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

Michal Lešinský, PIO KMP/iEPD

PIO Keramoprojekt Trenčín

Seminár KVALITA VNÚTORNÉHO PROSTREDIA 15. októbra 2018, BRATISLAVA

iepd INŠTITÚT PRE ENERGETICKY PASÍVNE DOMY

BUDOVY PRE BUDÚCNOSŤ

Čo je kvalitne navrhnutá verejná budova?

- Vynikajúca kvalita vnútorného prostredia
- Vzorová energetická hospodárnosť a hygienická bezpečnosť
- Architektonická kvalita, trvanlivosť, prispôsobivosť
- Dostupnosť dopravná, pre postihnutých
- Reakcia na zmeny klímy, integrácia vody a zelene
- Environmentálne parametre, šetrenie zdrojov-voda,el., teplo, plyn, stavebné materiály
- Ekonomická dostupnosť, náklady životného cyklu-LCA

Čo je verejná budova?

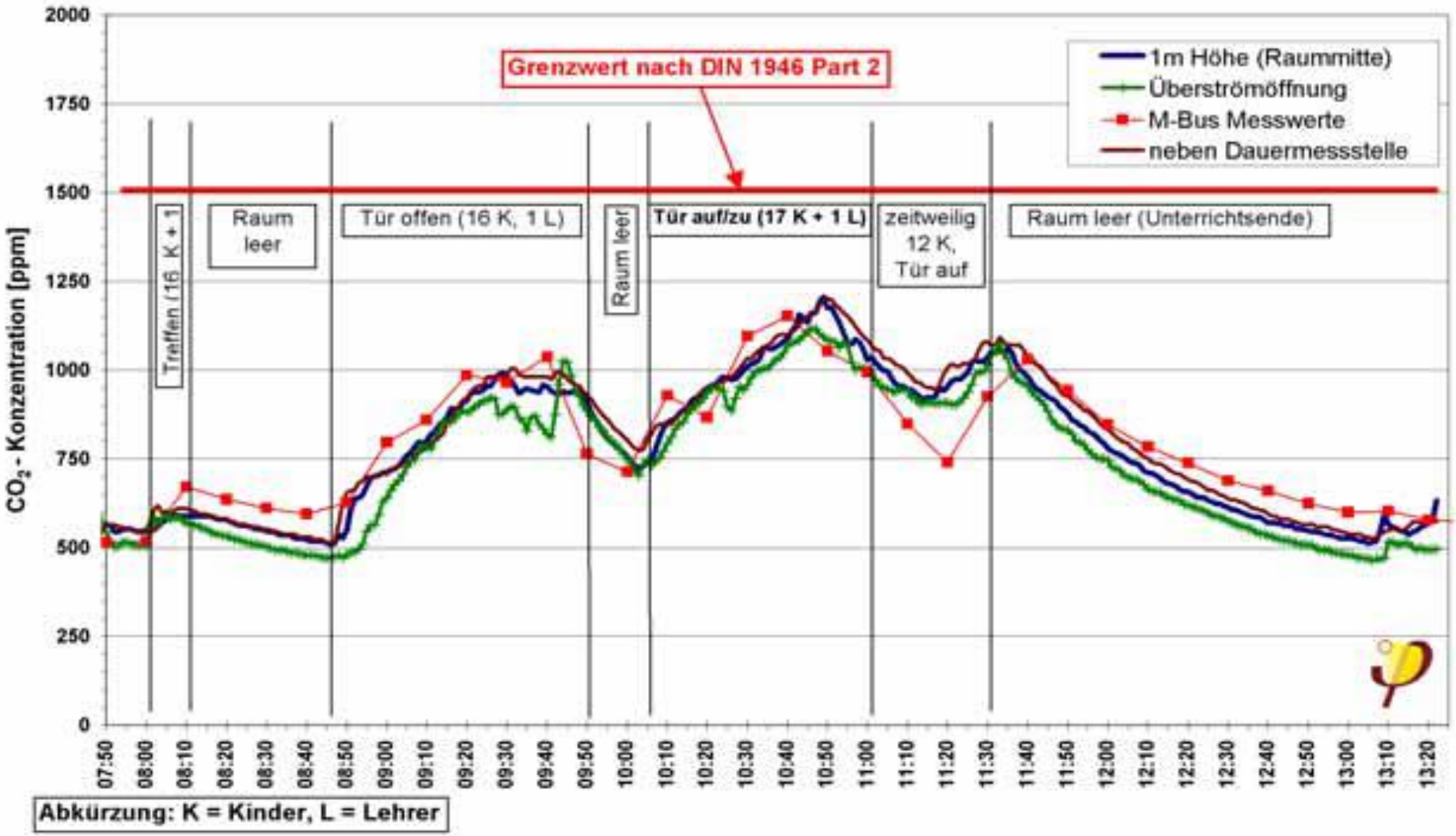
Budova vlastnená/prevádzkovaná štátnou správou či samosprávou a/alebo hojne navštevovaná verejnosťou, typicky úrady, školy, stavby pre kultúru, pre zdravotníctvo, domovy pre seniorov...

