Projektová štúdia vykurovania v DPB, a. s.

Hroboňova

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

DÁTUM 24.2.2022

smartes
ENERGETICKÉ SLUŽBY

Obsah

Úvod 4

1 Identifikačné údaje 5

1.1 Identifikačné údaje objednávateľa 5

1.2 Identifikačné údaje spracovateľa 5

2 Identifikácia predmetu štúdie 6

2.1 Základný popis predmetu štúdie 6

2.2 Charakteristika hlavných činností 8

2.3 Situačný plán 8

2.4 Podklady na vypracovanie štúdie 9

2.4.1 Podklady poskytnuté objednávateľom: 9

2.4.2 Doplňujúce údaj zistené spracovateľom 9

2.4.3 Použité národné technické predpisy 9

3 Vyhodnotenie súčasného stavu 10

3.1 Popis stavebnej časti 10

3.2 Popis technických zariadení v jednotlivých budovách 15

3.2.1 Vykurovanie 15

3.2.2 Príprava teplej vody 19

3.2.3 Vetranie a vzduchotechnika 19

3.2.4 Stlačený vzduch 19

3.2.5 Osvetlenie 20

4 Energetické vstupy a výstupy 22

4.1 Zemný plyn 22

4.2 Elektrická energia 24

5 Návrh opatrení na zníženie spotreby energie s možnosťou realizácie formou GES 26

5.1 Inštalácia fotovoltickej elektrárne 28

5.2 Rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia 28

5.1 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení 29

5.1 Súbor doporučených opatrení 30

6 Záver 31

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 – Údržbová základňa Hroboňova DPB, a. s. 6
Obrázok 2 – Koordinačná situácia údržbovej základne Hroboňova....7
Obrázok 3 – Lokalizácia predmetu energetického auditu a situačný plán 9
Obrázok 4 – Vrátnica 10
Obrázok 5 – Prevádzková budova 11
Obrázok 6 – Garážovacie stanoviská trolejbusov....12
Obrázok 7 – Hala opráv trolejbusov....13
Obrázok 8 – Meniareň a trafostanica....14
Obrázok 9 – Plynová kotolňa....15
Obrázok 10 – Rozdeľovač a zberač v kotolni....15
Obrázok 11 – Úpravne vody v kotolni 16
Obrázok 12 – Rozvádzač riadiaceho systému 17
Obrázok 13 – Teplovzdušné jednotky v hale opráv trolejbusov 18
Obrázok 14 – Elektrické infražiariče v garážových stanoviskách 18
Obrázok 15 – Zásobníkový ohrievač vody....18
Obrázok 16 – rozdeľovač vykurovacej vody....18
Obrázok 17 – Zásobníkové ohrievače vody....19
Obrázok 18 – Zostava pre nabíjanie zásobníkov....19
Obrázok 19 – Výroba stlačeného vzduchu 20
Obrázok 20 – Vonkajšie osvetlenie areálu údržbovej základne Hroboňova....21
Obrázok 21 – Osvetlenie v dielňach, opravovniach, na chodbách a v kanceláriách....22
Obrázok 22 – Spotreba zemného plynu....24
Obrázok 23 – Spotreba elektrickej energie....26
Obrázok 24 – Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach 29
Obrázok 25 – Porovnanie návratnosti investícií pri jednotlivých opatreniach....30

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 – Zoznam svietidiel vonkajšieho osvetlenia 21
Tabuľka 2 – Prehľad spotrieb ZP a nákladov na ZP za posledné štyri kalendárne roky....23
Tabuľka 3 – Priebeh mesačných spotrieb ZP 23
Tabuľka 4 – Prehľad spotrieb elektrickej energie za roky 2018-2020....25
Tabuľka 5 - Priebeh mesačných spotrieb EE 25
Tabuľka 6 – Technické parametre fotovoltickej elektrárne....28
Tabuľka 7 – Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne 28
Tabuľka 8 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia 29

Tabuľka 9 - Súbor doporučených opatrení – energetické a ekonomické vyhodnotenie.....30
Tabuľka 10 - Ekonomické hodnotenie súboru doporučených opatrení 31

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 Hroboňova. Areál vozovne Hroboňova je tvorený niekoľkými budovami. Budovy sú lokalizované ako samostatne stojace objekty nachádzajúce sa v západnej časti Bratislavy, v okrese Bratislava I., v mestskej časti Staré mesto. Cieľom analýzy je zhodnotenie súčasného stavu technológie vykurovania, prípravy teplej vody, vetrania a osvetlenia, 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 štúdie

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 údržbová základňa Hroboňova Dopravného podniku Bratislava. Údržbová základňa Hroboňova je lokalizovaná v mestskej časti Bratislava – Staré mesto. V súčasnosti sú v depe umiestnené objekty pre údržbu a opravu vozidiel mestskej hromadnej dopravy, konkrétne trolejbusov.

