Projektová štúdia vykurovania v DPB, a. s.

Petržalka

ZHOTOVITEĽ SMARTES s. r. o.
Kapitulská 463/21,
917 01 Trnava

DÁTUM 31.01.2022


smartes
ENERGETICKÉ SLUŽBY

Obsah

Úvod 3

1 Identifikačné údaje 4

1.1 Identifikačné údaje objednávateľa 4

1.2 Identifikačné údaje spracovateľa 4

2 Identifikácia predmetu štúdie 5

2.1 Základný popis predmetu energetického auditu 5

2.2 Charakteristika hlavných činností 6

2.3 Situačný plán 7

2.4 Podklady na vypracovanie štúdie 8

2.4.1 Podklady poskytnuté objednávateľom: 8

2.4.2 Doplňujúce údaj zistené spracovateľom 8

2.4.3 Použité národné technické predpisy 8

3 Vyhodnotenie súčasného stavu 9

3.1 Popis stavebnej časti 9

3.2 Popis technických zariadení v jednotlivých budovách 11

3.2.1 Vykurovanie a príprava teplej vody 11

3.2.2 Vetranie a vzduchotechnika 13

3.2.3 Osvetlenie 14

4 Energetické vstupy a výstupy 16

4.1 Elektrická energia 16

5 Návrh opatrení na zníženie spotreby energie s možnosťou realizácie formou GES 18

5.1 Zmena palivovej základne 20

5.2 Inštalácia fotovoltického systému 21

5.3 Rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia 23

5.4 Rekonštrukcia vnútorného svetlenia 24

5.1 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení 24

5.2 Súbor doporučených opatrení 26

6 Záver 27

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 – Vozovňa Petržalka DPB, a. s. 5
Obrázok 2 – Koordinačná situácia 6
Obrázok 3 – Lokalizácia predmetu energetického auditu a situačný plán 8
Obrázok 4 – Vrátnica 9
Obrázok 5 – Servisná hala 10
Obrázok 6 – Autoumyváreň 11
Obrázok 7 – Vykurovanie vrátnice 12
Obrázok 8 – Elektrické infražiariče 12
Obrázok 9 – Elektrické priamovýhrevné konvektory 12
Obrázok 10 – Ohrev v autoumyvárni 13
Obrázok 11 – Vetranie servisnej haly 13
Obrázok 12 – Vzduchotechnika v autoumyvárni 13
Obrázok 13 – Vonkajšie osvetlenie na servisnej hale 14
Obrázok 14 – Vnútorné osvetlenie v objektoch vozovne Petržalka 15
Obrázok 15 – Spotreba elektrickej energie 17
Obrázok 16 – Členenie spotrieb elektrickej energie 18
Obrázok 17 – Profil elektrickej energie 21
Obrázok 18 – Profil ročných výkonov elektrickej energie 22
Obrázok 19 – Princíp osadenia FVE panelov na strešnú konštrukciu Servisnej haly 23
Obrázok 20 – Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach 25
Obrázok 21 – Porovnanie návratnosti investícií pri jednotlivých opatreniach 25

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 – Zoznam svietidiel vonkajšieho osvetlenia 14
Tabuľka 2 – Prehľad spotrieb elektrickej energie za roky 2018-2020 16
Tabuľka 3 - Priebeh mesačných spotrieb EE 16
Tabuľka 4 – Rozčlenenie spotreby elektrickej energie 18
Tabuľka 5 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia zmeny palivovej základne 20
Tabuľka 6 – Technické parametre fotovoltickej elektrárne 22
Tabuľka 7 – Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne JUH 22
Tabuľka 8 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia rekonštrukcie vonkajšieho osvetlenia 23
Tabuľka 9 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia rekonštrukcie vnútorného osvetlenia 24
Tabuľka 10 - Súbor doporučených opatrení – energetické a ekonomické vyhodnotenie 26
Tabuľka 11 - Ekonomické hodnotenie súboru doporučených opatrení 26

Úvod

Firma SMARTES s. r. o. vypracovala túto štúdiu na základe akceptácie cenovej ponuky a objednávky zo dňa 17.9.2021.

Štúdia je vypracovaná formou účelového energetického auditu, kolektívom energetických audítorov a ostatných autorov najmä za účelom zhodnotenia súčasného stavu, zistenia potenciálu úspor energie a návrhu opatrení s možnosťou realizácie formou garantovanej energetickej služby GES.

Správa dá objednávateľovi nezaujatý pohľad očami nezávislých technikov na energetické hospodárstvo podniku a zároveň získa tak možnosť rozhodnúť sa, ktoré kroky je potrebné vykonať k správnemu a energeticky efektívnejšiemu chodu energetického hospodárstva.

Správa zo štúdie obsahuje:

- Identifikáciu predmetu
- Zistenie a vyhodnotenie súčasného stavu
- Energetické vstupy a výstupy
- Stručný popis opatrení vhodných pre GES

1 Identifikačné údaje

1.1 Identifikačné údaje objednávateľa

Obchodné meno:	**Dopravný podnik Bratislava, akciová spoločnosť**
Ulica, popisné číslo:	Olejkárska 1
PSČ, mesto:	814 52 Bratislava
IČO:	00 492 736
DIČ:	2020298786
IČ DPH:	SK2020298786 podľa §4

1.2 Identifikačné údaje spracovateľa

Obchodné meno:	**SMARTES s. r. o.**
Ulica, popisné číslo:	Kapitulská 463/21
PSČ, mesto:	917 01 Trnava
IČO:	52667588
DIČ:	2121101785
IČ DPH:	SK2121101785
Údaj o zápise v OR:	Obchodný register Okresného súdu Trnava, Oddiel: Sro, vložka č. 45335/T
Email:	info@smartes.sk
Telefónne spojenie	+421 911 486 484

Zoznam audítorov a ostatných autorov, ktorý spracovali štúdiu:

Hlavný audítor projektu:	**Ing. Peter Bohuš**
Audítori:	Ing. Roman Klvač Ing. Dávid Šulko
Ostatní autori:	Ing. Lucia Sklenárová

2 Identifikácia predmetu štúdie

Predmetom projektovej štúdie je Dopravný podnik Bratislava, konkrétne vozovňa Petržalka. Areál vozovne Petržalka je tvorený niekoľkými budovami. Budovy sú lokalizované ako samostatne stojace objekty nachádzajúce sa na západe Bratislavy, v okrese Bratislava V., v mestskej časti Petržalka. Cieľom analýzy je zhodnotenie súčasného stavu technológie vykurovania, prípravy teplej vody, vetrania a osvetlenie, zistenie potenciálu úspor energie a návrh opatrení technického riešenia pre zníženie celkovej energetickej náročnosti budovy, ktoré je možné realizovať formou GES. Areál a v ňom stojace budovy sú majetkom hlavného mesta Bratislava.

2.1 Základný popis predmetu energetického auditu

Poslaním Dopravného podniku Bratislava je poskytovanie dopravných výkonov mestskej hromadnej dopravy na území hlavného mesta SR Bratislavy dopravnými prostriedkami, konkrétne autobusmi, električkami a trolejbusmi.