Školy – Frankfurt Riedberg

- Prvá škola v štandarde PD
- Spotreba energie -90%
- Investičné náklady +5%

iepd INŠTITÚT PRE ENERGETICKY PASÍVNE DOMY

Školy – Frankfurt Riedberg

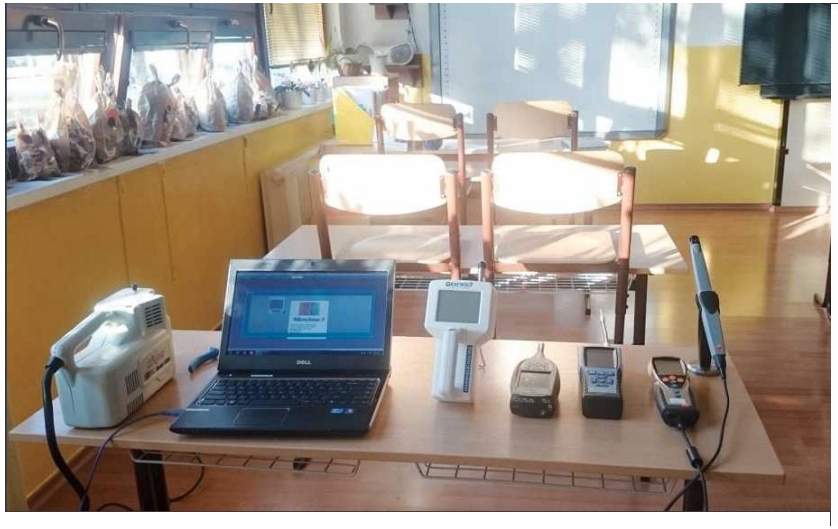


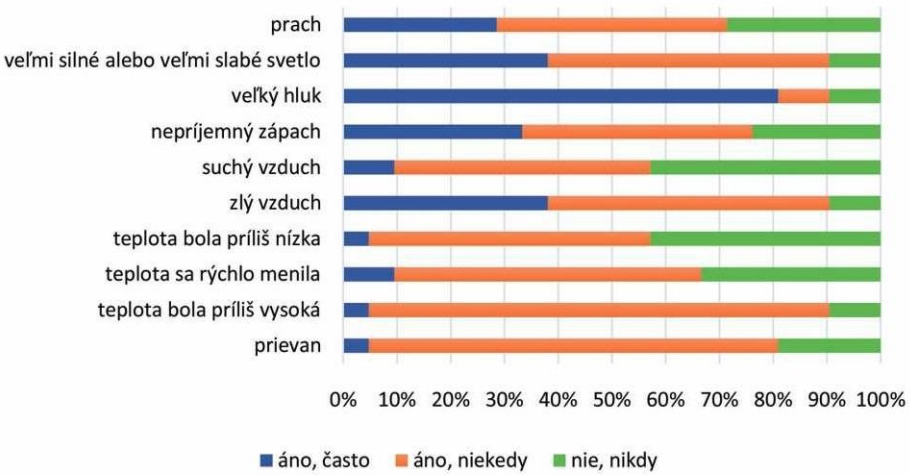
www.passiv.de/downloads/05_passivhaus-schule_riedberg.pdf

Merania IEQ už aj v SR!

- Výskum kvality vnútorného prostredia budov pre školstvo a vzdelávanie zameraný na ochranu zdravia detí a mládeže, 2016 - 2019; doc. Ing. Silvia Vilčeková, PhD a Ing. Ľudmila Mečiarová, PhD., (ÚEI-SF TU Košice),
- **IEQ (Indoor Environmental Quality)**
  - **Koncentrácie CO2**
  - **Relatívnej vlhkosť**
  - **Teploty vnútorného vzduchu**
  - **Úrovne tuhých častíc PM2,5-5-10**
  - **Ekvivalentná hladina hluku**
  - **MM Dotazníky subj. vnímania**
    - Subjektívne hodnotenie parametrov IEQ
    - Indexy tep. komfortu – CBE Thermal C.Tool
    - Skutočné/predpokl. % nespokojných
    - Výskyt symptómov chorých budov (SBS)

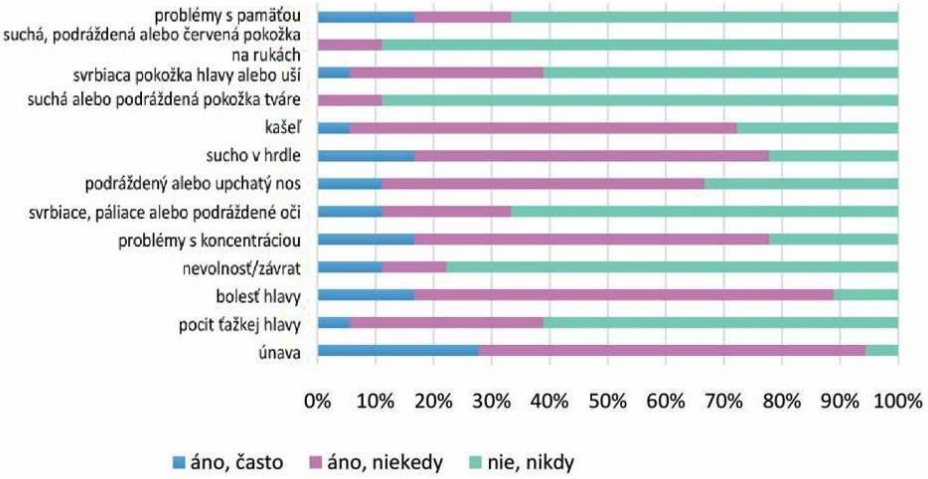
Merania už aj v SR - Výskum IQE,ÚEI-SF Košice





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

Trieda	O		T_a (°C)	φ (%)	CO_2 (ppm)	TVOC (μg/m³)	L_{Aeq} (dB(A))	$PM_{0,5}$ (μg/m³)	PM_1 (μg/m³)	$PM_{2,5}$ (μg/r
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

iepd INŠTITÚT PRE ENERGETICKY PASÍVNE DOMY

BUDOVY PRE BUDÚCNOSŤ

Merania SR- Výskum ZŠ - ÚEI-SF Košice

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/m³)	L_{Aeq} (dB(A))	$PM_{0,5}$ (µg/m³)	PM_1 (µg/m³)	$PM_{2,5}$ (µg/m³)	PM_5 (µg/m³)	PM_{10} (µg/m³)
A	Jeseň	Priem.	23,6	54,4	2237,5	419,2	77,9	9,0	13,3	25,4	131,5	280,3
		Min.	22,0	47,5	1494,0	[illegible]	73,7	5,9	8,3	19,1	75,9	139,8
		Max.	24,6	59,2	3385,0	421,1	80,5	12,9	19,3	32,6	186,7	568,2
		SD	0,7	1,8	438,4	1,4	1,7	1,6	2,4	3,1	27,2	79,1
	Jar	Priem.	25,1	40,1	1651,0	548,3	72,2	2,4	4,5	13,8	103,5	260,8
		Min.	19,4	27,7	698,0	291,0	60,1	0,9	1,8	4,3	20,2	34,4
		Max.	26,8	56,7	2410,0	686,0	76,5	5,0	8,3	28,9	296,6	870,2
		SD	1,3	5,3	478,4	[illegible]	5,2	1,2	1,8	5,1	61,2	176.5
B	Jeseň	Priem.	24,0	53,0	2020,0	428,3	76,0	15,7	23,6	32,0	86,1	167,1
		Min.	20,8	43,3	1245,0	[illegible]	67,0	8,1	10,6	12,3	19,5	36,3
		Max.	25,0	60,8	2726,0	432,6	79,3	27,2	43,0	62,9	141,1	252,2
		SD	0,8	4,4	405,9	3,5	2,3	5,3	9,6	12,6	21,5	35,9
	Jar	Priem.	26,2	40,6	1545,8	421,0	74,3	2,6	4,2	10,0	58,0	125,8
		Min.	20,7	34,5	773,0	410,8	73,0	1,9	3,5	7,4	23,3	31,7
		Max.	27,5	56,4	2529,0	423,4	78,4	4,0	5,8	12,9	92,3	222,0
		SD	1,1	3,4	387,7	2,4	1,4	0,5	0,5	1,0	13,4	35,7

Merané ZŠ využívajú prirodzené vetranie oknami.

