



Medzinárodný projekt
INCI NZEB & EMMA

(Štúdia vzorovej hĺbkovej obnovy školskej budovy)
prezentácia pre seminár Energeticky efektívne 2019

Bratislava, 28.03.2019

Ladislav Piršel, SKGBC – Artur Bobovnický, SIEA

PREDSTAVENIE PROJEKTU

- **Trvanie projektu:** 10/2017 – 05/2019
- Financovanie z ERDF – INTERREG SLOVAKIA-HUNGARY
- **2 partneri:**
 - Energia Ügynökség Közhasznú Nonprofit Kft. (Maďarsko)
 - Slovenská inovačná a energetická agentúra (Slovenská republika)
- **2 pilotné budovy:**
 - Obnova verejnej budovy na Slovensku – Základná škola Karlova Ves, Bratislava
 - Stavba novej budovy v Maďarsku – Budapešť
- **Hlavné ciele projektu:**
 - ✓ Najst' nákladovo efektívne riešenia spĺňajúce požiadavky smernice EP a Rady č. 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov;
 - ✓ Zvýšiť inštitucionálnu spoluprácu medzi Slovenskom a Maďarskom, keďže obidve krajiny stoja pred obdobnými výzvami vyplývajúcimi z energetickej politiky ako aj z požiadaviek trhu.

SLOVENSKÝ PILOTNÝ PROJEKT – ŠTÚDIA OBNOVY ŠKOLSKEJ BUDOVY – POPIS



Termín vypracovania: 27.06.-26.10.2018

- 25 triedna typizovaná školská budova (Krajský projektový ústav pre bytovú a občiansku výstavbu, Bratislava)
- Rok výstavby: koniec 60-tych rokov
- Celková podlahová plocha: 4 427 m²
- Doterajšie obnovy: výmena okien, oprava zatekajúcej strechy (len hydroizolácia), oprava zatekajúcej strechy (vrátane dodatočného zateplenia), havarijná oprava výmenníkovej stanice, havarijná oprava (zateplenie) štítovej steny telocvične, oprava časti strešných odtokov.

IDENTIFIKÁCIA SLABÝCH STRÁNOK

1. Doterajšie opravy sa nerobili podľa vopred pripraveného strategického plánu
2. Zateplenie striech po oprave hydroizolácie nedosahuje požadované parametre podľa STN 73 0540-2/Z1
3. Výmenou okien za plastové sa zhoršila kvalita vnútorného vzduchu
4. Nie sú tieniace prvky na juhozápadných zasklených plochách
5. Obvodové steny neboli doteraz zateplené
6. Vykurovanie má aj napriek orientácii okien traktov juhozápad a severovýchod len jeden regulačný uzol
7. Osvetľovacia sústava je zastaraná a nevyhovujúca

DÔSLEDKY

1. Pri vykurovaní z CZT na plyn by bola budova zatriedená podľa celkovej potreby energie do energetickej triedy F a podľa primárnej energie do energetickej triedy E.
2. Koncentrácia CO₂ vo vnútornom vzduchu významne prekračuje 1200 ppm.
3. Interiéry učební sa prehrievajú v mesiacoch apríl, máj, jún a september.
4. Nedodržiavajú sa požiadavky na pracovné prostredie
5. Nie je možné regulovať vykurovanie podľa potrieb jednotlivých traktov.
6. Úroveň osvetlenosti v budove nevyhovuje požiadavkám predpisov.

