

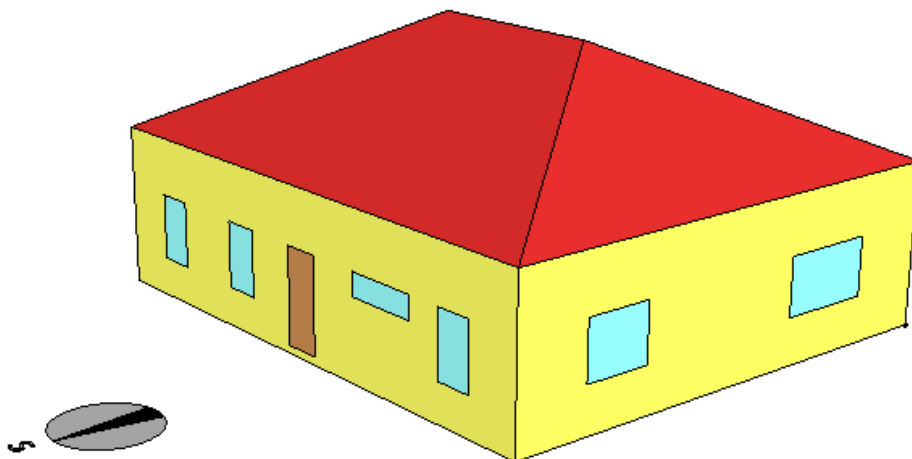


14. 3. 2016 | Autor: Ing. Martin Varga

Zpracovatelé PENB si všimnou, že v některých případech navrhované opatření instalace nuceného větrání s rekuperací nemá energeticky úsporný efekt nebo má menší, než by očekávali. Čím je to způsobeno?

Zpracovatelé PENB si všimnou, že v některých případech navrhované opatření instalace nuceného větrání s rekuperací nemá energeticky úsporný efekt nebo má menší, než by očekávali. Čím je to způsobeno?

Pro ilustraci si představme např. RD, na kterém vysvětlíme, proč tomu tak v některých případech je a o jaké případy jde.



RD je např. typu "bungalow" s nevytápěnou půdou. Čistý objem vzduchu v obytné (vytápěné) části je např.  $V_{int} = 631,3 \text{ m}^3$ . Požadavek na výměnu vzduchu byl ve výpočtu zadán  $V_{nd} = 0,30 \text{ 1/h}$ ...čili..... $V_{nd} = 631,3 * 0,30 = 189,4 \text{ m}^3/\text{h}$ . Všechny obalové konstrukce jsou navrženy na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, stínění výplní není uvažováno. Činitel infiltrace na základě expozice povětrnostním vlivům pro výpočet objemu vzduchu měněného v důsledku netěsností obálky budovy uvažován  $e=0,07$ .

Zde ještě něco málo z teorie:

Hodnota n50 uvádí násobnosti výměny vzduchu skrz netěsnosti v obálce budovy při tlakovém rozdílu 50 Pa. **Tento tlakový rozdíl není přirozený, takže v žádném případě nelze tuto hodnotu přímo porovnávat např. s požadavkem na objem větrání stanovený násobností výměny vzduchu.** Porovnat lze po převedení na přirozený tlakový rozdíl. Objem nežádoucí infiltrace (výměny vzduchu) vlivem hodnoty n50 se stanoví podle vzorce:

$$V_{inf} [\text{m}^3/\text{h}] = V_{int} [\text{m}^3] * n_{50} [\text{1/h}] * e [-]$$

