

# **Aktualizace Územní energetické koncepce statutárního města Brna**

červenec 2024



v souladu s požadavky zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s nařízením vlády ČR č. 232/2015 Sb., o státní energetické koncepci a o územní energetické koncepci.

## **5 Přílohy**

### **5.8 Alternativní paliva v dopravě**

---

# Obsah

<b>1   VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV V DOPRAVĚ .....</b>	<b>3</b>
1.1   Vize Brna v roce 2050 .....	3
1.2   Automobilová doprava .....	4
1.2.1   Parkování.....	6
1.3   VEŘEJNÁ DOPRAVA.....	7
1.3.1   Tramvajová doprava.....	8
1.3.2   Trolejbusová doprava.....	9
1.4   PĚŠÍ DOPRAVA .....	10
1.5   CYKLISTICKÁ DOPRAVA .....	11
<b>2   LEGISLATIVNÍ RÁMEC A STRATEGICKÉ DOKUMENTY V OBLASTI ALTERNATIVNÍCH PALIV .....</b>	<b>12</b>
<b>3   ROZVOJ ELEKTROMOBILITY .....</b>	<b>13</b>
3.1   Modelové varianty rozvoje elektromobility na území města Brna.....	13
3.2   Hodnocení návrhových variant elektromobility .....	20
3.3   Síť dobíjecích stanic pro elektromobily Tepláren Brno.....	20
<b>4   ROZVOJ OSTATNÍCH ALTERNATIVNÍCH PALIV .....</b>	<b>22</b>
4.1   Bionafta .....	22
4.2   Bioethanol.....	22
4.3   CNG .....	23
4.4   LPG.....	23
4.5   VODÍK.....	23
4.6   Strategie obnovy vozového parku DPMB autobusů a trolejbusů z hlediska alternativních pohonů..	25
4.6.1   Výchozí předpoklady pro strategii alternativních pohonů .....	25
4.6.2   Kategorie vozidel.....	25
4.6.3   Výhody a nevýhody vybraných pohonů .....	26
4.6.4   Odhadované náklady na investice jednotlivých typů vozidel.....	28
Zdroj dat.....	29
Seznam tabulek a obrázků .....	30
Seznam tabulek.....	30
Seznam obrázků .....	30
Seznam zkratk .....	31

# 1 | Využití alternativních paliv v dopravě

Využití alternativních paliv v dopravě je ve městě Brně zahrnuto do Plánu udržitelné městské mobility Brna z roku 2018. Plán mobility je strategický dokument, který na základě odborných analýz a spolupráce s obyvateli města, stakeholdery a odborníky stanoví cíle a sestaví seznam opatření v oblasti mobility. Realizace těchto opatření pak přispěje ke zlepšení kvality života ve městě. Plán mobility se připravuje ve třech fázích. Každá z nich bude projednána s odbornou i laickou veřejností a poté předložena voleným orgánům města ke schválení. Důležitým prvkem tohoto dokumentu je také hodnocení účinnosti navržených opatření.[1]

Plán mobility, jeho návrhová část byla schválena Zastupitelstvem města Brna v září 2018 a následně byl dokument v říjnu 2018 projednán a certifikován Komisí pro posuzování dokumentů městské mobility Ministerstva dopravy ČR.[1]

Plán udržitelné městské mobility Brna (dále jen Plán mobility) je strategickým dokumentem, jehož cílem je vytvořit podmínky pro uspokojení potřeb mobility lidí i podniků ve městě Brně a jeho okolí a přispět ke zlepšení kvality života. Cílem tohoto dokumentu je za pomoci občanů, městských, regionálních a státních orgánů hledat a najít možnosti udržitelné dopravní obsluhy území. Dokument staví na již existujících aktivitách v plánování a rozvoji města.[1]

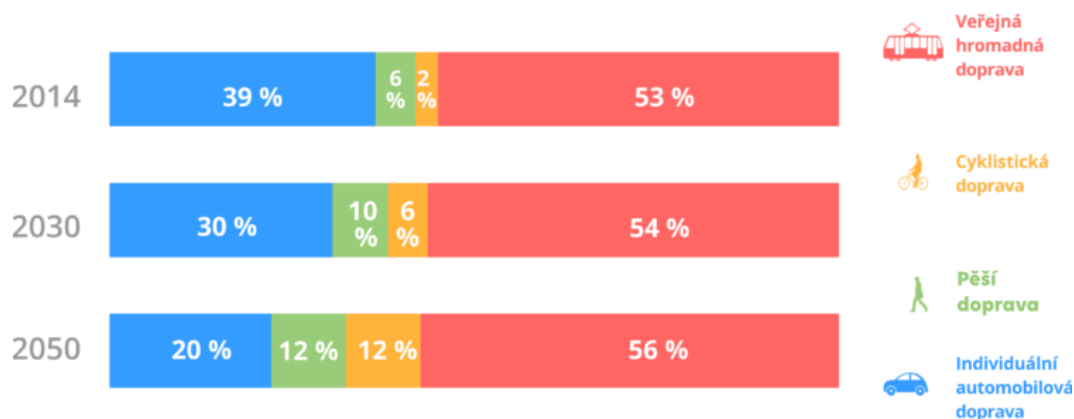
Plán mobility je koncepční studií všech systémů dopravy (veřejná, automobilová, pěší a cyklistická) ve městě Brně s doporučením do metropolitní oblasti. Důvodem pořízení tohoto dokumentu je zejména potřeba analyzovat stav a navrhnout odpovídající strategii rozvoje dopravních systémů města Brna v podrobnosti.[1]

## 1.1 | Vize Brna v roce 2050

Dle vize Plánu udržitelné městské mobility se v roce 2050 se Brno umístí na čelních příčkách žebříčku hodnotícího kvalitu života ve městech. Bude zde žít 480 tisíc spokojených obyvatel, kteří ani ve volných dnech nebudou potřebovat odjíždět z města za čistým vzduchem. Bude se zde dít žít velmi snadno i bez automobilu. Brno bude město krátkých cest s propojenými a navazujícími dopravními mody. Mobilita jakožto stavební kámen kvality života ve městě bude hlavním politickým tématem, obyvatelé se budou již 35 let aktivně zapojovat do tématu městské mobility s tvůrčími podněty.[1]

Senioři ani hendikepovaní v Brně nebudou pociťovat žádné omezení cestovních návyků. Zároveň bude město na základě široké datové základny schopno v oblasti mobility pružně reagovat nejen na trendy v dopravě, ale i demografii, ekonomice a migraci obyvatel.[1]

Obrázek 1: Vývoj dělby přepravní práce



Zdroj: [1]

## 1.2 | Automobilová doprava

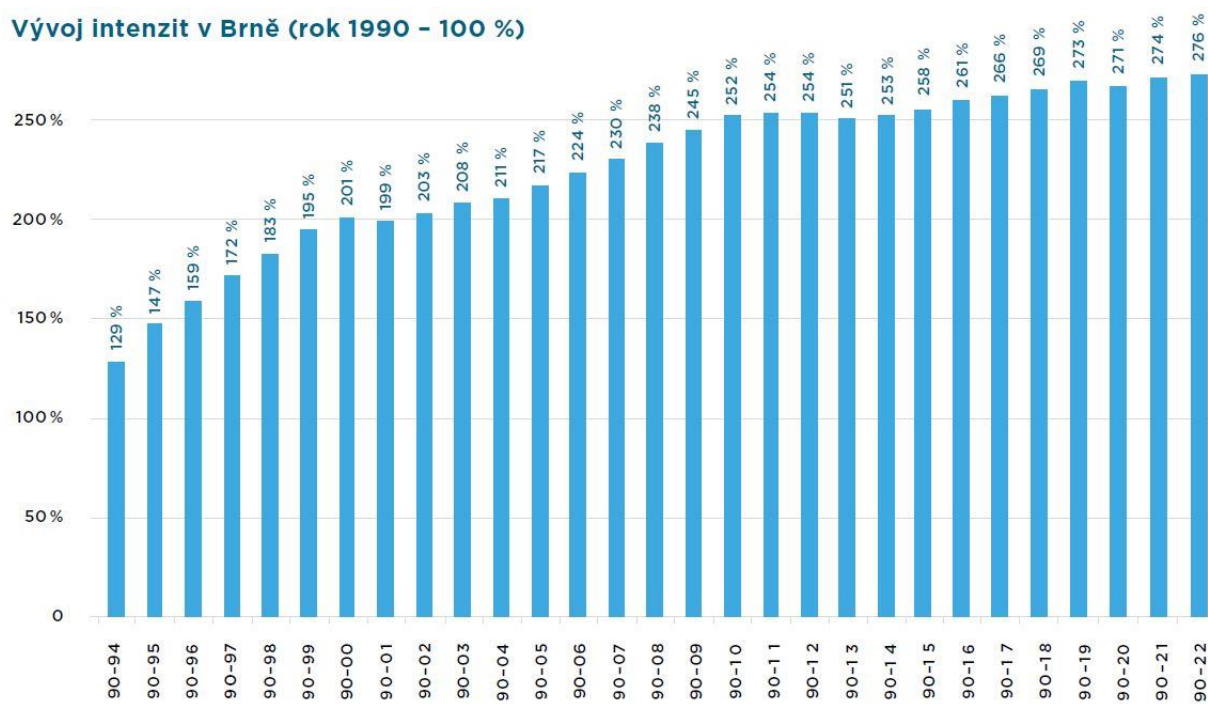
Do roku 2008 se počet motorových vozidel registrovaných na území města Brna výrazně zvyšoval, poté následoval pozvolný růst. V roce 2013, po zavedení nového registru vozidel, došlo k administrativnímu snížení absolutního počtu dopravních prostředků. Roky 2014 až 2022 znamenaly opětovný pozvolný nárůst registrovaných vozidel. Koncem roku 2022 připadal osobní automobil na 1,7 obyvatele a motorové vozidlo na 1,4 obyvatele. Tato hodnota zcela neodpovídá reálné skutečnosti stupně automobilizace ve městě Brně, neboť v celkovém počtu nejsou započítána firemní vozidla, která jsou evidována v jiných krajích a provozována na území města Brna. Jedná se hlavně o vozidla pražských firem, která jsou evidována v Praze.[1]

Vývoj automobilové dopravy v Brně je sledován za pomoci křižovatkových a profilových sčítání. Pro celoroční sledování dopravy slouží různé typy detektorů umístěných na světelně řízených křižovatkách, v tunelech a na dalších místech. Základním ukazatelem vývoje automobilové dopravy jsou dopravní výkony na celé komunikační síti – ujeté vozokilometry. Údaje o výkonech se vztahují k období průměrného pracovního dne. Dalším nástrojem ke zjišťování trendů vývoje jsou kordonová sčítání. Jedná se o uzavřené okruhy, kde jsou zjišťovány počty vozidel na vstupech a výstupech na tomto okruhu. V Brně to je vnější kordon na hranicích města a vnitřní kordon v místě Malého městského okruhu.[1]

Od roku 1990 do roku 2000 intenzity dopravy na komunikacích v Brně strmě stoupaly a v roce 2000 dosáhly dvojnásobné hodnoty oproti roku 1990. V následujících letech byly změny pozvolnější. K roku 2022 je celkový nárůst 176 %. Od roku 2004 do roku 2010 se meziroční nárůsty pohybovaly kolem 6 %. V roce 2011 dosáhlo zvýšení intenzit pouze 2 %. V roce 2012 intenzity dopravy začaly stagnovat a v roce 2013 dokonce nastal pokles. Rok 2022 zaznamenal nárůst o 2 %.[1]

