Projektová štúdia vykurovania v DPB, a. s.

Krasňany

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

DÁTUM 21.12.2021

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 energetického auditu 6

2.2 Charakteristika hlavných činností 8

2.3 Situačný plán 9

2.4 Podklady na vypracovanie štúdie 9

2.4.1 Podklady poskytnuté objednávateľom: 9

2.4.2 Doplňujúce údaj zistené spracovateľom 10

2.4.3 Použité národné technické predpisy 10

3 Vyhodnotenie súčasného stavu 10

3.1 Popis stavebnej časti 10

3.2 Popis technických zariadení v jednotlivých budovách 16

3.2.1 Vykurovanie 16

3.2.2 Príprava teplej vody 22

3.2.3 Vetranie a vzduchotechnika 23

3.2.4 Osvetlenie 23

4 Energetické vstupy a výstupy 25

4.1 Zemný plyn 25

4.2 Elektrická energia 28

5 Návrh opatrení na zníženie spotreby energie s možnosťou realizácie formou GES 30

5.1 Inštalácia fotovoltického systému 32

6 Záver 34

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 – Údržbová základňa Krasňany DPB, a. s. 6
Obrázok 2 – Koordinačná situácia 7
Obrázok 3 – Lokalizácia predmetu energetického auditu a situačný plán 9
Obrázok 4 – Výpravňa električiek 11
Obrázok 5 – Výpravňa autobusov 11
Obrázok 6 – Administratívna budova 12
Obrázok 7 – Hala denného ošetrenia a čistenia 13
Obrázok 8 – Hala kontrolných prehliadok električiek 14
Obrázok 9 – Odstavná hala pre električky 15
Obrázok 10 – Hala opráv autobusov 15
Obrázok 11 – Súčasný stav obalového plášťa odstavnej haly pre autobusy 16
Obrázok 12 – Pohľad na kotol K1 a K2 ČKD Dukla 17
Obrázok 13 – Pohľad na rozdeľovače a zberače vykurovacej vody 17
Obrázok 14 – Expanzná nádoba so vzduchovými kompresormi 18
Obrázok 15 – Zmäkčovač vody 19
Obrázok 16 – Hlavný rozdeľovač a zberač v kotolni 20
Obrázok 17 – Vedľajší zberač 20
Obrázok 18 – Rozvádzač nadradeného riadiaceho systému 21
Obrázok 19 – Výhrevné panely 21
Obrázok 20 – Teplovzdušné jednotky KALORIFER s uzatváracími ventilmi 21
Obrázok 21 – Panelové vykurovacie teleso 22
Obrázok 22 – Oceľové článkové teleso 22
Obrázok 23 – Zásobníkový ohrievač vody 22
Obrázok 24 – rozdeľovač vykurovacej vody 22
Obrázok 25 – Teplovzdušné VZT jednotky 23
Obrázok 26 – Vonkajšie osvetlenie areálu vozovne 24
Obrázok 27 – Osvetlenie v dielňach, opravovniach a na chodbách v ich blízkosti 25
Obrázok 28 – Meracia a regulačná stanica plynu 26
Obrázok 29 – Spotreba zemného plynu 27
Obrázok 30 – Transformátor T1 28
Obrázok 31 – NN rozvodňa s kompenzáciou účinníka 28
Obrázok 32 – Spotreba elektrickej energie 29
Obrázok 32 – Rozdelenie spotreby elektrickej energie 30
Obrázok 32 – 3-dňová spotreba odberného miesta v mesiaci máj roku 2020 – piatok, sobota, nedeľa 32

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 – Zoznam svietidiel vonkajšieho osvetlenia 24
Tabuľka 2 – Prehľad spotrieb ZP a nákladov na ZP za posledné tri kalendárne roky 26
Tabuľka 3 – Priebeh mesačných spotrieb ZP 26
Tabuľka 4 – Prehľad spotrieb elektrickej energie za roky 2018-2020.....28
Tabuľka 5 - Priebeh mesačných spotrieb EE 29
Tabuľka 6 – Technické parametre fotovoltickej elektrárne 33
Tabuľka 7 – Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne VÝCHOD-ZÁPAD 33
Tabuľka 8 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne JUH.....33

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 Krasňany. Areál vozovne Krasňany je tvorený niekoľkými budovami. Budovy sú lokalizované ako samostatne stojace objekty nachádzajúce sa na severovýchode Bratislavy, v okrese Bratislava III., v mestskej časti Rača. 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 údržbová základňa Krasňany Dopravného podniku Bratislava. Údržbová základňa v Krasňanoch je lokalizovaná v mestskej časti Bratislava – Rača. V súčasnosti sú v depe umiestnené objekty pre údržbu a opravu vozidiel mestskej hromadnej dopravy. Nachádzajú sa tu potrebné zázemia pre zabezpečenie údržby a opráv električiek a autobusov.



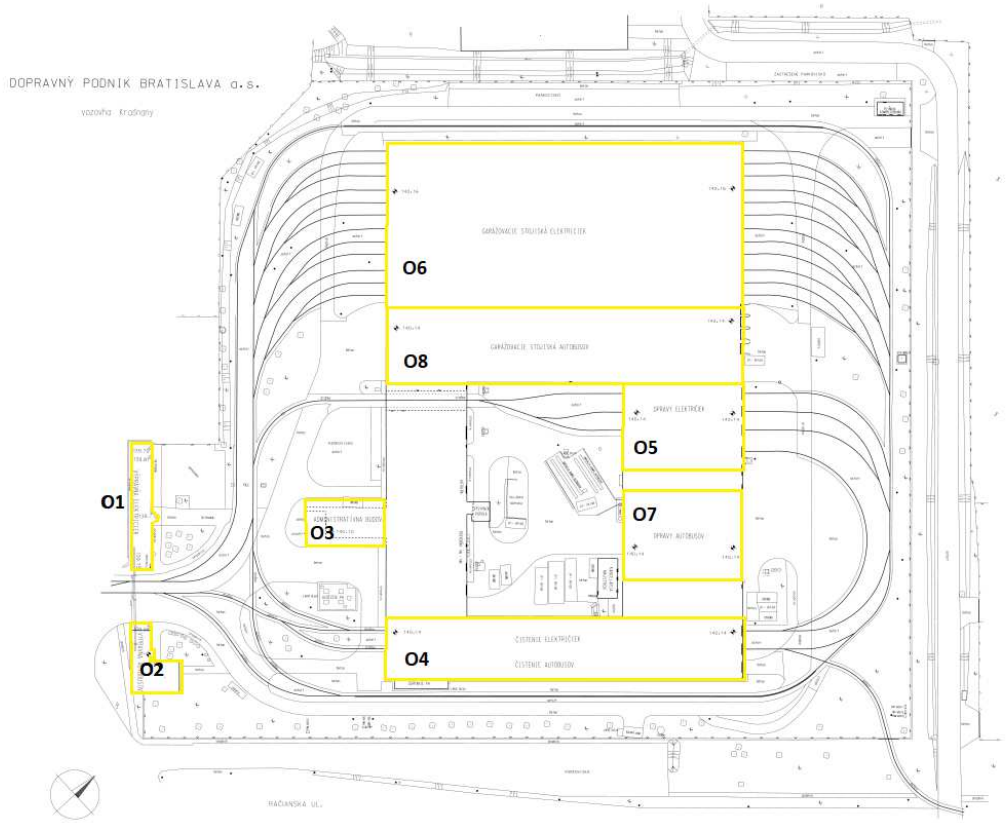
Obrázok 1 – Údržbová základňa Krasňany DPB, a. s.