Predmetom projektovej štúdie je vozovňa Petržalka Dopravného podniku Bratislava. Údržbová základňa v Petržalke je lokalizovaná v mestskej časti Bratislava – Petržalka, konkrétne v lokalite Lúky 8. V súčasnosti sú v depe umiestnené objekty najmä pre servis, údržbu a opravu vozidiel mestskej hromadnej dopravy – autobusov. Najväčšiu časť celého areálu tvorí odstavná plocha pre autobusy.



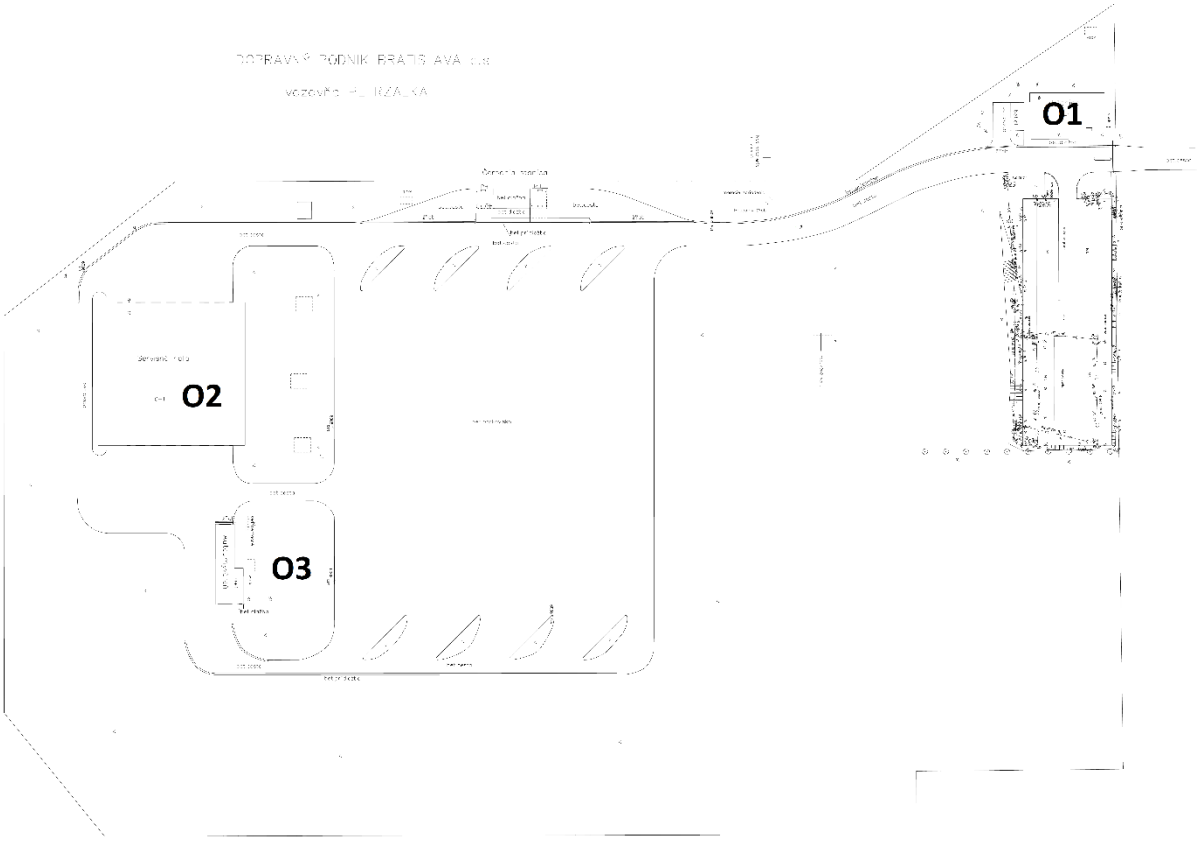
Obrázok 1 – Vozovňa Petržalka DPB, a. s.

Objekty vo vnútri areálu sú komunikačne prepojené spevnenými asfalto–betónovými komunikáciami. Zásobovanie areálu energiami je zabezpečené z verejných zdrojov pomocou

samostatných prípojok na verejné inžinierske siete. Terén je možné charakterizovať ako rovinatý, bez výrazných výškových rozdielov.

Areál vozovne Petržalka pozostáva z niekoľkých budov, ktoré boli posudzované v rámci auditu :

- O1 Vrátnica
- O2 Servisná hala
- O3 Autoumyváreň



Obrázok 2 – Koordinačná situácia

Areál vozovne Petržalka bol otvorený v roku 2007 a Etapy, na ktoré bola rozdelená Modernizácia údržbovej základne Dopravného podniku Bratislava sa vozovne v Petržalke doposiaľ nedotkli.

2.2 Charakteristika hlavných činností

Základným predmetom činnosti DPB, a. s. podľa stanov je vykonávanie pravidelnej verejnej cestnej hromadnej mestskej dopravy osôb v súlade s Rámcovou zmluvou o službách vo verejnom záujme a zabezpečení mestskej hromadnej dopravy osôb v hlavnom meste Slovenskej republiky Bratislave.

Medzi hlavné činnosti Dopravného podniku Bratislava možno zaradiť nasledovné:

- pravidelná verejná cestná hromadná mestská doprava osôb,
- prevádzkovanie mestských dráh,
- vnútroštátna nepravidelná autobusová doprava,
- medzinárodná nepravidelná autobusová doprava,
- verejná cestná hromadná nepravidelná doprava osôb,
- výroba a opravy motorových a dopravných prostriedkov,
- školiaca a vzdelávacia činnosť v oblasti dopravy, ochrany práce,
- podnikanie v oblasti nakladania s iným ako nebezpečným odpadom,
- prevádzkovanie vlastnej ochrany,
- verejné obstarávanie,
- činnosť podnikateľských, organizačných a ekonomických poradcov.

2.3 Situačný plán

Predmet projektovej štúdie, ktorým je vozovňa Petržalka Dopravného podniku Bratislava je situovaný na adrese Betliarska 3712/8, 851 07 Bratislava, v mestskej časti Petržalka. Areál vozovne Petržalka sa rozprestiera pri komunikácii Dolnozemská, konkrétne na ulici Betliarska. Hlavný vstup do areálu je orientovaný z ulice Betliarska, vstup do areálu z inej ulice nie je možný.



Obrázok 3 – Lokalizácia predmetu energetického auditu a situačný plán

2.4 Podklady na vypracovanie štúdie

Pri vykonávaní energetického auditu sa vychádzalo z nasledujúcich podkladov:

2.4.1 Podklady poskytnuté objednávateľom:

- Podklady zaslané e-mailom a to najmä:
  - Údaje o 15 minútových spotrebách elektrickej energie
  - Spotreba a náklady el. energie za rok 2018, 2019, 2020
  - Zoznam inštalovaných svietidiel vonkajšieho osvetlenia
  - Revízne správy trafostaníc
  - Celková situácia areálu

2.4.2 Doplňujúce údaj zistené spracovateľom

- obhliadky auditovaného objektu uskutočnené 14.1.2022
- vlastná fotodokumentácia objektu
- informácie o auditovanom objekte z internetového prieskumu

2.4.3 Použité národné technické predpisy

- Zákon č. 321/2014 Z. z. Zákon o energetickej efektívnosti
- Vyhláška č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite

3 Vyhodnotenie súčasného stavu

3.1 Popis stavebnej časti

Vozovňa je dispozične riešená ako uzavretý kompaktný areál so združeným hlavným vstupom cez vstupnú vrátnicu z ulice Betliarska. Z vrátnice je možný plynulý prejazd vozidiel celým areálom do všetkých požadovaných objektov. Vstupnú časť uzavretého komplexu objektov tvorí vrátnica plniaca tiež funkciu administratívy. Zvyšné budovy areálu predstavujú halové objekty.

