



TRENČIANSKY
samosprávny kraj



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja



Skúsenosti s navrhovaním energeticky hospodárnych budov orientovaných na vysokú energetickú efektivitu a kvalitu vnútorného prostredia

Komplexné riešenie školského areálu Trenčín-Zámostie - 1. etapa



**TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ**
K • R • A • J

Zriaďovateľ a prijímateľ NFP



Stredná odborná škola stavebná
Emila Belluša Trenčín

Správca a užívateľ



PIO Keramoprojekt a.s.
Trenčín

Architekt - projektant a autor koncepcie obnovy



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja

TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K • R • A • J

Rok 2015





Príklad z praxe:

Ako obnovovať budovy s podporou z EÚ



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

Čo je kvalitne obnovená **verejná budova**?



- Aplikácia integrovaného navrhovania, pri ktorom spolupracujú špecialisti rôznych profesií už vo fáze projektu
- Dôraz na energetickú efektívnosť a hygienu prostredia
- Vysoká kvalita vnútorného prostredia priestorov po obnove, a to najmä vzduchu a koncentrácii CO₂
- Ekonomická dostupnosť - náklady životného cyklu - LCA
- Využívanie energie z obnoviteľných zdrojov - OZE
- Architektonická kvalita, trvanlivosť, prispôsobivosť, bezbariérovosť
- Zníženie reálnych spotrieb energie a emisií CO₂



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja

TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K • R • A • J

Rok 2018





Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K · R · A · J

PRED OBNOVOU

PO OBNOVE



Energetická trieda **E**

30 442 m³, 8 297 m²

Kolaudácia 1970, Ing. Arch. Šavlík a kol.
SPŠ & SOU + bazén + telocvičňa



Energetická trieda **A0**

30 796 m³, 8 514 m²

Náklady obnovy: 70 €/m³ bez DPH
Cieľová úspora emisií CO₂ : ~200 ton/rok
+ vysoká kvalita vnútorného prostredia



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K R A J

PRED OBNOVOU

Cieľ PO OBNOVE



- | | |
|--|---|
| – Spotreba tepla-celok: 858,9 MWh/rok | – Spotreba tepla NS: ~ 192,15 MWh/r - 77 % |
| – s toho škola: 549,8 MWh/rok | – s toho teplo - škola:~ 130 MWh/r @ 21kWh/m2/r |
| – Merná spotreba tepla: 101 kWh/m²/rok | – Merná spotreba tepla: ~ 23 kWh/m²/rok - 77 % |
| – Emisie CO2 (škola): 275,8 ton/rok | – Emisie CO2 (škola): 76 ton/rok - 72 % |
| – Ročné náklady na energiu: 87 600 € | – Ročné náklady na energiu ~ 30 000 € /rok - 65 % |



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

PRED OBNOVOU

Merania 2019 1.rok PO OBNOVE



- Spotreba tepla-škola+baz: **858,9 MWh/rok**
- S toho Teplo-škola: **549,8 MWh/rok**
- Merná spot. tepla-škola: **91,1 kWh/m²/rok**
- Emisie CO₂ (škola): **170,5 ton/rok**
- Spotreba tepla 2019: **339,9 MWh/r** - **60 %**
- teplo – škola 2019: **180 MWh/r** - **67 %**
- Merná spotreba tepla 2019: **30 kWh/m²/rok** - **67 %**
- Emisie CO₂ (škola) 2019: **59,1 ton/rok** - **65 %**
- Ročné úspory emisií CO₂ (škola): **111,4 ton CO₂**



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

CESTA K OBNOVE



Cieľ:

Zníženie spotreby energie pri prevádzke verejnej budovy minimálne na úroveň energetickej triedy A1 cez nákladovo efektívnu hĺbkovú obnovu v zmysle zákona č. 321/2014 Z. z. a 555/2005 Z. z. a súčasne dosiahnutie vysokej kvality vnútorného prostredia výučby.

Kroky:

1. PRED PODANÍM ŽIADOSTI

Energetický audit + Projektová dokumentácia ID + ŽoNFP 11/2015 – 03/2016

2. PO PODANÍ ŽIADOSTI

VO + Posudzovanie ŽoNFP + posúdenie na ÚVO + ZoD 03/2016 - 07/2017

3. REALIZAČNÉ PRÁCE

Zhotoviteľ AVA Stav s.r.o. + VHS EP 11/2017 - 05/2018

Náklady:

NFP - SIEA OP KŽP 4.3.1 (limit 2 mil. €)	1,99 mil. € resp. 76%
Zdroje TSK (kofinancovanie NFP + interiéry)	0,62 mil. € resp. 24%
Spolu hĺbková obnova školy	2,61 mil. € vr. DPH
Z toho oprávnené pre OP KŽP	2,10 mil. € vr. DPH



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0

TREŇANSKÝ
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

Projektová dokumentácia spracovaná prístupom integrovaného navrhovania (ID)

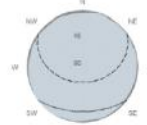
OP KŽP

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

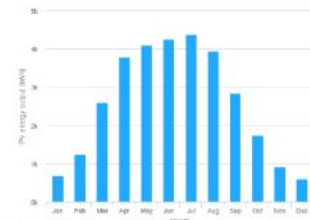
Provided inputs:
Latitude/Longitude: 48.896, 18.022
Horizon: Calculated
Database used: PVGIS-CMSAF
PV technology: Crystalline silicon
PV installed: 31.59 kWp
System loss: 14 %