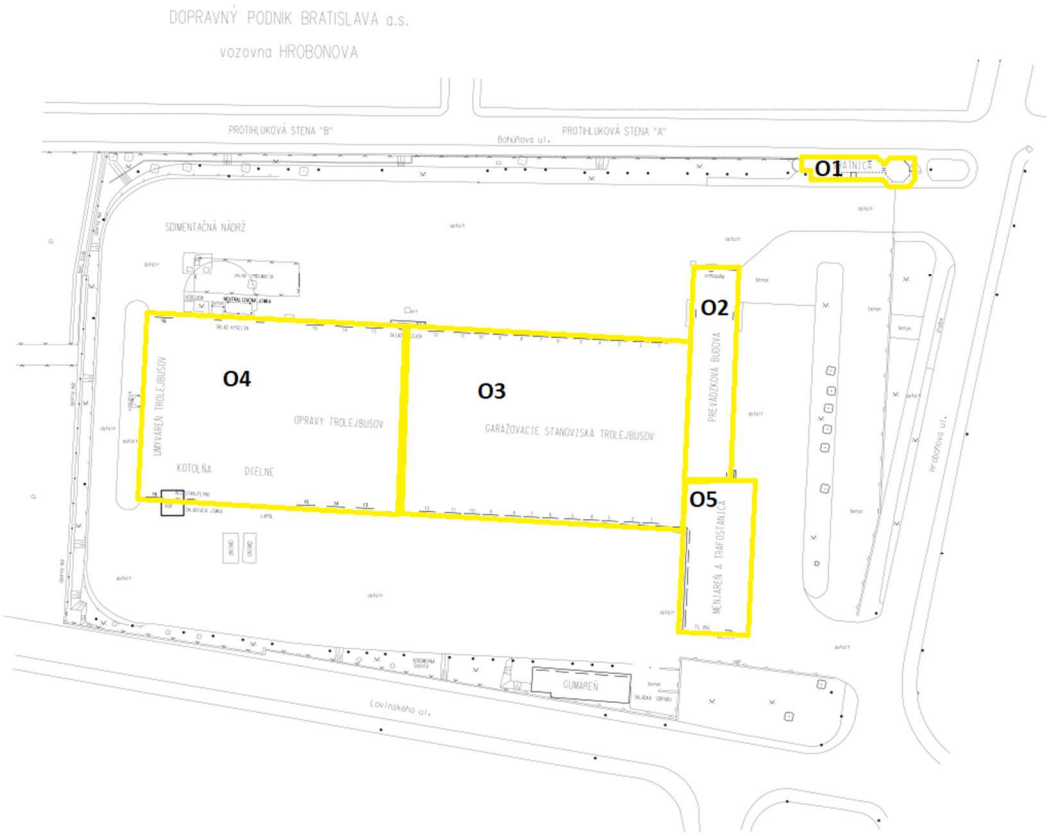


Obrázok 1 – Údržbová základňa Hroboňova DPB, a. s.

Objekty sú komunikačne prepojené vnútro areálovými spevnenými asfalto–betónovými komunikáciami. Zásobovanie areálu energiami je zabezpečené z verejných zdrojov pomocou samostatných prípojok na verejné inžinierske siete.

Areál údržbovej základne Hroboňova pozostáva z niekoľkých budov, pričom v rámci auditu boli posudzované nasledujúce objekty:

- O1 Vrátnica,
- O2 Prevádzková budova,
- O3 Garážovacie stanoviská trolejbusov,
- O4 Hala opráv trolejbusov,
- O5 Meniareň a trafostanica



Obrázok 2 – Koordinačná situácia údržbovej základne Hroboňova

Objektov areálu vozovne Hroboňova sa podobne ako objektov vozovne Jurajovho dvora priamo dotýkajú Etapy, na ktoré bola rozdelená Modernizácia údržbovej základne Dopravného podniku Bratislava.

Vozovne Hroboňova sa týka predovšetkým I. Etapa Modernizácie, ktorá bola ukončená v roku 2015. Na Hroboňovej sa zrealizovala montáž nových zdvíhacích zariadení v montážnych jamách,

ktoré slúžia predovšetkým na údržbu nových trolejbusov. Vzhľadom na to, že vozovňa Hroboňova sa nachádza v blízkosti obytnej zóny, Dopravný podnik Bratislava, a. s. v rámci realizácie tejto etapy pristúpil aj k namontovaniu automatických vchodových brán so zvukovou izoláciou na všetky garáže, na umyváreň a halu údržby. Namontované boli taktiež aj nové svetlíky a okná, ktoré rovnako ako brány prispievajú k zníženiu hluku. Vo veľkej miere k zníženiu hluku prispela aj novovybudovaná protihluková stena zo strany Bohúňovej ulice, ktorá vozovni Hroboňova pribudla v rámci spomínanej modernizácie.

2.2 Charakteristika hlavných činností

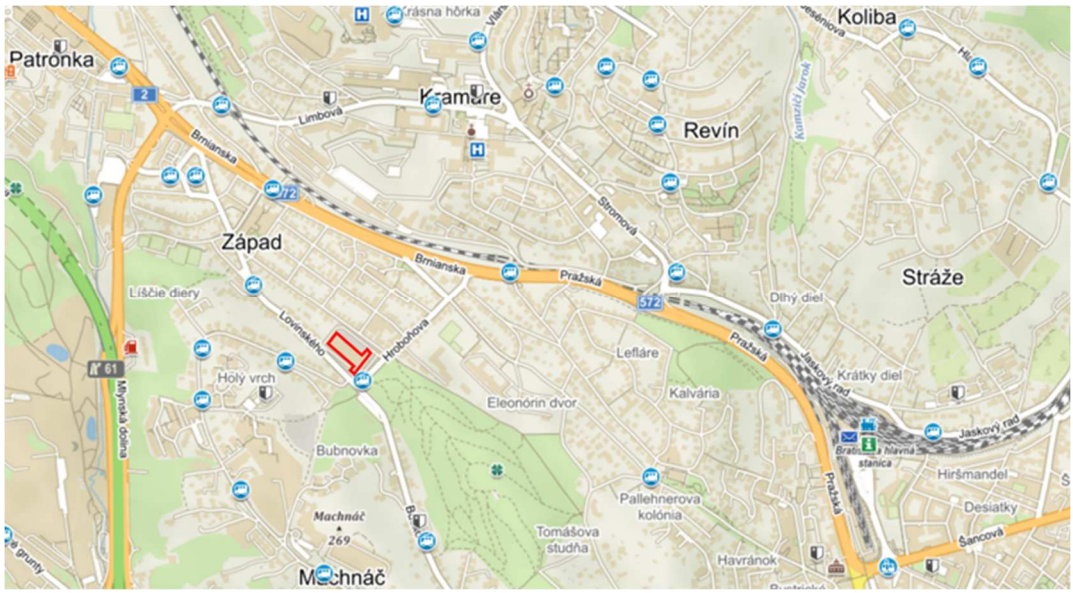
Základným predmetom činnosti DPB, a. s. podľa stanov je vykonávanie pravidelnej verejnej cestnej hromadnej mestskej dopravy osôb v súlade s Rámcovou zmluvou o službách vo verejnom záujme a zabezpečení mestskej hromadnej dopravy osôb v hlavnom meste Slovenskej republiky Bratislave.

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

Predmetom projektovej štúdie je vozovňa Hroboňova Dopravného podniku Bratislava. Vozovňa je situovaná v obytnej zóne mesta na adrese Hroboňova 3434/1, 811 04 Bratislava, v mestskej časti Staré mesto. Areál vozovne Hroboňova sa rozprestiera medzi ulicami Hroboňova, Lovinského a Bohúňová. Hlavný vstup do areálu je orientovaný z ulice Hroboňova.



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:
  - Spotreba a náklady na zemný plyn za roky 2018, 2019, 2020 a 2021.
  - Spotreba a náklady el. energie za rok 2018, 2019, 2020.
  - Zoznam inštalovaných svietidiel vonkajšieho osvetlenia.
  - Revízna správa meniarne.
  - Celková situácia areálu.