Objekty sú komunikačne prepojené vnútro areálovými spevnenými asfalto–betónovými komunikáciami a areálovým koľajiskom pre električky. 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 údržbovej základne Krasňany pozostáva z niekoľkých budov, pričom všetky objekty sú medzi sebou priechodné. V rámci auditu boli posudzované nasledujúce objekty:

- O1 Výpravňa električiek,
- O2 Výpravňa autobusov,
- O3 Administratívna budova,
- O4 Hala denného ošetrenia a čistenia,
- O5 Hala kontrolných prehliadok a mimoriadnych opráv električiek,
- O6 Garážovacie stojiská električiek,
- O7 Hala opráv autobusov,
- O8 Garážovacie stojiská autobusov.



Obrázok 2 – Koordinačná situácia

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

Vozovne Krasňany sa týka predovšetkým III. Etapa Modernizácie, ktorej projekčné práce sú v súčasnosti v záverečnej fáze. Projektová dokumentácia bude v ďalšom kroku použitá pre výber zhotoviteľa stavby. Dopravný podnik si od modernizácie sľubuje vyššiu úroveň opráv vozidiel mestskej hromadnej dopravy a taktiež i zlepšenie podmienok pre zamestnancov skultúrnením pracovného prostredia a použitím moderného technického vybavenia.

Vo vozovni Krasňany je navrhovaná komplexná rekonštrukcia hál pre údržbu elektrobusov a električiek a taktiež rekonštrukcia a predĺženie krytého odstavného koľajiska. Údržba električiek sa v súčasnosti zabezpečuje v hale denného ošetrenia a v hale kontrolných prehliadok a mimoriadnych opráv. V oboch halách má prísť k rekonštrukcii plášťov budov, striech, interiéru, technologického vybavenia, brán a revíznych kanálov, ktoré budú prispôsobené pre údržbu nízkopodlažných električiek. Hala kontrolných prehliadok má byť predĺžená o 48 m na celkovú dĺžku 84 m a vybavená 4 pracoviskami s dĺžkou aspoň 55 m. Krytá odstavná plocha má byť na oboch koncoch predĺžená zo súčasnej dĺžky 110 m na 139 m tak, aby na 12 koľajach bolo možné odstavovať spolu 48 električiek. Nová má byť i umyváreň pre električky s čistiarňou odpadových vôd. Rekonštrukciou prejdú aj koľajové trate a trolejové vedenie. Navrhnutá je aj výstavba novej meniarne, ktorá má zabezpečiť napájanie areálu vozovne trakčnou energiou. Komplexnou modernizáciou má prejsť aj hala na opravu elektrobusov a hala na ich garážovanie.

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.

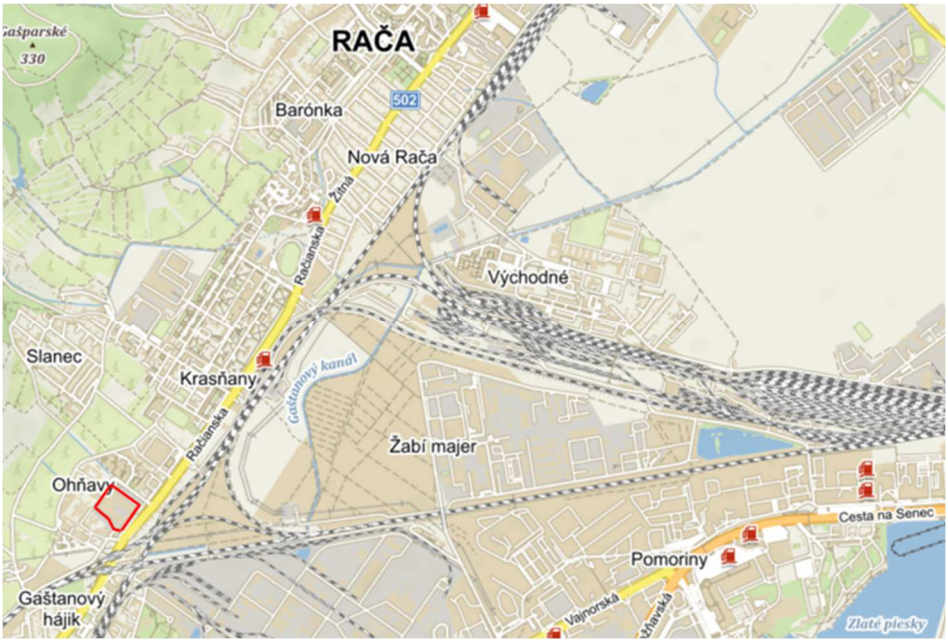
Medzi hlavné činnosti Dopravného podniku Bratislava možno zaradiť nasledovné:

- 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 Krasňany Dopravného podniku Bratislava je situovaný na adrese Račianska 149, 831 54 Bratislava, v mestskej časti Rača. Areál vozovne Krasňany sa rozprestiera pri komunikácii Račianska, medzi ulicami Malokrasňanská a Jurská. Hlavný vstup do areálu je orientovaný z ulice Račianska.



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
  - 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 1.12.2021
- 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

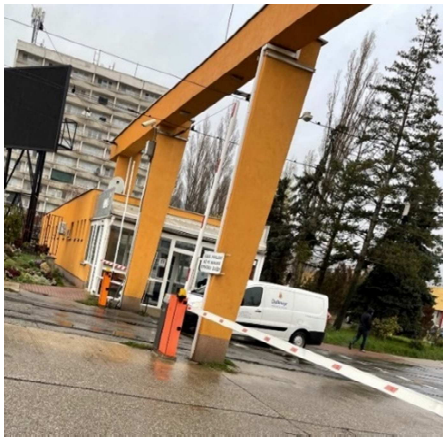
3.1 Popis stavebnej časti

Vozovňa je dispozične riešená ako uzavretý kompaktný areál so združeným hlavným vstupom cez vstupnú vrátnicu z ulice Račianska. Z vrátnice je možný plynulý prejazd vozidiel celým areálom do všetkých požadovaných objektov. Vstupná časť uzavretého komplexu objektov obsahuje výškový administratívny objekt. Ostatné objekty sú riešené ako jednopodlažné. Ide najmä o haly, ktoré disponujú ťažkou železobetónovou konštrukciou a murovanými obvodovými a výplňovými stenami.