Vysoká potreba/spotreba energie a nekvalitné prostredie

ZISTENIA – PRIEBEHY TEPLÔT

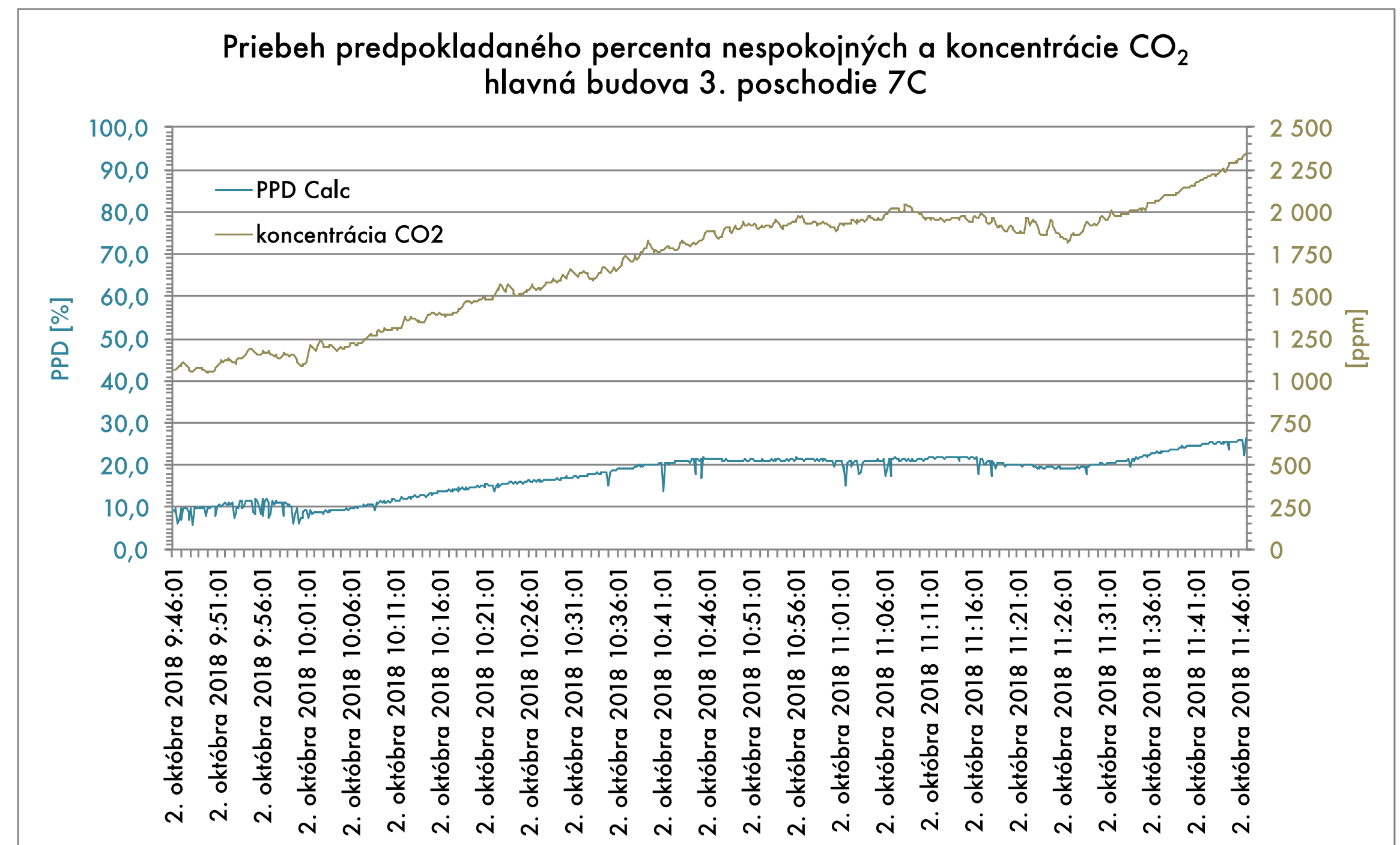
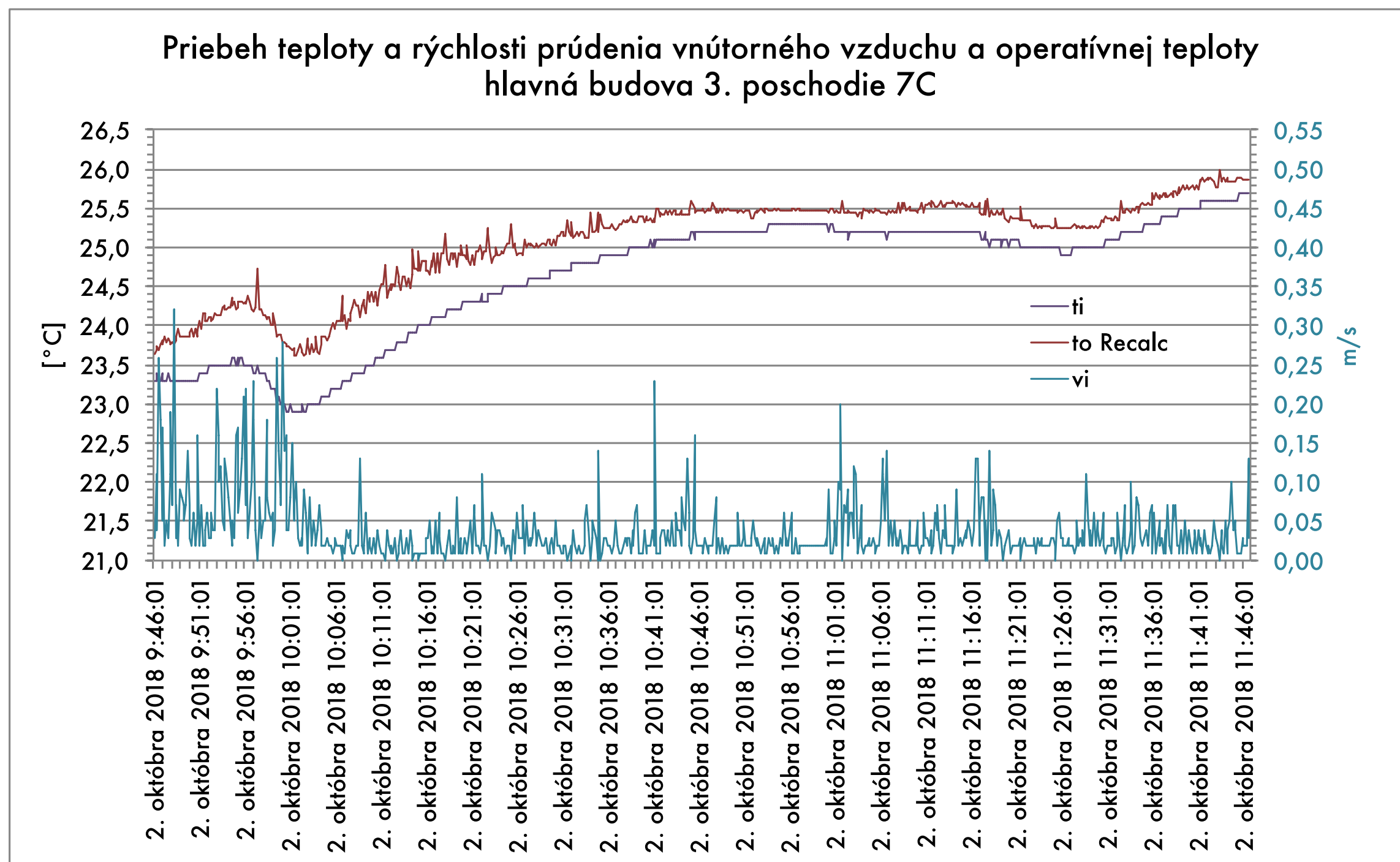
Merací bod	Celé obdobie merania		
	$t_i > 26 \text{ °C}$	$26 \text{ °C} \geq t_i \geq 23 \text{ °C}$	$t_i < 23 \text{ °C}$
Hlavná budova - prízemie - šatne	29,6%	69,2%	1,2%
Hlavná budova - prízemie - špeciálny pedagóg	26,8%	19,0%	54,2%
Hlavná budova - 1. poschodie - IV B	76,3%	23,7%	0,0%
Hlavná budova - 1. poschodie - I A	53,6%	44,0%	2,4%
Hlavná budova - 1. poschodie - učebňa fyziky	46,0%	54,0%	0,0%
Hlavná budova - 2. poschodie - učebňa dejepisu a geografie	77,3%	22,1%	0,6%
Hlavná budova - 2. poschodie - kabinet cudzích jazykov	100,0%	0,0%	0,0%
Hlavná budova - 2. poschodie - VII A	68,2%	31,8%	0,0%
Hlavná budova - 2. poschodie - VII B	61,0%	37,7%	1,4%
Hlavná budova - 2. poschodie - učebňa ang. jazyka	61,2%	38,8%	0,0%
Hlavná budova - 2. poschodie - učebňa informatiky 2	46,5%	53,5%	0,0%
Hlavná budova - 3. poschodie - II B	88,5%	11,5%	0,0%
Hlavná budova - 3. poschodie - III A	100,0%	0,0%	0,0%
Hlavná budova - 3. poschodie - V B	91,4%	8,6%	0,0%
Hlavná budova - 3. poschodie - učebňa nem. jazyka	98,6%	1,4%	0,0%
Hlavná budova - 3. poschodie - učebňa biológie	67,1%	32,9%	0,0%
Hlavná budova - 3. poschodie - učebňa hudobnej výchovy	54,1%	45,9%	0,0%
Prechodová chodba	41,3%	21,4%	37,3%
Školský klub - VI oddelenie	53,6%	46,4%	0,0%
Telocvičňa - bod 1	24,0%	38,9%	37,1%
Telocvičňa - bod 2	26,2%	42,0%	31,8%
Jedáleň	36,9%	63,1%	0,0%
Kuchyňa	10,2%	30,7%	59,1%