2.4.2 Doplňujúce údaj zistené spracovateľom

- Obhliadka auditovaného objektu uskutočnená 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

Údržbová základňa je dispozične riešená ako uzavretý kompaktný areál so združeným hlavným vstupom cez vstupnú vrátnicu z ulice Hroboňova. Z vrátnice je možný plynulý prejazd vozidiel celým areálom do všetkých požadovaných objektov. Vo vstupnej časti uzavretého komplexu objektov sa nachádza výškový, trojpodlažný administratívny objekt slúžiaci ako prevádzková budova. Ostatné objekty sú riešené ako jednopodlažné.

Vnútorné areálové komunikácie pozostávajú zo spevnených asfaltových komunikácií pre automobilovú dopravu v rámci areálu. Samozrejmosťou je vybavenie areálu trolejovým vedením, ktoré je v rámci údržbovej základne slúžiacej najmä pre údržbu a opravy trolejbusov nevyhnutnosťou.

V areáli údržbovej základne Hroboňova Dopravného podniku Bratislava sa nachádza niekoľko objektov, ktorých sa energetický audit priamo dotýka. Prevažná časť objektov údržbovej základne je v pôvodnom stave, po čiastočnej obnove.

O1 Vrátnica



Obrázok 4 – Vrátnica

Objekt vrátnice je čiastočne zrekonštruovaný jednopodlažný objekt, ktorý v súčasnosti slúži ako pracovisko kontroly vstupu a výpravňa trolejbusov. Budova vrátnice je dlhšou stranou orientovaná v osi severozápad – juhovýchod.

Objekt disponuje asymetrickým, členitým pôdorysom a stredným typom konštrukcie. Obvodová stena pozostáva z muriva zo siporexových tvárnic hrúbky 300 mm. Strešný plášť je riešený ako dvojplášťová plochá konštrukcia pozostávajúca z interiérovej omietky, stropného železobetónového panelu, lepenky, izolácie Rotaflex hrúbky 80 mm na báze minerálnej vlny, odvetranej vzduchovej medzery hrúbky 70 až 170 mm, dreveného záklopu z dosák 100/25 mm opatreného fungicídnym náterom, sklobitu a reflexného asfaltového náteru predstavujúceho hydroizoláciu. Nášľapné vrstvy podláh sú vyhotovené s prihliadnutím na účel využitia jednotlivých miestností. Otvorové konštrukcie disponujú hliníkovým rámom bez prerušenia tepelného mosta a izolačným dvojsklom.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 105,3 m^2
- Obstavaný objem: 279,1 m^3
- Počet podlaží: 1

O2 Prevádzková budova



Obrázok 5 – Prevádzková budova

Objekt prevádzkovej budovy je čiastočne zrekonštruovaný trojpodlažný objekt, ktorý v súčasnosti slúži ako administratívna budova. V objekte je sústredená administratívna činnosť súvisiaca s prevádzkou trolejbusov patriacich tejto údržbovej základni. Na 1. NP sa nachádza vstupný vestibul, chodba, bývalá výpravňa trolejbusov a kancelárske priestory. Zvyšné podlažiach disponujú predovšetkým kanceláriami a sociálnymi priestormi. Objekt je orientovaný na vedľajšie svetové strany, pozdĺžnou osou je orientovaný v smere severovýchod – juhozápad. Obvodový plášť pozostáva z pálených tehál metrického formátu CDm hrúbky 375 mm. Priečky sú vymurované z tehál metrického formátu na maltu MVC24. Stavba disponuje stredným typom konštrukcie s plochou strechou. Plochá jednoplášťová strecha je spádovaná

smerom k vnútorným zvodom a pozostáva z interiérovej omietky, stropných železobetónových panelov, vzduchovej medzery, pôvodnej tepelnej izolácie z čadičovej vlny hrúbky 50 mm a hydroizolácie. Nášľapné vrstvy podláh sú vyhotovené s prihliadnutím na účel využitia jednotlivých miestností.

Objekt v minulosti prešiel rekonštrukciou, kedy boli vymenené pôvodné otvorové konštrukcie za nové s izolačným dvojsklom a plastovými rámovými profilmi. Pôvodné slepé okná prešli taktiež rekonštrukciou, kedy boli nahradené konštrukciou s plastovým rámom a platovou výplňou.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 1 154 m^2
- Obstavaný objem: 3 902 m^3
- Počet podlaží: 3

O3 Garážovacie stanoviská trolejbusov



Obrázok 6 – Garážovacie stanoviská trolejbusov

Hlavným objektom údržbovej základne Hroboňova je hala opráv trolejbusov, ktorá tvorí spolu s garážovacími stojiskami trolejbusov jeden objekt. Garážovacie stojiská slúžia na úschovu trolejbusov Dopravného podniku Bratislava. Budova je orientovaná na vedľajšie svetové strany. Pozdĺžnou osou je orientovaná v smere severozápad – juhovýchod. Obvodový plášť objektu, teda konkrétne výplňové murivo medzi nosnými stĺpmi pozostáva z tehál CDm hrúbky 375 mm.

Objekt disponuje plochou strechou. Strešný plášť je riešený ako plochá jednoplášťová konštrukcia s pôvodnou tepelnou izoláciou. Strešný plášť pozostáva z prefabrikovaných železobetónových stropných panelov PZD, fólie, vrstvy piesku hrúbky 10 mm, tepelnej izolácie na báze čadičovej rohože hrúbky 50 mm a z hydroizolácie. Štruktúra podlahy na teréne pozostáva z dosky zo zhutneného makadamu hrúbky 200 mm, podkladového betónu B105 hrúbky 100 mm, hydroizolácie a vrstvy vozovkového betónu hrúbky 150 mm. Okenné otvory a svetlíky na objekte majú kovový rám a jednoduché zasklenie. Vstupné dvere a garážové brány sú celokovové, nezateplené.