Obrázek 2: Vývoj intenzit dopravy v Brně

Vývoj intenzit v Brně (rok 1990 - 100 %)



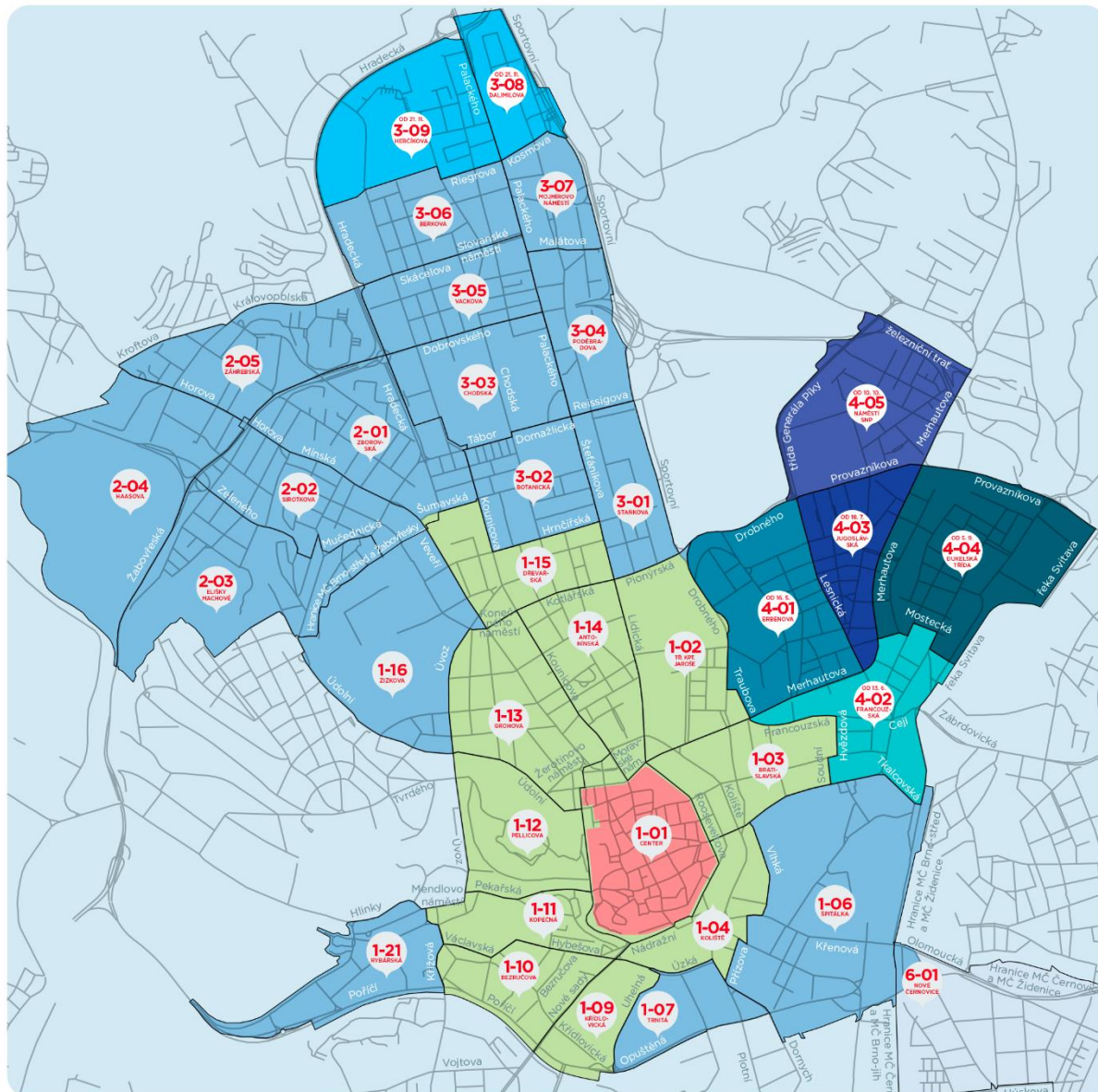
Zdroj:

## 1.2.1 | Parkování

### REZIDENTNÍ PARKOVÁNÍ

V roce 2022 byl systém rezidentního parkování rozšířen do podoby dle obrázku č. 3.[1]

**Obrázek 3: Rezidentní parkování v Brně v roce 2022**



Zdroj:

### PARKOVACÍ DOMY

Na území města Brna se v současné době nachází několik významných parkovacích objektů a parkovišť. Jedná se o parkovací domy, parkoviště P+G, parkoviště P+R a parkovací kapacity u obchodních domů. Z hlediska umístění je největší koncentrace parkovacích objektů v těsné blízkosti historického jádra města Brna. V současné době se v dosahu centrální oblasti města Brna nachází sedm parkovacích domů. Tyto parkovací domy nabízejí návštěvníkům celkem 2 636 parkovacích míst, která lze využít pro krátkodobé, ale i dlouhodobé parkování. Nově je budován parkovací dům na ulici Veveří. Jeho dokončení je plánováno na rok 2024. [1]

## PLACENÁ PARKOVIŠTĚ

Statutární město Brno provozuje celkem 6 významných parkovacích ploch, které jsou dohlíženy kamerovým systémem a osazeny závorovým systémem. Tato parkoviště mají přímou vazbu na důležité veřejné instituce a samotnou centrální oblast města. Provoz celého parkovacího systému je vysoce spolehlivý a s minimální potřebou zásahu obsluhy. Datové spojení mezi parkovištěm a centrálním technickým dispečinkem BKOM (CTD) je realizováno prostřednictvím městské optické kabelové sítě pro řízení dopravy. Na pracoviště CTD jsou přenášena data řídicího systému parkoviště, kamerového dohledu a hlasového spojení. Tyto parkovací plochy významně přispívají pro statickou dopravu v Brně vysokou obrátkovostí vozidel a nabízejí návštěvníkům celkem 780 parkovacích míst.[1]

## PARKOVÁNÍ PRO ELEKTROMOBILY

V roce 2022 byla uvedena do provozu první etapa zavádění parkovacích stání u dobíjecích stanic, která provozuje město Brno, určených pro nabíjení vozidel s elektrickým nebo hybridním pohonem. Tato stání je nutné regulovat, aby byla zajištěna potřebná obrátkovost a aby zároveň nebyla obsazována vozidly s klasickým spalovacím motorem. Z těchto důvodů jsou tedy označena dopravní značkou jako vyhrazená parkoviště, s doplňující informací, že spadají do zóny E a že je lze využít pouze s platným dlouhodobým parkovacím oprávněním. Toto oprávnění je po dobu nabíjení zdarma, řidiči si však musí vyřídit registraci na registrační značku vozidla přes mobilní aplikaci ParkSimply, která je dostupná pro operační systémy Android a iOS, nebo přes webovou aplikaci Online parkovací automat, která je volně dostupná na webové stránce [www.parkovanivbrne.cz](http://www.parkovanivbrne.cz). [1]

## 1.3 | VEŘEJNÁ DOPRAVA

Do veřejné dopravy je začleněna i železniční osobní doprava, která se na denní přepravě osob prokazatelně podílí a v návrhových obdobích se její význam dále zvyšuje. Rovněž je do této kapitoly zahrnuta letecká doprava, která nemá v návrhovém období a nebude mít pro městské přepravní vztahy praktický význam. Rovněž tak lodní doprava, která je spíše forma vyhledávané turistické atrakce.

Veřejná hromadná doprava má pro území města velký přepravní potenciál, který je pro návrhová období podpořen řadou investičních akcí. Cílem je zvýšení atraktivity a tím zvýšení počtu cestujících. Aby bylo docíleno kvalitní, rychlé a kapacitní zejména kolejové dopravy je nutné uskutečnit řadu investičních akcí, které tento cíl podpoří. Není to jenom investice do tramvajových tratí (rozšiřování a modernizace), nebo nákupu vozidel (nákup nových, rekonstrukce stávajících), ale jsou to také opatření do preference vozidel MHD na světelně řízených křižovatkách, rekonstrukce zastávek pro usnadnění a urychlení nástupu/výstupu, důsledná segregace tramvajových tratí (kde je to technicky možné), kvalitní informační systémy a také dostatečná kapacita spojů a zvýšení kvality přepravy cestujících.

Hlavním poskytovatelem veřejné dopravy na území města Brna je Dopravní podnik města Brna. Zde lze ze současného pohledu na alternativní paliva v dopravě uvažovat jako dopravní prostředky na tato paliva tramvaje a trolejbusy, kdy se v zásadě jedná o vozidla na elektrický pohon. Důraz na co největší využití tramvajů a trolejbusů má samozřejmě pozitivní dopad na snižování ekologické zátěže z dopravy na území města Brna.

Linkový systém je založen na principu páteřní sítě tramvajových linek, která je doplňována sítí trolejbusových a autobusových linek. Systém je organizován jako přestupní, se sítí přestupních uzlů. Základní schéma přestupního systému bylo zprovozněno ke dni 2. 9. 1995.



### 1.3.1 | Tramvajová doprava

Tramvajová síť provozovaná DPMB je svým rozsahem druhá největší v České republice. Kromě města Brna se nachází i na území sousedního města Modřice. Celková délka kolejí (jednokolejně) je 174,978 km (z toho 15,8 km je délka kolejí v obou vozovnách). Provoz tramvajové dopravy byl zahájen v roce 1869, nejprve ve verzi koňské dráhy, od roku 1884 ve verzi parní tramvaje a od roku 1900 pak již plně v trakci elektrické.

Tramvajový systém je uspořádán jako radiálně okružní. Jeho struktura vznikala v jednotlivých historických etapách. Ve 40. letech 20. století byl v centrální části dokončen tramvajový okruh, který se stal základním prvkem kolejové sítě. Na vnějších okrajích sítě je umístěno 16 tramvajových radiál. Do přímého kontaktu s centrálním tramvajovým okruhem se dostává 10 radiál. Pomocí centrálního tramvajového okruhu jsou jednotlivé diametrální linky trasovány do příslušných radiál. Přestup mezi jednotlivými linkami v centrální části je umožněn pomocí několika společných zastávek. Centrální tramvajový okruh je nejzatíženější částí tramvajového systému. Jeho propustnost je limitující pro možnost tvorby přepravní nabídky na jednotlivých radiálách. Zázemí pro odstavení i údržbu tramvajových vozidel tvoří dvě vozovny (areály Pisárky a Medlánky). Ústřední dílny se nachází v areálu vozovny Medlánky.

Tramvajová doprava je páteřním prvkem celého systému MHD na území města Brna. V jednotlivých přestupních bodech je nabízen přestup na navazující trolejbusové a autobusové linky. Tramvajové linky jsou provozovány v celotýdenním režimu – v denním provozu. Dopravní obslužnost města je v nočních hodinách zajišťována samostatným systémem nočních autobusových linek. Vnější úseky radiál jsou zatíženy provozem se špičkovým intervalem 2,5–5 minut mezi spoji. V úsecích radiál v centrální části dosahuje intenzita provozu hodnoty 2–1,6 minut mezi spoji. V závěru roku 2022 byla zprovozněna nová trať do terminálu Nemocnice Bohunice, součástí této 912 metrů dlouhé trati je i nejdelší tramvajový tunel v Česku.

Na tramvajové linky MHD bylo v roce 2023 v pracovních dnech do špičky vypravováno průměrně 210 vozidel, což představuje 39% podíl z celkové průměrné denní špičkové výpravy vozidel DPMB.

