí staveb. To zároveň umožní vývoj nových technologií s důrazem na vysokou provozní efektivnost hospodárního a ekologického provozování budov. Pro prosazení cílů programu Green Way byla vytvořena ochranná značka, kterou disponuje „Společnost spravující ochrannou zn. GreenWay“. Tato Společnost po splnění jednoznačných kritérií zn. Green Way, na určitou dobu propůjčuje budovám, jednotlivcům a výrobkům splňujícím podmínky programu.

2. ZÁKLADNÍ BODY PROGRAMU GREEN WAY

Při aplikaci programu Green Way je nutno si v každé fázi přípravy konkrétního projektu uvědomit následující hlavní body tohoto programu.

a) Optimální komplexní možnost zajištění vnitřních klimatických podmínek (vytápění, chlazení, větrání, vlhčení) při minimální potřebě energií. Proto veškeré energie, které jsou v budově vnímány jako vedlejší balastní produkt způsobený činností člověka a technologií v objektech umístěných, nejprve v maximální míře využít eventuálně akumulovat pro potřeby techniky prostředí, a teprve potom je možno je vypustit do venkovního ovzduší. Proto pro vytápění či chlazení budov bude přednostně využíváno balastní teplo či chlad produkované lidmi či technologiemi při provozu budovy.

b) Zařízení či systémy zajišťující vnitřní prostředí budov je nutno navrhnout tak, aby maximální účinnosti bylo dosaženo v podmínkách, ve kterých tato zařízení z hlediska provozních hodin pracují převážnou dobu. Provozní špičky vzniklé extrémními klimatickými podmínkami či vzniklé extrémními vnitřními zátěžemi budou kryty doplňkovými či náhradními zdroji. Pokud budou kryty zařízeními zajišťujícími mikroklimatické podmínky pro běžný provoz, budou tato zařízení provozována v oblastech mimo optimální provozní podmínky, popř. i s nízkou účinností.

c) Je nutné, aby celý systém Green Way byl naladěný na dané venkovní klimatické podmínky a obecné zvyklosti dané populace.

To znamená nejen dodržování mikroklimatických podmínek daných legislativními předpisy, ale zároveň tyto podmínky optimalizovat na venkovní klimatické podmínky, a na tyto podmínky dále flexibilně danými technickými opatřeními reagovat. Na jedné straně se program Green Way snaží maximálně redukovat provozní náklady, na druhé straně však při standardních venkovních podmínkách a standardním využíváním budovy nesmí dojít ke snížení mikroklimatických parametrů z hlediska využívání budovy, pro které byla vybudována. To platí jak pro technologie, v těchto budovách umístěné, tak i pro osoby, které se v dané budově pohybují, resp. pracují jak z hlediska intelektuálního, tak i fyziologického.

d) Mezi základními axiomy programu Green Way je maximální snaha o využívání netradičních a obnovitelných zdrojů energií pro zajištění podmínek vnitřního mikroklimatu v budovách, novými nebo nově vytvořenými technologiemi, systémy či jednotlivými výrobky, popř. využitím stávajících, které jsou pro tuto funkci upraveny a provozovány. V návaznosti na tuto myšlenku se předpokládá vytvoření komplexu systémů či jiných komponentů využívajících nízkopotenciální teplo a chlad. Program Green Way využívá obecně známá či použitá řešení buď jednotlivě nebo jako ucelený systém, tyto poznatky však staví na vyšší užitnou hodnotu současnými poznáními a dostupnými technologiemi.

e) Z hlediska architektonického řešení je snahou programu Green Way neomezovat tvůrčí invenci architektů, ale tvořivou spolupráci využít architektonický ráz budov v maximální míře pro zajištění optimálních vnitřních mikroklimatických podmínek. Proto není v žádném případě účelem např. zabránění vnikání slunečního záření do budovy, nýbrž využití sluneční energie v nejvyšší míře v přechodném a chladném období (přímé či difusní) pro vytápění budov (využití okenních ploch jako slunečních kolektorů).

f) Mezi základními body programu Green Way je důslednost a naprostá transparentnost, aby investor mohl jednoznačně zohlednit vliv aplikace programu do praxe. Proto např. veškeré textové produkty (studie, technické zprávy, technicko-technologické dokumentace pro výstavbu a provoz celé budovy či jejích částí, provozní předpisy apod.) budou zpracovávány podle jednotného manuálu tak, aby bylo možno metodicky analyzovat a kontrolovat v procesu projektové přípravy, realizace stavby a následného provozování systémů.

