



Ekonomické posouzení výhodnosti zavádění alternativních paliv ve veřejné dopravě objednávané Středočeským krajem

Integrovaná doprava Středočeského kraje

Srpen 2021

Obsah

Manažerské shrnutí	3
1 Analýza současné situace snižování skleníkových plynů v dopravním sektoru v ČR	6
2 Legislativní rámec snižování skleníkových plynů v dopravním sektoru	13
3 Zhodnocení možností a vhodnosti jednotlivých druhů alternativních paliv.....	18
4 Vypracování obchodního případu (ekonomický model)	29
5 Dopady a akční plán dalšího postupu.....	41
Přílohy.....	45

Seznam zkratk

CBA	Cost Benefit Analysis (Analýza nákladů a přínosů)
CDV	Centrum dopravního výzkumu
CNG	Compressed Natural Gas (Stlačený zemní plyn)
DPO	Dopravní podnik Ostrava
EEA	European Environmental Agency (Evropská agentura pro životní prostředí)
IAD	individuální automobilová doprava
IDSK	Integrovaná doprava Středočeského kraje
LNG	Liquefied Natural Gas (Zkapalněný zemní plyn)
MD	Ministerstvo dopravy ČR
MHD	městská hromadná doprava
PPI	Producer Price Index (Index cen výrobců)
SČK	Středočeský kraj

Manažerské shrnutí

V rámci Studie byly popsány základní skutečnosti týkající se nízkoemisních a bezemisních autobusů včetně rámcového obchodního případu jejich využití v podmínkách SČK

Středočeský kraj (SČK) prostřednictvím organizátora dopravy Integrované dopravy Středočeského kraje (IDSK) jakožto **objednatel veřejné dopravy na území Středočeského kraje** je zodpovědný za zajištění dopravní obslužnosti na území kraje. V rámci toho je **IDSK odpovědná za stanovení parametrů vozidel zajišťující dopravní obslužnost**.

Aktuálně jsou v rámci legislativních úprav uvažovány regulace, které mají za cíl **zvýšení ekologické udržitelnosti veřejné dopravy**. Tato legislativa se zaměřuje specificky na autobusovou dopravu, a to konkrétně na autobusy městského provedení (kategorie M2, M3/A a M3/I). Pro nově uzavírané smlouvy zahrnující nákup či provoz těchto vozidel budou požadovány určité podíly zastoupení nízkoemisních a bezemisních vozidel.

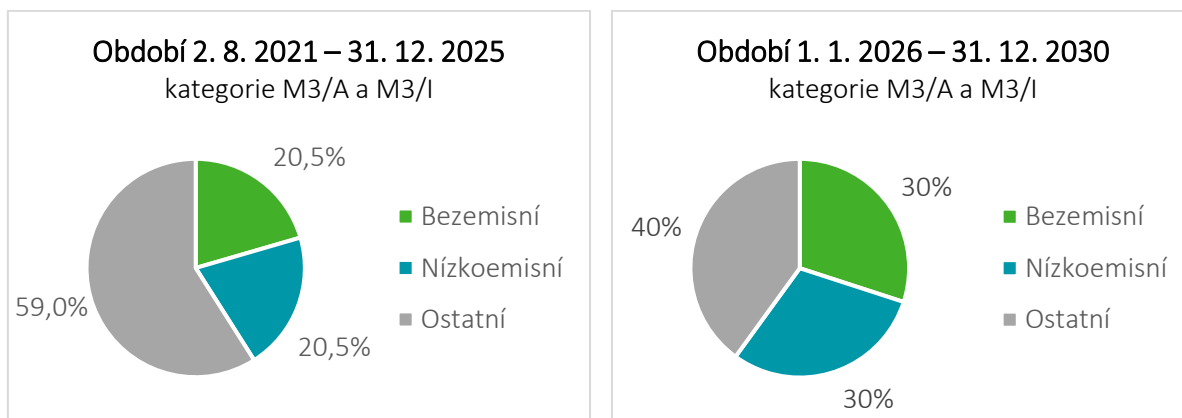
Tato Studie se **podrobněji zaměřuje na vozidla kategorií M3/A a M3/I** pro která je dle pochopení legislativy jako nízkoemisní pohon možné považovat zejména CNG/LNG autobusy poháněné bioplyny, tedy bioCNG/bioLNG. Za bezemisními pohony je pak možné považovat vodíkové autobusy, elektrobusesy a také trolejbusy.

Uvažované přípustné pohony pro bezemisní vozidla a nízkoemisní (kategorie M3/A a M3/I):

Bezemisní vozidla	Nízkoemisní vozidla
<ul style="list-style-type: none"> • Vodíkový autobus • Elektrobuses • Trolejbus 	<ul style="list-style-type: none"> • bioCNG/bioLNG

Pro kategorie autobusů v městském provedení (M3/A, M3/I) jsou stanoveny podíly **minimálně 20,5 % bezemisních a 20,5 % nízkoemisních** v rámci smluv uzavřených na základě zadávacího řízení zahájeného **mezi 2. 8. 2021 a 31. 12. 2025**. V dalším období, tedy mezi 1. 1. 2026 a 31. 12. 2030 se podíly navyšují pro obě skupiny pohonů na 30 %. Plnění těchto podílů je možné dosáhnout rovněž deklarací společného plnění více objednatelů (bez nutnosti smluvního či geografického provázání objednávky).

Požadované minimální podíly vozidel dle období uzavření smluv (resp. zahájení zadávacího řízení):



V rámci objednávky autobusové dopravy na území SČK je **aktuálně provozováno přibližně 1369 autobusů** z čehož přibližně 1356 z nich lze zařadit mezi standardní autobusy (kategorie M3/A, M3/I a M3/II).

Naplnění legislativních požadavků v prvním období **při současné struktuře vozového parku** (rozložení vozidel v rámci kategorií) by znamenalo **nutnost pořízení minimálně 90 bezemisních vozidel**.

Při **maximalizaci přesunů vozidel mezi kategoriemi** tak, aby do předmětných kategorií (na které se vztahuje legislativa) patřilo co nejméně vozidel se zohledněním vozidel požadovaných dopravci k odkupu, by bylo **nutné nahradit přibližně 17 vozidel bezemisními**. Počet vozidel potřebných k nahrazení bezemisními by se tak nejspíše měl pohybovat v tomto rozmezí (mezi 17-90 vozidly). Podíl nízkoemisních vozidel by měl být naplněn současnými CNG vozidly při jejich přestavbě na bioCNG.

V rámci Studie byl pro zajištění podkladů pro vyhodnocení vhodnosti bezemisních pohonů proveden **průzkum trhu** v rámci, kterého byli osloveni vybraní zástupci výrobců vozidel a dodavatelů předmětných technologií. Přímou bylo osloveno 6 účastníků zahrnující zástupce nejvýznamnějších výrobců a dodavatelů technologií v ČR. S účastníky průzkumu trhu byly pomocí osobního jednání a následným vyplněním strukturovaného formuláře **získány základní informace o možnostech bezemisních a nízkoemisních vozidel**.

Na základě vstupů obdržených v rámci průzkumu trhu bylo zpracováno **multikriteriální posouzení pohonů**. V rámci tohoto posouzení byly **vyhodnoceny a vzájemně porovnány zejména technické, provozní a ekonomické aspekty jednotlivých pohonů**. Pro ověření konkrétních oblastí z reálného provozu proběhla jednání se zástupci dopravců, kteří mají s provozem elektrobuses a trolejbusů konkrétní zkušenosti.

Elektrobuses

- Vhodné pro **obsluhu měst, aglomerací a jejich okolí** (městské a příměstská doprava)

Trolejbusy

- Vhodné **pro páteřní trasy v městské a příměstské dopravě**

Vodíkové autobusy

- Vhodné pro **plošnou obsluhu regionu** (příměstská a meziměstská doprava)

Pro konkrétní varianty nasazení bezemisních autobusů v rámci SČK byl **zpracován obchodní případ zahrnující ekonomický model** porovnávací provoz bezemisních vozidel s pokračováním současného stavu (diesel a CNG). V rámci ekonomického modelu jsou modelovány náklady, které jsou mezi jednotlivými pohony rozdílné, tedy zejména investiční a provozní náklady vozidel a indikace investičních a provozních nákladů infrastruktury. Výsledkem modelu je rozdíl nákladů při porovnání uvedených scénářů a se zohledněním určitých vstupních předpokladů.

Pro detailnější rozpracování v rámci obchodního případu byla **zvolena varianta provozu 50 elektrobusesů v rámci SČK**. V rámci tohoto scénáře bylo uvažováno se zachováním současného počtu CNG vozidel. Nově by k tomu muselo být 221 dieselových vozidel, která jsou provozována v kategoriích M3/A, M3/I, požadováno v kategorii M3/II. Výsledkem modelu je **navýšení ročních nákladů ve výši přibližně 61 mil. Kč** při současné cenové hladině. V dalších letech je očekáváno mírné snižování tohoto rozdílu a za období 10 let při zachování současných předpokladů se kumulované navýšení nákladů může pohybovat okolo 596 mil. Kč. Rozdíly získané v modelu by tak **při variantě provozu 50 elektrobusesů představovaly nárůst ročních nákladů na objednávku autobusové dopravy SČK o přibližně 2,6 %**. Jedná se však o nahrazení pouze 50 ze 1 153 současných dieselových vozidel a zároveň o (v rámci současných možností) ideální podmínky pro jejich nasazení. Odhadovat lze, že při nasazení vyššího počtu by nárůst nákladů byl dále nadproporční.

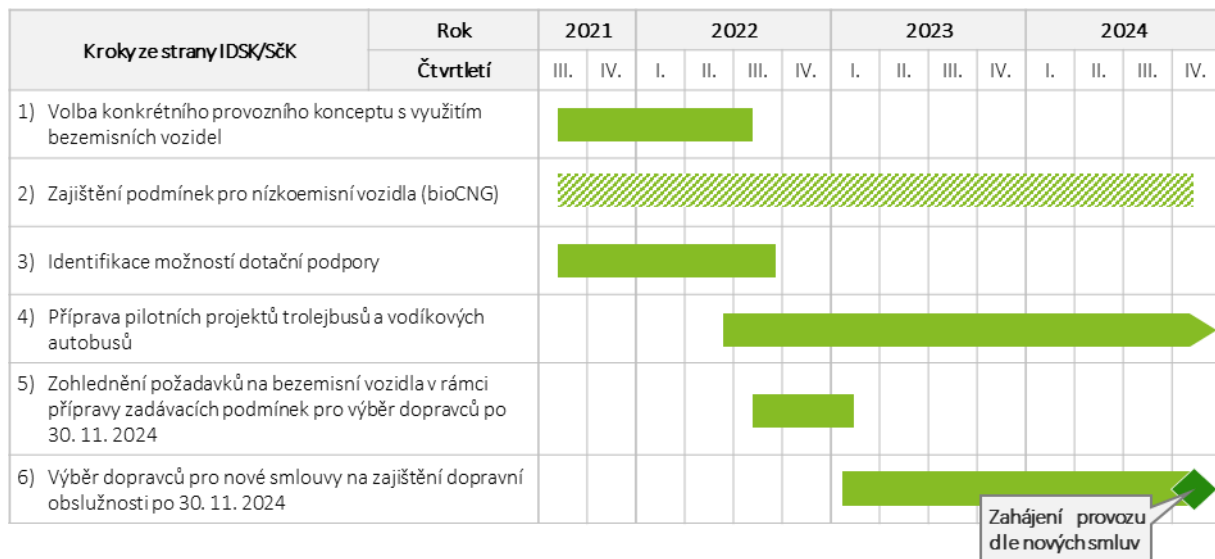
Analyzována byla také **možnost zajištění provozu pomocí vodíkových autobusů**. Ty mají vzhledem k velmi specifickým požadavkům a nízké rozšířenosti v současnosti vysoké pořizovací i provozní náklady a vyžadují nutnost investic do infrastruktury. Jejich provozování se však zdá jedinou možností, kterou je v současné době možné nahradit dieselové autobusy na příměstských a meziměstských linkách bezemisními vozidly. Vzhledem k jejich specifickým **by bylo vhodné nalézt vhodné podmínky, který by umožnil jejich efektivní provoz**. Těmito podmínkami by mělo být především zajištění dostupnosti vodíku nebo zajištění zdroje elektrické energie pro jeho lokální výrobu.

Hlavní kroky z pohledu objednatele

Na základě zjištění získaných při zpracování této Studie byl sestaven rámcový akční plán, při jehož splnění by měl být **zajištěn provoz bezemisních vozidel** v rámci objednávky autobusové dopravy na území SČK a rovněž zajištěno **naplnění potřebných legislativních požadavků**. Plné znění akčního plánu je blíže popsáno v rámci samostatné kapitoly.

Zjednodušený akční plán dalšího postupu:

1. Volba konkrétního provozního konceptu s využitím bezemisních vozidel
2. Zajištění podmínek pro nízkoemisní vozidla (bioCNG)
3. Identifikace možností dotační podpory
4. Příprava pilotních projektů trolejbusů a vodíkových autobusů
5. Zohlednění požadavků na bezemisní vozidla v rámci přípravy zadávacích podmínek pro výběr dopravce po 30. 11. 2024
6. Výběr dopravce pro nové smlouvy na zajištění dopravní obslužnosti po 30. 11. 2024



1 Analýza současné situace snižování skleníkových plynů v dopravním sektoru v ČR

V analýze současné situace jsou popsány základní skutečnosti týkající se problematiky snižování emisí v dopravním sektoru ČR

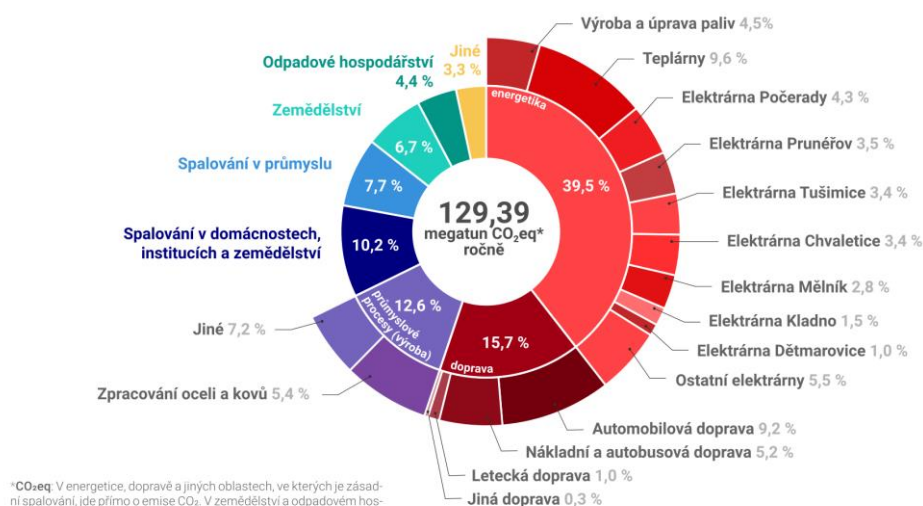
Vývoj emisí skleníkových plynů v dopravním sektoru ČR

V současnosti je při pohledu na produkci emisí skleníkových plynů v rámci ČR zřejmé, že doprava tvoří jejich nezanedbatelnou část. Dle dat Eurostat a EEA zpracovaných do statistiky zveřejněné na webu faktaoklimatu.cz, **produkovala doprava v roce 2018 celkem 15,7 % emisí CO₂eq z jeho celkové produkce v rámci ČR** za všechna odvětví (v dopravě se jedná o emise CO₂ vzniklé spalováním paliva, v ostatních odvětvích jsou do toho poměru započítány i ekvivalentní emise CH₄, N₂O apod. přepočtené na CO₂ s odpovídajícím oteplovacím efektem). Z celkové produkce 129,39 mil. tun CO₂eq ročně se jedná přibližně o 20,3 mil. tun CO₂. V rámci mezisektorového srovnání se doprava řadí na druhé místo po energetice, která tvoří celkem 39,5 % z čehož největším podílem přispívají k znečištění tepelné elektrárny. Všechny další sektory včetně zpracovatelského průmyslu (výroba) či domácnosti a další mají podíl nižší než doprava.