V areály vozovne Petržalka Dopravného podniku Bratislava sa nachádza niekoľko objektov, ktorých sa energetický audit priamo dotýka. Servisná hala je objekt s 24 hodinovou prevádzkou.

O1 Vrátnica



Obrázok 4 – Vrátnica

Objekt vrátnice je jednopodlažný objekt so zastavanou plochou 495 m^2. Z konštrukčného hľadiska sa jedná o oceľový skelet opláštený fasádou zo sendvičových panelov s polplastovaným povrchom a vyplnených polyuretánom. Otvorové konštrukcie sú plastové s izolačným dvojsklom.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 495 m^2
- Obostavaný objem: 1963 m^3
- Počet podlaží: 1

O2 Servisná hala



Obrázok 5 – Servisná hala

Hlavným objektom vozovne je servisná hala, v ktorej prebieha ľahšia údržba autobusov. Hala pozostáva z troch lodí, pričom najväčšia je situovaná v strednej časti a dve malé sú umiestnené po stranách. V postranných lodiach sú vždy vstavky s pomocnými priestormi ako dielne, kompresorová stanica, práčovňa, sociálne zariadenia a podobne. Budova je orientovaná na hlavné svetové strany. Obvodový plášť je ľahký, skladaný. Pozostáva zo sendvičovej konštrukcie hrúbky 80mm, ktorá je vyplnená polyuretánom. Povrch je poplastovaný. Obvodová stena pod terénom je vymurovaná z hutného betónu hr. 250mm. Strešný plášť je vyriešený ako jednoplášťová plochá konštrukcia. Nosnú vrstvu tvoria plechy RAN153, na ktorých je položená parozábrana a hydrofobizovaná tepelná izolácia na báze minerálnej vlny hrúbky 160mm. Poslednú vrstvu tvorí hydroizolácia. Od tepelnej izolácie je oddelená separačnou vrstvou. Podlaha v hale je tvorená železobetónovými doskami. Podložie tvorí štrk frakcie 32-64mm v celkovej hrúbke 300mm. Vrchná vrstva hrúbky približne 40mm je vyplnená jemnou frakciou (0-4mm). Na vrstve štrku je položená vrstva podkladového betónu hrúbky 100mm, na ktorej je hydroizolačná fólia.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 2443 m^2
- Počet podlaží: 1 (2 –vstavok)

O3 Autoumyváreň



Obrázok 6 – Autoumyváreň

Z konštrukčného hľadiska umyváreň pozostáva z oceľových priehradových stĺpov, na ktorých sú v priečnom smere uložené oceľové priehradové väzníky. Opláštenie objektu je ako pri predchádzajúcich budovách tvorené sendvičovými panelmi.

Technické parametre budovy:

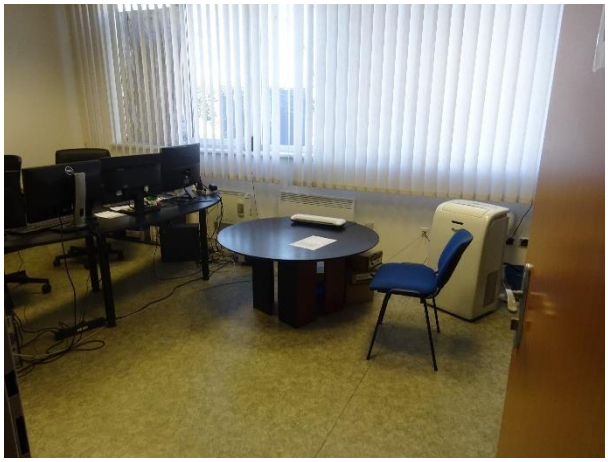
- Merná plocha: 215 m^2
- Počet podlaží: 1

3.2 Popis technických zariadení v jednotlivých budovách

3.2.1 Vykurovanie a príprava teplej vody

O1 Vrátnica

Objekt vrátnice je vykurovaný prostredníctvom elektrických priamovýhrevných konvektorov s rôznymi výkonmi a od rôznych výrobcov. Prevažujú konvektory typ Eliz ECW 150 s výkon 1500 W. Konvektory sú vybavené elektronickým ovládaním s možnosťou nastavenia týždňového programu a detekciou otvoreného okna.

Obrázok 7 – Vykurovanie vrátnice

Teplá voda pre potreby sociálnych zariadení je pripravovaná centrálne v elektrickom zásobníkovom ohrievači typ ELODM INVEST EURO 120 X s objemom 120 l a elektrickým príkonom 2000 W.

O2 Servisná hala

Servisné priestory halového objektu sú vykurované kombináciou sálavého vykurovania prostredníctvom elektrických infražiaričov a teplovzdušného vykurovania vzduchotechnickou jednotkou. Podľa informácií zistených počas obhliadky sa vykurovanie vzduchotechnikou nevyužíva. Vstavky v rámci haly sú vykurované elektrickými priamovýhrevnými konvektormi.



Obrázok 8 – Elektrické infražiariče



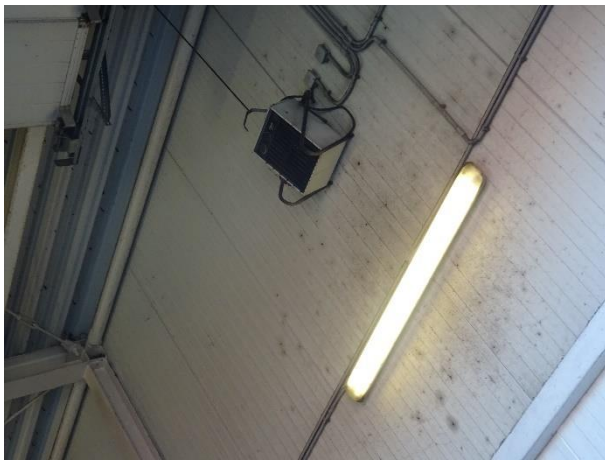
Obrázok 9 – Elektrické priamovýhrevné konvektory

Teplá voda v hale je prevádzkovaná lokálne v elektrických prietokových ohrievačoch.

O3 Autoumyváreň

Vykurovanie objektu autoumyvárne je riešené teplovzdušnými elektrickými ohrievačmi v kombinácií so vzduchotechnickou jednotkou s elektrickým ohrevom. Ohrev v autoumyvárni zabezpečuje celkovo 4 ks teplovzdušných elektrických ohrievačov.