3. APLIKACE NA KONKRÉTNÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVU

3.1 Výběr referenční budovy

Aby bylo možno jednoznačně pochopit účel programu Green Way v oblasti návrhu stavby, je níže uveden metodický postup při návrhu konkrétní budovy. V tomto případě je použito relativně malé administrativní budovy sloužící pouze jednomu nájemci, kterou buduje jedna z velkých developerských skupin operující na českém trhu.

Jedná se o administrativní budovu, která má ve čtyřech nadzemních podlažích 2433 m² užité plochy. Dva suterény slouží jako parkovací stání pro zaměstnance objektu. Nadzemní část objektu má půdorysné rozměry cca 44 × 18 m, podzemní část objektu je o cca 4 m širší. Objekt je plošně založen na železobetonové desce. Nosná konstrukce je tvořena stropními deskami s podpěrnými sloupy. Okraje desek jsou ztuženy železobetonovými parapety a průvlaky. Prosklený obvodový plášť se skládá z klasických pásových oken a železobetonových parapetů vč. tepelných minerálních izolací. Hliníková pásová okna budou střídavě pevná a otevíratelná. Protiradiační stínění je navrženo z vnitřních textilních rolet na výšku hliníkových pásových oken a je shodné na všech fasádách. Hlavní orientace budovy je severo-severozápad/jihozápad (hlavní podélná osa budovy).

Pro potřeby orientačního výpočtu jsou použity následující plochy obálky objektu:

☐ prosklené plochy svislé	888 m ²
☐ pevné stěny a parapety svislé	912 m ²
☐ střecha	738 m ²
☐ podlaha	738 m ²

Budova bude sloužit pro denní provoz po dobu 13ti hodin (7.00 až 20.00 hodin) s pětidenním týdenním pracovním cyklem s výhradně administrativním využitím.

4. ORIENTAČNÍ STANOVENÍ BILANCÍ POTŘEB TEPLA A CHLADU

Stanovení tepelně technických vlastností budovy a předpokládaných vnitřních tepelných zátěží

V určité fázi, i když nejsou zcela známy konkrétní stavební materiály, je nutno stanovit základní předpoklady, ze kterých bude vycházet základní bilanční výpočet, ze kterého je možno stanovit odhad provozních nákladů na energie pro provoz klimatizace a vytápění.

Pro tuto budovu byly stanoveny tepelně technické vlastnosti obvodového pláště, které jsou pro developerskou výstavbu obvyklé:

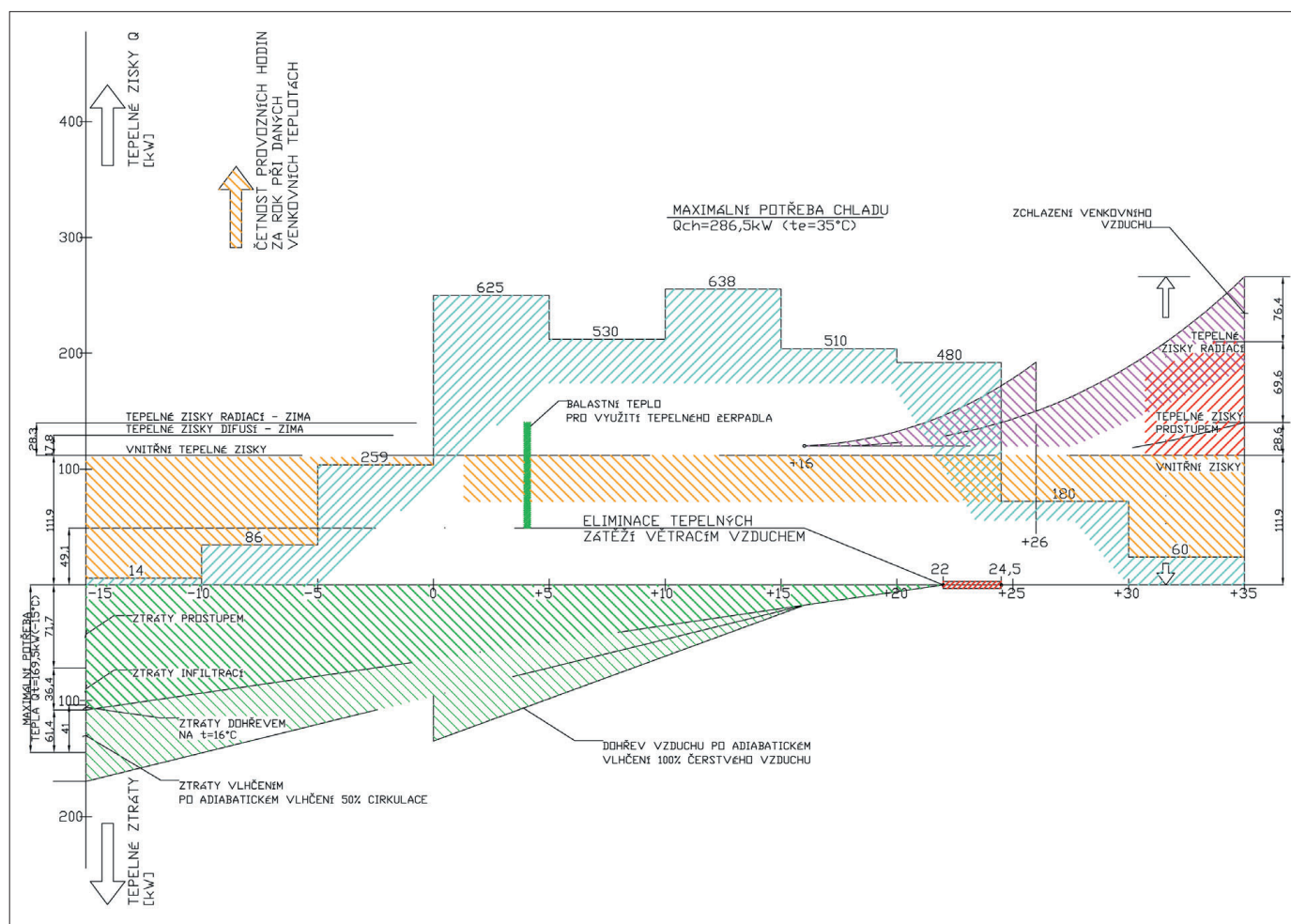
☐ Součinitel prostupu tepla	
– svislé prosklené plochy vč. rámu	$U = 1,4 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$
– svislé pevné stěny	$U = 0,35 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$
– střešní konstrukce	$U = 0,28 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$
– podlaha mezi 1.NP a 1.PP	$U = 0,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

☐ Stínící součinitel prosklených vertikálních ploch	
– bez použití textilních vnitřních rolet	$s = 0,4$
– s použitím textilních vnitřních rolet	$s = 0,25$

Stanovení předpokládaných tepelných vnitřních zátěží

Při stanovení vnitřních tepelných zátěží je nutno vycházet z obvyklých měrných hodnot a zároveň i uvažovat reálnou hodnotu současnosti využívání budovy. S ohledem na poměrně lehkou konstrukci a zatím nedefinované vnitřní vybavení není uvažováno s akumulací tepla a chladu do stavebních konstrukcí. Proto budou ve zdrojích tepla a chladu určité rezervy.

☐ obsazenost ... kanceláře 10 m ² /osoba	
– zasedací místnosti 2 m ² /osoba	
– citelné teplo produkované 1 osobou	90 W



Obr. 1 Celoroční průběh tepelných ztrát a zátěží při provozu budovy

– celkové teplo produkované 1 osobou 130 W

- ☐ osvětlení ... 20 Wm⁻² při dodržení hladiny osvětlení 500 lx
- ☐ technologie ... průměrná hodnota uvažována 25 Wm⁻².

Z těchto hodnot vyplývá, že konečná citelná tepelná zátěž činí max. 54 Wm⁻². Pokud budeme uvažovat současné působení všech vnitřních tepelných zdrojů koeficientem $i = 0,85$, bude měrná výpočtová vnitřní tepelná zátěž $Q_{mi} = 45,9 \text{ Wm}^{-2} \approx 46 \text{ Wm}^{-2}$.