Z 15,7 % emisí CO₂eq, které připadají na dopravní sektor je podíl 9,2 % tvořen automobilovou dopravou a **5,2 % tvořeno nákladní a autobusovou dopravou** (v rámci této metodiky nelze odlišit poměr nákladní a autobusové dopravy samostatně). Zbýlá 1,3 % tvoří ostatní druhy dopravy (letecká aj.).

EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČR PODLE SEKTORŮ DETAILNĚ

Celkové emise ČR za rok 2018



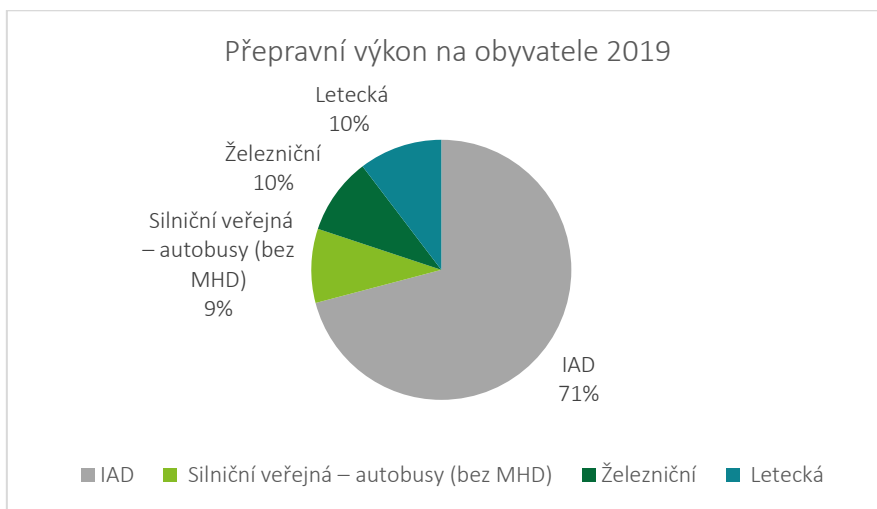
*CO₂eq: V energetice, dopravě a jiných oblastech, ve kterých je zásadní spalování, jde přímo o emise CO₂. V zemědělství a odpadovém hospodářství se jedná především o emise metanu (CH₄) a oxidu dusného (N₂O) přepočtené na CO₂, které by mělo stejný oteplovací efekt.

VERZE 2020-10-23 LICENCE CC BY 4.0
více info na faktaoklimatu.cz/emise-cr-detail

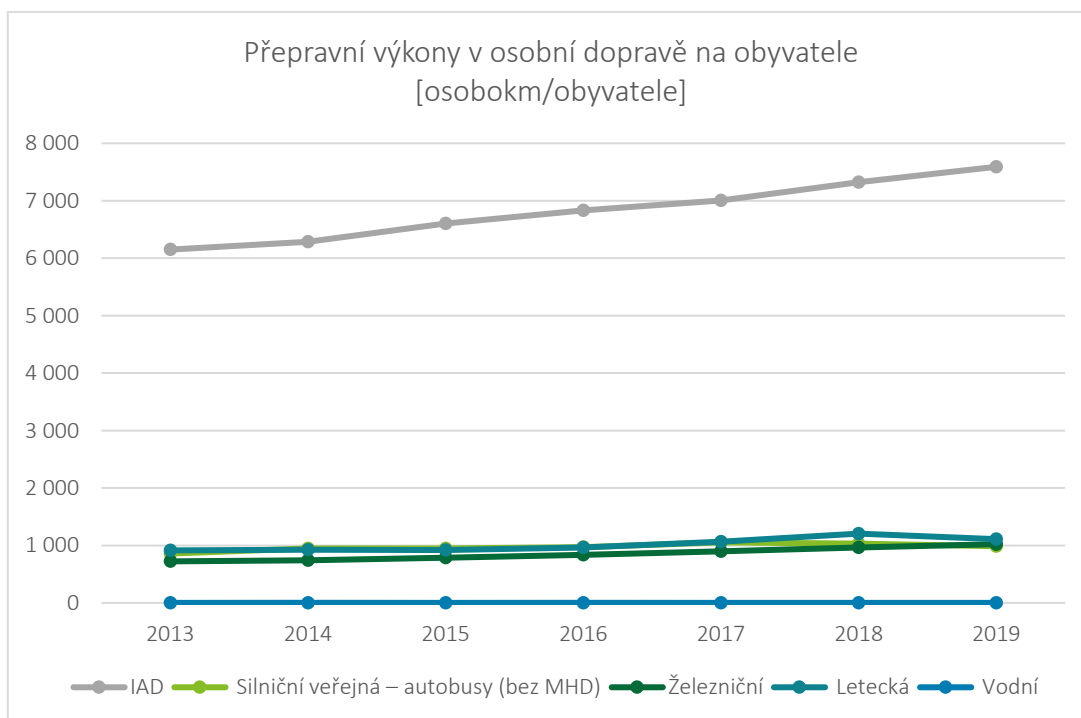
zdroj dat: Evropská agentura pro životní prostředí

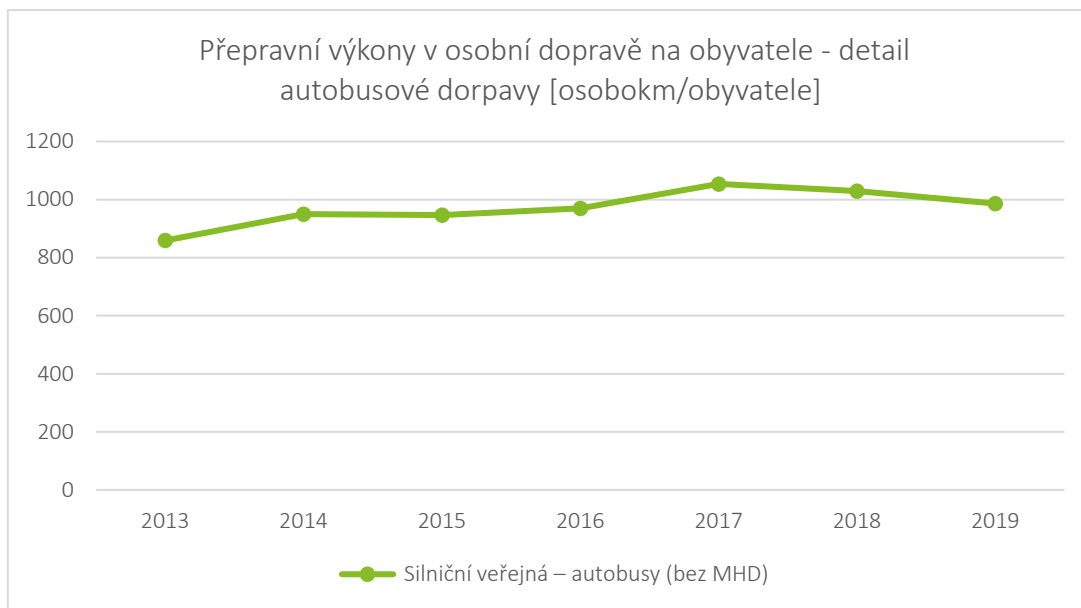
Při bližším pohledu na autobusovou dopravu, na kterou je tato Studie primárně zaměřena, je vhodné zobrazit její postavení v rámci dopravního sektoru ČR. Pro následující statistiky byla využita veřejně

dostupná data CDV. Při pohledu skrze uskutečněný přepravní výkon tvoří **autobusová doprava přibližně 9 % celkového přepravního výkonu ČR** (dle metodiky je započítávána pouze meziměstská doprava, tedy bez MHD). V roce 2019 se pro autobusovou dopravu jednalo v přepočtu o přibližně 986 osobokm na obyvatele. Oproti tomu IAD představovala přibližně 7 591 osobokm na obyvatele.



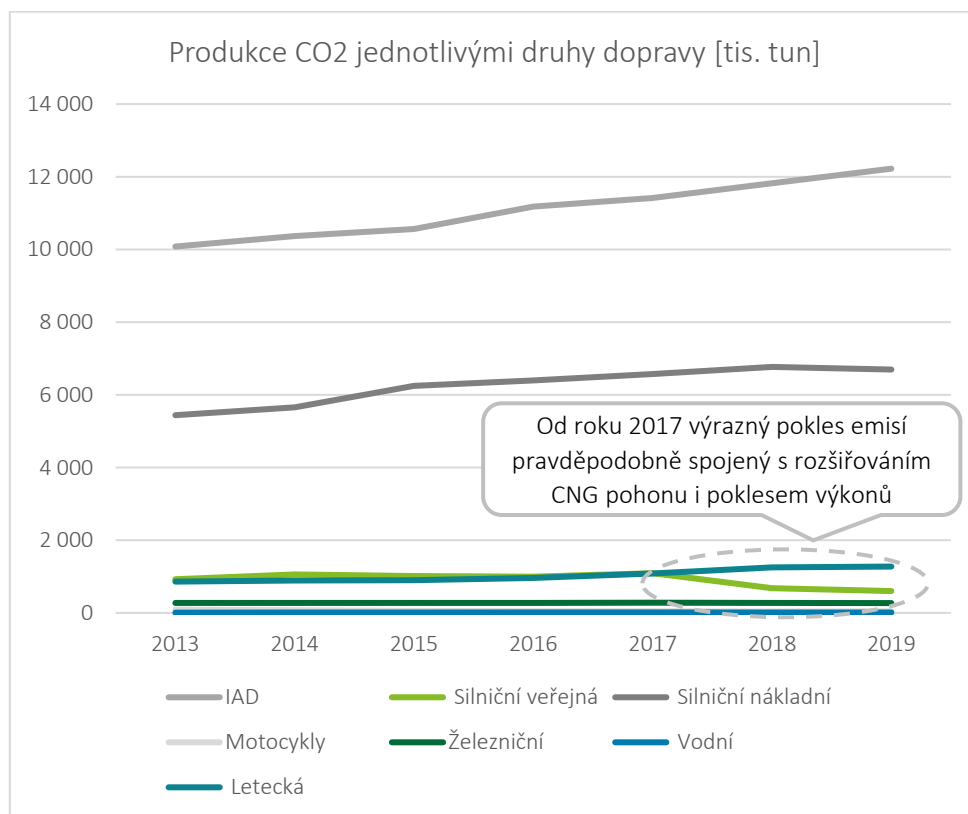
Při pohledu na vývoj přepravního výkonu od roku 2013 je **pozorovatelný především nárůst IAD**. Ostatní přepravní módy (včetně autobusové dopravy) narůstaly spíše mírným tempem až do roku 2017, po kterém následoval v dalších letech pro **autobusovou dopravu mírný pokles** (detail autobusové dopravy v samostatném grafu).



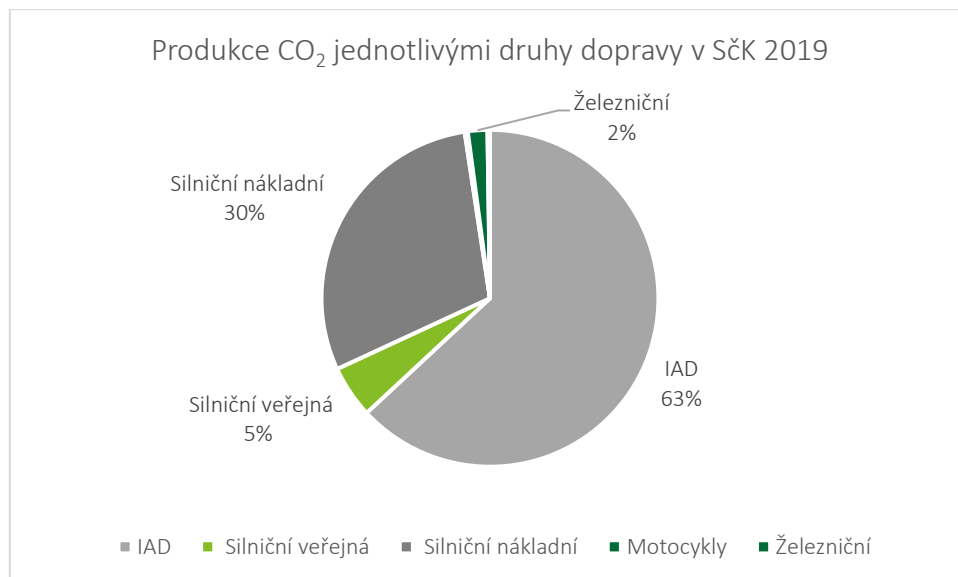


Jednotlivé dopravní módy se pochopitelně liší také tím, jakou měrou se na produkci emisí podílejí. Při srovnání produkce emisí z dopravy od roku 2013 je zřejmé, že **nejvyšší podíl na celkové produkci emisí má IAD** (která má rovněž nejvyšší přepravní výkon v rámci osobní dopravy) následovaná silniční nákladní dopravou. Po roce 2017 je pozorovatelné snižování emisí vyprodukovaných právě autobusovou dopravou. Zde je nutné podotknout, že zde rovněž došlo ke snížení dopravního i přepravního výkonu. V celkovém součtu za rok 2019 **vyprodukovala autobusová doprava přibližně 601 tis. tun CO₂, což odpovídá přibližně 2,8 % z celého dopravního sektoru v ČR.**

Přepravní výkon silniční veřejné dopravy (bez MHD) na celkové přepravě osob činí v rámci ČR 9,2 % (2019), **jednotkové emise vzhledem k přepravnímu výkonu jsou oproti IAD nižší o 62 %.**



Při pohledu na **emise vyprodukované přímo v SČK** je za rok 2019 viditelná podobná struktura jako v celé ČR, ale vzhledem k nadprůměrným dopravním výkonům autobusové dopravy je vyšší také podíl jí vyprodukovaných emisí. Ten pro **autobusovou dopravu v SČK činí přibližně 5 %**. Zajímavým pohledem je také, že z celkových emisí z dopravy tvoří SČK v rámci celé ČR 13 %, ale z emisí autobusové dopravy, díky vysokým dopravním výkonům celkem 23 %.