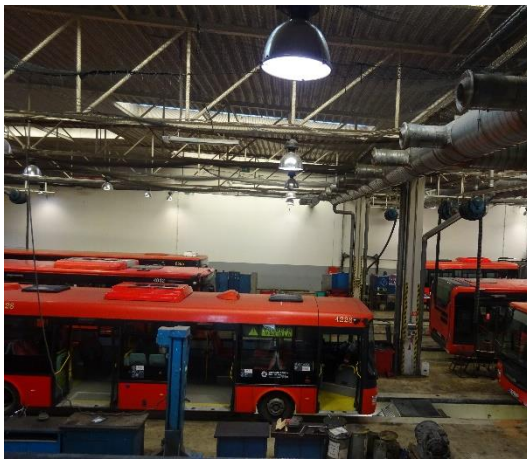


Obrázok 10 – Ohrev v autoumyvárni

3.2.2 Vetranie a vzduchotechnika

Nútené vetranie prostredníctvom vzduchotechniky je riešené v servisnej hale a v autoumyvárni. V servisnej hale je vzduchotechnika navrhnutá na dokurovanie priestorov. Inštalovaná je samostatná VZT jednotka na prívod čerstvého vzduchu ohrievaného elektroohrevom. Vzduch je distribuovaný do priestoru nad infražiaričmi pomocou výfukových dýz. Pri montážnych jamách v hale sú ďalej využívané navíjacie odsávače, z ktorých výfuk je vyvedený nad strechu objektu.

Vzduchotechnická jednotka v autoumyvárni je určená tiež na vykurovanie priestorov.



Obrázok 11 – Vetranie servisnej haly



Obrázok 12 – Vzduchotechnika v autoumyvárni

3.2.3 Osvetlenie

Vonkajšie osvetlenie

V priestoroch areálu vozovne Petržalka sa v súčasnosti nachádza vonkajšie osvetlenie, ktoré je inštalované na oceľových stĺpoch rôzneho typu a na fasádach budov.

Na osvetľovacích stožiaroch sú inštalované výbojkové svietidlá s príkonom 250 W, ale tiež i reflektorové svietidlá s príkonom cca 1 kW a LED svietidlá. Na fasáde objektu haly opráv autobusov sú inštalované reflektorové svietidlá s príkonom cca 1 kW. Osvetlenie je ovládané na základe súmrakového spínača.



Obrázok 13 – Vonkajšie osvetlenie na servisnej hale

Tabuľka 1 – Zoznam svietidiel vonkajšieho osvetlenia

Typ svietidla	Počet [ks]
Výbojkové svietidlá na stožiaroch 250 W	37
Reflektorové svietidlá na stožiaroch 1 kW	16
LED svietidlá na stožiaroch	7
Reflektorové svietidlá na fasáde objektu haly opráv autobusov 1 kW	3
SPOLU	**63**

Vnútorné osvetlenie

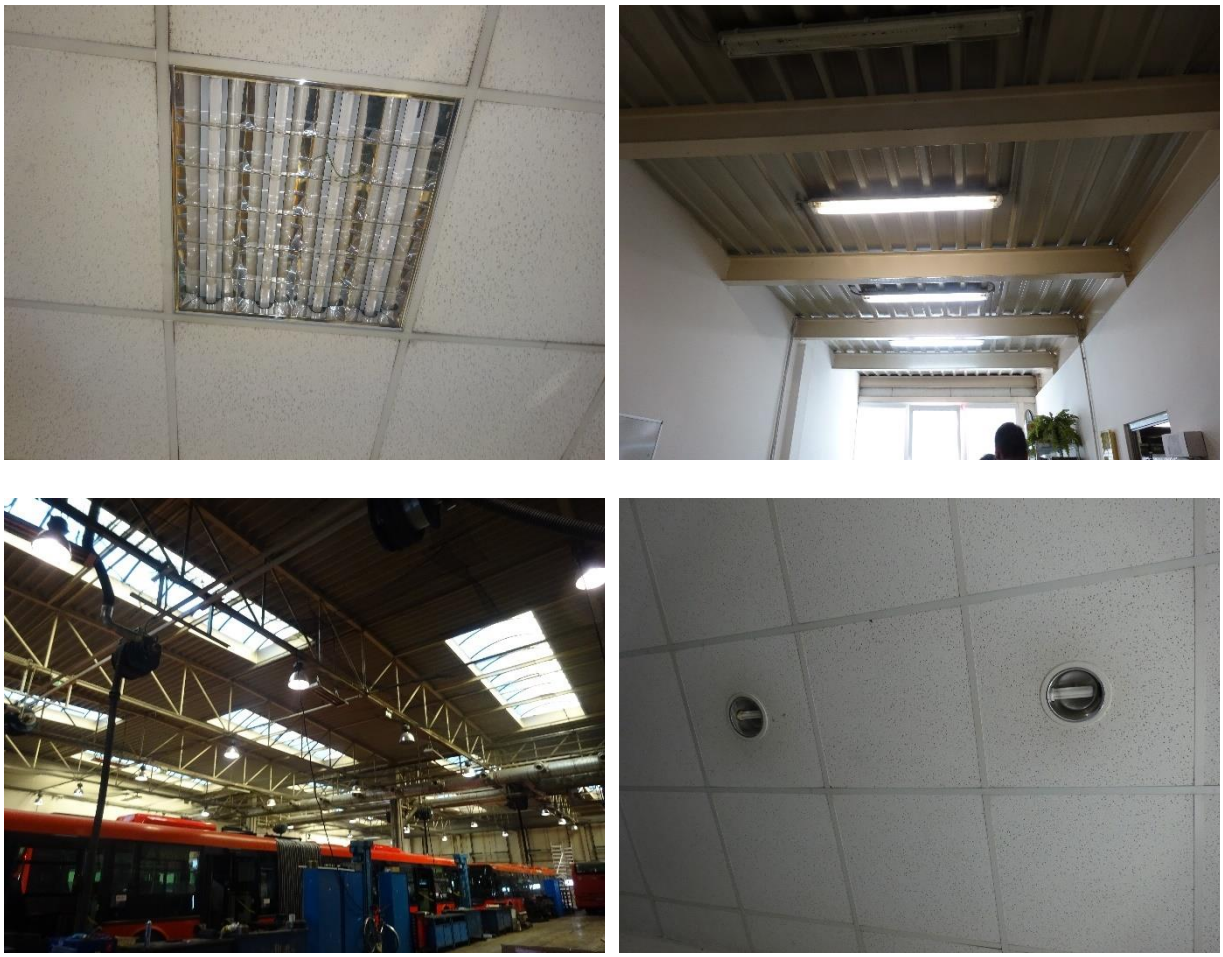
Prirodzené denné osvetlenie vnútorných priestorov všetkých objektov je zabezpečené pomocou okenných otvorov , ktoré sú umiestnené na fasáde objektu. V prípade objektov

využívaných na opravu alebo údržbu je osvetlenie zabezpečené pomocou okenných otvorov umiestnených na fasáde objektu v kombinácii so strešnými svetlíkmi.

V budovách vozovne Petržalka je osvetlenie riešené rôzne. Umelé osvetlenie v jednotlivých objektoch je riešené v závislosti od účelu využitia daného objektu. V servisnej dielni sú využívané najmä priemyselné osvetlenie. Svietidlá sú umiestnené najmä na stropnej konštrukcií, prípadne na závesoch. Stropné osvetlenie je doplnené o strešné priemyselné svetlíky, ktoré týmto typom budov zabezpečujú prirodzené denné osvetlenie. Inštalované sú prevažne vysokotlakové sodíkové výbojky s príkonom 250 W. Vstavky servisnej haly sú osvetlené svietidlami s dvomi žiarivkovými trubicami a svietidlami v kazetovom podhľade s trubicami 4x18W.