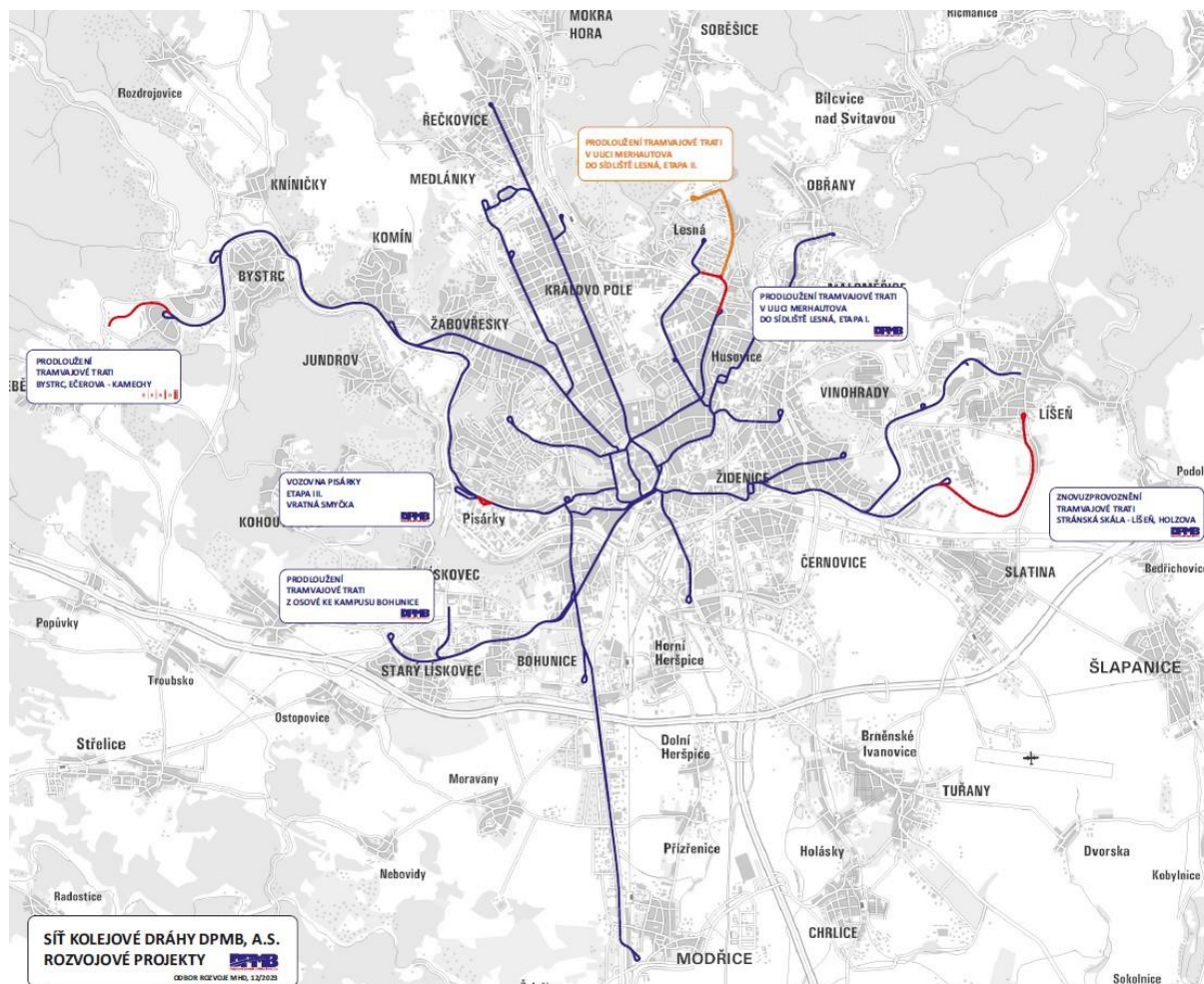
#### ROZVOJ TRAMVAJOVÉ DOPRAVY

V rámci rozvoje tramvajové dopravy je v současné době připravováno prodloužení tramvajové tratě z Bystrce do sídliště Kamechy, které by mělo být realizováno od roku 2025.

Další rozšíření tramvajové dopravy lze očekávat v jižní části města v souvislosti s přesunem hlavního vlakového nádraží, v dlouhodobých plánech je také výstavba tramvajové trati do sídliště Lesná a také do Líšně na Holzovu.



Obrázek 4: Síť kolejové dráhy Dopravního podniku města Brna – rozvojové projekty



Zdroj: DPMB, a.s.

### 1.3.2 | Trolejbusová doprava

Trolejbusová síť v Brně je svým rozsahem největší v České republice. Celková délka trolejbusové sítě je 55,7 km (délka komunikací, na kterých jsou provozovány pravidelné trolejbusové linky), z toho je 3,1 km na katastru města Šlapanice. Provoz trolejbusové dopravy byl zahájen v roce 1949.

Trolejbusový systém je uspořádán jako (dominantně) radiální. Jeho struktura vznikala v jednotlivých historických etapách, souvisejících především s urbanizací jednotlivých částí města. Jednotlivé trolejbusové radiály navazují v hlavních přestupních uzlech na páteřní tramvajovou síť. Zvláštní postavení zaujímají trolejbusové linky vedené ve východozápadním směru po severním okraji centrální části města. Tyto linky zajišťují bezmála 45 % přepravního výkonu v trolejbusové dopravě. Trolejbusové linky jsou provozovány v celotýdenním režimu – v denním provozu. Posledního rozšíření se trolejbusová síť dočkala v roce 2022, kdy došlo k rozšíření sítě trolejbusové dopravy o nově vybudovanou odbočnou trať v ulici Merhautově od ulice Provazníkovy po smyčku Štefánikova čtvrť či jednosměrnou trolejbusovou trať v ulici Veletržní.

Na trolejbusové linky MHD bylo v pracovních dnech roku 2023 ve špičkových dobách vypravováno průměrně 99 trolejbusů, což představuje 18% podíl z celkové průměrné denní špičkové výpravy vozidel DPMB.

Zázemí pro odstavení a údržbu trolejbusových vozidel republiky tvoří 3 vozovny umístěné v lokalitách Komín, Husovice a Slatina.

#### ROZVOJ TROLEJBUSOVÉ DOPRAVY

Zákon č. 360/2022 o podpoře nízkoemisních vozidel vycházející ze směrnice Evropského parlamentu ze dne 20. 6. 2019, kterou se mění směrnice č. 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel, se vztahuje i na autobusy M3, kategorie 1 (městské autobusy), ukládá od data účinnosti zákona při výběrových řízeních požadovat minimálně 41 % vozidel nízkoemisních. Od 1. 1. 2026 se toto procento zvyšuje na 60 %. Z těchto 41 %, resp. 60 %, nízkoemisních vozidel pak musí být polovina s nulovými emisemi. Na základě stanoviska Evropské komise ze dne 19. 2. 2020 se pro účely výpočtu procenta nízkoemisních a bezemisních vozidel počítají dohromady autobusy a trolejbusy.

Existence výše uvedené směrnice znamená, že DPMB, a.s., bude muset v blízké budoucnosti pořizovat část vozidel nízkoemisních (41–60 %) a část z nich dokonce bezemisních. Limit pro bezemisní vozidla lze dodržet zachováním a rozvojem trolejbusů, které jsou z hlediska tohoto zákona považovány za zcela

Podporovanou možností ke snížení uhlíkové stopy ze strany Evropské unie je mj. provoz trolejbusů, které jsou považovány jakožto elektrická vozidla za zcela bezemisní. Vzhledem k existenci rozsáhlé trolejbusové sítě v Brně se jeví jako ekonomicky i provozně efektivní její využití při rozvoji trolejbusové dopravy. Rozšíření trolejbusové dopravy na území města Brna zejména v kontextu snižování dopadů městské hromadné dopravy na životní prostředí tak může být efektivním nástrojem k jeho realizaci.

V tomto dokumentu jsou prezentovány možné trasy pro trolejbusovou dopravu, ať už s nutností výstavby nové infrastruktury nebo s použitím trolejbusů s alternativním bateriovým pohonem. Návrhy jsou uvedeny zjednodušenou formou zpravidla bez upřesnění řešení podoby dopravního provozu (linkového vedení, jízdních řádů apod.) po jejich realizaci, a to vzhledem k mnoha možnostem, které je potřeba důkladněji zanalyzovat. Při návrzích tras však byla zohledňována současná síť trolejbusové dráhy, rozsah autobusové dopravy na jednotlivých linkách a podíl části tras těchto linek pod trolejovým vedením.

Trolejbusy s alternativním bateriovým pohonem (parciální trolejbusy) jsou drážní vozidla kombinující jízdu pod trolejovým a mimo něj, tj. jsou částečně nezávislémi na trolejovém vedení. Při nákupech takových trolejbusů je podmínkou garance nájezdu 10 km na bateriový pojezd po dobu životnosti trakčních baterií. Při plánování tras mimo trolejové vedení je nutné brát ohledy na sklonové poměry trasy, nutnost následného dobíjení vozidel (jízdu nebo stání pod trolejovým vedením nebo odstavením na nabíjecím místě). Trasy využívající bateriový pojezd by neměly být delší jak 10 km, měly by být v poměru max. 1:1 k trase pod trolejovým vedením.

## 1.4 | PĚŠÍ DOPRAVA

Opatření pro pěší dopravu jsou navržena převážně z hlediska odstranění bariér ve městě – vytvoření bezpečných a bezbariérových tras, bezpečné přístupy na zastávky hromadné dopravy, vytvoření tras, které poskytnou pro pěší dopravu nejkratší spojení. Plán mobility také navrhuje zvýšení počtu a rozsahu pěších zón, dopravně omezených zón („Zóny 30“) a také využití tzv. sdílených prostorů, které zvyšují bezpečnost pěší dopravy a tím podporují využití chůze při kratších vzdálenostech ve městě. Nezbytné je také důsledné dodržování stanovených principů při plánování rozvoje města, které dbají na význam pěší dopravy jako nejvhodnějšího způsobu dopravy pro krátké vzdálenosti – zachovávání prostupnosti území, zajištění rychlého a bezpečného přístupu na zastávky VHD, omezení vytváření bariér v území. Z hlediska pěší dopravy jsou důležitá také měkká opatření, která se zaměřují na realizaci informativních kampaní.

## 1.5 | CYKLISTICKÁ DOPRAVA

Systém dopravní infrastruktury je doplněn o záměry výstavby cyklostezek a vytvoření cyklotras. Cílem navržených opatření pro městskou cyklistiku je vytvoření propojeného systému spojujícího zdroje a cíle cyklistické dopravy na celém území města a propojující také město s jeho okolím. V rámci rozvoje cyklistické dopravy nesmí být opomíjena otázka zvýšení bezpečnosti cyklistů – bezpečné oddělení od vozidel, bezpečné přejezdy pro cyklisty a odstranění nebezpečných úseků a bodových závad. Při návrhu urbanizace nových území nesmí být opomíjen význam cyklistické dopravy a musí být zajištěno napojení na celoměstské sítě cyklistických tras.

Cyklistická doprava je podpořena i v rámci rozvoje veřejné dopravy. Přeprava kol ve vozidlech MHD je s předplatní kartou umožněna již nyní a je provozována i autobusová linka s nosiči na kola. Tento systém doporučujeme dále sledovat a rozvíjet dle potřeb provozu. Spojení cyklistické dopravy a MHD má potenciál především pro každodenní jízdu na kole ze sídliště v okrajových částech města, kdy využití MHD na části cesty zvyšuje atraktivitu cyklistické dopravy. Podobně také zavedení systému bikeshringu (či elektrobikesharingu) zvyšuje potenciál využití cyklistické dopravy ve městě, např. jeho využitím na určité úseky cest bez nutnosti vlastnit jízdní kolo.