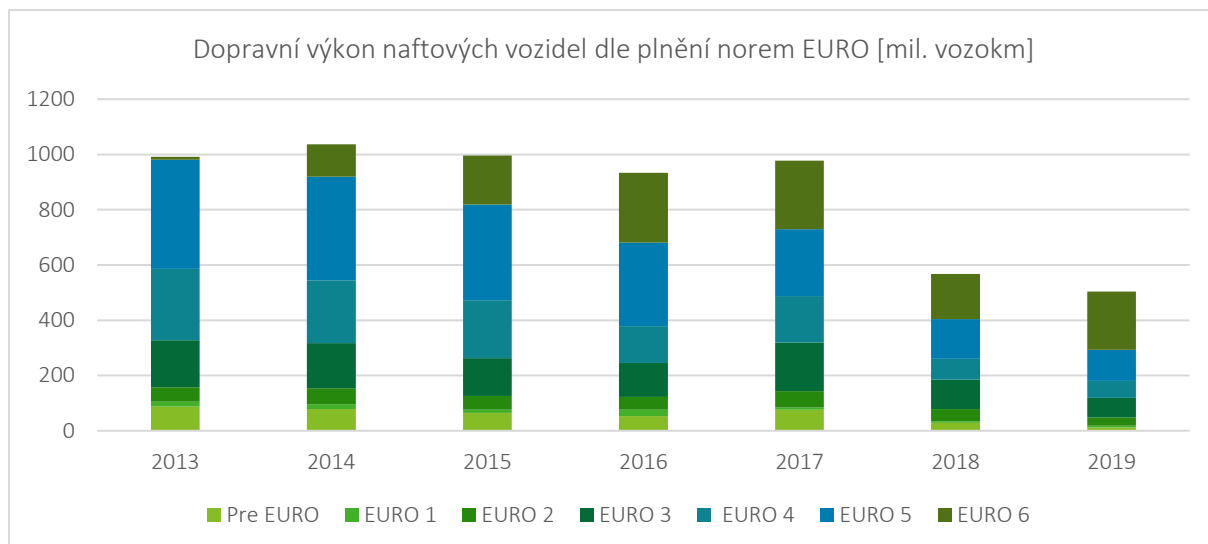


Při přepočtu jednotlivých podílů na celou ČR se pak silniční veřejná doprava podílí na celkové produkci emisí CO₂ v rámci ČR přibližně 0,44 % a pouze na území SČK je pak podíl 0,1 %. Pro srovnání jedna velká hnědouhelná elektrárna produkuje 3,4 - 4,3 %. **Při nahrazení veškerých autobusů na území SČK za bezemisní je tak potenciál snížení produkovaných emisí CO₂ v ČR maximálně 0,1 %.**

Opatření vedoucí ke snižování emisí z dopravy v ČR

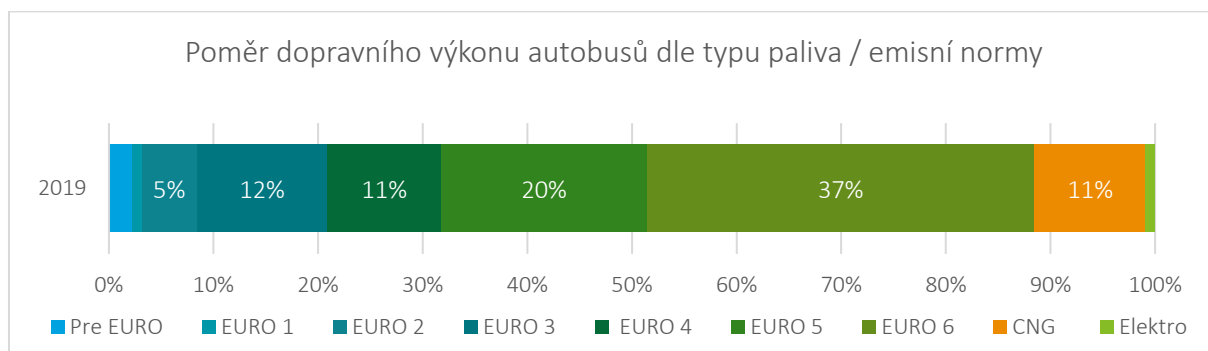
V rámci dopravního sektoru ČR jsou i s ohledem na evropskou klimatickou politiku již několik let uplatňována různá opatření vedoucí ke snižování emisí skleníkových plynů. Z pohledu autobusové dopravy se jedná zejména o snahu **snižování emisí vyprodukovaných spalovacími motory**. Nástrojem, který je využíván již od 90. let 20. století jsou **emisní normy**, které stanovují maximální koncentraci vypouštěných emisí pro jednotlivé emisní třídy. Tato norma sleduje především limity emisí oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NOx) a pevných částic (PM) ale nikoliv oxidu uhličitého (CO₂) a sloučenin síry. Pro naftové motory (těžká nákladní vozidla a autobusy) je nejnovější normou platnou od roku 2013 dosud nejvyšší emisní třída EURO 6.

Specificky pro autobusovou dopravu je z hlediska ekologie jejího provozu relevantním pohledem struktura zastoupení emisních tříd vozidel na dopravním výkonu. Zde je zřejmé, že od roku 2014 **významně roste zastoupení prozatím nejvyšší emisní třídy EURO 6**. V poměru k dopravnímu výkonu je pak největší zlom vidět mezi lety 2017-2018, kdy dopravní výkon poklesl téměř na polovinu, a to především na úkor autobusů s nízkou emisní třídou.



Vysvětlení celkového poklesu dopravního výkonu není z uvedených dat zřejmé, zvláště s přihlédnutím k přepravnímu výkonu, který v těchto letech poklesl pouze o jednotky %.

Celkový poměr dosud nejvyšší emisní třídy **EURO 6** byl mezi autobusy v roce 2019 celkem 37 %, následovaný autobusy EURO 5 s 20 %. Autobusy s pohonem na CNG tvořili přibližně 11 % a elektrobusy méně než 1 % dopravního výkonu autobusů v ČR.



Dalším krokem ke snižování emisí je nahrazování vozidel s konvenčním spalovacím motorem alternativními palivy. V současnosti je nejrozšířenějším alternativním palivem pro pohon autobusů v ČR CNG. Autobusů na CNG bylo v roce 2019 v ČR provozováno 1201 a podílely se na dopravním výkonu přibližně 60,53 mil. vozokm. Autobusy s pohonem na CNG jsou již provozovány přibližně v 50 městech ČR.

Hlavní předností autobusů poháněných CNG je jejich nízká hlučnost a nižší produkce oxidu uhelnatého a nespálených uhlovodíků. Toto palivo je zvláště oblíbené pro využití v MHD. V některých oblastech ČR již autobusy na CNG zcela nahrazují konvenční pohon (např. moravskoslezský region). Pořizování těchto autobusů je obvykle spjato s financováním jejich nákupu pomocí dotací.

Další pohonem autobusů, který se především v rámci MHD začíná uplatňovat je elektrický pohon. Elektrobusů bylo dle údajů CDV v roce 2019 provozováno 100, přičemž jejich souhrnný dopravní výkon dosahoval 5 mil. vozokm. Je pravděpodobné, že jejich počet bude dále výrazně narůstat.

Samostatnou kapitolou je pak možnost využívání trolejbusů, které jsou v současné době v rámci ČR využívány téměř výhradně v MHD. V roce 2019 jich bylo provozováno celkem 722.

Alternativní pohony	Počet vozidel	Dopravní výkon
CNG autobusy	1201	60,53 mil. vozkm
Elektrobusesy	100	5 mil. vozkm
Trolejbusy	722	<i>neuveдено</i>

Přístup k bezemisní dopravě v Moravskoslezském regionu

Prvním regionem v rámci ČR, který se již výrazně zapojil do zavádění bezemisních pohonů ve veřejné dopravě je **Moravskoslezský kraj**. Ten jako první kraj v ČR již **ohlásil cíl zavedení zcela bezemisní veřejné dopravy s využitím vodíku** (městské a příměstské autobusy, vlaky) **a elektřiny** (městské autobusy). V rámci tohoto regionu mají také zkušenosti s dalšími alternativními pohony, když v minulosti již úspěšně soutěžili a provozovali autobusy poháněné CNG.

V roce 2021 byla pro potřeby MHD v Ostravě zahájena **soutěž na 10 vodíkových autobusů** s dodáním do roku 2023 s předpokládanou hodnotou 185 milionů Kč (očekávaná dotace až 85 % nákladů). Dále by v rámci soutěže připravované Moravskoslezským krajem do 2 let mělo na Havířovsku jezdit **dalších 10 zcela bezemisních vodíkových autobusů**.

V rámci areálu garáží DPO je právě projektována **výstavba vodíkové plnicí stanice** za zhruba 90 milionů Kč (možnost získání evropské dotace ve výši 60 milionů Kč). Kromě autobusové dopravy usilují také o provoz vodíkových vlaků (uvažováno např. na Jesenicku).

Uvažuje se také s **výrobou tzv. zeleného vodíku**, který vzniká využitím přebytečné elektřiny k elektrolýze vody a nevyužívá tak fosilních paliv. Využívání tohoto vodíku se kromě veřejné dopravy uvažuje také pro osobní automobily a další průmyslové využití. Motivací k přechodu k vodíkové mobilitě je zejména menší zátěž životního prostředí a také vznik nového průmyslového odvětví zabývající se právě vodíkem.

Aktuálního využití alternativních pohonů ve veřejné dopravě SČK

Pro zajištění dopravní obslužnosti v rámci objednávky autobusové dopravy **ve Středočeském kraji je aktuálně využíváno přibližně 1369 vozidel** provozovaných přibližně 28 dopravci. Vozidla, která jednotliví dopravci provozují, se dle Vyhlášky č. 341/2014 Sb. dělí do několika kategorií. Zařazení vozidel do jednotlivých kategorií zohledňuje především kapacitu vozidel a jejich uzpůsobení pro přepravu cestujících. Zjednodušeně se dají jednotlivé kategorie dle zmíněné vyhlášky rozlišit jako:

- Vozidla s více než 8 místy k sezení kromě místa k sezení řidiče a s maximální hmotností nepřevyšující 5 tun
 - **Kategorie M2** – vozidla náležející do kategorie M2 mohou mít kromě míst k sezení i prostor pro stojící cestující
- Vozidla s obsaditelností nepřesahující 22 cestujících mimo řidiče
 - **Kategorie M3/A** – vozidla konstruovaná pro přepravu stojících cestujících; vozidla této třídy jsou opatřena sedadly a jsou vybavena pro stojící cestující
 - **Kategorie M3/B** – vozidla, která nejsou konstruována pro přepravu stojících cestujících; vozidla této třídy nejsou vybavena pro stojící cestující
- Vozidla s obsaditelností přesahující 22 cestujících mimo řidiče
 - **Kategorie M3/I** – vozidla této třídy mají sedadla a místa pro stojící cestující (městský autobus)
 - **Kategorie M3/II** – vozidla této třídy mohou být zařízena pro dopravu stojících cestujících, avšak jen v uličce a/nebo v prostoru, který není větší než prostor pro dvě zdvojená sedadla (meziměstský autobus)

- **Kategorie M3/III** – vozidla této třídy jsou konstruována výhradně pro přepravu sedících cestujících (dálkový autobus)

Níže je uveden přehled vozidel, která aktuálně (stav k červnu 2021) zajišťují autobusovou dopravu v objednávce SČK přes všechny dopravce. Zobrazen je **počet vozidel dle jejich kategorií i druh paliva**.

Kategorie autobusů	M2	M3/A	M3/B	M3/I	M3/II	M3/III	Celkem v objednávce SČK	Podíl paliv
Počet vozidel celkem	12	5	0	435	916	1	1369	100 %
<i>z toho diesel</i>	<i>12</i>	<i>5</i>	<i>0</i>	<i>326</i>	<i>822</i>	<i>1</i>	1166	85 %
<i>z toho CNG</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>109</i>	<i>94</i>	<i>0</i>	203	15 %
Podíl kategorií	1 %	0 %	0 %	32 %	67 %	0 %	100 %	

Dle kategorií jsou největší měrou se **67 % zastoupeny meziměstské autobusy** (kategorie M3/II) a poté se **32 % městské autobusy** (kategorie M3/I). Kategorie vozidel jsou důležitým vstupem pro možnosti určení dopadů navrhovaných legislativních požadavků, které jsou podrobněji popsány v kapitole 2.

Z pohledu paliva jsou stále **dominantní vozidla s dieselovým spalovacím motorem** se zastoupením 85 %. Jediným alternativním palivem, které je v rámci IDSK aktuálně zastoupeno je CNG. To aktuálně pohání přibližně 15 % autobusů.

2 Legislativní rámec snižování skleníkových plynů v dopravním sektoru

V průběhu roku 2021 projednává Parlament ČR legislativní změnu, která reflektuje evropskou legislativu s cílem podpory čistých a energeticky účinných silničních vozidel, specificky zaměřená zejména na městskou autobusovou dopravu

Zásadním legislativním dokumentem, který bude mít v nadcházejících letech přímý dopad na objednatele veřejné dopravy je **transpozice evropské legislativy o podpoře ekologických vozidel**. Do českého legislativního prostředí je aktuálně (tj. v době zpracovávání Studie) prováděna transpozice **Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/1161 ze dne 20. června 2019**, kterou se mění směrnice 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel.

V rámci Parlamentu ČR je legislativa definována dle „Vládního návrhu zákona o podpoře nízkoemisních vozidel prostřednictvím zadávání veřejných zakázek a veřejných služeb v přepravě cestujících“ (sněmovní tisk 1121/0) **s předpokládanou účinností od 2. 8. 2021**. V době zpracování této Studie nebyla daná legislativa stále projednána, nicméně vzhledem k faktu, že se jedná o transpozici směrnice EU je zřejmé, že přesto **bude pro dotčené subjekty v dalších letech závazná**.

Legislativa se vztahuje **pouze na vozidla kategorií M2, M3/A a M3/I** (tzn. pouze městské autobusy a autobusy do 22 cestujících nebo do 5 tun, upravené pro stojící cestující). V uvedených obdobích se tak nepředpokládá omezení pořizování vozidel v jiných kategoriích bez ohledu na palivo.

Uvažované přípustné pohony pro nízkoemisní a bezemisní vozidla (kategorie M3/A a M3/I):

Bezemisní vozidla	Nízkoemisní vozidla
<ul style="list-style-type: none">• Vodíkový autobus• Elektrobus• Trolejbus	<ul style="list-style-type: none">• bioCNG/bioLNG

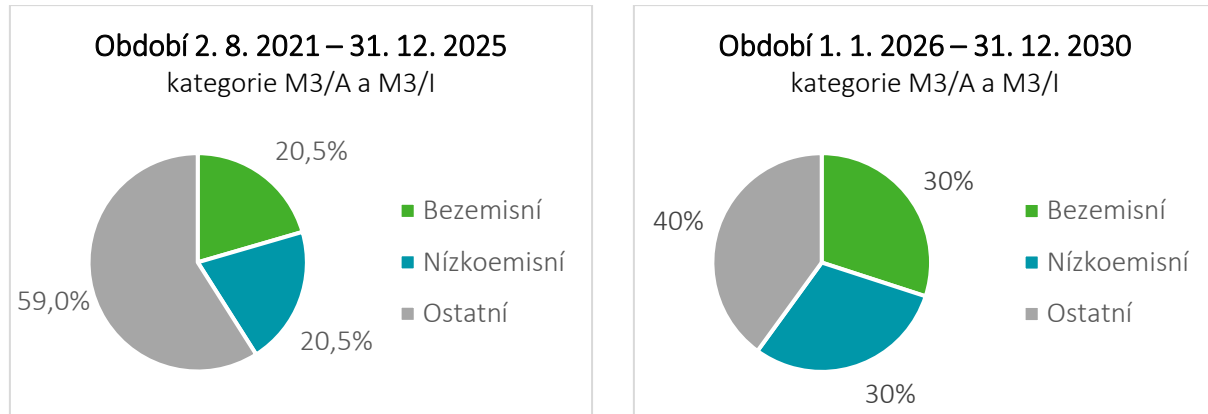
Vozidla jsou v rámci legislativy rozdělena na nízkoemisní a bezemisní, kdy bezemisní jsou uvažovány podmnožinou nízkoemisních vozidel. Obě skupiny mají definovaný **minimální podíl, kterého musí být v rámci smluv na zajištění dopravní obslužnosti či smluv na nákup vozidel dosaženo**. Požadovaný minimální podíl nízkoemisních a bezemisních vozidel se vztahuje **pouze na nově uzavřené smlouvy**, ale započítávají se do něj veškerá vozidla, která jsou na základě dané smlouvy provozována, tedy ne pouze nová vozidla. Přípustná je také možnost **společného plnění více zadavatelů**. Podrobnější pochopení legislativy ze strany Deloitte je uvedeno v příloze.