Vnútorné priestory autoumyvárne sú tiež osvetlené ako v prípade servisnej haly svietidlami so žiarivkovými trubicami.

Osvetlenie vnútorných priestorov vrátnice je riešené prostredníctvom svietidiel s kompaktnými žiarivkami v kazetovom podhľade.



Obrázok 14 – Vnútorné osvetlenie v objektoch vozovne Petržalka

4 Energetické vstupy a výstupy

4.1 Elektrická energia

Areál DPB - Krasňany je napájaný z linky 22kV vedenia Západoslovenskej distribučnej spoločnosti Bratislava. Vedenie je privedené do miestnosti rozvodne VN/NN cez trafostanice T1 a T2. V rozvodni je na strane NN umiestnený rozvádzač RH obsahujúci 5 polí. Tieto polia sú rozdelené tak, že pole č.1 a pole č.2 slúžia ako rozvádzač, kde prívod do poľa č.1 z transformátora T1 je vedený na hlavný istič nastavený na 800 A. Pole č.4 a pole č.5 slúži ako rozvádzač, kde prívod do poľa č.5 z transformátora T2 je vedený na hlavný istič nastavený na 800 A. v rozvodni sa tiež nachádza kompenzačný rozvádzač RC – 120 kVAr pre udržovanie dohodnutej hodnoty účinníka.

Spotreba elektrickej energie je meraná a fakturovaná priebežne po mesiacoch. V nasledujúcej tabuľke sa nachádza prehľad spotrieb elektrickej energie za posledné tri dostupné roky 2018 až 2020.

Tabuľka 2 – Prehľad spotrieb elektrickej energie za roky 2018-2020

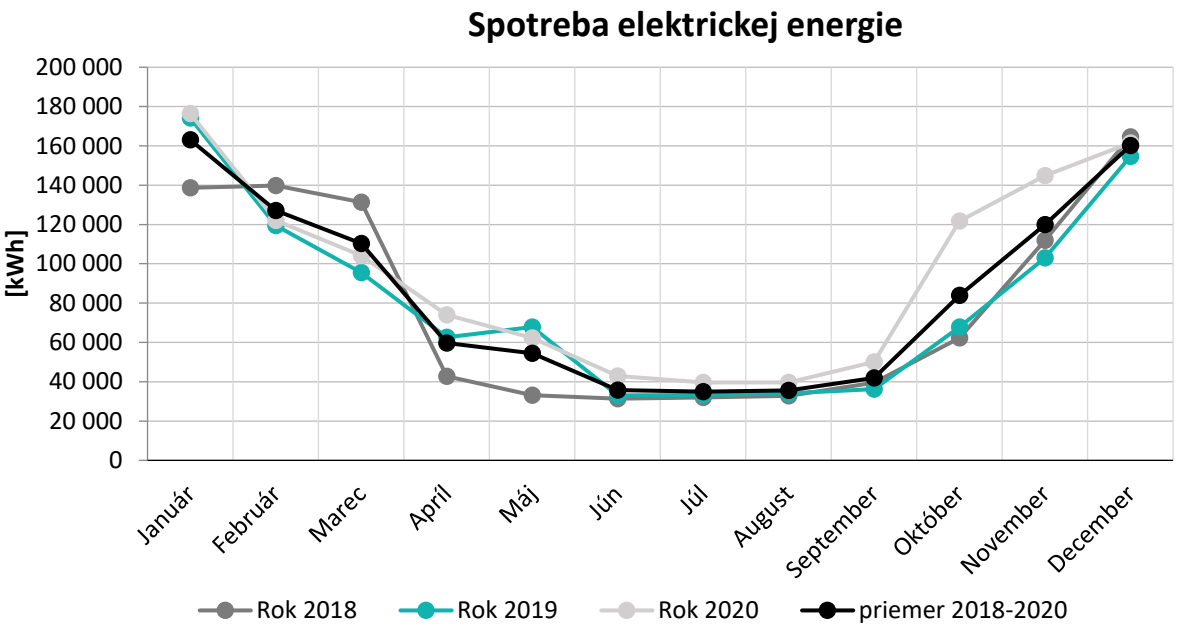
Rok	Spotreba	Zaplatené	Jednotková cena
	[kWh]	[Eur bez DPH]	[Eur bez DPH/kWh]
2018	959 393	117 552,63	0,1225
2019	981 644	118 835,36	0,1211
2020	1 138 946	132 746,40	0,1166
Priemer	**1 026 843**	**123 044,80**	**0,1198**

V nasledujúcej tabuľke sa nachádza spotreba elektrickej energie na mesačnej báze.

Tabuľka 3 - Priebeh mesačných spotrieb EE

Mesiac	Rok			Priemer
	2018	2019	2020	
Január	138 645	174 163	176 382	163 063
Február	139 735	119 386	122 037	127 053
Marec	131 339	95 584	104 177	110 367
Apríl	42 684	62 659	73 936	59 760
Máj	33 072	67 823	62 277	54 391
Jún	31 373	33 023	42 846	35 747
Júl	31 999	33 251	39 625	34 958

August	32 841	34 119	39 625	35 528
September	39 469	36 199	50 080	41 916
Október	62 220	67 868	121 683	83 924
November	111 953	102 950	144 848	119 917
December	164 609	154 619	161 430	160 219
Spolu	**959 393**	**981 644**	**1 138 946**	**1 026 843**



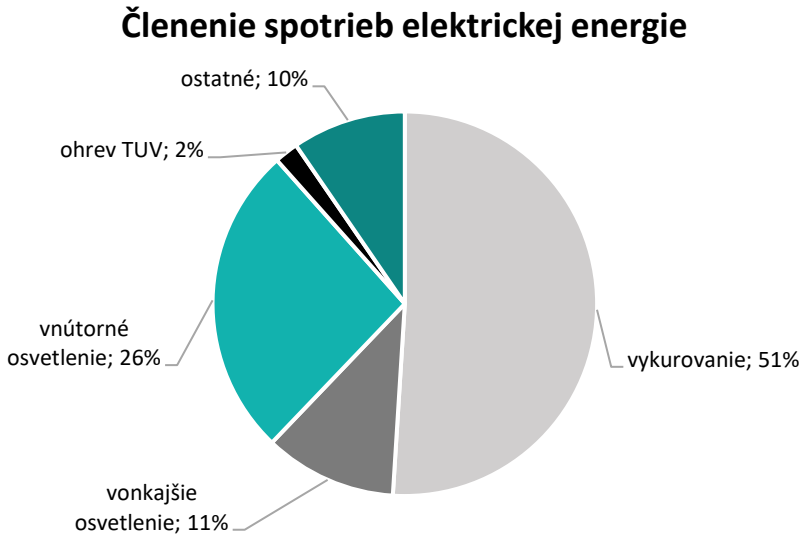
Obrázok 15 – Spotreba elektrickej energie

Z grafu možno pozorovať zvýšenú spotrebu elektrickej energie v zimných mesiacoch, ktorá je spôsobená, že elektrická energia je využívaná na vykurovanie všetkých objektov.

V nasledujúcej tabuľke je percentuálne vyjadrenie podielu jednotlivých spotrebičov na celkovej spotrebe elektrickej energie. Výpočet odráža skutočné hodnoty zistené z poskytnutých podkladov a počas obhliadky. Pri prerozdeľovaní boli brané do úvahy fakty ako parametre technologických zariadení, vnútorná klíma a podobne. Prerozdelenie spotreby elektrickej energie treba však považovať za približný.

