

24. 9. 2020 | Autor: Ing. Martin Varga

Tento článek má za úkol blíže vysvětlit funkci váhového činitele ve výpočtu spotřeby energie (elektriny) u VZT jednotek a také vysvětlit jak jej ovlivňuje zvolený typ regulace pohonu ventilátorů VZT jednotky. Aktualizace 27.10.2020.

### Váhový činitel:

Váhový činitel vyjadřuje (alespoň tak, jak je zapracován do SW ENERGETIKA) poměrnou změnu měrného příkonu VZT jednotky SFPahu v závislosti na jejím aktuálním zatížení. Aktuálním zatížením se má na mysli podíl průměrného objemu větrání za daný výpočetní krok VZT jednotkou k jejímu jmenovitému objemu průtoku vzduchu:

$$r = \text{Vahu,set} / \text{Vahu,MAX} (-)$$

r (-) - aktuální podíl zatížení VZT jednotky vůči jmenovitému zatížení (výkonu)

Vahu,MAX (m<sup>3</sup>/h) je jmenovitý objemový výkon VZT jednotky

Vahu,set (m<sup>3</sup>/h) je průměrný objem větrání VZT jednotky za daný výpočetní krok

Z toho je patrné, že tento podíl "r" může být odlišný pro každý výpočetní krok. Hodnota Vahu,set je závislá na volbě typu regulace pohonu ventilátorů VZT jednotky:

- 1 otáčková regulace (regulace Z/V) = > Vahu,set = Vahu,MAX
- 3 otáčková regulace = > Vahu,set = 1/3 Vahu,MAX nebo 2/3 Vahu,Max nebo Vahu,MAX
- plynulá (spojitá) regulace = > Vahu,set = Vnd,set (pro danou VZT jednotku)

Vnd,set (m<sup>3</sup>/h) - je průměrný požadovaný objem větrání v daný výpočetní krok. Jeho hodnota je určena přiřazeným profilem užívání k zónám přiřazených k VZT jednotce a zadáním podílů pokrytí potřeby větrání zóny VZT jednotkou.

Z toho je také patrné, že podíl závislosti "r" pro VZT jednotku s regulací Z/V je vždy 1.

V nabídce jsou aktuálně tyto volby typů závislostí změny měrného příkonu SFPahu na poměru "r": (tato funkce je dostupná od verze programu 6.0.2):

- Špatný (konstantní)
- Normální (proměnný)
- Dobrý (proměnný)
- Ideální (proměnný)
- Referenční (konstantní)
- Lineární (proměnný idealizovaný)
- Kvadratický (proměnný idealizovaný)
- Vlastní (konstantní)

Zpravidla výrobce uvádí měrný příkon SFPahu (Ws/m<sup>3</sup>) VZT jednotky pro jmenovitý objemový výkon Vahu,MAX. Tento měrný příkon nebývá však konstantní při jakémkoliv stupni zatížení VZT jednotky. Je to dáno zejména tím, že tlakové ztráty klesají, resp. rostou s kvadrátem rychlosti. Proto i např. měrný příkon SFPahu při požadavku na větrání na 50% jmenovitého objemu Vahu,MAX není stále stejný, ale je nižší.

V této roletě můžeme právě volit typ závislosti změny měrného příkonu SFPahu na % zatížení VZT jednotky (procento zatížení jednotky automaticky dopočítává SW na základě zadání pro každý výpočetní krok). V nabídce je mnoho voleb k výběru. Pro nové kvalitní instalace VZT jednotek se předpokládá, že závislost bude **normální**,

**dobrá až ideální.** Pro VZT jednotky s regulací pouze Z/V (jednotáčková regulace) je volba v této roletě vždy zaaretována na špatné závislosti a nelze měnit! Ostatní typ proměnných závislostí jsou teoretické: lineární, kvadratický (tzn. tyto volby se běžně nevolí). Pak tu jsou závislosti s konstantní hodnotou: referenční, vlastní. Referenční je zde uvedena proto, abyste třeba mohli u hodnocené budovy nasimulovat přesně referenční spotřebu (pokud zadáte SFP<sub>ahu</sub> VZT jednotky na referenční hodnotě a typ regulace volíte plynulou). A poslední volba jako vždy umožňuje uživatelskou volbu, avšak pouze konstantní hodnotou (závislostí). **Hodnotu konstantní závislosti neovlivňuje aktuální procento podílu "r" zatížení VZT jednotky. Jedná se o hodnotu zadanou tzv. „natvrdo“.**