Simulation outputs
Slope angle: 12 °
Azimuth angle: 0 °
Yearly PV energy production: 31100 kWh
Yearly in-plane irradiation: 1240 kWh/m²
Year to year variability: 1480.00 %
Changes in output due to:
Angle of incidence: -3.5 %
Spectral effects: 1.4 %
Temperature and low irradiance: -6 %
Total loss: -20.9 %

Outline of horizon at chosen location:



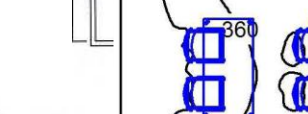
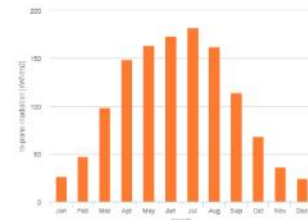
Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly PV energy and solar irradiation

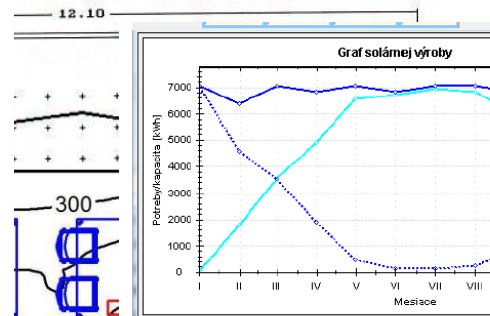


Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:

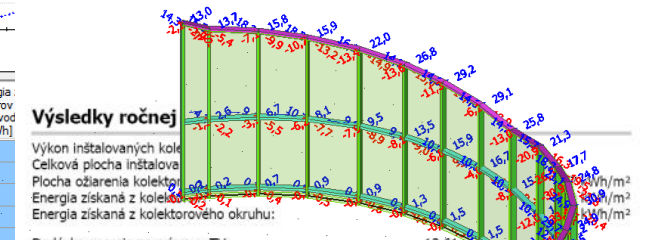
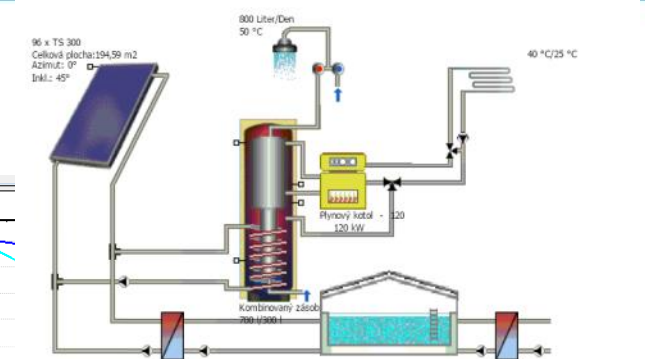


TEĽA DENNEJ OSVETLENOSTI V TYPICKEJ
KRÍDLOVÝCH OKNIEN 2,4m x 2,1m (p.=0,8m) :

tena s oknami 4x 2,4m x 2,1m



Mesiac	Energia na teplú vodu (bez solárnej energie) [kWh]	Energia na teplú vodu (vrátane solárnej energie) [kWh]	Energia kolektorov teplú vodu [kWh]
január	7047	7047	0
február	6365	4535	1830
marec	7047	3475	3572
apríl	6820	1935	4885
máj	7047	1535	5512



MODULE WITHOUT DEFLECTOR	MODULE WITH DEFLECTOR	MODULE WITH DEFLECTOR	MODULE WITH DEFLECTOR	MODULE WITH DEFLECTOR
0kg	13.5kg	27kg	40.5kg	54kg
0kg	13.5kg	27kg	40.5kg	



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



VÝSLEDOK: 17,8 kWh/m²/r

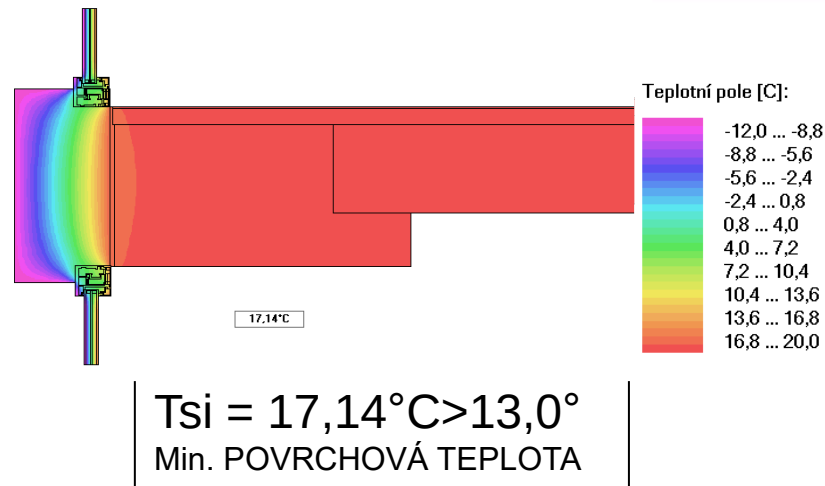
Predpokladané úspory: - 51 707 €/rok

- Precízne zateplenie EPS/MW hrúbka 200 mm
- Sanácia tepelných mostov – železobetónové markízy
- Optimalizácia detailov – predsadená montáž okien do roviny tep. izolácie – slepé rámy s OSB
- Plastové a hliníkové výplne otvorov $U < 0,8$
- Inštalácia semi-centrálneho riadeného vetrania s rekuperáciou (spätným získavaním tepla)





