

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2022

Bc. Lukáš Pleskač

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Organizace autobusové dopravy v Kutné Hoře při nasazením autobusů  
na obnovitelné zdroje

Bc. Lukáš Pleskač

Diplomová práce

2022

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš Pleskač**  
Osobní číslo: **D19482**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**  
Téma práce: **Organizace autobusové dopravy v Kutné Hoře při nasazením autobusů na obnovitelné zdroje**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Úvod do elektromobility
2. Analýza vozového parku a přepravních výkonů
3. Návrh opatření
4. Zhodnocení navrhovaných opatření

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**  
Rozsah grafických prací: **5-6**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Zákon č. 111/1994 Sb. Zákon o silniční dopravě  
Zákon č. 194/2010 Sb. Zákon o veřejných službách v přepravě cestujících a o změně dalších zákonů  
Podklady ARRIVA VÝCHODNÍ ČECHY a.s.  
ZELENÝ, Lubomír. Osobní doprava. V Praze: C.H. Beck, 2017. ISBN 978-80-7400-681-4.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **20. září 2021**  
Termín odevzdání diplomové práce: **14. ledna 2022**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 3. ledna 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem Organizace autobusové dopravy v Kutné Hoře při nasazením autobusů na obnovitelné zdroje jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13.1.2022

Bc. Lukáš Pleskač

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Petru Nachtigalovi, Ph.D. za vstřícný přístup, trpělivost a odborné rady při zpracování diplomové práce, a paní Ivetě Bohánkové ze společnosti ARRIVA autobusy a.s. za poskytnuté informace a podklady.

**ANOTACE**

Diplomová práce se zaměřuje na problematiku bezemisních elektrických vozidel městské hromadné dopravy v Kutné Hoře. Analyzuje aktuální stav, organizaci provozu, proces nabíjení a dopravní prostředky. Výsledkem práce jsou opatření, při jejichž implementaci, dopravní obslužnost města budou zajišťovat pouze bezemisní vozidla.

**KLÍČOVÁ SLOVA**

Kutná Hora, bezemisní doprava, elektrická vozidla, městská hromadná doprava

**TITLE**

Organization of bus transport in Kutná Hora with the deployment of buses on renewable sources

**ANNOTATION**

The diploma thesis focuses on the issue of emission-free electric vehicles of public transport in Kutná Hora. Analyzes the current state, organization of operation, charging process and means of transport. The result of the work are measures in the implementation of which, the city's transport services will be provided only by emission-free vehicles.

**KEYWORDS**

Kutná Hora, emission-free transport, electric vehicles, public transport

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	9
SEZNAM ZKRATEK.....	10
SEZNAM TABULEK.....	11
ÚVOD.....	12
1 ELEKTROMOBILITA.....	13
1.1 Elektromobilita v MHD .....	14
1.1.1 Elektrobus SOR EBN 11 v PID .....	14
1.1.2 ROŠERO First FCLLI a SOR EBN 10,5 v DPO .....	15
1.2 Alternativní zdroje pohonu .....	15
1.2.1 Elektrobusy .....	16
1.2.2 Autobusy na stlačený zemní plyn .....	16
1.2.3 Autobusy na vodíkové palivové články .....	16
2 MĚSTO KUTNÁ HORA.....	18
3 ARRIVA KUTNÁ HORA.....	21
4 ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU .....	23
4.1 Vozový park .....	23
4.1.1 Diesellové dopravní prostředky .....	23
4.1.2 Elektrické dopravní prostředky .....	26
5 DOPRAVNÍ VÝKON.....	30
5.1 Nabíjení elektrobusů .....	32
5.2 Dojezdy elektrobusů.....	33
5.3 Charakteristika linkového vedení.....	35
5.4 Denní oběhy dopravních prostředků .....	37
5.4.1 Denní oběhy SOR EBN 11 .....	38
5.4.2 Denní oběhy ROŠERO-P FIRST FCLEI II .....	41
6 NÁVRHY ÚPRAV BEZEMISNÍ MHD V KUTNÉ HOŘE.....	44



6.1 Rychlonabíjení během provozu .....	44
6.2 Vozový park .....	52
6.3 Implementace autobusu na vodíkové palivové články .....	55
ZÁVĚR.....	58
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	59

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 TriHyBus .....	17
Obrázek 2 Proces nabíjení.....	21
Obrázek 3 SOR BN 10,5.....	24
Obrázek 4 SOR IBN 8,5.....	25
Obrázek 5 SOR CN 8,5.....	26
Obrázek 6 SOR EBN 11.....	27
Obrázek 7 Interiér SOR EBN 11.....	27
Obrázek 8 ROŠERO-P FIRST FCLEI.....	28
Obrázek 9 Interiér ROŠERO-P FIRST FCLEI.....	29
Obrázek 10 Ulice Husova mezi zastávkami Kamenná kašna a Palackého náměstí.....	31
Obrázek 11 Linka 801.....	36
Obrázek 12 Linka 802.....	37
Obrázek 13 Rychlonabíjení SOR EBN 11 na terminálu v HK.....	45
Obrázek 14 Kutná Hora.....	46
Obrázek 15 Graf stavu vývoje kapacity akumulátoru midibusu.....	48
Obrázek 16 Graf stavu vývoje kapacity akumulátoru elektrobusu SOR.....	50
Obrázek 17 SOR EBN 9,5 v Novém Jičíně.....	54
Obrázek 18 Urbino 12 Hydrogen.....	56

## SEZNAM ZKRATEK

ČKD	Českomoravská–Kolben–Daněk
DPH	Daň z přidané hodnoty
DPO	Dopravní podnik Ostrava
DPMHK	Dopravní podnik města Hradce Králové
EUR	Euro
MHD	Městská hromadná doprava
USD	United States dollar
PID	Pražská integrovaná doprava

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vybrané parametry SOR BN 10,5 .....	23
Tabulka 2 Vybrané parametry SOR IBN 8,5 .....	24
Tabulka 3 Vybrané parametry SOR CN 8,5 .....	25
Tabulka 4 Vybrané parametry SOR EBN 11 .....	27
Tabulka 5 Vybrané parametry ROŠERO-P FIRST.....	28
Tabulka 6 Dojezd SOR EBN 11 při jednotlivých spotřebách elektrické energie .....	34
Tabulka 7 Dojezd ROŠERO-P FIRST při jednotlivých spotřebách elektrické energie.....	35
Tabulka 8 Výchozí údaje dopravních prostředků .....	38
Tabulka 9 Denní oběh pro SOR 1 .....	38
Tabulka 10 Denní oběh pro SOR 2 .....	39
Tabulka 11 Denní oběh pro SOR 3 .....	39
Tabulka 12 Denní oběh pro SOR o víkendu .....	40
Tabulka 13 Denní oběh pro SOR v sobotu .....	40
Tabulka 14 Denní oběh pro SOR v neděli .....	41
Tabulka 15 Denní oběh pro ROŠERO od pondělí do čtvrtka .....	41
Tabulka 16 Denní oběh pro ROŠERO v pátek .....	42
Tabulka 17 Denní oběh pro ROŠERO 2 .....	42
Tabulka 18 Denní oběh pro ROŠERO během víkendu.....	43
Tabulka 19 Jednorázové náklady navrhovaných variant .....	52
Tabulka 20 Rozpočet navýšení nákladů na 1 km.....	52
Tabulka 21 Fixní náklady na nový dopravní prostředek.....	54

## ÚVOD

Osobní doprava prošla během 20. století výraznou proměnou. Pro jednotlivce, pořízení vlastního dopravního prostředku již nepředstavuje zásadní komplikaci. Spolu, s navyšujícími se počty vozidel na pozemních komunikacích narůstají i dopravní externality, které jsou nejvíce znatelné v městských oblastech. Hluk, smog a vibrace ze silničního provozu výrazně přispívají k zhoršení životních podmínek.

Jedním, z možných způsobů, jak přispět k snížení počtů vozidel ve městech je zavedení efektivní městské hromadné dopravy. Za předpokladu nasazení bezemisních dopravních prostředků, lze snížit se i dopravní externality a zlepšit kvalitu ovzduší.

Mezi výrazné podporovatele bezemisní MHD patří Evropská unie, která stanovila cíl, do roku 2050 snížit produkci emisních skleníkových plynů o 60 %, ve srovnání s rokem 1990.

Mezi města, která se snaží o zlepšení dopravních podmínek a zvýšení životní úrovně svých obyvatel patří i Kutná Hora. Mimo významné historické a kulturní památky lze již ve městě spatřit elektrická vozidla MHD, které jsou ale pravidelně doplňována dieselovými autobusy.

Na základě analýzy, zjištěných poznatků a podkladů od společnost ARRIVA autobusy a.s., je cílem diplomové práce navrhnout možné varianty, při jejichž implementaci budou pouze ekologická vozidla zajišťovat dopravní obslužnost v Kutné Hoře.

# 1 ELEKTROMOBILITA

V dnešní moderní době se elektromobilita v dopravě stala prakticky nepřehlédnutelná. Narazit na čistě elektricky poháněný dopravní prostředek je možné už v každé kategorii, od nákladních vozidel, přes elektrobuses až po koloběžky.

V posledních letech počty elektrických vozidel začaly výrazně narůstat. To je způsobeno vzrůstajícím zájmem o ekologickou dopravu ze strany veřejnosti, ale i rozmanitou nabídkou a dostupností vozidel. Další výrazný faktor je finanční podpora, jak od Evropské unie, tak i jednotlivých států, které nabízejí různé dotační programy a úlevy spojené s nákupem, či obměnou stávajících vozových parků. Na příklad, kutnohorské elektrobuses byly pořízeny dotačními penězi z integrovaného regionálního operačního programu IROP 2014-2020. (1)

Ve světě, se lze setkat se statní podporou rozvoje osobní elektromobility. Ve Spojených státech, odkud pochází nejvýznamnější producent elektromobilů, Tesla, lze dosáhnou na finanční podporu do výše až 7 500 USD (přibližně 164 000 Kč). Sousední Německo, kde automobilky Audi a Volkswagen oznámily ukončení vývoje spalovacích motorů a budoucí výhradní zaměření na elektrické pohony, poskytuje podporu až 9 000 EUR (přibližně 234 000 Kč). Slovensko, na rozdíl od Česka, také poskytuje dotační podporu do 8 000 EUR (přibližně 208 000 Kč). Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR nepočítá s dotačními programy na pořízení osobního elektromobilu, namísto toho, se zaměřuje na podporu výstavby nabíjecích stanic. Podle Centra dopravního výzkumu, počty nových registrací elektrických vozidel meziročně stoupají. Za první polovinu roku 2021 bylo registrování přes 2 500 nových osobních elektromobilů. (23)

V neposlední řadě, na podpoře elektromobility se podílí i legislativa. Některá z nově zaváděných opatření či emisních limitů se mohou jevit až jako příliš přísná, nebo cílená proti vozidlům na fosilní paliva. Patří sem i zavádění nízkoemisních městských zón.

Ačkoli se elektromobilita nachází v rozkvětu, nejedná se o nový pojem. Elektromobily spatřili světlo světa již v první polovině 19. století. První český elektromobil zkonstruoval František Křížík už v roce 1895. Jako první auto, které dosáhlo rychlosti 100 km/h byl elektromobil Jamais Contente Belgičana Camille Jenatzyho a v roce 1902 se elektromobil Torpedo KID přiblížil rychlosti téměř 170 km/h. Na přelomu 19. a 20. století bylo 38% veškeré produkce automobilů ve Spojených státech elektrických. Útlum nadešel na poli vývoje elektromobilů s představením modelu T od Henryho Forda v roce 1908. (2)

## 1.1 Elektromobilita v MHD

Městská hromadná doprava je v Česku tvořena autobusovými provozy, tramvajovými i trolejbusovými linkami a pražským metrem. Doplňkový význam mohou mít i lanové dráhy (Karlovy Vary, Praha) a městská vodní doprava, například na brněnské přehradní nádrži. Navzdory rozmanité nabídce, rozsáhlé síti spojů i linek a dotovanému jízdnému má největší podíl na přepravě osob stále individuální automobilová doprava. Většina českých měst má svůj historický původ, od něhož se odvíjí jejich současná podoba, která ovšem v mnoha případech neodpovídá moderním dopravním požadavkům. Velká množství osobních i nákladních automobilů vedou ke kongescím a dopravním externalitám, jako je hluk, smog a vibrace.

Snaha o minimalizaci dopravních externalit v městském prostředí vede dopravní podniky k nahrazování stávajících prostředků vozidly s elektrickým pohonem, tato vozidla jsou nazývána „čistými vozidly“. Nulové emise a tichý chod výrazně pomáhá ke zlepšení životní úrovně ve městech. Mezi českými dopravními podniky se nachází 7 tramvajových, 14 trolejbusových linek a jeden systém metra. Ostatní podniky spoléhají na autobusové provozy, právě z tohoto důvodu má elektromobilita největší potenciál právě v autobusové MHD. Pevně stanovené jízdní řády a turnusy vozidel jsou využívány k naplánování nabíjecích intervalů, a tím eliminují omezenou dojezdovou vzdálenost danou kapacitou baterie. Nejméně významné hledisko jsou i finance, kdy převedení dieselové linky autobusů na elektrobusy je méně nákladné než zavedení trolejbusové, popřípadě tramvajové dopravy, jenž vyžaduje specifickou úpravu infrastruktury. Obecně jsou pořizovací náklady na elektricky poháněný prostředek řádově vyšší, než u konvenčních vozidel. Provozní náklady jsou ale nižší. Znamená to tedy, že vozidlo musí hodně jezdit, aby se jeho nákup vyplatil. Prostředky MHD tuto podmínky splňují velice dobře, ve srovnání s individuální automobilovou dopravou, kdy osobní vozidlo je 70 – 90 % času bez využití zaparkované.

Podle Národního akčního plánu Čisté mobility počet elektrických autobusů ve vozovém parku ČR v roce 2030 bude na úrovni 800 – 1 200 kusů. (3) Reálná situace je ovšem odlišná, v roce 2019 bylo v provozu necelých 100 elektrobusů, nejvíce jich provozovala skupina ARRIVA (30 vozidel). (4)

### 1.1.1 Elektrobus SOR EBN 11 v PID

Dopravní podnik hlavního města Praha se dlouhodobě věnuje testování elektrobusů a jejich začlenění do provozu městské hromadné dopravy. Elektrobus SOR EBN 11, který používá i ARRIVA v Kutné hoře, byl poprvé od září 2015 testován v ostrém provozu Prahy.