Každý zadavatel musí prokázat splnění povinnosti následujícím způsobem:

- Do 30 dnů od uzavření smlouvy **sdělení MMR počtu vozidel spadajících do působnosti tohoto zákona a počet nízkoemisních a bezemisních vozidel**
- Písemnou souhrnnou zprávu MD o plnění povinností, v níž uvede **seznam smluv o veřejných službách v přepravě cestujících za uvedená období**

Požadované minimální podíly vozidel dle období uzavření smluv (resp. zahájení zadávacího řízení):

Pro kategorie autobusů v městském provedení (M3/A, M3/I) jsou **stanoveny podíly minimálně 20,5 % bezemisních a 20,5 % nízkoemisních** v rámci smluv uzavřených na základě zadávacího řízení zahájeného mezi 2. 8. 2021 a 31. 12. 2025. V dalším období, tedy mezi 1. 1. 2026 a 31. 12. 2030 se podíly navýšují pro obě skupiny pohonů na 30 %.



Kategorie **M2 má podíly i kategorie vozidel definovány odlišně**. Do roku 2026 je podíl stanoven min. 29,7 % pro nízkoemisní (např. diesel hybrid), od 2026 min. 29,7 % bezemisní (zde připadá v úvahu nejspíše elektrobuses).

V dalším období (tj. po roce 2030) lze očekávat další zpřísnění těchto podílů či rozšíření kategorií vozidel, na které se legislativa bude vztahovat. Identifikování dalších očekávaných změn však není v současné době možné a **lze předpokládat, že tyto informace budou dostupné až v průběhu následujících let**.

Vyčíslení konkrétních dopadů do struktury vozového parku IDSK

Vzhledem k faktu, že připravovaná legislativa se vztahuje pouze na vybrané kategorie vozidel (definovány v kapitole 1) **je zásadní počet vozidel v jednotlivých kategoriích**. Ten se dle požadavků objednatele může oproti současnému stavu lišit. Tím je ovlivněn požadovaný počet nízkoemisních a bezemisních vozidel.

Pro možnosti vyčíslení konkrétního počtu vozidel, které bude nutné nahradit **bezemisními byly určeny 3 varianty možného přístupu k rozdělení vozidel do kategorií**. Vozidla kategorie M2 je nutné vzhledem k odlišným požadavkům legislativy i rozdílnému určení vozidel řešit samostatně. Vozidla kategorie M3/III nejsou vzhledem k předmětné legislativě a určení vozidel relevantní, a proto nejsou v kalkulacích uvedeny.

VARIANTA 1 – MINIMÁLNÍ VARIANTA

Předpoklady varianty:

- V kategorii M3/A, M3/I
 - Zůstane pouze 50 dieselových autobusů (vozidla požadovaná k odkupu)
 - Bude požadován odpovídající podíl nízkoemisních a bezemisních
- Ostatní vozidla budou požadována v kategorii M3/II
- Téměř všechny CNG autobusy (nutnost plnění bioCNG) budou požadovány v kategorii M3/II

Indikace dopadů do vozového parku IDSK dle varianty:

Druh pohonu	Kategorie vozidel	Stav 2021	Legislativní požadavek 2021-2025	Navržený stav 2021-2025	Navržený stav	Rozdíl oproti stavu
Diesel	Celkem	1153		1136		-17
	M3/A, M3/I	331	59,0%	50	59,0%	-281
	M3/II	822	-	1086	85,4%	264
Nízkoemisní (bioCNG)*	Celkem	203		203		0
	M3/A, M3/I	109	20,5%	17	20,5%	-92
	M3/II	94	-	186	14,6%	92
Bezemisní	Celkem	0		17		17
	M3/A, M3/I	0	20,5%	17	20,5%	17
	M3/II	0	-	0	0,0%	0
Celkem autobusů		1356		1356		

*Nutnost úprav pro provoz na bioCNG

Celkem dle kategorií	Stav 2021	Navržený stav 2021-2025	Rozdíl oproti stavu
M3/A, M3/I	440	85	-355
M3/II	916	1271	355
Autobusů celkem	1356	1356	0

VARIANTA 2 – ZACHOVÁNÍ CNG

Předpoklady varianty:

- V kategorii M3/A, M3/I
 - Zůstane 60 dieselových autobusů (vozidla požadovaná k odkupu včetně rezervy)
 - Budou zachovány veškeré současné CNG autobusy (nutnost plnění bioCNG)
 - Bude požadován odpovídající podíl nízkoemisních a bezemisních
- Ostatní vozidla budou požadována v kategorii M3/II

Indikace dopadů do vozového parku IDSK dle varianty:

Druh pohonu	Kategorie vozidel	Stav 2021	Legislativní požadavek 2021-2025	Navržený stav 2021-2025	Navržený stav	Rozdíl oproti stavu
Diesel	Celkem	1153		1108		-45
	M3/A, M3/I	331	59,0%	60	28,0%	-271
	M3/II	822	-	1048	91,8%	226
Nízkoemisní (bioCNG)*	Celkem	203		203		0
	M3/A, M3/I	109	20,5%	109	50,9%	0
	M3/II	94	-	94	8,2%	0
Bezemisní	Celkem	0		45		45
	M3/A, M3/I	0	20,5%	45	21,0%	45
	M3/II	0	-	0	0,0%	0
Celkem autobusů		1356		1356		

*Nutnost úprav pro provoz na bioCNG

Celkem dle kategorií	Stav 2021	Navržený stav 2021-2025	Rozdíl oproti stavu
M3/A, M3/I	440	214	-226
M3/II	916	1142	226
Autobusů celkem	1356	1356	0

VARIANTA 3 – ZACHOVÁNÍ KATEGORIÍ

Předpoklady varianty:

- V kategorii M3/A, M3/I
 - Bude zachován počet vozidel
 - Bude požadován odpovídající podíl nízkoemisních a bezemisních
- Mírná redukce CNG autobusů (nutnost plnění bioCNG)

Indikace dopadů do vozového parku IDSK dle varianty:

Druh pohonu	Kategorie vozidel	Stav 2021	Legislativní požadavek 2021-2025	Navržený stav 2021-2025	Navržený stav	Rozdíl oproti stavu
Diesel	Celkem	1153		1082		-71
	M3/A, M3/I	331	59,0%	260	59,0%	-71
	M3/II	822	-	822	89,7%	0
Nízkoemisní (bioCNG)*	Celkem	203		184		-19
	M3/A, M3/I	109	20,5%	90	20,5%	-19
	M3/II	94	-	94	10,3%	0
Bezemisní	Celkem	0		90		90
	M3/A, M3/I	0	20,5%	90	20,5%	90
	M3/II	0	-	0	0,0%	0
Celkem autobusů		1356		1356		

*Nutnost úprav pro provoz na bioCNG

Celkem dle kategorií	Stav 2021	Navržený stav 2021-2025	Rozdíl oproti stavu
M3/A, M3/I	440	440	0
M3/II	916	916	0
Autobusů celkem	1356	1356	0

Z uvedených variant je zřejmé, že bezemisními vozidly by při zachování stávající velikosti vozového parku a s ohledem na ostatní skutečnosti (zejm. odkup vozidel) bylo nutné nahradit nejméně 17 vozidel. Při zachování vozidel v současných kategoriích by pak bylo nutné nahradit přibližně 90 vozidel.

Výběr konkrétní varianty počtu vozidel dle kategorií a pohonu byl proveden v rámci obchodního případu v kapitole 4.

3 Zhodnocení možností a vhodnosti jednotlivých druhů alternativních paliv

Jednotlivé alternativní druhy pohonu byly posouzeny a byla vyhodnocena vhodnost jejich použití včetně určení rámcové ekonomiky jejich pořízení a provozu

Průzkum trhu

Pro možnost relevantního posouzení vhodnosti jednotlivých alternativních pohonů byla zvolena realizace průzkumu trhu, který **zajistil informace o možnostech konkrétních druhů pohonu**. V rámci tohoto průzkumu **byli osloveni vybraní výrobci vozidel a dodavatelé technologií**.

Průzkum trhu byl realizován oslovením subjektů vybraných na základě diskuze pracovní skupiny. Těmito subjekty byly:

- **SOLARIS CZECH, spol. s r.o.** - výrobce vozidel
- **SOR Libchavy spol. s r.o.** - výrobce vozidel
- **ŠKODA ELECTRIC a.s.** - dodavatel výzbroje vozidel
- **Cegelec a.s.** - dodavatel elektrické výzbroje vozidel a napájecích systémů
- **ORLEN UnicRE a.s.** - zástupce výrobce vodíku a dodavatel vodíkových plnicích stanic
- **Linde Gas a.s.** - dodavatel vodíku, vodíkových plnicích stanic a dalších technologií

Na základě **vstupních jednání**, která s jednotlivými účastníky proběhla, byl těmto subjektům zaslán jednotný **strukturovaný formulář** pro získání podrobnějších odpovědí. Formulář byl rozdělen do oddílů ve stejné struktuře, ve které bylo následně zpracováno multikriteriální posouzení pohonů. Jednotliví účastníci do něj vyplnili informace za oblasti, které byly vzhledem k jejich zaměření relevantní. Účastníci byly rovněž vybráni tak, aby každá odpověď mohla být vyplněna alespoň dvěma účastníky a existovala tak možnost křížové kontroly uvedených odpovědí či jejich vzájemného porovnání a ověření případných rozdílů.

Vstupy obdržené v rámci průzkumu trhu byly využity k určení **vhodných možností využití alternativních paliv pro pohon vozidel v autobusové dopravě**. Formulář se tak zaměřoval zejména na **identifikaci rozdílů oproti současnému provozu dieselových autobusů** a také na vzájemné porovnání alternativních pohonů mezi sebou.

Pro další ověření konkrétních informací a **získání informací o reálném provozu elektrobusů a trolejbusů** byly osloveni dopravci, kteří mají s jejich provozem v rámci ČR rozsáhlé zkušenosti. Jednalo se o dopravce:

- **Dopravní podnik hl. m. Prahy a.s.** - provozovatel elektrobusů a trolejbusů
- **ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA a.s.** - provozovatel elektrobusů a trolejbusů

Multikriteriální posouzení pohonů

Na základě strukturovaných formulářů, které jednotliví účastníci vyplňovali v rámci průzkumu trhu, bylo **zpracováno multikriteriální posouzení vhodnosti jednotlivých pohonů**. Níže je uvedeno shrnutí klíčových informací, které byli k jednotlivým pohonům získány.

Multikriteriální posouzení pohonů bylo rozděleno na oddíly:

- A. Pořízení vozidel
- B. Technické aspekty vozidel
- C. Provozní aspekty vozidel
- D. Údržba vozidel
- E. Infrastruktura
- F. Ekonomika

Pro všechny oddíly bylo uvažováno s obvyklými parametry vozidel, které by měly být přes všechny druhy pohonů co nejvíce shodné s důrazem především na zobrazení rozdílů mezi jednotlivými technologiemi. Uvažované vozidlo by mělo **rámcově odpovídat 12metrovému autobusu v městském provedení** (kategorie M3/I) s parametry, které jsou na trhu běžné.

Je zřejmé, že každý z uvažovaných pohonů je specifický a **pro určení přesných údajů o jejich provozu vždy záleží na konkrétních technických a provozních požadavcích** (kapacita vozidla, dojezd, terénní profil trasy, počet zastavení na trase apod.) a na konkrétním vozidle od konkrétního výrobce. Uvedené informace tak z podstaty nemohou mít univerzální platnost pro jakékoliv využití, ale jsou považovány za obecně platné v daném čas s přihlédnutím k očekávaným podmínkám v rámci SČK.

A. Pořízení vozidel

Tento oddíl byl zaměřen zejména na ověření vyzrálosti jednotlivých technologií a časových (příp. kapacitních) možností produkce a další skutečností spojených s procesem pořizování vozidel.

A. Pořízení vozidel	
Vodíkový autobus	<ul style="list-style-type: none">• Technologie ve vývoji, vozidla by měla být k dodání nejpozději v druhé polovině roku 2022• Dodací lhůtu vozidel lze očekávat v rozmezí 8-12 měsíců• Kapacitní možnosti výroby se liší dle konkrétního výrobce, ale v prvních letech výroby lze očekávat kapacitní omezení (desítky ks od jednoho výrobce) dále pak stovky ks ročně
Elektrobuses	<ul style="list-style-type: none">• Technologie v sériové výrobě• Dodací lhůtu vozidel lze očekávat v rozmezí 8-12 měsíců• Kapacitní možnosti výroby se liší dle konkrétního výrobce, jeden výrobce minimálně 200-300 ks ročně
Trolejbus	<ul style="list-style-type: none">• Technologie v sériové výrobě• Dodací lhůtu vozidel lze očekávat v rozmezí 8-12 měsíců• Kapacitní možnosti výroby se liší dle konkrétního výrobce, jeden výrobce minimálně 200-300 ks ročně
CNG/LNG autobus	<ul style="list-style-type: none">• Technologie v sériové výrobě• Dodací lhůtu vozidel lze očekávat v rozmezí 6-10 měsíců

- Kapacitní možnosti výroby se liší dle konkrétního výrobce, jeden výrobce minimálně 400-500 ks ročně

B. Technické aspekty vozidel

Tento oddíl byl zaměřen zejména na technická specifika vozidel a jejich technologického vybavení.

B. Technické aspekty vozidel	
Vodíkový autobus	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuálně vyvíjená vozidla spadají do kategorie městských autobusů (M3/I), ale lze nabídnout řešení prakticky pro každou kategorii autobusů • Předpokládaná životnost vozidel je 15-20 let • Předpokládaná životnost palivových článků je 6-7 let (v závislosti na provozu), což znamená minimálně 2 výměny palivového článku v průběhu životnosti vozidla • Vzhledem k umístění technologií na střeche vozidla je obvykle zvýšena jejich výška o přibližně 200 mm ve srovnání s dieselovými vozidly • Kvůli vyšší hmotnosti vozidel lze očekávat snížení obsaditelnosti přibližně o 15 %
Elektrobus	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuálně provozovaná vozidla obvykle spadají do kategorie městských autobusů (M3/I), ale lze nabídnout řešení prakticky pro každou kategorii autobusů • Předpokládaná životnost vozidel je 15-20 let • Životnost baterií se liší dle použitých technologií. Pohybuje se obvykle mezi 6-8 lety, v závislosti na počtu bateriových článků, jejich chemickém složení a provozním nasazení vozidla. To znamená minimálně 2 výměny baterií v průběhu životnosti vozidla. • Vzhledem k umístění technologií na střeche vozidla je obvykle zvýšena jejich výška o přibližně 200 mm ve srovnání s dieselovými vozidly • Kvůli vyšší hmotnosti vozidel lze očekávat snížení obsaditelnosti přibližně o 15-25 % v závislosti na instalovaných bateriích (typ, kapacita)
Trolejbus	<ul style="list-style-type: none"> • Trolejbus je klasifikován jako drážní vozidlo, které svými parametry obvykle odpovídá kategorii M3/I • Předpokládaná životnost vozidel je 15-20 let • Pokud se jedná o parciální trolejbus využívající baterie, platí podmínky uvedené u elektrobusů, avšak se obvykle jedná o výrazně menší baterie • Vzhledem k umístění technologií na střeche vozidla je obvykle zvýšena jejich výška o přibližně 200 mm ve srovnání s dieselovými vozidly. Dále je třeba uvažovat s pracovní výškou sběračů. • U parciálních trolejbusů lze kvůli vyšší hmotnosti vozidel (baterie) očekávat mírné snížení obsaditelnosti
CNG/LNG autobus	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuálně provozovaná vozidla na CNG obvykle spadají do kategorie městských autobusů (M3/I), ale lze nabídnout řešení prakticky pro každou kategorii autobusů. Omezená je v současnosti nabídka LNG autobusů. • Předpokládaná životnost vozidel je 10-14 let

- Vzhledem k umístění technologií na střeše vozidla je obvykle zvýšena jejich výška o přibližně 300 mm ve srovnání s dieselovými vozidly. Na trhu existují také řešení se zapuštěnými lahvemi na CNG/LNG u kterých pak nedochází k nárůstu výšky oproti konvenčním vozidlům s klimatizací.
- Obsaditelnost vozidel by měla být srovnatelná s dieselovými vozidly

C. Provozní aspekty vozidel

Tento oddíl byl zaměřen zejména na ověření provozních aspektů specifických pro jednotlivé pohony včetně určení jejich dopadů na plánování dopravy či smluvní zajištění provozu.