Nejvhodnějším řešením při realizaci citylogistiky zůstává optimalizace vytížení vozidel spolu s využitím dopravních prostředků s alternativním pohonem (např. elektromobily) v nejvytíženějších místech a dále také zajištění nočního zásobování, popř. zásobování vedené po okrajových městských trasách (popř. po obchvatu apod.).

V praxi dochází k propojení jednotlivých variant dle požadavků všech zúčastněných stran (občané, zákazníci, logistické společnosti, vedení města, a další) tak, aby výsledný efekt znamenal zachování stávající úrovně zásobování spolu s pozitivním vlivem na dopravu ve městě – snížení počtu kongescí vlivem nákladních automobilů, zlepšení životního prostředí díky snížení počtu nákladních automobilů a také udržení ekonomické stability města.

Jedná se o řešení optimálního zásobování města s umístěním logistického zázemí tak, aby mohlo dojít ke snížení počtu zásobovacích vozidel. Výše uvedená opatření mají potenciál snížení spotřeby paliv v dopravě o více jak 50 % oproti stávajícímu stavu.

## 2 | Legislativní rámec a strategické dokumenty v oblasti alternativních paliv

Právním aktem, který obsahuje doporučení pro vnitrostátní parlamenty členských zemí EU je:

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva

**Tento dokument vznikl majoritně z důvodů:**

- Účinnějšího využívání energie
- Snížení závislosti dopravy na ropě
- Zvýšení podílu pohonných hmot z obnovitelných zdrojů
- Snížení emisí skleníkových plynů

Konkrétní způsoby implementace této směrnice v rámci ČR ve vztahu k elektromobilitě jsou obsahem níže uvedených dokumentů.

NÁRODNÍ AKČNÍ PLÁN ČISTÉ MOBILITY (NAP CM)

Národní akční plán čisté mobility naplňuje požadavky směrnice 2014/94/EU o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva, kde tato směrnice požaduje po členských státech EU, aby v rámci vnitrostátního rámce definovaly cíle pro rozvoj příslušné infrastruktury dobíjecích a plnicích stanic. Zabývá se zejména rozvojem alternativních paliv v dopravě, jako je elektromobilita, stlačený a zkapalněný zemní plyn (CNG; LNG), v omezené míře také vodíkovou technologií a příslušnou infrastrukturou k těmto alternativám. NAP CM je zpracován s návazností na základní strategické dokumenty ČR v oblasti dopravy, energetiky a životního prostředí. Mezi tyto dokumenty patří např.: SEK, Dopravní politika ČR pro období 2014–2020 s výhledem do roku 2050, apod. [1]

Stěžejní částí dokumentu je jeho návrhová část, která uvádí strategické cíle NAP CM a opatření pro jejich dosažení. Strategickým cílem č. 1 tohoto dokumentu je právě rozvoj elektromobility. **Tento cíl, mimo jiné, zahrnuje např.:**

- Usnadnění výstavby dobíjecích stanic
- Řešení problematiky stimulace poptávky po elektromobilech
- Vytváření podmínek pro lepší vnímání elektromobility na potenciálních zákaznících
- Zlepšování podmínek pro výkon podnikání v oblastech souvisejících s elektromobilitou
- Koordinaci rozvoje nabíjecí infrastruktury a distribuční soustavy

## 3 | Rozvoj elektromobility

Elektrické pohony díky nulovým provozním emisím jsou vhodnou alternativou ke spalovacím motorům zejména pak v městském prostředí. Jejich výhody spočívají dále v tichém provozu a nižších provozních nákladech.

V současné době je považováno za jednu z klíčových bariér rozvoje elektromobility nedostatečný počet nabíjecích stanic. V následujících letech je očekáván růst počtu elektrických vozidel, a proto je nevyhnutelné dobudování pátevní sítě dobíjecích stanic v určitém předstihu, aby bylo možné uspokojit poptávku všech majitelů elektromobilů. Místa na doplnění energie elektrických vozidel by měla být rozmístěna maximálně ve vzdálenosti 50–60 kilometrů a měla by umožňovat dobít podstatnou část baterie do 30 minut.[1]

Dobíjecí infrastrukturu můžeme rozdělit na soukromé dobíjecí stanice (v místě bydliště majitele elektromobilu), veřejné dobíjecí stanice (nákupní střediska, centra měst) a národní síť dobíjecích stanic (Dálnice, hraniční přechody). Rychlost nabíjení baterie je závislá na výkonu nabíjecí stanice a technických možnostech elektromobilu. V současné době se vyvíjí a testují dobíjecí stanice, které jsou schopny dosáhnout plného nabití za méně, než 10 min. V budoucnu se dále předpokládá zavádění dalších alternativních řešení nabíjení, jako je např. indukční nabíjení umístěné ve vozovce.[1]

Ve městě Brně je provozováno 37 DC nabíjecích stanic elektromobilů s vyšším výkonem než 50 kW. Hlavními subjekty provozující dobíjecí stanice jsou Teplárny Brno, ČEZ, EON, PRE a Tesla s nabíjecími stojany o výkonu 250 kW. Je také provozováno cca 350 AC stanic s nabíjecím výkonem větším než 11 kW. Především rozvoj 11 kW AC nabíjecích stanic, které budou nabíjet automobily přes noc, je nezbytný pro větší rozvoj elektromobility. Potenciál DC rychlonabíjecích stanic je již výrazně nižší. Pro větší rozvoj elektromobility bude potřeba vytvořit síť cca 5 000 kusů AC nabíjecích 11 kW stanic do roku 2030 a dalších cca 100 nabíjecích DC stanic s výkonem vyšším než 50 kW.

### 3.1 | Modelové varianty rozvoje elektromobility na území města Brna

Ve snaze o dosažení cíle přechodu individuální a lehké nákladní dopravy z konvenčních paliv (motorová nafta a benzín) na čistě elektropohon, je třeba určit potřebné množství energie pro jejich nabíjení. Stanovení tohoto množství je poměrně obtížné. **Modelový výpočet stanovuje především dopady na distribuční síť el. energie a jako podklad byly použity [1]:**

- Hodnoty dopravních výkonů a intenzity dopravy – údaje převzaté z Ročenky dopravy Brno
- Současné hodnoty dopravního zatížení
- Současná podoba dopravní sítě

Stanovení této potřeby musí vycházet z dopravních výkonů, vazba na kapacity stávajících čerpacích stanic a množství prodaného paliva není přímo možná. U čerpacích stanic existuje cenový gradient, kdy je zřetelná závislost ceny paliva ve vazbě na vzdálenost do centra města. U nabíjení elektřinou lze předpokládat, že cenový gradient v závislosti na poloze nebude existovat (tak jak neexistuje u současných odběratelů elektřiny) nebo bude vytvářen na základě technických omezení či technické potřeby. Současné pojetí „kvality“ paliva u elektřiny také ztrácí smysl.[1]

Měrná spotřeba u elektromobilů má poměrně velké rozpětí. Horní hranice pro městské prostředí včetně respektování nabíjecích ztrát zde bude uvažována ve výši 0,25 kWh/km, této hodnotě by při přímém přepočtu z vozokm odpovídala energie 1,175 GWh za den. [1]

**V rámci modelového výpočtu byly uvažovány 2 extrémní stavy:**

- Centrální varianta – tj. pouze rychlé nabíjení
- Decentrální varianta – tj. pouze pomalé nabíjení

V rámci modelového výpočtu byl řešen dopad el. nabíjení vozidel na vazby distribučních trafostanic el. energie.

V rámci centrální nabíjecí varianty se jedná o trafostanice: 400 kV/110 kV a 110 kV/22 kV.

U decentrální nabíjecí varianty se jedná o trafostanice: 400 kV/110 kV, 110 kV/22 kV a 22 kV/400 V.

#### CENTRÁLNÍ NABÍJECÍ VARIANTA

Návrh centrální varianty nabíjení vychází z konceptu dnešních čerpacích stanic, v případě elektromobilů centralizovaných stanic schopných rychlého nabití baterií. Předpokladem jsou nabíjecí stanice schopné dodávat vysoký nabíjecí výkon cca 320 kW. Tato varianta počítá s vybudováním 15 nabíjecích stanovišť a počítá i s nabíjením dojíždějících řidičů. Uvažuje se, že dojíždějící budou dobíjet energii spotřebovanou na cestu do Brna a z Brna. Výkon odebraný tranzitem odpovídá pouze vzdálenosti ujeté na území města Brna. Údaje o energiích potřebných pro dojíždění byly získány analýzou dat ze sčítání obyvatel. Byly vygenerovány vzdálenosti dojížděky osobních automobilů z jednotlivých obcí (jde přibližně o 1000 obcí) k hranicím Brna. Z těchto hodnot byly určeny tzv. vozokilometry (1,4 mil. km za jeden den za oba směry) na dojíždění a z těch byla vypočtena potřebná energie 350 MWh/den. Celková dobíjená energie na území Brna potom určena jako část vozokilometrů generovaných na území Brna a energie dojíždějících. Potřebná energie pro tuto variantu je potom 1 325 MWh/den.[1]

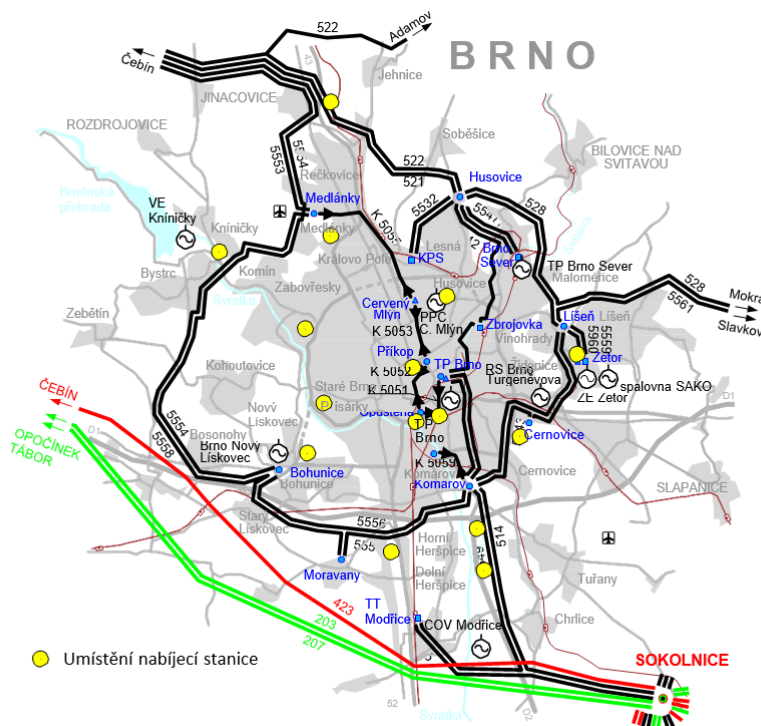
Umístění nabíjecích stanic v rámci aglomerace bylo zvoleno s ohledem na hustotu dopravy a blízkosti komerčních či obytných celků, u VMO a hlavních radiál. Tyto lokality jsou rovněž v dosahu silných uzlů distribuční sítě, tj. v blízkosti rozvodn 110 kV. Napájení nabíjecích stanic by bylo provedeno novými radiálními kabely 22 kV realizovanými výhradně pro tento účel v počtu 1 až 2 kabely na stanici.[1]