4.1 Návrh vnitřních klimatických parametrů dané administrativní budovy

Správné stanovení vnitřních klimatických parametrů určuje i spotřebu energií v průběhu roku. Není nutné stanovit tyto vnitřní parametry taxativně jednou hodnotou, nýbrž je možno zvláště při extrémních venkovních teplotních podmínkách některé veličiny vnitřního prostředí odvodit od venkovních teplot. V zásadě by se parametry vnitřního prostředí měly pohybovat od minima, které je stanoveno příslušnými hygienickými předpisy, po maxima, která jsou většinou stanovována investorem dle kategorizace budovy na reálním trhu. V tomto případě, je u této administrativní budovy snaha o dosažení fyzikálních veličin určených kvalitou vnitřního prostředí kategorie A dle evropského standardu uvedeného v dokumentu CEN CR 1752/1998. Tento standard však překračuje minimální hodnoty určené stávající českou legislativou.

a) Přívod čerstvého vzduchu

Pro stanovení minimálního množství se předpokládá, že celková plocha bude používána z 80% jako kancelářská plocha a z 20% jako zasedací místnosti. Pro kategorii A dle CR 1752 je možno uvažovat

- ☐ pro kanceláře 2,0 ls⁻¹m⁻²
- ☐ pro zasedací místnosti 6,0 ls⁻¹m⁻².

Za předpokladu zvoleného poměru mezi kanceláři a zasedacími místnostmi bude měrný přívod čerstvého vzduchu:

- ☐ kanceláře 2,0 x 0,8 = 1,6 ls⁻¹m⁻²
- ☐ zasedací místnosti 6,0 x 0,2 = 1,2 ls⁻¹m⁻²
- Součtová hodnota 2,8 ls⁻¹m⁻² = 10,08 m³h⁻¹m⁻² ≈ 10 m³h⁻¹m⁻²

Při deklarované celkové administrativní ploše 2433 m² bude celkové množství přiváděného čerstvého vzduchu 24 330 m³h⁻¹.

b) Teplotní parametry

Dle výše uvedeného evropského standardu bude budova navržena na teplotní parametry:

- ☐ chladné období 22 ± 1 °C
- ☐ teplé období 24,5 ± 1 °C.

c) Hlukové parametry

Pro dimenzování koncových prvků se předpokládá, že maximální hladina akustického tlaku v místě pobytu osob od zdrojů hluku klimatizačních zařízení bude 30 dB. Pro omezení šíření hluku po budově budou rozvody vzduchu při průchodu akustickým předělem splňovat požadavky pro dodržení akustické neprůzvučnosti jako daný akustický předěl (např. přčky mezi jednotlivými místnostmi).