C. Provozní aspekty vozidel	
Vodíkový autobus	<ul style="list-style-type: none"> • Předpokládaný dojezd vozidel se může pohybovat v rozmezí 350-400 km • V případě využívání dalších spotřebičů elektrické energie (topení, klimatizace) může být dojezd snížen přibližně o 20 % (v případě velmi nízkých teplot může být snížení dojezdu až dvojnásobné) • Doplnění paliva (vodíku) na plnicí stanici trvá přibližně 10-30 minut • Spotřeba paliva je přibližně 8-12 kg/100 km • Vyžadovány speciální požární a bezpečnostní požadavky pro uzavřené prostory (např. omezení pro stání vozidel v hale). Rizikem v případě nehody může být výbušnost při kontaktu vodíku ve vzduchu. • Nasazení vozidel a jejich proběhy jsou omezeny nutností dojezdu k plnicí stanici (obvykle centralizované řešení v rámci provozního souboru/oblasti) • Provoz vozidel je lokálně bezemisní, emise však mohou vznikat při výrobě a distribuci vodíku
Elektrobuses	<ul style="list-style-type: none"> • Předpokládaný dojezd vozidel se může pohybovat v rozmezí 200-250 km v případě nabíjení vozidel přes noc (Overnight Charging), případně cca 30-70 km v případě nabíjení v průběhu dne, např. na konečných zastávkách (Opportunity Charging) • V případě využívání dalších spotřebičů elektrické energie (topení, klimatizace) může být dojezd snížen přibližně o 20 % (v případě velmi nízkých teplot může být snížení dojezdu až dvojnásobné) • Využitelná kapacita baterií může v čase klesat dle zkušeností z provozu se jedná o cca 2 % ročně (dle výrobců až o 5 % ročně) • Nabíjení baterií trvá při Overnight Charging cca 4-8 hodin, při Opportunity Charging přibližně 5-20 minut v kombinaci s battery balancing přes noc • Spotřeba elektřiny je přibližně 1-1,1 kWh/km bez dalších spotřebičů energie, okolo 1,3 kWh/km s klimatizací, a 2-2,3 kWh při topení • Riziko při vzniku požáru baterií (problematické hašení) • Nasazení vozidel a jejich proběhy jsou omezeny nutností dobíjení (ohled na počet dobíjecích míst a čas potřebný pro dobítí) • Nízká flexibilita při mimořádnostech v provozu, případně při nasazení mimo plánovanou trasu • Nutno plánovat také časové sloty pro nabíjení při omezených možnostech dobíjecí infrastruktury

	<ul style="list-style-type: none"> • Provoz vozidel je lokálně bezemisní, emise však mohou vznikat zejména při výrobě elektrické energie a také je nutné vzít v potaz životní cyklus baterií (výroba, recyklace/likvidace)
Trolejbus	<ul style="list-style-type: none"> • U parciální trolejbusů jsou obvykle využívány baterie o nízké kapacitě umožňující dojezd přibližně 12-20 km • Ideálním provozním řešením je pak dostatečně dlouhý úsek pod trolejovým vedením, kdy se baterie dokáží plně nabít již během jízdy a není potřebný dodatečný čas na nabíjení – optimální poměr jízdy pod trolejí ku jízdě na baterii by měl být přibližně 2 (trolej) ku 1 (baterie) • Spotřeba elektřiny je přibližně 0,8-1 kWh/km bez dalších spotřebičů energie a 1,9-2,1 kWh při topení • Riziko při vzniku požáru baterií (problematické hašení) • Provoz vozidel je lokálně bezemisní, emise však mohou vznikat zejména při výrobě elektrické energie a u parciálních trolejbusů je nutné vzít v potaz životní cyklus baterií (výroba, recyklace/likvidace)
CNG/LNG autobus	<ul style="list-style-type: none"> • Předpokládaný dojezd vozidel se může pohybovat v rozmezí 400-600 km (srovnatelné s diesellovými vozidly) • Doplnění paliva (CNG) na plnicí stanici trvá přibližně 10-20 minut • Spotřeba paliva je přibližně 30-45 m³/100 km • Vyžadovány speciální požární a bezpečnostní požadavky pro uzavřené prostory (např. odvětrávání prostor dle norem, úpravy zázemí pro údržbu a odstavení). Při požárech pak unikající plyn dále podporuje hoření a může způsobit další rozšiřování požáru. • Produkované emise jsou v některých parametrech vyšší (například v emisích methanu), než je tomu u diesellového pohonu. Vyšší míry naplnění ekologických požadavků je možné dosáhnout při využívání bioplynu, jehož produkce je však omezena. V případě LNG pak vzniká problematika procesu zkapalnění.

D. Údržba vozidel

Tento oddíl byl zaměřen zejména na systém provádění údržby vozidel a její udržitelnost v rámci životního cyklu vozidel.

D. Údržba vozidel	
Vodíkový autobus	<ul style="list-style-type: none"> • Nutnost kontroly a revizí tlakových nádob • Nezbytné je dílenské vybavení pro přístup a manipulaci s břemeny a komponenty na střeše vozidla • Pro skladování vodíku jsou vyžadovány speciální senzory a bezpečnostní prvky • Zaměstnanci provádějící údržbu musejí splňovat odbornou způsobilost pro práci s elektrickými zařízeními
Elektrobus	<ul style="list-style-type: none"> • Nutnost revizí elektrozařízení, kontroly izolačního stavu

	<ul style="list-style-type: none"> • Nezbytné je dílenské vybavení pro přístup a manipulaci s břemeny a komponenty na střeše vozidla • Zaměstnanci provádějící údržbu musejí splňovat odbornou způsobilost pro práci s elektrickými zařízeními
Trolejbus	<ul style="list-style-type: none"> • Nutnost revizí elektrozařízení, kontroly izolačního stavu, výměny uhlíkových vložek • Nezbytné je dílenské vybavení pro přístup a manipulaci s břemeny a komponenty na střeše vozidla • Zaměstnanci provádějící údržbu musejí splňovat odbornou způsobilost pro práci s elektrickými zařízeními
CNG/LNG autobus	<ul style="list-style-type: none"> • Nutnost kontroly a revizí tlakových nádob • Zvýšené nároky na nucené větrání uzavřených prostor

E. Infrastruktura

Tento oddíl byl zaměřen zejména na infrastrukturu potřebnou pro provoz vozidel, doplňování paliva, provádění údržby apod.

E. Infrastruktura	
Vodíkový autobus	<ul style="list-style-type: none"> • Možné omezení průjezdu kvůli výšce vozidel • Nutnost výstavby vodíkové plnicí stanice • Vodíkové plnicí stanice musí mít zajištěnou dostupnost vodíku (přímé napojení na zdroj, přeprava ze zdroje, lokální výroba) • Dle míry ekologie výroby vodíku lze rozlišovat tzv. zelený a šedý vodík. Zelený vodík je vyroben výhradně elektrickou energií z obnovitelných zdrojů. Šedý vodík pak nemá grantovou míru ekologické stopy při jeho výrobě. • Je možné také uvažovat s lokální výrobou vodíku v elektrolyzáru umístěného přímo v místě plnicí stanice
Elektrobus	<ul style="list-style-type: none"> • Možné omezení průjezdu kvůli výšce vozidel • Nutnost výstavby dobíjecí infrastruktury (při Overnight Charging možná pouze úprava rozvodů v garážích, při Opportunity Charging nutnost výstavby rychlodobíjecích stanic) • Nutnost zajištění dostatečného příkonu pro rychlé nabíjení • Pro 2-pólové dobíjení je možné využít stávající infrastrukturu, možnost snadného napojení odbočných větví ze stávajícího trolejbusového či tramvajového vedení • Pro 4-pólové dobíjení (rychlodobíjení) je nutné vybudovat novou technologii (nutnost měřírny, přívodu, nabíjecího sloupu/stojanu, systém navedení na správnou polohu)
Trolejbus	<ul style="list-style-type: none"> • Možné omezení průjezdu kvůli výšce vozidel

	<ul style="list-style-type: none"> Nutnost výstavby komplexní sítě trakčního vedení. V případě rozvoje parciálních trolejbusů s dynamickým dobíjením nemusí být teoreticky natolik rozsáhlá.
CNG/LNG autobus	<ul style="list-style-type: none"> Možné omezení průjezdu kvůli výšce vozidel Nutnost výstavby plnicích stanic na CNG (pokud již nejsou vybudovány) Je nutné zajistit přívod paliva (CNG/LNG)

F. Ekonomika

Tento oddíl byl zaměřen zejména na finanční aspekty komplexního zajištění provozu pomocí vozidel využívajících daný pohon včetně finančních nároků na potřebnou infrastrukturu. Uvedené částky jsou dávány v současných cenách.

F. Ekonomika	
Vodíkový autobus	<ul style="list-style-type: none"> Pořizovací náklady na vozidlo se pohybují okolo 16-20 mil. Kč Cena paliva (vodík) na trhu je přibližně 200-260 Kč/kg Náklady na údržbu jsou přibližně 5-7 Kč/km Náklady na výměnu palivových článků jsou přibližně 3-5 mil. Kč každých 6-7 let Náklady na výstavbu vodíkové plnicí stanice se mohou pohybovat okolo 30-70 mil. Kč (dle velikosti stanice – vazba na počet vozidel) Náklady na výstavbu elektrolyzéry pro lokální výrobu vodíku se u 2MW výkonu mohou pohybovat okolo 80-90 mil. Kč Spotřeba elektřiny na lokální výrobu vodíku je přibližně 50-53 kWh/kg Při lokální výrobě vodíku je možné dosáhnout výrazně nižších nákladů na vyrobený vodík v porovnání s jeho tržní cenou, náklady závisí především na ceně spotřebované elektřiny
Elektrobus	<ul style="list-style-type: none"> Pořizovací náklady na vozidlo se pohybují okolo 11-16 mil. Kč Cena elektřiny se může pohybovat okolo 3 Kč/kWh (velmi závisí na konkrétní smlouvě s dodavatelem) Náklady na údržbu jsou přibližně 3-4 Kč/km Náklady na výměnu baterií jsou přibližně 1,5-3,5 mil. Kč každých 6-8 let Náklady na výstavbu elektrické dobíjecí stanice pro Overnight Charging se mohou pohybovat okolo 0,5 mil. Kč na vozidlo a pro Opportunity Charging dalších 4 mil. Kč za stanici (počet vozidel, které mohou využívat jednu stanici je omezen)
Trolejbus	<ul style="list-style-type: none"> Pořizovací náklady na vozidlo se pohybují okolo 10-14 mil. Kč Náklady na údržbu jsou přibližně 3-4 Kč/km Cena elektřiny se může pohybovat okolo 3 Kč/kWh (velmi závisí na konkrétní smlouvě s dodavatelem) Náklady na výměnu baterií (u parciálních trolejbusů) jsou přibližně 1-2 mil. Kč každých 6-8 let

	<ul style="list-style-type: none">• Náklady na výstavbu trolejového trakčního vedení se pohybují okolo 14 mil. Kč/km
CNG/LNG autobus	<ul style="list-style-type: none">• Pořizovací náklady na vozidlo se pohybují okolo 6-8 mil. Kč• Cena CNG se pohybuje okolo 19-21 Kč/m³• Náklady na údržbu jsou přibližně 4-5 Kč/km• Náklady na výstavbu CNG plnicí stanice se mohou pohybovat okolo 20-30 mil. Kč (dle velikosti stanice – vazba na počet vozidel)

Poznátky získané z odpovědí účastníků byly zpracovány také ve formě **přehledové matice základních technických, provozních a ekonomických údajů**. V rámci této matice je piktogramem naznačena úroveň daného parametru v rámci vzájemného porovnání pohonů. Matice jsou uvedeny na samostatných listech.

Kritérium	Vodňkový autobus	Elektrobuses	Trolejbus	CNG/LNG autobus
Vyrážka technologie	— Technologie ve vývoji, vozidla k dodání nejpозději v 2. pol. 2022	✓ Sériová výroba (každé vozidlo specifické pro danou trasu)	✓ Sériová výroba	✓ Sériová výroba
Životnost vozidel a použitých technologií	— Vozidla 15-20 let, Palivové články 6-7 let	— Vozidla 15-20 let, Baterie 6-8 let	✓ Vozidla 15-20 let	— Vozidla 10-14 let
Dojezd vozidel	— 350-400 km	✓ 200-250 km Overnight Charging, 30-70 km Opportunity Charging	— Omezeno síť trakčního vedení, na baterie obvykle 12-20 km (možno i více při dodržení poměru jízdy trolej:baterie min. 2:1)	✓ 400-600 km
Doba potřebná pro nabíjení/plnění paliva	✓ 10-30 minut	✓ 4-8 h Overnight Charging, 5-20 minut Opportunity Charging	— Příp. nabíjení probíhá za jízdy	✓ 10-20 minut
Hmotnost a kapacitní omezení	✓ Vyšší hmotnost, snížení obsaditelnosti přibližně o 15 %	✓ Vyšší hmotnost, snížení obsaditelnosti přibližně o 15-25 %	— Při využití baterií mírný pokles obsaditelnosti	✓ Obdobně jako u dieselu
Spotřeba energie	✓ 8-12 kg H ₂ /100 km	✓ 1 kWh/km, až 2,3 kWh při topení	✓ 0,8 kWh/km, až 2,1 kWh při topení (nutnost přičíst ztráty ve trakčním vedení)	— 30-45 m ³ CNG/100 km
Flexibilita provozu	— Nutnost dojezdu k plnicí stanici (obvykle centralizované řešení v rámci provozního souboru/oblasti)	✓ Omezený dojezd, příp. nutnost dobíjení během dne, nutnost plánování slotů na dobíjení	✓ Na baterie možnost obsloužit také krátké úseky bez trakčního vedení	— Nutnost dojezdu k plnicí stanici (obvykle centralizované řešení v rámci provozního souboru/oblasti)
Ekologie	— Bezemisní provoz, ekologická zátěž spojená s výrobou a distribucí vodíku	✓ Bezemisní provoz, ekologická zátěž spojená s výrobou el. energie a výrobou a likvidací baterií	✓ Bezemisní provoz, ekologická zátěž spojená s výrobou el. energie, příp. výrobou a likvidací baterií	✓ Provozní emise srovnatelné s dieselem, při využití bioplynu mírně lepší – splňují kritéria jako nízkemisní vozidla

Hodnoty jsou pouze orientační – vždy záleží na konkrétním vozidle a provozních podmínkách, pokračování na následující straně

Kritérium	Vodíkový autobus	Elektrobuses	Trolejbus	CNG/LNG autobus
Pořizovací náklady vozidel	<p>16-20 mil. Kč</p> <p>cca 15-25 Kč/km</p>	<p>11-16 mil. Kč</p> <p>4-5 Kč/km</p>	<p>10-14 mil. Kč</p> <p>4-5 Kč/km</p>	<p>6-8 mil. Kč</p> <p>cca 7-10 Kč/km</p>
Provozní náklady vozidel (palivo, energie)	<p>Rozptýlí může být i větší s ohledem na zdroj/vodíku, způsob distribuce a nákladovost jeho výroby</p>	<p>Závislé na ceně el. energie a způsobu dobíjení baterií</p>	<p>Mírně nižší spotřeba energie oproti elektrobusem ale nutno připočítat ztráty v trolejovém vedení</p>	<p>Při používání biopaliva pravděpodobně dojde k nárůstu</p>
Náklady na údržbu vozidel a náklady na výměny baterií, palivových článků apod.	<p>5-7 Kč/km</p> <p>+ Vyměna palivového článku za cca 3-5 mil. Kč každých 6-7 let</p>	<p>3-4 Kč/km</p> <p>+ Vyměna baterií za cca 1,5-3,5 mil. Kč každých 6-8 let</p>	<p>3-4 Kč/km</p> <p>+ Vyměna baterií za cca 1-2 mil. Kč každých 6-8 let</p>	<p>4-5 Kč/km</p> <p>+ Údržba pouze mírně dražší než u dieselového vozidla</p>
Požadavky na infrastrukturu	<p>Vyšší desítky mil. Kč</p> <p>Nutnost vybudování plnicí stanice a zajištění distribuce vodíkem</p>	<p>Jednotky mil. Kč Overnight</p> <p>Nižší desítky mil. Kč Opportunity</p> <p>Nutnost vybudování dobíjecích bodů – dobíjecí stanice pro pomalé dobíjení v garážích (Overnight Charging) nebo rychlodobíjecí stanice obvykle na obrátěcích (Opportunity Charging)</p>	<p>Minimálně stovky mil. Kč</p> <p>Nutnost vybudování sítě trakčního vedení, měřičů a souvisejících zařízení</p>	<p>Nižší desítky mil. Kč</p> <p>Nutnost výstavby plnicí stanice na CNG</p>

Hodnoty jsou pouze orientační – vždy záleží na konkrétním vozidle a provozních podmínkách, v cenové hladině let 2020-2021

Zkušenosti dopravců s provozem elektrobuses a trolejbusů

Pro doplnění informací získaných pomocí strukturovaných formulářů o **zkušenosti z reálného provozu** byli osloveni také dopravci, kteří elektrobuses a trolejbusy již v současnosti provozují (DPP, Arriva).