04 Hala opráv trolejbusov



Obrázok 7 – Hala opráv trolejbusov

Servisná hala, teda hala opráv trolejbusov predstavuje objekt, v ktorom prebieha ľahká a ťažká údržba trolejbusov.
Budova je orientovaná na vedľajšie svetové strany. Pozdĺžnou osou je orientovaná v smere severozápad – juhovýchod. Obvodový plášť objektu, teda konkrétne výplňové murivo medzi nosnými stĺpmi pozostáva z tehál CDm hrúbky 375 mm. Obvodová stena pod úrovňou terénu, teda obvodová stena montážnych jám, pozostáva z hutného betónu hrúbky 300 mm.
Objekt disponuje plochou strechou. Strešný plášť je riešený ako plochá jednoplášťová konštrukcia s pôvodnou tepelnou izoláciou. Strešný plášť pozostáva z prefabrikovaných železobetónových stropných panelov PZD, fólie, vrstvy piesku hrúbky 10 mm, tepelnej izolácie na báze čadičovej rohože hrúbky 50 mm a z hydroizolácie. Štruktúra podlahy na teréne pozostáva z dosky zo zhutneného makadamu hrúbky 200 mm, podkladového betónu B105 hrúbky 100 mm, hydroizolácie a vrstvy vozovkového betónu hrúbky 150 mm. Podlahy malých miestností sú zrealizované podľa účelu ich využitia. Okenné otvory a svetlíky na objekte majú

kovový rám a jednoduché zasklenie. Vstupné dvere a garážové brány sú celokovové, nezateplené. V rámci vnútornej dispozície objektu hala pozostáva z troch lodí, pričom najväčšia je situovaná v strednej časti a dve malé sú umiestnené po stranách haly. V hlavnej lodi prebiehajú všetky činnosti, opravy, ktoré sú vykonávané priamo na vozidlách. Vo vnútri je umiestnený vstavok, v ktorom sa nachádza kancelária vedúceho.
Hlavná loď tiež obsahuje obslužné priestory, teda dielne, akumulátorovňu, kompresorovú stanicu a sociálne zariadenia. Severozápadná loď obsahuje umyváreň trolejbusov a plynovú kotolňu, ktorá zásobuje teplom celý areál. Juhovýchodná loď obsahuje sušiareň podvozkov vozidiel.

O5 Meniareň a trafostanica



Obrázok 8 – Meniareň a trafostanica

Objekt meniarne slúži v údržbovej základni Hroboňova na transformáciu a usmernenie napätia pre trakčnú sieť DPB. Objekt má spoločnú stenu s objektom administratívno-sociálnej, teda prevádzkovej budovy.
Obvodová stena pod úrovňou terénu pozostáva z hutného betónu hrúbky 375 mm. Výplňové murivo medzi nosnými stĺpmi nad úrovňou terénu pozostáva z tehál CDm hrúbky 375 mm. Strešný plášť je riešený ako jednoplášťová plochá konštrukcia, pričom sa skladá z podhľadu, železobetónových stropných panelov, škvarového násypu, tepelnoizolačnej dosky z Polsidu a hydroizolácie. Nášľapné vrstvy podláh sú vyhotovené s ohľadom na účel využitia jednotlivých miestností. Na objekte sú pôvodné okná a majú kovový rám a jednoduché zasklenie. Okrem okien na objekte nachádzajú i pôvodné sklobetónové steny z tvárnic s rozmerom 194x194 mm. Brány transformátorov a tiež vstupné dvere sú celokovové nezateplené.

3.2 Popis technických zariadení v jednotlivých budovách

3.2.1 Vykurovanie

Zdrojom tepla pre vykurovanie (ÚK) a prípravu teplej úžitkovej vody (TÚV) slúži plynová teplovodná kotolňa umiestnená v samostatnej miestnosti v severozápadnej bočnej lodi servisnej haly. Kotolňa bola rekonštruovaná v roku 2004, kedy bol nahradený starý parný vykurovací systém teplovodným a inštalované boli dva nízkoteplotné kotly Frohling. Kotolňa zabezpečuje vykurovanie celej servisnej a tiež administratívnej časti.

V kotolni je v súčasnosti nainštalovaný jeden nízkoteplotný kotol Froling Eurotwin NT 600 s pretlakovým horákom a jeden nový plynový kondenzačný kotol od výrobcu Wolf, ktorý je napojený na vykurovaciu sústavu cez oddeľovací výmenník tepla. Každý kotol je napojený na samostatný odvod spalín, ktorý je vyvedený nad strechu objektu. Súčasťou kotolne sú tiež ostatné zariadenia nevyhnutné pre spoľahlivú a bezpečnú prevádzku kotolne ako expanzná nádoba s objemom 800 l a chemická úprava vody vrátane doplňovacieho systému. V kotolni sú ďalej inštalované dva stojaté zásobníkové ohrievače o objeme 1000 litrov, ktoré sú vybavené elektrickými ohrevnými špirálami pre letný ohrev TÚV.



Obrázok 9 – Plynová kotolňa



Obrázok 10 – Rozdeľovač a zberač v kotolni

Technické údaje kotla Frohling:

- Výrobca: Frohling
- Typ: EurotWin NT 600
- Rok výroby: 2004
- Menovitý tepelný výkon: 600 kW

Chemická úprava doplňovacej vody je zabezpečená automatickým zmäkčovacím zariadením, ktoré je doplnené aj o prietokomer vody pre zistenie spotreby doplňovanej vody do vykurovacieho systému. Prietokomer je bez diaľkového odpočtu. Každý rozdeľovač má vlastnú úpravňu vody.





Obrázok 11 – Úpravne vody v kotolni

Vykurovacia voda z kotlov je privádzaná do dvoch združených rozdeľovačov/zberačov z ktorých je rozdistribuovaná do celého areálu. Ľavý rozdeľovač je napojený z kola Froling a pravý rozdeľovač z kotla Wolf. Ľavý rozdeľovač obsahuje štyri vykurovacie vetvy s namiešavaním a obehovými čerpadlami.

Vetvy rozdeľovača vľavo

- *Vetva č. 0* - prívod z kotlov do rozdeľovača
- *Vetva č. 1* – AB + meniareň
- *Vetva č. 2* – dielne teplovzdušné jednotky
- *Vetva č. 3* – dielne vykurovacie registre
- *Vetva č. 4*

Pravý rozdeľovač obsahuje 2 vykurovacie vetvy bez namiešavania a jednu vetvu pre ohrev TÚV s namiešavaním.