Původně roční testování bylo prodlouženo o následující rok a výsledky jednoznačně ukázaly, že vozidlo bylo schopné zajistit celodenní výkony na běžných autobusových linkách, a to i při využívání klimatizace, či topení. Standardní dojezd během provozních dní se pohyboval v rozmezí 260 až 350 km s přestávkami na rychlonabíjení. (5) V únoru 2017 vozidlo najelo 100 000 km v ostrém provozu a tím dokázalo svoji vysokou efektivitu. Pražsky elektrobusev projekt se tak zařadil k celoevropské špičce. (6)

Elektrobus je po drobných úpravách pod označením SOR EBN 11,1 ke dnešnímu dni stále v provozu.

### 1.1.2 ROŠERO First FCLLI a SOR EBN 10,5 v DPO

Mezi dopravní podniky, které úspěšně nasadily vozidla s elektrickým pohonem do běžného provozu se řadí i Dopravní podnik Ostrava. Poslední akvizicí jsou tři elektrobusey Ekova Electron 12 a dobíjecí stanice umístěná na trase prostředků dodaná dceřinou společností DPO Ekova Electric a.s. Elektrobusey jsou vybaveny technologií ultrarychlého nabíjení, jenž dokáže dobít akumulátory z 30 % na 100 % během hodiny. Na jedno nabití urazí vzdálenost až 140 km, nebo 100 km při zapnutém vytápění, s maximálním osazením 28 sedících a 54 stojících cestujících. Vozidla jsou upřednostněna k provozu na lince č. 64. (7)

Nejedná se však o první vozy tohoto typu, které mohou využívat ostravští cestující. Prvním elektrobusem nasazeným v Ostravě byl SOR EBN 10,5 a to v srpnu 2010. Druhý vyjel v prosinci téhož roku a v červnu 2011, byly dodány další dva. Na jedno nabití je vůz schopen v průměru urazit 125 km s celkovou kapacitou 85 cestujících, z toho je 19 míst k sezení. (8)

Součástí vozového parku ostravského Dopravního podniku je i elektrický midibus ROŠERO-P First FCLLI. Midibus je postavený na platformě Iveco DAILY a dosahuje maximální rychlosti 80 km/h při dojezdu 170 km. Prostor pro cestující je vybaven klimatizací a při počtu 12 sedadel činí celková kapacita až 23 míst. Během května a června roku 2018 byla zařazena do provozu hned trojice vozů. (9)

## 1.2 Alternativní zdroje pohonu

V této kapitole jsou představeny ekologické alternativy dopravních prostředků k tradičním spalovacím pohonům.



### 1.2.1 Elektrobusy

Elektrobusy patří mezi nejrychleji se rozšiřující dopravní prostředky v rámci provozu městské hromadné dopravy. Zavádění elektrických vozidel do systémů dopravní obslužnosti, jako náhradu stávajících vozidel, nebo při vytváření nových linek, patří mezi technologicky jednoduchý proces, neboť hlavní rozdíl spočívá v doplňování „pohonných hmot“. Běžné dieselové prostředky potřebují místo pro tankování, elektrobus potřebuje nabíjecí stojan, veškerá další infrastruktura je totožná. Z hlediska ekonomického jsou elektrická vozidla dlouhodobě výhodnější, díky nižším provozním nákladům. Z hlediska ekologické zátěže, jde o výrazné snížení produkce emisí v místě provozu. Technologický rozvoj elektrického pohonu a akumulátorů s sebou přinesl i výraznou varietu elektrobusů a jejich výrobců.

### 1.2.2 Autobusy na stlačený zemní plyn

Váženým konkurentem elektricky poháněných vozidel v systémech MHD je pohon na stlačený plyn CNG (compressed natural gas). Oproti elektrobusům se nejedná o zcela bezemisní druh pohonu, ale o pohon splňující emisní limity EURO 5 a vyšší. Dalším rozdílem je hlučnost, elektrobusy jsou zcela bezhlučné, kdežto dopravní prostředky s pohonem CNG mají zhruba 50% hluk dieselových prostředků. Veřejné podvědomí o této variantě alternativního pohonu je výraznější, než u elektricky poháněných vozidel, neboť do provozu byl první autobus s pohonem na zemní plyn nasazen již v roce 2006, oproti roku 2015, kdy vyjel do ulic Prahy první elektrobus SOR.

Autobusy na stlačený zemní plyn CNG jsou zavedeny ve velkých provozech jako je Ostrava, Pardubice, Havířov a téměř v 50 dalších českých městech. Již zmíněný Dopravní podnik Ostrava má ve vozovém parku dvoupodlažní Doubledeckery Scania s pohonem na CNG.

### 1.2.3 Autobusy na vodíkové palivové články

Za zmínku jistě stojí i testování autobusů s vodíkovými palivovými články, které mohou být považovány za konkurenci elektrobusů. Evropského projektu palivočlánkových autobusů CHIC, který probíhal v letech 2010-2016, se účastnilo 50 palivočlánkových autobusů v 7 městech Evropy a kanadském Whistleru. Výsledek projektu ukázal, že palivočlánkové autobusy na vodík směřují ke komercializaci a jsou schopny běžného provozu.

Německá Regional Köln GmbH, která se zaměřuje na provoz autobusové dopravy v méně osídlených oblastech a mezi městskými centry, vlastní největší evropskou flotilu vodíkem poháněných prostředků veřejné osobní dopravy. Dva prototypové autobusy s palivovými články, provozované od roku 2011, dva předseriové autobusy nasazené v 2014, v srpnu 2020 rozšířilo dalších 35 dopravních prostředků. Doplňování pohonných hmot zabezpečují dvě

čerpací stanice, které umožňují tankování 20 autobusů na palivové články denně ve dvou cyklech po 10 vozidlech. Cílem společností je provozovat 50 autobusů do konce roku 2021. (10)

Na území České republiky byl realizován projekt TriHyBus (Triple Hybrid Hydrogen Bus), pod záštitou ÚJV Řež. Mezi lety 2009 až 2014 fungoval v Neratovicích pilotní provoz prvního autobusu s vodíkovými palivovými články, který byl vyroben v plzeňské Škodě Electric a.s. na podvozku a karoserii Iveco Irisbus Citelis. Průměrný dojezd, na jednu nádrž dosahoval 300 km a samotné tankování trvalo 10 minut. (11, 12)

O využívání vodíkového pohonu ve veřejné dopravě jeví zájem Moravskoslezský a Středočeský kraj. Dopravní podnik města Ústí nad Labem vstoupil do první fáze zavedení vodíkové dopravy, když v roce 2021 zahájil výstavbu vodíkové čerpací stanice. Následujícím krokem dopravního podniku je získání dotační podpory pro nákup až 15 autobusů s vodíkovými palivovými články. (13)



Obrázek 1 TriHyBus  
Zdroj: (12)

## 2 MĚSTO KUTNÁ HORA

Pro správnou analýzu, je potřeba provést základní seznámení s městem Kutná Hora. Bude nutné zmapovat možné cíle cest a zájmové body obyvatelstva, jako jsou sociální a vzdělávací zařízení, či průmyslové objekty a významní zaměstnavatele. Důležitým faktorem je i návaznost na příměstskou a železniční dopravu.

Kutná Hora je město se statutem obce s rozšířenou působností, která se nachází v jihovýchodní části Středočeského kraje. Město je významná památková rezervace zapsaná na světovém seznamu kulturního dědictví UNESCO, zejména díky svým dominantám, kostelu sv. Jakuba a chrámu sv. Barbory. Město se skládá z 12 městských částí na 7 katastrálních územích.

Podle údajů Českého statistického úřadu k 1.1.2021 v Kutné Hoře žilo 20 828 obyvatel, s nejvyšším zastoupením v městských částí Hlouška (5 088), Šipší (4 943) a Žižkov (3 684). V důchodovém věku se nachází 4 388 (21 %), v produktivním a školním, tj. od 15 do 64 let 13 158 (64 %) obyvatel.

### **Sociální a vzdělávací zázemí**

Základní institucí, která má zásadní vliv na každodenní dění je Městský úřad, jenž se nachází na Havlíčkově náměstí v blízkosti vyhlídky u sv. Jakuba, nicméně více jak 200 metrů od nejbližší zastávky na Palackého náměstí. Úřad práce je situován v samostatné budově na ulici Radnická v dosahu stanoviště MHD Kamenný dům.

V západní části města se nachází jak nemocnice, tak i poliklinika se samostatnou zastávkou MHD.

Pro potřeby obyvatelstva jsou v Kutné Hoře hned čtyři pobočky České pošty, to znamená, že město má čtyři poštovní směrovací čísla, hned tři z nich jsou v blízkosti zastávek MHD. Hlavní pobočka se nachází v městské části Vnitřní město a je obslužena dvojicí zastávek, Palackého náměstí a Kamenný dům. Následující pobočka je situována v blízkosti zastávky Tylovo divadlo, Hlouška. Na východ od centra v městské části Sedlec, u zastávky kostnice, je třetí pobočka.

V Kutné Hoře jsou zastoupeny všechny úrovně vzdělávací systému. Pro děti předškolního věku město nabízí čtyři mateřské školy v městských částech Sedlec, Hlouška a Vnitřní město. Dále čtyři Základní školy, jsou to: ZŠ Žižkov, ZŠ Jana Palacha, ZŠ Kamenná Stezka a ZŠ T.G. Masaryka. Střední stupeň vzdělání zastupuje dvojice gymnázií, Gymnázium Jiřího Ortena a Církevní gymnázium, Střední odborná škola a střední odborné učiliště řemesel

a Střední průmyslová škola, která zároveň nabízí i vyšší odborně vzdělání v oblastech automatizace a telekomunikací.

Snaha je zřídit Kutnohorskou Královskou Univerzitu v budově Jezuitské koleje, která by poskytovala vzdělání v historických oborech, ale aktuálně v Kutné Hoře sídlí pouze Vysoká škola společenských a politických věd se zaměřením na studium politologie v bakalářském programu. Instituce se sem přestěhovala z Kolína v roce 2015.

### **Centra zaměstnanosti a obchodní zóny**

V Sedleci, vedle prostor bývalého cisterciáckého kláštera se nachází tabáková továrna Philip Morris ČR, a.s., kde je zaměstnáno na 800 pracovníků. V prostorách průmyslové zóny se nachází továrna na výrobu LCD monitorů a počítačových komponent Foxconn Technology CZ s.r.o., která zaměstnává na 2 000 lidí. Strojírenský závod ČKD Kutná Hora, a. s. na výrobu odlitků, svařenců a železničních podvozků s 800 zaměstnanci a logistická firma JUSDA Europe s.r.o. Za zmínku stojí i místní pivovar v Šipší v docházkové vzdálenosti od autobusového nádraží.

Obchody a obchodní centra jsou ve městě zastoupeny řetězci Kaufland, Albert, Billa a Penny Market. Jedná se o významné body, které dle gravitačního modelu převezmou majoritu potencionálních zákazníků. Každý z obchodních domů je v blízkosti zastávky MHD, v případě Kauflandu a Albertu se jedná o stanoviště Čechova. Penny Market je v dosahu zastávky Šipší, Sběrná a Billa je hned vedle autobusového stanoviště. V areálu bývalého výrobního závodu Avie nově vzniká obchodní dům TESCO v přímém dosahu zastávky Hlouška, Na Špici.

### **Dopravní situace**

Kutnou Horou vede silnice I/2 v úseku Říčany – Přelouč, která se u Malína, východně od města, kříží se silnicí I/38 v úseku Kolín – Čáslav. Končí zde silnice II/126 ve směru od Zbraslavic. V katastru města se dohromady nachází 11 silnic III. Třídy.

Městská hromadná doprava čítá sedm linek pro všední dny a jednu víkendovou. Příměstskou dopravu zabezpečuje čtrnáct linek, které vozí zákazníky například do Zbraslavic, Kolína či Zruče nad Sázavou.

Kutnou Horou prochází železniční trať 230, (Praha –) Kolín – Havlíčkův Brod. Jedná se o dvoukolejnou elektrifikovanou železnici v celé své délce. Hlavní nádraží se nachází v městské části Sedlec, s přímým přestupem na městskou MHD. Ze stanice je napojení na regionální trať 235, vlečku č. 1262 do průmyslové oblasti ČKD Kutná Hora, a. s., vlečku č. 1131 a vlečku č. 1159 do areálu společnosti Philip Morris ČR, a.s.

Na regionální trati 235 Kutná Hora – Zruč nad Sázavou, se přímo na území města nachází tři zastávky, Kutná Hora – Sedlec, Kutná Hora – Město a Kutná Hora – Předměstí. Trať je neelektrifikovaná a 35,9 km dlouhá.

Městská hromadná doprava je řízena z dispečinku v Čáslavi.

### 3 ARRIVA KUTNÁ HORA

ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA a.s., v České republice provozuje 2 000 autobusů, 38 trolejbusů, 83 vlaků a zaměstnává téměř 3 500 zaměstnanců. Hlavní činností skupiny je linková autobusová doprava. Na trhu pravidelné osobní autobusové dopravy v tuzemsku zaujímá ARRIVA vedoucí postavení. Ročně přepraví přes 115 milionů cestujících. (14)

V Kutné hoře dceřiná ARRIVA autobusy a.s. provozuje městskou a příměstskou osobní hromadnou dopravu. Během roku 2019 došlo k obměně vozového parku. Pětice dieselových vozidel byla odstavena a nahrazena trojicí 11metrových elektrobusů SOR spolu s dvojicí 8metrových midibusů ROŠERO-P. Elektrická vozidla doplňují tři dieselové autobusy, které slouží během technologických přestávek. V městské části Sedlec, v areálu bývalé cihelny, byla vybudována nabíjecí stanice. Ta je osazena pěti stojany SOR 400/200A-EV, které byli dodány výrobcem elektrobusů SOR Libchavy s.r.o. Nově nasazená vozidla mohou tedy být nabíjena všechna současně.

Vedení města se rozhodovalo mezi autobusy na zemní plyn a elektrobusy. Elektrobusy zvítězily díky výhodnějším dotačním podmínkám.