Celkový objem nabíjecí energie byl mezi nabíjecí stanoviště rozdělen expertně. Nepočítá se s výraznějším uplatněním smart řešení, která by reflektovala v průběhu nabíjení systémové potřeby elektrizační sítě. Křivka denních výkonů nabíjení vychází z denního průběhu dopravních výkonů. Jsou nabíjena tzv. auta v pohybu.[1]



Pro modelový výpočet dopadů centrální varianty bylo navrženo 15 rychlonabíjecích stanic. Jejich umístění je zřejmé z následující přehledné situace [1]:

**Obrázek 5: Rozmístění rychlonabíjecích stanic pro centrální variantu**



Zdroj:

### Dopad na DS

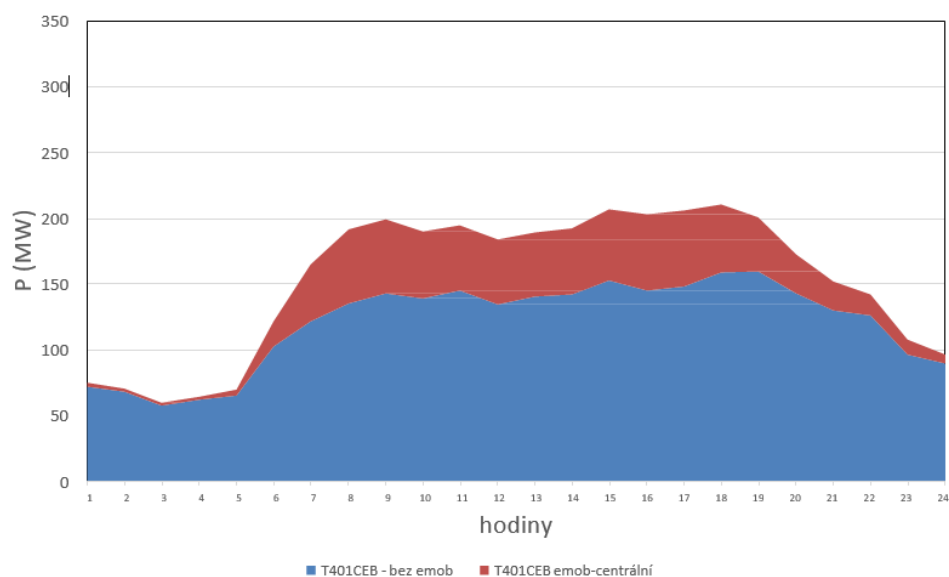
Dopady centrálního nabíjení na zatížení transformace 400 kV / 110 kV jsou nejvýraznější. Křivka nabíjení, vycházející z hodinového rozložení dopravního toku, se z větší části kryje s hodinovým průběhem současného zatížení transformace. Dochází tedy k nepříznivé kumulaci špiček odběrů. Ale i přes to není výsledný diagram s uvažováním nabíjecího výkonu nikterak extrémní. Lze říci, že zatížení s centrálními stanicemi odpovídá orientačně 30 % nárůstu spotřeby v denní části diagramu. Nabíjecí energie má podobný tvar jako průběh výroby el. energie ze solárních zdrojů.[1]

**Z hlediska zásobování el. energií jsou pro město Brno důležité dvě hlavní 400 kV trafostanice:**

- T401 400 kV / 110 kV Čebín
- T402 400 kV / 110 kV Sokolnice

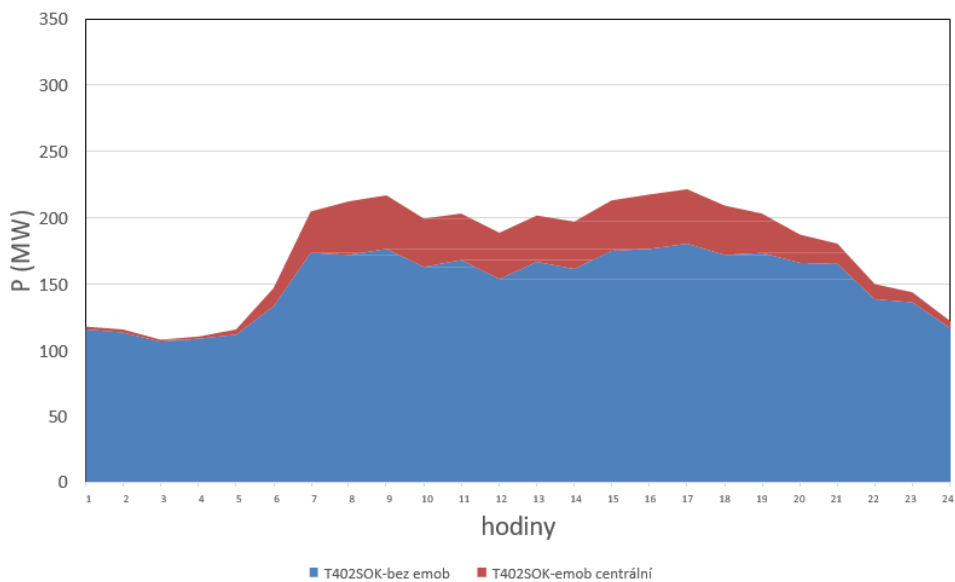


**Obrázek 6:** Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 401 Čebín – Centrální varianta



Zdroj: BKOM [1]

**Obrázek 7:** Graf nárůstu průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 402 Sokolnice – Centrální varianta



Zdroj: BKOM [1]

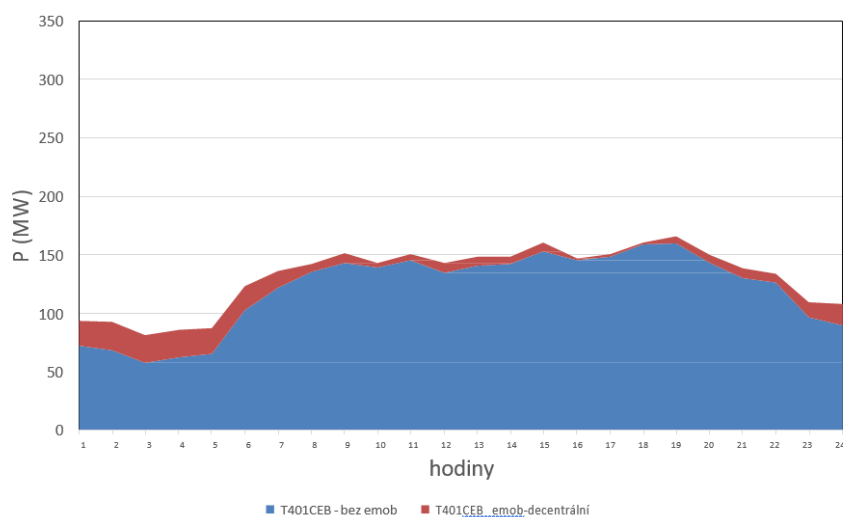
## DECENTRÁLNÍ NABÍJECÍ VARIANTA

Celková energie potřebná pro elektromobilitu v rámci Brna je v této variantě 500MW/den. Tyto informace vycházejí z počtu automobilů za jednotlivé městské části a jejich denního využití předpokládá se, že v průběhu vyjede přibližně 40 = automobilů za den) a z předpokládané ujeté denní vzdálenosti, která je odvozena z informací o přepravních vztazích v rámci Brna.[1]

### Dopady na DS

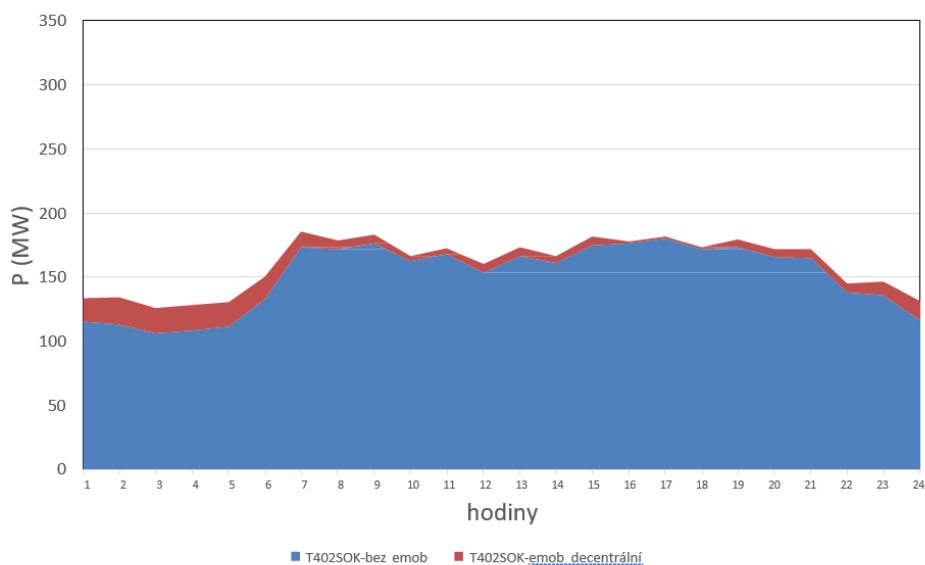
V případě dopadů decentrální nabíjecí varianty je modelem prokázáno, že nabíjení je realizováno především v časech, kdy dochází k poklesu spotřeby el. energie. Zřejmě je to opět na grafech trafostanic T401 400 kV / 110 kV Čebín a T402 400 kV / 110 kV Sokolnice[1]

**Obrázek 8: Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 401 Čebín – Decentrální varianta**



*Zdroj: BKOM [1]*

**Obrázek 9: Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 401 Čebín – Decentrální varianta**

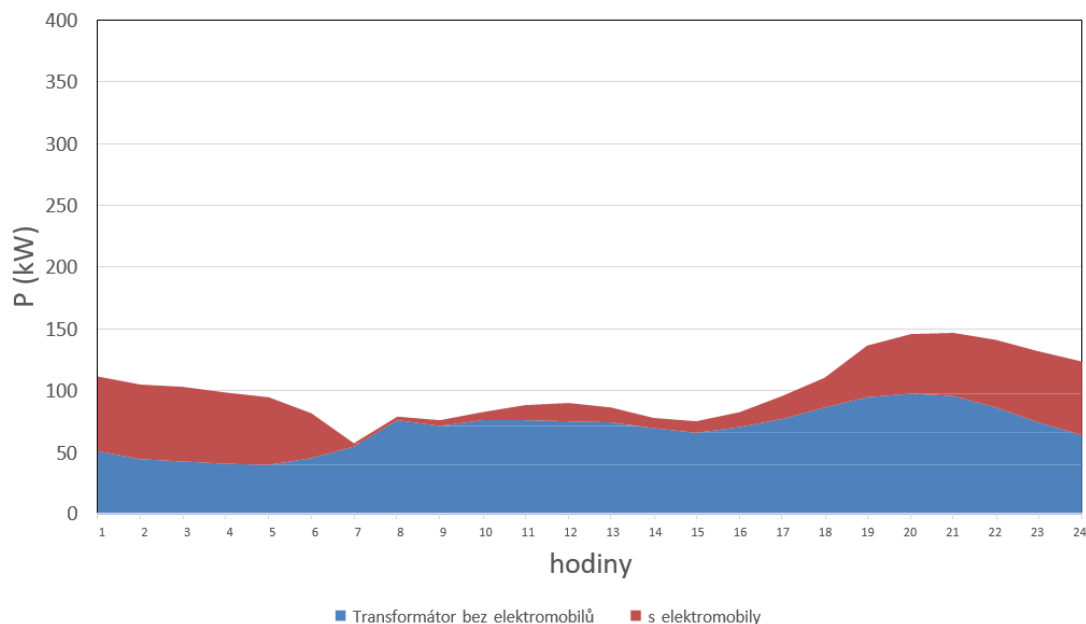


*Zdroj: BKOM [1]*

Největší dopad na transformační výkon bude mít decentrální varianta na úrovni transformace 22 kV / 400 V. Zavedení této varianty by znamenalo, že při soudobém počátku nabíjení většího počtu automobilů by docházelo k přetížení transformace až ve stovkách procent.[1]