Vetvy rozdeľovača vpravo

- *Vetva č. 0* - prívod z kotlov do rozdeľovača
- *Vetva č. 1* – VZT sušenie trolejbusov
- *Vetva č. 2* – VZT montážne jamy

- *Vetva č. 3* – príprava TÚV

Tabuľka 1 – Čerpadlá inštalované v kotolni

Popis čerpadla	Typ	Riadenie	Max. el. príkon [W]
Pravý rozdeľovač – vetva č.2	Wilo StarRSD30/6	3. ot	96
Pravý rozdeľovač – vetva č.1	Grundfso MAGNA1 50-80 F240	FM	331
Ľavý rozdeľovač – vetva č.1	Wilo DOP 50	4. ot	365
Ľavý rozdeľovač – vetva č.2	Grundfso MAGNA3 50-120 F280	FM	538
Ľavý rozdeľovač – vetva č.3	Wilo DOP 40	4. ot	170
Ľavý rozdeľovač – vetva č.4	Wilo RS25/6-3	3. ot	93
Cirkulačné čerpadlo TÚV	Wilo TOP-Z30/7 RG	3. ot	155
Nabíjacie čerpadlo TÚV	Wilo Star Z25/6	3. ot	99
Ohrev zásobníka TÚV	(Wilo TOP-S25/7)	3 ot.	195

Regulácia prevádzky kotolne je zabezpečená automaticky riadiacim systémom od spoločnosti Honeywell. Vykurovacia voda je regulovaná v okruhu kotlov na konštantnú hodnotu teploty spiatočky a taktiež ekvitermicky v jednotlivých tepelných okruhoch ÚK. Príprava TÚV je zabezpečená tak, že je regulovaná teplota vykurovacej vody pre zásobníkové ohrievače na konštantu hodnotu TÚV.



Obrázok 12 – Rozvádzač riadiaceho systému

Odovzdávanie tepla do priestoru je v jednotlivých objektoch vozovne riešené rôzne. V halách využívajúcich sa na údržby a revízie sú osadené teplovzdušné jednotky (kalorifery) a ohrev priestorov je tiež zabezpečený vzduchotechnickými jednotkami. Garážové stanoviská trolejbusov sú vykurované elektrickými infražiaričmi.



Obrázok 13 – Teplovzdušné jednotky v hale opráv trolejbusov



Obrázok 14 – Elektrické infražiariče v garážových stanoviskách

Infražiariče sú osadené na stropných závesoch a teplovzdušné jednotky sú osadené približne vo výške 3 až 4 metrov na stenách skeletovej konštrukcie haly.

Vykurovanie v objektoch s administratívnym charakterom je riešené vo väčšine prípadov prostredníctvom klasických rebrových oceľových vykurovacích telies, ktoré majú osadené vo väčšine prípadov aj regulačné ventily s termostatickou hlavicou.

Objekt vrátnice je vykurovaný z vlastného zdroja tepla, ktorým je elektrokotol s výkonom 18 kW. Elektrokotol je umiestnený na poschodí objektu. Teplo je do priestorov odovzdávané doskovými vykurovacími telesami s osadenými termostatickými hlavicami pri niektorých telesách.



Obrázok 15 – Zásobníkový ohrievač vody



Obrázok 16 – rozdeľovač vykurovacej vody

3.2.2 Príprava teplej vody

Teplá voda je pripravovaná v kotolni v dvoch paralelne zapojených stojatých zásobníkoch TÚV s objemom 1 000 l, ktoré sú vybavené elektrickými špirálami zabezpečujúcimi letný ohrev TÚV. Ohrev TÚV z plynového kotla je riešený tzv. nabíjacím spôsobom cez doskový výmenník tepla.



Obrázok 17 – Zásobníkové ohrievače vody



Obrázok 18 – Zostava pre nabíjanie zásobníkov

V objekte vrátnice je teplá voda pripravovaná prostredníctvom dvoch elektrických prietokových ohrievačov.

3.2.3 Vetranie a vzduchotechnika

Vzduchotechnika na vykurovanie montážnych jám

Vzduchotechnika pre montážne jamy zabezpečuje výmenu vzduchu a vykurovanie. VZT pre jamy nasáva vonkajší vzduch. Vzduch sa podľa potreby ohrieva cez výmenník teplá voda/vzduch.

Vzduchotechnika pre sušenie podvozkov trolejbusov

Vlhké časti podvozku trolejbusov sa vysušujú v samostatnom priestore pomocou teplého vzduchu zo vzduchotechnického zariadenia. Vyhrievanie vzduchu prebieha cez teplovodný výmenník. Vzduch je nasávaný z vnútorného prostredia haly.

3.2.4 Stlačený vzduch

Vo vozovni Hroboňova je kompresorová stanica umiestnené v objekte servisná hala, dielne. Kompresorová stanica má technologické vybavenie bez sušičky vzduchu, ale s filtráciou stlačeného vzduchu a 1 500 l vzdušníkom s odkalovaním. Spotreba elektrickej energie a výroba stlačeného vzduchu nie je meraná. Údaje o chode kompresorov (doba komprimovania a doba chodu naprázdno) nie sú evidované. Vzduch sa využíva na hustenie pneumatík, pre pneumatické zdviháky, na mazanie podvozkov trolejbusov a čistenie, ofukovanie obrábacích

strojov a výrobkov. Využitie uvedených vzduchových spotrebičov nie je trvalé a spotrebiče nie sú náročné na spotrebu stlačeného vzduchu.




Obrázok 19 – Výroba stlačeného vzduchu

Technické údaje kompresorov:

- Výrobca: ČKD Žandov
- Typ: 3 DSK 100 EKO
- Druh: piestový
- Rok výroby: 1992
- Menovitý príkon motora: 15 kW
- Počet: 2 ks

3.2.5 Osvetlenie

Vonkajšie osvetlenie

V priestoroch areálu vozovne Hroboňova sa v súčasnosti nachádza vonkajšie osvetlenie, ktoré je inštalované na stožiaroch rôzneho typu s výložníkom prípadne na stĺpoch trakčného vedenia a na fasáde objektu garáží trolejbusov. Na osvetľovacích stožiaroch a taktiež i na fasáde objektu garáží trolejbusov sú inštalované výbojkové svietidlá.



Obrázok 20 – Vonkajšie osvetlenie areálu údržbovej základne Hroboňova

Všetky svietidlá využívajú ako zdroj vysokotlakové sodíkové výbojky. Na osvetlenie areálu sú použité výbojky SHC 250 o jednotkovom príkone 250W v počte 43ks. Svietidlá sú uložené na výložníkoch upevnených na stĺpoch a fasádach budov.

Oprava nefunkčných svietidiel v súčasnosti spočíva vo výmene svetelných zdrojov, tlmiviek, prípadne celých svietidiel. Pri výmene nedochádza k zmenám typu zdroja za iný typ. Osvetlenie je riadené fotobunkou.