Vnútorné areálové komunikácie pozostávajú z električkového koľajiska, ktoré je vybavené trakčným vedením a zo spevnených komunikácií pre automobilovú dopravu v rámci areálu. Trolejové vedenie v tomto areály nie je realizované.

V areály vozovne Krasňany Dopravného podniku Bratislava sa nachádza niekoľko objektov, ktorých sa energetický audit priamo dotýka. Prevažnú časť objektov vozovne čaká v najbližších rokoch rozsiahlejšia rekonštrukcia. Prevádzková doba väčšiny objektov v areáli vozovne Krasňany je od 6:00 do 14:00 hod.

O1 Výpravňa električiek



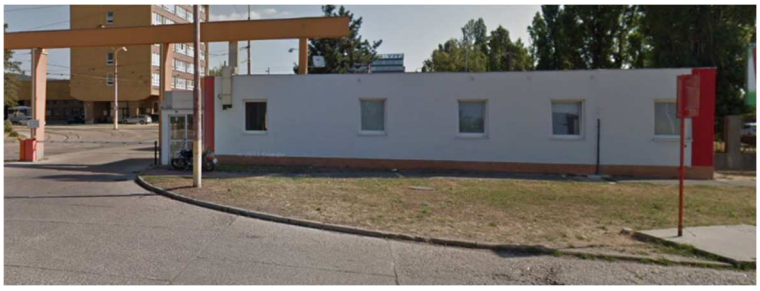
Obrázok 4 – Výpravňa električiek

Objekt výpravovne električiek disponuje pôdorysom s rozmermi 39,5 x 5,9 m a výškou atiky 4 m od úrovne okolitého terénu. Predpokladá sa, že objekt je založený na plošných základových konštrukciách, teda základových pásoch, z nevystuženého betónu. Zvislé nosné konštrukcie sú murované v kombinácii so železobetónovými stĺpmi, prievlakmi. Na zvislé nosné konštrukcie sú inštalované stropné dosky zo železobetónu. Strešnú konštrukciu predstavuje plochá strecha s klasickým poradím vrstiev, ktorá je ukončená natavovanými hydroizolačnými pásmi. Deliace priečky sú murované a interiérové omietky výpravne sú realizované ako hladké vápenno-cementové a sú opatrené bielym vrchným náterom. Exteriérové omietky sú vápenno-cementové s ochranným soklom z marmolitu. Okenné otvory ako aj zádverie objektu sú realizované z plastových profilov zasklené dvojsklom. Objekt v minulosti prešiel čiastočnou rekonštrukciou z hľadiska výmeny výplňových konštrukcií na obvodovom plášti a bol i zateplený kontaktným fasádnym polystyrénom. Hrúbka tepelného izolantu a použité výplňové konštrukcie na fasáde objektu však nespĺňajú dnešné nároky tepelnotechnických požiadaviek.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 275,2 m^2
- Obstavaný objem: 853,2 m^3
- Počet podlaží: 1

O2 Výpravňa autobusov



Obrázok 5 – Výpravňa autobusov

Objekt v minulosti prešiel rekonštrukciou, kedy boli vymenené pôvodné okenné konštrukcie za nové s izolačným dvojsklom a plastovými rámovými profilmi a zároveň sa realizovalo zateplenie obvodového plášťa kontaktným zatepľovacím systémom z EPS.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 198 m^2
- Obstavaný objem: 594 m^3
- Počet podlaží: 1

O3 Administratívna budova



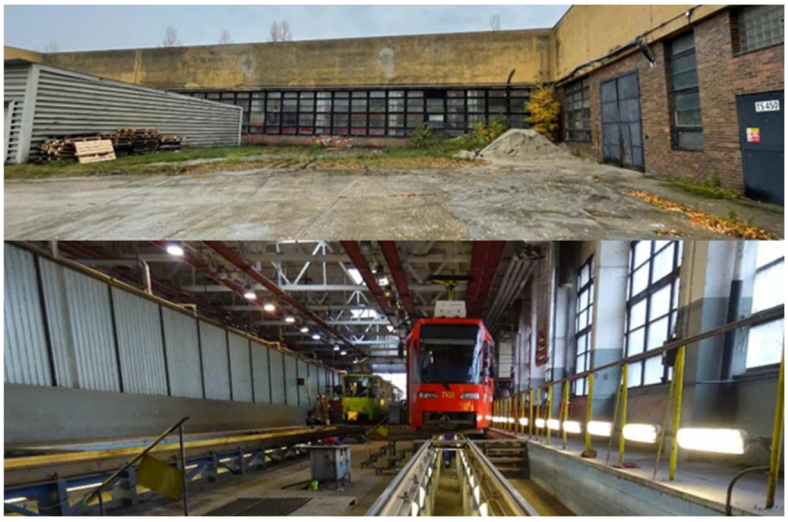
Obrázok 6 – Administratívna budova

Administratívna budova predstavuje v rámci areálu vozovne Krasňany jedinú viacpodlažnú budovu. Na prvom nadzemnom podlaží sa nachádza technické zázemie vrátane trafostanice. Zvyšné podlažia budovy sú dispozične takmer totožné, pričom sa na týchto nachádzajú predovšetkým kancelárie a sociálne priestory. Okná menené 08/2003.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 3122 m^2
- Obstavaný objem: 9366 m^3
- Počet podlaží: 7

04 Hala denného ošetrenia a čistenia



Obrázok 7 – Hala denného ošetrenia a čistenia

Predstavuje halový objekt s pôdorysom približne 18 x 110m. Konštrukčne ide o ťažkú železobetónovú halu, ktorá je tvorená priečnymi prefabrikovanými rámami. Na votknuté železobetónové stĺpy sú uložené priehradové železobetónové väznice. V priečnom smere sú na tieto ukladané strešné železobetónové panely. Fasáda objektu je riešená pomocou murovaných nenosných výplňových stien.

