



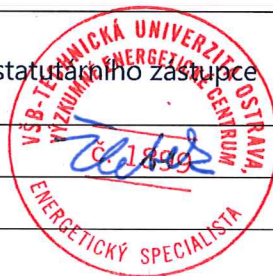
# Národní program Životní prostředí

## Národní plán obnovy

### ENERGETICKÉ POSOUZENÍ DOPLNĚNÍ

Podpora opatření v oblasti energetické účinnosti a k zajištění energie z obnovitelných zdrojů ve veřejných budovách

Název posouzení:	Energetické úspory metodou EPC v ZŠ Drnovice
Místo objektu:	Náves 109, 683 04 Drnovice
Katastrální území:	Drnovice u Vyškova [632554]
Č. parcely:	889/1, 889/4, 889/5, 889/10, 889/28, 889/33
Zpracovatel:	VŠB – Technická univerzita Ostrava Centrum energetických a environmentálních technologií Výzkumné energetické centrum
Statutární orgán:	prof. RNDr. Václav Snášel, CSc. Na základě pověření ze dne 1.10.2020 statutárního zástupce podepisuje: Ing. Michal Žlebek
Osoba určená:	Ing. Michal Žlebek
Spolupracovali:	Ing. Pavel Němec a kolektiv
Datum zpracování:	červen 2022



## 1. ÚVOD

Doplnění energetického posouzení se vztahuje na opatření „NO5 – Instalace vzduchotechnických jednotek“.

V navrhovaném opatření se doplní tabulky – větrání tříd dle metodického pokynu pro návrh větrání škol, které v původním EP chyběly.

### 1.1 **NO5 – Instalace vzduchotechnických jednotek**

V rámci tohoto opatření je navržena instalace třech vzduchotechnických jednotek pro řízené větrání učeben umístěných v budově A, B a D.

Umístění VZT jednotky bude na stavitelném nosném rámu, který rozloží váhu a tlumicí prvky budou eliminovat vznik a přenos vibrací do ostatních konstrukcí. Ještě předtím však bude nutné ověřit únosnost střechy a případně vyztužit konstrukce.

#### **Popis zařízení**

Centrální rekuperační jednotka slouží k větrání vnitřního prostoru učeben školských zařízení. VZT jednotka se bude skládat z deskového rekuperátoru, sekce kapsových filtrů na přívodu a odvodu M5, radiálních ventilátorů s EC motorem s volným oběžným kolem, uzavíracími klapkami, tlumiči hluku a sekcí s úpravou vzduchu.

Sekce s úpravou vzduchu v sobě bude obsahovat (kromě rekuperátoru) také teplovodní ohřívač napojený na externí zdroj tepla (tj. kotelnu objektu). Ohřívač zde nemá za úkol objekt vytápět, ale pouze dohřát vzduch na přípustných 22 °C. Vzhledem k vyššímu komfortu bude přiváděný vzduch ohříván až na 25 °C.

Větrání a jeho intenzita bude nastavena automaticky dle časového plánu a dle čidla CO<sub>2</sub>. Čas, kdy bude větráný prostor nevyužíván bude jednotka v úsporném režimu dle ročního období. Ohřev vzduchu v zimním období bude automatický dle vnitřních a vnějších teplot. Potřebná teplota topné vody bude zajištěna směšovacím uzlem před vzduchotechnickou jednotkou. Všem nastavením provozu bude nadřazeno ruční ovládání skrz HMI web nebo mobilní aplikaci.

#### **Popis rozvodů**

Pro páteřní rozvody bude využito čtyřhranné vzduchotechnické potrubí. Čtyřhranné trouby jsou vyrobeny z pozinkovaného plechu s trapézovým prolisem. To bude vedeno převážně skrz chodby, aby nebyla narušena světlá výška samotných učeben. Distribuční elementy budou napojeny kruhovým flexibilním potrubím.

VZT rozvody budou opatřeny tepelnou izolací tl. 50 mm. s AL laminátováním. Venkovní rozvody budou navíc oplechovány proti ptactvu a agresivnímu venkovnímu klimatu

Po realizace opatření ke snižování energetické náročnosti budovy musí být jednoznačně definována povinnost na vyregulování otopné soustavy.