*Poznámka: Pokud je u VZT jednotky s jednotáčkovou regulací (Z/V) zaaretována možnost váhového činitele na volbě "špatná", tak to automaticky neznamená, že taková VZT jednotka je špatná. Jen to říká, že u takto regulovaného chodu VZT jednotky v podstatě nelze počítat s tím, že by měrný příkon mohl "klesat". VZT jednotka vždy běží na jmenovitý výkon. Jsou aplikace, kde taková regulace bude dostačující a nebude to špatně - např. v případě kontinuálního požadavku na konstantní objem větrání, jehož objem je blízký jmenovitému objemu VZT jednotky.*

Průměrnou roční hodnotu váhového činitele najdeme v tabulce nuceného větrání v kapitole G protokolu PENB. Pokud je váhový činitel odlišný pro každý výpočetní krok, je v tabulce uvedena jeho průměrná roční hodnota stanovená váženým průměrem přes Vahu,set. Tento činitel podává informaci o tom, jak průměrně za rok je využit instalovaný měrný příkon VZT jednotky.

NUCENÉ VĚTRÁNÍ								
Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový činitel regulace systému nuceného větrání
		m <sup>3</sup> /hod	m <sup>3</sup> /hod	MWh/rok	%	%	W.s/m <sup>3</sup>	%
VZT-1	VZT jednotka XY	400	171,25	0.31	10 - 100	0	1 800	71,8

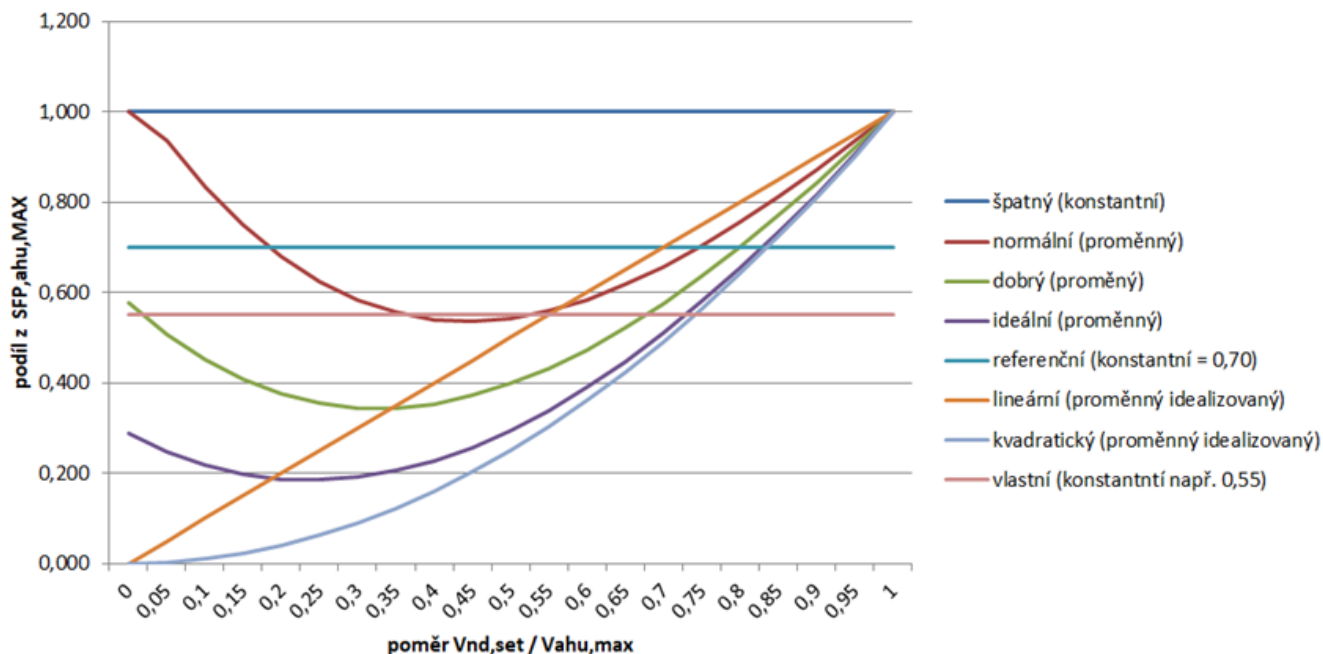
Roletu s výběrem typu závislosti měrného příkonu SFP<sub>ahu</sub> na podílu zatížení VZT jednotky naleznete v modálním okně pro zadání příkonu ventilátorů VZT jednotky (pod roletou s výběrem typu regulace pohonu VZT jednotky):