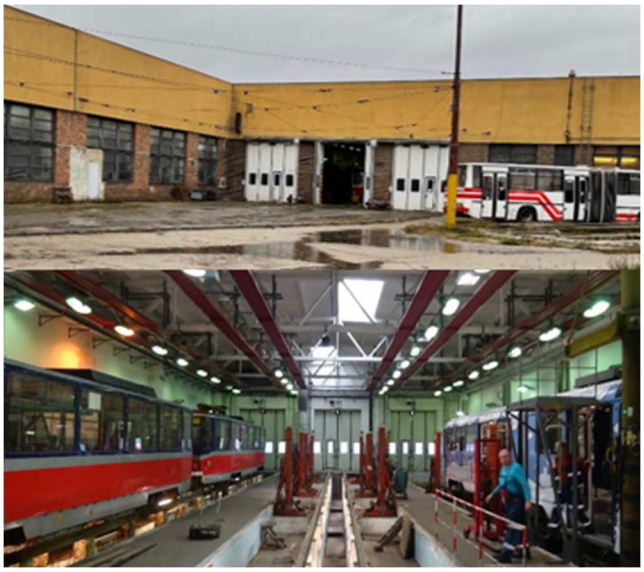
Vstup do objektu je zabezpečený diaľkovo otváranými bránami, vybavenými odpínaním trakcie pre zabezpečenie beznapäťového stavu. Vo vnútri objektu sa nachádza trakčné vedenie. Hala denného ošetrenia je jedinou halou v rámci vozovne, v ktorej funguje nepretržitá 24-hodinová prevádzka.

V rámci vnútornej dispozície objektu sa v hale nachádzajú aj priestory pre skladovanie materiálu a sociálne zázemia. Hala denného ošetrenia a čistenia disponuje i umyvárňou električiek.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 1980 m^2
- Obstavaný objem: 15840 m^3
- Počet podlaží: 1

O5 Hala kontrolných prehliadok a mimoriadnych opráv električiek



Obrázok 8 – Hala kontrolných prehliadok električiek

Objekt disponuje pôdorysným rozmerom cca. 36,5 x 25m. Ťažká železobetónová nosná konštrukcia haly je tvorená priečnymi prefabrikovanými rámami. Na votknuté železobetónové stĺpy sú uložené priehradové železobetónové väznice a v priečnom smere sú na ne ukladané strešné železobetónové panely. Fasáda objektu pozostáva z murovaných nenosných výplňových stien.

Vstup do objektu je zabezpečený diaľkovo otváranými bránami, vybavenými odpínaním trakcie pre zabezpečenie beznapäťového stavu. Vo vnútri objektu sa nachádza trakčné vedenie. Vo vnútorných priestoroch objektu sa nachádzajú aj priestory pre skladovanie materiálu či sociálne zázemia. V rámci objektu sa nachádza i umyváreň pre električky.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 1764 m^2
- Obstavaný objem: 14120 m^3
- Počet podlaží: 1

O6 Garážovacie stojiská električiek



Obrázok 9 – Odstavná hala pre električky

Pôdorys objektu zaberá plochu o rozmere cca. 110 x 50m. V rámci nosnej konštrukcie ide o železobetónovú halu tvorenú priečnymi prefabrikovanými rámami. Rovnako ako pri predchádzajúcich objektoch sú na votknuté železobetónové stĺpy uložené priehradové železobetónové väznice a v priečnom smere sú na väznice ukladané strešné železobetónové panely. Fasáda objektu je riešená pomocou murovaných nenosných výplňových stien. Vstup do objektu je zabezpečený takisto diaľkovo otváranými bránami, vybavenými odpínaním trakcie pre zabezpečenie beznapäťového stavu. Vo vnútri objektu sa nachádza trakčné vedenie.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 5500 m^2
- Obstavaný objem: 44000 m^3
- Počet podlaží: 1

O7 Hala opráv autobusov



Obrázok 10 – Hala opráv autobusov

Konštrukčné riešenie objektu je totožné ako u vyššie uvedených objektov. Pôdorys objektu má rozlohu približne 36,5 x 23m. Vo vnútri objektu sa nachádzajú vstavky, ktoré sú využívané ako skladovacie priestory. Fasáda objektu je riešená pomocou murovaných nenosných výplňových stien. V rámci vnútornej dispozície objektu sa nachádzajú aj priestory pre skladovanie materiálu a sociálne zázemia. Vstup do objektu je zabezpečený diaľkovo otváranými bránami.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 850 m^2
- Obstavaný objem: 6800 m^3
- Počet podlaží: 1

O8 Garážovacie stojiská autobusov



Obrázok 11 – Súčasný stav obalového plášťa odstavnej haly pre autobusy

Konštrukčne je objekt riešený totožne ako vyššie uvedené objekty. Hala má pôdorys s rozlohou približne 110 x 15m. Vo vnútri objektu sa podobne ako v hale opráv nachádzajú vstavky, ktoré sa využívajú ako skladovacie priestory. Vstup do objektu je zabezpečený diaľkovo otváranými bránami.

Fasáda objektu je riešená pomocou murovaných nenosných výplňových stien.

Technické parametre budovy:

- Merná plocha: 1650 m^2
- Obstavaný objem: 13200 m^3
- Počet podlaží: 1

Meniareň

V rámci III. Etapy modernizácie údržbovej základne je plánovaná výstavba meniarne ako novo navrhovaného dvojpodlažného objektu.

Technické parametre navrhovanej budovy:

- Merná plocha: 576 m^2
- Obstavaný objem: 5184 m^3
- Počet podlaží: 2

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 na prízemí administratívnej budovy.

Do kotolne je prístup cez samostatný vstup z exteriéru. Plynová kotolňa bola inštalovaná v roku 2003. Zabezpečuje vykurovanie celej výrobnej a tiež administratívnej časti.

Kotolňa

V kotolni sú inštalované tri nízkoteplotné plynové vykurovacie kotle ČKD Dukla s pretlakovými plynovými horákmi. Všetky tri kotle K1, K2 aj K3 majú menovité tepelné výkony 1700 kW. Počas vykurovacej sezóny je v automatickej prevádzke vždy jeden z kotlov. Nakoľko menovité tepelné výkony kotlov sú rovnaké, nie je určené, ktorého využívanie je prioritné. Kotle K1, K2 a K3 sú zapojené do kaskády. Celkový inštalovaný výkon kotolne je 5100 kW. Všetky kotle boli vyrobené v roku 1993. Každý kotol je napojený na samostatný odvod spalín, ktorý je vyvedený nad strechu objektu. Súčasťou kotolne je aj expanzomat Reflex variomat 2-2/75 s dvomi čerpadlami a tlakovými nádobami, ktorý eliminuje tepelnú rozťažnosť, kolísanie tlakov celej vykurovacej sústavy a automaticky dopĺňa úbytok vody. Pre úpravu vody je inštalované automatické zmäkčovacie zariadenie. V kotolni sú ďalej inštalované dva stojaté zásobníkové ohrievače o objeme 4000 litrov, ktoré sú vybavené elektrickými ohrevnými špirálami pre letný ohrev TÚV.