Autori: doc. Ing. Silvia Vilčeková, PhD a Ing. Ľudmila Mečiarová

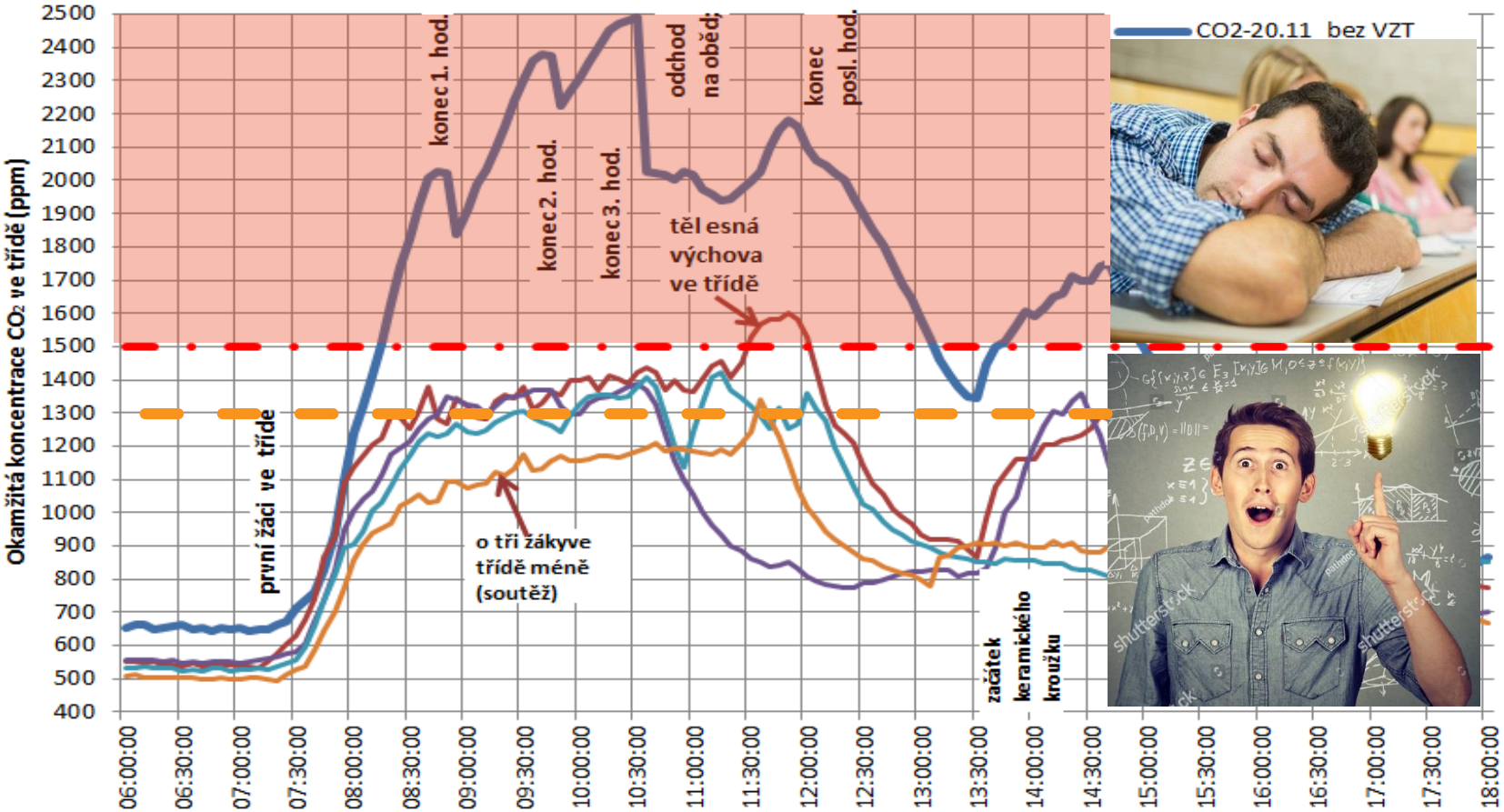
INŠTITÚT PRE ENERGETICKY PASÍVNE DOMY

BUDOVY PRE BUDÚCNOSŤ

Nízka kvalita vzduchu...

Efektívne riešenie: **Riadené vetranie (Nútené+prirodzené)**

- **Návrat života v čerstvom vzduchu!**



Školy – Frankfurt

- Po analýze prijatie „VZN“, že všetky nové budovy v majetku mesta musia byť **Pasívne domy.**
- Valentin-Senger Schule s riadeným vetraním

Základná umelecká škola Holice (ČR)

Klasické riešenie školy

- 8 680 m^3, 1994 m^2 tr.C
- En.100, teplo 90 kWh/m^2.a
- Prev.náklady 2,0mil.CZK/rok
- Invest.náklady 52mil. CZK

Škola v štandarde PD

- 8 620 m^3, 2096 m^2 tr.A
- En.40, teplo 10 kWh/m^2.a
- Prev.nákl. 0,5mil.CZK/rok
- Invest.náklady 52mil. CZK

Obnova budov - SPŠ Stavebná Trenčín EB (SK)

Základné údaje – stav **Pred - r.2015**

- 1970 , Ing. Arch. Šavlík a kol.
- SPŠ & SOU + Bazén 25m+ Telocvičňa
- 30 442 m^3, 8297 m^2 energ. tr. **E**
- **Spotreba tepla:** 858,9 MWh/rok
- **Spotreba el.energie:** 136,7 MWh/rok
- Ročné náklady na energie: **87 600 €**

Školy – Obnova SPŠ Stavebná EB, Trenčín

TRENČIANSKY SAMOSPRÁVNY KRAJ

Ciele **Po obnove - 2018+**

- 30 796 m^3, 8514 m^2 Energ. tr. A0
- Spotreba tepla: 192,15 MWh/r (-77%)
- Spotreba el.energ.: 82,2 MWh/r (-60%)
- Náklad obnovy: 70 €/m3 bez DPH
- Ročné nákl.na energie: **<30 000€/rok**
- +vysoká **Kvalita vnútorného prostredia**

Školy –Obnova SPŠ Stavebná Emila Belluša Trenčín

Investor: TRENČIANSKY SAMOSPRÁVNY K • R • A • J

Stredná odborná škola stavebná Emila Belluša Trenčín

Projektant: **PIO Keramoprojekt a.s., TRENČÍN**

Ciele obnovy:

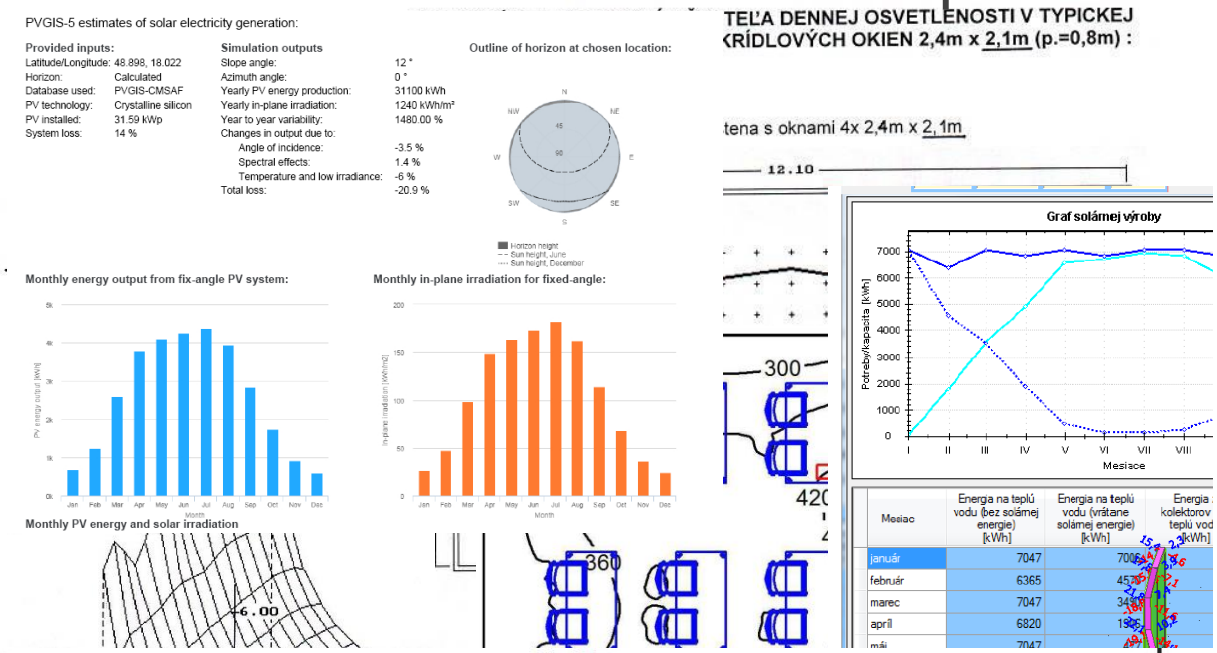
Zníženie energetickej náročnosti na úroveň efektivity energetickej triedy A0 a súčasne dosiahnutie vysokej kvality vnútorného prostredia výučby.

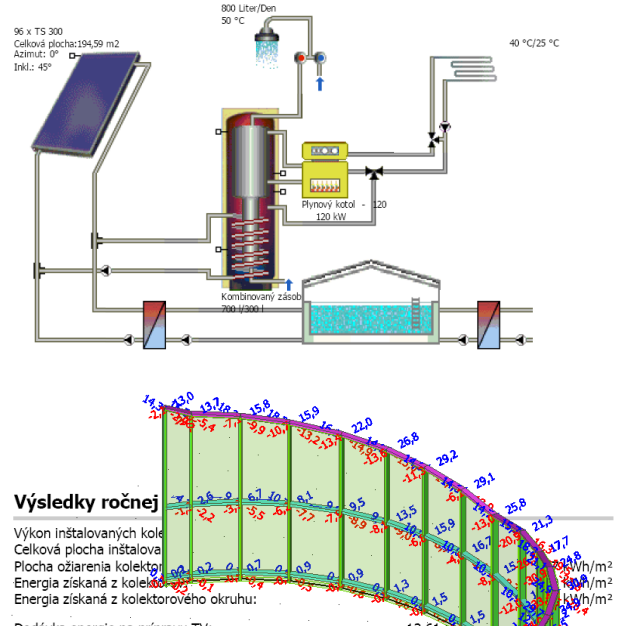
Krok 1- Čo?	Energ.audit + Projektová dokumentácia		// 01.2016
Krok 2- Zdroje?	ŽoNFP-SIEA OPKŽP 4.3.1	1,99 mil.€	// 2016
	+ Zdroje TSK (kofi.+interiér)	0,62 mil.€	// 2017
Krok 3- S kým?	ZoNFP +VO	2,61 mil.€ vr. DPH	// 2016-2018

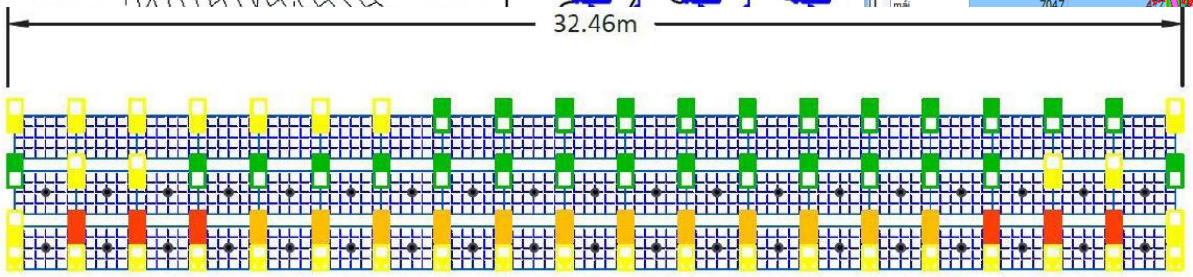
Krok 4- Realizácia združením AVA Stav + VHS EP – skúšob. prevádzka // 09.2018

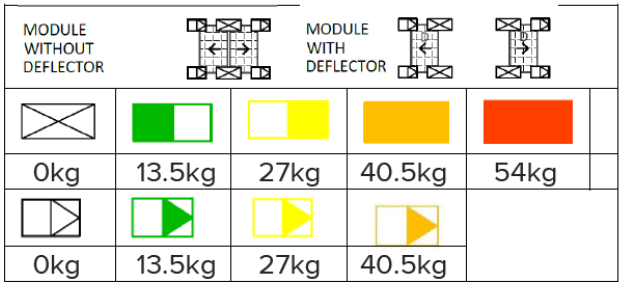
Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

- **Integrované navrhovanie** - simulácie a optimalizácie pre hľadanie nákladového optima návrhu obnovy...







