



# **České vysoké učení technické v Praze**

Fakulta stavební  
Katedra technických zařízení a budov

Příloha č. 8

**Alternativní řešení**

## Obsah

1 Úvod .....	1
2 Původní návrh.....	1
3 Způsoby snížení tepelné zátěže.....	3
4 Přepočet solárních zisků radiací s venkovními žaluziemi.....	3
5 Odvod tepelné zátěže.....	5
6 Porovnání tepelných bilancí .....	6
7 Důsledky nového návrhu.....	7
8 Závěr .....	7

## 1 Úvod

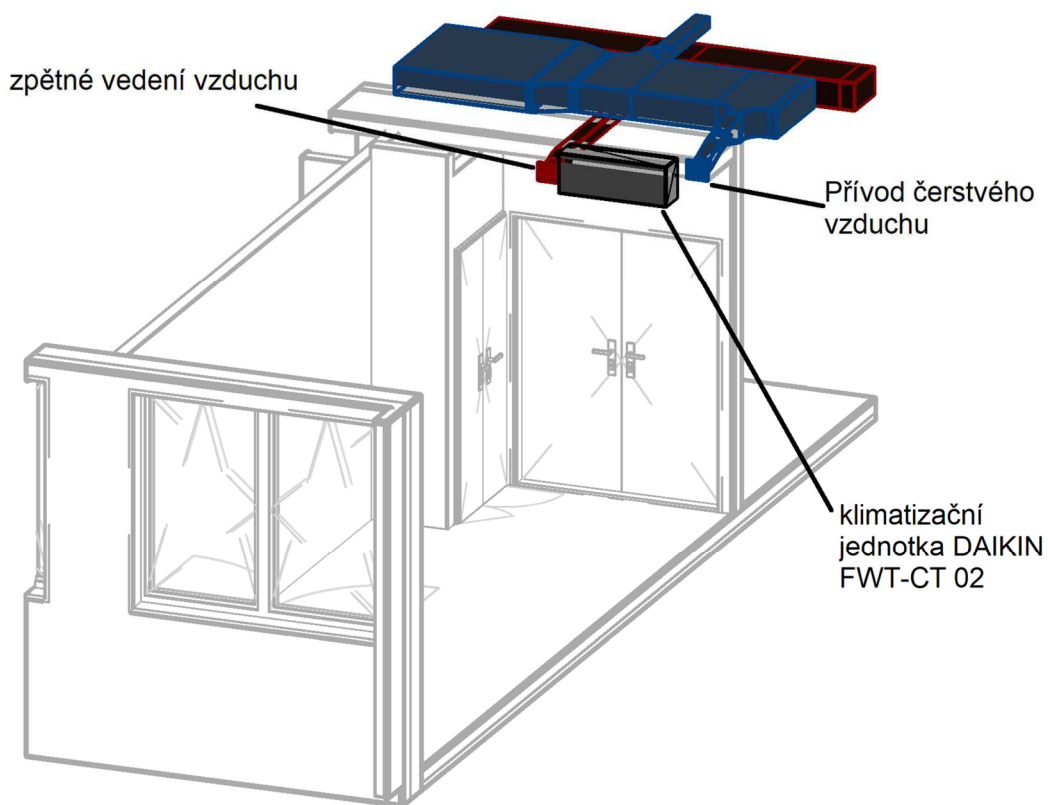
Alternativní řešení si klade za cíl takový návrh, aby nemusela na každém pokoji být umístěna klimatizační jednotka. Dále v této příloze popíše kroky, které je k tomu potřeba učinit.

Z hlediska správce objektu je klimatizace na pokojích velmi problematická a nákladná záležitost. Obyvatelé mohou nezodpovědně přechlazovat interiér na nízké teploty. Mít otevřená okna a pouštět dovnitř teplý venkovní vzduch. Mohou také klimatizační jednotky poškozovat a jejich oprava a údržba tak bude velmi nákladná. To je hlavní důvod tohoto alternativního řešení.