The screenshot shows a configuration window for VZT units. It includes the following elements:

- Jmenovitý měrný příkon VZT jednotky:** SFP<sub>ahu,MAX</sub> = 4000 Ws/m<sup>3</sup>
- Typ regulace pohonu ventilátoru VZT jednotky:** Třítáčkový pohon
- Typ VZT systému z hlediska závislosti SFP na částečném zatížení:** A dropdown menu is open, showing options: Špatný (konstantní), Normální (proměnný), **Dobry (proměnný)** (highlighted with a red arrow), Ideální (proměnný), Referenční (konstantní), Lineární (proměnný idealizovaný), Kvadratický (proměnný idealizovaný), and Vlastní (konstantní).
- Poměr SFP<sub>ahu,set</sub> / SFP<sub>ahu,MAX</sub> pro každý výpočetní krok dle V<sub>ahu,set</sub>/V<sub>ahu,MAX</sub>**

Grafické vyjádření průběhu hodnot váhových činitelů pro jednotlivé typy závislosti změny měrného příkonu SFP<sub>ahu</sub> na podílu zatížení VZT jednotky:

## závislost SFP na % zatížení



Poznámka: V grafu výše vyjádřené závislosti váhového činitele na zatížení jsou reálné do podílu zatížení cca 25-20%. Při nižším podílu zatížení odpovídá průběh křivek funkci platné v rozsahu zatížení 20-100%, avšak zde již nastává větší odklon od reality. Z hlediska programátorské nutnosti musí SW umět pracovat i s podíly 0-20%, ale je třeba mít na paměti, že výsledek může být více zkreslen. V souvislosti s takto nízkým podílem zatížení doporučujeme prověřit, zda navrhovaná/instalovaná VZT jednotka může pracovat efektivně, a zda-li není lepší ji vyměnit za VZT jednotku s nižším jmenovitým výkonem. U podílu zatížení pod 20% se ve výsledných hodnotách projevuje významněji vliv samotné účinnosti elektromotoru a ta je závislá na jeho konstrukci. Takže hodnoty pod tuto mez je třeba brát s rezervou co se týče reálnosti.

### Typ regulace pohonu ventilátorů:

V nabídce jsou aktuálně tyto volby:

- **jednootáčkový pohon (Z/V)**
- **tříotáčkový pohon**
- **pohon s proměnnými otáčkami**

První volba znamená, že VZT jednotka je vlastně bez regulace. Buď je VZT jednotka vypnutá nebo zapnutá. A pokud je zapnutá, tak vždy běží na jmenovitý výkon (objemový a tomu odpovídá i příkon). Bez ohledu na to, jaká je aktuální potřeba objemu větrání Vnd,set v daný výpočetní krok. Tento typ regulace je nejméně úsporný. Výjimkou mohou být provoz s kontinuálním požadavkem na konstantní požadovaný objem větrání a současně tento požadavek je velmi blízký jmenovitému objemovému výkonu VZT. V takovém případě tento typ regulace je akceptovatelný.