VZT jednotka budova A		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu - přívod	m <sup>3</sup> /h	1 410,0
Průtok vzduchu - odtah	m <sup>3</sup> /h	1 410,0
Vodní ohřívač výkon	kW	5,4
El. příkon odvod	kW	0,8
El. příkon přívod	kW	0,8
Celkový elektrický příkon	kW	1,6
Doba provozu	h/rok	800,0
Doba provozu v zimním období	h/rok	500,0
<b>Spotřeba EE na větrání</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>1,3</b>
<b>Výroba tepla</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>1,4</b>

Tab. č. 1 – VZT jednotka budova A

VZT jednotka budova B		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu - přívod	m <sup>3</sup> /h	3 480,0
Průtok vzduchu - odtah	m <sup>3</sup> /h	3 480,0
Vodní ohřívač výkon	kW	14,0
El. příkon odvod	kW	2,0
El. příkon přívod	kW	1,6
Celkový elektrický příkon	kW	3,6
Doba provozu	h/rok	800,0
Doba provozu v zimním období	h/rok	500,0
<b>Spotřeba EE na větrání</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>2,9</b>
<b>Výroba tepla</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>3,5</b>

Tab. č. 2 – VZT jednotka budova B

VZT jednotka budova D		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Průtok vzduchu - přívod	m <sup>3</sup> /h	3 930,0
Průtok vzduchu - odtah	m <sup>3</sup> /h	3 930,0
Vodní ohřívač výkon	kW	14,0
El. příkon odvod	kW	2,5
El. příkon přívod	kW	1,9
Celkový elektrický příkon	kW	4,5
Doba provozu	h/rok	800,0
Doba provozu v zimním období	h/rok	500,0
<b>Spotřeba EE na větrání</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>3,6</b>
<b>Výroba tepla</b>	<b>MWh/rok</b>	<b>3,5</b>

Tab. č. 3 – VZT jednotka budova D

Bilance vytápění před realizací opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění prostorů budov A, B a D	GJ/rok	297,5
	MWh/rok	82,6
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce tepla	%	90,0
<b>Celková spotřeba tepla na vytápění</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>421,7</b>

Tab. č. 4 – Bilance vytápění před realizací opatření

Bilance vytápění po realizaci opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla na vytápění prostorů budov A, B a D	GJ/rok	238,3
	MWh/rok	66,2
Průměrná účinnost kotlů	%	99,0
Účinnost distribuce tepla	%	90,0
<b>Celková spotřeba tepla na vytápění</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>337,8</b>

Tab. č. 5 – Bilance vytápění po realizaci opatření

Úspora energie a nákladu po realizaci opatření		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Celková spotřeba tepla na vytápění – stávající stav	GJ/rok	421,7
Celková spotřeba tepla na vytápění – navrhovaný stav	GJ/rok	337,8
<b>Celková úspora energie</b>	<b>GJ/rok</b>	<b>83,9</b>
Cena zemního plynu	Kč/GJ	251,4
<b>Celková úspora nákladů</b>	<b>tis.Kč/rok</b>	<b>21,1</b>

Tab. č. 6 – Úspora energie a nákladu po realizaci opatření

Investiční náklady		
Parametr	Jednotka	Hodnota
Náklady na VZT jednotku - budova A	tis.Kč/rok	789,6
Náklady na VZT jednotku - budova B	tis.Kč/rok	1 948,8
Náklady na VZT jednotku - budova D	tis.Kč/rok	2 200,8
<b>Celkové investiční náklady</b>	<b>tis.Kč/rok</b>	<b>4 939,2</b>

Tab. č. 7 – Investiční náklady

Pozn.: Investiční náklady byly stanoveny dle výzvy č. 12/2021 pro poskytnutí podpory z Národního programu Životní prostředí v rámci Národního plánu obnovy.

Výpočet investice:  $560 \text{ Kč} \times 8\,820 \text{ m}^3/\text{h} = 4\,929,20 \text{ tis.Kč}$ .

### Alternativa

Umístění VZT jednotek na střechy, popřípadě půdy objektů může být ze statických důvodů nereálné. Toto zjištění většinou probíhá při projekčních pracích a sondování stavu konstrukcí. V takovém případě je zde možnost instalace decentrálních rekuperačních jednotek.

Jedná se o univerzální decentrální větrací jednotky s rekuperací tepla. Provedení těchto jednotek je přizpůsobeno do interiéru a jsou určeny pro rovnotlaké větrání školních učeben, velkoprostorových kanceláří, provozoven atd. Rekuperační jednotka je volně položená na podlaze větrané místnosti a je prostorově a vzhledově velká jako klasická skříň.