Merací bod	Celé obdobie merania			
	$t_e < 20 \text{ °C}$	$20 \text{ °C} \leq t_e < 25 \text{ °C}$	$25 \text{ °C} \leq t_e \leq 30 \text{ °C}$	$t_e > 30 \text{ °C}$
Vonkajšie prostredie	51,2%	33,9%	13,3%	1,6%

Napriek tomu, že viac než 50 % času bola vonkajšia teplota nižšia než 20 °C a viac než 85 % času nižšia než 25 °C, tak v kritických priestoroch bola teplota vnútorného vzduchu vyššia než 26 °C viac než 90 % času.



ZISTENIA – PARAMETRE PROSTREDIA



Po zatvorení okien prekročila koncentrácia CO₂ 1200 ppm do 20 minút a na konci sledovaného intervalu bola nad 2250 ppm (nad 1200 ppm poruchy koncentrácie a výkonnosti). Predpokladané percento nespokojných (PPD) prekročilo do 20 minút 10 % a na začiatku ďalšej hodiny 20 %.

ZÁSADY PRI HĽADANÍ A HODNOTENÍ PRÍNOSOV OPATRENÍ

DILEMA:

Vnútorne prostredie nevyhovuje požiadavkám predpisov:

- Nedostatočné vetranie
- Prehrievanie učební
- Vysoká koncentrácia CO₂ v učebniach
- Nízka úroveň osvetlenia od umelého osvetlenia

Súčasná zariadenia nie sú schopné vytvoriť zdravé a produktívne prostredie



NOVÝ PRÍSTUP:

Aby dávalo porovnávanie návratnosti a environmentálnych prínosov zmysel, pri opatreniach, ktoré skvalitnili vnútorné prostredie, sa vychádzalo zo spotreby, ktorú by budova mala, ak by sa tradičnými systémami dosiahlo rovnaké zlepšenie kvality vnútorného prostredia