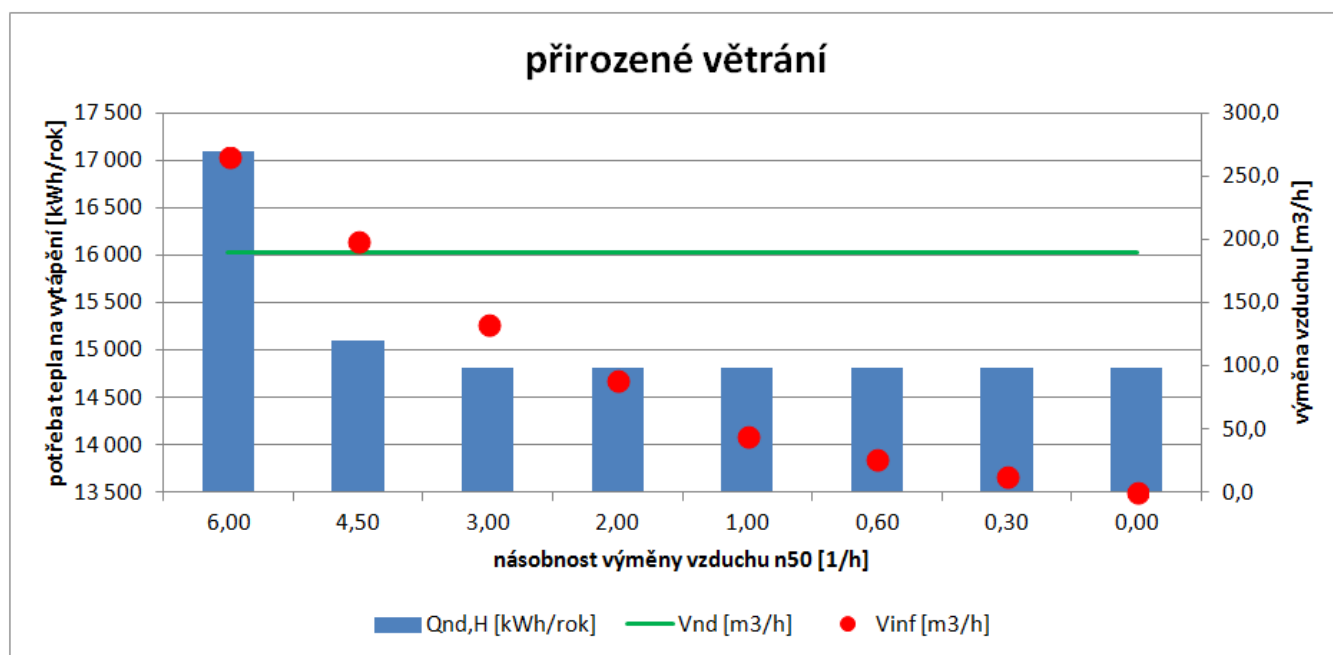
Dle našeho případu při  $n_{50}=4,5 \text{ [1/h]}$  tak lze porovnat požadavek  $n=0,30 \text{ [1/h]}$  s  $n_{inf} = V_{inf} / V_{int} = 0,315 \text{ [1/h]}$ . Pro tento případ bychom tedy mohli konstatovat, že vzduchové netěsnosti v obálce budovy jsou takového rozsahu, že jsou schopny plně zajistit minimální požadovanou výměnu vzduchu v budově.

Hrubě lze také pro první představu o velikosti infiltrace při přirozeném tlakovém rozdílu podělit hodnotu n50 hodnotou 20. Toto je však velmi hrubý empirický odhad, vycházející z praxe. Ve výpočtech aplikace ENERGETIKA se uvažuje vždy se vzorcem uvedeným výše.

## A)

Nyní si představme tento objekt nejprve s přirozeným větráním v několika variantách vzduchotěsnosti obálky (n50) vytápěné části budovy. Na grafu níže je uvedena závislost potřeby tepla na vytápění při přirozeném větrání pro různé hodnoty n50:

| n [1/h]         | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Vnd [m3/h]      | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  |
| n50 [1/h]       | 6,00   | 4,50   | 3,00   | 2,00   | 1,00   | 0,60   | 0,30   | 0,00   |
| Vinf [m3/h]     | 265,1  | 198,9  | 132,6  | 88,4   | 44,2   | 26,5   | 13,3   | 0,0    |
| Qnd,H [kWh/rok] | 17 100 | 15 097 | 14 812 | 14 812 | 14 812 | 14 812 | 14 812 | 14 812 |