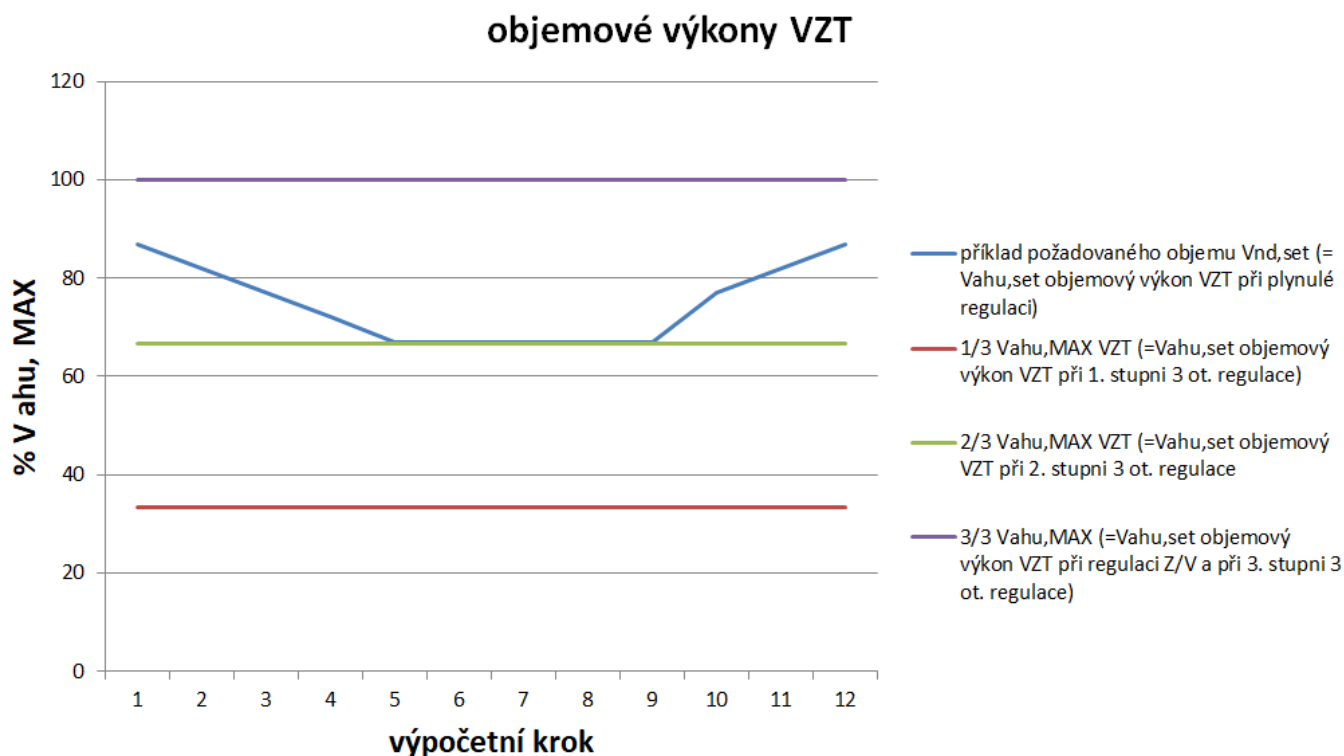
Poznámka: Při výpočtu ENB, pokud je jen regulace Z/V a přitom Vnd,set je proměnné, tak do výpočtu potřeby tepla a chladu se zpětně nepromítá toto zvýšené množství větraného vzduchu odpovídající jmenovitému objemu VZT jednotky. Typ regulace se projevuje pouze na spotřebě elektřiny pro provoz VZT jednotky. Toto neodpovídá realitě, ale je to dáno metodikou výpočtu (to platí i pro 3 stupňovou regulaci).

Druhá volba znamená, že objemový výkon VZT jednotky lze regulovat ve 3 stupních. V praxi mohou mít tyto stupně různý odstup od jmenovitého objemového výkonu. Pro nezabíhání do přílišných podrobností z hlediska výpočtu spotřeby elektřiny pro VZT se v SW uvažují tyto výkonové stupně rovnoměrně rozděleny: 1/3 Vahu,MAX, 2/3 Vahu,MAX a 3/3 Vahu,MAX. Pro každý výpočetní krok program zjistí, do jakého výkonnostního stupně aktuální

průměrná potřeba větrání  $V_{nd,set}$  spadá a tedy v jakém stupni regulace VZT v daný výpočetní krok VZT průměrně „běží“. Tomu odpovídá i příkon výkonostního stupně a následná spotřeba elektřiny, kterou koriguje ještě váhový činitel.

Třetí volba pohonu s plynulou regulací otáček znamená, že objemový výkon VZT jednotky vždy ideálně odpovídá aktuálnímu požadovanému objemu větrání  $V_{nd,set}$  pro daný výpočetní krok. Objemový výkon VZT jednotky tak „kopíruje“ aktuální průměrný požadavek za daný výpočetní krok. Díky tomu je tento typ regulace nejpřesnější (a je také automaticky vždy uvažován u referenční budovy). Samozřejmě má význam tam, kde potřebný objem větrání není kontinuálně konstantní nebo je, ale významně nižší než jmenovitý objem VZT jednotky. Tomu odpovídá i potřebný příkon a následná spotřeba elektřiny, kterou koriguje také ještě váhový činitel.