Obrázek 2 Proces nabíjení  
Zdroj: Autor

Dopravní obslužnost v Kutné hoře zajišťovala výhradně dieselová vozidla, než byl 13.6.2019 zaveden částečný bezemisní provoz. Vozový park tvořilo 7 autobusů SOR a midibus Mercedes SPRINTER.

Mezi vyřazené prostředky patří dvojice autobusů SOR BN 12, které zajišťovaly linky 245001 a 245003. Městskou linku 245007 zajišťoval midibus Mercedes SPRINTER 313. Městskou linku 245006 zajišťovaly dva autobusy SOR BN 10,5, služebně mladší vozidlo bylo přesunuto na novou příměstskou linku 245017. Linky 245002, 245004 a 245005, které byly primárně určeny pro zaměstnance v průmyslové oblasti ČKD, zajišťovaly autobusy SOR B 10,5, SOR IBN 10,5 a SOR CN 8,5. První jmenovaný dopravní prostředek již není aktivní.

Spolu s obměnou vozového parku, na základě požadavků města, provozovatel provedl změnu jízdních řádu a reorganizaci linek. Zásadní změnou bylo zrušení linek 245002, 245004 a 245005, které sloužily primárně pro zaměstnance v průmyslovém areálu ČKD. Část provozu byla přesunuta na linku 245017, ale podíl na přepravě pracovníků má i Foxconn, který si zajišťuje vlastní dopravní obslužnost nezávisle na společnosti ARRIVA autobusy a.s.

Původní linka 245001 nedoznala, jako jediná žádných změn, a v novém jízdním řádu je vedena pod označením 245011. Linka 245003 poliklinika - autobusová stanice – Kaňk byla spojena s původní linkou 245004 a tedy rozšířena a stanice celnice – ČKD – Karlov pod novým označením 245016.

Linka 245006 hlavní nádraží ČD – sídliště Šipší – U Kamenné kašny – poliklinika byla rozšířena o dvě zastávky Malín, Malín u restaurace a označena jako 245012.

Linka 245007, která zajišťovala provoz o víkendech a o svátcích byla rozšířena o 4 zastávky a nově označena 245091.

Zapojením Kutnohorska do společného integrovaného systému Prahy a Středočeského kraje došlo 1.8.2021 ke zrušení všech platných linek MHD na území Kutné Hory a jejich nahrazení linkami 24801 a 24802. Dále, se do dopravní obsluhy města zapojují upravené linky 381, 481 a 705, které jsou součástí středočeské integrované dopravy. Provoz linek 381 a 705 je veden v přesném protikladu v 30minutovém intervalu během dopravní špičky, a v 60minutovém intervalu v ostatních obdobích dne. Linky jsou vedeny přes území celé Kutné Hory, ale primárně zajišťují spojení s Čáslaví. Linka 481 zajišťuje přímé spojení Uhlířských Janovic, Kutné Hory a Čáslavi, tudíž spoj městem pouze projíždí a nijak výrazně nezasahuje do systému MHD. Tyto linky nejsou zajišťovány pomocí elektrických vozidel a jsou spravovány PID, z tohoto důvodu nebudou v práci dále zmíněny.

## 4 ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU

### 4.1 Vozový park

Ve vozovém parku Čáslavské pobočky společnosti ARRIVA autobusy a.s., která zabezpečuje dopravní prostředky pro provoz MHD v Kutné hoře, se nachází 3 elektrobusy SOR, 2 elektrické midibusy ROŠERO a 3 dieselové autobusy SOR. Elektrické dopravní prostředky zavedené do ostrého provozu od první poloviny roku 2019 nahradily 4 dieselové autobusy SOR, které byly postupně nasazovány v letech 2004 až 2008, a jeden Mercedes SPRINTER.

#### 4.1.1 Dieselové dopravní prostředky

##### **SOR BN 10,5**

Dieselové autobusy s výrobním označením SOR BN 10,5 se v kutnohorském vozovém parku MHD nacházely dva. První, služebně starší dopravní prostředek byl nasazen do provozu již v roce 2004 a sloužil do roku 2019, kdy byl vyměněn za svoji elektrickou alternativu. Druhý autobus SOR BN 10,5, který je stále aktivní, byl do provozu nasazen v roce 2015.

Autobusy SOR s označením BN jsou určeny do městského a příměstského provozu. Dopravní prostředek je konstruován částečně nízkopodlažní s důrazem na ekologický a hospodárny provoz. (15)

Autobus je vybaven diodovými tably BUSTEC s hnědě zbarveným písmem. Celkově tři tabla jsou rozmístěna na čele, zádi a boku. Palubní distribuce informací je zajištěna pomocí LCD panelu.

Tabulka 1 Vybrané parametry SOR BN 10,5

<b>5E66355</b>		<b>SOR BN 10,5</b>	
<b>Místa k sezení</b>	30	<b>Datum první registrace</b>	10.06.2015
<b>Klimatizace</b>	Ne	<b>Výkon</b>	184 kW
<b>Nízkopodlažní</b>	Ano	<b>Palivová nádrž</b>	160 l
<b>Počet dveří</b>	3	<b>Ad-Blue</b>	30 l
<b>Emisní třída</b>		EURO 6	

Zdroj: Autor, (15)





Obrázek 3 SOR BN 10,5  
Zdroj: Autor

### SOR IBN 8,5

Autobusy SOR BN 8,5 jsou nízkopodlažní, určené pro provoz v úzkých ulicích, například v historickém centru města. Při porovnání s předchozím typem BN 10,5, jehož délka je 10 750 mm je BN 8,5 se svými 8 400 mm výrazně kratší, díky čemuž má přístup do míst, kam by se jinak klasické autobusy dostávaly se značnými potížemi, nebo vůbec. (15)

Kutnohorský BN 8,5 byl do provozu nasazen v roce 2012. Vnější a vnitřní informační výbava je totožná s předchozím autobusem. Písmeno „I“ v označení znamená, že dopravní prostředek byl vyroben pod licencí IVECO.

Tabulka 2 Vybrané parametry SOR IBN 8,5

4E83852		SOR IBN 8,5	
Místa k sezení	25	Datum první registrace	12.03.2012
Klimatizace	Ne	Výkon	137 kW
Nízkopodlažní	Ano	Palivová nádrž	160 l
Počet dveří	2	Ad-Blue	30 l
Emisní třída		E5EEV	

Zdroj: Autor, (15)



Obrázek 4 SOR IBN 8,5  
Zdroj: Autor

### SOR CN 8,5 CUMMINS

Autobusy SOR CN 8,5 jsou považovány za předchůdce BN 8,5, od kterého se liší zejména manuální převodovkou. SOR BN má převodovku automatickou. Jedná se opět o typ nízkopodlažního autobusu určeného pro městský provoz. V kutnohorském vozovém parku se jedná o nejdéle provozovaný autobus MHD, byl nasazen v roce 2010.

Pro předávání informací slouží pouze čelní terčíkové tablo BUSE, na palubě se nenachází žádný informační panel.

Tabulka 3 Vybrané parametry SOR CN 8,5

3E83046		SOR CN 8,5	
Místa k sezení	26	Datum první registrace	28.06.2010
Klimatizace	Ne	Výkon	137 kW
Nízkopodlažní	Ano	Palivová nádrž	160 l
Počet dveří	2	Ad-Blue	30 l
Emisní třída	EURO 5		

Zdroj: Autor, (15)



Obrázek 5 SOR CN 8,5  
Zdroj: Autor

#### 4.1.2 Elektrické dopravní prostředky

##### **SOR EBN 11**

Jedná se o 11metrový bezemisní nízkopodlažní elektrobus pro městský a příměstský provoz, s celkovou kapacitou 93 cestujících. Vozidlo je vybaveno elektrickým topením a dvojicí klimatizačních jednotek pro zajištění komfortního cestování. Standardní dojezd na jedno nabití se pohybuje v rozmezí 120 až 150 km v závislosti na lince, dnu v týdnu, ročním období a dalších parametrech.

Elektrobus SOR EBN 11 byl poprvé testován a následně nasazen v roce 2015 v Praze, do provozu v Kutné hoře byly nasazeny hned tři vozidla v roce 2019.

Podobně jako u BN 10,5 jsou všechny EBN 11 vybaveny třemi diodovými tably BUSTEC a jedním LCD panelem na palubě.

Tabulka 4 Vybrané parametry SOR EBN 11

<b>6E21041</b>	<b>SOR EBN 11</b>		
<b>6E21042</b>			
<b>6E21043</b>			
<b>Místa k sezení</b>	30	<b>Datum první registrace</b>	24.04.2019
<b>Klimatizace</b>	Ano	<b>Výkon</b>	120 kW
<b>Nízkopodlažní</b>	Ano	<b>Kapacita baterie</b>	172 kWh
<b>Počet dveří</b>	3		

Zdroj: Autor, (16)



Obrázek 6 SOR EBN 11

Zdroj: Autor



Obrázek 7 Interiér SOR EBN 11

Zdroj: Autor

## ROŠERO-P FIRST FCLEI

Eklektický midibus pro městský a příměstský provoz ROŠERO-P FIRST FCLEI je postaven na podvozku Iveco Daily. Vozidlo je určeno pro obsluhu historické části města, kde díky svými kompaktním rozměrům může bez obtíží operovat. Celková kapacita činí 28 míst, 18 z toho k sezení, jedno invalidní místo a prostor pro dětský kočárek.

Stejně jako u předchozího elektrického prostředku jsou midibusy vybaveny třemi diodovými tably BUSTEC a jedním LCD panelem na palubě.

Tabulka 5 Vybrané parametry ROŠERO-P FIRST

6E21029		ROŠERO-P FIRST FCLEI	
6E21039			
Místa k sezení	18	Datum první registrace	02.05.2019
Klimatizace	Ano	Výkon	100 kW
Nízkopodlažní	Ano	Kapacita baterie	78 kWh
Počet dveří	2		

Zdroj: Autor, (17)



Obrázek 8 ROŠERO-P FIRST FCLEI

Zdroj: Autor



Obrázek 9 Interiér ROŠERO-P FIRST FCLEI  
Zdroj: Autor

## 5 DOPRAVNÍ VÝKON

Provoz městské hromadné dopravy na území města Kutná Hora zajišťuje pětice elektrických vozidel ve složení SOR ENB 11, ROŠERO-P FIRST FCLEI a trojice diesellových nízkopodlažních autobusů, SOR BN 10,5, SOR CN 8,5 a SOR IBN 8,5. Dopravní obslužnost je zajištěna pomocí dvou linek, na kterých se během dne vystřídají všechna vozidla. Žádný z dopravních prostředků není striktně přiřazen k jedné konkrétní lince.

Elektrická vozidla byla pořízena za finanční pomoci v rámci Integrovaného regionálního operačního programu (IROP), výzvy č. 20 – Nízkoemisní a bezemisní vozidla. Náklady dosáhly výše 53,8 mil. Kč, přičemž IROP pokryl 85 % z nákladů, tj. 45,7 mil. Kč. (1,18) V podmínkách dotačního programu mohou elektrobuses fungovat pouze na území Kutné Hory a všech pět dopravních prostředků musí dohromady dosáhnout roční vytížení 150 000 km na veřejnou obslužnost. Výjimku tvoří Hlízov a obec Malín, které nejsou přímo součástí města. Podmínky provozu v rámci dotační smlouvy musí být dodržovány jak ze strany dopravce, tak i města po dobu deseti let. Servis vozidel a jejich příprava na každoroční technickou kontrolu probíhá ve vlastních prostorách společnosti ARRIVA autobusy a.s. v Čáslavi, náročnější úkony, či opravy probíhají v Pardubicích.

Dojezdová vzdálenost garantovaná výrobcem u velkých elektrobuses, tj. SOR EBN 11 v běžném provozu dosahuje až 190 km na jedno nabití, u menších vozidel, ROŠERO je to 150 km. Nicméně, průměrnou spotřebu elektrické energie na spoj, či linku nelze jednoznačně určit. Spotřeba závisí na mnoha faktorech, zvláště v podmínkách Kutné Hory. Město je velmi členité a spoje obsluhující hlavně zastávky v historickém centru (Kamenná kašna, Kamenný dům, Palackého náměstí) musí překonávat opakovaně převýšení. Městské centrum mohou obsluhovat pouze midibuses ROŠERO, a to jak z prostorového omezení (viz. Obrázek 10), kdy delší autobusy mají značné potíže se v stísněných prostorách pohybovat, tak i díky hmotnostnímu omezení vycházejícího z historické těžby stříbrné rudy pod městem. V celém rozsahu historického centra platí omezení na jednorázový průjezd vozidla do maximální hmotnosti 40 tun a vedení města dlouhodobě odmítá zde povolit provoz velkých autobusů.



Obrázek 10 Ulice Husova mezi zastávkami Kamenná kašna a Palackého náměstí  
Zdroj: Autor

Značný vliv na dojezdovou vzdálenost mají i další elektrická zařízení na palubě vozidla. Jedná se o informační panely, USB nabíječky, ale hlavně o klimatizační jednotku, jenž je nutná pro zajištění pohodlí během horkých letních měsíců. V zimě jsou vozidla vytápěna pomocí naftového topení. Dalším faktorem, je samotná hmotnost dopravního prostředku. Vzhledem k obecně rozšířenému omylu, který tvrdí, že elektrická vozidla jsou těžší, než vozidla s konvenční pohonnou jednotkou, kdy faktem zůstává, že hmotnostní rozdíl je minimální, či zanedbatelný. V případě elektrobuse SOR EBN 11, který má pohotovostní hmotnost 10 300 kg, je rozdíl 300 kg ve prospěch k srovnatelnému dieselovému autobusu SOR BN 12. (15, 16) Podle údajů od ROŠERO-P, dodavatele městských midibusů je pohotovostní hmotnost dieselových a elektrických vozidel totožná, 7 200 kg. (17) Podstatným činitelem, který tedy ovlivňuje celkovou hmotnost vozidla během provozu na lince je obsazenost cestujícími.

V neposlední řadě spotřebu energie ovlivňuje i jízdní styl řidiče a dopravní provoz, či stavební omezení. Povinností řidičů je zajistit, aby kapacita elektrické energie v bateriích



neklesla pod 20 %. Minimální hladina, pod kterou již dochází k poškození životnosti akumulátorů a byly by tak i porušeny záruční podmínky. Během dobíjecích přestávek zastupují elektrická vozidla dieselové autobusy, které jsou běžně zaparkovány v areálu společnosti Cross Trans Service Kutná Hora, s.r.o. na ulici Hrnčířská.