## 2 Původní návrh

Na obrázku 1 vidíme původní návrh, ve kterém má každý pokoj svoji vlastní klimatizační jednotku DAIKIN FWT-CT 02. Jednotka je umístěna nad dveřmi mezi výstkou přívodu a odtahu vzduchu. Ke klimatizační jednotce je dálkový ovladač a obyvatelé si budou moci sami regulovat, jak moc chladícího výkonu chtějí.

Důvodem umístění klimatizačních jednotek do pokojů byla příliš vysoká tepelná zátěž způsobená zejména solárními zisky. Výpočet tepelné zátěže je v *Příloze 2 – Tepelná zátěž a shrnutí tepelné zátěže* je shrnuto níže v tabulce 1.



Obrázek 1 – Pohled do pokoje s původním návrhem s klimatizační jednotkou

<b>Celková tepelná zátěž - Pokoje na Západní fasádě</b>			
Solární zisky - radiací	$Q_{solar} =$	693,38	W
Prostup tepla oknem	$Q_{ok} =$	$U_o * S_o * (t_e - t_i)$	
	$Q_{ok} =$	$1,2 * 3,135 * (32 - 26)$	
	$Q_{ok} =$	22,57	W
Snížení zisků akumulací	$\Delta Q =$	-200	W
Zisk neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_s =$	22,35	W
Zisk od osob	$Q_{os} =$	200	W
Od elektrických zařízení	$Q_{el} =$	130	W
Od svítidel	$Q_{osv} =$	120	W
<b>Celkový tepelný zisk pro místnost</b>	<b><math>Q_{celkem} =</math></b>	<b>988,30</b>	<b>W</b>

Tabulka 1 – Shrnutí tepelné zátěže pokojů

### 3 Způsoby snížení tepelné zátěže

Z tabulky 1 je zřejmé, že jediný smysluplný a výrazný způsob snížení tepelné zátěže je snížení solárních zisků radiací.

Způsob, jakým toho lze docílit jsou **venkovní žaluzie**.

Při původním výpočtu bylo uvažováno s vnitřními žaluziemi, které mají hodnotu stínícího součinitele  $s = 0,56$ . A ještě okno bylo dvojsklo, což ve finále snížilo hodnotu na  $s = 0,504$ .

V případě instalace venkovních žaluzií bychom se dostali na hodnotu stínícího součinitele  $s = 0,135$ , což by už mohlo způsobit dostatečné snížení solárních zisků radiací.

Přepočet solárních zisků radiací je proveden v kapitole 4 Přepočet solárních zisků radiací s venkovními žaluziemi.

### 4 Přepočet solárních zisků radiací s venkovními žaluziemi

Oproti původnímu výpočtu dochází ke snížení hodnoty stínícího součinitele  $s$  z hodnoty  $s = 0,504$  na hodnotu  $s = 0,135$ .

V tabulkách na dalším listu je původní a nový výpočet solárních zisků radiací. Výsledkem je, že z původní hodnoty 693,38W se hodnota solárních zisků radiací snížila na 185,73W.

Pokud necháme všechny ostatní tepelné zisky stejné, pak celkový tepelná zátěž pokoje se po instalaci venkovních žaluzií sníží na 480,65W z původních 988,30W. Viz tabulka níže.

Venkovními žaluziemi se tedy podařilo snížit tepelnou zátěž na **480,65 W**.