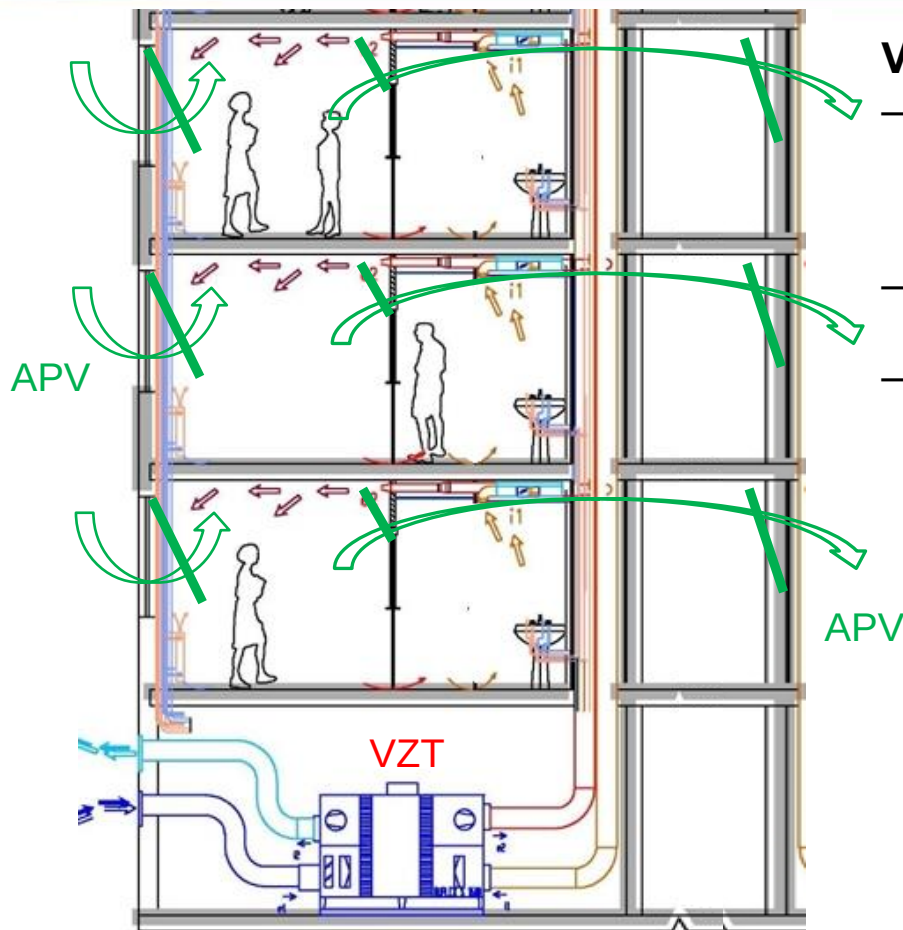
Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



- Optimalizácia detailov – predsaďená montáž hliníkových okien do roviny tepelnej izolácie
- slepé rámy s OSB pre optimalizovanú vzduchotesnosť osadenia plast. okien
- Plastové a hliníkové výplne otvorov $U_w < 0,8!$



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



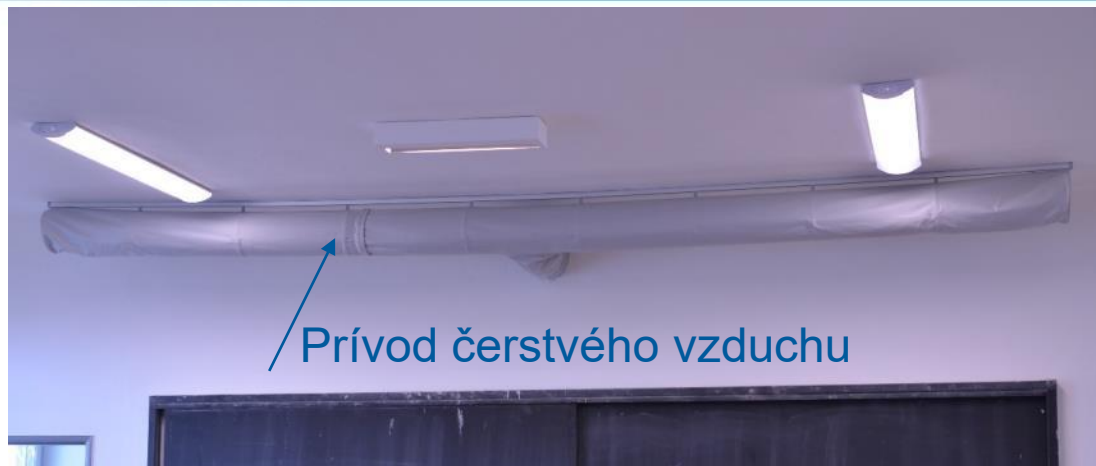
VÝSLEDOK: 2,18 kWh/m²/r

- Hybridný vetrací systém - nútené vetranie s rekuperáciou tepla (VZT) + kontrolované automatické prirodzené vetranie (APV) pre každú triedu samostatne
- Vetrá podľa potreby konkrétnej triedy - čidlo CO₂/vlhkosť/teplota v každej triede
- Bez rušivého hluku v triede





Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0

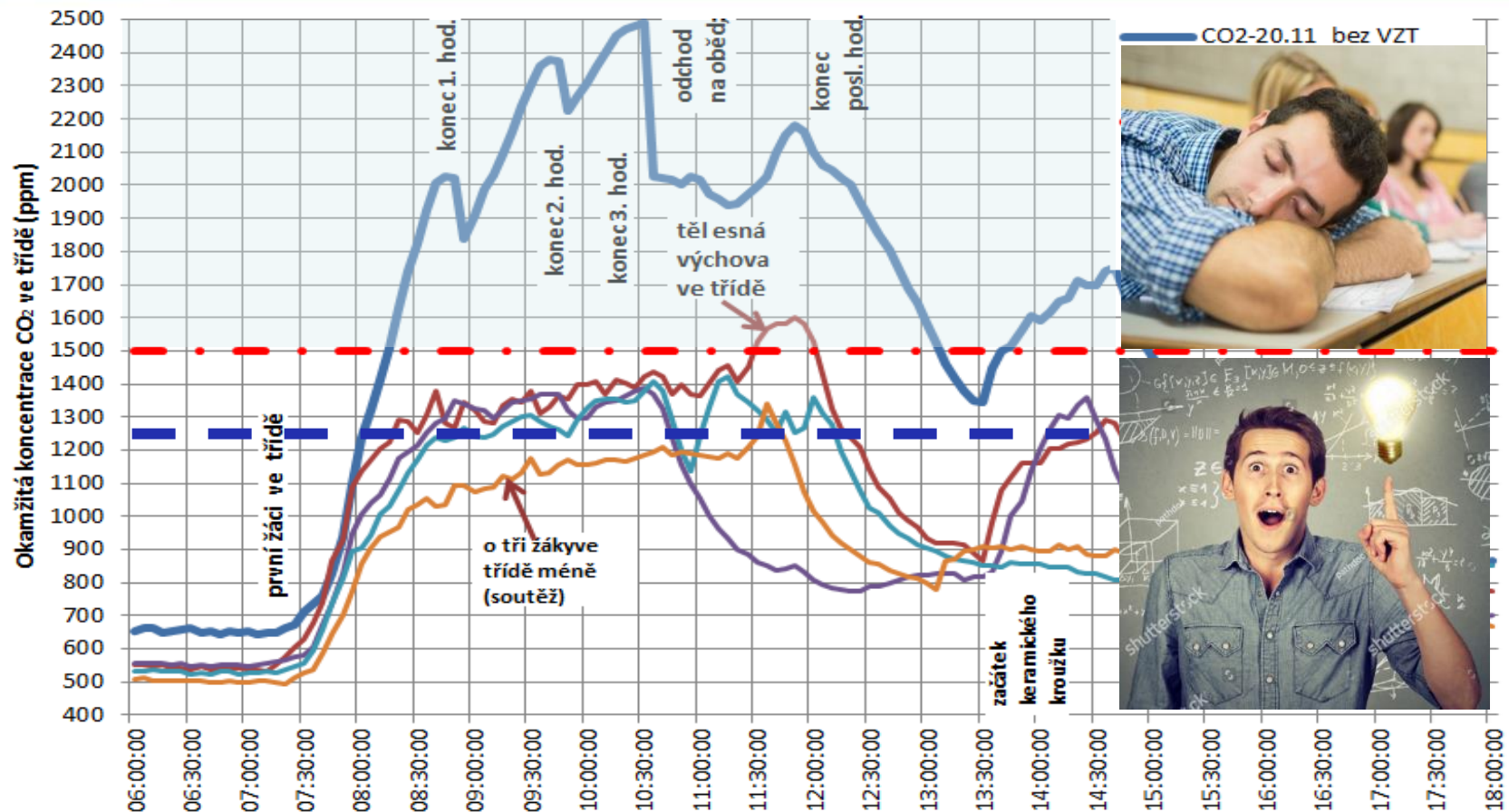


- **Vetrание podľa skutoč. potreby**
 - multičidlo CO₂/vlhkosť/teplota v každej triede
 - Prívod vzduchu bez prievanu – textilné vyústky
 - Bez podhládov a potrubí v triedach
 - Jednoduché ovládanie: tlačidlo
- **Automaticky** otvárateľné krídla okien (APV) pre riadené prirodzené vetranie a nočné vetranie
- **Ručne** otvárateľné okná v každej miestnosti pre dovetranie podľa potreby