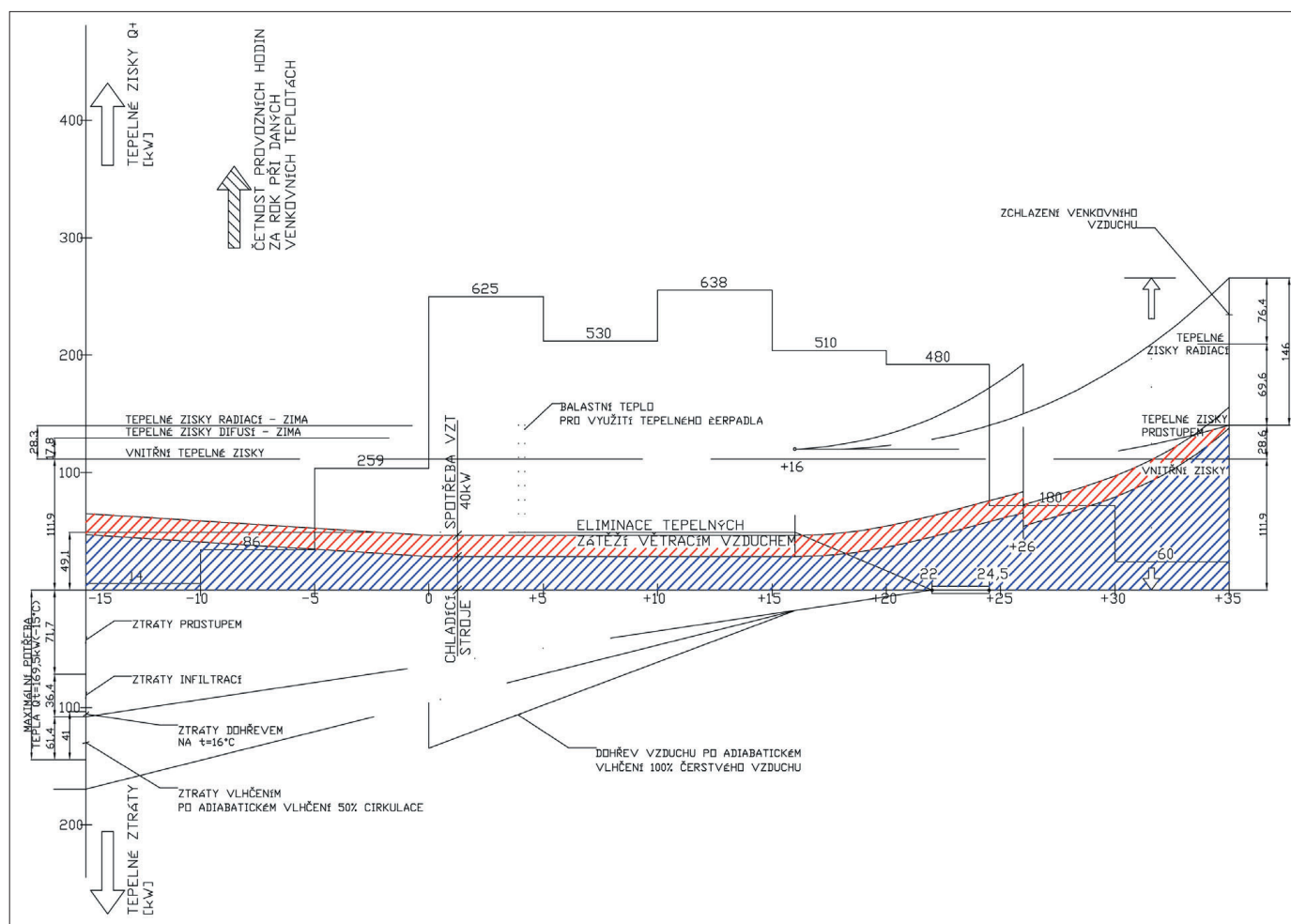
d) Proudění vzduchu v pracovní zóně

Dle požadavků příslušného evropského standardu je nutné pro budovy kategorie A dodržet maximální proudění vzduchu v pracovní zóně:

- ☐ chladné období 0,15 ms⁻¹
- ☐ teplé období 0,18 ms⁻¹.

e) Vlhkost vzduchu

Předpis CR 1752/1998 nepožaduje taxativně minimální a maximální rela-



Obr. 2 Potřeba elektrické energie pro klimatizaci při provozu administrativní budovy

ativní vlhkost. Je pouze doporučeno, aby se relativní vlhkost vzduchu pohybovala v rozmezí 30 až 60 %. Tato hodnota odpovídá i požadavku české legislativy.

f) Filtrace vzduchu

Evropské unie i česká legislativa nemá jednoznačný požadavek na čistotu přiváděného vzduchu, ani pro vnitřní prostředí na určitou čistotu. Proto veškerá filtrace vzduchu se omezí pouze na ochranu výměňkových ploch s tím, že:

- vyšší stupeň čistoty přiváděného vzduchu nemá s ohledem na otevratelná okna a předpokládaný charakter práce smysl,
- vyšší stupně filtrace způsobují:
 - ☐ vyšší investiční náklady jak na technologii tak i obestavěný prostor,
 - ☐ vyšší náklady na provoz zařízení s ohledem na nutnost výměny filtrů,
 - ☐ vyšší náklady na energii, neboť filtr ve vzduchové cestě představuje určitý odpor, který musí elektromotor ventilátoru překonat.