Hlavní závěry dle diskuze s dopravci

- Údaje od výrobců mohou být dosaženy také v reálných podmínkách a mohou být i předčeny
- Provozní **spolehlivost elektrobuses je velmi dobrá** a údržba není zvláště náročná (vzhledem k ceně elektrobuses jsou jako záloha využívány dieselové autobusy)
- V současnosti provozovaná vozidla (Arriva) jsou **vybavena naftovým topením** a jsou nabíjena přes noc, nevyužívají žádnou rychlonabíjecí stanici
- **Pomalé nabíjení na garážích je relativně levné a nenáročné**, oproti výstavbě rychlonabíjecích stanic (ty znamenají vyšší investici, vyšší jednotkovou cenu energie, nižší účinnost nabíjení, omezenou dostupnost požadovaného příkonu v rámci přenosové sítě)
- **Nabíjecí body pro pomalé nabíjení vozidel v garážích dopravců jsou obvykle financovány dopravci** (započítáno v ceně dopravního výkonu), rychlonabíjecí stanice, které jsou určeny pro výstavbu na autobusových nádražích, obratištích apod. by měly být spíše vybudovány a financovány krajem (životnost nad rámec závazkové smlouvy s dopravcem, možnost využívání více dopravci)
- **V zimním období je dojezd snížen o cca 5 %** (u vozidel s naftovým topením)
- **Kapacita baterií se snižuje přibližně o 2 % ročně** (vypozorováno snížení na cca 87 % kapacity po cca 5 letech provozu)
- **Baterie vozidel není využívána v celém rozsahu**, ale např. pouze mezi 30-80 % kapacity
- Bod zvratu (vyrovnání provozních a investičních nákladů s dieselovými vozidly) pro elektrobuses by v určitých podmínkách (platné pro konkrétního dopravce) mohl být okolo 70 000 km ročně pro (parciální) trolejbus 90 000 km
- Dle pochopení navrhované legislativy lze **jako nízkoemisní palivo využívat pouze bioCNG**, které lze po mírných úpravách tankovat do současných vozidel, ale je dražší a vyžaduje úpravu plnicí stanice (vozidlo bez nutnosti zásadních úprav)

Rámcový potenciál pro využití jednotlivých pohonů

Elektrobuses

- Vhodné pro **obsahu měst, aglomerací a jejich okolí** (městská a příměstská doprava)
- Pro meziměstskou dopravu (vyžadující vysoký dojezd) se elektrobuses vzhledem k technickým omezením v současném stavu nehodí
- Vzhledem k možnému dojezdu jsou vozidla vázána na dojezd k nabíjecí infrastruktuře

Trolejbusy

- Vhodné pro **páteřní trasy v městské a příměstské dopravě**
- Trolejbusy jsou zvláště vhodné pro města s již vybudovanou sítí – pomocí parciálních trolejbusů lze zajistit bezemisní dopravu na území příměstského regionu
- Nově budované trolejbusové sítě se zdají být velmi finančně a procesně náročné

Vodíkové autobusy

- Vhodné pro **plošnou obsluhu regionu** (příměstská a meziměstská doprava)
- Vodíkové autobusy jsou vhodné pro provozní soubor se snadnou dostupností vodíku (distribuce z místa výroby nebo lokální výroba)
- Ideální je využívání vodíku jako vedlejšího produktu průmyslové výroby nebo v oblastech s přebytkem výroby el. energie (např. při využívání přebytkové solární a větrné energie při energetických špičkách)

4 Vypracování obchodního případu (ekonomický model)

Na základě informací získaných z průzkumu trhu byl vypracován obchodní případ využití bezemisních a nízkoemisních vozidel dle požadavků legislativy při konkrétní variantě nasazení v rámci SČK

V rámci Integrované dopravy Středočeského kraje (IDSK) je aktuálně využíváno přibližně 1 400 autobusů, z čehož cca 200 využívá alternativní palivo (CNG). V rámci obchodního případu je **zpracován ekonomický model provozu určitého počtu vozidel využívající alternativní paliva** v horizontu 10, resp. 15 let.

Pro vypracování obchodního případu byly **nezbytné vstupy získané pomocí Průzkumu trhu** (viz kapitola 3). Na základě těchto vstupů **byla pracovní skupinou zvolena varianta nasazení bezemisních vozidel**. Na základě uvedených vstupů je porovnána celková nákladovost provozu při pokračování současného stavu v porovnání se situací při splnění daných kritérií využití bezemisních a nízkoemisních vozidel dle zvolené varianty.

Model je založen na kalkulaci rozdílů nákladů při scénářích:

- 1) **Pokračování současného stavu** (diesel, CNG)
- 2) **Využití určitého počtu vozidel využívající alternativní paliva** (+ elektrobusy, trolejbusy, vodíkové autobusy)

V rámci modelu jsou kalkulovány jsou pouze následující náklady:

- **Náklady na vozidla**
 - Pohonné hmoty a energie
 - Opravy a údržba vozidel
 - Odpisy vozidel
- **Náklady na infrastrukturu** (pouze pro alternativní paliva)
 - Provoz a údržba infrastruktury
 - Odpisy investičních nákladů infrastruktury

Oproti tomu **nejsou kalkulovány níže uvedené položky**, které jsou **předpokládány pro oba scénáře jako shodné** (pouze v konkrétních případech může být určitá část těchto nákladů přičtena/odečtena):

- Mzdové náklady, sociální a zdravotní pojištění, cestovné, úhrada za použití infrastruktury, silniční daň, elektronické mýto, pojištění (zákonné, havarijní), ostatní přímé náklady, ostatní služby, provozní režie, správní režie

Vstupní parametry modelu

- **Dopravní výkon autobusové dopravy v objednavce SČK** (výchozí stav = plán na rok 2021, očištěný o většinu provozu vozidel kategorie M2)
- **Počty nasazených vozidel dle pohonů** v jednotlivých letech
- **Inflace** pro každý rok je určena dle indexu PPI (dle dat analytiků Deloitte)
- **Ekonomické údaje provozu dieselových vozidel** (historická data od dopravců s korekcí dle odhadu do dalších let)

- **Odhad ekonomických údajů o provozu vozidel využívající alternativní pohon** (data získaná od výrobců vozidel, dodavatelů technologií a dopravců – viz Průzkum trhu v kapitole 3)

Předpoklady a omezení modelu

- Ekonomické údaje jsou uvažovány pouze pro **autobusy o délce 12 metrů** (bezemisní vozidla jsou aktuálně obvykle rovněž 12metrová)
- **Vstupní hodnoty nabývají vysokých rozptylů** – vždy záleží na konkrétním nasazení vozidel (oblast, linka, provozní koncept apod.)
- **Zobrazeny průměrné roční náklady** – investice jsou rozloženy v čase ve formě odpisů
- **Hodnoty v modelu jsou spíše konzervativnějším odhadem** – v modelu jsou použité spíše vyšší hodnoty ze známých intervalů
- **Nízký proběh vozidel** – kalkulováno s průměrným proběhem všech vozidel ve flotile, tzn. včetně vozidel, která jsou využívána jako záložní, posilová apod. (průměr přes celý vozový park aktuálně činí 103 km/den)
- **Není rozlišen nositel nákladů** – zejména u nákladů na infrastrukturu není rozlišeno, kdo bude investorem
- Vstupní hodnoty do modelu jsou uvedeny **v cenové hladině let 2020-2021** (pro výhled v horizontu 10/15 let jsou upraveny o inflaci na základě indexu PPI dle dat analytiků Deloitte)
- **Není uvažováno s odhady vývoje cen vstupů** (ceny paliva, ceny vozidel apod.) – vzhledem k velmi nejasnému vývoji do dalších let a očekávaným zásadním změnám v poptávce po alternativních palivech (legislativní úprava ovlivní chování poptávky v rámci celé EU a to také s ohledem na omezování spalovacích motorů v automobilech), na jedné straně lze očekávat vyšší nabídku a potenciální snížení cen díky vyšší adaptaci technologií na druhé straně hrozí nedostatek vstupních komodit (např. suroviny pro výrobu baterií) nebo nedostatečná kapacita výroby způsobující převis poptávky nad nabídkou, opačně pak může platit pro ceny nafty a dieselových vozidel
- **Nahrazení pouze specifické části současných vozidel** – současným zaměřením alternativních pohonů jsou spíše vozidla pro městský provoz, náklady na provoz ve městě jsou obvykle vyšší také u dieselových vozidel (náklady na dieselová vozidla jsou uvažovány jako průměrné hodnoty za celou objednávku IDSK)

Porovnání rámcové ekonomiky pohonů

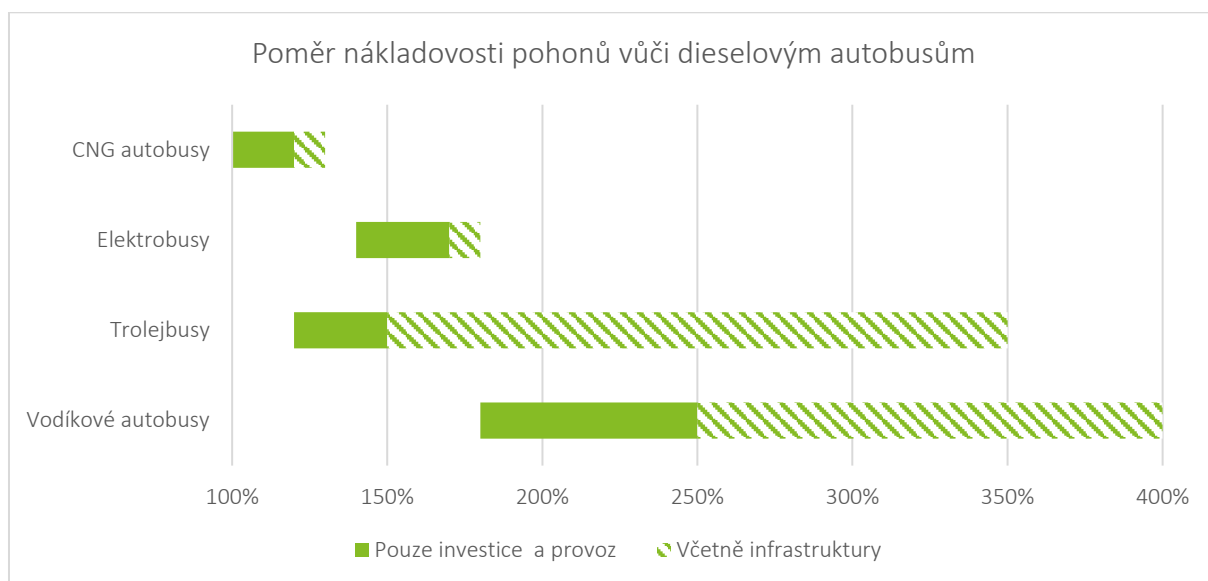
Dle vstupů získaných v průzkumu trhu byl na úrovni **modelové kalkulace určen odhad jednotkových nákladů na vozidla** poměrně vůči dieselovým autobusům. Tyto poměry jsou velmi orientační a **vždy závisí na konkrétním vozidle a podmínkách, ve kterých bude vozidlo provozováno.**

Náklady jsou pro účely srovnání celkových nákladů **normalizovány na průměrnou cenu dopravního výkonu za 12metrové autobusy v IDSK v roce 2020** (41,92 Kč/km) – využito pro určení průměrné hodnoty ostatních (nekalkulovaných) nákladů (28,32 Kč/km) a použito shodně pro všechny pohony.

Druh pohonu	Odhad ceny dopravního výkonu*		Poměr vůči dieselovým autobusům	
	Pouze investice a provoz	Včetně infrastruktury	Pouze investice a provoz	Včetně infrastruktury
Dieselové autobusy	42 Kč/km	42 Kč/km	100 %	100 %
CNG	42-50 Kč/km	42-55 Kč/km	100-120 %	100-130 %
Elektrobusy	58-71 Kč/km	63-76 Kč/km	140-170 %	150-180 %
Trolejbusy	50-63 Kč/km	84-147 Kč/km	120-150 %	200-350 %
Vodíkové autobusy	75-105 Kč/km	105-168 Kč/km	180-250 %	250-400 %

*dle přepočtu na průměrnou cenu dopravního výkonu, slouží pouze jako indikace pro vzájemné porovnání mezi pohony, může být nepřesné vzhledem k rozdílnému určení a provozním omezením jednotlivých pohonů

Přibližný poměr nákladovosti jednotlivých alternativních druhů pohonu vůči dieselovým autobusům byl zpracován také graficky. Zobrazen je poměr investičních a provozních nákladů a odhad rozpětí při započítání nákladů na výstavbu a provoz infrastruktury.



Z rámcového porovnání vycházejí **všechny alternativní pohony nákladnější oproti dieselovým autobusům** (při současné cenové hladině). **Nejnižšího nárůstu nákladů** může být aktuálně dosaženo využitím **CNG autobusů**, které také mohou využít již vybudované infrastruktury.

Další možností je provoz elektrobusů či trolejbusů. Zde záleží zejména na možnosti výstavby infrastruktury. Pokud není započítána výstavba infrastruktury je relativně výhodnější provoz trolejbusů, který s sebou však nese vysoké investiční náklady a procesní náročnost. Při celkovém pohledu se pak **výhodněji jeví provoz elektrobusů**, které nevyžadují zásadní investice do infrastruktury. Patrně **nejnákladnější ze zvažovaných alternativ jsou vodíkové autobusy**, jejichž hodnoty je nutno brát s patřičnou rezervou vzhledem ke specifikům této technologie.