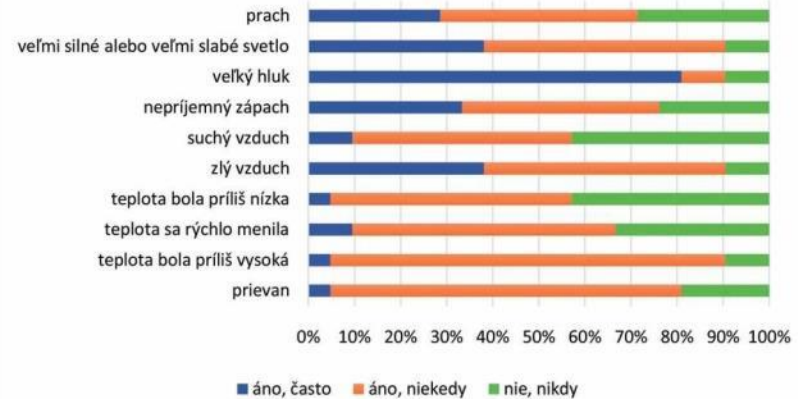
Nízka kvalita vzduchu po obnovách škôl

Riešenie: Riadené vetranie znižuje koncentráciu CO₂



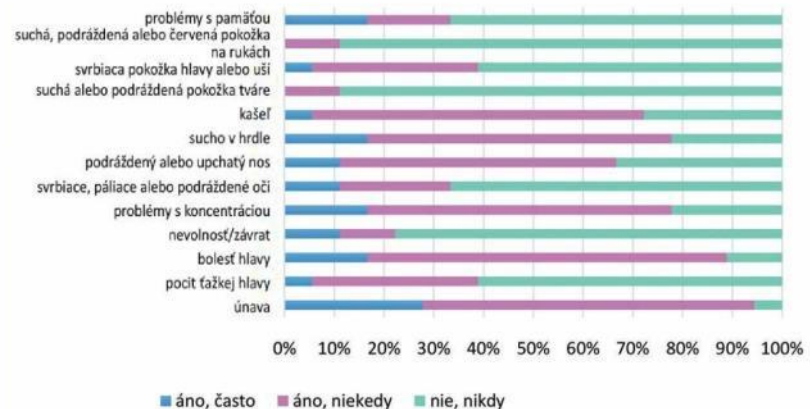


Výskum kvality vnútorného prostredia IEQ



Tab. 1 Výsledky z monitorovania parametrov IEQ (O – Obdobie, Priem. – priemer, Min. – minimum, Max. – Maximum, SD – štandardná odchýlka)

Trieda	O	T _a (°C)	φ (%)	CO ₂ (ppm)	TVOC (μg/m ³)	L _{eq} (dB(A))	PM ₁₀ (μg/m ³)	PM _{2.5} (μg/m ³)	PM ₁ (μg/m ³)		
A	Jeseň	Priem.	23,6	54,4	2237,5	419,2	77,9	9,0	13,3	25,4	
		Min.	22,0	47,5	1494,0	415,4	73,7	5,9	8,3	19,1	
		Max.	24,6	59,2	3385,0	421,1	80,5	12,9	19,3	32,6	
		SD	0,7	1,8	438,4	1,4	1,7	1,6	2,4	3,1	
	Jar	Priem.	25,1	40,1	1651,0	548,3	72,2	2,4	4,5	13,8	
		Min.	19,4	27,7	698,0	291,0	60,1	0,9	1,8	4,3	
		Max.	26,8	56,7	2410,0	686,0	76,5	5,0	8,3	28,9	
		SD	1,3	5,3	478,4	105,7	5,2	1,2	1,8	5,1	
	B	Jeseň	Priem.	24,0	53,0	2020,0	428,3	76,0	15,7	23,6	32,0
			Min.	20,8	43,3	1245,0	414,2	67,0	8,1	10,6	12,3
			Max.	25,0	60,8	2726,0	432,6	79,3	27,2	43,0	62,9
SD			0,8	4,4	405,9	3,5	2,3	5,3	9,6	12,6	
Jar		Priem.	26,2	40,6	1545,8	421,0	74,3	2,6	4,2	10,0	
		Min.	20,7	34,5	773,0	410,8	73,0	1,9	3,5	7,4	
		Max.	27,5	56,4	2529,0	423,4	78,4	4,0	5,8	12,9	
	SD	1,1	3,4	387,7	2,4	1,4	0,5	0,5	1,0		



Autori: doc. Ing. Silvia Vilčeková, PhD a Ing. Ľudmila Mečiarová ÚEI-SF TU Košice



Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0



Akú ma hodnotu čerstvý vzduch?

Za **VECI** platíme peniazmi!

Za znehodnotné vnútorné prostredie
v triedach platíme **ZDRAVÍM** našich detí!

Očakávané prevádzkové bilancie

A) Náklady s prevádzky VZT SPŠ S TN? ~ 8 €

- Reálna meraná spotreba elektriny VZT jednotiek $1150\text{kWh} \times 0,14\text{€/kWh} = 161\text{€/mes.}$
- Počet žiakov = ~ 330 žiakov
- Merné náklady za elektrinu 8 mes:
 $161 \text{ €} / 330 \text{ os} = 0,48 \text{ €/mes} \times 8 = \text{do } 4/\text{žiak/sez.}$
- Údržba v prepočte do 4 €/žiak/sez.

B) Úspory s prevádzky? ~ 32 €

- Predpokladaná čistá merná úspora tepla v hodnote 32 €/žiak/sez. (5 mesiacov)
- Pomocná el. energia ventilátorov v zimnom období vstupuje pozitívne aj do bilancie vykurovania

Úspora: 8 € - 32 € = - 16 € a viac / žiak/ sezóna
Prevádzkový FAKTOR 4+



Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0

VÝSLEDOK: 10,26 kWh/m²/r

**Predpokladané úspory: do – 6 500 €/rok
(simulácia)**

- Inštalácia fototerického systému OZE na prípravu teplej vody – 96 ks kolektorov
- Pokrýva :
 - 45 % spotreby tepla na ohrev vody v bazéne (nahradený zemný plyn)
 - 55 % spotreby tepla na ohrev vody v telocvični (nahradená elektrina)
- Optimalizácia riadiacich systémov





Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0



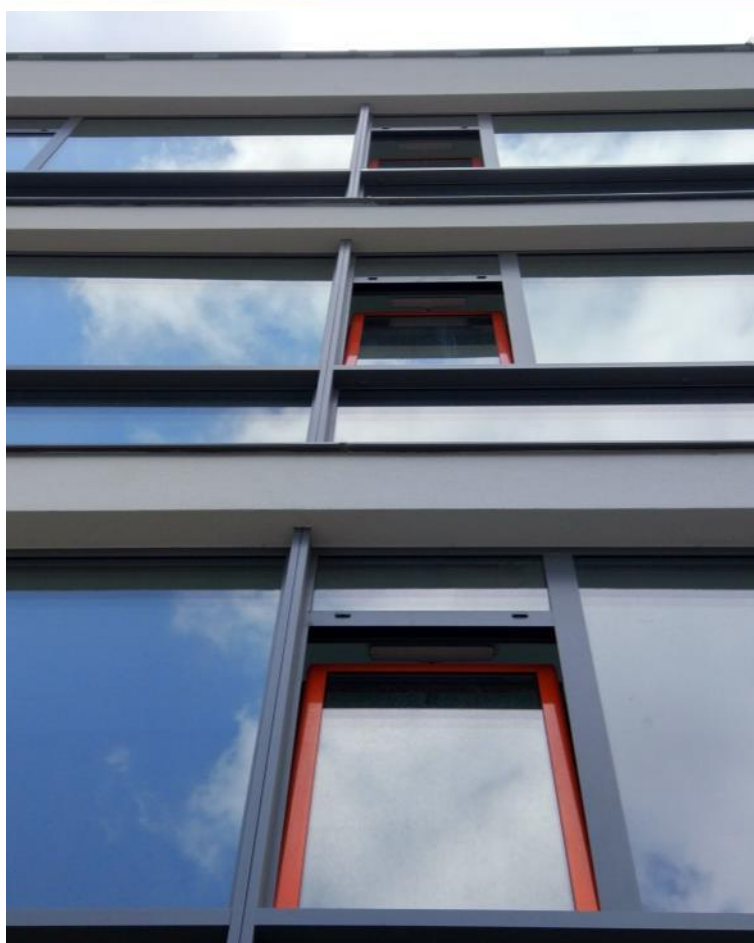
EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja

TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K • R • A • J

Ochrana voči letnému prehrievaniu



- Nočné predchladenie oknami - systém inteligentného automatického prirodzeného vetrania (APV)
- Vodorovné hliníkové tieniace lamely – južná fasáda
- Použitie viacerých riešení zasklenia svetových strán:
 - sever - minimalizácia tepelných strát
 - juh a západ - minimalizácia prehrievania cez deň
- Príprava na tieniace screeny/rolety (nad rozpočet)



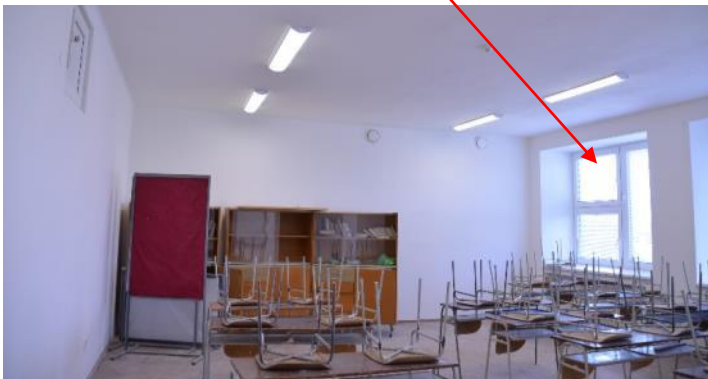


Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0

VÝSLEDOK: 4,49 kWh/m²/r

Predpokladané úspory: - 4 200 €/rok (simulácia)

- Dostatok denného svetla - odstránenie tieniacich markíz -> vyššie využitie denného svetla + 50 %
- LED osvetľovacia sústava s inteligentným riadením intenzity osvetlenia, s použitím snímačov jasu
- Fotovoltický systém - 117 ks panelov s celkovým výkonom 31,5 kWp, kapacita batérií 39,9 kVA





**TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K • R • A • J**

Riadiaci systém a monitoring spotreby energie





Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja

TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K · R · A · J

Architektonická kvalita ako súčasť kvality životného prostredia



Stredná odborná škola stavebná Emila Belluša,
Scaničná 4, Trenčín



Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K • R • A • J

Architektonická kvalita ako súčasť kvality **Životného prostredia**





Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja

TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K · R · A · J

Architektonická kvalita ako súčasť kvality Životného prostredia





Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja

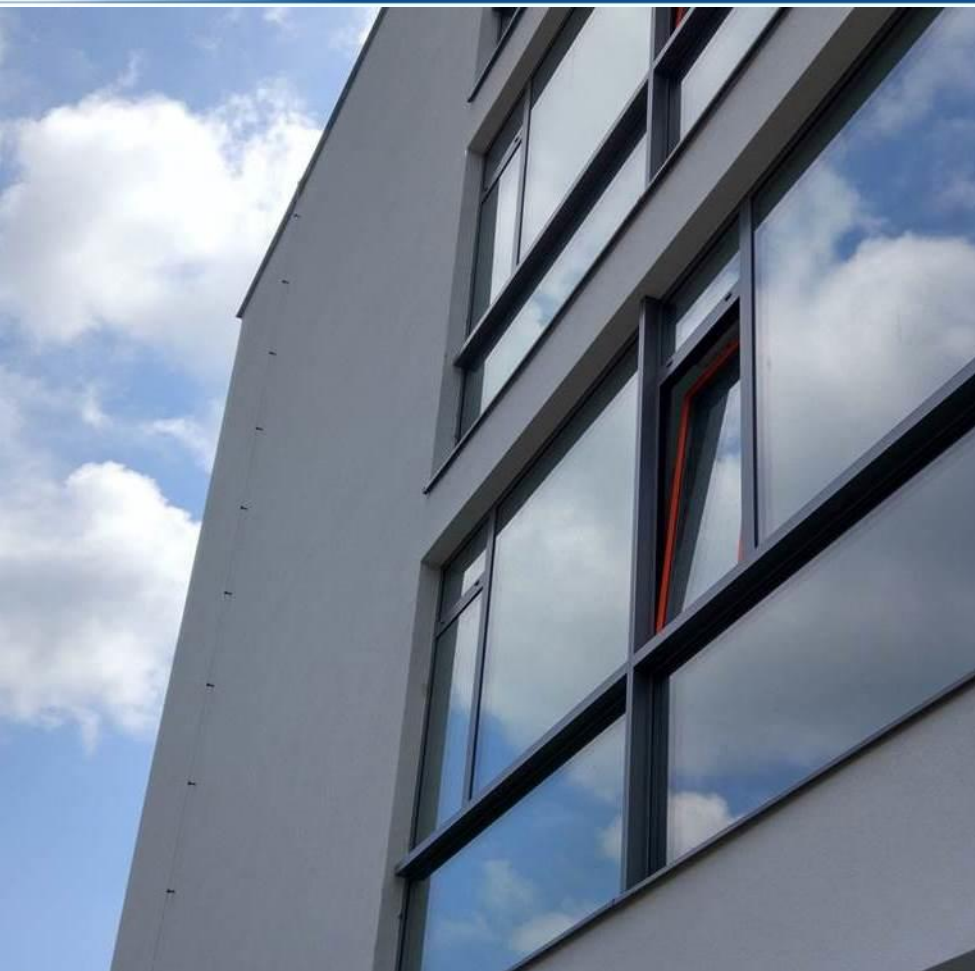
TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K · R · A · J