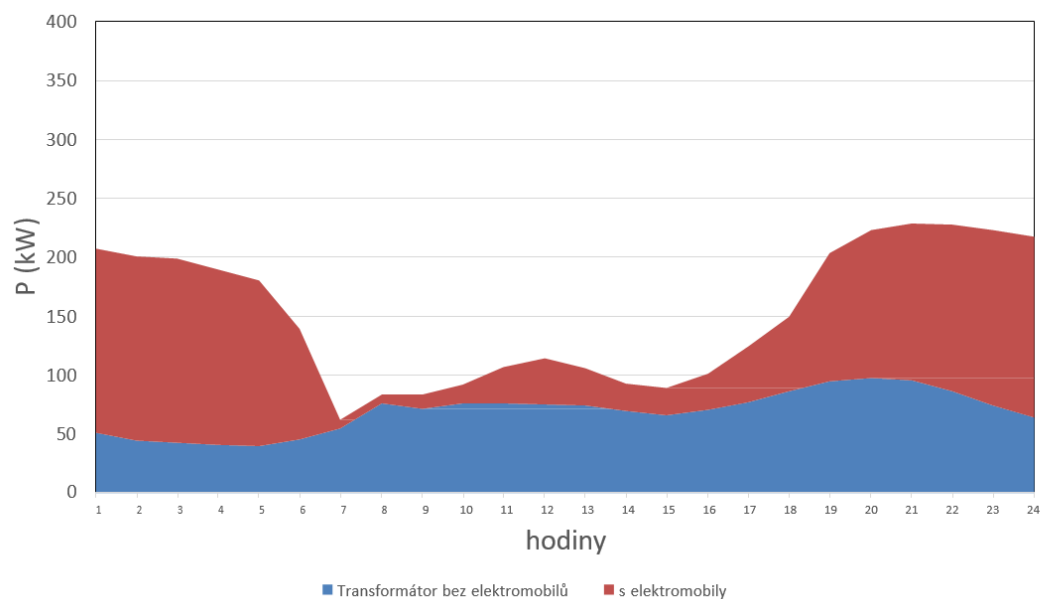
V následujících grafech jsou znázorněny průběhy zatížení transformátoru 400 kVA při nabíjení cca 60 % elektromobilů, které ujedou 60 km v průběhu jednoho dne.[1]

**Obrázek 10: Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci pomalého nabíjení u TS 22 kV / 400 V při nabíjení 68 automobilů na 1 transformátor – Decentrální varianta**



*Zdroj: BKOM [1]*

**Obrázek 11: Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci pomalého nabíjení u TS 22 kV / 400 V při nabíjení 232 automobilů na 1 transformátor – Decentrální varianta**



*Zdroj: BKOM [1]*

Tato varianta klade větší nároky na rozvoj transformačního výkonu, a to zejména na úrovni 22 kV / 400 V.

## 3.2 | Hodnocení návrhových variant elektromobility

Z výše uvedených vypočtených průběhů je možné usoudit, že ani takto zásadní rozvoj elektromobility ve městě Brně nemusí znamenat pro současnou energetickou infrastrukturu zásadní problém. Je zřejmé, že se budou vyskytovat nedostatečně dimenzovaná místa na všech napěťových úrovních, ale jejich řešení je možné v rámci přirozeného vývoje distribuční soustavy, která se vždy snaží být dimenzována tak, aby pokryla potřeby odběratelů.[1]

V současné době je hlavním nebezpečím možný rychlý nástup elektromobility v souvislosti s absencí dostatečného počtu veřejných nabíjecích míst. Zatím se jedná o jednotky instalací. Na druhou stranu je velice obtížné odhadnout rychlost náběhu využívání elektromobilů, kdy velkoryse pojatá realizace nabíjecích stanic může vést k jejich dočasnému malému využití a tím i jejich neekonomičnosti provozu.[1]

**Obě výše uvedené varianty jsou pojaty extrémně a jako reálný průběh rozvoje lze očekávat formu určitého průniku obou variant**

Pro úspěšné zavedení plánovaného rozvoje elektromobily v rámci nejen Brněnské aglomerace je třeba věnovat pozornost několika aspektům tak, aby bylo tohoto cíle dosaženo v rámci udržitelného rozvoje.

- Distribuční síť el. energie, vlastněná a provozovaná E.ON, je hlavním páteřním distribučním kanálem el. energie pro řešení elektromobility na území města Brna. Tato distribuční síť bude vyžadovat pro účely rozvoje elektromobility zásadní investiční přípravu a realizaci posílení stávající kapacity sítě. Zejména pak budování zcela nových vedení 22 kV pro rychlonabíjecí stanice, případně vedení NN k nabíjecím místům u parkovacích stání.[1]
- Velmi důležitou součástí koncepčního přístupu města Brna je, aby ve spolupráci s E.ON byla včas vytvořena územní rezerva v rámci územního plánu města Brna pro budoucí výstavbu trafostanic a kapacitních stanovišť pro rychlé nabíjení elektromobilů. Je také potřeba zmínit, že při realizaci nových odběrných míst musí být počítáno s jejich standardním legislativním a časovým průběhem při jejich přípravě a realizaci, která činí standardně 1 rok.[1]

## 3.3 | Síť dobíjecích stanic pro elektromobily Tepláren Brno

Vybudovat nejhustší síť veřejných dobíjecích stanic v moravské metropoli. Ambiciózní plán Tepláren Brno chce umožnit, aby si svoje elektromobily mohli dobíjet i ti, kteří k tomu nemají podmínky doma, ani ve firmě, a proto o jejich pořízení zatím neuvažovali. S naplňováním unikátního projektu rezidentního nabíjení, navíc s co největším využitím solární energie, začala městská společnost v roce 2020.

Projekt Rozvoje elektromobility na území města Brna představuje soubor podnikatelských aktivit, které umožní TB získat majoritní podíl na trhu s dobíjecími stanicemi v Brně v roce 2025. Ambicí obchodního plánu je získání 1 000 registrovaných zákazníků (čipů) do roku 2025. Aby došlo k naplnění této ambice, musí v rámci společnosti vzniknout sada plánů a odpovědností, které povedou ke splnění cíle. Tyto plány musí jednoznačně reflektovat aktuální pozici TB na uvedeném trhu a jeho proměnlivý budoucí vývoj.

Brno se vydalo jiným směrem než většina ostatních poskytovatelů nabíjení v České republice. Ti se totiž vzhledem k rychlejší návratnosti investice zaměřují primárně na výstavbu rychlonabíjecích stanic určených zejména pro tranzitní dopravu, a využívaných tak většinou soukromými osobami nebo podnikateli, jež mají běžnou/pomalou nabíjecí stanici doma v garáži či ve firemním depu a veřejně nabít potřebují pouze po cestě

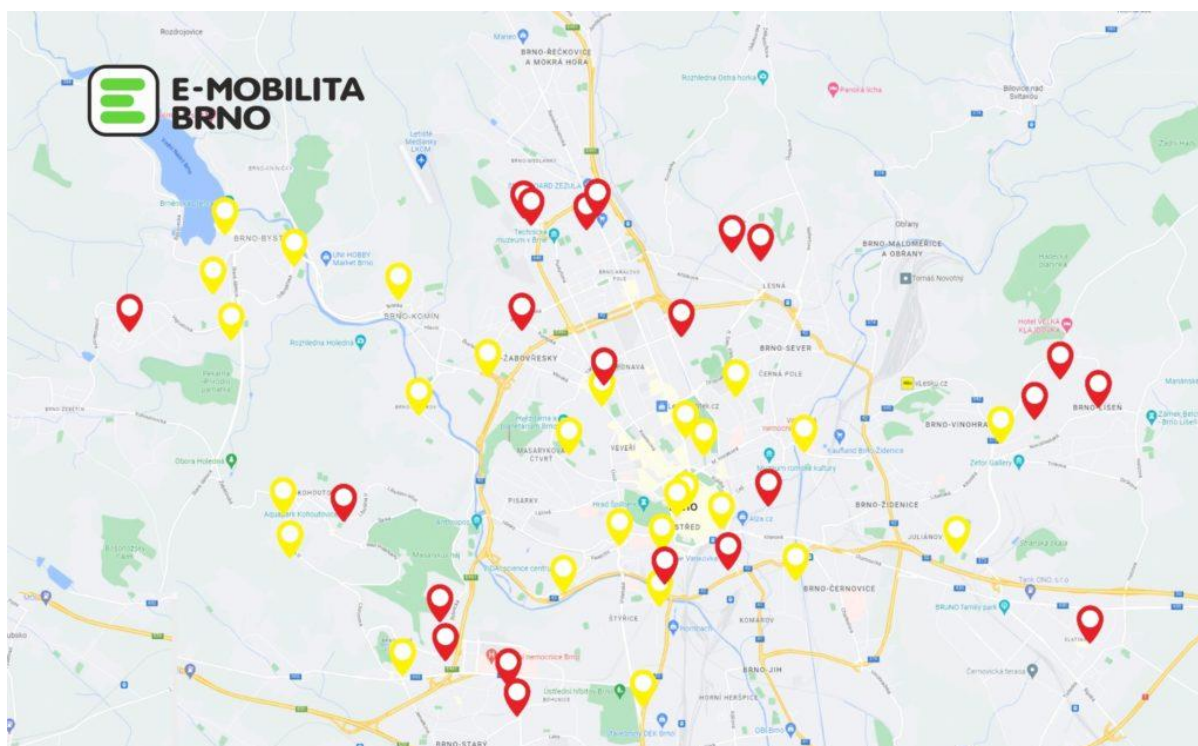
k domovské stanici při delší trase. Vedení města chce ale podpořit co nejširší rozvoj ekologické dopravy a učinit ji dostupnou pro co nejvyšší počet zájemců.

Aktuálně Teplárny Brno provozují na území města Brna přibližně 80 dobíjecích stanic.

Odhadovaný vývoj počtu stanic budovaných Teplárnami Brno:

- 1/2023: 50 stanic, odhadovaná roční spotřeba v daném roce: 227 MWh
- 1/2024: 80 stanic, odhadovaná roční spotřeba v daném roce: 315 MWh
- 1/2025: 110 stanic, odhadovaná roční spotřeba v daném roce: 806 MWh
- 1/2026: 140 stanic, odhadovaná roční spotřeba v daném roce: 982 MWh
- 1/2027: 180 stanic, odhadovaná roční spotřeba v daném roce: 1503 MWh

**Obrázek 12: Umístění vybudovaných a plánovaných dobíjecích stanic Tepláren Brno v roce 2022**



Zdroj:

## 4 | Rozvoj ostatních alternativních paliv

Alternativní palivo je každé palivo používané k pohonu motorových vozidel, kromě paliv tzv. konvenčních (benzin a nafta). Těchto paliv dnes existuje celá řada. Některá se v posledních desetiletích začala značně rozvíjet a využívat. Nejčastěji se jedná Biopaliva (bionafta, bioethanol), stlačený zemní plyn (CNG), již výše zmíněná elektrická energie nebo propan-butan (LPG).