Všetky opatrenia sa vyhodnotili aj klasickým spôsobom

NAVRHNUTÉ OPATRENIA

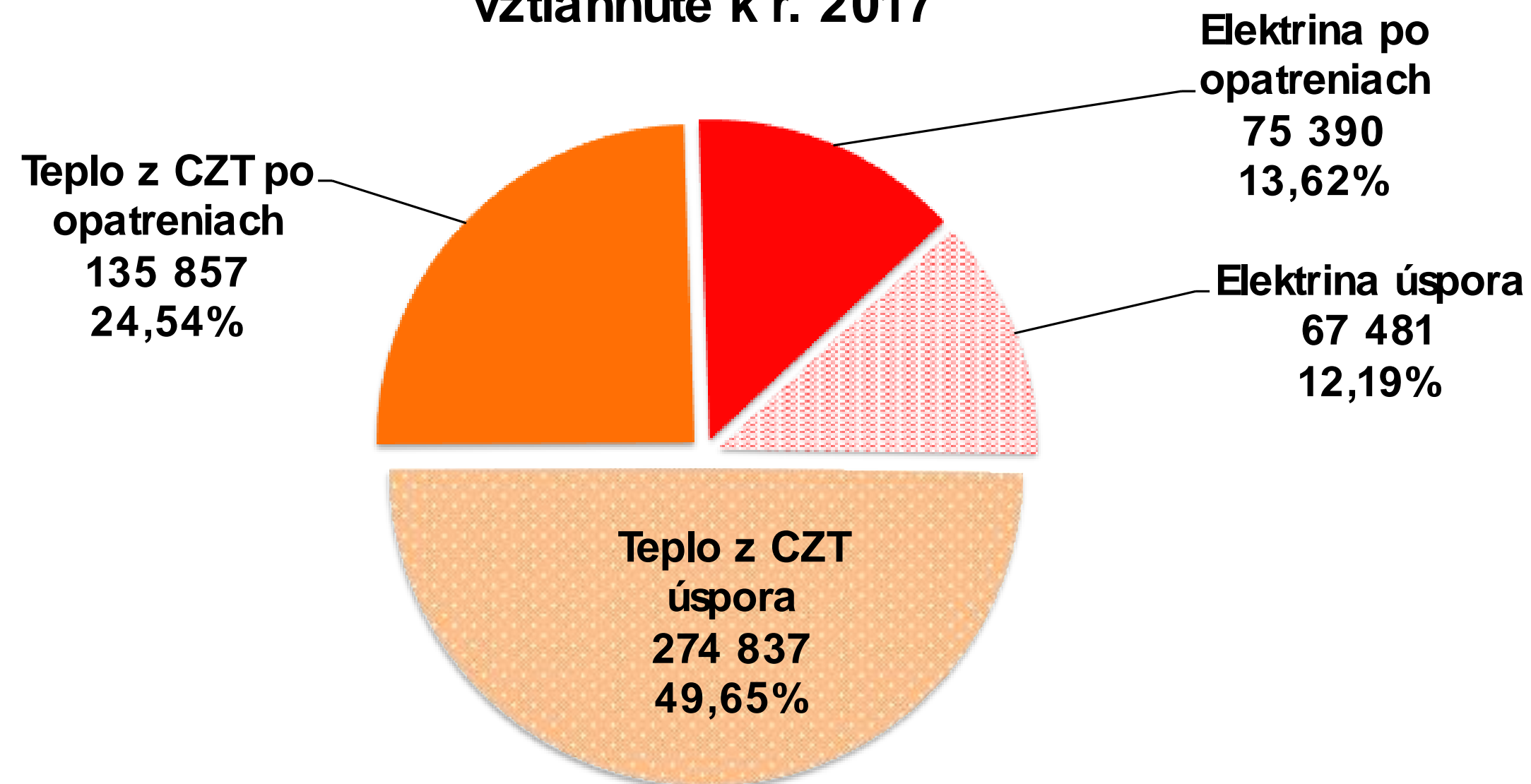
- Zvýšenie tepelnej ochrany:
 - Zateplenie strechy na $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ – zostávajúca nezateplená strecha
 - Zateplenie obvodovej steny na $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
- Zvýšenie účinnosti techniky prostredia:
 - Vytvorenie dvoch regulačných uzlov s riadením podľa vonkajšej teploty
 - Doplnenie termostatických ventilov a RLV tvaroviek
 - Inštalácia vetracích jednotiek s rekuperáciou (spätným získavaním tepla)
- ✧ Zníži sa potreba/spotreba energie na vykurovanie/chladenie a zvýši sa kvalita vnútorného prostredia
- Rekonštrukcia osvetľovacej sústavy:
 - Výmena svietidiel za LED-svietidlá s reguláciou podľa svetelno-technickej štúdie
- ✧ Zníži sa potreba/spotreba elektriny na osvetlenie a zvýši sa kvalita prostredia

NAVRHNUTÉ OPATRENIA

- Vegetačná strecha:
 - Extenzívna vegetačná strecha ľahkej konštrukcie s rozchodníkmi
- ✧ Predpoklad na zníženie platby za odvod dažďových vôd a prirodzené chladenie v mesiacoch september, apríl, máj a jún; dažďové zrážky sa zadržia v lokalite
- Inštalácia tieniacich prvkov:
 - Rolety/žalúzie na oknách juhozápadnej fasády znížia tepelnú záťaž v mesiacoch september, apríl, máj a jún
- ✧ Zvýši sa kvalita vnútorného prostredia
- Inštalácia fotovoltických panelov:
 - 35 ks FV-panelov s orientáciou na juh a sklonom 55° od horizontály
 - On-grid systém s obmedzením prebytkov
- ✧ Získaná elektrická energia sa využije na pohon vetracích jednotiek s rekuperáciou a prebytok na ohrev teplej vody