Při organizaci turnusů řidičů je brán zvláštní ohled, aby se jednotlivým řidičům příliš často neměnili dopravní prostředky, neboť znalost stavu vozidla z předchozí směny, či provozu usnadňuje údržbu a předchází případným poruchám.

## 5.1 Nabíjení elektrobusů

Mezi některé důvody, proč se elektromobily doposud výrazně nerozšířili do běžného provozu lze zařadit omezený dojezd, alespoň ve srovnání se spalovacím pohonem a dlouhé nabíjecí časy. Systém linek městské hromadné dopravy dokáže tuto nevýhodu částečně eliminovat pomocí naplánování nabíjecích intervalů pro každé vozidlo samostatně a případně stanovení jejich náhrad v provozu. Efektivně tak zabrání tvoření se čekacích front na nabíjecí stojany a zajistí tak i požadovaný denní dojezd.

Nabíjecí stanice je umístěna v městské části Sedlec v areálu bývalé cihelny a je vybavena celkem pěti stojany od výrobce autobusů SOR. Všechna vozidla mohou být tedy nabíjena současně v standardním režimu nabíjení. Stojany jsou vybaveny i možností zrychleného nabíjení a rychlonabíjení, ale vzhledem k technickému omezení rozvodné sítě a přítomnosti dalších odběratelů, je možné k rychlonabíjení využívat pouze jeden stojan současně.

Standardní nabíjení probíhá přes noc a trvá až devět hodin u SORu a 5–8 hodin u ROŠERa v závislosti na hodnotě vybití akumulátoru po předchozím provozu. Během dopoledních hodin je možné využít nabíjecí stojany pro zrychlené tři hodinové nabíjení a rychlonabíjení, které trvá hodinu a půl.

**Pomalé AC nabíjení** poskytuje střídavý proud dopravnímu prostředku, který si jej prvně musí převést na stejnosměrný proud, než ho uloží do akumulátoru. K tomuto převodu slouží palubní nabíječka a teprve její výkon a konfigurace rozhoduje, jak rychlý proces nabíjení bude. Běžný výkon nabíječky se pohybuje v rozmezí 3,6 – 22 kW. Tento způsob je primárně určen pro domácí nabíjení. (19)

**Zrychlené DC nabíjení** poskytují přímo stejnosměrný proud, který si dopravní prostředek nemusí nijak převádět, a není tak omezen výkonem své, často pomalejší, palubní nabíječky. Rychlonabíjecí stanice zpravidla zvládnou nabíjet výkonem 50 kW.

**Rychlonabíjení DC** je nabíjení stejnosměrným proudem pomocí výkonné nabíjecí stanice, hodnota výkonu se pohybuje v rozmezí 50 až 250 kW. Ultrarychlé nabíjení lze využívat na konečných zastávkách, nebo při bezpečnostní přestávce řidiče.

### **Rekuperace kinetické energie**

Během častého zastavování, zpomalování nebo jen udržování požadované rychlosti vozidla lze využít možnost rekuperace. Rekuperace je proces, při kterém dochází k přeměně části kinetické energie na energii elektrickou, kterou lze uložit do akumulátorů a následně zpětně využít pro provoz vozidla. Běžně je tato energie mařena v brzdovém ústrojí, u elektromobilů lze pomocí elektrického motoru, který takto pracuje v režimu generátoru docílit částečného návratu prostředků vynaložených na pohyb vozidla. Do činnosti je rekuperace uvedena na základě požadavků z řídicí jednotky při částečném sešlápnutí brzdového pedálu. Energie následně proudí přes inverter, kde je upravena, aby mohla být uskladněna. Při požadavku na větší brzdové zpomalení až zastavení, je využita brzdová soustava. Provoz v městském provozu při častém zastavování je ideální pro rekuperaci, přičemž zároveň dochází ke snížení opotřebení brzdové soustavy. Účinnost procesu u asynchronního motoru SORu EBN 11 dosahuje až 30 %.

## **5.2 Dojezdy elektrobuseů**

Dojezdová vzdálenost SOR EBN 11 po běžném nabíjení je dle výrobce 190 km. Podle tabulky 6 by to odpovídalo průměrné spotřebě 0,9 kWh/km. Nicméně tato hodnota odpovídá pouze jízdě bez energetické spotřeby dalších zařízení a po komunikaci bez převýšení. V případě jízdy po silnic I/2 od okružní křižovatky po ulici Československých legionářů směrem k zastávce Žižkov, Na Valech během června, kdy panují vyšší venkovní teploty, tedy za nutnosti aktivní klimatizace a přibližně 70 % obsazenosti vozidla stoupá spotřeba až na 1,7 kWh/km. V zimních měsících, kdy je elektrobuse vytápěn nezávisle na akumulátoru dosahuje spotřeba na totožném úseku 1,1 – 1,2 kWh/km.

## Dojezd elektrobusu

$$l_d = \frac{C_{AKU}}{S_{el.en.1 km}} \quad [km] \quad (1)$$

Kde:  $l_d$ .....dojezd elektrobusu [km]  
 $C_{AKU}$ .....kapacita akumulátoru [kWh]  
 $S_{el.en.1 km}$ .....spotřeba elektrické energie na 1 km [kWh/km]

**Dojezd elektrobusu, (Podle vztahu (1), hodnota: 103,2 kWh, 1,2 kWh/km)**

$$l_d = \frac{C_{AKU}}{S_{el.en.1 km}} = \frac{103,2}{1,2} = 86 km$$

Tabulka 6 Dojezd SOR EBN 11 při jednotlivých spotřebách elektrické energie

Úroveň el. energie v akumulátoru [%]	100	80	60	50	40	25	20
Kapacita [kWh]	172	137,6	103,2	86	68,8	43	34,4
Spotřeba el. Energie [kWh/km]	Dojezd [km]						
0,8	215,0	172,0	129,0	107,5	86,0	53,8	Oblast snižující životnost akumulátoru
0,9	191,1	152,9	114,7	95,6	76,4	47,8	
1	172,0	137,6	103,2	86,0	68,8	43,0	
1,1	156,4	125,1	93,8	78,2	62,5	39,1	
1,2	143,3	114,7	86,0	71,7	57,3	35,8	
1,3	132,3	105,8	79,4	66,2	52,9	33,1	
1,4	122,9	98,3	73,7	61,4	49,1	30,7	
1,5	114,7	91,7	68,8	57,3	45,9	28,7	
1,6	107,5	86,0	64,5	53,8	43,0	26,9	
1,7	101,2	80,9	60,7	50,6	40,5	25,3	

Zdroj: Autor

Hodnoty zvýrazněné červenou barvou představují již nedostatečnou dojezdovou vzdálenost pro nejdelší etapu z denních oběhů elektrobuse SOR.

Dojezdová vzdálenost ROŠERO-P FIRST FCLEI s plně nabitým akumulátorem dle údajů od výrobce činí 150 až 190 km. Podle Tabulka 7 to odpovídá průměrné spotřebě mezi 0,4 - 0,5 kWh/km. Stejně jako v předchozím případě u elektrobuse SOR EBN 11 je pohodlí cestujících v horkém počasí zajištěno klimatizační jednotkou, která navyšuje spotřebu elektrické energie až o 48 %, to v praxi znamená spotřebu 0,74 kWh/km při 60 % obsazenosti dopravního prostředku.

Tabulka 7 Dojezd ROŠERO-P FIRST při jednotlivých spotřebách elektrické energie

Úroveň el. energie v akumulátoru [%]	100	80	60	50	40	25	20
Kapacita [kWh]	78	62,4	46,8	39	31,2	19,5	15,6
Spotřeba el. Energie [kWh/km]	Dojezd [km]						Oblast snižující životnost akumulátoru
0,3	260,0	208,0	156,0	130,0	104,0	65,0	
0,4	195,0	156,0	117,0	97,5	78,0	48,8	
0,5	156,0	124,8	93,6	78,0	62,4	39,0	
0,6	130,0	104,0	78,0	65,0	52,0	32,5	
0,7	111,4	89,1	66,9	55,7	44,6	27,9	

Zdroj: Autor

Hodnoty zvýrazněné červenou barvou představují již nedostatečnou dojezdovou vzdálenost pro nejdlejší etapu z denních oběhů midibusů ROŠERO.

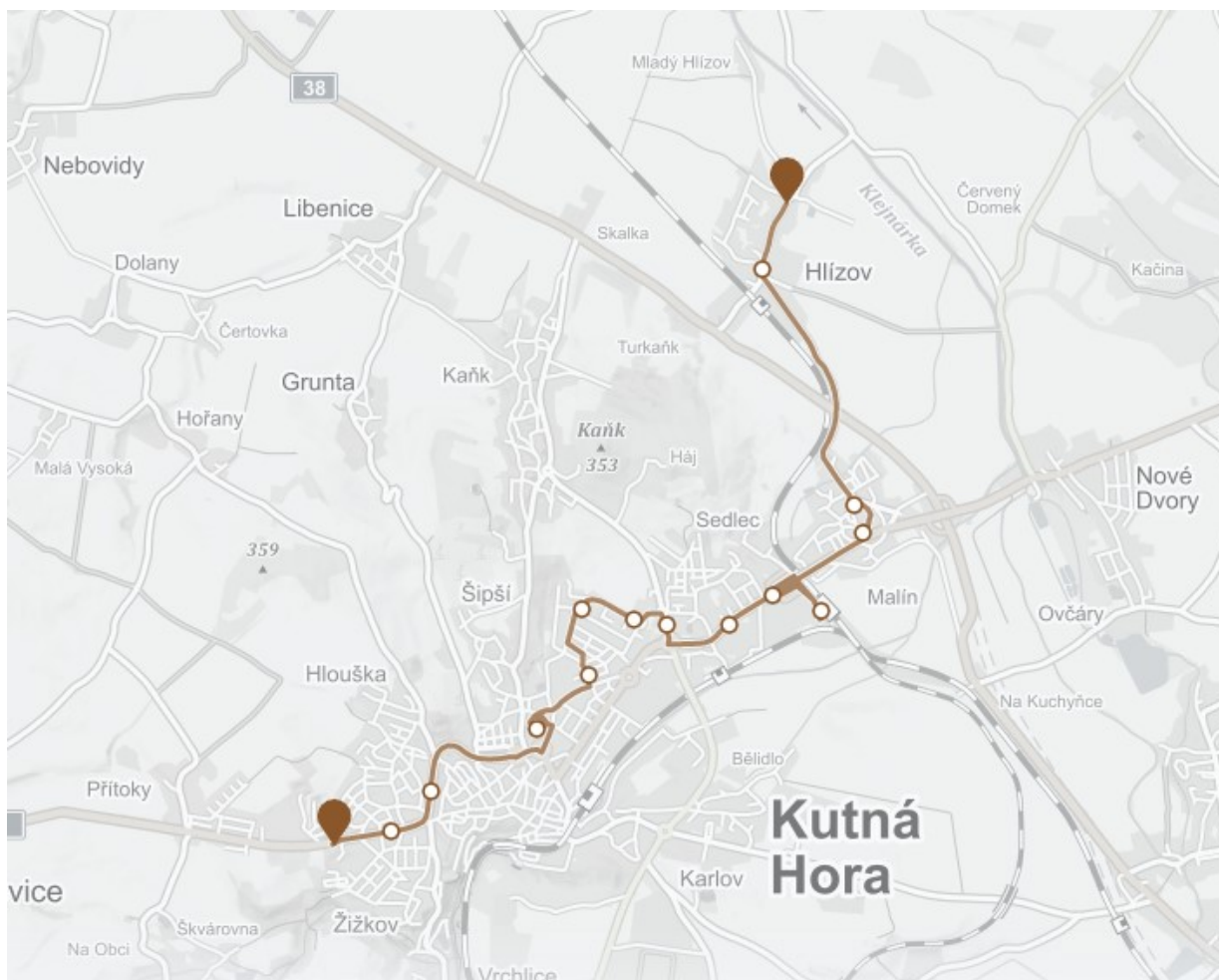
Pro oba typy dopravních prostředků platí podmínka, kdy výrobcem garantovaný dojezd na jedno nabití, je dosažitelný pokud, již na akumulátorech nebylo najeto více jak 150 000 km.

### 5.3 Charakteristika linkového vedení

Dopravní obslužnost v Kutné Hoře zajišťují 2 linky, označené jako 240801 a 240802. Každý z nasazených dopravních prostředků má vlastní turnus, v němž se kombinují spoje z obou linek.