Hlavním principem alternativních paliv je snaha o snížení závislosti na konvenčních palivech a snížení dopadů na životní prostředí, především snížení emisí)

### 4.1 | Bionafta

Bionafta je alternativní palivo pro vznětové motory na bázi metylesterů nenasycených mastných kyselin (FAME). Vyrábí se esterifikací rostlinných olejů, nejčastěji řepkového oleje, dále slunečnicového, palmového, sójového nebo živočišných tuků. Dostupná je i vysokoprocentní bionafta B100 (FAME), nebo častěji v podobě směsné motorové nafty (B30) s 30% podílem metylesterů mastných kyselin řepkového oleje (MEŘO).

Mezi hlavní charakteristiky tohoto paliva patří zejména:

- nemá negativní dopad na výkon motoru
- vysoká mazací schopnost
- nevyžaduje žádné zvláštní podmínky na uskladnění
- hlavní nevýhodou je energetická náročnost celého výrobního procesu
- bionafta je silnější rozpouštědlo než standardní nafta, rozrušuje usazeniny v palivovém soustavě, což může vést k jejímu ucpávání a zejména k ucpávání vstřikovacích trysek vznětového motoru.
- při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty vznikají mastné kyseliny, které mohou způsobovat korozi palivového systému

### 4.2 | Bioethanol

Bioethanol má původ podobně jako bionafta v biomase. Vyrábí se technologií alkoholového kvašení, nejčastěji cukrové řepy, obilovin, kukuřice nebo cukrové třtiny. K jeho výrobě je možné použít i s lámu, rychle rostoucí dřeviny nebo odpad biologického původu. Dostupný je nejčastěji pod obchodním názvem E85, což je směs tvořená většinou z 85 % ethanolem a 15 % benzínem natural 95, záleží na ročním období)

Mezi hlavní charakteristiky tohoto paliva patří zejména:

- ethanol má vyšší oktanové číslo – nárůst výkonu
- spalováním vzniká výrazně méně emisí CO<sub>2</sub> (až o 70 %)
- nutná úprava řídicí jednotky motoru
- malá nabídka továrních automobilů
- řídká síť čerpacích stanic



## 4.3 | CNG

Stlačený zemní plyn (Compressed Natural Gas) je dalším zástupcem často využívaného alternativního paliva. Jeho hlavní složkou je methan (přes 90 %) a ethan (1–6 %). Získává se těžením buď samostatně nebo společně s ropou. Jedná se tedy o neobnovitelný zdroj. Vedle klasického zemního je dostupný i biometan. Ten vzniká vyčištěním bioplynu, který je produktem metalového kvašení v BPS. Takto vyčištěný biometan obsahuje přes 95 % metanu a je 100% zaměnitelný se zemním plynem. Plní se do tlakových láhví pod vysokým tlakem (200bar).

Mezi hlavní charakteristiky tohoto paliva patří zejména:

- výrazně nižší emise
- nižší cena paliva
- relativně velká nabídka továrních vozidel na CNG
- stále se rozšiřující síť čerpacích stanic
- většinou není umožněno parkování v podzemních garážích a parkovacích domech
- vyšší pořizovací náklady vozidel
- stále nedostatečná síť čerpacích stanic
- v ČR závislost na dodávkách zemního plynu a jeho ceně

## 4.4 | LPG

Zkapalněný ropný plyn (Liquified petroleum gas) je tvořen směsí uhlovodíkových plynů. Známý je také pod názvem propan-butan. Jedná se o produkt frakční destilace ropy, jedná se teda také o neobnovitelný zdroj.

Mezi hlavní charakteristiky tohoto paliva patří zejména:

- výrazně nižší cena než benzínu
- nižší emise
- oproti CNG rozšířená síť čerpacích stanic
- malá nabídka továrních vozů
- nákladná přestavba vozu a potřeba cyklické dodatečné revize LPG systému
- snížený výkon motoru
- nemožnost parkování v podzemních garážích a parkovacích domech

K rozvoji alternativních paliv v dopravě vyzývá především legislativa Evropské unie a další navazující legislativní dokumenty, které jsou uvedeny v kapitole 1.1 Legislativní rámec. Například ve většině zemí EU vč. ČR je bionafta přimíchávána do běžné motorové nafty jakožto povinná biosložka. U bionafty a etanolu je jeho obliba mezi motoristy také dána momentální státní podporou např. ve formě snížené spotřební daně. V ČR dále se používání alternativních paliv úspěšně rozvíjí v rámci flotil podnikových vozů, a to jak osobních, tak užitkových, nákladní a autobusů. Typickým příkladem jsou autobusy MHD na CNG.

## 4.5 | VODÍK

Vodíková energetika může být označena jako jeden z budoucích pilířů energetiky a ekonomiky. Zároveň v současnosti zaznávají deklarace, i od čelních představitelů států západní Evropy, že vodík může být cestou ke snížení závislosti na plynu z Ruské federace. Společnost Teplárny Brno, a. s. byla iniciátorem aktivit v oblasti budoucího využití vodíku a vodíkových technologií ve městě Brně. Výsledkem této aktivity bylo v roce 2021 uzavření „Memorandum o spolupráci na vývoji vodíkových technologií“. Ke spolupráci se v memorandu zavázalo

Statutární město Brno, Teplárny Brno, DPMB, SAKO, VUT v Brně a Symbios. Následně bylo ještě uzavřeno dvoustranné Memorandum mezi TB a DPMB, aby bylo jasné deklarováno, jaké primární využití pro vodík vyrobený v Brně město plánuje.

Na tuzemských silnicích zatím jezdí jednotky vozů na vodíkový pohon. V příštích letech by se ale mohlo mnohé změnit. Díky dotacím a investicím do výstavby infrastruktury či nákupu vozů může přijít rychlý rozvoj vodíkové dopravy.[1]

V roce 2020 přijala Evropská unie takzvanou vodíkovou strategii, na kterou o dva roky později navázala v rámci iniciativy REPowerEU. Cíl je poměrně jasný – podpořit rozvoj zelené a nízkouhlíkové vodíkové ekonomiky, ideálně tak, aby se do roku 2030 zvládlo v Evropské unii vyrobit 10 milionů tun vodíku. Kde by takové množství našlo využití? Nejdůležitější jsou dvě oblasti – průmysl a doprava. Na vodík by pravděpodobně nejdříve mohly začít jezdit autobusy, komerční vozové parky či některé části železniční sítě. Časem by se dal vodík aplikovat i jako palivo v užitkových vozech nebo v oblasti vodní a letecké dopravy.[1]

Na vodíkovou strategii navázalo i Česko. Výroba takzvaného šedého vodíku už zde probíhá. Jde však o vodík, který pochází ze zemního plynu a ropy. Výroba „zeleného“ RFNBO, resp. nízkemisního, vodíku je sice teprve na začátku, přesto už některé projekty běží. Aktivní je v tuzemsku například společnost Solar Global, která již díky elektrolyzátoru v Napajedlech na Zlínsku produkci zeleného vodíku spustila jako první.

Využití zeleného vodíku jako paliva patří mezi způsoby, jak snížit emise skleníkových plynů. Ve srovnání s elektromobilitou má vodík výhodu v rychlosti tankování či délce dojezdu, která přesto není tak velká jako u dopravních prostředků na naftový pohon. A cena vodíkových aut? Pohybuje se výrazně výše než cena vozidel na fosilní paliva. Osobní vozy „na vodík“ momentálně představují doménu zejména asijských automobilek. Nejdále je japonská Toyota s vozem Mirai a korejský Hyundai.[1]

Evropské automobilky naopak do vývoje vodíku přestaly s rychlým rozvojem elektromobility investovat. Například šéf značky Volkswagen Thomas Schäfer uvedl, že vodík není pro osobní auta vhodný, protože nádrže na vodík zabírají místo v kabině. Aby byl provoz „vodíkové dopravy efektivní“, měla by se sladit výroba a spotřeba vodíku. Proto se dnes nejvíce rozvíjejí vodíkové autobusy, případně vodíkové vlaky. Samotný počet osobních aut na vodík uváděných na trh je oproti čistě elektrickým autům stále velmi nízký. V roce 2021 se počet registrovaných osobních aut na vodík poprvé přehoupl přes 1 000. V posledních letech docházelo v Česku k poměrně rychlému nárůstu počtu nových osobních aut s čistým pohonem, u vozů poháněných vodíkem se však v případě nových registrací jednalo jen o jednotlivé kusy. Nákladních aut bylo prozatím v Česku nově registrováno jen sedm, a to v roce 2020.[1]

Neméně důležitou výzvu představuje vytvoření odpovídající vodíkové infrastruktury. I v té je nejdále Asie, kde mají řidiči k dispozici 455 veřejných vodíkových stanic. V Evropě jich najdeme 178, nejvíce v Německu, Francii, Velké Británii a Nizozemsku. A jak je na tom Česko? Aktuálně jsou pro veřejnost v provozu dvě vodíkové stanice. První z nich zhruba dva měsíce budovala společnost Vítkovice, která ji umístila v Ostravě u vjezdu do výrobního areálu firmy Cylinders Holding. Další stanice připravuje společnost Orlen Unipetrol v rámci sítě Orlen Benzina. Stanici v Praze již spustila a do roku 2030 chce otevřít 28 plniček po celém Česku.[1]

Ač se můžou některé cíle zdát velmi ambiciózní, je zřejmé, že v příštích letech dojde k rozvoji tuzemské vodíkové dopravy – jak osobní, tak nákladní a městské. Pomohou tomu i dotace na výstavbu vodíkové infrastruktury či na nákup vodíkových vozidel městské dopravy. Některá česká města, například Ústí nad Labem nebo Havířov, dokonce už začala s testováním a vyhodnocováním jejich efektivity.[1]

## 4.6 | Strategie obnovy vozového parku DPMB autobusů a trolejbusů z hlediska alternativních pohonů

### 4.6.1 | Výchozí předpoklady pro strategii alternativních pohonů

#### VOZOVÝ PARK

DPMB provozuje 450 „silničních“ vozidel (autobusů a trolejbusů):

- 162 ks (36 %) autobusů je nízkoemisních na stlačený zemní plyn CNG,
- 120 ks (27 %) je bezemisních trolejbusů.

Dle legislativy se pro limity nízkoemisních vozidel posuzují autobusy a trolejbusy jako jedna skupina.

DPMB dokončil obnovu autobusů v roce 2023, další potřeba obnovy autobusů směřuje do oblasti minibusů. Obnova většího počtu standardních vozidel se jeví potřebná v horizontu 2 let (náhrada většího počtu autobusů CNG).

DPMB pokračuje v obnově trolejbusů, aktuálně má uzavřeny smlouvy na dodávky konvenčních i parciálních trolejbusů s dodávkami až do roku 2025.

#### LEGISLATIVA

V roce 2019 přijal Evropský parlament nařízení, kterým se mění směrnice č. 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel.

Evropská legislativa byla přejata českým zákonem č. 360/2002 Sb. s účinností od 1. 12. 2022. Od tohoto data se posuzují dle tohoto zákona všechny nově uzavřené smlouvy na dodávky vozidel.

Na základě této směrnice i zákona:

- od 1. 12. 2022 musí být 41 % nově pořizovaných silničních vozidel pro veřejnou dopravu v závazku veřejné služby nízkoemisních a polovina z těchto 41 % (celkově 20,5 %) zcela bezemisních.
- od 1. 1. 2026 do 31. 12. 2030 musí být 60 % nově pořizovaných silničních vozidel pro veřejnou dopravu v závazku veřejné služby nízkoemisních a polovina z těchto 60 % (celkově 30 %) zcela bezemisních.