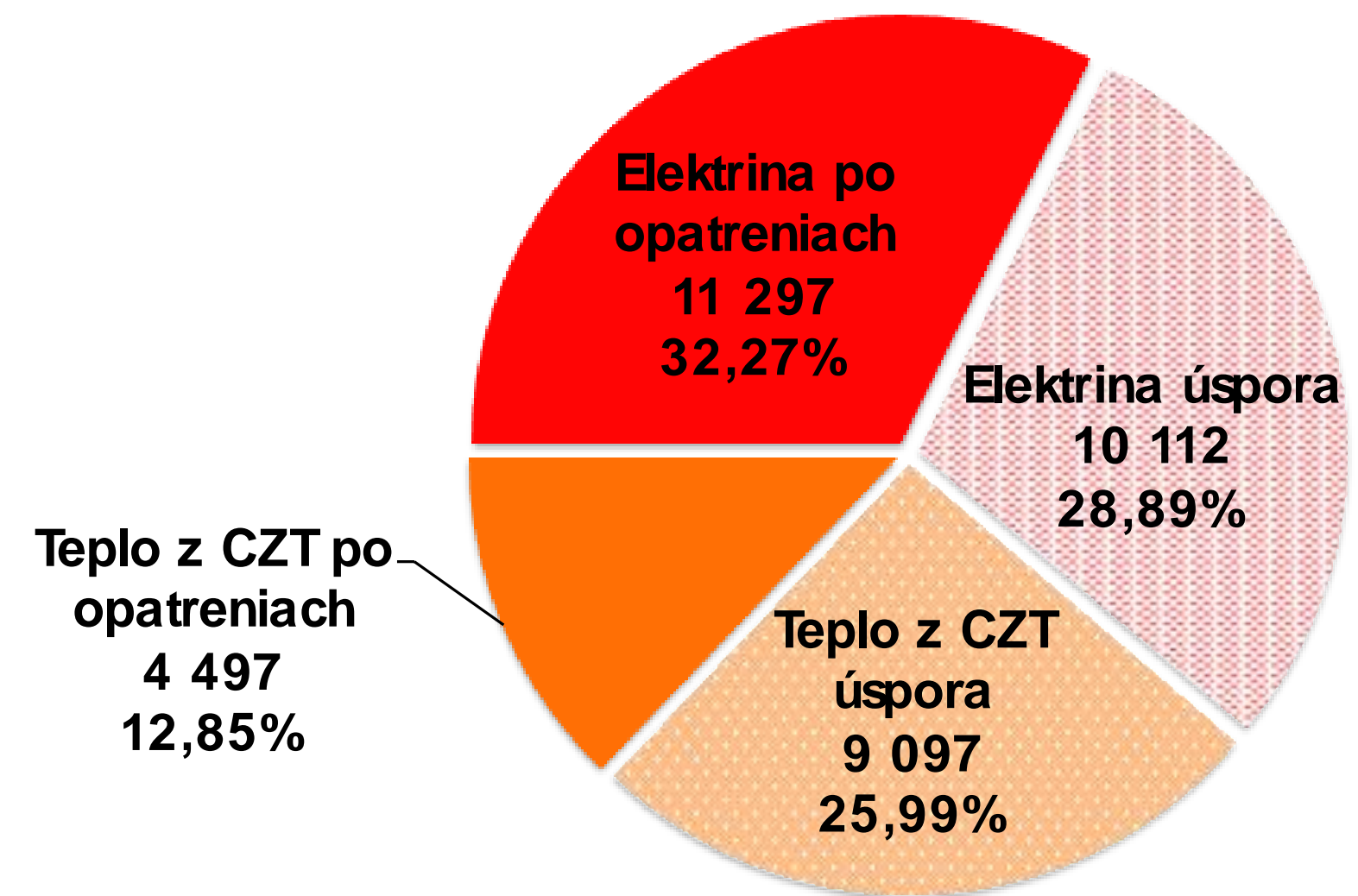
ROČNÉ BILANCIE ENERGIE A NÁKLADOV PO OPATRENIACH – NA ZÁKLADE ZISTENEJ SPOTREBY 2017