Tabuľka 4 – Rozčlenenie spotreby elektrickej energie

Položka	Priemerná ročná spotreba EE [kWh]	Percentuálny podiel na celkovej spotrebe EE
Vykurovanie	523 659	51%
Vonkajšie osvetlenie	114 540	11%
Vnútorné osvetlenie	269 717	26%
Ohrev TÚV	20 566	2%
Ostatné	98 361	10%
Spolu	**1 026 843**	**100%**



Obrázok 16 – Členenie spotrieb elektrickej energie

5 Návrh opatrení na zníženie spotreby energie s možnosťou realizácie formou GES

Na zníženie energetickej náročnosti objektu, a teda aj zníženie spotreby energie boli navrhnuté nižšie uvedené opatrenia. Každé opatrenie je ekonomicky vyhodnotené návratnosťou na základe nákladov na vykonanie opatrenia a energetických úspor násobených cenami energií. Jednotkové ceny boli stanovené ako priemerné za posledné tri kalendárne roky 2018-2020.

Výsledná jednotková cena:

- **Elektrická energia: 0,1198 Eur/kWh bez DPH**

Pre každé navrhované opatrenie je vykonané ekonomické vyhodnotenie. Vychádza sa pri nich zo súboru štandardných podmienok a aktuálnych cien energie pri stanovení potenciálu úspor energie a nákladov na ich obstaranie (navrhnutých opatrení), z predbežného odhadu investičných nákladov podľa obvyklých aktuálnych cien stavebných výrobkov, strojov, zariadení a stavebných prác na trhu bez zohľadnenia vedľajších vynútených nákladov, so zohľadnením technickej životnosti navrhovaného opatrenia. Reálna diskontná sadzba so zohľadnením ročnej miery inflácie (1,5 %) bola stanovená vo výške 2,0 %.

Pre každé uvedené opatrenie boli vypočítané základné ukazovatele efektívnosti. Sú to:

Jednoduchá doba návratnosti investície – doba splácania (T_S)

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

Kde: *IN* = investičné náklady
CF = ročné Cash - Flow projektu

Diskontovaná doba návratnosti investície (výpočtom z diskontovaného Cash – Flow projektu – T_{sd})

$$T_{sd} = \sum_{t=1}^{-t} CF_t \,.\, (1 + r) - IN = 0$$

Kde: CF_t = ročné prínosy projektu (zmena peňažných tokov pre realizáciu projektu)
r = diskont
$(1 + r)^{-t}$ = odúročiteľ

Čistá súčasná hodnota (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_{ž-t}} CF_t \,.\, (1 + r) - IN$$

Kde: CF_t = Cash - Flow projektu v roku *t*
r = diskont
t = hodnotené obdobie (1 až n rokov)
Tž = doba životnosti (hodnotenie) projektu

Vnútorná miera výnosnosti (IRR)

$$IN - \sum_{t=1}^{T_Ž} CF_t \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0$$

Pričom platí: IRR = r

Hrúbka navrhovaných tepelných izolácií v rámci návrhu opatrení bola stanovená s ohľadom na splnenie požadovaných súčiniteľov prechodu tepla konštrukcie so zohľadnením technickej realizovateľnosti a ekonomickej návratnosti.

5.1 Zmena palivovej základne

Celý areál vozovne Petržalka je vykurovaný elektrickou energiou. Vzhľadom na skutočnosť, že v blízkosti areálu je trasovaný plynovod a cena za dodávku elektrickej energie je 0,1198 Eur/kWh oproti predpokladanej cene za dodávku zemného plynu 0,04355 Eur/kWh, bola posúdená možnosť zmeny elektrického vykurovania na teplovodný systém so zdrojom tepla na zemný plyn. Zmena palivovej základne zahŕňa úpravy:

- Nové plynové prípojky pre objekty servisnej haly a vrátnice
- Nová plynová kotolňa pre servisnú halu a autoumyváreň s výkonom 350 kW
- Nová plynová kotolňa pre vrátnicu s výkonom 30 kW
- Rekonštrukcia vzduchotechniky osadením nových teplovodných výmenníkov
- Výmena elektrických infražiaričov za teplovzdušné jednotky (sahary)
- V ostatných priestoroch servisnej haly a v priestoroch vrátnice osadenie doskových vykurovacích telies s termostatickými hlavicami vrátane rozvodov vykurovania a hydraulického vyregulovania

Tabuľka 5 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia zmeny palivovej základne

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	452 420 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	509 343 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	49,6 %
Navýšenie spotreby zemného plynu	570 373 kWh
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	36 180 Eur bez DPH
Prostá doba návratnosti investície	12,5 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	14,53 rokov

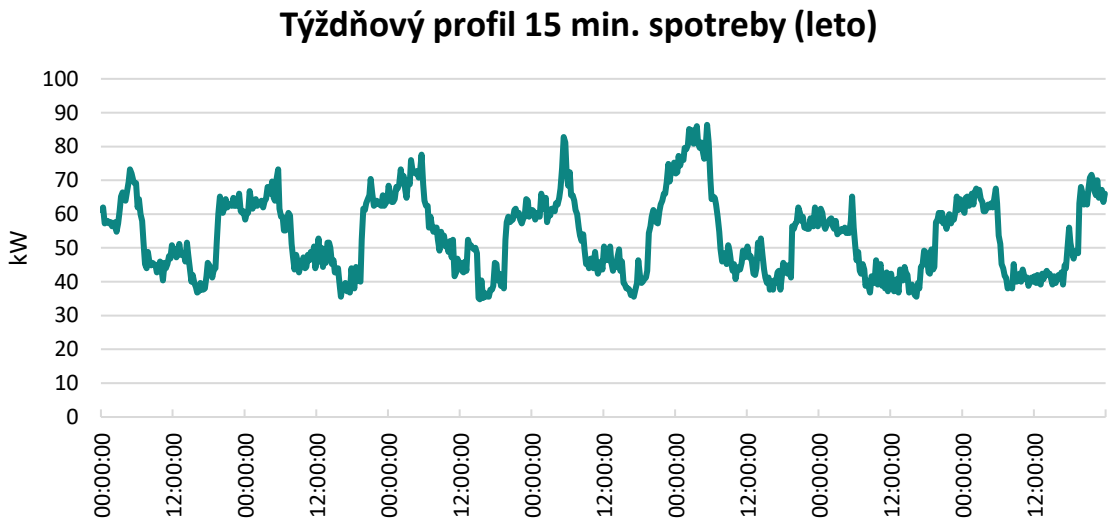
Čistá súčasná hota (NPV)	464 881 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	2,3 %

Vzhľadom na vysokú dobu návratnosti opatrenie zmena palivovej základne nie je vhodná pre realizáciu formou garantovanej energetickej služby.