Příklad zobrazení jednotlivých hodnot  $V_{nd,set}$ ,  $V_{ahu,set}$  a  $V_{ahu,MAX}$  a jejich význam pro stanovení spotřeby elektřiny VZT jednotky pro nucenou dopravu vzduchu:



27.10.2020 byla pouze do on-line náhledu protokolu PENB dle vyhlášky 264/2020 Sb. doplněna do kapitoly G pod tabulku s nuceným větráním další tabulka. Tato tabulka uvádí porovnání jmenovitého objemového toku vzduchu (maximálně možné nuceně dopravovaného) dle zadané VZT jednotky a požadovaného objemového toku vzduchu pro nucenou dopravu požadovanou po této VZT jednotce dle zadání v programu. V posledním sloupci vyhodnocení musí být uvedeno u všech zadaných VZT jednotek "ANO". Pokud je uvedeno červeně "NE", je třeba upravit zadání dle červené poznámky pod touto tabulkou. Pokud je některý vstupní parametr mající vliv na porovnávané hodnoty zadán odlišný pro každý výpočetní krok, je toto porovnání provedeno pro každý výpočetní krok u takové VZT jednotky. Tato tabulka byla doplněna zejména proto, aby na to upozornila. Z oficiální tabulky nelze nevyhovující zadání vždy poznat, jelikož jsou zde uvedeny průměrné roční hodnoty těchto objemů. Vždy musí pro každý výpočetní krok platit:  $V_{ahu,MAX} \geq V_{nd,set}$ .

Pro doplnění logiky zobrazovaných údajů doplníme, že v tomto příkladu tabulky byl typ regulace u VZT-1 a u VZT-4: třítáčkový, VZT-2 a VZT-3: s plynulou regulací.

NUCENÉ VĚTRÁNÍ								
Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový číselník regulace systému nuceného větrání
		m <sup>3</sup> /hod	m <sup>3</sup> /hod	MWh/rok	%	%	Ws/m <sup>3</sup>	%
VZT-1	VZT (Z1)	250	229,17	16.1	100	75	28 800	100,0
VZT-2	VZT (Z2)	200	310,50	5.29	100	80	7 000	100,0
VZT-3	VZT (Z3)	300	252,45	0.46	100	70	750	100,0
VZT-4	VZT (Z5)	400	470,25	2.92	100	80	3 000	100,0

NUCENÉ VĚTRÁNÍ					
Ozn.	Průměrný požadovaný objemový tok	Jmenovitý objemový tok VZT jednotky	Průměrný objemový tok při provozu systému	podíl $V_{nd,set} / V_{ahu,set}$	vyhovuje
	$V_{nd,set}$ (m <sup>3</sup> /h)	$V_{ahu,MAX}$ (m <sup>3</sup> /h)	$V_{ahu,set}$ (m <sup>3</sup> /h)	%	ANO/NE
VZT-1	101,25	250,00	166,67	60,7	ANO
	151,88	250,00	166,67	91,1	ANO
	202,50	250,00	250,00	81,0	ANO
	303,75	250,00	250,00	121,5	NE
	405,00	250,00	250,00	162,0	NE
	506,25	250,00	250,00	202,5	NE
	607,50	250,00	250,00	243,0	NE
	506,25	250,00	250,00	202,5	NE
	405,00	250,00	250,00	162,0	NE
	303,75	250,00	250,00	121,5	NE
	202,50	250,00	250,00	81,0	ANO
101,25	250,00	166,67	60,7	ANO	
VZT-2	310,50	200,00	200,00	155,3	NE
VZT-3	252,45	300,00	252,45	100,0	ANO
VZT-4	470,25	400,00	400,00	117,6	NE

$V_{nd,set}$  = SUMA za přiřazené zóny k VZT jednotce:  $MAX(V_{nd,sup,zone} * \text{podíl větrání VZT jednotkou} ; V_{nd,out,zone} * \text{podíl větrání VZT jednotkou})$

Pokud je ve sloupci "vyhovuje" uvedeno "NE", je to důsledek následujících příčin nebo jejich kombinací: 1) chybně navržená VZT jednotka. Její jmenovitý objemový průtok je nižší než průměrný objem větrání, který na základě zadání je pro daný výpočetní krok požadován, 2) k VZT jednotce je přiřazen větší podíl pokrytí větrání zón nebo zóny, než může reálně zajistit, 3) u VZT jednotky je zadán číselník recirkulace, který vede k požadavku nucené dopravy vzduchu vyšší, než je jmenovitý objemový tok VZT jednotky.