Ročná bilancia energetických vstupov v kWh po opatreniach vzťahnuté k r. 2017



Celková úspora energie takmer 62 %

Ročná bilancia nákladov na vstupy v EUR po opatreniach vzťahnuté k r. 2017

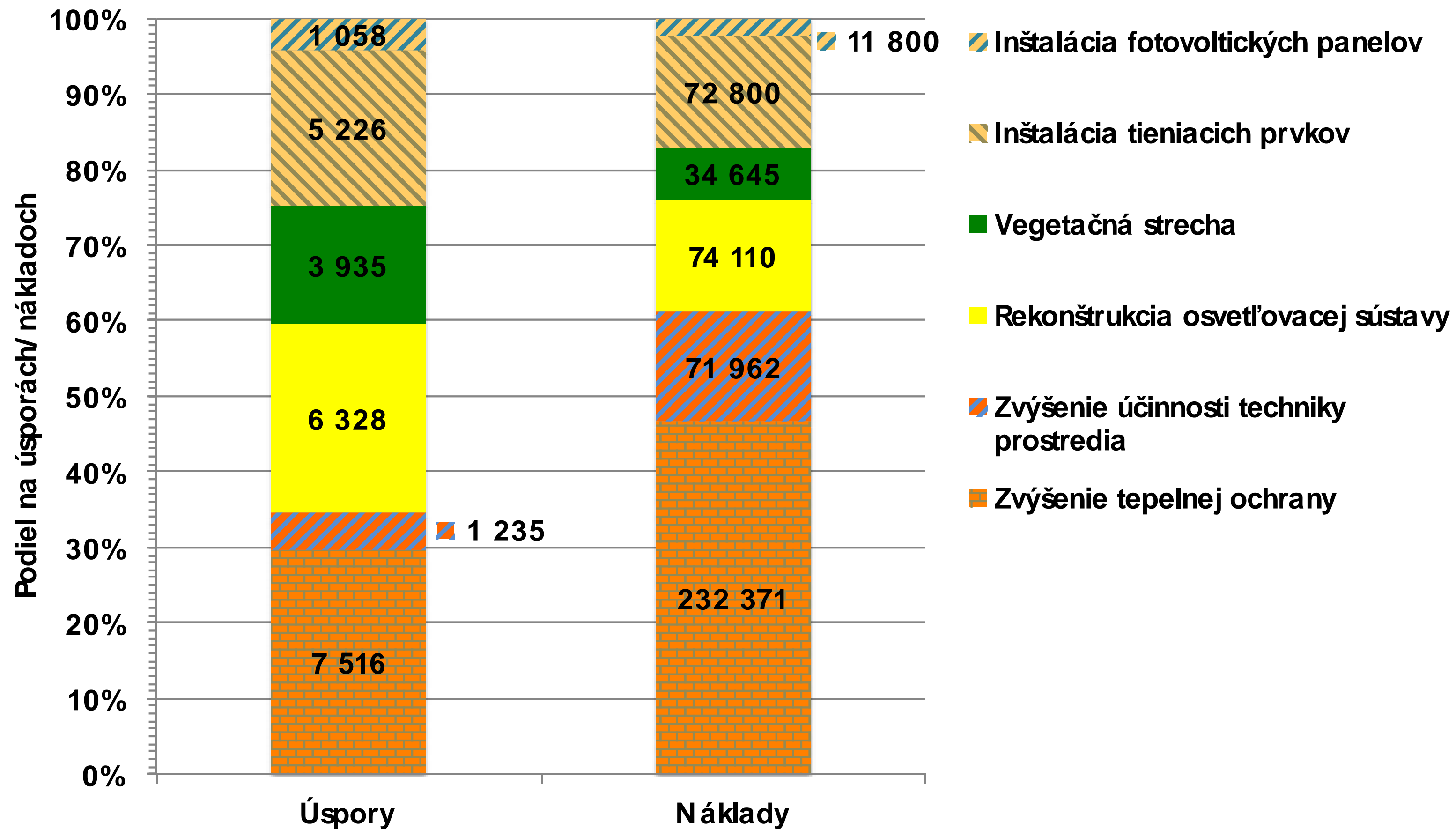


Celková úspora nákladov takmer 55 %

Potreba primárnej energie existujúcej budovy sa zníži na 21,20 kWh/(m².a)
a budova môže byť zatriedená do energetickej triedy A0