Samotná rekuperační jednotka obsahuje pružně uložené EC ventilátory, protiproudý výměník tepla, výsuvný filtr přiváděného a odváděného vzduchu, by-pass přiváděného vzduchu, samotahové uzavírací klapky na sání a výfuku vzduchu do exteriéru, integrované tlumiče hluku a modul regulace RD5. Bezodtoková vana kondenzátu je vyhřívaná elektrickým článkem s automatickým spínáním, díky tomuto řešení není potřeba jednotku připojovat k odvodu kondenzátu. V horní části jsou pak umístěny tlumiče hluku, stropní nastavitelné žaluzie tryskového přívodu vzduchu, filtr odsávaného vzduchu a integrované čidlo CO<sub>2</sub>.

Oproti centrálních jednotek se tyto jednotky hodí pro větrání jedné, max. dvou školních učeben. Rekuperační jednotka bude umístěna v rohu učebny u stěny sousedící s exteriérem. Skrz stěnu povede prostup propojující rekuperační jednotku s exteriérem.

Větrání a jeho intenzita bude nastavena automaticky dle časového plánu a dle čidla CO<sub>2</sub>. Čas, kdy bude větráný prostor nevyužíván bude jednotka v úsporném režimu dle ročního období. Ohřev vzduchu v zimním období bude pomoci dodatečné elektrické topné vložky. Všem nastavením provozu bude nadřazeno ruční ovládání.

### **Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v jednotlivých pavilonech**

V následujících tabulkách jsou stanoveny průtoky venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub>.

Na jednotlivé pavilony budou instalovány centrální jednotky, které budou větrat učebny žáku prvního a druhého stupně.

V rámci EP byl proveden návrh, který vychází z celkových objemů tříd, které se nacházejí v jednotlivých pavilonech. Návrh byl proveden podle metodického pokynu pro návrh větrání škol. Výsledný průtok pro budovy A (1 407 m<sup>3</sup>/h), B (3 245 m<sup>3</sup>/h) a D (3 768 m<sup>3</sup>/h) byl korigován na nejbližší vyšší výkon VZT jednotek.





## Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v pavilonu A

Akce:	Základní škola Drnovice	Vypracoval:	Ing. Martin Bužek
Adresa:	Náves 109, 683 04 Drnovice	Datum:	13.06.2022
Učebny č.:	Učebny v pavilonu A (přesné číslo není známo)		

<b>Zadání učebny</b>		<b>Větrání během vyučovací hodiny</b>	
Typ školy	Základní škola 1. stupeň	od	do
Objem místnosti	1850 m <sup>3</sup>	8:00	8:05
Počet dětí ve třídě	46 osob	8:05	8:10
Vyučující	9 osob	8:10	8:15
		8:15	8:20
		8:20	8:25
		8:25	8:30
		8:30	8:35
		8:35	8:40
		8:40	8:45

<b>Produkce CO<sub>2</sub></b>		<b>Větrání během malé přestávky</b>	
Produkce CO <sub>2</sub> od dětí	0,010 m <sup>3</sup> /h.os	10 min	8:45
Produkce CO <sub>2</sub> od učitele	0,017 m <sup>3</sup> /h.os	8:50	8:55
Maximální koncentrace CO <sub>2</sub> v učebně	1500 ppm		
Koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním ovzduší	550 ppm		
Počáteční koncentrace CO <sub>2</sub> ve třídě	550 ppm		
Procento dětí o přestávkách ve třídě	100 %		
Produkce CO <sub>2</sub> o vyučování	0,61 m <sup>3</sup> /h		
Produkce CO <sub>2</sub> o přestávkách	0,46 m <sup>3</sup> /h		

<b>Větrání</b>		<b>Větrání během velké přestávky</b>	
Množství vzduchu na žáka	12 m <sup>3</sup> /h.os	20 min	9:40
Množství vzduchu na vyučujícího	95 m <sup>3</sup> /h.os	9:45	9:50
Návrhový průtok větracího vzduchu	1407 m <sup>3</sup> /h	9:50	9:55
Intenzita větrání (orientačně)	0,76 h <sup>-1</sup>	9:55	10:00

<b>Tepelná ztráta větráním</b>		<b>ZÁVĚR</b>	
Teplota vzduchu v místnosti	20 °C	Návrhový průtok	1407 m <sup>3</sup> /h
Venkovní výpočtová teplota ČSN 12831	-12 °C	Průtok pro dodržení CO <sub>2</sub>	1200 m <sup>3</sup> /h
Účinnost ZZT	80 %	Max. koncentrace CO <sub>2</sub>	1029 ppm
Tepelná ztráta větráním	3592 W	Navržené větrání	VYHOVUJE