Tabuľka 1 – Zoznam svietidiel vonkajšieho osvetlenia

Typ svietidla	Počet [ks]
Výbojkové svietidlá na stožiaroch (250 W)	37
Výbojkové svietidlá na fasáde objektu garáží trolejbusov (250 W)	6
SPOLU	**43**

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 objektoch údržbovej základne Hroboňova je osvetlenie riešené rôzne. Umelé osvetlenie v jednotlivých objektoch je riešené v závislosti od účelu využitia daného objektu. V objektoch, ktoré sú využívané predovšetkým ako dielne alebo opravovne je využívané najmä priemyselné osvetlenie. Svietidlá sú umiestnené najmä na stropnej konštrukcií, prípadne na závesoch, no niektoré budovy disponujú i nástennými svietidlami. Stropné osvetlenie je doplnené o strešné priemyselné svetlíky, ktoré týmto typom budov zabezpečujú prirodzené denné osvetlenie. Inštalované sú najmä svietidlá so žiarivkovými trubicami, a to najmä v kancelárskych a sociálnych priestoroch alebo prevažne vysokotlakové sodíkové a ortuťové výbojky vo výrobných alebo vonkajších priestoroch. Časť je riešená i nízkotlakovými Hg výbojkami

a žiarivkami. Rovnako ako v prípade vonkajšieho osvetlenia, aj svietidlá vnútorného osvetlenia využívajú technicky zastarané zdroje s veľkou spotrebou elektrickej energie. Prevádzka osvetlenia je riadená ručne.



Obrázok 21 – Osvetlenie v dielňach, opravovniach, na chodbách a v kanceláriách

4 Energetické vstupy a výstupy

4.1 Zemný plyn

Vozovňa Hroboňova Dopravného podniku Bratislava odoberá zemný plyn od externého dodávateľa, ktorým je spoločnosť Slovenský plynárenský priemysel, a. s (ďalej SPP). Rozvody plynu vedú priamo z meracej a regulačnej stanice plynu priamo do kotolne ako jediného odberného miesta pre celý areál.

Spotreba zemného plynu je meraná a fakturovaná priebežne. Objednávateľom boli poskytnuté údaje o spotrebe ZP za kompletné kalendárne roky 2018 až 2021. Priemerná jednotková cena ZP bola vypočítaná z rokov 2018 až 2021.

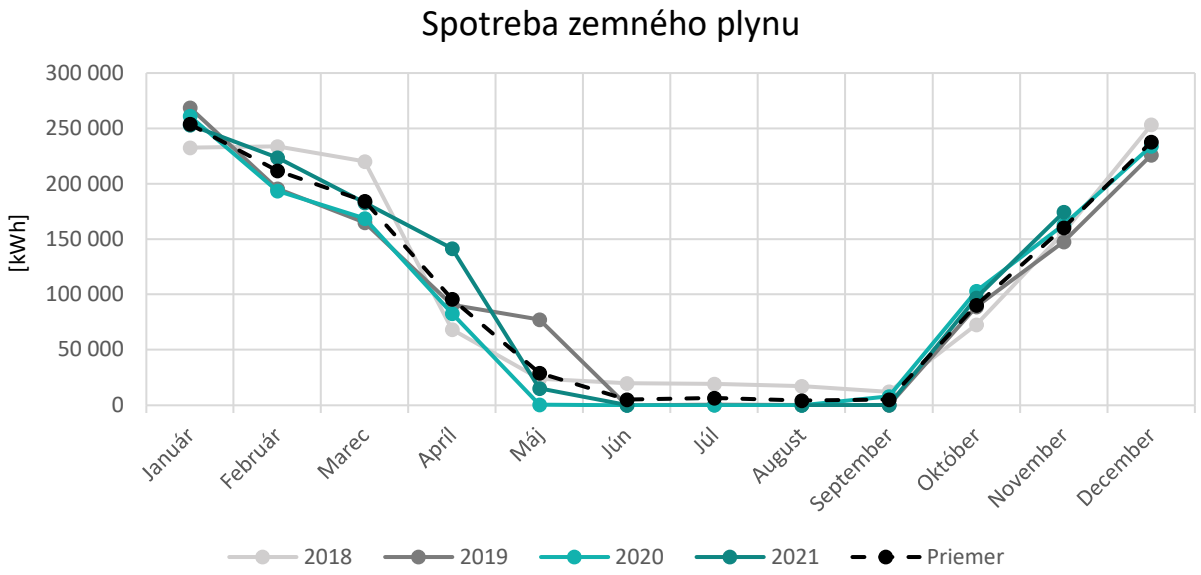
Tabuľka 2 – Prehľad spotrieb ZP a nákladov na ZP za posledné štyri kalendárne roky

Rok	Spotreba	SPOLU	Jednotková cena
	[kWh]	[Eur bez DPH]	[Eur bez DPH/kWh]
2018	1 328 662	46 731,78	0,0352
2019	1 259 543	45 129,47	0,0358
2020	1 214 033	44 046,21	0,0363
2021 (01-11)	1 087 856	29 185,21	0,0268
Priemer 2018-2020	**1 283 564**	**43 011,65**	**0,0335**

V nasledujúcej tabuľke sa nachádza priebeh spotrieb zemného plynu v jednotlivých mesiacoch.

Tabuľka 3 – Priebeh mesačných spotrieb ZP

Mesiac	Rok				Priemer
	2018	2019	2020	2021	
Január	232 544	268 747	261 168	253 159	253 905
Február	233 844	195 608	193 458	223 517	211 607
Marec	220 098	164 959	168 595	182 887	184 135
Apríl	68 451	90 493	82 890	141 582	95 854
Máj	23 714	77 422	324	14 981	29 110
Jún	19 744	0	0	215	4 990
Júl	19 174	312	0	0	6 495
august	17 005	11	0	11	4 257
September	12 173	0	7 815	22	5 003
Október	72 563	88 802	103 038	97 009	90 353
November	156 047	147 419	162 821	174 473	160 190
December	253 305	225 770	233 924	-	237 666
Spolu	**1 328 662**	**1 259 543**	**1 214 033**	**1 087 856**	**1 283 565**



Obrázok 22 – Spotreba zemného plynu

Z grafu možno vidieť, že spotreba zemného plynu je medziročne pomerne konzistentná. Spotreba plynu počas letných mesiacov je nízka prípadne nulová, nakoľko príprava TÚV je v tomto období zabezpečená elektrickým ohrevom.