### Komentář k přirozenému větrání:

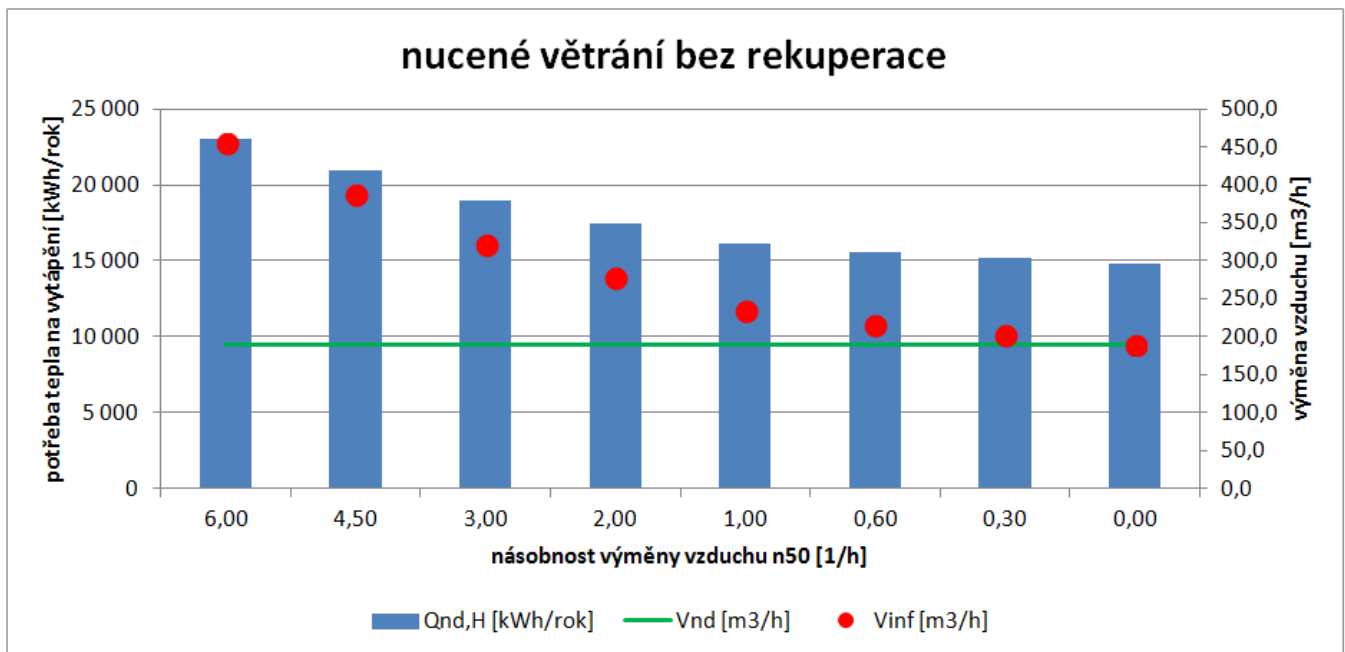
Z čistě energetického hlediska je "jedno", kudy se čerstvý vzduch při přirozeném větrání do objektu dostane a kdo nebo co zapříčiní jeho výměnu (infiltrace skrz funkční spáry výplní, "trhlina ve zdi" apod.). Sledujeme jen měněný objem, který musíme v otopné sezóně ohřát na požadovanou teplotu. Z toho důvodu do doby, kdy objem výpočtené infiltrace **Vinf** na základě hodnoty **n50** a činitele **e** nepřekročí požadovanou výměnu vzduchu **Vnd** nemá výše infiltrace vliv na potřebu tepla na vytápění. **Do výpočtu vstupuje vždy maximální hodnota z požadavku na výměnu vzduchu a z výpočtené infiltrace.** Pokud je infiltrace větší než požadavek na větrání, tak je naprosto logické, že tento měněný vzduch "navíc" musíme také ohřát na požadovanou teplotu v interiéru, protože se do interiéru dostane vlivem nadměrné vzduchové netěsnosti obálky budovy, nad kterou nemá uživatel objektu kontrolu. **Z výše uvedeného také vyplývá odpověď na častou otázku: "Měním hodnotu n50 a výsledek potřeby tepla na vytápění je stále stejný. Kde je chyba?". Chyba to není ..... do doby Vinf < Vnd, zadaná hodnota n50 nemá skutečně vliv na potřebu tepla na vytápění a výpočet se nemění. (viz předchozí článek v technické knihovně: [zde](#))**