#### Linka 240801

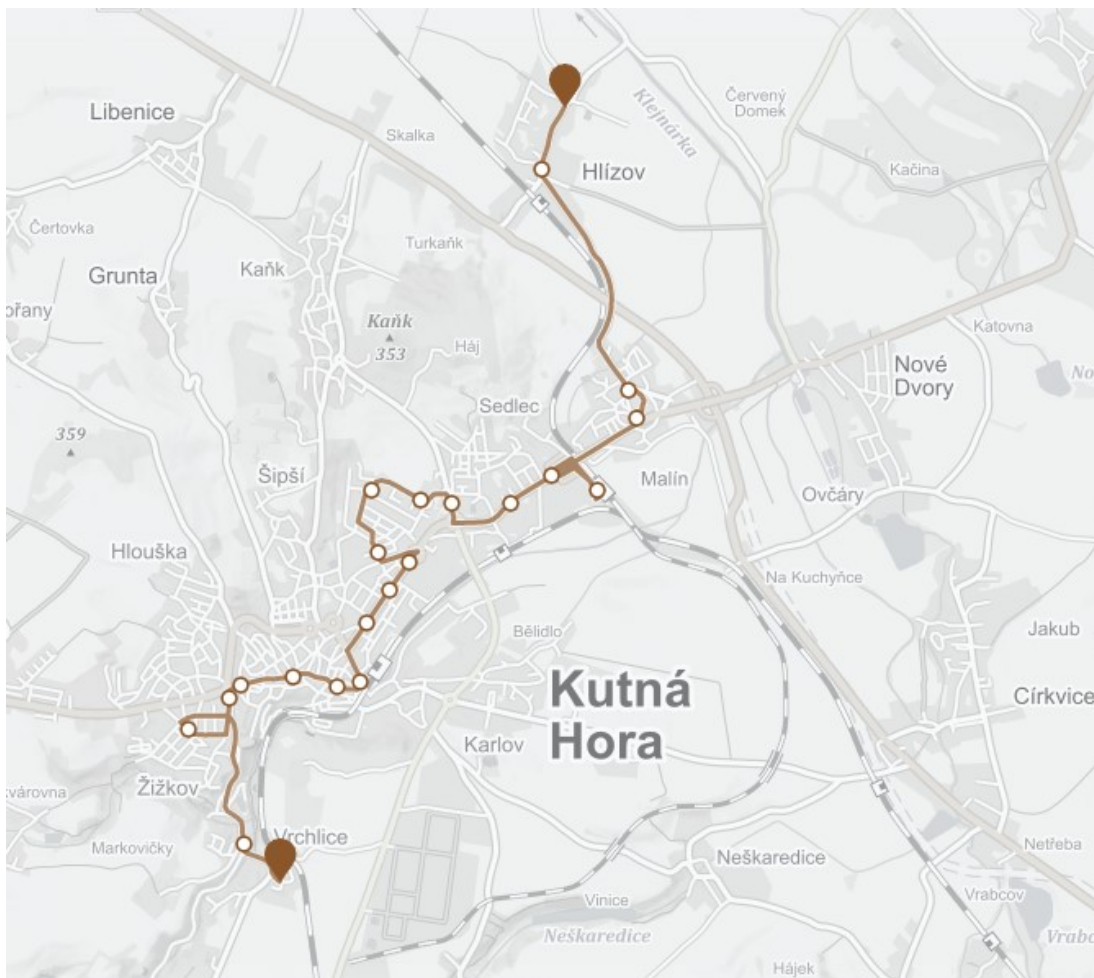
Linka 801 vede mimo historickou část města a je tedy převážně obsluhována velkými elektrobusey SOR. Na území Kutné hory zahrnuje zastávky: Hlízov, u váhy – Hlízov, u pomníku – Kutná Hora, Malín, Starokolínská – Kutná Hora, Malín, Novodvorská – Kutná Hora, Malín, Mincovní – Kutná Hora, hlavní nádraží – Kutná Hora, Sedlec, U Nadjedzu – Kutná Hora, Sedlec, kostnice – Kutná Hora, Sedlec, Čechova – Kutná Hora, Šipší, Opletalova – Kutná Hora, Šipší, Jana Zajíce – Kutná Hora, Šipší, Sběrná – Kutná Hora, aut.st. – Kutná Hora, Žižkov, Na Valech – Kutná Hora, Žižkov, Kouřimská – Kutná Hora, Žižkov, poliklinika.



Obrázek 11 Linka 801  
Zdroj: Seznam.cz/jizdnirady, úprava autor

## Linka 240802

Linka 802 již zahrnuje zastávky v historickém centru města, které mohou obsluhovat pouze midibusy a je taktéž více využívána během dní pracovního klidu. Zahrnuje zastávky: Kutná Hora, Vrchlice, V Cihelně – Kutná Hora, Poličany – Kutná Hora, Poličany – Kutná Hora, Vrchlice, Táborská – Kutná Hora, Žižkov, Fučíkova – Kutná Hora, Žižkov, Kremnická – Kutná Hora, Kamenná kašna – Kutná Hora, Palackého náměstí – Kutná Hora, Sokolská – Kutná Hora, městské nádraží – Kutná Hora, Kamenný dům – Kutná Hora, Česká – Kutná – Hora, Hlouška, Tylovo divadlo – Kutná Hora, Hlouška, Masarykova – Kutná Hora, Hlouška, Na Špici – Kutná Hora, Šipší, Sběrná – Kutná Hora, Šipší, Jana Zajíce – Kutná Hora, Šipší, Opletalova – Kutná Hora, Sedlec, Čechova – Kutná Hora, Sedlec, kostnice – Kutná Hora, Sedlec, U Nadjezdu – Kutná Hora, hlavní nádraží – Kutná Hora, Malín, Mincovní – Kutná Hora, Malín, Novodvorská – Kutná Hora, Malín, Starokolínská – Hlízov, u pomníku – Hlízov, u váhy



Obrázek 12 Linka 802  
Zdroj: Seznam.cz/jizdnirady, úprava autor

#### 5.4 Denní oběhy dopravních prostředků

Společnost ARRIVA autobusy a.s. má svoji centrální pobočku v Chrudimi, ale provozovna zajišťující podporu, i servis vozidel pro městskou hromadnou dopravu v Kutné Hoře se nachází v Čáslavi. Nicméně, to neznamená, že dopravní prostředky musí absolvovat denně přejezd mezi provozovnou a místem provozu. Dieselové dopravní záložní prostředky jsou parkovány v prostorách areálu Cross Trans Service Kutná Hora, s.r.o., jak již bylo zmíněno na úvodu kapitoly. Elektrická vozidla naopak zůstávají přes noc připojená na nabíjecích stojanech v Sedleci, v Kutné Hoře. Dopravní obslužnost zajišťují 3 elektrobusy SOR EBN 11, 2 midibusy ROŠERO-P FIRST FCLEI a trojice dieselových záložních autobusů. Specifikace všech dopravních prostředků jsou uvedeny v kapitole 4. V následující tabulce 12, jsou uvedeny základní údaje, ze kterých vychází analýza oběhů dopravních prostředků pro linky 801 a 802.

Tabulka 8 Výchozí údaje dopravních prostředků

Dopravní prostředek	Kapacita akumulátoru	Průměrná spotřeba	Maximální měřená spotřeba	Nutná rezerva baterie
	<b>kWh</b>	<b>kWh/km</b>	<b>kWh/km</b>	<b>kWh</b>
<b>SOR EBN 11</b>	172	1,1	1,7	34,4
<b>ROŠERO</b>	78	0,5	0,7	15,6

Zdroj: Autor

Použité hodnoty spotřeby elektrické energie v kWh/km jsou získány z běžného provozu elektrobusu SOR i midibusu ROŠERO přímo v Kutné Hoře, a to během letních měsíců.

#### 5.4.1 Denní oběhy SOR EBN 11

Během pracovních dní jsou nasazeny do oběhu všechny tři elektrobusy SOR EBN 11, každý má vlastní denní oběh kombinující spoje z obou zavedených linek. Elektrobusy mají stanovenou minimální úroveň zbývající energie v akumulátorech, pod kterou nesmí klesnout na 20 %, to je přibližně 35 kWh.

Tabulka 9 Denní oběh pro SOR 1

Oběh 810 - SOR 1	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	<b>km</b>	<b>h</b>	<b>kWh</b>	<b>kWh</b>	<b>kWh</b>	<b>kWh</b>
<b>Dopolední etapa</b>	70,5	3,6	-77,6	94,5	-119,9	52,2
<b>Nabíjení</b>		<b>1,3</b>	<b>+127,5</b>	<b>172,0</b>	<b>+127,5</b>	<b>172,0</b>
<b>Odpolední etapa</b>	64,0	3,4	-70,4	101,6	-108,8	63,2

Zdroj: Autor

První z oběhů pro velké elektrobusy SOR začíná ve 4:24 a končí v 16:41. Zahrnuje celkem 3 spoje z linky 801 a 15 spojů z 802. Přestávka pro rychlonabíjení během dopoledne je 75 minut dlouhá.

Tabulka 10 Denní oběh pro SOR 2

Oběh 812 - SOR 2	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	km	h	kWh	kWh	kWh	kWh
Dopolední etapa	68,0	3,6	-74,8	97,2	-115,6	56,4
Nabíjení		1,3	+127,5	172,0	+127,5	172,0
Odpolední etapa	84,5	4,7	-93,0	79,1	-143,7	28,4

Zdroj: Autor

Druhý elektrobuses SOR začíná ve 5:46 a končí ve 19:58 s 80minutovou přestávkou pro rychlonabíjení. Oběh zahrnuje 4 spoje z linky 801 a 15 z linky 802.

Tabulka 11 Denní oběh pro SOR 3

Oběh 813 - SOR 3	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	km	h	kWh	kWh	kWh	kWh
Dopolední etapa	31,0	1,5	-34,1	137,9	-52,7	119,3
Nabíjení		1,0	+102,0	172,0	+102,0	172,0
Odpolední etapa	101,5	5,7	-111,7	60,4	-172,6	0,0

Zdroj: Autor

Poslední denní oběh elektrobusesu SOR během pracovní dny začíná ve 6:11 a končí ve 20:58. Nabíjecí přestávka připadá na odpoledne a trvá 80 minut. Elektrobuses zajišťuje 3 spoje z linky 801 a 15 z linky 802.



Tabulka 12 Denní oběh pro SOR o víkendu

Oběh 826 - SOR	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	km	h	kWh	kWh	kWh	kWh
Dopolední etapa	25,0	1,2	-27,5	144,5	-42,5	129,5
Nabíjení		1,3	+127,5	172,0	+127,5	172,0
Odpolední etapa	104,5	5,2	-115,0	57,1	-177,7	0,0

Zdroj: Autor

O víkendu jsou v provozu souběžně hned dva elektrobusy SOR, první z nich má totožný oběh během soboty i neděle. Provoz začíná v 8:25 a končí ve 20:00 s dopolední přestávkou na nabíjení v délce 80 minut. Obslouženo je 10 spojů z linky 801 a 8 spojů z linky 802.

Tabulka 13 Denní oběh pro SOR v sobotu

Oběh 827 - SOR	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	km	h	kWh	kWh	kWh	kWh
Dopolední etapa	88,5	4,5	-97,4	74,7	-150,5	21,6
Nabíjení		0,8	+76,5	151,2	+76,5	98,1
Odpolední etapa	53,0	2,8	-58,3	92,9	-90,1	8,0

Zdroj: Autor

Souběžně s prvním aktivním SORem je nasazen i druhý, ale pouze během soboty. Elektrobus začíná v 11:25, ve stejném okamžiku, kdy první SOR je již v nabíjecí stanici a končí v 23:58. Nabíjecí přestávka trvá 45 minut a je situovaná do večerních hodin. Elektrobus absolvuje 4 spoje linky 801 a 14 spojů z 802.

Tabulka 14 Denní oběh pro SOR v neděli

Oběh 827.6 - SOR	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
			km	h	kWh	kWh
Dopolední etapa	88,0	4,5	-96,8	75,2	-149,6	22,4
Nabíjení		0,8	+76,5	151,7	+76,5	98,9
Odpolední etapa	40,0	2,0	-44,0	107,7	-68,0	30,9

Zdroj: Autor

Třetí víkendový oběh pro elektrobus SOR je aktivní pouze v neděli, ovšem je nasazován i během ostatních dní pracovního klidu, jakými jsou kupříkladu státní svátky. Začátek je ve 11:25, tedy v okamžiku, kdy první SOR zahajuje nabíjecí přestávku, konec je naplánovaný na 22:58. Obslouženy jsou 4 spoje z 801 a 14 spojů z linky 802.

#### 5.4.2 Denní oběhy ROŠERO-P FIRST FCLEI II

Provoz velkých elektrobusů SOR během všedních dní doplňuje dvojice elektrických midibusů ROŠERO. Denní oběhy dopravních prostředků opět kombinují spoje z obou linek. Z důvodu ochrany akumulátoru je stanovena nutná rezerva elektrické energie na 20 %.

Tabulka 15 Denní oběh pro ROŠERO od pondělí do čtvrtka

Oběh 818 + 819 - ROŠERO 1	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
			km	h	kWh	kWh
Dopolední etapa	90,0	4,7	-45,0	33,0	-63,0	15,0
Nabíjení		1,5	+78,0	78,0	+78,0	78,0
Odpolední etapa	80,0	4,0	-40,0	38,0	-56,0	22,0

Zdroj: Autor

První z elektrických midibusů ROŠERO od pondělí do čtvrtka začíná provoz ve 3:58 a končí ve 22:58, kdežto v pátek je provoz prodloužen až do 23:58. Shrnutí první varianty je uvedeno

v tabulce 15 a páteční v následující. Nabíjecí přestávka trvá 90 minut. Elektrické ROŠERO zajišťuje obsluhu 7 spojů z linky 801 a 20, respektive 21 z linky 802.

Tabulka 16 Denní oběh pro ROŠERO v pátek

Oběh 818 + 819.5 - ROŠERO 1	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	km	h	kWh	kWh	kWh	kWh
Dopolední etapa	90,0	4,7	-45,0	33,0	-63,0	15,0
Nabíjení		1,5	+78,0	78,0	+78,0	78,0
Odpolední etapa	93,0	4,8	-46,5	31,5	-65,1	12,9

Zdroj: Autor

Druhý z midibusů ROŠERO je taktéž začleněn do dopravní obslužnosti města. Denní oběhy jsou totožné ve všech pracovních dnech. Začátek provozu je naplánovaný na 5:43 a končí ve 18:41. Pro rychlonabíjení je vyčleněna 90minutová přestávka po poledni. Midibus zajišťuje obslužnost pro 10 spojů z linky 801 a 7 spojů z 802.

Tabulka 17 Denní oběh pro ROŠERO 2

Oběh 811 - ROŠERO 2	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	km	h	kWh	kWh	kWh	kWh
Dopolední etapa	85,0	4,6	-42,5	35,5	-59,5	18,5
Nabíjení		1,5	+78,0	78,0	+78,0	78,0
Odpolední etapa	63,0	3,3	-31,5	46,5	-44,1	33,9

Zdroj: Autor

Během obou víkendových dní a dnech pracovního klidu je souběžně s elektrobusem SOR nasezen i midibus ROŠERO. Denní oběh začíná dříve než provoz elektrobuse SOR, již ve

4:37 a končí odpoledne v 15:30. Nabíjecí přestávka je plánovaná krátce po poledni v délce 75 minut. Obslouženo je celkově 5 spojů z 801 a 13 spojů z linky 802.