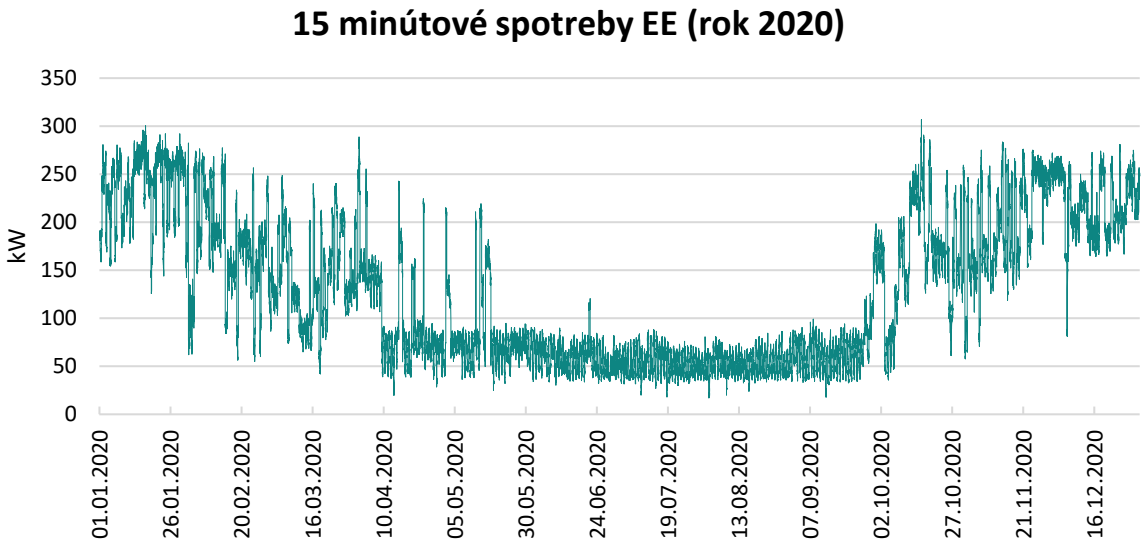
5.2 Inštalácia fotovoltického systému

Profil spotreby odberného miesta je počas kalendárneho roka premenlivý, kopírujúci potreby energie na vykurovanie, keďže vykurovanie v areáli je zabezpečené formou elektrickej energie. Počas leta je spotreba ustálená pri výkone 40-70 kW. Vyššie hodnoty sú v nočných hodinách (spotreba EE na osvetlenie areálu) a cez deň klesajú k hodnotám 40 kW.

Na odbernom mieste je minimálny výkon ~35 kW, práve tento výkon priamo ovplyvňuje návrh inštalovaného výkonu FVE, k zamedzeniu nadvyrobenej elektriny. Maximálne výkony dovršujú hodnoty 300 kW, avšak tieto maximá sú v zime a nijak neovplyvňujú návrh fotovoltickej elektrárne. Denné maximá v zime sú v rozmedzí 150 kW až 300 kW.



Obrázok 17 – Profil elektrickej energie



Obrázok 18 – Profil ročných výkonov elektrickej energie

Hlavným kritériom inštalácie fotovoltickej elektrárne je nízke % prebytkov vyrobenej elektriny. Cieľom je dosiahnuť čo najväčšie využitie elektrickej elektriny priamo na odbernom mieste. Na pokrytie využitelnej vyrobenej elektrickej energie sme navrhli a posúdili elektráreň s inštalovaným výkonom 69 kWp, s orientáciou panelov na južnú stranu a sklonom 10°.

Porovnateľným návrhom je aj inštalácia Východ/Západ, kedy sa síce počas roka vyrobí menej elektrickej energie, ale za to prichádza k čiastočnému zníženiu nákladov a rozložením dennej výroby elektrickej energie.

Tabuľka 6 – Technické parametre fotovoltickej elektrárne

Orientácia panelov	Sklon	Inštalovaný výkon
Juh	10°	69 kWp

Tabuľka 7 – Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne JUH

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	78 300 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	74 994 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	7,3 %
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	8 984,28 Eur bez DPH
Prostá doba návratnosti investície	8,7 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	9,67 rokov

Čistá súčasná hota (NPV)	115 441 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	7,7 %



Obrázok 19 – Princíp osadenia FVE panelov na strešnú konštrukciu Servisnej haly

5.3 Rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia

Vzhľadom k veku svietidiel a slabej efektivite svetelných zdrojov vonkajšieho osvetlenia je navrhnutá výmena jestvujúcich vonkajších svietidiel (výbojkové svietidlá 250 W a reflektorové svietidlá 1000 W) za LED technológiu. Pri výmene svietidiel vonkajšieho osvetlenia sa odporúča posúdiť stav oceľových stĺpov a stožiarov z hľadiska možnej korózie a stav elektro výzbroje. Súčasné riadenie spínania osvetlenia pomocou súmrakových spínačov odporúčame zachovať.

Tabuľka 8 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia rekonštrukcie vonkajšieho osvetlenia

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	26 660 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	56 950 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	5,5 %
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	6 823 Eur bez DPH

Prostá doba návratnosti investície	3,91 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	4,11 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	87 666 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	24,6 %

5.4 Rekonštrukcia vnútorného svetlenia

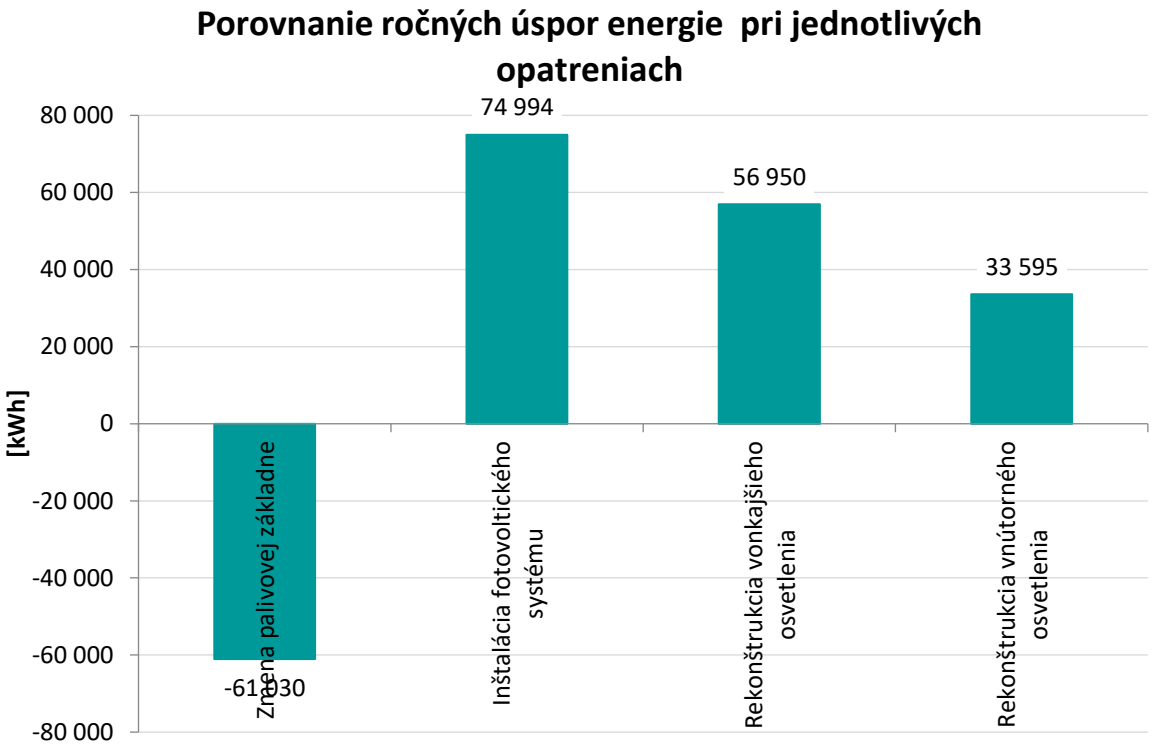
Vzhľadom k veku svietidiel a slabej efektivite svetelných zdrojov vnútorného osvetlenia servisnej haly navrhujeme výmenu jestvujúcich vysokotlakých sodíkových výbojok za LED technológiu. Pri súčasnej nepretržitej prevádzke haly opatrenie generuje výrazné úspory na spotrebe elektrickej energie čím sa skracuje doba návratnosti. Ovládaním spínania osvetlenia, prípadne riadením výkonu osvetlenia na základe požadovanej intenzity sveta v halách sa dosiahne efektívnejšie využitie svetelných zdrojov a zároveň sa zníži spotreba elektrickej energie. Pri rekonštrukcií sa uvažuje s výmenou 50 ks jestvujúcich svietidiel v servisnej hale. Počet nových svietidiel bol navrhnutý tak s ohľadom na dosiahnutie dostatočného osvetlenia pracovísk.