## B)

Nyní si představme tento objekt s nuceným větráním bez rekuperace se stejnými variantami vzduchotěsnosti obálky (n50) vytápěné části budovy (uvažujeme rovnotlakou VZT jednotku).

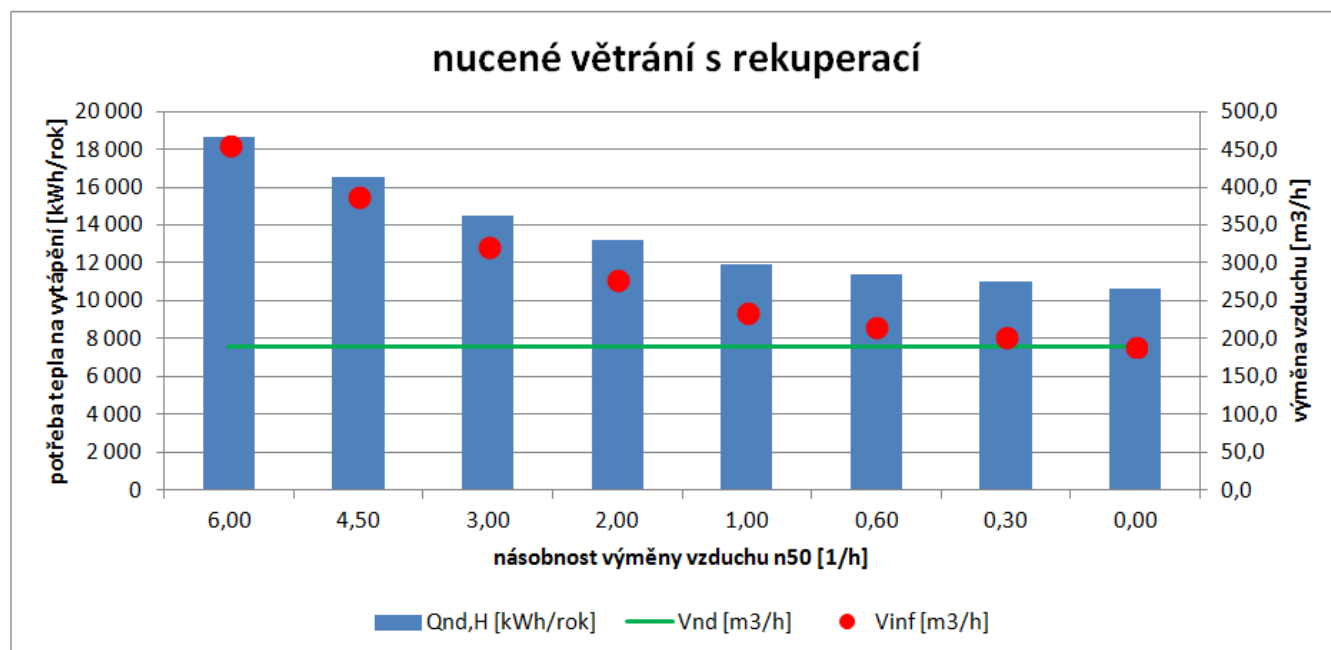
*Poznámka: Aby platil výše uvedený vzorec pro výpočet objemu infiltrace Vinf i pro nucené větrání, záměrně jsme zvolili rovnotlaké nucené větrání, což je u nuceného větrání obytných budov převažující způsob. Při přetlakovém nebo podtlakovém nuceném větrání je vzorec pro výpočet Vinf "složitější" (při Vsup=Vex - rovnotlaké větrání se vzorec redukuje na tvar uvedený výše):  $Vinf = (Vint * n50 * e) / (1 + f/e * [(Vsup - Vex) / (Vint * n50)]^2)$ .*