Tabulka 18 Denní oběh pro ROŠERO během víkendu

Oběh 825 - ROŠERO	Vzdálenost	Doba trvání	Při průměrné spotřebě		Při vysoké spotřebě	
			spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru	spotřeba / nárůst	Stav akumulátoru
	km	h	kWh	kWh	kWh	kWh
Dopolední etapa	99,0	5,4	-49,5	28,5	-69,3	8,7
Nabíjení		1,3	+78,0	78,0	+78,0	78,0
Odpolední etapa	25,0	1,2	-12,5	65,5	-17,5	60,5

Zdroj: Autor

## 6 NÁVRHY ÚPRAV BEZEMISNÍ MHD V KUTNÉ HOŘE

Městskou hromadnou dopravu v Kutné Hoře pravidelně doplňují dieselové autobusy, a proto provoz nelze považovat správně za ekologický. Následující varianty představují možná řešení, při jejichž implementaci lze dopravní obslužnost zajistit pomocí bezemisních vozidel.

### 6.1 Rychlonabíjení během provozu

Pro provozovatele elektrických vozidel představuje výrazné úskalí jejich velmi omezený dojezd. Nasazení do provozu je tedy podmíněno vytvořením vhodných podmínek pro průběžné nabíjení, nebo podřídít jízdni řády zaručenému dojezdu. Organizace dopravní obslužnosti v Kutné Hoře je primárně postavená na zaručené dojezdové vzdálenosti vozidel a jednom nabíjecím intervalu, který odstaví dopravní prostředek mimo provoz na 45 až 90 minut.

Rychlonabíjení elektrických vozidel již bylo v minulosti testováno Pražskou integrovanou dopravou během zkušebním provozu elektrobusu SOR EBN 11, a v Dopravním podniku města Hradce Králové, a.s. Výrobce autobusů SOR Libchavy s.r.o. spolupracoval při testu rychlonabíjecího stojanu, umístěném na terminálu hromadné dopravy v Hradci Králové. (6, 20)

Provoz v pražských podmínkách dokázal denní dojezdovou vzdálenost prodloužit z původních 120 km až na 349 km během pracovních dní a 376 km v sobotu. Pražský SOR byl vybaven elektrickým topením i klimatizací a v provozu byla dodržována 25 % energetická rezerva. Nabíjení probíhalo pomocí rozhraní dvoupólového pantografu a troleje na obratišti Želivského, a během 28minutového intervalu byl akumulátor vozidla dobit o 28 %. (21)

Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s. začal provozovat elektrobusy již v roce 2013, ale možnost rychlonabíjení byla poprvé testována až v březnu 2016. Celkem byly v provozu tři elektrobusy, pouze jeden byl ale upraven pro testování rychlonabíjecího stojanu. Veškerá testování a instalace rychlonabíjecí stanice, včetně úpravy elektrobusu proběhla v režii společnosti SOR Libchavy s.r.o. Původní dojezdová vzdálenost SORu se pohybovala mezi 130–140 km denně a prostředek se vracel s 30 % zůstatkem elektrické energie. Zavedení možnosti dobíjet akumulátory během denního provozu pro elektrobus znamenalo přesunutí na celodenní linku od čtvrté hodiny ranní do půlnoci. Dojezdová vzdálenost byla navýšena až na 278 km a během směny je vozidlo přistavěno dvakrát až pětkrát k nabíjecímu stojanu, který je připojen obdobně jako v pražském provozu, k trolejbusovému vedení. Celý proces je automatický a řidič má za úkol pouze správně přistavit vozidlo, tak aby mezi dopravním prostředkem a stojanem proběhla bezdrátová komunikace a hydraulický manipulátor mohl

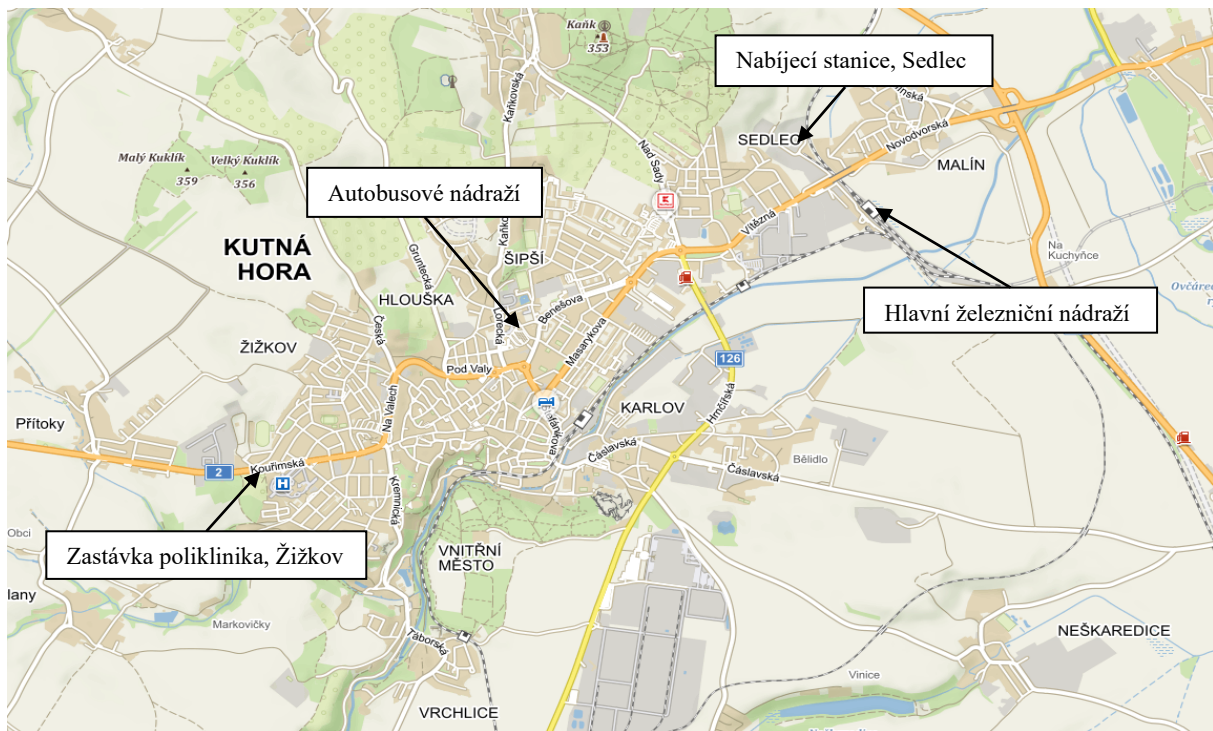
napojit konektor na střešní nástavbu. Během 15minutového nabíjení je možné prodloužit dojezd vozidla až o 40 %. (20, 22)



Obrázek 13 Rychlonabíjení SOR EBN 11 na terminálu v HK  
Zdroj: (20)

Prvním z navrhovaných opatření je vybudování bodu pro rychlonabíjení na autobusovém nádraží v Kutné Hoře. Na tomto místě se každý, nasazený dopravní prostředek během svého denního oběhu, vystřídá několikrát, bez ohledu, zda se jedná o den pracovní, nebo den pracovního klidu. Pro umístění rychlonabíjecí stanice lze využít jedno z odstavných míst na opačném konci nádraží, než je umístěna budova čekárny. Na rozdíl od nabíjecí stanice v městské části Sedlec, řidiči mohou využívat zdejší sociální zázemí.

Nabíjení bude probíhat během povinných bezpečnostních přestávek a přestávek na jídlo. Před zahájením povinného přerušení dopravního výkonu, řidič vozidlo připojí k nabíjecímu stojanu, případně přistaví na určené místo pro automatické připojení a teprve následně zahájí přestávku. Připojení bude zaznamenáno jako jiná práce.



Obrázek 14 Kutná Hora  
Zdroj: mapy.cz, úprava autor

Pro příklad praktické ukázky vývoje elektrické kapacity při průběžném dobíjení během denního výkonu, namísto jednorázového dobíjení, je vybrán denní oběh 811 pro midibus ROŠERO a 812 pro elektrobuses SOR. Pro midibus je uvažována průměrná spotřeba 0,5 kWh/km a pro SOR 1,1 kWh/km.

Oběh 811 má aktuálně 90minutový nabíjecí interval v rozmezí 12:40 až 14:10, během něhož lze akumulátory midibusu zcela dobýt. V denním rozpisu provozu vozidla, je mimo hlavní dobíjecí přerušení ještě 6 dalších přestávek.

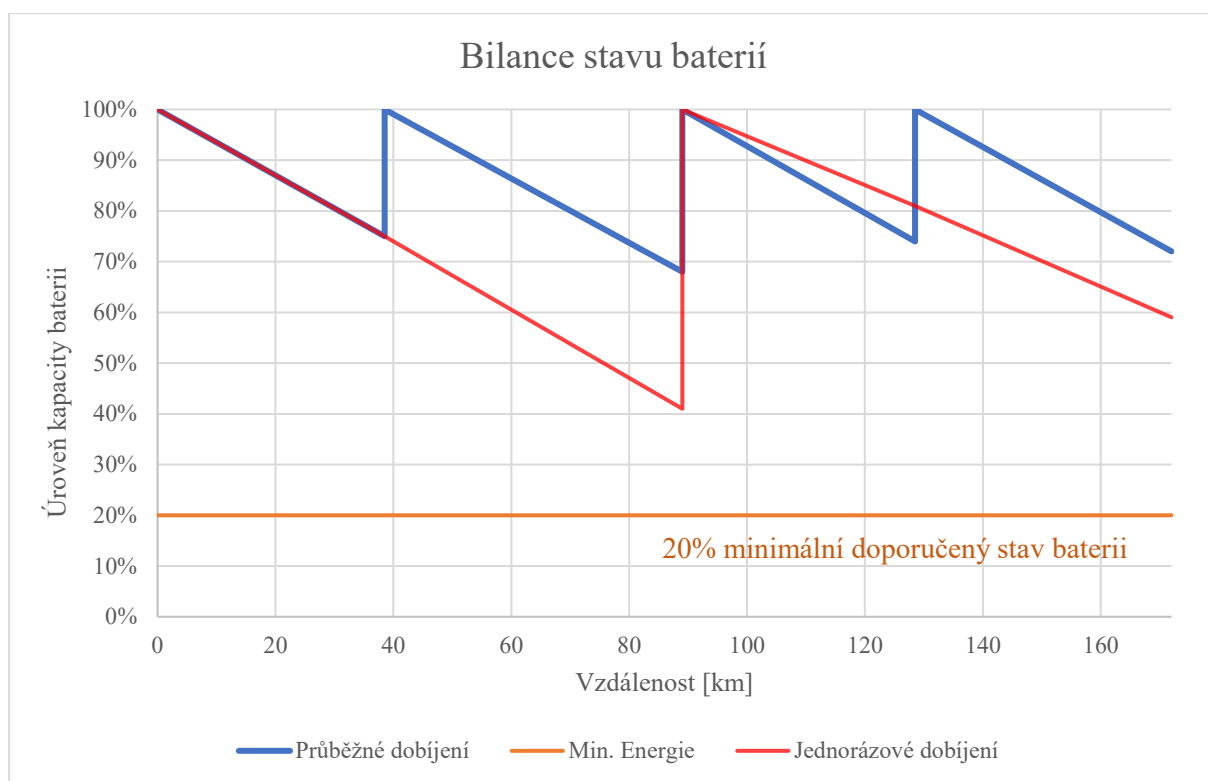
Možnost průběžného dobíjení změny organizaci denního výkonu následovně:

- Začátek v 5:43 přistavením na počáteční zastávku linky 801,
- Od 5:43 do 6:33 – Obsluha linky 801,
  - Následuje 10 minut přerušení,
- Od 6:52 do 8:33 – Obsluha linky 801,
  - Následuje přestávka 30 min + rychlonabíjení,
  - Dopravní výkon je 38,5 km, úroveň energie klesne na 75 %,
    - Během 30minutového intervalu lze dobýt akumulátory na plnou kapacitu,
- Od 9:07 do 9:30 – Obsluha linky 802,

- Následuje 20 minut přerušení,
- Od 9:55 do 11:04 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 10 minut přerušení,
- Od 11:21 do 12:36 – Obsluha linky 802 a 801,
  - Následuje přestávka na jídlo, 30 minut + rychlonabíjení,
  - Dopravní výkon je 50,5 km, úroveň energie klesne na 67,5 %,
  - Během 30minutového intervalu lze dobýt akumulátory na plnou kapacitu,
- Od 13:10 do 15:30 – Obsluha linky 802 a 801,
  - Následuje 20 minut přerušení + rychlonabíjení,
  - Dopravní výkon je 39,5 km, úroveň energie klesne na 74 %,
  - Během 20minutového intervalu lze dobýt akumulátory na plnou kapacitu,
- Od 15:55 do 17:04 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 10 minut přerušení,
- Od 17:21 do 18:41 – Obsluha linky 801,
  - Dopravní výkon je 43,5 km,
  - Přistavení vozidla do nabíjecí stanice, úroveň energie je 72 %,
  - Konec.

Po této úpravě denního rozvrhu, úroveň elektrické energie v akumulátorech neklesne pod 67 %, při průměrné spotřebě 0,5 kWh/km a řidič je schopen obsloužit tři další spoje v odpolední špičce na lince 802. Oproti aktuálnímu stavu, má vozidlo k dispozici až o 27 % více energie v akumulátorech, díky čemuž vzniká pohodlná rezerva pro případ mimořádné události.