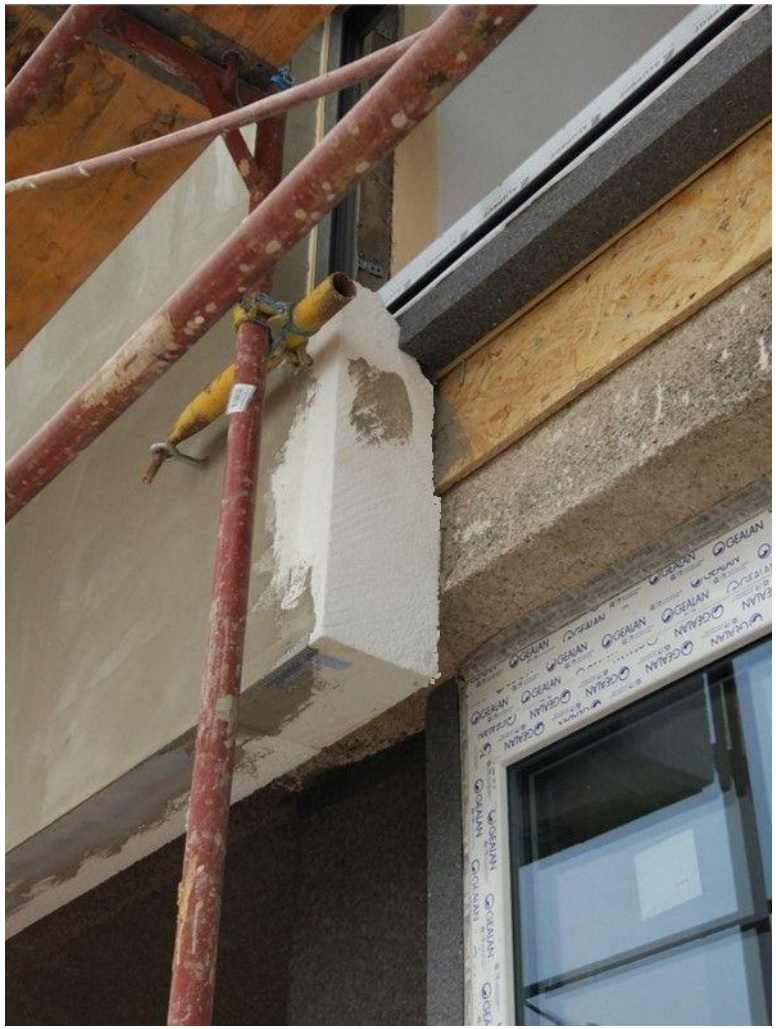


Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

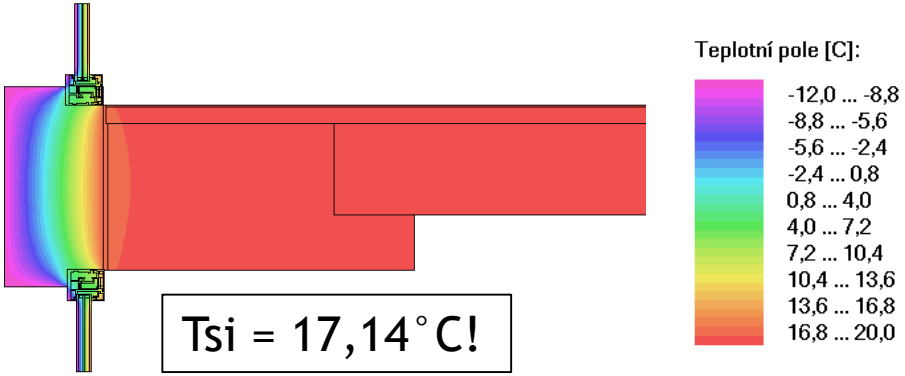
Miesto spotreby: **Vykurovanie**

- Precízne zateplenie EPS/MW 200mm
- Sanácia tepelných mostov – ž.b. markízy
- Optimalizácia detailov–predsadená montáž okien do roviny TI – slepé rámy s OSB
- Plastové a hliníkové výplne otvorov U<0,8
- Inštalácia semi-centrálneho riadeného vetrania s rekuperáciou (Atrea SmartBox)
- Úspory: predpokladom 51 707€/rok
- 17,8 kWh/m2/r – energ. trieda **A**

Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB



Miesto spotreby: **Vykurovanie**



Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

Miesto spotreby: **Teplá voda**

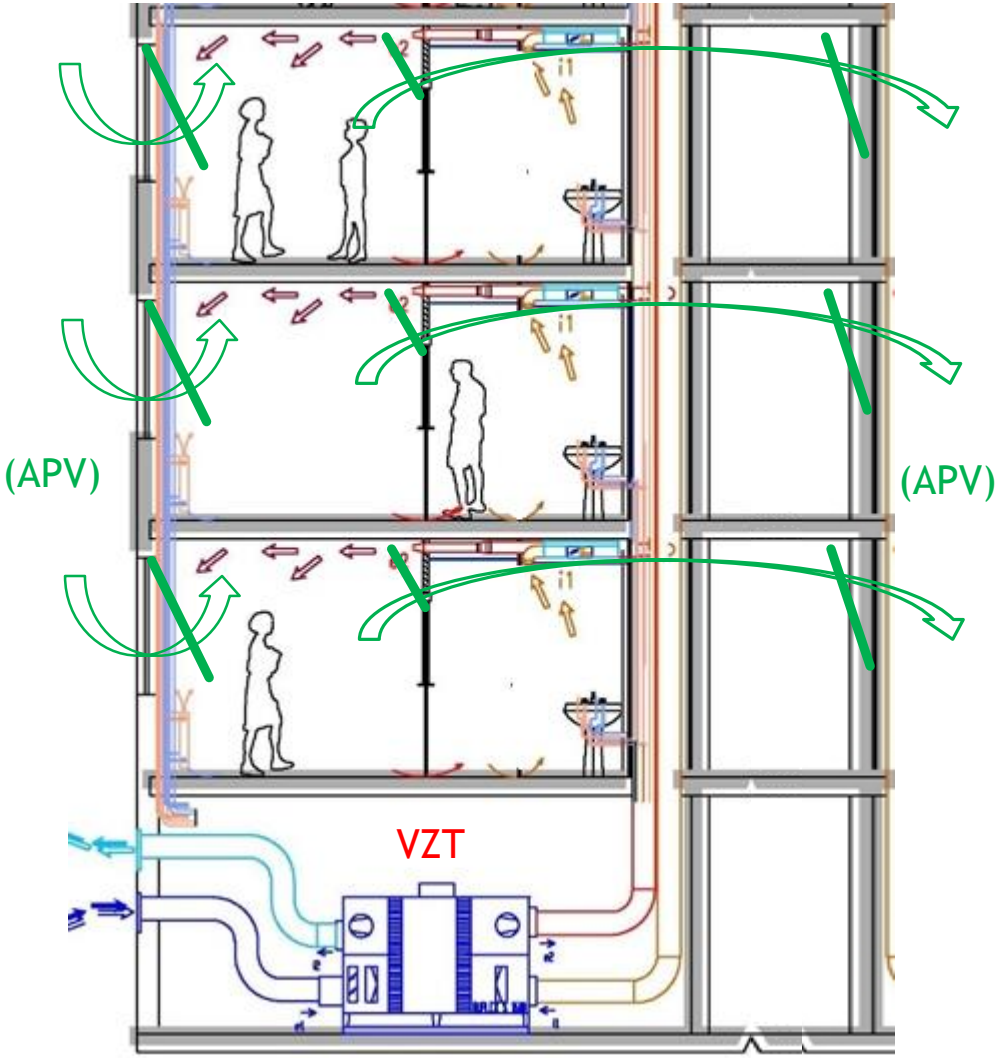
- Inštalácia foto**termického** systému OZE na prípravu TÚV – 96ks TS300
- Ohrev bazénu (45%) + náhrada elektroohrev TUV za OZE telocvičňa (55%)
- Optimalizácia riadiacich systémov
- Úspory: až do -6500 €/rok* (simulácia)
- 10,26 kWh/m2/r – energ. tr. **B**

Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

Miesto spotreby: **Osvetlenie**

- Búranie ž.b. tieniacich markíz -> navýšenie dostupnosti denného svetla **+50%**
- LED osvetľovacia sústava s intel. riadením KNX Schneider za základe snímačov jasu
- Foto**voltický** systém OZE 117ks panelov á 270Wp/31,5kWp, kapacita batérie 39,9kVA
- Úspory: -4200 €/rok* (simulácia)
- 4,49 kWh/m2/r – energ. tr. **A**

Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB



Miesto spotreby: **Vetranie**

- Hybridný vetrací systém - Nútené vetranie s rekuperáciou tepla (**VZT**) + kontrolované automatické prirodzené vetranie (**APV**)
- **Vetrá podľa potreby** konkrétnej triedy - čidlo CO2/Rh/Tep. v každej triede
- **Individuálne nastaviteľný výkon** vetrania v každej triede (automat CO2/učiteľ)
- VZT = 2,18 kWh/m2/r – energ. tr. **A**
- **Nočné predchalenie cez APV**

(Aktivácia APV - deaktivácia vykur. a VZT)

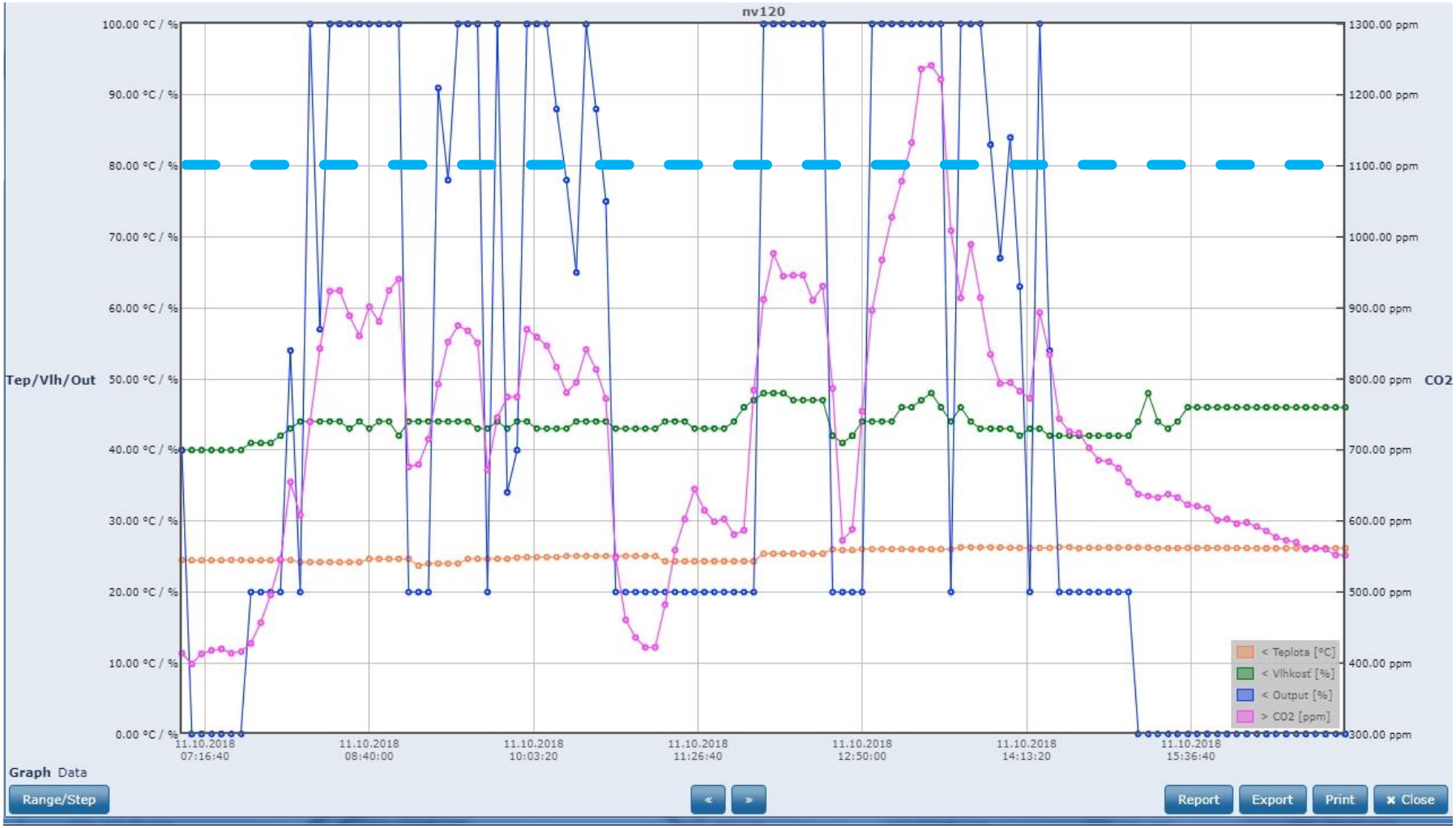
Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

Miesto spotreby: **Vetranie**

- **Vetranie podľa potreby** konkrétnej triedy – multičidlo KNX IAQ: **CO_2/Rh/Tep.** v každej triede
- **Distribúcia bez prievanu** – textilné vyústky
- Bez SDK podhľadov a potrubí v triedach – **„trieda ako potrubie“**
- **Ručne otváravé okná v každej miestnosti**
- **Automaticky otváravé krídla (APV)** pre riadené prirodzené vetranie