Obrázok 12 – Pohľad na kotol K1 a K2 ČKD Dukla



Obrázok 13 – Pohľad na rozdeľovače a zberače vykurovacej vody

Technické údaje plynových kotlov K1 – K3:

- Výrobca: **ČKD Dukla**
- Typ: **KDVE 160**
- Rok výroby: 1993
- Menovitý tepelný výkon: 1700 kW
- Počet: **3 ks (kotle K1, K2, K3)**

Technické údaje horáku pre kotle K1 a K2:

- Výrobca: **ČKD Dukla**
- Typ: **PMD 32 PZ**
- Rok výroby: 1993
- Krytie: IP 50

- Elektrický výkon: 5,9 kW
- Počet: **3 ks**



Obrázok 14 – Expanzná nádoba so vzduchovými kompresormi

Expanzný automat slúži na elimináciu tepelnej rozťažnosti a kolísanie tlakov v systéme. Slúži na vyvažovanie zmien objemu kvapaliny, za ktoré môže zmena teploty. Funguje ako regulátor pretlaku v sústave. Cez expanzný systém je zabezpečené aj dopĺňanie vody do systému.

Technické údaje expanzného automatu:

- Výrobca: **Reflex**
- Typ: **variomat 2-2/75**
- Objem: 800 litrov
- Max. prevádzkový tlak: 1 MPa
- Max. prevádzková teplota: 70 °C
- Rok výroby: 2006

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.



Obrázok 15 – Zmäkčovač vody

Vykurovacia voda z kotlov je privádzaná do hlavného rozdeľovača a zberača z ktorého je rozdistribuovaná do celého areálu. Rozdeľovač obsahuje šesť vykurovacích vetiev so štvorcestnými regulačnými ventilmi so servopohonmi a obehový čerpadlami.

Vetvy hlavného rozdeľovača

- *Vetva č. 0* - prívod z kotlov do rozdeľovača
- *Vetva č. 1* - vetva slúži ako prívod vykurovacej vody pre Motoráreň, Dielne P-2 a Velín.
- *Vetva č. 2* - vetva slúži ako prívod vykurovacej vody pre administratívnu budovu - sever, UNI-bunky, obe výpravne, vrátnicu, AZ-komplex a šatňu (kuričov).
- *Vetva č. 3* – účel nie je známy
- *Vetva č. 4* - vetva slúži ako prívod vykurovacej vody pre administratívnu budovu - juh, archív v ĽÚE, pohot. skupinu a šatňu pre ženy (električky).
- *Vetva č. 5* – vetva slúži ako prívod vykurovacej vody pre čerpaciu stanicu PHM, šatňu – prevádzky električiek, fukáre – električky, autobusy, sklad- prev. autobusy a miestnosť pre majstrov – prev. električiek.
- *Vetva č. 6* - vetva slúži ako prívod vykurovacej vody pre všetky stropné panely, šante – prev. autobusov, šatňu pre mužov (prev. električiek) a sklad prev. autobusov.

Spiatočka každej vetvy je privádzaná do hlavného zberača, ktorý je napojený na samostatný vedľajší zberač. Tento obsahuje štyri samostatné vetvy s obehovými čerpadlami zabezpečujúcimi prívod vratnej vody do kotlov.



Obrázok 16 – Hlavný rozdeľovač a zberač v kotolni



Obrázok 17 – Vedľajší zberač

V rámci kotolne sú na primárnom rozdeľovači osadené obehové čerpadlá Wilo v prevažnej väčšine s trojstupňovým riadením výkonu. Pre ohrev TÚV je osadené na prívode do zásobníkového ohrievača obehové čerpadlo Wilo TOP-S25/7.

Tabuľka 1 – Čerpadlá inštalované v kotolni

Popis čerpadla	Typ	Riadenie	El. príkon [W]
ÚK vetva č. 1	Wilo TOP-S50/10	3. ot	880
ÚK vetva č. 2	Wilo TOP-S50/10	3. ot	880
ÚK vetva č. 3	Wilo TOP-S25/7	FM	195
ÚK vetva č. 4	Wilo TOP-S50/10	3. ot	880
ÚK vetva č. 5	Wilo TOP-S50/10	3. ot	880
ÚK vetva č. 6	Wilo TOP-S65/10	3. ot	845
ÚK spiat.	Wilo TOP-S80/10	3. ot	880
ÚK spiat.	Wilo TOP-S80/10	3. ot	880
ÚK spiat.	Wilo TOP-S80/10	FM	880
ÚK spiat.	Wilo TOP-S80/10	FM	880
Ohrev zásobníka TÚV	(Wilo TOP-S25/7)	3 ot.	195

Regulácia prevádzky kotolne je zabezpečená nadradeným 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 18 – Rozvádzač nadradeného riadiaceho systému

Odovzdávanie tepla do priestoru je v jednotlivých objektoch vozovne riešené rôzne. V halách využívajúcich sa na údržby a revízie sú osadené sálavé panely, teplovzdušné jednotky (kalorifery) a v montážnych jamách rebrové registre.



Obrázok 19 – Výhrevné panely



Obrázok 20 – Teplovzdušné jednotky KALORIFER s uzatváracími ventilmi

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

osadené len uzatváracie armatúry, bez termostatických ventilov. Všetky kalorifery sú spúšťané osobitne v danom mieste zamestnancami.

Vykurovanie v objektoch s administratívnym charakterom je v prevažnej miere v pôvodnom stave. Vykurovanie je riešené vo väčšine prípadov prostredníctvom klasických rebrových oceľových vykurovacích telies, v menšom množstve sú inštalované tiež panelové vykurovacie telesá. Vykurovacie telesá majú osadené vo väčšine prípadov aj regulačné ventily s termostatickou hlavicou.



Obrázok 21 – Panelové vykurovacie teleso



Obrázok 22 – Oceľové článkové teleso

3.2.2 Príprava teplej vody

Teplá voda je pripravovaná v dvoch stojatých zásobníkoch TÚV s objemom 4 000 l, ktoré sú vybavené elektrickými špirálami zabezpečujúcimi letný ohrev TÚV. Zásobníky sa v rámci kotolne nachádzajú v samostatnej miestnosti.



Obrázok 23 – Zásobníkový ohrievač vody



Obrázok 24 – rozdeľovač vykurovacej vody

Technické údaje zásobníkového ohrievača TÚV:

- Výrobca: **TLAKON a.s.**
- Typ: **OVS**
- Rok výroby: 1967
- Objem: 4000 litrov
- Počet: **2 ks**

Teplá voda je privádzaná do rozdeľovača odkiaľ je rozdistribuovaná do celého objektu. Obeh teplej vody zabezpečujú dve cirkulačné čerpadlá SIGMA 50-NTT-74-13-LM-073 s el. príkonom 420 W, z ktorých jedno slúži ako záloha. Vo všeobecnosti sa zamestnanci sťažujú na problém s teplou vodou, a to, že pri otvorení výtokovej armatúry musia dlhú dobu čakať kým začne tiecť teplá voda.