Varianta provozu 50 elektrobusů

Na základě diskuze pracovního týmu se zohledněním závěrů multikriteriálního posouzení pohonů a s ohledem na specifika objednávky SČK bylo zástupci IDSK a SČK **zvoleno k detailnějšímu rozpracování varianty nasazení přibližně 50 elektrobusů** v rámci objednávky SČK. Tato vozidla by mohla být **plošně rozmístěna do několika provozních souborů** (vyšší jednotky) dle nejnvýhodnějších podmínek pro jejich provoz. Vhodnými podmínkami pro jejich využití jsou zejména oběhy s denním proběhem do cca 150-200 km a dostatečné **možnosti nabíjení**, které je v této variantě uvažováno **v zázemí jednotlivých dopravců** (zejména přes noc).

Uvažované změny ve struktuře vozového parku IDSK

Nasazením přibližně 50 bezemisních vozidel by měla být splněna povinnost dle navrhované legislativy, za předpokladu, že dojde k **potřebným přesunům vozidel mezi kategoriemi M3/A, M3/I a M3/II**.

- Pokud by **v kategoriích M3/A a M3/I zůstalo požadováno 60 dieselových vozidel**, a byla zachována veškerá současná vozidla a CNG (po úpravě na bioCNG), pak by při současném rozsahu vozového parku v objednávce IDSK (přibližně 1356 vozidel) **bylo 50 elektrobusů dosaženo 22,8 % bezemisních vozidel** (dle legislativy požadováno minimálně 20,5 %) a **109 bioCNG autobusů 49,8 % nízkoemisních** (dle legislativy požadováno minimálně 20,5 %).
- Nově by k tomu muselo být **221 vozidel, která jsou aktuálně provozována v kategoriích M3/A, M3/I, požadováno v kategorii M3/II**.

Druh pohonu	Kategorie vozidel	Stav 2021	Legislativní požadavek 2021-2025	Navržený stav 2021-2025	Navržený stav	Rozdíl oproti stavu
Diesel	Celkem	1153		1103		-50
	M3/A, M3/I	331	59,0%	60	27,4%	-271
	M3/II	822	-	1043	91,7%	221
Nízkoemisní (CNG / Hybrid)	Celkem	203		203		0
	M3/A, M3/I	109	20,5%	109	49,8%	0
	M3/II	94	-	94	8,3%	0
Bezemisní	Celkem	0		50		50
	M3/A, M3/I	0	20,5%	50	22,8%	50
	M3/II	0	-	0	0,0%	0
Celkem autobusů		1356		1356		

Vstupní parametry modelu

Níže jsou uvedeny vstupní parametry, se kterými je v rámci modelu kalkulováno. **Výsledné hodnoty modelu odpovídají této konfiguraci vstupů a při jejich změně by došlo také ke změně výsledných hodnot.** Veškeré výsledky modelu je tak nutno posuzovat s ohledem na tyto vstupní hodnoty.

Výchozí dopravní výkon elektrobusů byl určen s ohledem na jejich provozní možnosti (zejména omezený dojezd). **Průměrný proběh elektrobusů** je v této variantě **přibližně 104 vozkm denně**. Dopravní výkon dieselových a CNG autobusů byl ze zbylého dopravního výkonu odhadnut poměrem dle počtu vozidel.

Druh pohonu	Pokračování současného stavu		Využití alternativních pohonů	
	Dopravní výkon (ročně)	Počet vozidel	Dopravní výkon (ročně)	Počet vozidel
Diesel	43 554 560 vozkm	1153	41 656 308 vozkm	1 103
CNG	7 668 322 vozkm	203	7 666 574 vozkm	203
Elektrobusy	-	0	1 900 000 vozkm	50
Celkem	51 222 882 vozkm	1 356	51 222 882 vozkm	1 356

Níže jsou uvedeny **vstupní předpoklady týkající se vozidel a infrastruktury pro jednotlivé pohony**. Výsledné hodnoty modelu jsou uvažovány při dodržení hodnot těchto vstupů. Jakákoliv odlišnost parametrů mimo uvedené hodnoty znamená rozdíl ve výsledných hodnotách. Vzhledem k omezené délce trvání smlouvy na zajištění dopravní obslužnosti (10 let) je uvažováno s nutností nastavení odpisů na stejnou dobu.

Pro provoz **diesellových autobusů je uvažováno pouze s náklady na vozidla**, jelikož je uvažováno, že potřebná infrastruktura je již využívána a bude tak i nadále. Vstupní hodnoty byly určeny odborným odhadem na základě informací od výrobců vozidel s přihlédnutím k datům od současných dopravců.

Dieselové autobusy*	
Parametr modelu	Vstupní hodnota
Vozidla	
Pořizovací náklady na vozidlo	6 000 000 Kč
Doba odepisování vozidel	10 let
Cena nafty	25 Kč/l
Spotřeba nafty	35 l/100km
Ostatní provozní náklady vozidel (údržba, opravy)	4,5 Kč/km

*Vzhledem k rozdílnému vozovému parku se jedná o předpokládané průměrné hodnoty za všechna vozidla

Pro provoz **CNG autobusů je uvažováno pouze s náklady na vozidla**, jelikož je uvažováno, že potřebná infrastruktura je vzhledem k zachování rozsahu jejich provozu již využívána a bude tak i nadále. Vstupní hodnoty byly určeny odborným odhadem na základě informací od účastníků průzkumu trhu se zohledněním očekávané úpravy daňového zvyhodnění CNG.

CNG autobusy*	
Parametr modelu	Vstupní hodnota
Vozidla	
Pořizovací náklady na vozidlo	8 000 000 Kč
Doba odepisování vozidel	10 let
Cena CNG	21 Kč/m ³
Spotřeba CNG	45 m ³ /100km
Ostatní provozní náklady vozidel (údržba, opravy)	5 Kč/km

*Vzhledem k rozdílnému vozovému parku se jedná o předpokládané průměrné hodnoty za všechna vozidla

Pro provoz **elektrobusů** je uvažováno jak s náklady na vozidla, tak s náklady na vybudování nezbytné infrastruktury. Jelikož je předpokládáno nabíjení elektrobusů v zázemí dopravců, jsou v modelu uvažovány pouze náklady na zřízení nabíjecích bodů pro pomalé nabíjení autobusů přes noc. Vstupní hodnoty byly určeny odborným odhadem na základě informací od účastníků průzkumu trhu.

Elektrobusy	
Parametr modelu	Vstupní hodnota
Vozidla	
Pořizovací náklady na vozidlo	16 000 000 Kč
Doba odepisování vozidel	10 let
Cena elektrické energie	3 Kč/kWh
Spotřeba elektrické energie	1,5 kWh/km
Ostatní provozní náklady vozidel (údržba, opravy)	3,5 Kč/km
Náklady na výměnu baterie	3 500 000 Kč
Počet výměn baterie za dobu odepisování vozidla	1
Infrastruktura	
Náklady na zřízení 1 nabíjecího bodu	700 000 Kč
Náklady na údržbu 1 nabíjecího bodu	5 000 Kč ročně
Počet zřízených nabíjecích bodů	50
Doba odepisování infrastruktury	10 let

Výsledné hodnoty modelu

V rámci modelu byly na základě vstupních parametrů a předpokládaných vstupních hodnot určen **rozdíl nákladů mezi posuzovanými scénáři**:

- 1) Pokračování současného stavu (diesel, CNG)
- 2) Využití 50 elektrobusů (diesel, CNG, elektrobusy)

Výsledné hodnoty jsou uvedeny jak **za 1 rok provozu při současné cenové hladině**, tak **kumulativně za 10 let provozu** při uvažovaném vývoji inflace v rámci tohoto období (2025-2034). Kladné hodnoty značí navýšení nákladů při scénáři 2) (provoz elektrobusů), záporné hodnoty naopak značí, že při provozu elektrobusů dojde k úspoře.

Rozdíl nákladů mezi scénáři	Za rok provozu (současná cenové hladina)	Za 10 let provozu (2025-2034)*
Vozidla	57 522 901 Kč	558 341 203 Kč
Pohonné hmoty a energie	-8 076 224 Kč	-94 432 524 Kč
Opravy a údržba vozidel	-1 900 874 Kč	-22 226 273 Kč
Odpisy dlouhodobého majetku	67 500 000 Kč	675 000 000 Kč
Infrastruktura	3 750 000 Kč	37 923 164 Kč
Provoz a údržba infrastruktury	250 000 Kč	2 923 164 Kč
Odpisy investičních nákladů infrastruktury	3 500 000 Kč	35 000 000 Kč
Celkem	61 272 901 Kč	596 264 367 Kč

* zobrazení kumulovaného rozdílu nákladů při úpravě vstupních hodnot o inflaci bez předpokladu změny cen paliv, technologií a energií či legislativních změn, které mohou v tomto období nastat

Z výsledných hodnot modelu je zřejmé, že provoz **elektrobusů bude pravděpodobně znamenat zvýšení nákladovosti objednávky autobusové dopravy**. Při využití 50 elektrobusů je dle modelu v současných cenách rozdíl **přibližně 61 mil. Kč ročně**.

Tento rozdíl se v dalších letech mírně snižuje (dle modelu cca 58 mil. Kč v roce 2034) a **kumulativně pak dosahuje rozdílu přibližně 596 mil. Kč za období 10 let** při zachování současných předpokladů (viz výše). Tento odhad je však **nutné brát s velkou rezervou a slouží pouze pro ilustrování výše kumulovaných nákladů za dobu trvání smlouvy s dopravci**. Je zřejmé, že v tomto období se **mohou výrazně měnit ceny veškerých vstupů**, ale také **může docházet k zásadním změnám v oblasti technologií i legislativy**. Z těchto důvodů nelze na základě kumulované hodnoty vyvozovat konkrétní závěry zejména směrem ke konci tohoto období.

Porovnání modelového nárůstu nákladů při využití alternativního pohonu dle zvolené varianty s **odhadem celkové nákladovosti současné objednávky autobusové dopravy v rámci SČK** (určena jako součin průměrné ceny dopravního výkonu od dopravců a plánovaného dopravního výkonu) při současných cenách:

Porovnání modelového nárůstu nákladů (při současných cenách)	Náklady	Indikace nárůstu nákladovosti objednávky
Odhad nákladovosti objednávky autobusové dopravy v rámci SČK	2 338 712 673 Kč	-
Rozdíl nákladů dle modelu – pouze vozidla	57 522 901 Kč	+2,5 %
Rozdíl nákladů dle modelu – celkem (včetně infrastruktury)	61 272 901 Kč	+2,6 %

Rozdíly získané v modelu by při variantě provozu 50 elektrobusů a platnosti uvedených předpokladů představovaly **nárůst ročních nákladů na objednávku autobusové dopravy SČK o přibližně 2,6 %**. Jedná se však o **nahrazení pouze 50 ze 1 153 současných dieselových vozidel** a zároveň o (v rámci současných možností) **ideální podmínky pro jejich nasazení**. Odhadovat lze, že při nasazení vyššího počtu by nárůst nákladů byl dále nadproporční.

Omezení a rizika spojená s uvažovanou variantou

Při nasazení elektrobuse jako náhrady za současné diesellové autobusy je nutné počítat s určitými riziky, které spočívají zejména v neověřeném nasazení nového typu vozidel v konkrétních podmínkách. Při úvahách o provozování elektrobuse je **nutné vzít v potaz minimálně následující omezení a rizika**:

- Kvůli **omezenému dojezdu** vozidel může být **omezena využitelnost těchto vozidel** pouze na výkony, na kterých vozidla dosahují nižšího proběhu (maximálně přibližně 150-200 km)
- Případně je možné vozidla nabíjet i v průběhu dne (například v přepravním sedle), což má opět **negativní dopady na proběhy vozidel**
- Vozidla jsou obvykle dimenzována na konkrétní provozní podmínky (konkrétní linka nebo charakter provozu) a může být **omezena jejich využitelnost na jiných výkonech**
- Umožnění vhodných podmínek pro provozování elektrobuse **může být podmíněno úpravou oběhů či celého provozního konceptu** včetně linkového vedení
- Vlivem úprav oběhů a provozního konceptu také **může dojít k navýšení počtu potřebných vozidel** při stejném objemu dopravního výkonu
- Zásadně je také **omezeno nocování autobusů mimo provozní zázemí dopravců** (nutné nabíjení přes noc)
- Vzhledem k vysokým investičním nákladům je **neefektivní jejich využití jako záložních vozidel** (další snížení proběhu vozidel) a tak je uvažováno s využíváním diesellových záložních vozidel

Specifika plošného rozmístění bezemisních vozidel (elektrobuse)

K využití vozidel poháněných alternativními palivy lze přistupovat různými způsoby z hlediska jejich **plošného rozmístění v rámci objednávaných provozních souborů**. Konkrétně k provozování elektrobuse lze z hlediska naplnění požadavků uvažované legislativy (viz kapitola 2) přistoupit dvěma způsoby.

Centralizovaný provozní soubor (elektrobuse v jednom provozním souboru)

Jednou z možností je umístění elektrobuse **do jednoho nebo několika málo provozních souborů**. To s sebou přináší výhody vyplývající z úspor z rozsahu při budování potřebné infrastruktury, opravárenského zázemí a personálu a jednotnosti vozového parku v rámci území.

Hlavní specifika centralizovaného umístění elektrobuse:

- **Možnost sdílení infrastruktury**, zejména při výstavbě rychlonabíjecích stanic (např. na obratištích nebo autobusových nádražích)
- **Sdílení jednotného zázemí a personálu** pro provádění údržby
- Potenciál pro **uzavření smlouvy v trvání 15 let** (významná investice do vozidel, příp. výstavby infrastruktury)
- **Jednotný standard vozového parku** z pohledu cestujících a PR (např. celý region je obslužen bezemisně)
- Musí existovat vhodné podmínky pro **umožnění dostatečného nabíjení většího počtu vozidel** (dostatečný příkon pro pomalé nabíjení na garážích a také pro rychlonabíjecí stanice na obratištích)

Decentralizace elektrobuse mezi více provozních souborů

Alternativní možností provozování elektrobuse je jejich plošné **rozmístění do více provozních souborů**. Tímto způsobem mohou být minimalizováni zejména investice do infrastruktury a energetické nároky konkrétních lokalit.

Hlavní specifika decentralizovaného umístění elektrobuse:

- **Minimalizace nákladů na výstavbu infrastruktury** (uvažováno pouze nabíjení vozidel na garážích)
- **Minimalizace rizika nedostatečného příkonu** či kapacity elektrické přenosové kapacity
- Možnost relativně **rychlé implementace** (pouze několik ks vozidel na provozní soubor)
- Zajištěna **vysoká stabilita provozu** i v případě mimořádných událostí či vysoké poruchovosti vozidel (provoz může být pokryt záložními či jinými dieselovými vozidly)
- Nutnost zajištění **většího množství personálu** s příslušnou odbornou způsobilostí pro práci s elektrickými zařízeními (nebo jeho sdílení mezi více provozními soubory)
- Pravděpodobně **nutnost uzavření smlouvy pouze na 10 let** (investice v rámci daných provozních souborů pravděpodobně nedosáhnou takové výše, aby bylo možné uvažovat o uzavření smlouvy na 15 let)

Indikace dopadů varianty vyššího počtu bezemisních vozidel

Jako indikace pro dopady plošného nasazení **vyššího podílu bezemisních vozidel** byly orientačně namodelovány varianty **nahrazení 200 a 500 současných dieselových vozidel bezemisními**.