Zřejmě od 1. 7. 2027 vstoupí pro autobusy v platnost nová emisní norma EURO7.

Evropská komise posunula návrh na podmínku nákupu zcela bezemisních vozidel (tj. včetně autobusů) z roku 2030 až na rok 2035.

### 4.6.2 | Kategorie vozidel

#### NÍZKOEMISNÍ VOZIDLA:

- stlačený zemní plyn CNG včetně bioplynu (biometanu)
- hybrid, pokud se jedná o Plug-in hybrid (diesel s baterií s možností dobíjení ze sítě)
- biopalivo či jiné palivo z obnovitelných zdrojů
- syntetické a parafinické palivo
- zkapalněný ropný plyn LPG
- zkapalněný zemní plyn LNG

**BEZEMISNÍ VOZIDLA:**

- trolejbusy
- vodíkové autobusy
- elektrobusy

### 4.6.3 | Výhody a nevýhody vybraných pohonů

**DIESEL**

- dlouhodobě osvědčená technologie
- vybudovaná infrastruktura v DPMB – hospodaření s naftou, tankování
- vysoký dojezd dieselových autobusů odpovídá potřebám DPMB
- legislativní omezení počtu nových vozidel – jedná se emisní vozidla
- nová emisní norma EURO7 od roku 2027 přinese další omezení a komplikace
- uvažuje se o vyšším zdanění paliva

**STLAČENÝ ZEMNÍ PLYN CNG**

- osvědčená technologie v DPMB od roku 2015
- vybudovaná infrastruktura DPMB – hospodaření s plynem, plnicí stanice
- dojezd autobusů odpovídá potřebám DPMB
- legislativní omezení počtu nových vozidel – v rámci kategorie nízkoemisní vozidla
- slabší technické parametry motorů a omezený výkon především u kloubových vozidel
- po začátku války na Ukrajině vzniklo geopolitické riziko spojené s přerušением dodávek zemního plynu, toto riziko je eliminováno díky alternativním dodávkám LNG
- náklady na provoz (palivo) nejnižší ze všech alternativ, provoz autobusů poháněných CNG je v současné době levnější než provoz autobusů na naftu

**BIOMETAN/BIOCNG**

- vybudovaná infrastruktura DPMB (hospodaření s plynem), ale jen pro dodávky od stejného distributora jako zemního plynu
- nedořešená legislativa v případě jiného dodavatele
- v případě že se bioCNG dováží od jiného dodavatele než od dodavatele zemního plynu, je přeprava silničními vozidly poměrně drahá. Bylo by nutné vybudovat infrastrukturu pro plnění autobusů
- dojezd autobusů odpovídá potřebám DPMB
- legislativní omezení počtu nových vozidel – v rámci kategorie nízkoemisní vozidla
- slabší technické parametry motorů a omezený výkon především u kloubových vozidel
- v současné době je produkce bioplynu oproti dovozu zemního plynu řádově v procentech. Bioplynové stanice jej přednostně využívají pro výrobu elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách
- náklady na provoz (palivo) jsou vyšší než u zemního plynu, ale je možné získat dotaci na pořízení nových autobusů

**HYBRID**

- osvědčená technologie dieselových autobusů, složitější o elektrickou výzbroj
- vybudovaná infrastruktura DPMB – hospodaření s naftou, tankování
- vysoký dojezd autobusů odpovídá potřebám DPMB
- potřeba větší odbornosti provozního personálu v rámci provozu AD – elektrická část, osoby znalé pro práci na elektrických zařízeních

- legislativní omezení počtu nových vozidel – v rámci kategorie nízkoemisní vozidla
- nová emisní norma EURO7 od roku 2027 přinese další omezení a komplikace
- vyšší pořizovací náklady, ale úspora na pohonných hmotách (využití rekuperace, elektrického pohonu, možnost dobíjení baterií s elektrické distribuční sítě nebo obnovitelných zdrojů)
- uvažuje se o vyšším zdanění paliva

#### TROLEJBUSY

- vybudovaná infrastruktura pro stávající rozsah provozu trolejbusů ve městě Brně
- k navýšení počtu trolejbusů může dojít náhradou za autobusy
- nutné postavit nové tratě (konvenční trolejbusy)
- nutné vybrat tratě pro parciální trolejbusy (parciální trolejbusy)
- nutností je navýšení prostoru pro odstavení a údržbu ve vozovkách
- plní podmínky bezemisního vozidla
- oproti elektrobusům je výhodou kontinuální napájení a systém průběžného dobíjení baterie parciálních trolejbusů při jízdě na trakci pod trolejovým vedením
- budování trolejové infrastruktury může být komplikované (stavební povolení pro stavbu trolejbusových linek a měření, výkupy pozemků atd.)
- na pořízení trolejbusů i výstavbu trolejbusových tratí je možné získat dotaci, zvláště pokud dojde k náhradě autobusů za trolejbusy

#### VODÍK

- není vybudovaná infrastruktura pro provoz vodíkových autobusů – výroba zeleného vodíku/dovoz vodíku, skladování, plnicí stanice a vybavení dílen
- při deponování vodíkové infrastruktury ve vozovně Slatina dojde ke zmenšení plochy pro odstavování stávajících autobusů, v případě výstavby nové vozovny bude muset dojít zřejmě k přemístění technologie
- dojezd autobusů je na hranici potřeby vozidel DPMB – cca 350 km
- potřeba větší odbornosti v rámci provozu AD – elektrická část, osoba znalá pro práci na elektrickém zařízení
- plní podmínky bezemisního vozidla
- vysoké náklady na pořízení, infrastrukturu a provoz vodíkových autobusů
- na pořízení vodíkových autobusů, elektrolyzérů i výstavbu plnicí stanice je možné získat dotaci, dotaci je však nejlepší získat na samotný provoz (hrazení provozních nákladů)
- možné řešení je ve spolupráci s partnerem, který zajistí výstavbu infrastruktury a dodávku vozidel, jejich provoz pak zajistí DPMB za předem stanovenou fixní cenu na km provozu vodíkového autobusu

#### ELEKTROBUSY

- není vybudovaná infrastruktura pro dobíjení elektrobusů – vozovna + případné dobíjení na konečných stanicích
- nedostatečný dojezd elektrobusů na jedno dobití, zvláště v zimním období, nutno zmenšit kilometrický proběh elektrobusů nebo vybudovat systém průběžného dobíjení na konečných stanicích
- potřeba větší odbornosti v rámci provozu AD – elektrická část, osoby znalé pro práci na elektrických zařízeních (nebo převedení vozidel pod středisko TD, což by vyžadovalo vytvoření nových odstavných a dílenských kapacit)
- plní podmínky bezemisního vozidla
- vyšší náklady na pořízení a infrastrukturu
- na pořízení elektrobusů a (snad) dobíjecí infrastrukturu je možné získat dotaci

## 4.6.4 | Odhadované náklady na investice jednotlivých typů vozidel

Tabulka 1: Odhadované náklady na investice do jednotlivých typů vozidel

typ vozidla (12m vozidlo)	pořizovací náklady na vozidlo [mil. Kč]	pořizovací vícenáklady na infrastrukturu [mil. Kč]	provozní náklady (v Kč 1 km)	možnost dotace***
autobus s pohonem na diesel	5,5	0	65	ne
autobus s pohonem CNG / biometan	6,5	0/5-10	68	ne/ano*
autobus diesel + plug-in hybrid	8-9	1	70	ne
elektrobus	12-13**	10-20**	85	ano***
trolejbus/parciální trolejbus	10/13	??/??	90/95	ano
autobus s pohonem na vodík	18-20	500	110-120	ano

Zdroj:

\* v případě pohonu na biometan (cca 15-20 % celkové spotřeby)

\*\* dle typu dobíjení a potřeby dobíjecích stanic mimo vozovnu (pomalé nabíjení 0.5mil.Kč, 3 mil. rychlodobíjecí)

\*\*\* na investici (musí být čtyřpól nebo CCS2 kabel), dotace na samotný provoz není možná

## Zdroj dat

- [1] Koncepce elektromobility ve městě Brně; Brněnské komunikace a.s., Útvar dopravního inženýrství; listopad 2017
- [2] Elektromobilita pro Brno, Studie proveditelnosti; Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.; leden 2014
- [3] <https://www.csas.cz/cs/firmy/articles/23/vodik-jako-palivo-budoucnosti>
- [4] Ročenka Dopravy 2022, BKOM 2023
- [5] Plán mobility Brno, MMB, Odbor Dopravy 2018, brnoinmotion.cz



# Seznam tabulek a obrázků

## Seznam tabulek

Tabulka 1:	Odhadované náklady na investice do jednotlivých typů vozidel .....	28
------------	--	----

## Seznam obrázků

Obrázek 1:	Vývoj dělby přepravní práce .....	4
Obrázek 2:	Vývoj intenzit dopravy v Brně .....	5
Obrázek 3:	Rezidentní parkování v Brně v roce 2022 .....	6
Obrázek 4:	Síť kolejové dráhy Dopravního podniku města Brna – rozvojové projekty .....	9
Obrázek 5:	Rozmístění rychlonabíjecích stanic pro centrální variantu .....	15
Obrázek 6:	Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 401 Čebín – Centrální varianta .....	16
Obrázek 7:	Graf nárůstu průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 402 Sokolnice – Centrální varianta .....	16
Obrázek 8:	Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 401 Čebín – Decentrální varianta .....	17
Obrázek 9:	Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci rychlého nabíjení u T 401 Čebín – Decentrální varianta .....	18
Obrázek 10:	Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci pomalého nabíjení u TS 22 kV / 400 V při nabíjení 68 automobilů na 1 transformátor – Decentrální varianta.....	18
Obrázek 11:	Graf nárůstu a průběhu výkonové spotřeby v rámci pomalého nabíjení u TS 22 kV / 400 V při nabíjení 232 automobilů na 1 transformátor – Decentrální varianta.....	19
Obrázek 12:	Umístění vybudovaných a plánovaných dobíjecích stanic Tepláren Brno v roce 2022 .....	21

## Seznam zkratek

BKOM	Brněnské komunikace
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
CNG	stlačený zemní plyn (anglicky: compressed natural gas)
ČR	Česká republika
DPMB	Dopravní podnik města Brna, a.s.
DS	distribuční soustava
EU	Evropská unie
FAME	methyl ester nenasycených mastných kyselin (anglicky“ fatty acid methyl ester)
HDP	hrubý domácí produkt
IAD	individuální automobilová doprava
IROP	integrovaný regionální operační program
KEM	Koncepce elektromobility ve městě Brně
LNG	zkapalněný zemní plyn (anglicky liquefied natural gas)
LPG	zkapalněný ropný plyn (anglicky liquefied petrol gas)
MEŘO	methylester řepkového oleje = FAME
MHD	městská hromadná doprava
NA	nákladní automobil
NAP CM	národní akční plán čisté mobility
NEZ	nízkoemisní zóna
NN	nízké napětí
OA	osobní automobil
OC	obchodní centrum
OD	obchodní dům
PČM	provoz Červený Mlýn
PD	polyfunkční dům
PSB	provoz Staré Brno
PŠ	provoz Špitálka
SEK	státní energetická koncepce
SMB	statutární město Brno
TB, a.s.	Teplárny Brno, a.s.
VHD	veřejná hromadná doprava
VMO	vedlejší městský okruh
VS	výměníková stanice