3.2.3 Vetranie a vzduchotechnika

A administratívnej budove je zabezpečené prirodzené vetranie cez okenné konštrukcie. Haly denného ošetrenia a dennej údržby sú vetrané kombináciou prirodzeného vetrania cez garážové brány a núteného teplovzdušného vetrania pomocou pretlakových VZT jednotiek privádzajúci ohriaty čerstvý vzduch do montážnych jám.




Obrázok 25 – Teplovzdušné VZT jednotky

3.2.4 Osvetlenie

Vonkajšie osvetlenie

V priestoroch areálu vozovne Krasňany sa v súčasnosti nachádza vonkajšie osvetlenie, ktoré je inštalované na oceľových stĺpoch rôzneho typu s výložníkom prípadne na stĺpoch trakčného vedenia a na fasádach budov. Na osvetľovacích stožiaroch sú inštalované výbojkové svietidlá. V rámci III. Etapy Modernizácie údržbovej základne je plánovaná rekonštrukcia vonkajšieho osvetlenia, kedy súčasné výbojkové svietidlá nahradia LED svietidlá s výkonom 62W, IP67 na

výložník, v počte 86 ks. Kompletné nové vonkajšie osvetlenie sa neplánuje a ovládanie osvetlenia v tomto areáli zostáva taktiež pôvodné.



Obrázok 26 – Vonkajšie osvetlenie areálu vozovne

Všetky svietidlá využívajú ako zdroj vysokotlakové sodíkové výbojky, podľa informácií od technika počas obhliadky sú nainštalované výbojky s výkonom 250/400W. Oprava nefunkčných svietidiel v súčasnosti spočíva vo výmene svetelných zdrojov, tlmiviek, prípadne celých svietidiel. Pri výmene nedochádza k zmenám typu zdroja za iný typ (LED). Spínanie svetiel zabezpečuje štandardný systém, skupiny svietidiel sú ovládané spínaním stýkačov v rozvádzačoch RVO.

Tabuľka 1 – Zoznam svietidiel vonkajšieho osvetlenia

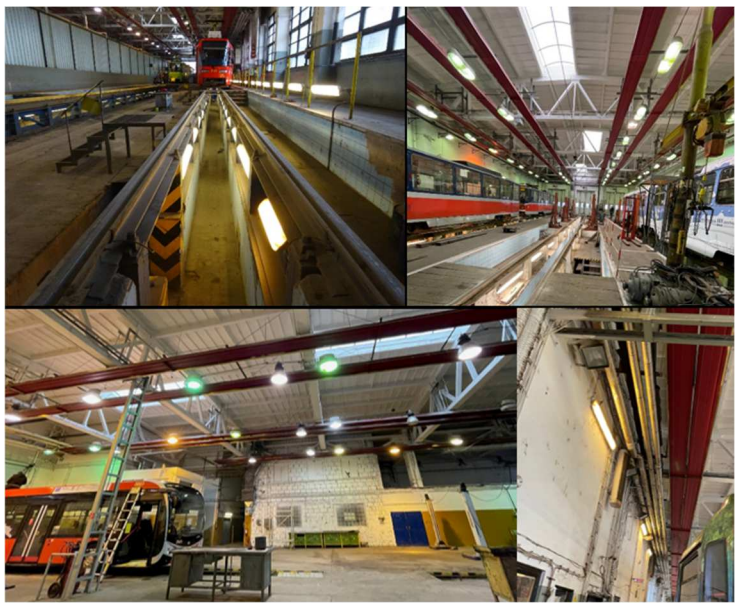
Typ svietidla	Počet [ks]
Výbojkové svietidlá	69
Výbojkové svietidlá na fasáde objektu vo vnútornom dvore	6
SPOLU	**75**

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 halách vozovne Krasňany je osvetlenie riešené rôzne. Umelé osvetlenie v jednotlivých objektoch je riešené v závislosti od účelu využitia daného objektu. V budovách, 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 svietidlá sú so žiarivkovými trubicami, alebo prevažne vysokotlakové sodíkové

a ortuťové výbojky. Rovnako ako v prípade vonkajšieho osvetlenia, aj svietidlá vnútorného osvetlenia využívajú technicky zastarané zdroje s veľkou spotrebou elektrickej energie.



Obrázok 27 – Osvetlenie v dielňach, opravovniach a na chodbách v ich blízkosti

4 Energetické vstupy a výstupy

4.1 Zemný plyn

Vozovňa Krasňany 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.



Obrázok 28 – Meracia a regulačná stanica plynu

Spotreba zemného plynu je meraná a fakturovaná priebežne. Objednávateľom boli poskytnuté údaje o spotrebe ZP za kompletné kalendárne roky 2018 až 2020. Priemerná jednotková cena tepla bola vypočítaná zo všetkých uvedených rokov.

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

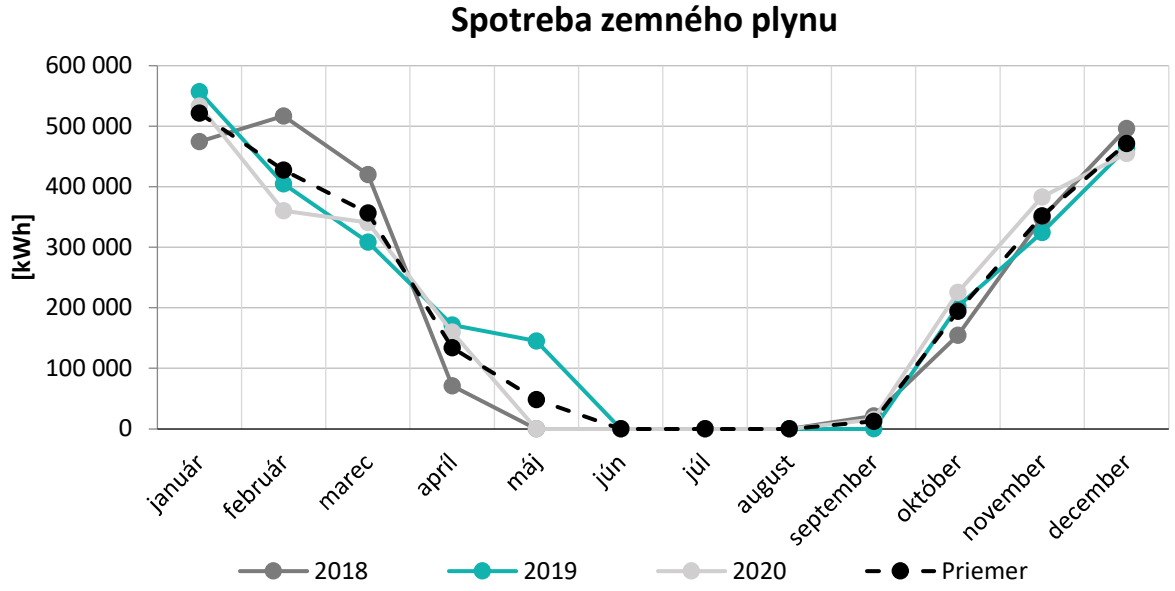
Rok	Spotreba SPP	SPOLU	Jednotková cena
	[kWh]	[Eur bez DPH]	[Eur bez DPH/kWh]
2018	2 502 147	88 414,17	0,0353
2019	2 576 076	90 306,88	0,0351
2020	2 472 275	87 841,94	0,0355
Priemer	**2 516 833**	**88 854,33**	**0,0353**