Celková tepelná zátěž - Pokoje na Západní fasádě			
Solární zisky - radiací	$Q_{solar} =$	185,73	W
Prostup tepla oknem	$Q_{ok} =$	$U_o * S_o * (t_e - t_i)$	
	$Q_{ok} =$	$1,2 * 3,135 * (32 - 26)$	
	$Q_{ok} =$	22,57	W
Snížení zisků akumulací	$\Delta Q =$	-200	W
Zisk neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_s =$	22,35	W
Zisk od osob	$Q_{os} =$	200	W
Od elektrických zařízení	$Q_{el} =$	130	W
Od svítidel	$Q_{osv} =$	120	W
<b>Celkový tepelný zisk pro místnost</b>	<b><math>Q_{celkem} =</math></b>	<b>480,65</b>	<b>W</b>

# PŮVODNÍ VÝPOČET BEZ VENKOVNÍCH ŽALUZÍÍ

## Solární zisky radiací - Pokoje na Západní fasádě

hodina dne	difúzní sluneční radiace [W/m <sup>2</sup> ]	difúzní sluneční radiace [W/m <sup>2</sup> ]	korekční činitel na čistotu atmosféry	Hodnoty stínících součinitelů	Plocha okenního otvoru	Šířka okna	Výška okna	Hloubka okna	Hloubka okna vzhledem k hornímu stínění	Výška slunce	Sluneční azimut	Azimut stěny	délka stínu od okraje slunovalmu 1	délka stínu od okraje slunovalmu 2	Osluněná plocha okna	výsledný prostup tepla radiací jedním oknem
	lo	lodif	c0	s	So [m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]	d [m]	c [m]	h	α	γ	e1 [m]	e2 [m]	Sos [m <sup>2</sup> ]	Qor
5	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	6	67	270	0,059	0,011	3,02	0,00
6	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	15	77	270	0,032	0,027	3,03	0,00
7	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	25	88	270	0,005	0,047	3,04	0,00
8	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	34	100	270	0,025	0,068	2,97	0,00
9	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	44	114	270	0,063	0,106	2,84	0,00
10	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	52	131	270	0,122	0,170	2,63	0,00
11	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	58	152	270	0,264	0,341	2,14	0,00
12	0	0	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	60	180	270	175,807	217,239	37492,41	0,00
13	232	139	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	58	280	270	0,025	0,162	2,79	301,46
14	389	130	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	52	229	270	0,122	0,169	2,63	471,69
15	505	117	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	44	246	270	0,062	0,106	2,84	631,51
16	539	100	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	34	260	270	0,025	0,068	2,97	693,38
17	481	80	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	25	272	270	0,005	0,047	3,04	630,02
18	322	87	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	15	283	270	0,032	0,027	3,03	422,61
19	83	46	0,85	0,504	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	6	293	270	0,059	0,011	3,02	110,00

$e1 = [d \cdot tg(a - g)]$    
 $e2 = [c \cdot tg h / \cos(a - g)]$    
 $Sos = (a - e1) \cdot (b - e2)$    
 $Qor = [Sos \cdot lo \cdot co + (So - Sos) \cdot lo \cdot dif] \cdot s$    
 $Qor, max = 693,38 \text{ W}$

# NOVÝ VÝPOČET S VENKOVNÍMI ŽALUZIEMI

## Solární zisky radiací - Pokoje na Západní fasádě

hodina dne	difúzní sluneční radiace [W/m <sup>2</sup> ]	difúzní sluneční radiace [W/m <sup>2</sup> ]	korekční činitel na čistotu atmosféry	Hodnoty stínících součinitelů	Plocha okenního otvoru	Šířka okna	Výška okna	Hloubka okna	Hloubka okna vzhledem k hornímu stínění	Výška slunce	Sluneční azimut	Azimut stěny	délka stínu od okraje slunovalmu 1	délka stínu od okraje slunovalmu 2	Osluněná plocha okna	výsledný prostup tepla radiací jedním oknem
	lo	lodif	c0	s	So [m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]	d [m]	c [m]	h	α	γ	e1 [m]	e2 [m]	Sos [m <sup>2</sup> ]	Qor
5	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	6	67	270	0,059	0,011	3,02	0,00
6	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	15	77	270	0,032	0,027	3,03	0,00
7	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	25	88	270	0,005	0,047	3,04	0,00
8	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	34	100	270	0,025	0,068	2,97	0,00
9	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	44	114	270	0,063	0,106	2,84	0,00
10	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	52	131	270	0,122	0,170	2,63	0,00
11	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	58	152	270	0,264	0,341	2,14	0,00
12	0	0	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	60	180	270	175,807	217,239	37492,41	0,00
13	232	139	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	58	280	270	0,025	0,162	2,79	80,75
14	389	130	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	52	229	270	0,122	0,169	2,63	126,34
15	505	117	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	44	246	270	0,062	0,106	2,84	169,15
16	539	100	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	34	260	270	0,025	0,068	2,97	185,73
17	481	80	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	25	272	270	0,005	0,047	3,04	168,75
18	322	87	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	15	283	270	0,032	0,027	3,03	113,20
19	83	46	0,85	0,135	3,135	1,9	1,65	0,14	0,1	6	293	270	0,059	0,011	3,02	29,46