Obrázek 15 Graf stavu vývoje kapacity akumulátoru midibusu  
Zdroj: Autor

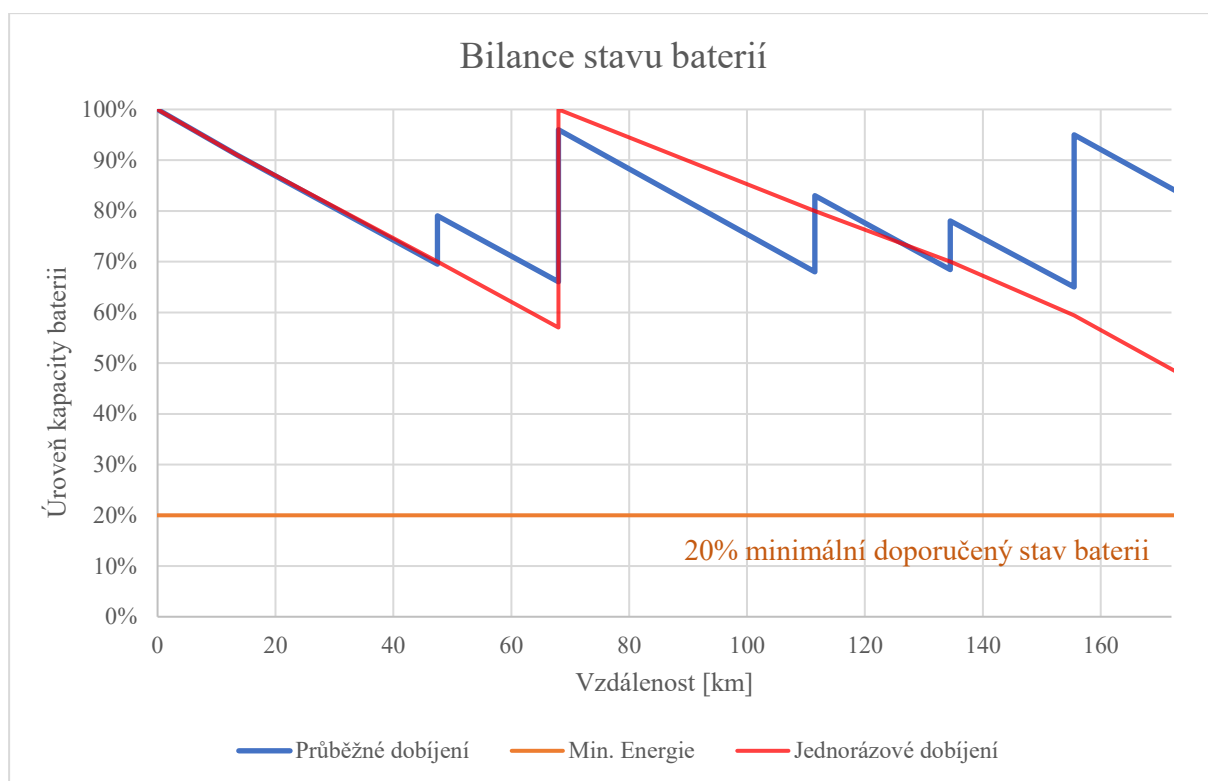
Oběh 812 má jeden nabíjecí interval mezi 10:40 až 12:00, v celkové délce 80 minut. Za tento interval lze pomocí rychlonabíjení navýšit energetickou úroveň baterie až o 127,5 kWh.

Možnost průběžného dobíjení změní organizaci denního výkonu následovně:

- Začátek v 5:57 přistavením na počáteční zastávku linky 802,
- Od 5:57 do 6:48 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 16 minut přerušení,
  - Dopravní výkon je 13,5 km, úroveň energie klesne na 91 %,
- Od 7:07 do 9:04 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 14 minut přerušení + rychlonabíjení,
  - Dopravní výkon je 34 km, úroveň energie klesne na 69,5 %,
  - Během 10minutového intervalu lze dobýt akumulátory až na 79 % kapacity,
- Od 9:21 do 10:33 – Obsluha linky 801,
  - Následuje 40 minut přerušení,
  - Přestávka 30 minut na jídlo + rychlonabíjení,
  - Dopravní výkon je 20,5 km, úroveň energie klesne na 66 %,

- Během 30minutového intervalu lze dobýt akumulátory až na 96 % kapacity,
- Od 11:20 do 13:30 – Obsluha linky 801 a 802,
  - Následuje 22 minut přerušení,
  - Dopravní výkon je 43,5 km, úroveň energie klesne na 68 %,
  - Během 15minutového intervalu lze dobýt akumulátory až na 83 % kapacity,
- Od 13:55 do 15:04 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 14 minut přerušení + 10 minut rychlonabíjení,
  - Dopravní výkon je 23 km, úroveň energie klesne na 68,4 %,
  - Během 10minutového intervalu lze dobýt akumulátory až na 78 % kapacity,
- Od 15:21 do 15:48 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 16 minut přerušení,
- Od 16:07 do 16:30 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 25 minut přerušení,
- Od 16:55 do 17:18 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 49 minut přerušení, 30 minut bezpečnostní přestávka + rychlonabíjení,
  - Dopravní výkon je 21 km, úroveň energie klesne na 65 %,
  - Během 30minutového intervalu lze dobýt akumulátory až na 95 % kapacity,
- Od 18:07 do 18:40 – Obsluha linky 802,
  - Následuje 25 minut přerušení,
- Od 19:05 do 19:53 – Obsluha linky 802,
  - Dopravní výkon je 26,5 km,
  - Přistavení vozidla do nabíjecí stanice, úroveň energie je 78 %,
  - Konec.

Úroveň elektrické energie v akumulátorech neklesne pod 60 % při průměrné spotřebě 1,1 kWh/km. Během oběhu je řidič schopen obsloužit čtyři další spoje v odpolední špičce na lince 801, a v případě nárůstu energetické náročnosti provozu, má stále možnost využít další tři intervaly přerušení pro rychlonabíjení.



Obrázek 16 Graf stavu vývoje kapacity akumulátoru elektrobusu SOR  
Zdroj: Autor

Při výběru vhodného nabíjecího stanje lze uvažovat celkem tři možné varianty, které se vzájemně liší hlavně pořizovacími náklady.

První variantou je možnost následovat příkladu Dopravního podniku města Hradec Králové a autobusové nádraží vybavit o automatizovaný rychlonabíjecí stojan. Dodavatel je společnost SOR Libchavy spol. s r.o., mimo elektrobusů, se společnost podílela i na vybudování nabíjecí stanice v Kutné Hoře, dodáním a instalací právě nabíjecích stojanů. Proto se nabízí možnost k pokračující spolupráci a pořídit právě tento stojan s označením RNS 10. Mimo očekávanou funkci rychlonabíjení o výkonu až 120 kW, je stojan zcela automatický a dopravní prostředek připojuje pomocí vlastního ramene. Úskalím zde je, přistavení dopravního prostředku na vhodnou pozici, to lze však vyřešit vodorovným značením. Nevýhodou navrhované stanje, jsou vysoké pořizovací náklady. Finanční prostředky pro samostatný stojan na autobusovém terminálu a jeho instalaci musel DPMHK vyčlenit 3 500 000,00 Kč bez DPH. (23) Tento stojan je však schopen autonomně rychlodobíjet až dvě vozidla současně, což nebude při provozu MHD v Kutné Hoře řádně využito. Stojan s možností rychlodobíjením jednoho

vozidla je řádově levnější, a to 2 500 000 Kč bez DPH. Dále je nutné počítat s náklady na doplnění přípojovacího zařízení na střechu vozidel.

Druhou možností je koupě a instalace nového stojanu s možností rychlonabíjení s dobíjecím kabelem. Oproti první variantě bude vyžadováno manuální připojení k vozidlu řidičem. Použitelný typ stojanu lze uvažovat i ten, který je již nainstalován na nabíjecí stanici v Sedleci. Jedná se o typ s označením SOR 400/200A-EV, nicméně, na trhu jsou k dispozici další stojany s požadovanými parametry od různých výrobců. Adekvátní možností je například E.ON Hypercharger s výkonem do 150 kW od společnosti E.ON Energie, a.s. Cenové náklady této varianty se pohybují okolo 1 100 000,00 Kč bez DPH. (23)

Třetí varianta spočívá v přesunu jednoho stojanu s možností rychlonabíjení z nabíjecí stanice v Sedleci na autobusové nádraží a jeho následnou náhradu stojanem se schopností standardního nabíjení, tj. do 22 kW při 32 A. Zachování funkce nočního nabíjení je důležité pro formátování baterii a jejich životnost. Z finančního hlediska je tato varianta nejpříznivější, neboť náklady na samotný stojan se pohybují v rozmezí 80 000 až 100 000,00 Kč bez DPH.

### **Ekonomické zhodnocení návrhu**

Samotné pořizovací náklady na nabíjecí stojan nejsou jediné finanční prostředky, které je nutné vyčlenit pro implementaci možnost průběžného dobíjení. V případě první varianty jsou to i náklady spojené s úpravou vozidel. Pro stojan je nutné počítat i se stavebními pracemi a připojením k rozvodné síti. Dále je nutná rezervace nabíjecího proudu. Pokud se částečně přesune proces rychlonabíjení ze Sedlece na autobusové nádraží, lze uvolnit rezervovanou kapacitu zde. Nabíjecí stanici, ale nadále zůstane důležitá úloha běžného nočního nabíjení, které slouží pro formátování baterii.

Tabulka 19 Jednorázové náklady navrhovaných variant

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Nabíjecí stojan	2 500 000	1 100 000	100 000
Stavební úpravy	40 000	20 000	36 000
Úpravy vozidla	464 000/ks	-	-
<b>Celkové náklady</b>	<b>4 860 000 Kč</b>	<b>1 120 000 Kč</b>	<b>136 000 Kč</b>

Zdroj: Autor

Celkové náklady každé z variant lze rozpočítat na ujeté kilometry a rozložit do více let. Elektrobuses mají na základě dotační smlouvy povinný roční oběh 150 000 km a dotační smlouva je platná do roku 2029. Současná cena za rezervaci potřebného příkonu 0,2 MW měsíčně činí 39 223 Kč bez PDH.

Tabulka 20 Rozpočet navýšení nákladů na 1 km

Roky	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
5	9,62 Kč	4,63 Kč	3,32 Kč
7	7,77 Kč	4,20 Kč	3,27 Kč
10	6,38 Kč	3,88 Kč	3,23 Kč

Zdroj: Autor

## 6.2 Vozový park

Ekologická vozidla tvoří páteř vozového parku MHD Kutné Hory, ale zároveň jsou běžně využívány i záložní dieselové autobusy. Hlavní část dopravní obslužnosti sice vykonávají elektrická vozidla, ale starší autobusy jsou do provozu pravidelně zapojovány také. K tomu, aby bylo možné kutnohorskou MHD považovat za bezemisní, je nutné doplnit flotilu o další ekologické vozidlo.

Každé z elektrických vozidel má během svého denního výkonu, během pracovních dní, nabíjecí interval, při kterém je zastoupeno dieselovým autobusem. Pokud by vozidla nebyla během dne dobíjena, řidiči by nebyli schopni dokončit denní oběhy s požadovanou rezervní kapacitou energie v bateriích. V případě mimořádné události, například, kdy by vozidlo zůstalo v kongesci, tak by nemělo dostatek elektrické energie dokončit svůj oběh. Proto je nutné vozidla během dne dobíjet. Nabíjecí intervaly na sebe postupně navazují, a díky této organizaci je vždy nabíjeno jen jedno vozidlo, které je tedy nutné zastoupit, aby byla zachována dopravní obslužnost města.

Nabíjecí intervaly:

- SOR 3 : 8:30 až 9:30,
- SOR 1: 9:30 až 10:45,
- SOR 2: 10:40 až 12:00,
- ROŠERO 2: 12:40 až 14:10,
- ROŠERO 1: 14:40 až 16:10.

Z pořadí plyne, že záložní autobus je nasazen od 8:30 do 16:10. Obslouženy jsou spoje z obou linek. Celkově se jedná o 14 spojů a denní dopravní výkon je 104 km.

Druhým z navrhovaných opatření je doplnění vozové flotily o jeden elektrický autobus s obdobnými parametry obou typů, již nasazených elektrických vozidel. Důležitými aspekty jsou, schopnost kapacitně zastoupit obě vozidla a zároveň mít rozměry, které umožní přístup k zastávkám v historické části města.

Pro výběr vhodného doplňujícího prostředku lze zvolit dva způsoby, a to upřednostněním specifikací jednoho z již nasazených vozidel. Rozhodujícím parametrem by měl být všeobecný zájem o MHD ze strany cestujících, potažmo vytížení dopravních prostředků. Za předpokladu vyššího vytížení, lze uvažovat o elektrobusu s kapacitou cestujících blízcí se SORu EBN 11, v opačném případě je vhodné zvažovat dopravní prostředek v kategorii midibusů. Kritériem pro výběr vozidla je i samotný fakt, že jeho nasazení bude doplňujícího charakteru a podstatná část výkonu bude probíhat během dopravního sedla. Při výběru nového vozidla je vhodné vybírat mezi produkty od stejných výrobců, z důvodu jednotného servisu.

Vyhovujícím prostředkem pro první uvažovanou variantu, je EBN 9,5 od společnosti SOR Libchavy s.r.o. V produktové řadě výrobce se nachází na prostředním místě mezi EBN 8 a EBN 11. Vozidlo je rozměrově větší než midibus ROŠERO, ale stále natolik kompaktní, aby bylo schopno dopravní obslužnosti v historické části města. Kapacita až 73 míst, z toho 26 sedících, je bližší k elektrobusu EBN 11. Délka dopravního prostředku činí 9 790 mm, tedy o 1 800 mm více než u midibusu, ale zároveň o 1 300 mm méně než u většího elektrobusu. Dle definice, kdy dopravní prostředek je označen jako midibus, pokud jeho celková délka nepřesahuje 9 m, se již EBN 9,5 řadí mezi autobusy. Výškově jsou si všechny tři typy dopravních prostředků podobné. Kapacita akumulátoru je 172 kWh.

Navíc, s elektrobusem má ARRIVA autobusy a. s. již zkušenost z provozu MHD v Novém Jičíně.



Obrázek 17 SOR EBN 9,5 v Novém Jičíně

Zdroj: (24)

V případě nižší využitelnosti zástupného vozidla nemá tedy z ekonomického hlediska nasazení elektrobuse smysl. Druhou variantou je elektrický prostředek s obdobnými parametry, jako má midibus. Lze tedy zvažovat zařazení dalšího ROŠERO-P FIRST FCLEI.

Pořizovací náklady pro elektrobuse jsou 9 800 000 a midibus 7 600 000 Kč bez DPH.

Tabulka 21 Fixní náklady na nový dopravní prostředek

	Diesel	Midibus	Elektrobuse
<b>Pořizovací náklady</b>	3 500 000,00 Kč	7 600 000,00 Kč	9 800 000,00 Kč
<b>Dotační podpora</b>		6 460 000,00 Kč	8 330 000,00 Kč
<b>Výsledné pořizovací náklady</b>	3 500 000,00 Kč	1 140 000,00 Kč	1 470 000,00 Kč
<b>Fixní měsíční náklady při rozpočtu na 10 let</b>	29 166,67 Kč	9 500,00 Kč	12 250,00 Kč

Zdroj: Autor

Tabulka 21 obsahuje porovnání pořizovacích nákladů obou elektrických vozidel, ale i srovnatelného dieselového dopravního prostředku. Na obměnu vozového parku ekologickými vozidly lze využít dotační podpory z programu IROP 2021-2027, pro oblast zaměřenou na nákup nízkoemisních a bezemisních vozidel pro veřejnou dopravu. Dotační podpora dosahuje až 85 % z celkových nákladů. Zbývající náklady lze rozložit měsíčně, po dobu životnosti dopravního prostředku, jenž je 10 let.