Architektonická kvalita ako súčasť kvality **Životného prostredia**





Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0



Energetický certifikát

vydaný podľa zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov
a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a v znení zákona č. 300/2012 Z. z.
č. 126076/2018/42/006312008/EC

Názov budovy: **Stredná odborná škola stavebná Emila Belluša**

Parc. č.: **993**

Ulica, číslo: **Staničná 4**

Katastrálne územie: **Zlatovce**

Obec: **Trenčín**

Podiel celkovej podlahovej plochy:

Okres: **Trenčín**

4 - budova školy alebo školského zariadenia 100,0%

Účel spracovania: **Významná obnova**



Celková podlahová plocha v m²: **8514,2**

Rok kolaudácie budovy: **1970**

Posledná významná obnova: **2018**

Hodnotenie jednotlivých miest spotreby

Potreba energie na vykurovanie: **A**

Potreba energie na prípravu teplej vody: **B**

Potreba energie na chladenie a vetranie: **A**

Potreba energie na osvetlenie: **A**

ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY

Kategória budovy:	Celková potreba energie	Primárna energia
4 - budova školy alebo školského zariadenia		
Globálny ukazovateľ:	31	33
Primárna energia	kWh/(m ² .a)	kWh/(m ² .a)
Nízka potreba energie	A	A0
A0 / A1 / A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
Vysoká potreba energie		
Normalizované hodnotenie:	☒	
Prevádzkové hodnotenie:	☐	
Minimálna požiadavka 0,5 R _f :	43	68
Typická budova R _s :	163	272

Nameraná spotreba energie na vykurovanie v kWh/(m².a)

Rok	2017	2016	2015	Priemer
Spotreba energie na vykurovanie v kWh/(m ² .a)				17,4 %

Podiel energie z obnoviteľných zdrojov:

Obnoviteľný zdroj pre výrobu tepla na vykurovanie: -

Obnoviteľný zdroj pre ohrev teplej vody: Solárna tepelná energia.

Rekuperácia tepla: Centrálna vetracie jednotky s rekuperáciou tepla.

Spôsob výroby elektriny z obnoviteľného zdroja: Fotovoltaický systém.

Exportovaná energia z obnoviteľného zdroja (druh) v kWh/(m².a): Tepelná a elektrická energia.

Emisie CO₂ v kg/(m².a)

5,5

6,01





Obnova SPŠ Stavebná EB Trenčín >> A0



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

Výpočtové vyhodnotenie zníženia zaťaženia ŽP (PEH 2016)



			Spotreba energie súčasný stav		Spotreba energie navrhovaný stav		Úspora	
			kWh	GJ	kWh	GJ	kWh	GJ
Spotreba energie			995 682	3 584,46	274 343	987,63	721 339	2 596,82
Energetický nosič			Teplo					
			Elektrická energia					
			Spotreby súčasný stav		Spotreby navrhovaný stav		Úspora	
Teplo			858 967		192152		666 815	
Elektrická energia			136 715		82 191		54 524	
Znečisťujúca látka	Emisný f. ELE	Emisný f. CZT	Emisie súčasný stav		Emisie navrhovaný stav		Redukcia emisií	
	kg/1000 . MW	kg/1000 . M3	kg	t	kg	t	kg	t
TZL	0,1780	0,0592	38,988	0,03899	17,908	0,01791	21,080	0,02108
SO2	0,8900	0,0070	123,403	0,12340	73,536	0,07354	49,867	0,04987
Nox	0,9780	1,2389	440,382	0,44038	148,986	0,14899	291,395	0,29140
CO	0,4500	0,4833	181,146	0,18115	63,746	0,06375	117,400	0,11740
Celkom			783,918	0,78392	304,176	0,30418	479,742	0,47974
Znečisťujúca látka	Emisný f. ELE	Emisný f. CZT	Emisie súčasný stav		Emisie navrhovaný stav		Redukcia emisií	
	kg/kWh	kg/kWh	kg	t	kg	t	kg	t
CO2	0,293	0,277	275803,91	275,80	75993,01	76,77	199810,90	199,03
Ročná produkcia emisií súčasný stav:							t	276,59
Ročná produkcia emisií navrhovaný stav:							t	77,07
Ročná redukcia emisií							t	199,51