Koncentrace CO<sub>2</sub> v učebně [ppm]

Čas [h]

— Průběh koncentrace CO<sub>2</sub>

— Limitní koncentrace



## Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v pavilonu B

Akce:	Základní škola Drnovice	Vypracoval:	Ing. Martin Bužek
Adresa:	Náves 109, 683 04 Drnovice	Datum:	13.06.2022
Učebny č.:	Učebny v pavilonu B (přesné číslo není známo)		

<b>Zadání učebny</b>		<b>Větrání během vyučovací hodiny</b>	
Typ školy	Základní škola 1. stupeň	od	do
Objem místnosti	4600 m <sup>3</sup>	8:00	8:05
Počet dětí ve třídě	120 osob	8:05	8:10
Vyučující	19 osob	8:10	8:15
		8:15	8:20
		8:20	8:25
		8:25	8:30
		8:30	8:35
		8:35	8:40
		8:40	8:45

<b>Produkce CO<sub>2</sub></b>		<b>Větrání během malé přestávky</b>	
Produkce CO <sub>2</sub> od dětí	0,010 m <sup>3</sup> /h.os	10 min	8:45
Produkce CO <sub>2</sub> od učitele	0,017 m <sup>3</sup> /h.os	8:50	8:55
Maximální koncentrace CO <sub>2</sub> v učebně	1500 ppm		
Koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním ovzduší	550 ppm		
Počáteční koncentrace CO <sub>2</sub> ve třídě	550 ppm		
Procento dětí o přestávkách ve třídě	100 %		
Produkce CO <sub>2</sub> o vyučování	1,52 m <sup>3</sup> /h		
Produkce CO <sub>2</sub> o přestávkách	1,20 m <sup>3</sup> /h		

<b>Větrání</b>		<b>Větrání během velké přestávky</b>	
Množství vzduchu na žáka	12 m <sup>3</sup> /h.os	20 min	9:40
Množství vzduchu na vyučujícího	95 m <sup>3</sup> /h.os	9:45	9:50
Návrhový průtok větracího vzduchu	3245 m <sup>3</sup> /h	9:50	9:55
Intenzita větrání (orientačně)	0,71 h <sup>-1</sup>	9:55	10:00

<b>Tepelná ztráta větráním</b>		<b>ZÁVĚR</b>	
Teplota vzduchu v místnosti	20 °C	Návrhový průtok	3245 m <sup>3</sup> /h
Venkovní výpočtová teplota ČSN 12831	-12 °C	Průtok pro dodržení CO <sub>2</sub>	2800 m <sup>3</sup> /h
Účinnost ZZT	80 %	Max. koncentrace CO <sub>2</sub>	1060 ppm
Tepelná ztráta větráním	8285 W	Navržené větrání	VYHOVUJE

Koncentrace CO<sub>2</sub> v učebně [ppm]

Čas [h]

— Průběh koncentrace CO<sub>2</sub>

— Limitní koncentrace



## Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v pavilonu D

Akce: <b>Základní škola Drnovice</b> Adresa: <b>Náves 109, 683 04 Drnovice</b> Učebny č.: <b>Účebny v pavilonu D (přesné číslo není známo)</b>		Vypracoval: <b>Ing. Martin Bužek</b> Datum: <b>13.06.2022</b>	
--	--	--	--