Navzdory vysokým pořizovacím nákladům na elektrické vozidlo, jsou nutné vyzdvihnout, v porovnání s dieselovým pohonem, nižší provozní náklady. Pro porovnání lze zvolit oběh prvního elektrobuse SOR, kdy aktuální srovnání ceny elektrické energie, 1 kWh vychází v průměru na 5,88 Kč a 1 litr dieselu na 34,75 Kč. Náklady na denní oběh jsou pro elektrobuse 870 Kč a pro srovnatelný dieselový autobus 1636 Kč.

Při stáří vozidel 7, 9 a 12 let, je nutné počítat s jejich postupnou náhradou. Směr, kterým se ubírá dotační politika již nepočítá s podporou dieselových prostředků. Novela zákona o podpoře nízkoemisních vozidel, která byla vládou schválena v roce 2020 udává povinnost navýšit počet ekologických vozidel používaných k zajišťování dopravní obslužnosti na 41 % do konce roku 2025, v dalším období, do konce roku 2030 se limity dále mohou navýšit až na 65 %. Přičemž původní návrh Rady Evropské unie, ze kterého novela vychází, počítal až se 75 % podílem ekologických vozidel do konce 2030. (27, 28) Vozový park pro Kutnou Horu, nařízení na rok 2025 již splňuje.

Odstavením dieselových autobusů do stavu záložních vozidel, která budou nasazena pouze během mimořádných událostí a zavedením dalšího elektrobuse, lze běžný provoz v Kutné Hoře prohlásit za plně zajištěn ekologickými vozidly.

### 6.3 Implementace autobusu na vodíkové palivové články

Kompozice vozového parku z vozidel na jeden druh pohonu je výhodný pro servis a řidiče, kteří se tak nemusí školit na více typů dopravních prostředků. Ovšem, pokud dojde k výpadku jednoho z druhů dopravy, například, v Kutné Hoře nastane-li přerušení dodávky elektrické energie, je dopravní obslužnost města ochromena. Vhodným řešením je tedy diverzifikovat provoz.

Při implementaci ekologických vozidel pro MHD v Trutnově zvolila společnost ARRIVA autobusy a.s. kombinaci čtyř elektrobuse s trojicí autobusů na pohon CNG. (26) Pardubický dopravní podnik spoléhá na kombinaci trolejbusů a autobusů na diesel a CNG. Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s. zajišťuje dopravní obslužnost pomocí autobusových a trolejbusových linek. Mimo klasické diesely a CNG budou v ulicích města zastoupeny nově i autobusy na vodíkové palivové články. V bývalém areálu Spolchemie vzniká plnicí vodíková stanice, která bude sloužit pro 20 vodíkových vozidel. (30)



Evropská komise počítá s vyřazením spalovacích motorů před rokem 2050 z běžného provozu, ve snaze dosáhnout uhlíkové neutrality na kontinentu. Vodík, jako ekologické palivo podpořila i vláda ČR, která dne 26.7.2021 schválila Vodíkovou strategii České republiky, která navazuje na evropskou vodíkovou strategii. Doprava tak dostala prioritní postavení ve využití suroviny. (29)

Dieselové autobusy v kutnohorské MHD mají stáří 7, 9 a 12 let, tudíž je nutné již počítat s jejich postupným vyřazováním a vybrat vhodnou náhradu. Nákup nových nízkopodlažních dieselových vozidel není tak vhodným, ani finančně podporovaným řešením. Autobusy s pohonem na CNG městské zastupitelstvo již odmítlo, a upřednostnilo na jejich úkor elektrická vozidla.

Vhodné dlouhodobé řešení je postupná implementace a doplnění vozového parku o autobusy na vodíkové palivové články. Jedná se o bezemisní a tiché dopravní prostředky s dojezdem až 350 km na jedno plnění. Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s. poptává 20 vodíkových autobusů s celkovými náklady 300 milionů Kč. Vozidla dodá polská společnost Solaris Bus & Coach, spol. s.r.o. a jeden dopravní prostředek vychází na 15 000 000 Kč. (30) Spolu se společností Solaris, nabízí autobusy s vodíkovými palivovými články i ŠKODA TRANSPORTATION a.s.



Obrázek 18 Urbino 12 Hydrogen  
Zdroj:(30)

Nespornou výhodou oproti elektrickým vozidlům je absence průběžného dobíjení. Jejich případné nasazení ve městě není tedy podmíněno zbudováním plnicí stanice přímo v Kutné Hoře. Ideální umístění by mohlo být v prostorách společnosti ARRIVA autobusy a.s. v Čáslavi, kde by byla využita pro více provozů, případně i pro dálkové spoje. Další alternativou pro umístění je Kolín. Dojezdová vzdálenost bude do 14 km.

Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s. plánuje s nasazením prvních vodíkových vozidel do roku 2024. Ostravský dopravní podnik usiluje o totéž do roku 2023. Implementace do MHD Kutné Hory nebude tedy krátkodobá záležitost a zcela jistě bude záviset na výsledcích provozů zmíněných dopravních podniků.

## ZÁVĚR

Společnost ARRIVA autobusy a.s. provedla výraznou obměnu svých dopravních prostředků, které zajišťují městskou hromadnou dopravu v Kutné hoře. Nasazení elektrických, tedy bezemisních vozidel bylo dosaženo za spolupráce s městskou radnicí a za finanční podpory z dotačních programů IROP.

Mezi nesporné výhody provozu elektrických vozidel v městském prostředí patří výrazné snížení emisí, nebo zcela bezemisní provoz. Nevýhodou jsou ovšem vysoké počáteční pořizovací náklady a také náklady na nutnou výměnu akumulátorů během životnosti dopravního prostředku.

Diplomová práce obsahuje analýzu aktuálního provozu, dopravních prostředků a jejich denních oběhů. Bylo zjištěno, že dopravní obslužnost města je částečně zajišťována pomocí dieselových autobusů, a to hlavně během nabíjecího intervalu elektrických vozidel.

Návrhová část práce obsahuje dvě řešení, která mají potenciál samostatně vyřešit danou problematiku. Třetí navrhované řešení má dlouhodobý charakter. Spočívá v zavedení autobusů s vodíkovými palivovými články, které kompletně nahradí dieselové prostředky a dopravní obslužnost města bude zcela zajištěna ekologickými vozidly.

Stanovený cíl diplomové práce je dle názoru autora splněn.

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. *Nákup elektrobuseů pro MHD v Kutné Hoře: IROP - Ministerstvo pro místní rozvoj ČR* [online]. 2020 [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <https://irop.mmr.cz/cs/projekty/06-1-konkurenceschopne,-dostupne-a-bezpecne-region/nakup-elektrobusu-pro-mhd-v-kutne-hore>
2. *Elektromobily jezdily po silnicích už před 100 lety, jejich čas ale přichází teprve nyní:* hybrid.cz [online]. 30.08.2018 [cit. 2020-12-07]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/elektromobily-jezdily-po-silnicich-uz-pred-100-lety-jejich-cas-ale-prichazi-teprve-nyni>
3. *Národní akční plán čisté mobility: Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2015 [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <https://mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/narodni-akcni-plan-ciste-mobility--167456/>
4. *Stovka českých elektrobuseů a další perspektivy v klimatické nouzi s omezenými financemi: zpráva z konference „Elektrické autobusy pro město VIII“: smartcityvpraxi.cz* [online]. 2019 [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <http://www.smartcityvpraxi.cz/konference29.php>
5. *PAVLŮSEK, Ondřej. Elektrobuse SOR EBN 11 a jeho testování v Praze. AUTO.cz* [online]. 2016, 18. 2. 2016, , 1 [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/elektrobuse-sor-ebn-11-a-jeho-testovani-v-praze-93004>
6. *Elektrobuse SOR EBN 11 najel v Praze již 100000 km. Československý Dopravák* [online]. 22. 02. 2017 [cit. 2020-11-30]. Dostupné z: <https://www.cs-dopravak.cz/2017-2-22-elektrobuse-sor-ebn-11-najel-v-praze-ji-100-000-km/>
7. *Ekova Electron 12: MHD Ostrava* [online]. 26. října 2018 [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: [http://mhd-ostrava.cz/?s=typ\\_vozu&clanek=electron\\_12](http://mhd-ostrava.cz/?s=typ_vozu&clanek=electron_12)
8. *SOR EBN 10,5: MHD Ostrava* [online]. [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: [http://mhd-ostrava.cz/?s=typ\\_vozu&clanek=sorebn10\\_5](http://mhd-ostrava.cz/?s=typ_vozu&clanek=sorebn10_5)
9. *Rošero First FCLLI: MHD Ostrava* [online]. [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: [http://mhd-ostrava.cz/?s=rosero\\_first\\_fclli](http://mhd-ostrava.cz/?s=rosero_first_fclli)
10. *Největší evropská flotila autobusů na palivové články: BUSportál* [online]. 25. srpna 2020 [cit. 2020-12-15]. Dostupné z: <https://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=16595>

11. *TriHyBus - H2bus s trihybridním pohonem. Alternativní pohon pro budoucnost?: BUSportál* [online]. 25. června 2009 [cit. 2020-12-15]. Dostupné z: <https://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=6379>
12. *Hydrogen Technologies: ÚJV Řež, a. s.* [online]. 2022 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://www.ujv.cz/en/products-and-services-1/research-development/hydrogen-technology>
13. *Vodík a MHD v Ústí nad Labem: Tisková zpráva* [online]. 2021 [cit. 2022-01-06]. Dostupné z: <https://dpmul.cz/index.php?art=10259>
14. *Profil společnosti: ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA a.s.* [online]. 2021 [cit. 2022-01-07]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/o-spolecnosti/profil>
15. *SOR BN: SOR Libchavy spol. s r.o.* [online]. [cit. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.sor.cz/bn/>
16. *SOR EBN: SOR Libchavy spol. s r.o.* [online]. [cit. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.sor.cz/ebn/>
17. *ROŠERO – P. s.r.o.: MESTSKÝ/MEDZIMESTSKÝ MIDIBUS – FIRST FCLEI – P* [online]. [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: <http://rosero.sk/sk/portfolio/mestsky-midibus-first-fclei/>
18. *TISKOVÁ ZPRÁVA: Kutná Hora vyměňuje dieselové autobusy za bezemisní* [online]. 12.6.2019 [cit. 2021-7-1]. Dostupné z: [https://www.arriva.cz/file/edee/2019/06/2019\\_06\\_12\\_tz\\_kutna\\_hora\\_uvedeni\\_vozidel-20190612-214519.pdf](https://www.arriva.cz/file/edee/2019/06/2019_06_12_tz_kutna_hora_uvedeni_vozidel-20190612-214519.pdf)
19. *Jak, kde a za kolik nabít elektromobil?: fdrive.cz* [online]. 30. 03. 2020 [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-kde-a-za-kolik-nabit-elektromobil-kompletni-pruvodce-5005>
20. *Rychlonabíjení elektrobuse v Hradci Králové: Československý Dopravák* [online]. 2015 [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.cs-dopravak.cz/2015-12-18-rychlonaabjen-elektrobus-v-hradci-krlov/>
21. *BARCHÁNEK, Jan. SOR / Cegelec EBN 11 elektrobuse s nabíjením z tramvajové sítě: Proelektrotechniky.cz. Proelektrotechniky* [online]. Praha: Czechbus 2015, 2015, 26.11.2015 [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: [http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/KonferenceEbusyIV/Barchanek\\_DPPelektrobus.pdf](http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/KonferenceEbusyIV/Barchanek_DPPelektrobus.pdf)

22. *Hradec Králové zvýší podíl elektrické dopravy ve městě: Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s.* [online]. 2018 [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: [https://www.dpmhk.cz/157/Hradec\\_Kralove\\_zvysi\\_podil\\_elektricke\\_dopravy\\_ve\\_meste/](https://www.dpmhk.cz/157/Hradec_Kralove_zvysi_podil_elektricke_dopravy_ve_meste/)
23. *Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s. - Kupní smlouva - 20 ks elektrobusů a nabíjecí technologie: REGISTR SMLUV* [online]. 2018 [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: <https://smlouvy.gov.cz/smlouva/6201055?backlink=av818>
24. *MHD Nový Jičín: MHD Nový Jičín ARRIVA* [online]. 2021 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlaky/mhd/moravskoslezsky-kraj/novy-jicin>
25. *Sledujte s námi cestu České republiky k čisté mobilitě: Civinet Česká a Slovenská republika* [online]. 2021 [cit. 2021-7-14]. Dostupné z: <https://www.civinet.cz/cista-mobilita/>
26. *V Trutnově mají první 150kW nabíjecí stanici. Je pro autobusy: Elektrickevozy.cz* [online]. 2019 [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/v-trutnove-maji-prvni-150kw-nabijeci-stanici-je-pro-autobusy>
27. *15/20 Novela zákona o podpoře nízkoemisních vozidel; T: 20.3.2020: Hospodářská komora České republiky* [online]. 2021 [cit. 2021-7-15]. Dostupné z: <https://www.komora.cz/legislation/15-20-novela-zakona-o-podpore-nizkoemisnich-vozidel-t-20-3-2020/>
28. *EU stanovila ambiciózní cíle pro nízkoemisní autobusy a užitková vozidla: oEnergetice.cz* [online]. 2019 [cit. 2021-7-15]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/cista-mobilita/eu-stanovila-ambiciozni-cile-nizkoemisni-autobusy-uzitkova-vozidla>
29. *Vodíková strategie ČR schválena vládou: Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2021 [cit. 2022-01-14]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/strategicke-projekty/vodikova-strategie-cr-schvalena-vladou--262590/>
30. *ÚSTÍ KUPUJE AUTOBUSY S VODÍKOVÝM POHONEM. JAKO PRVNÍ V ČESKU: euro.cz* [online]. 2021 [cit. 2022-01-13]. Dostupné z: <https://www.euro.cz/doprava/usti-kupuje-autobusy-s-vodikovym-pohonem-jako-prvni-v-cesku>