S ohledem na minimalizaci vlivu zanášení filtrů budou použity filtry s vysokou jímavostí a tím i plochou charakteristikou mezi zanášením filtru a tlakovou ztrátou (dlouhé kapsové filtry třídy max. G3).

5. STANOVENÍ ORIENTAČNÍCH BILANČNÍCH HODNOT TEPELNÝCH ZISKŮ A ZTRÁT OBJEKTU PRO ZPRACOVÁNÍ TEPELNÉ CHARAKTERISIKY OBJEKTU V DOBĚ VYUŽÍVÁNÍ

Chladné období

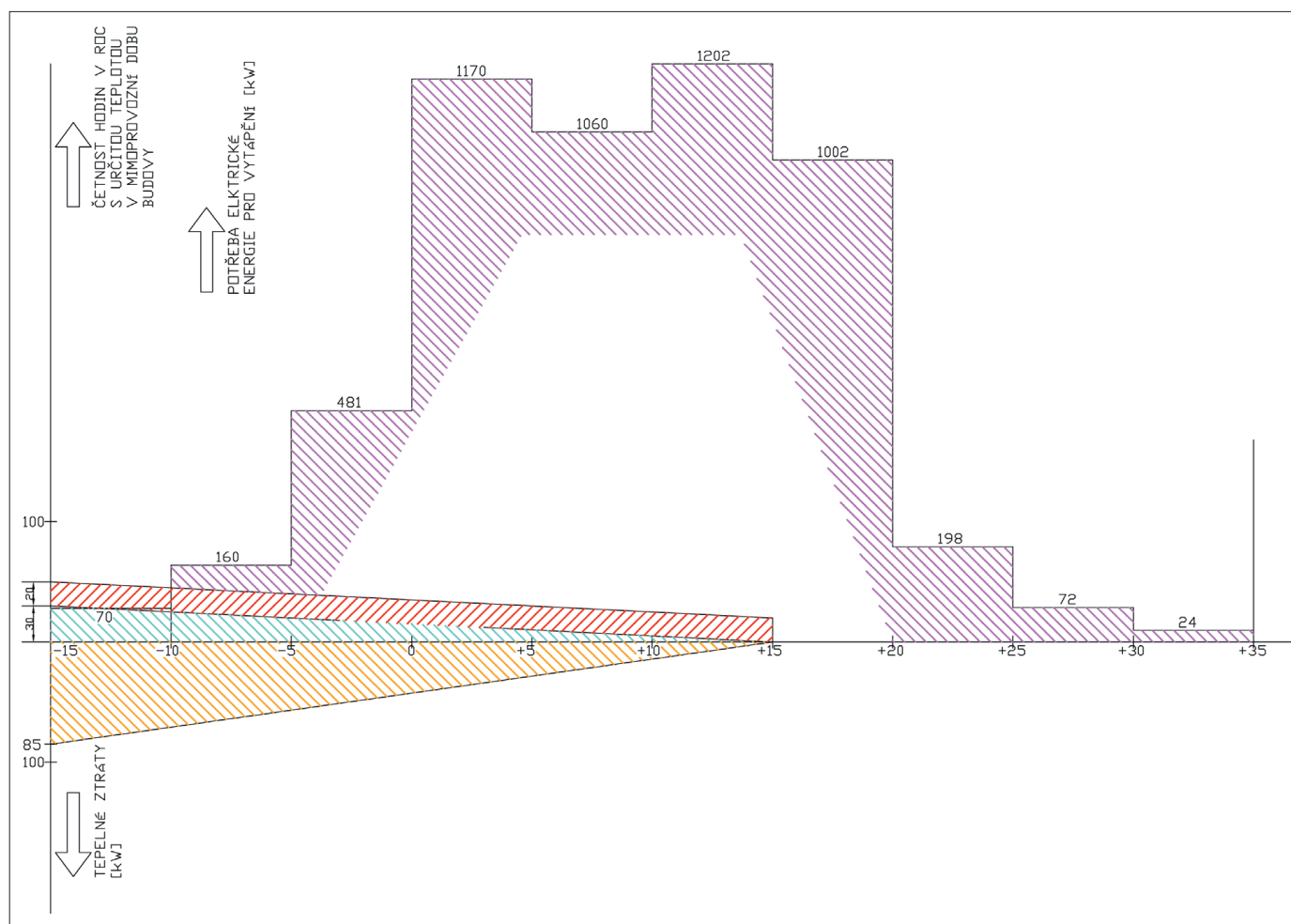
Pro jednoduchost jsou dále pouze uvedeny výsledky dílčích výpočtových postupů pro chladné období i teplé období:

- základní tepelná ztráta prostupem (-15 °C) 71,73 kW
- neřízená infiltrace (-15 °C, $x = 0,3 \text{ h}^{-1}$) 36,37 kW
- ☐ Maximální tepelná ztráta bez větrání 105,87 kW
- ☐ Tepelné zisky
 - vnitřní tepelné zisky 111,92 kW
 - tepelné zisky radiací 17,76 kW (uvažována pouze difusní radiace).
- ☐ Tepelná ztráta větráním (při venkovní teplotě -15 °C)
 - tepelná ztráta větráním při plném průtoku čerstvým vzduchem (střední účinnost zpětného získávání tepla 50 %) 151,5 kW;
 - tepelná ztráta větráním při 50% snížení přívodu čerstvého vzduchu a střední účinnosti zpětného získávání tepla 50 % 75,75 kW;
 - v případě, že bude přiváděný vzduch ohříván pouze na teplotu 15 °C tak, že teplotní deficit bude kryt tepelnými zisky z prostoru kanceláří a zvlhčování bude zajištěno elektrickým parním vyvíječem. Bude nutno přiváděný vzduch při venkovní teplotě při $t_e = -15 \text{ °C}$ ohřívát pouze o 2,5 K, což znamená maximální tepelný příkon ohříváče 20,5 kW. V případě, že bude zvoleno adiabatické vlhčení bude potřeba tepla 61,4 kW.

Teplé období

Pro uvedené výpočty byly použity následující předpoklady výpočtu:

- ☐ Pro výpočet prostupu tepla pláštěm budovy bude použito stejných metodik jako v případě zimních podmínek s tím, že výpočty budou pro venkovní teplotu vzduchu 35 °C. V případě osluněných ploch bude uvažována povrchová teplota pevných ploch 55 °C a skleněných konstrukcí vč. rámu 50 °C.
- ☐ Přiváděný vzduch bude odvlhčován, tj. teplota přiváděného vzduchu bude +15 °C.
- ☐ Pro chlazení bude použito bezkondenzačního klimatizačního systému.



Obr. 3 Potřeba elektrické energie pro vytápění mimo provoz budovy

- ☐ Při extrémních venkovních teplotách nad 26 °C bude vzduch cirkulován (50 %).

Za těchto předpokladů s použitím tepelně technických parametrů obvodové fasády je možno uvažovat následující venkovní tepelné zisky:

– tepelný zisk prostupem	28,62 kW
– tepelný zisk radiací	
☐ neosluněná fasáda	21,23 kW
☐ osluněná fasáda	48,40 kW
Celkem venkovní zisky	98,25 kW

Dále je nutno uvažovat s potřebou chladu pro větrání objektu a odvlhčení přiváděného vzduchu. Za předpokladu, že při teplotách venkovního vzduchu nad 26 °C bude 50 % odváděného vzduchu cirkulováno a dále bude uvažováno i částečné zpětné získávání chladu bude potřeba chladu 146

kW pro ochlazení vzduchu na teplotu +15 °C. Proto je možno uvažovat, že 69,6 kW z této hodnoty bude použito pro eliminaci vnitřních a vnějších zisků na kancelářské ploše.

Veškeré průběhy potřeb tepla a chladu jsou uvedeny na obr. 1, kde je průběh potřeb chladu v závislosti na venkovních teplotách. Dále je na tomto grafu uvedena četnost hodin v typickém roce s určitou teplotou (krok je uveden po 5 °C) v předpokládaném časovém intervalu provozování dané administrativní budovy. Na obr. 2 jsou pak uvedeny předpokládané potřeby elektrické energie pro zajištění požadovaných mikroklimatických podmínek v době využívání budovy. Na obr. 3 je uvedena potřeba elektrické energie pro zajištění minimálních teplot v budově v době, kdy není využívána. ■

Dokončení v příštím čísle.