$e1 = [d \cdot tg(a - g)]$    
 $e2 = [c \cdot tg h / \cos(a - g)]$    
 $Sos = (a - e1) \cdot (b - e2)$    
 $Qor = [Sos \cdot lo \cdot co + (So - Sos) \cdot lo \cdot dif] \cdot s$    
 $Qor, max = 185,73 \text{ W}$

## 5 Odvod tepelné zátěže

Jak již bylo zmíněno, cílem je zařídit, aby nemuseli být instalovány klimatizační zařízení na pokojích. To znamená, aby centrální VZT jednotka byla schopná přiváděným vzduchem odebrat tepelnou zátěž.

V původním návrhu toho dosaženo nebylo, ale teď s nižší tepelnou zátěží toho už může být dosaženo. V tabulkách níže je proveden výpočet odebrání tepelných zisků.

Jsou počítány 3 výpočtové stavy:

- Původní stav:  $t_p = 22\text{ °C}$ ,  $V_p = 50\text{ m}^3/\text{h}$
- Nový stav 1:  $t_p = 20\text{ °C}$ ,  $V_p = 50\text{ m}^3/\text{h}$
- Nový stav 2:  $t_p = 20\text{ °C}$ ,  $V_p = 70\text{ m}^3/\text{h}$

Vstupní parametry			
$\rho$	1,19	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu
$c$	1,01	J/(kg*K)	měrná tepelná kapacita vzduchu
$t_{\text{ext}}$	32	°C	teplota venkovního vzduchu
$t_i$	26	°C	návrhová teplota vnitřního vzduchu