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

Tabuľka 3 – Priebeh mesačných spotrieb ZP

Mesiac	Rok			Priemer
	2018	2019	2020	
Január	474 208	556 826	533 414	521 483

Február	516 872	404 404	360 315	427 197
Marec	419 730	308 582	340 512	356 275
Apríl	70 973	171 319	159 870	134 054
Máj	0	145 069	0	48 356
Jún	0	0	0	0
Júl	0	0	0	0
august	0	0	0	0
September	21 198	0	15 220	12 139
Október	154 738	201 912	225 298	193 983
November	348 028	324 478	382 879	351 795
December	494 400	463 486	454 767	463 486
Spolu	**2 502 147**	**2 576 76**	**2 472 275**	**2 516 833**



Obrázok 29 – Spotreba zemného plynu

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

4.2 Elektrická energia

Areál DPB - Krasňany je napájaný z linky 22kV vedenia Západoslovenskej distribučnej spoločnosti Bratislava. Vedenie je privedené do rozvodne VN nachádzajúcej sa na prízemí administratívnej budovy cez Trafostanicu TS450. Fakturačné meranie sa nachádza na VN strane. Prevodový elektromer pripojený na meracie transformátory napätia a prúdu na VN strane zaznamenáva spotrebu objektu prostredníctvom registrov a profilových dát v 15 min priebehoch. Meranie spotreby energie zahŕňa spotrebu celého areálu s výnimkou trakčných vedení. Z VN rozvodne je napájaná susedná NN rozvodňa cez transformátory TS1 a TS2. Všetky transformátory T1, T2, TS450 sú olejové. Dohodnutá hodnota účinníka je udržovaná kompenzačným rozvádzačom. Strážnik 15 min. maxima nie je nainštalovaný.



Obrázok 30 – Transformátor T1



Obrázok 31 – NN rozvodňa s kompenzáciou 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.

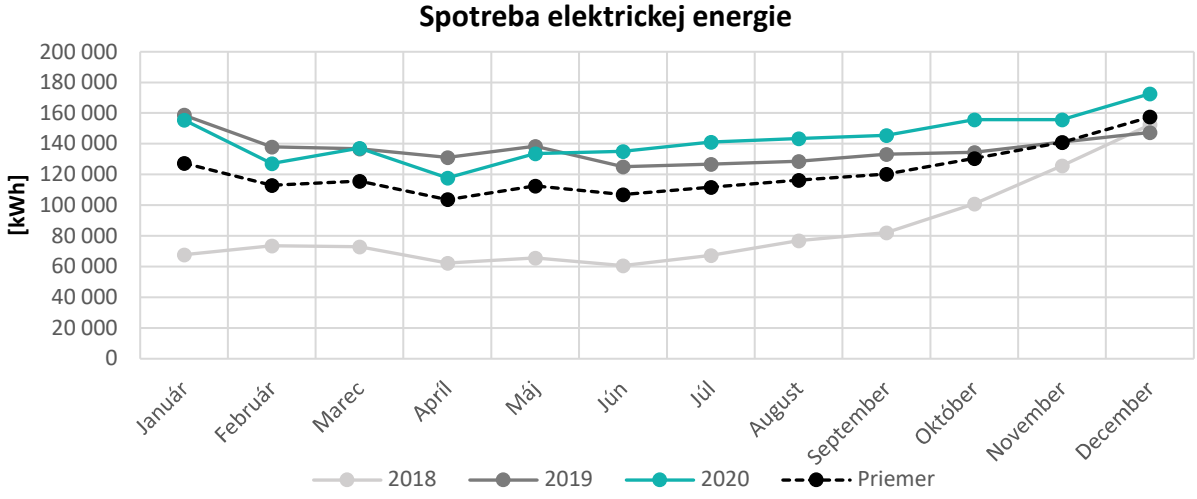
Tabuľka 4 – Prehľad spotrieb elektrickej energie za roky 2018-2020

Rok	Spotreba	Zaplatené	Jednotková cena
	[kWh]	[Eur bez DPH]	[Eur bez DPH/kWh]
2018	1 008 069	147 873,92	0,1467
2019	1 640 002	206 329,40	0,1258
2020	1 720 263	212 247,28	0,1234
Priemer	**1 456 111**	**188 816,87**	**0,1297**

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

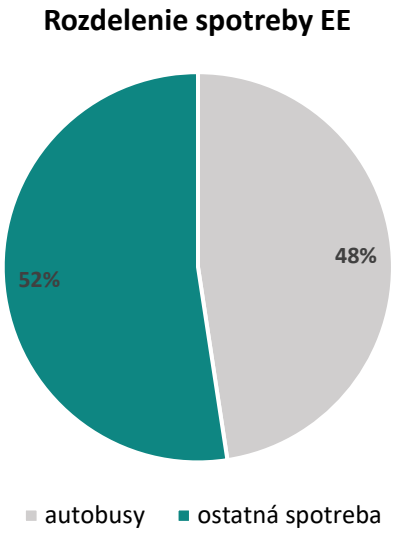
Tabuľka 5 - Priebeh mesačných spotrieb EE

Mesiac	Rok			Priemer
	2018	2019	2020	
Január	67 724	158 789	155 423	127 312
Február	73 563	137 959	127 083	112 868
Marec	72 861	136 762	137 214	115 612
Apríl	62 186	131 049	117 812	103 682
Máj	65 534	138 436	133 664	112 545
Jún	60 694	125 096	134 993	106 928
Júl	67 350	126 812	141 120	111 761
August	76 806	128 688	143 355	116 283
September	82 136	133 276	145 501	120 304
Október	100 956	134 525	155 638	130 373
November	125 774	141 139	155 754	140 889
December	152 485	147 471	172 706	157 554
Spolu	**1 008 069**	**1 640 002**	**1 720 263**	**1 456 111**



Obrázok 32 – Spotreba elektrickej energie

DPB eviduje spotrebu elektrickej energie pre nabíjanie elektrobusov, ktorá tvorí 48% z celkovej spotreby elektrickej energie v areáli.



Obrázok 33 – Rozdelenie spotreby 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 tri kalendárne roky 2018-2020. Jednotková cena elektrickej energie je stanovená zo zakontrahovanej ceny pre rok 2022.