4.2 Elektrická energia

Areál DPB - Hroboňova je napájaný z linky 22 kV vedenia Západoslovenskej distribučnej spoločnosti Bratislava. Prívody elektrickej energie VN sú riešené zemným vedením a ukončené sú v komôrkach prívodov R 22 kV. Trakčné transformátory T1, T2, T3, TVS, TZ1 a TZ2 sú umiestnené v samostatných komôrkach na prízemí budovy, napojené z rozvodne 22 kV cez výkonové vypínače. ITR je umiestnené v suteréne. Na poschodí sa nachádza R22 a sklad. Rozvodňa 660 V, usmerňovače, pomocné zariadenia, dozorňa, akumulátorovňa, miestnosť zdrojov sú na prízemí budovy. Meniareň je diaľkovo ovládaná z elektrodispečingu s možnosťou prepnutia na mieste ovládanie. Náhradné napájanie je z distribučnej siete cez ITR 400V/400V, 40 kVA. Fakturačné meranie sa nachádza na VN strane a je spoločné pre transformátory vlastnej spotreby ako aj pre trakčné transformátory. Vlastná spotreba areálu je meraná podružným elektromerom, ktorý však nezaznamenáva spotrebu v 15 min. priebehoch.

V nasledujúcej tabuľke sa nachádza prehľad vlastnej spotreby elektrickej energie za posledné tri dostupné roky 2018 až 2020.

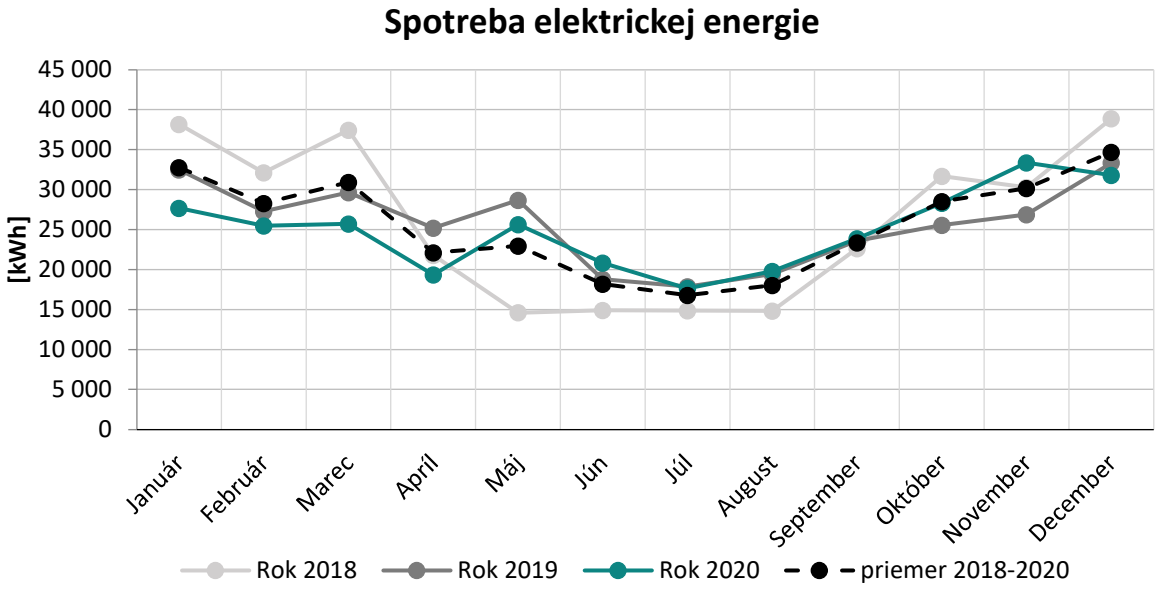
Tabuľka 4 – Prehľad spotrieb elektrickej energie za roky 2018-2020

Rok	Spotreba	Zaplatené	Jednotková cena
	[kWh]	[Eur bez DPH]	[Eur bez DPH/kWh]
2018	312 220	38 316,38	0,1227
2019	308 640	37 769,70	0,1224
2020	299 380	37 510,87	0,1253
Priemer	**306 747**	**37 865,65**	**0,1234**

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

Tabuľka 5 - Priebeh mesačných spotrieb EE

Mesiac	Rok			Priemer
	2018	2019	2020	
Január	38 160	32 460	27 660	32 760
Február	32 120	27 260	25 460	28 280
Marec	37 460	29 620	25 700	30 927
Apríl	21 780	25 200	19 360	22 113
Máj	14 620	28 660	25 620	22 967
Jún	14 920	18 780	20 820	18 173
Júl	14 860	17 880	17 660	16 800
August	14 840	19 440	19 780	18 020
September	22 640	23 580	23 860	23 360
Október	31 660	25 540	28 300	28 500
November	30 260	26 880	33 360	30 167
December	38 900	33 340	31 800	34 680
Spolu	**312 220**	**308 640**	**299 380**	**306 747**



Obrázok 23 – Spotreba 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. Jednotková cena zemného plynu bola stanovená ako priemerná za posledné štyri kalendárne roky 2018-2021. Jednotková cena elektrickej energie je stanovená zo zakontrahovanej ceny pre rok 2022.Výsledná jednotková cena:

- **Zemný plyn: 0,0335 Eur/kWh bez DPH**
- **Elektrická energia: 0,1200 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 Inštalácia fotovoltickej elektrárne

Keďže posudzovaná budova má len podružné meranie elektrickej energie, tak nám neboli poskytnuté údaje o hodinových resp. 15min spotrebách. Pri navrhovaní fotovoltickej elektrárne sme vychádzali len z mesačných údajov. Pri rozhodnutí osadenia fotovoltickej elektrárne, odporúčame pred inštaláciou urobiť meranie hodinových spotrieb budovy.

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 30 kWp, s orientáciou panelov na juhovýchodnú stranu a sklonom 15°.