Tabuľka 9 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia rekonštrukcie vnútorného osvetlenia

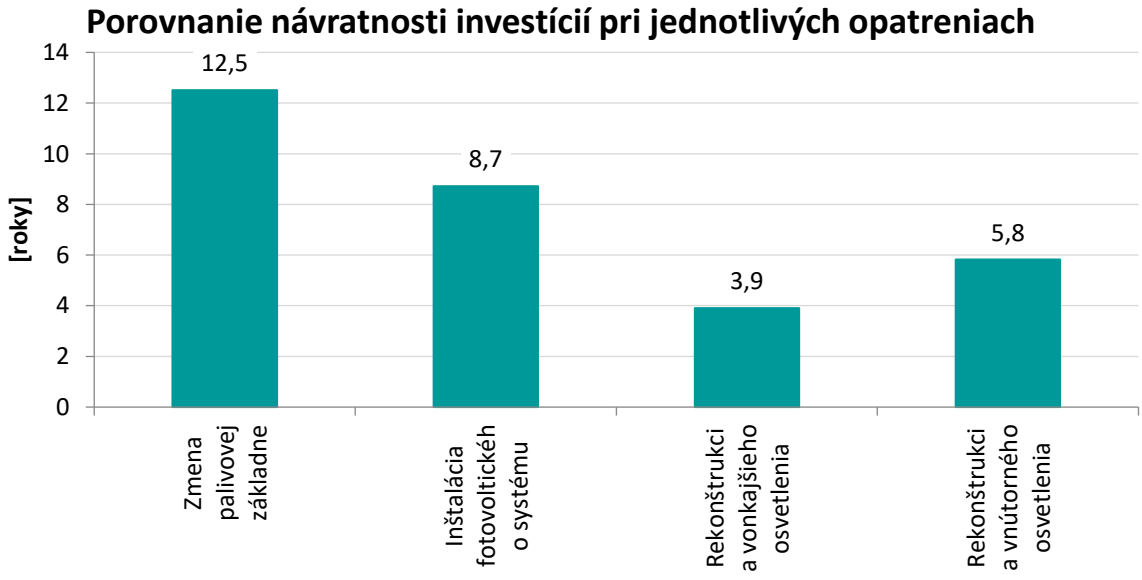
Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	23 420 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	33 595 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	3,3 %
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	4 025 Eur bez DPH
Prostá doba návratnosti investície	5,82 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	6,25 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	51 715 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	15 %

5.1 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení

Realizáciou jednotlivých opatrení je možné dosiahnuť rozdielnu úsporu energie a tiež rozdielnu návratnosť vložených finančných prostriedkov. Z uvedených opatrení najvyššie úspory energie ako aj najkratšiu návratnosť investície vykazuje rekonštrukcia osvetlenia. Porovnanie týchto hodnôt je uvedené v nasledujúcich grafoch.



Obrázok 20 – Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach



Obrázok 21 – Porovnanie návratnosti investícií pri jednotlivých opatreniach

5.2 Súbor doporučených opatrení

Z jednotlivých navrhnutých opatrení bol zostavený súbor doporučených opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu, ktorý obsahuje výpočet energetických a ekonomických úspor. Opatrenia, ktoré sú súčasťou súboru, boli vybrané na základe posúdenia ekonomických, environmentálnych, technických, prevádzkových, úžitkových a legislatívnych kritérií.

Tabuľka 10 - Súbor doporučených opatrení – energetické a ekonomické vyhodnotenie

Energetické opatrenie	Investičné náklady	Ročná úspora energie – EE	Ročná úspora nákladov na energie
	[Eur bez DPH]	[kWh]	[Eur bez DPH]
Inštalácia fotovoltického systému	78 300	74 994	8 984
Rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia	26 660	56 950	6 823
Rekonštrukcia vnútorného osvetlenia	43 420	33 595	4 025
Spolu	**128 380**	**165 539**	**19 832**

Tabuľka 11 - Ekonomické hodnotenie súboru doporučených opatrení

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu súboru opatrení	128 380 Eur s DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	165 539 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	16,1 %
Dĺžka technickej životnosti súboru opatrení*	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	19 832 Eur s DPH
Prostá doba návratnosti investície	6,47 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	7,0 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	254 822 Eur s DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	12,9 %

*Priemerná dĺžka technickej životnosti súhrnu opatrení bola stanovená váženým priemerom na základe ročných úspor jednotlivých opatrení.

6 Záver

Štúdia preukázala, že v hodnotenom objekte sa nachádza potenciál úspor. Navrhnuté boli opatrenia s nízkou dobou návratnosti, ktoré sú vhodné pre realizáciu formou garantovanej energetickej služby. Najväčší potenciál úspor majú rekonštrukcia osvetlenia a inštalácia fotovoltickej elektrárne. Posúdená bola tiež možnosť zmeny palivovej základne na zemný plyn. Toto opatrenie však vzhľadom na vyššiu návratnosť a vysokú počiatočnú investíciu neodporúčame realizovať.

Z jednotlivých navrhnutých opatrení bol zostavený súbor doporučených opatrení, ktorý disponuje predpokladanou úsporou energie vo výške 16 % z priemernej spotreby elektrickej energie.

V investičných nákladoch jednotlivých opatrení ako aj súboru odporúčaných opatrení je uvažované s cenou za realizáciu opatrení. Pri realizácií formou GES do investície naviac vstupujú náklady na financovanie a služby energetického manažmentu.

Odporúčame tiež realizovať opatrenia prevádzkového charakteru nevyžadujúce počiatočnú investíciu ako využívanie možnosti nastavenia nočných a víkendových útlmov na elektrických priamovýhrevných konvektoroch.

Spracovanie štúdie má iba odporúčací charakter pre rozhodovací proces vlastníka/prevádzkovateľa objektu. Nepredstavuje obmedzujúci rámec pre realizačný projekt opatrení na zvýšenie energetickej hospodárnosti budov, resp. na zníženie energetickej náročnosti budovy. Rozhodnutie, ktoré z navrhovaných opatrení bude realizované ostáva na rozhodnutí objednávateľa.