NÁVRATNOSŤ INVESTÍCIE – NA ZÁKLADE ZISTENEJ SPOTREBY 2017

Optimálny variant súboru opatrení



EKONOMICKÉ PARAMETRE

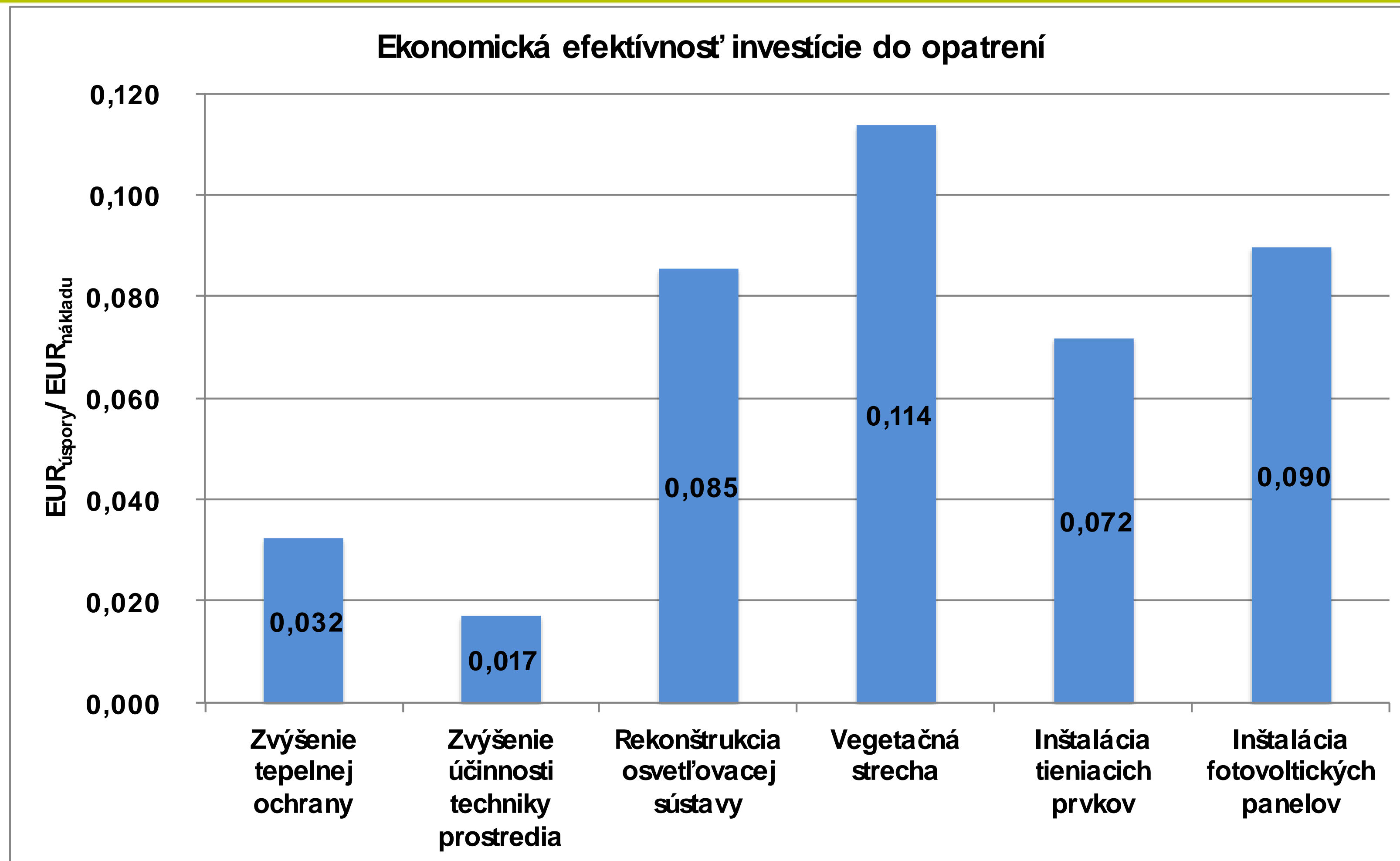
- Výška investície takmer 498 000 EUR
- Jednoduchá návratnosť < 20 rokov
- Reálna doba návratnosti < 31 rokov (pri diskontnom faktore 3 %)
- Vnútorne výnosové percento 4,04 %
- Ročné úspory nákladov viac než 25 000 EUR

NEEKONOMICKÉ PARAMETRE

- Zvýšenie kvality tepelnej pohody počas celého školského roka
- Zvýšenie kvality vnútorného vzduchu
- Zvýšenie kvality osvetlenia

**ZVÝŠENIE PRODUKTIVITY
A
ZNIŽENIE CHOROBNOSTI**

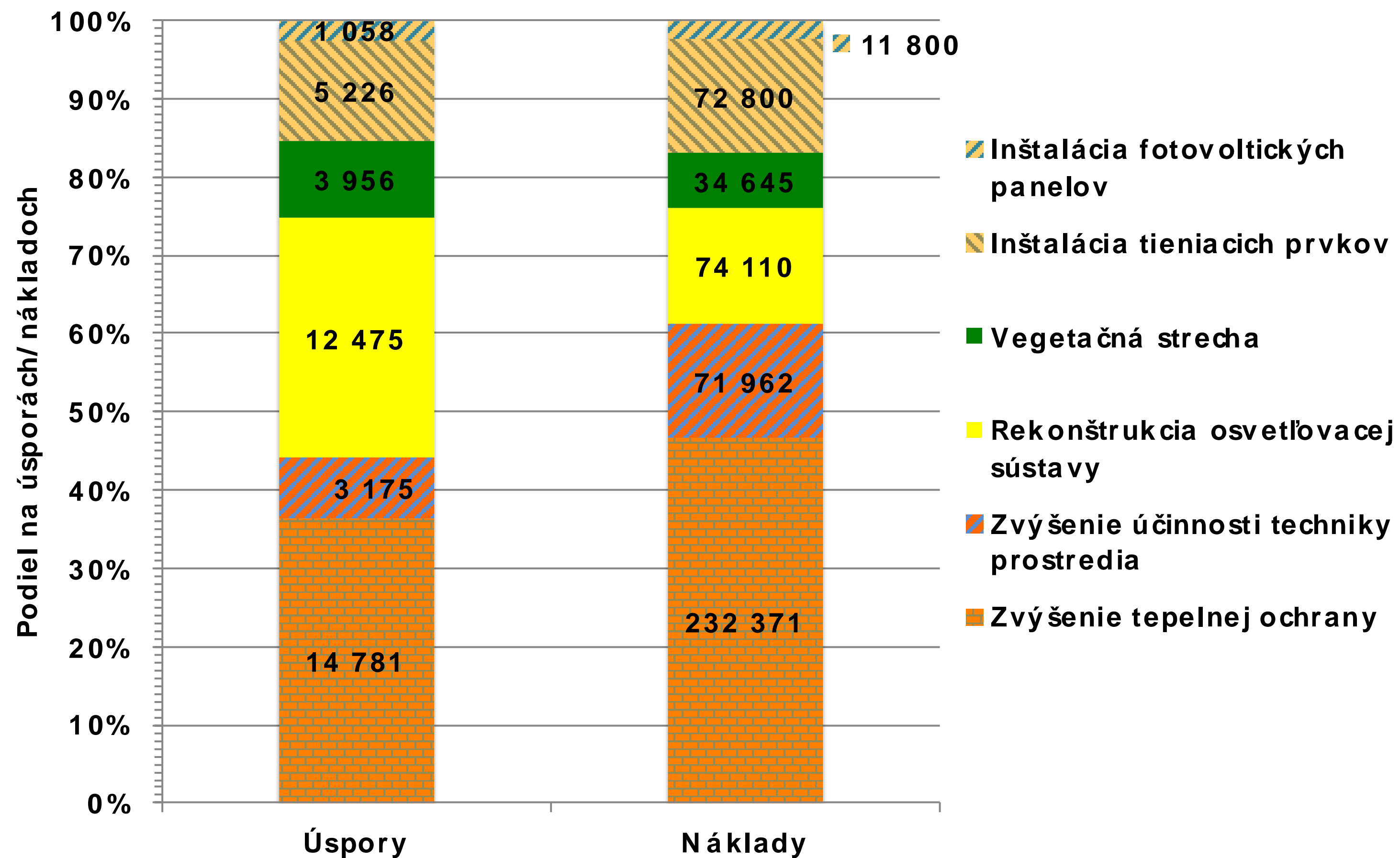
EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ OPATRENÍ – NA ZÁKLADE ZISTENEJ SPOTREBY 2017