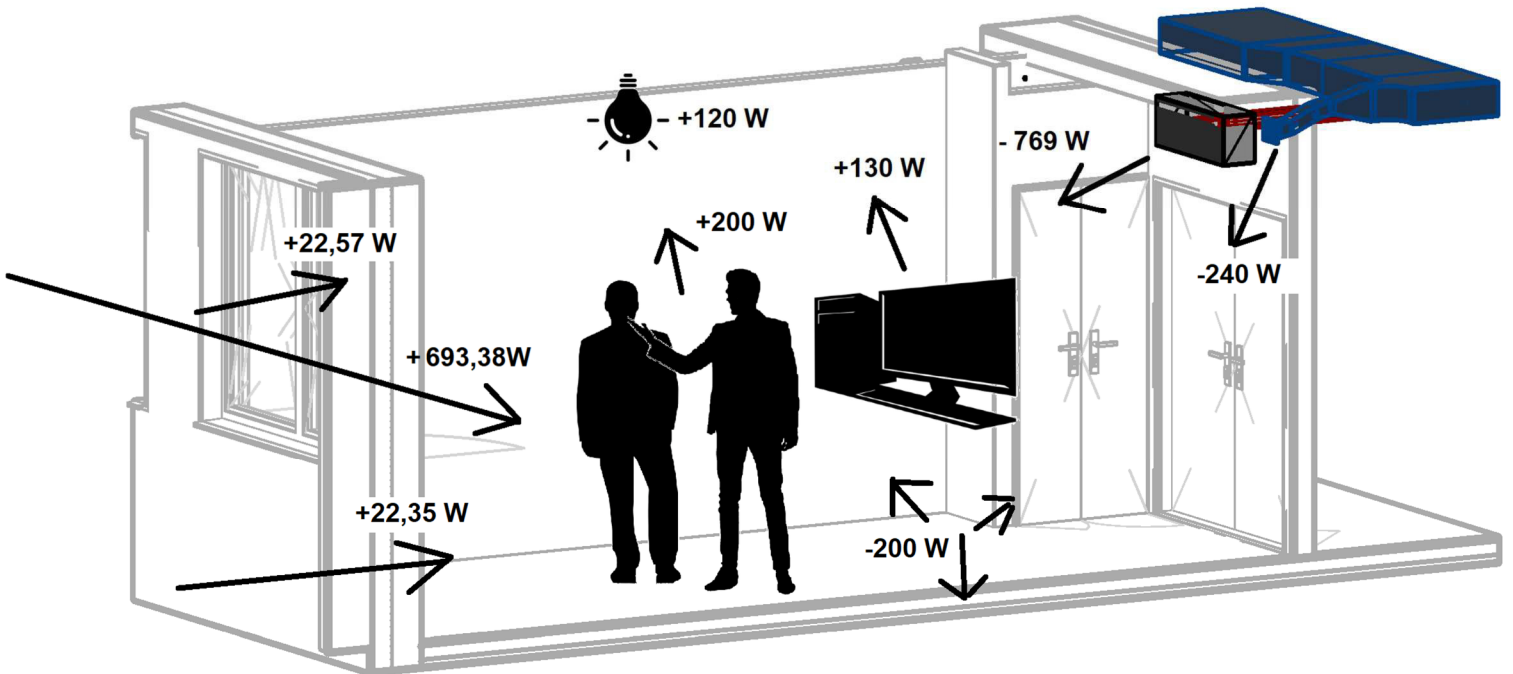
Teplo odebrané centrální VZT jednotkou					
	Tepelná zátěž místnosti [W]	Návrhové množství vzduchu [m <sup>3</sup> /h]	teplota vnitřního vzduchu $t_i$ [°C]	teplota přiváděného vzduchu $t_p$ [°C]	Množství tepla odebrané přiváděným vzduchem [W]
Původní stav	988,3	50	26	22	240,38
Nový stav 1	480,65	50	26	20	360,57
Nový stav 2	480,65	70	26	20	504,80

Z výpočtů vyplývá, že množství přiváděného vzduchu 50 m<sup>3</sup>/h nestačilo k odebrání tepelné zátěže o přibližně 120 W. Proto muselo být množství přiváděného vzduchu navýšeno na 70 m<sup>3</sup>/h.