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
Juhovýchod	15°	30 kWp

Tabuľka 7 – Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	36 500 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	32 200 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	10,4 %
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	3 840 Eur bez DPH
Prostá doba návratnosti investície	9,51 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	10,65 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	49 341 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	6,3 %

5.2 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. Vonkajšie osvetlenie sa odporúča riadiť pomocou súmrakových spínačov, aby sa zabezpečilo

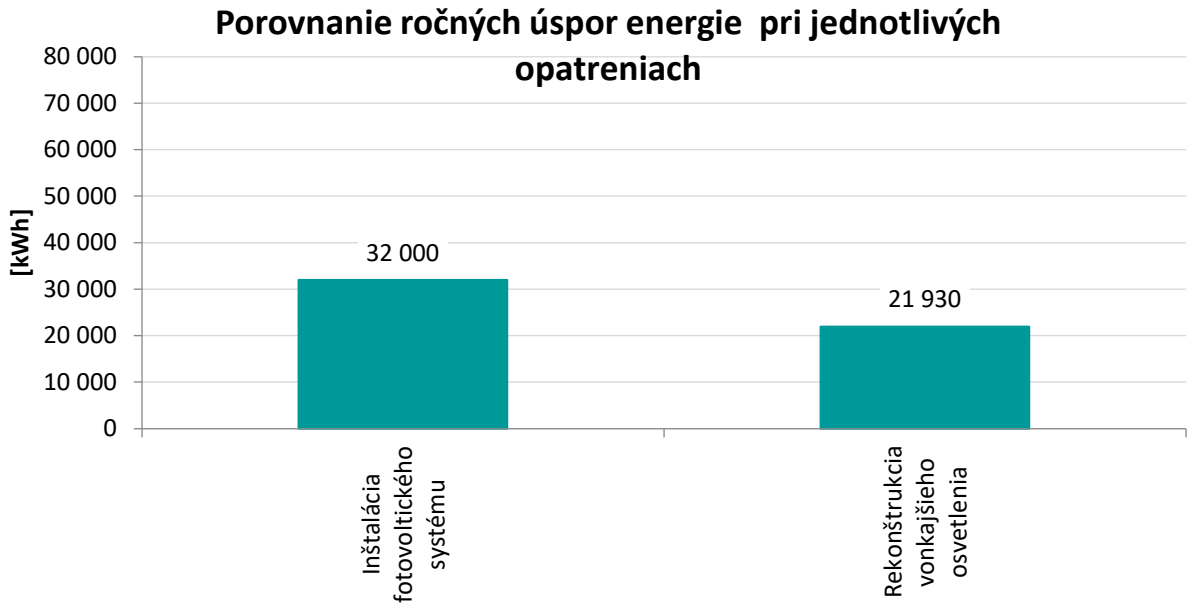
osvetlenie vonkajších plôch pri zníženej intenzite osvetlenia. Riadenie pomocou spínacích hodín sa neodporúča z dôvodu nutnosti zmeny nastavení (letný/zimný režim).

Tabuľka 8 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia

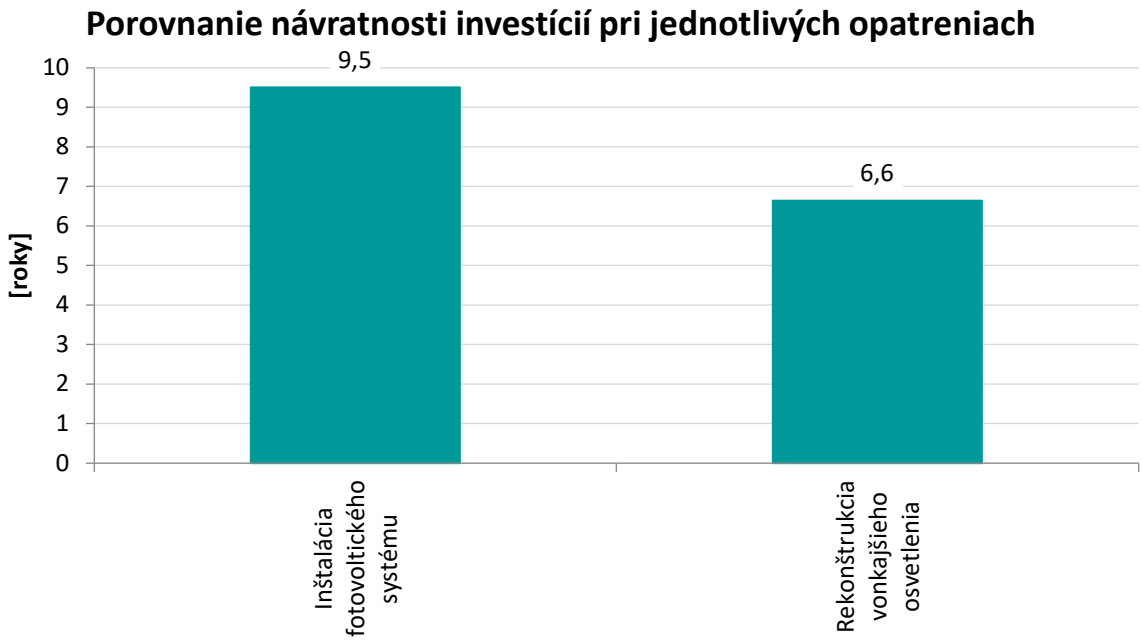
Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	17 460 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	21 930 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	7,1 %
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	2 632 Eur bez DPH
Prostá doba návratnosti investície	6,63 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	7,19 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	33 814 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	12,4 %

5.1 Porovnanie výsledkov navrhovaných opatrení

Realizáciou jednotlivých opatrení je možné dosiahnuť rozdielnu úsporu energie a tiež rozdielnu návratnosť vložených finančných prostriedkov. Porovnanie týchto hodnôt je uvedené v nasledujúcich grafoch.



Obrázok 24 – Porovnanie ročných úspor energie pri jednotlivých opatreniach



Obrázok 25 – Porovnanie návratnosti investícií pri jednotlivých opatreniach

5.1 Súbor doporučených opatrení

Z jednotlivých navrhnutých opatrení bol zostavený súbor doporučených opatrení na zníženie energetickej náročnosti objektu, ktorý obsahuje výpočet energetických a ekonomických úspor.

Tabuľka 9 - 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	36 500	32 000	3 840
Rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia	17 460	21 930	2 632
Spolu	**53 960**	**53 930**	**6 472**

Tabuľka 10 - Ekonomické hodnotenie súboru doporučených opatrení

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu súboru opatrení	53 960 Eur s DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	53 930 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	17,6 %
Dĺžka technickej životnosti súboru opatrení*	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	6 472 Eur s DPH
Prostá doba návratnosti investície	8,3 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	9,2 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	33 814 Eur s DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	8,4 %

*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 dve opatrenia s nízkou dobou návratnosti, ktoré sú vhodné pre realizáciu formou garantovanej energetickej služby a to inštalácia fotovoltickej elektrárne a rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia.

Navrhnuté opatrenia spolu disponuje predpokladanou úsporou energie vo výške 17,6 % z priemernej spotreby elektrickej energie.

V investičných nákladoch jednotlivých opatrení ako aj súboru 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 plynovej kotolne aj na letný ohrev teplej vody.

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.