|                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| n [1/h]         | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   |
| Vnd [m3/h]      | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  |
| n50 [1/h]       | 6,00   | 4,50   | 3,00   | 2,00   | 1,00   | 0,60   | 0,30   | 0,00   |
| Vinf [m3/h]     | 265,1  | 198,9  | 132,6  | 88,4   | 44,2   | 26,5   | 13,3   | 0,0    |
| Qnd,H [kWh/rok] | 23 051 | 20 980 | 18 921 | 17 484 | 16 144 | 15 610 | 15 211 | 14 812 |



**C)** Nyní si představme tento objekt s nuceným větráním s rekuperací se stejnými variantami vzduchotěsnosti obálky (n50) vytápěné části budovy (uvažujeme rovnotlakou VZT jednotku s průměrnou sezónní účinností rekuperace např. 75%)

|                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| n [1/h]         | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   |
| Vnd [m3/h]      | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  |
| n50 [1/h]       | 6,00   | 4,50   | 3,00   | 2,00   | 1,00   | 0,60   | 0,30   | 0,00   |
| Vinf [m3/h]     | 265,1  | 198,9  | 132,6  | 88,4   | 44,2   | 26,5   | 13,3   | 0,0    |
| Qnd,H [kWh/rok] | 18 629 | 16 526 | 14 528 | 13 208 | 11 901 | 11 382 | 10 995 | 10 609 |



#### Komentář k nucenému větrání:

Nucené větrání z hlediska požadavku na výměnu vzduchu má tu výhodu, že VZT zařízení dopravuje přesně takový objem vzduchu do budovy popř. zóny, který si nastavíme dle požadavku projektu, resp. profilu užívání. **Z toho plyne základní důsledek: ostatní výměna vzduchu, nad kterou nemá uživatel kontrolu=infiltrace je nežádoucí!** Pokud k ní při nuceném větrání dochází, navyšujeme zbytečně výměnu vzduchu nad rámec požadavku, který musíme také ohřát (nutný zvýšený tepelný výkon ohříváče VZT jednotky -> vyšší teplota ohřívání vzduchu přiváděného do zóny z VZT zařízení nebo větší množství recirkulovaného vzduchu nebo nutnost kombinace s dalším systémem vytápění - vše na základě posouzení komfortu užívání apod.). Důsledek je jasný: vyšší potřeba tepla na vytápění popř. i vyšší spotřeba elektřiny na nucené větrání v případě nutnosti využít recirkulaci pro přenesení potřebného tepelného výkonu. Z toho důvodu jakýkoliv objem výpočtené infiltrace **Vinf** na základě hodnoty **n50** a činitele **e** vstupuje u nuceného větrání vždy do výpočtu a ovlivňuje, resp. navyšuje **potřebu tepla na vytápění**. Kalkulovat z hlediska přívodu čerstvého vzduchu do zóny s tím, že část se do zóny dostane nežádoucí infiltrací a o tuto část snížit objem požadovaného větraného vzduchu VZT není smysluplné. Investice do nuceného větrání by tím ztrácela smysl.

Při nuceném větrání s rekuperací je tento princip ještě patrnější. Pokud chceme instalací nuceného větrání s rekuperací dosáhnout maximální ekonomickou efektivitu, je nutno celý požadovaný objem větrání zajistit VZT jednotkou, tedy přes rekuperační výměník. Jakýkoliv další nežádoucí měněný vzduch vlivem infiltrace bychom museli také ohřát, a navíc bychom pro tento vzduch nedokázali využít výhodu rekuperace, protože neproudí skrz rekuperační výměník, resp. skrz VZT jednotku. **Z výše uvedeného také vyplývá odpověď na častou otázku: "Prověřoval jsem jako úsporné opatření instalaci nuceného větrání s rekuperací. Po výpočtu se potřeba tepla na vytápění nesnížila v takové míře dle očekávání nebo zůstává cca "stejná" nebo dokonce se zvýšila. Kde je chyba? Výpočet na zadání rekuperace nereaguje!"** Chyba to není a výpočet na zadání rekuperace reaguje ..... v tomto případě velmi záleží na zadané hodnotě n50 v původním stavu objektu před opatřením a n50 po opatření. Jelikož u nuceného větrání vstupuje do výpočtu n50 vždy na rozdíl od přirozeného větrání, může se stát dle výpočtené výše Vinf, že skutečně potřeba tepla na vytápění v novém stavu s navrženým nuceným větráním s rekuperací bude dokonce vyšší, než v původním stavu jen s přirozeným větráním. **Vinf (nežádoucí infiltrace) u nuceného větrání v takovém případě snižuje nebo dokonce převyší přínos rekuperace.**