Obnova SPŠ stavebná E.B. Trenčín >> A0



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K · R · A · J

Miesto spotreby: **OSVETLENIE**

energetická trieda **A**

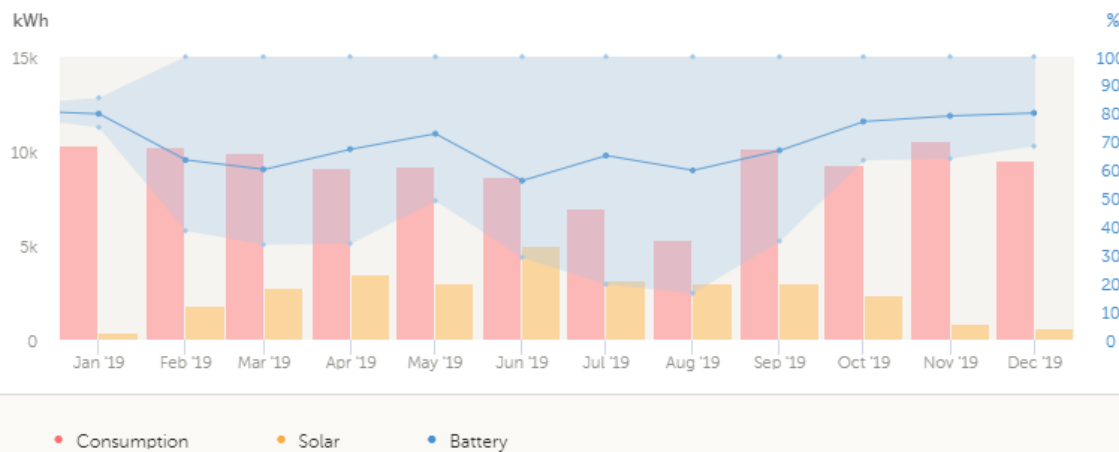


- Fotovoltické zariadenie FV-UPS: 117 ks panelov: 31,5 kWp, kapacita batérií 39,9 kVA
- Prevádzkové výsledky 01/2019 – 12/2019

Historical data

System overview

2019-01-01 10:47 to 2019-12-31 10:47



To Grid

282 kWh

From Grid

80183 kWh

Production

29650 kWh

Consumption

109201 kWh

Až **27 %** potreby el. energie tvorí OZE FVZ, čím tvorí úsporu viac ako 8,5* tony /CO2/rok

* - pri emisnom faktore 0,293/kWh v zmysle 364/2012 platnej v čase spracovania EA a ŽoNPF



Poučenie z príkladu z praxe



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

Ako obnovovať budovy s podporou z EÚ



- Aplikácia prístupu **integrovaného navrhovania** - pri tvorbe projektovej dokumentácie spolupracujú špecialisti rôznych profesií už od úvodných fáz projektu s využitím špecializovaných SW
- Dôraz na **energetickú efektívnosť** a **hygienu prostredia**
- Opatrenia pre zabezpečenie **kvality a hygieny vnútorného prostredia priestorov po obnove** – riadené vetranie CO₂ s možnosťou otvárať okná v prípade potreby
- **Ekonomická dostupnosť** - náklady posudzovať z pohľadu životného cyklu - LCA
- Využívanie **energie z obnoviteľných zdrojov** - OZE
- **Architektonická kvalita**, trvanlivosť, prispôsobivosť, bezbariérovosť
- **Energetický cieľ** – zásadné zníženie skutočných spotrieb energie a emisií CO₂ . O 60% a viac
- **Reakcia na zmeny klímy, integrácia vody a zelene** – mitigačno-adaptačných opatrení
- Pri budovách s takmer nulovou spotrebou energie aj **kvalitná zmluva o dielo so zhotoviteľom** – merateľné garancie kvality, napr. BDT test, Soft-landing pri odovzdávaní do prevádzky, opcia **servisných zmlúv a dohľadu v prvom roku prevádzky**



Poučenie z príkladu z praxe



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
KRAJ

Ako obnovovať budovy s podporou z EÚ...



Hlavné predpoklady: trpezlivosť, vytrvalosť, dôslednosť a využitie odborných konzultácií s implementačnou agentúrou v čase návrhu

Vďaka patrí tiež celému **teamu**



za spoločné hľadanie cesty **za** hranice stereotypov



TRENČIANSKY
samosprávny kraj



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja

ĎAKUJEME ZA POZORNOSŤ!

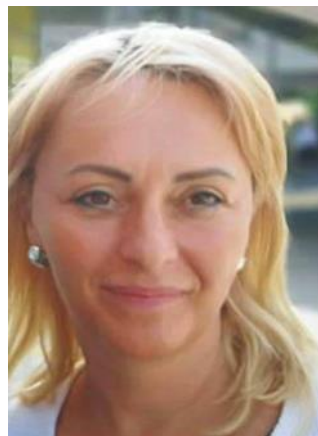


Ing.
Martina Knappová
riadiateľka



**Stredná priemyselná
škola stavebná Emila
Belluša Trenčín**

<https://sstn.edupage.org>



Ing.
Martina Lamačková
vedúca odd. stratégie RR a
implementácie projektov



**Trenčiansky
samosprávny kraj**

www.tsk.sk

Ing.
Michal Lešínský
hlavný inžinier projektu



**PIO Keramoprojekt
Trenčín**

www.kmp.sk



RNDr. Ing.
Pavel Mikuláš
predseda predstavenstva



**PIO Keramoprojekt
Trenčín**

www.kmp.sk