<b>Zadání učebny</b> Typ školy: <b>Základní škola 2. stupeň</b> Objem místnosti: <b>4621 m<sup>3</sup></b> Počet dětí ve třídě: <b>146 osob</b> Vyučující: <b>12 osob</b>		<b>Větrání během vyučovací hodiny</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>od</th> <th>do</th> <th>Průtok m<sup>3</sup>/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="8">1. vyučovací hodina 45 min (průtoky vzduchu platí i pro 2., 3. a 5. hodinu)</td> <td>8:00</td> <td>8:05</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:05</td> <td>8:10</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:10</td> <td>8:15</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:15</td> <td>8:20</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:20</td> <td>8:25</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:25</td> <td>8:30</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:30</td> <td>8:35</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:35</td> <td>8:40</td> <td>2800</td> </tr> <tr><td>8:40</td> <td>8:45</td> <td>2800</td> </tr> </tbody> </table>			od	do	Průtok m <sup>3</sup> /h	1. vyučovací hodina 45 min (průtoky vzduchu platí i pro 2., 3. a 5. hodinu)	8:00	8:05	2800	8:05	8:10	2800	8:10	8:15	2800	8:15	8:20	2800	8:20	8:25	2800	8:25	8:30	2800	8:30	8:35	2800	8:35	8:40	2800	8:40	8:45	2800
	od	do	Průtok m <sup>3</sup> /h																																
1. vyučovací hodina 45 min (průtoky vzduchu platí i pro 2., 3. a 5. hodinu)	8:00	8:05	2800																																
	8:05	8:10	2800																																
	8:10	8:15	2800																																
	8:15	8:20	2800																																
	8:20	8:25	2800																																
	8:25	8:30	2800																																
	8:30	8:35	2800																																
	8:35	8:40	2800																																
8:40	8:45	2800																																	
<b>Produkce CO<sub>2</sub></b> Produkce CO <sub>2</sub> od dětí: <b>0,015 m<sup>3</sup>/h.os</b> Produkce CO <sub>2</sub> od učitele: <b>0,017 m<sup>3</sup>/h.os</b> Maximální koncentrace CO <sub>2</sub> v učebně: <b>1500 ppm</b> Koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním ovzduší: <b>550 ppm</b> Počáteční koncentrace CO <sub>2</sub> ve třídě: <b>550 ppm</b> Procento dětí o přestávkách ve třídě: <b>50 %</b> Produkce CO <sub>2</sub> o vyučování: <b>2,35 m<sup>3</sup>/h</b> Produkce CO <sub>2</sub> o přestávkách: <b>1,07 m<sup>3</sup>/h</b>		<b>Větrání během malé přestávky</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>od</th> <th>do</th> <th>Průtok m<sup>3</sup>/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="2">10 min</td> <td>8:45</td> <td>8:50</td> <td>1400</td> </tr> <tr><td>8:50</td> <td>8:55</td> <td>1400</td> </tr> </tbody> </table>			od	do	Průtok m <sup>3</sup> /h	10 min	8:45	8:50	1400	8:50	8:55	1400																					
	od	do	Průtok m <sup>3</sup> /h																																
10 min	8:45	8:50	1400																																
	8:50	8:55	1400																																
<b>Větrání</b> Množství vzduchu na žáka: <b>18 m<sup>3</sup>/h.os</b> Množství vzduchu na vyučujícího: <b>95 m<sup>3</sup>/h.os</b> Návrhový průtok větracího vzduchu: <b>3768 m<sup>3</sup>/h</b> Intenzita větrání (orientačně): <b>0,82 h<sup>-1</sup></b>		<b>Větrání během velké přestávky</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>od</th> <th>do</th> <th>Průtok m<sup>3</sup>/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="4">20 min</td> <td>9:40</td> <td>9:45</td> <td>1400</td> </tr> <tr><td>9:45</td> <td>9:50</td> <td>1400</td> </tr> <tr><td>9:50</td> <td>9:55</td> <td>1400</td> </tr> <tr><td>9:55</td> <td>10:00</td> <td>1400</td> </tr> </tbody> </table>			od	do	Průtok m <sup>3</sup> /h	20 min	9:40	9:45	1400	9:45	9:50	1400	9:50	9:55	1400	9:55	10:00	1400															
	od	do	Průtok m <sup>3</sup> /h																																
20 min	9:40	9:45	1400																																
	9:45	9:50	1400																																
	9:50	9:55	1400																																
	9:55	10:00	1400																																
<b>Tepelná ztráta větráním</b> Teplota vzduchu v místnosti: <b>20 °C</b> Venkovní výpočtová teplota ČSN 12831: <b>-12 °C</b> Účinnost ZZT: <b>80 %</b> Tepelná ztráta větráním: <b>9620 W</b>		<b>ZÁVĚR</b> Návrhový průtok: <b>3768 m<sup>3</sup>/h</b> Průtok pro dodržení CO <sub>2</sub> : <b>2800 m<sup>3</sup>/h</b> Max. koncentrace CO <sub>2</sub> : <b>1266 ppm</b> Navržené větrání: <b>VYHOVUJE</b>																																	

Koncentrace CO<sub>2</sub> v učebně [ppm]

Čas [h]

— Průběh koncentrace CO<sub>2</sub>  
— Limitní koncentrace