**Co říká norma?**

- Proto také ČSN 73 0540-2 v kapitole 7 "Šíření vzduchu konstrukcí a budovou" doporučuje těsnost obálky budovy, resp. hodnoty n50 na základě použitého typu větrání.

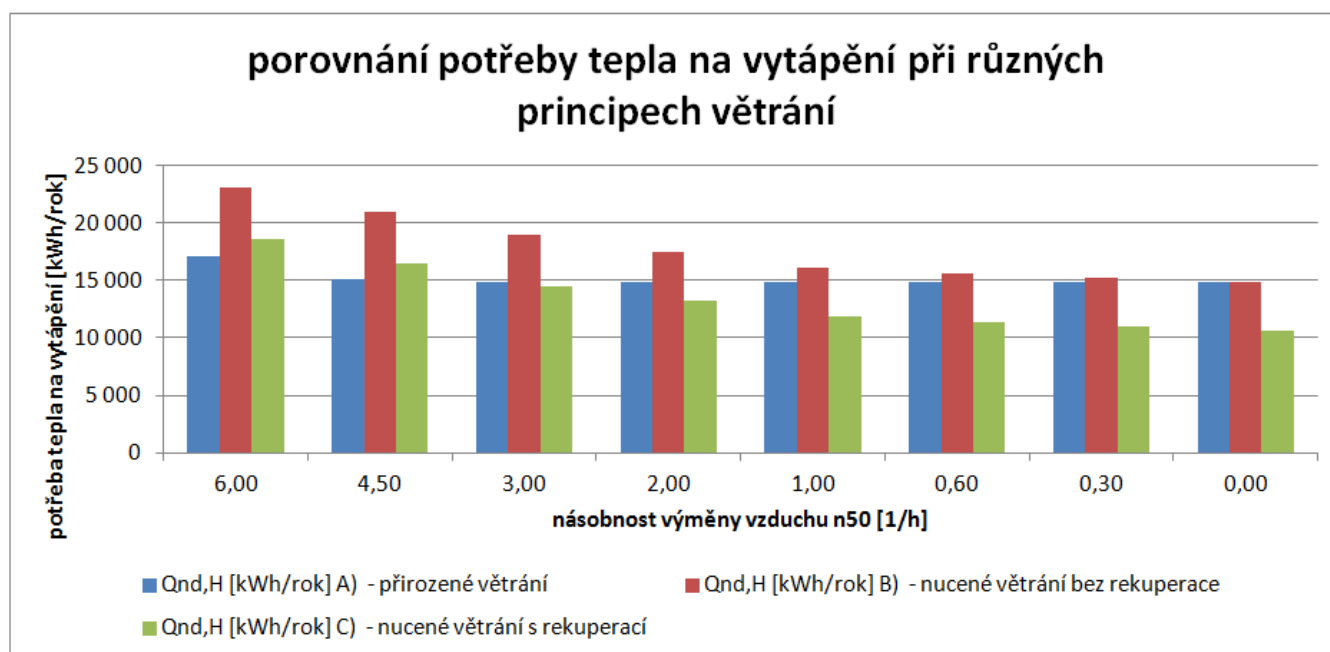
| typ větrání v budově  | doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu n50 |           |
|---|---|-----------|
|   | úroveň I  | úroveň II |
| přirozené nebo kombinované  | 4,50  | 3,00      |
| nucené  | 1,50  | 1,20      |
| nucené se zpětným získáváním tepla  | 1,00  | 0,80      |
| nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy) | 0,60  | 0,40      |