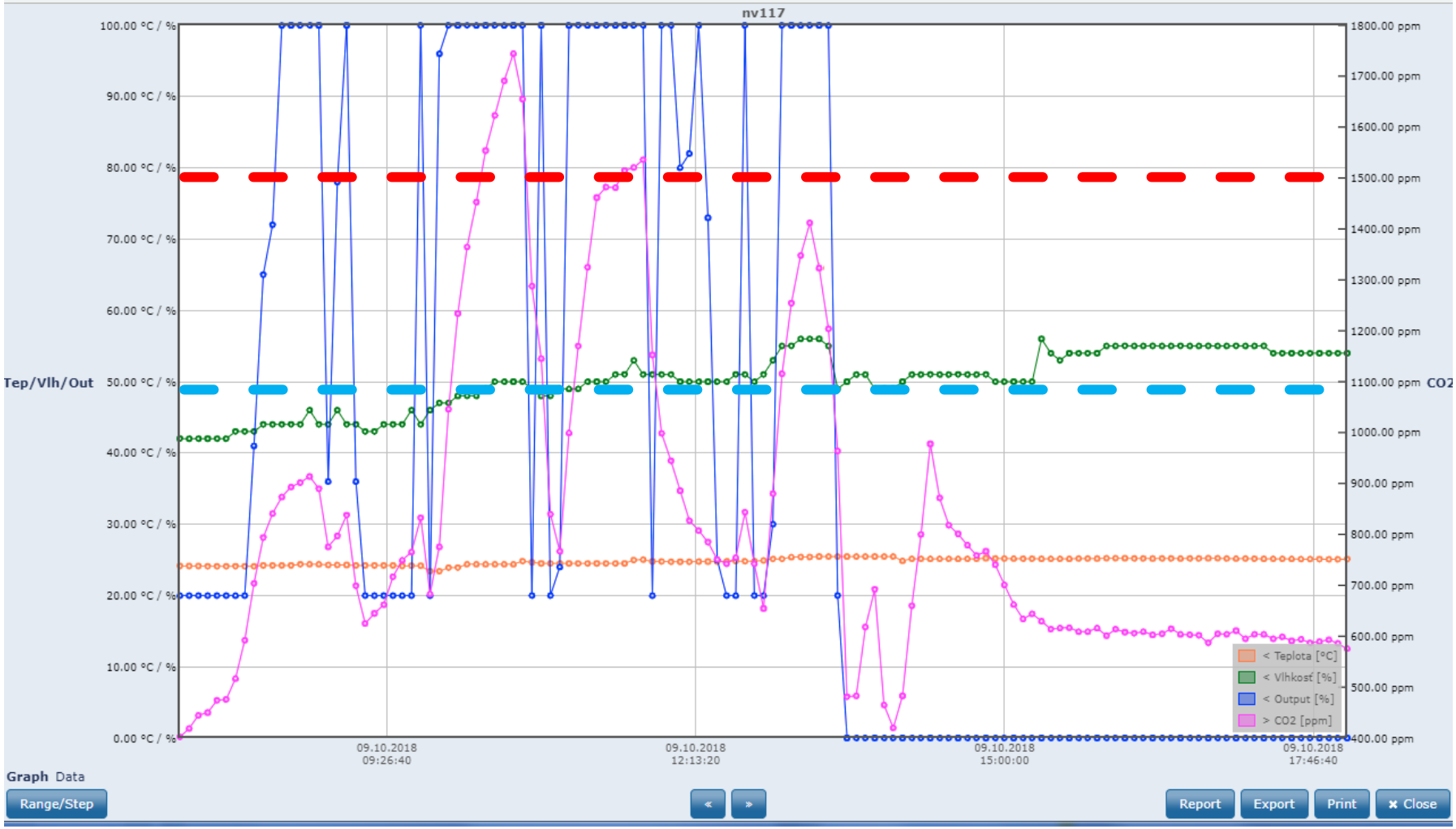
Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

Merané parametre IEQ - učebna č.1.20 , 11.10.2018



Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

Merané parametre IEQ - učebna č.1.17 , 09.10.2018



Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB - VZT

Očakávané prevádzkové bilancie

Náklady s prevádzky VZT SPŠ S TN?

- Reálna meraná spotreba el.ener. VZT jednotiek 1150kWh x 0,14€/kWh = 161€/mes
- Počet žiakov =~ 330 žiakov
- Merné náklady za el.energiu 8 mes: 161€ / 330os = 0,48€/mes *8 = do 4€/žiak/sez.
- Údržba v prepočte do 4 €/žiak/sez.

Úspory cez reku VZT v SPŠ Stavebná TN?

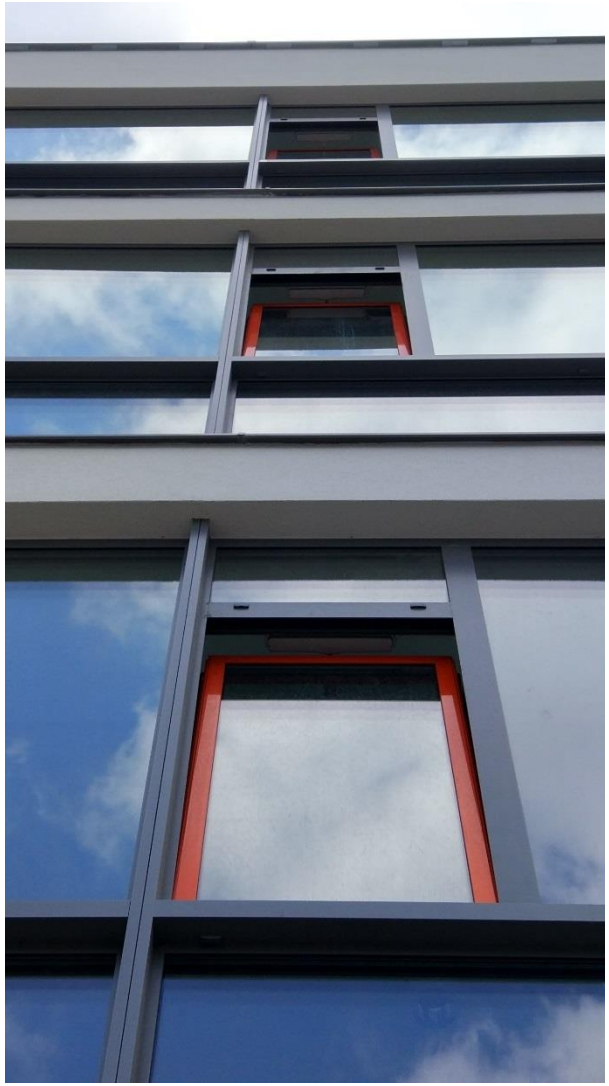
- Predpokladaná merná úspora tepla v hodnote 32 €/žiak/sez. (5mes)
- Výpočtovo až okolo 39€/žiak/rok, no pri n=0,5. Čo sa v praxi sa nedosahuje...
- Pomocná el. energia ventilátorov v zim. období vstupuje pozitívne aj do bilancie vykurovania

8€ < 32 € = prevádzkový FAKTOR 4+

+ akú ma hodnotu čerstvý vzduch?

iepd INŠTITÚT PRE ENERGETICKY PASÍVNE DOMY

Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB



Ochrana voči prehrievaniu

- Nočné predchladenie oknami - systém inteligentného automatického prirodzeného vetrania (**APV**)
- Vodorovné hliníkové tieniace lamely – **Južná** fasáda
- Zasklenie AGC Energy **N**, g=37% a τv=66% - **J+Z** fasády
- **Príprava na tieniace screeny** (el. trubky)

Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

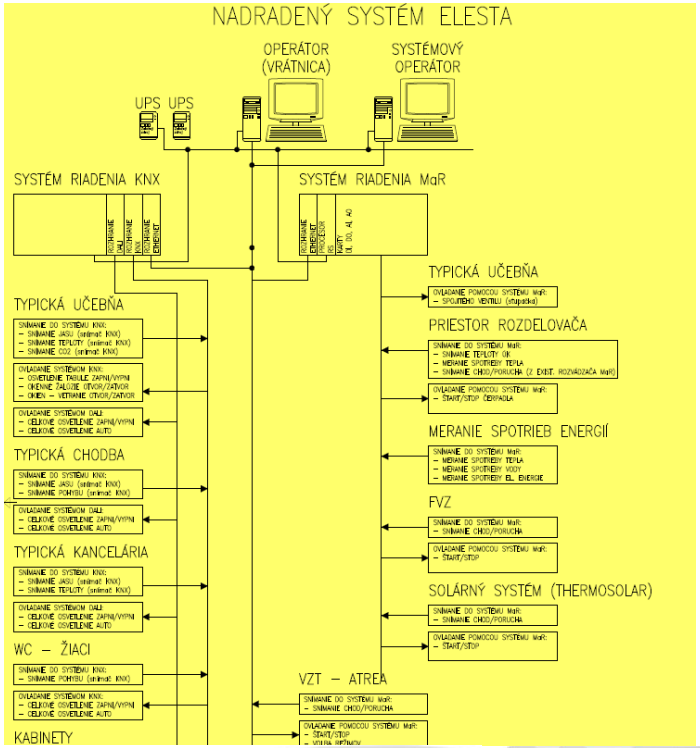
iepd INŠTITÚT PRE ENERGETICKY PASÍVNE DOMY

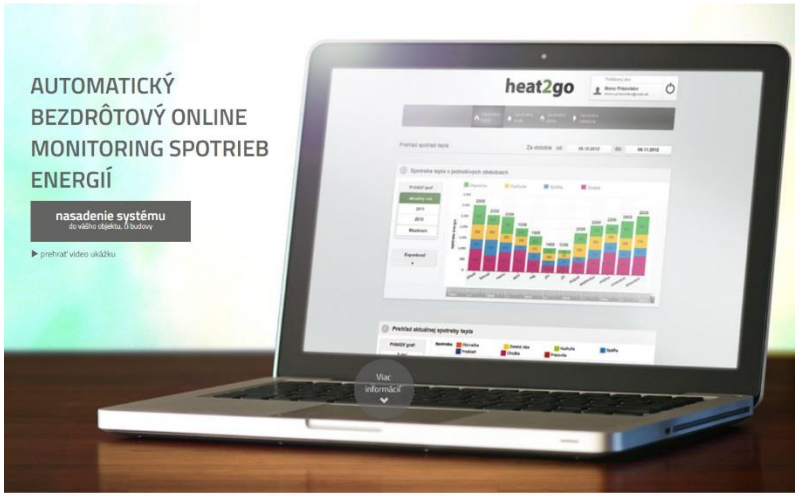
BUDOVY PRE BUDÚCNOSŤ

KVALITA VNÚTORNÉHO PROSTREDIA, 2018 Lešinský/ PIO KERAMOPROJEKT

Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

- Riadiaci systém a monitoring spotreby energií





Meranie a manažment= trvalé hľadanie úspor:

- Teplo, Voda S, Voda T, El. energia
- OZE teplo, OZE el. energia, MÚ OPKŽP

Školy – Obnova SPŠ Stavebná Trenčín EB

- Erudovaný dohľad nad prevádzkou –85% predpokladu na úspech!
  BMS/SCADA Monitoring parametrov

Obnova SPŠ Stavebná Emila Belluša Trenčín

TRENČIANSKY SAMOSPRÁVNY KRAJ

Stredná odborná škola stavebná Emila Belluša Trenčín

OPERAČNÝ PROGRAM KVALITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
www.op-kzp.sk

Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja

Projektant a TDI

▶ More data in 2019…

INŠTITÚT PRE ENERGETICKY PASÍVNE DOMY

BUDOVY PRE BUDÚCNOSŤ

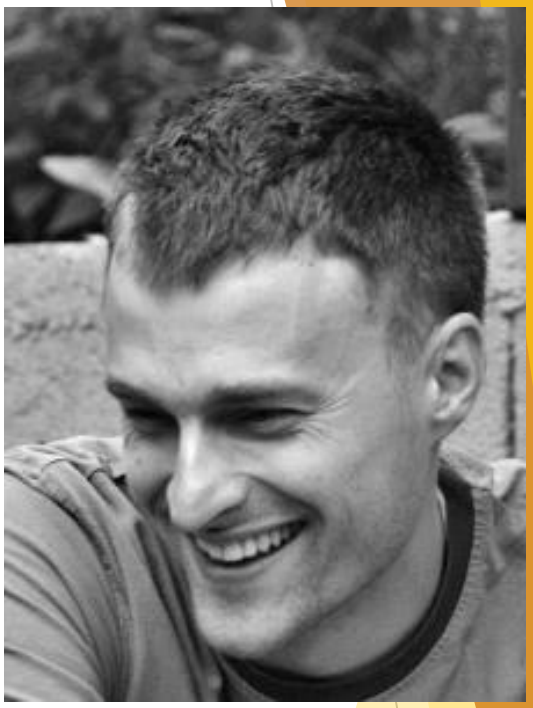
Ďakujem za pozornosť...

Ing.
Michal Lešinský
Autorizovaný inž. SKSI, CPHD

PIO Keramoprojekt Trenčín
www.kmp.sk

mlesinsky@kmp.sk

Inštitút pre pasívne domy



Autorizovaný stavebný inžinier s 13-ročnou projekčnou praxou. Ako projektant – architekt pracuje v **PIO Keramoprojekt**, **a.s.** Trenčín. Venuje navrhovaniu bytových a občianskych stavieb, tvorbe energetických konceptov a energetickej sanácii stavieb. Absolvent Stavebnej fakulty STU v Bratislave a SPŠ Stavebnej v Trenčíne. O pasívne domy a energeticky efektívne koncepty architektúry sa zajíma od roku 2002. Je úspošný absolventom kurzu Certifikovaného dizajnéra pasívnych domov. Vo svojich prednáškach sa venuje aj popularizácii kvalitného vnútorného prostredia budov a obnoviteľným zdrojom energie pre budovy. Aktívne sa zaujíma aj o BIM projektovanie a integrovaný design.