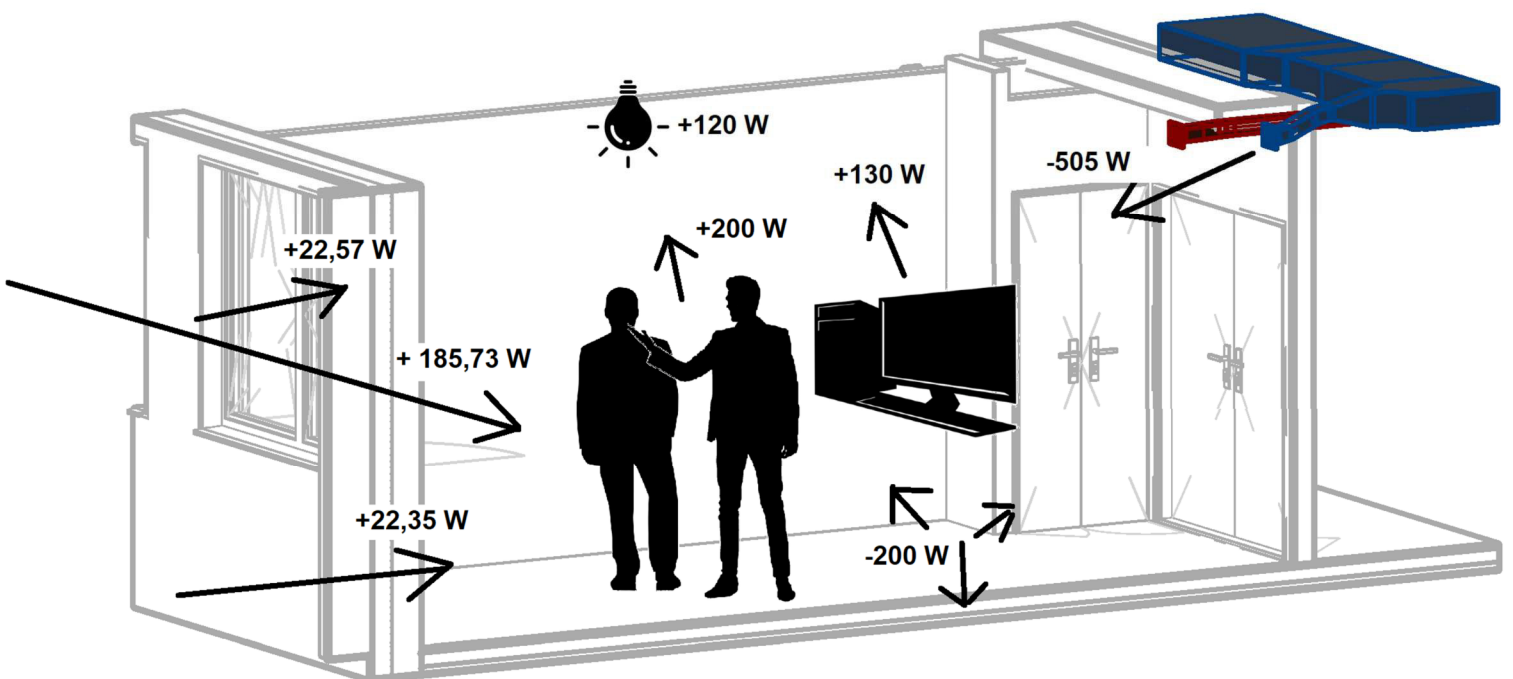
Výsledný návrh tedy je přivádět do každého pokoje **70 m<sup>3</sup>/h** vzduchu o teplotě **20 °C**.

## 6 Porovnání tepelných bilancí

### Původní tepelná bilance



### Nová tepelná bilance



## 7 Důsledky nového návrhu

Bylo dosaženo toho, že na pokojích již nemusí být klimatizační jednotky, ale je to za cenu prodražení dalších částí projektu.

Nejzásadnější investicí bude jistě instalace venkovních žaluzií. Nicméně přinese to úsporu na straně chlazení.

Teplota přiváděného vzduchu byla snížena z 22 °C na 20 °C, což má za důsledek větší energetickou náročnost na chlazení přiváděného vzduchu.

Další změna je v množství přiváděného vzduchu, kdy z původních 50 m<sup>3</sup>/h je přiváděno 70 m<sup>3</sup>/h. To bude mít za důsledek větší dimenze potrubí, větší tlakové ztráty, větší ventilátory ve VZT jednotce a více energie na jejich pohon. Nicméně obyvatelům více vzduchu přinese větší komfort.

Celkem přibude 4560 m<sup>3</sup>/h vzduchu pro VZT jednotku nadzemního podlaží, což je nárůst přibližně o 18% (původní množství vzduchu bylo 25260 m<sup>3</sup>/h).

## 8 Závěr

Alternativním návrhem bylo skutečně dosaženo eliminace klimatizačních jednotek na pokojích, ale přineslo to s sebou další investice a provozní náklady. Investor by s největší pravděpodobností chtěl výpočet návratnosti investice takového opatření a až na základě toho by se rozhodl. Nicméně z ekologického a zdravotního hlediska se jedná o správný návrh.