- Proto také NZÚ v oblasti podpory B (podpora novostaveb RD) vyžaduje hodnotu n50=0,60 1/h nikoliv jenom jako projektový předpoklad, ale i potvrzení této hodnoty měřením blower-door testem po realizaci. A je tím podmíněno i přiznání dotace. Podpora novostaveb RD v oblasti podpory B se totiž neobejde bez instalace nuceného větrání s rekuperací.

**Závěr:**

Níže na grafu je uvedeno porovnání výsledné potřeby tepla na vytápění pro tento RD pro různé typy větrání v závislosti na vzduchotěsnosti obálky budovy (n50). Z porovnání je patrné, že v tomto případě nad n50=3,0 1/h instalace nuceného větrání s rekuperací nemá praktický energeticky úsporný efekt oproti původnímu přirozenému větrání (porovnáváme jen potřebu tepla na vytápění).

|                    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| n [1/h]            | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   |
| Vnd [m3/h]         | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  | 189,4  |
| n50 [1/h]          | 6,00   | 4,50   | 3,00   | 2,00   | 1,00   | 0,60   | 0,30   | 0,00   |
| Vinf [m3/h]        | 265,1  | 198,9  | 132,6  | 88,4   | 44,2   | 26,5   | 13,3   | 0,0    |
| Qnd,H [kWh/rok] A) | 17 100 | 15 097 | 14 812 | 14 812 | 14 812 | 14 812 | 14 812 | 14 812 |
| Qnd,H [kWh/rok] B) | 23 051 | 20 980 | 18 921 | 17 484 | 16 144 | 15 610 | 15 211 | 14 812 |
| Qnd,H [kWh/rok] C) | 18 629 | 16 526 | 14 528 | 13 208 | 11 901 | 11 382 | 10 995 | 10 609 |



- Při návrhu nuceného větrání v objektu je nutné věnovat pozornost kromě VZT zařízení i stavu vzduchotěsnosti obálky budovy (n50), protože zásadním způsobem ovlivňuje energetické, ekonomické a provozní parametry budovy.

- Mohlo by se zdát, že u přirozeného větrání není nutné vzduchotěsnost obálky budovy řešit až tak důsledně. To platí do jisté výše pro výslednou hodnotu infiltrace za celou budovu, ale nikoliv pro jednotlivé konstrukce a jejich styky v obalovém plášti. Jinak to může vyústit ve stavebně-fyzikální jevy a následně problém s kvalitnou užívaní stavby. V hroším případě i ve statický problém např. u dřevostaveb (degradace dřevěných nosných prvků vlivem opakující se kondenzace na prvcích ochlazovaných proudícím exteriérovým vzduchem v netěsné stěně). K infiltraci by mělo docházet pouze skrz prvky, které jsou k tomu určeny, např. funkční spára výplní nebo speciální (uzavíratelné) vzduchové kanálky např. v parapetech oken apod. = infiltrace je vždy pod kontrolou a lze ji v případě potřeby omezit.
- Jak zjistit hodnotu n50? U stávajících staveb lze hodnotu zjistit měřením pomocí tzv. blower-door testu. U nově projektovaných staveb se jedná o projektový předpoklad, který by měl cílit na hodnoty uvedené v ČSN 73 0540-2 (kap. 7) viz tabulka výše. Konečnou hodnotu kromě návrhu skladeb konstrukcí a detailů (styků konstrukcí) zásadním způsobem ovlivňuje kvalita realizace. V programu ENERGETIKA je u pole zadání n50 nápověda, kde lze v případě absence naměřené hodnoty u stávajících staveb, uvažovat orientačně hodnotu n50 na základě stavu obalového pláště budovy.

<https://deksoft.eu/technicke-forum/technicka-knihovna/story-55>