PORADIE EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOSTI

1. Vegetačná strecha (pokiaľ sa zohľadní jej vplyv na ochladzovanie interiérov – inak nenávratná)
2. Inštalácia fotovoltaických panelov
3. Rekonštrukcia osvetľovacej sústavy
4. Inštalácia tieniacich prvkov (pokiaľ sa zohľadní ich vplyv na zníženie tepelnej záťaže – inak nenávratná)
5. Zvýšenie tepelnej ochrany
6. Zvýšenie účinnosti techniky prostredia

NÁVRATNOSŤ INVESTÍCIE – NA ZÁKLADE VYPOČÍTANEJ POTREBY – PODĽA KRITÉRIÍ VÝZVY SIEA

Optimálny variant súboru opatrení - podľa vypočítanej potreby



EKONOMICKÉ PARAMETRE

- Výška investície takmer 498 000 EUR
- Jednoduchá návratnosť < 13 rokov
- Reálna doba návratnosti < 16 rokov (pri diskontnom faktore 3 %)
- Vnútorne výnosové percento 7,8 %
- Ročné úspory nákladov takmer 41 000 EUR

NEEKONOMICKÉ PARAMETRE

- Zvýšenie kvality tepelnej pohody počas celého školského roka
- Zvýšenie kvality vnútorného vzduchu
- Zvýšenie kvality osvetlenia

**ZVÝŠENIE PRODUKTIVITY
A
ZNIŽENIE CHOROBNOSTI**

ENVIROMENTÁLNE PRÍNOSY

Podľa skutočne zistenej spotreby

Druh emisie	Emisie pred opatreniami t/r	Emisie po opatreniach t/r	Úspora emisií	
			t/r	%
CO ₂	135,888	39,159	96,730	71%
TZL	0,036	0,005	0,031	85%
SO ₂	0,127	0,016	0,111	88%
NO _x	0,128	0,036	0,092	72%
CO	0,030	0,009	0,021	69%
VOC	0,000	0,000	0,000	
TOC	0,004	0,001	0,003	67%

Opatreniami sa usporí ročne takmer 97 ton emisií CO₂

Podľa vypočítanej potreby

Druh emisie	Emisie pred opatreniami t/r	Emisie po opatreniach t/r	Úspora emisií	
			t/r	%
CO ₂	259,225	76,618	182,607	70%
TZL	0,062	0,010	0,052	84%
SO ₂	0,213	0,030	0,184	86%
NO _x	0,243	0,071	0,172	71%
CO	0,058	0,018	0,040	69%
VOC	0,000	0,000	0,000	
TOC	0,008	0,003	0,005	67%

Opatreniami sa usporí ročne takmer 183 ton emisií CO₂

Podrobnosti sú v Štúdii vzorovej hĺbkovej obnovy školskej budovy



Ing. Ladislav Piršel, PhD.



Slovenská rada pre zelené budovy
Vajnorská 8/A
831 04 Bratislava



ladislav.pirsel@skgbc.org



+421 905 722 954

Ing. Artur Bobovnický, PhD.

Slovenská inovačná a energetická agentúra
Bajkalská 27
827 99 Bratislava

artur.bobovnický@siea.gov.sk

+421 905 985 937

Ďakujem za pozornosť!