Výsledná jednotková cena:

- **Zemný plyn: 0,0353 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)

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

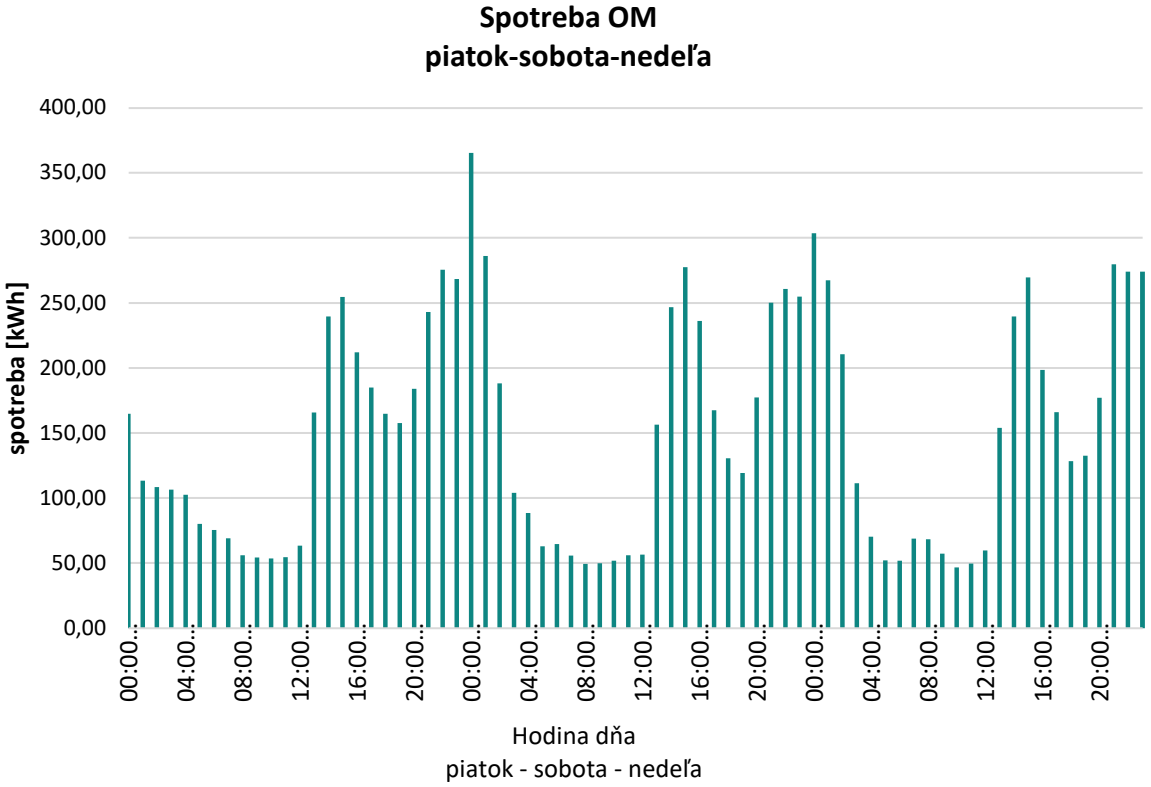
Pričom platí: IRR = r

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 fotovoltického systému

Profil spotreby odberného miesta je počas kalendárneho roka pomerne nemenný. Rozdielom sú peakové hodnoty po 19-tej hodine medzi pracovným dňom a víkendom (sviatkom). Tieto hodnoty však neovplyvňujú vyhodnotenie fotovoltického riešenia.

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 680 kW, avšak tieto maximá sú vo večerných hodinách a nijak neovplyvňujú návrh fotovoltickej elektrárne. Denné maximá sú v rozmedzí 150 kW až 300 kW.



Obrázok 34 – 3-dňová spotreba odberného miesta v mesiaci máj roku 2020 – piatok, sobota, nedeľa

Hlavným kritériom inštalácie fotovoltickej elektrárne je nízke % prebytkov vyrobenej elektriny. Cieľom je dosiahnuť čo najväčšie využitie elektrickej elektriny priamo na odbernom mieste. Inštalácia sa porovnávala v dvoch riešeniach. Inštalácia s orientáciou panelov na východ-západ pri uhle naklonení 20°. Druhé riešenie uvažuje o inštalácií panelov s orientáciou na juh s uhlom natočenia 30°.

Výhodou inštalácie východ-západ, kedy sa panely o seba opierajú je, že tvoria závetrie. Znížia sa tým náklady na konštrukcií a teda celkovej investície do riešenia. Výroba elektrickej energie je rozložená do dlhšieho časového úseku počas dňa, avšak s nižším okamžitým výkonom na pravé poludnie oproti inštalácie s orientáciou na juh.

Panely orientované na juh vyrobia viac elektrickej energie počas roka oproti panelom s iným azimutom. Investičný náklad inštalácie je však vyšší z dôvodu konštrukcie na ktorej sú panely osadené.

Tabuľka 6 – Technické parametre fotovoltickej elektrárne

Orientácia panelov	Sklon	Inštalovaný výkon
Východ-západ	20°	78 kWp
Juh	30°	97 kWp

Tabuľka 7 – Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne VÝCHOD-ZÁPAD

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	87 300 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	97 890 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	6,7 %
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	11 747 Eur bez DPH
Prostá doba návratnosti investície	7,43 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	8,13 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	150 938 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	10,4 %

Tabuľka 8 - Ekonomické vyhodnotenie opatrenia inštalácie fotovoltickej elektrárne JUH

Položka hodnotenia	Hodnota
Investičný náklady na realizáciu opatrenia	87 000 Eur bez DPH
Ročná úspora energie (elektrická energia)	99 150 kWh
Miera úspory energie (z celkovej spotreby elektrickej energie)	6,8 %
Dĺžka technickej životnosti navrhovaného opatrenia	15 rokov
Ročná úspora nákladov na energie	11 898 Eur bez DPH
Prostá doba návratnosti investície	7,31 rokov
Diskontovaná doba návratnosti investície	7,98 rokov
Čistá súčasná hota (NPV)	152 881 Eur bez DPH
Vnútorná miera výnosnosti (IRR)	10,6 %

6 Záver

Účelový energetický audit preukázal, že v hodnotenom objekte sa nachádza potenciál úspor. **Vzhľadom na plánovanú hĺbkovú obnovu vozovne, ktorá zahŕňa rekonštrukciu na tepelnom hospodárstve a osvetlení**, bolo navrhnuté jediné opatrenie s nízkou dobou návratnosti, vhodné pre realizáciu formou GES, a to inštalácia fotovoltickej elektrárne.

V investičných nákladoch navrhovaného patrenia je uvažované s cenou za realizáciu. Pri realizácií formou GES do investície naviac vstupujú náklady na financovanie a služby energetického manažmentu.

Energetický audit resp. 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.