Při této indikaci je nutné zdůraznit, že i vzhledem k možnostem produkce by v krátkodobém horizontu bylo **nasazení takto vysokého počtu vozidel velmi problematické**. To by také mohlo mít **zásadní vliv na ekonomiku**. Proto je tento **odhad nutno brát pouze rámcově, bez konkrétního detailu a bez ohledu na jeho realizovatelnost**. Vzhledem k omezením modelu a vysoké nejistotě zejména při takto vysokých počtech vozidel je třeba brát uvedené hodnoty pouze jako **indikaci v řádu, ve kterém se může nárůst pohybovat**. Při takto vysokých počtech by byly vyžadovány také **rozsáhlé úpravy infrastruktury** a **neznámé je v tomto stavu dosažení úspor z rozsahu**.

Druh pohonu	200 bezemisních	500 bezemisních
Počet vozidel – Diesel	953	653
Počet vozidel – CNG	203	203
Počet vozidel – Elektrobusey	80	150
Počet vozidel – Trolejbusy	20	100
Počet vozidel – Vodíkové autobusy	100	250
Indikace nárůstu ročních nákladů oproti současnému stavu (včetně infrastruktury)*	+ 300-500 mil. Kč ročně	+ 0,9-1,3 mld. Kč ročně

**hodnoty jsou pouze rámcové indikace, které mohou nabývat vysoké míry nejistoty a slouží spíše pro představu v jakých řádech se nárůst může pohybovat dle dosud predikovatelných odhadů*

Specifika zajištění vodíkového provozního souboru

Jednou z variant zajištění bezemisního provozu je využití vodíkových vozidel. Jejich technologie aktuálně procházejí pilotními provozy a některé regiony ČR (Moravskoslezský, Ústecký) již uvažují s provozem vodíkových autobusů v rámci svojí objednávky. **Vodíková vozidla mají však velmi specifické požadavky pro svůj provoz**, a to zejména s **ohledem na požadovanou infrastrukturu** pro doplňování paliva a také na zajištění dodávek paliva.

Vzhledem ke svým specifickým jsou vodíkové autobusy (narozdíl např. od elektrobusey) **vhodné také pro příměstskou, resp. meziměstskou dopravu** a požadovaný dojezd do 400 km. Z uvažovaných alternativních paliv jsou tak **jedinou možností nasazení bezemisních vozidel pro nasazení v meziměstské dopravě s vyšším požadovaným dojezdem**.

Pro provoz vodíkem poháněných vozidel je **nezbytná výstavba vodíkové plnicí stanice**. Náklady na její výstavbu jsou ovlivněny zejména v závislosti na celkové kapacitě zásobních nádrží a výkonu kompresorů. Tyto parametry jsou důležité pro určení počtu vozidel, který je stanice schopna obsloužit a v jakém čase. Odhadované náklady na výstavbu vodíkové plnicí stanice se **dle dostupných údajů mohou pohybovat okolo 30-70 mil. Kč**. Životnost plnicí stanice lze odhadovat na přibližně 20 let.

Zásadním předpokladem pro možnost provozu vodíkových vozidel je **zajištění vodíku**. K tomu jsou uvažovány 2 způsoby, které by mohly v případě SČK připadat v úvahu.

- **Distribuce vodíku z místa výroby**
 - První možností je zajištění distribuce vodíku z místa výroby. Vodík obvykle vzniká jako vedlejší produkt v chemických závodech nebo je možné jej cíleně průmyslově vyrábět. Do plnicí stanice je pak vodík obvykle **přepravován v tlakových nádobách pomocí silničních nákladních vozidel**. Tím vznikají zejména energetické, potažmo také ekonomické ztráty, které jsou s přepravou vodíku spojené.
- **Lokální výroba vodíku**
 - Alternativní možností je lokální výroba vodíku v místě spotřeby. V takové případě může být spolu s plnicí stanicí vybudováno také zařízení na výrobu vodíku. K výrobě vodíku je **využíváno elektrolýzy vody nebo parního reformingu**. V takovém případě jsou minimalizovány náklady na přepravu vodíku, ale je nutné také zainvestovat výstavbu takového zařízení. Náklady na výstavbu PEM elektrolyzéry jsou přibližně 40 000 Kč/kW, např. 2MW elektrolyzér bude stát přibližně 80 mil. Kč (kapacita výroby vodíku je v tomto případě přibližně 38 kg/h).
 - V případě lokální výroby je pak vhodné uvažovat také s **komerčním využitím takového zařízení** např. pro plnění vodíku pro osobní či nákladní automobily. Pokud by výstavba elektrolyzéry byla podpořena dotací je pak nutné zohlednit tuto skutečnost s ohledem na podmínky konkrétního dotačního titulu.

Obecně se dá předpokládat, že v případě rozhodnutí o zahájení vodíkového provozního souboru je s ohledem na časové a procesní nároky **jednodušší zvolení varianty distribuce vodíku z místa výroby** a následně v **případě pokračování provozu přistoupit k výstavbě zařízení pro lokální výrobu vodíku**, kdy lze také předpokládat další rozvoj potřebných technologií.

Z průzkumu trhu také vyplynulo, že **existují možnosti spolupráce s externími partnery při výstavbě vodíkové infrastruktury**. Konkrétní obchodní případ takovéto spolupráce je nutné prověřit vždy s konkrétním partnerem, který dané řešení na trhu nabízí. Potřebné je zejména uvažovat s dlouhodobým horizontem takové spolupráce, která může mít různou výhodnost s ohledem na vývoj v oblasti technologií i legislativě.

Modelový příklad využití vodíkových autobusů

Pro určení indikativního odhadu dopadů provozování vodíkových autobusů do ekonomiky objednávky IDSK byl zvolen modelový příklad. Tento příklad předpokládá **provoz 30 vodíkových autobusů v rámci jednoho provozního souboru**. Uvažováno je s variantou **lokální výroby pomocí elektrolyzéry**. Při uvažované kapacitě výroby (38 kg/h) a spotřebě vodíku (při vysoké efektivitě provozu s průměrným průběhem 150 km denně na vozidlo, maximálně 237 tis. t ročně) by měl být elektrolyzér v provozu maximálně přibližně 59 % celkového času. Vstupní parametry byly určeny dle závěrů z průzkumu trhu a diskuzí s dodavateli technologií při zohlednění očekávaných parametrů výsledného řešení, které by umožňovalo danou variantu provozu.

Uvažované vstupní předpoklady

Vodíkové autobusy	
Parametr modelu	Vstupní hodnota
Vozidla	
Počet vozidel	30
Požizovací náklady na vozidlo	20 mil. Kč
Doba odepisování vozidel	15 let (předpokládána možnost uzavření smlouvy s dobou trvání 15 let)
Cena elektřiny pro výrobu vodíku	2,5 Kč/kWh
Spotřeba elektřiny pro výrobu vodíku	53 kWh/kg
Spotřeba vodíku	12 kg/100km
Ostatní provozní náklady vozidel (údržba, opravy)	6 Kč/km
Náklady na výměnu palivových článků	5 mil. Kč
Počet výměn palivových článků za dobu odepisování vozidla	2
Infrastruktura	
Náklady na výstavbu vodíkové plnicí stanice	51 mil. Kč
Náklady na údržbu plnicí stanice	3 % z výše investice ročně
Náklady na výstavbu elektrolyzéru pro lokální výrobu vodíku	76 mil. Kč (PEM o výkonu 2 MW)
Náklady na údržbu elektrolyzéru	3 % z výše investice ročně
Náklady na výměnu stacku elektrolyzéru	76 mil. Kč za 10 let
Ostatní provozní náklady infrastruktury	10 mil. Kč ročně
Doba odepisování infrastruktury	15 let

Výsledné hodnoty modelu

V tomto modelu bylo využito **obdobných předpokladů jako v předchozí variantě** (provoz 50 elektrobusesů), ale uvažováno s horizontem 15 let.

Z výsledků modelu lze očekávat **znatelný nárůst nákladů při provozování vodíkových autobusů oproti dieselovým v úrovni přibližně 80-100 mil. Kč ročně** při dodržení daných podmínek a době odepisování 15 let (rozdílné oproti variantě provozu 50 elektrobusesů, které jsou uvažovány s dobou odepisování 10 let). V delším časovém horizontu se bude rozdíl nákladů dále kumulovat. V modelu je uvažováno s vývojem cen pouze o inflaci. **Lze však předpokládat, že ceny paliv, technologií a energií se mohou v čase neproporčně vyvíjet a také mohou nastat určité legislativních změny**, které mohou mít na využití jednotlivých technologií zásadní vliv.

Rozdíl nákladů mezi scénáři	Za rok provozu (současná cenové hladina)	Za 15 let provozu (2025-2039)*
Vozidla	56 092 905 Kč	889 960 632 Kč
Pohonné hmoty a energie	11 671 694 Kč	215 298 487 Kč
Opravy a údržba vozidel	2 421 210 Kč	44 662 145 Kč
Odpisy dlouhodobého majetku	42 000 000 Kč	630 000 000 Kč
Infrastruktura	27 570 833 Kč	479 341 969 Kč
Provoz a údržba infrastruktury	19 087 500 Kč	352 091 969 Kč
Odpisy investičních nákladů infrastruktury	8 483 333 Kč	127 250 000 Kč
Celkem	83 663 738 Kč	1 369 302 601 Kč

* zobrazení kumulovaného rozdílu nákladů při úpravě vstupních hodnot o inflaci bez předpokladu změny cen paliv, technologií a energií či legislativních změn, které mohou v tomto období nastat

Ze současných poznatků sesbíraných při zpracovávání této Studie se lze domnívat, že cena vodíku by mohla mít spíše klesající tendenci, oproti ceně nafty a elektřiny. Lze také očekávat zpřísnění legislativy týkající se dieselových vozidel. V takovém případě by pak mohl klesat rozdíl mezi provozem dieselových a vodíkových vozidel ve prospěch větší výhodnosti vodíku.

Vzhledem k specifikům vodíkového pohonu je vhodné provoz vodíkových autobusů detailněji rozpracovat s ohledem na konkrétní požadavky (využitelné technologie od konkrétních dodavatelů pro konkrétní lokalitu dle požadavků SČK/IDSK).

5 Dopady a akční plán dalšího postupu

Na základě provedení průzkumu trhu, multikriteriálního posouzení pohonů a vypracování obchodního případu zvolené kombinace pohonů lze formulovat rámcové dopady a akční plán dalšího postupu pro umožnění provozu bezemisních autobusů v rámci SČK

Dopady uvažovaného zavedení bezemisních vozidel v rámci SČK

Vzhledem k aktuálnímu stavu jednotlivých bezemisních pohonů, které byly v rámci Studie posuzovány, lze uvažovat, že **nahrazování diesellových autobusů bezemisními s sebou ponese zejména zvýšení finanční náročnosti objednávky veřejné dopravy, jistá provozní omezení a také procesní náročnost spojenou s implementací jednotlivých technologií.**

Na základě diskuze pracovní skupiny byla zástupci IDSK zvolena pro detailnější rozpracování varianta zajištění bezemisního provozu **pomocí přibližně 50 elektrobusesů**, které by moly být plošně rozmístěny mezi více provozních souborů. Tato varianta respektuje zejména **minimalizaci rizik**, které jsou s nasazením elektrobusesů vzhledem k nízkému rozvinutí používaných technologií spojeny. Jedná se také o variantu, která má **předpoklady pro snadnou implementaci a relativně nízké dopady do ekonomiky objednávky veřejné dopravy v rámci SČK.**

Pokud bude uvažováno (stejně jako ve zpracovaném obchodním případě) s **nabíjením vozidel na garážích**, je **vybudování těchto nabíjecích bodů v kompetenci dopravců** a ti by měli tuto skutečnost zohlednit v rámci nabídkové ceny. Ze strany SČK není předpokládána nutnost investic do infrastruktury (pokud nebude ujednáno jinak).

Pokud by bylo rozhodnuto o **výstavbě rychlonabíjecích stanic**, které bývají typicky umístěny na autobusových nádražích či obratištích, je **pravděpodobná nutnost investice do této infrastruktury ze strany SČK**, případně jeho partnerů. Těmito partnery mohou být zejména dodavatelé předmětných technologií a distributoři elektrické energie.

V případě **využívání vodíku** je **ze strany dodavatelů technologií a paliva uvažováno s možností vybudování potřebné infrastruktury**. V takovém případě závisí parametry na domluvě SČK s daným partnerem při zohlednění konkrétních požadavků.

Nasazením přibližně 50 bezemisních vozidel by měla být splněna povinnost dle navrhované legislativy, za předpokladu, že dojde k potřebným přesunům vozidel mezi kategoriemi M3/A, M3/I a M3/II. Pokud by v kategoriích M3/A a M3/I zůstalo požadováno 60 vozidel, a byla zachována veškerá současná vozidla a CNG (po úpravě na bioCNG), pak by při současném rozsahu vozového parku v objednávce IDSK (přibližně 1356 vozidel) bylo **50 elektrobusesů dosaženo 22,8 % bezemisních vozidel** (dle legislativy požadováno minimálně 20,5 %) a 49,8 % nízkoemisních (dle legislativy požadováno minimálně 20,5 %). Nově by k tomu muselo být 221 vozidel, která jsou provozována v kategoriích M3/A, M3/I, požadováno v kategorii M3/II.

Dalším přínosem je **snížení lokálních emisí v místě provozu vozidel** (zejména ve městské prostředí). **Celkové ekologické dopady je velmi těžké posoudit** s ohledem na životní cyklus využitých technologií (zejména baterií) a využívanou elektrickou energii (ekologická stopa její výroby).

V rámci obchodního případu byly určeny rámcové dopady zvolené varianty nasazení alternativních pohonů do ekonomiky veřejné dopravy objednávané Středočeským krajem. Dle výsledků modelu by ve variantě **nahrazení 50 současných diesellových autobusů stejným počtem elektrobusesů vzrostly náklady minimálně o 60 mil. Kč ročně**. To by vzhledem k odhadované nákladovosti celé objednávky ve výši 2,3 mld. Kč ročně tvořilo **nárůst o přibližně 2,6 %**.

Jednotlivé bezemisní pohony mají různá technologická a provozní omezení se kterými je nutné v případě jejich zvolení počítat. Zejména **při zvolené variantě provozu elektrobusů je nutné vzít v potaz minimálně následující omezení a rizika:**

- Kvůli **omezenému dojezdu** vozidel může být **omezena využitelnost těchto vozidel** pouze na výkony, na kterých vozidla dosahují nižšího proběhu (maximálně přibližně 150-200 km)
- Případně je možné vozidla nabíjet i v průběhu dne (například v přepravním sedle), což má opět **negativní dopady na proběhy vozidel**
- Vozidla jsou obvykle dimenzována na konkrétní provozní podmínky (konkrétní linka nebo charakter provozu) a může být **omezena jejich využitelnost na jiných výkonech**
- Umožnění vhodných podmínek pro provozování elektrobusů **může být podmíněno úpravou oběhů či celého provozního konceptu** včetně linkového vedení
- Vlivem úprav oběhů a provozního konceptu také **může dojít k navýšení počtu potřebných vozidel** při stejném objemu dopravního výkonu
- Zásadně je také **omezeno nocování autobusů mimo provozní zázemí dopravců** (nutné nabíjení přes noc)
- Vzhledem k vysokým investičním nákladům je **neefektivní jejich využití jako záložních vozidel** (další snížení proběhu vozidel) a tak je uvažováno s využíváním dieselových záložních vozidel

Vhodná kombinace využití alternativních paliv pro potřeby SČK

Vhodnou kombinací alternativních pohonů pro potřeby SČK by mohlo zpočátku být **využití elektrobusů**, které bylo již detailněji rozpracováno v rámci obchodního případu. Mezi hlavní výhody tohoto řešení patří zejména **relativně nízká procesní a investiční náročnost**. V **dlouhodobém horizontu** by bylo vhodné také uvažovat o vybudování trolejového vedení na páteřních trasách tak, aby byl umožněn **provoz trolejbusů a parciálních trolejbusů**. Pro obsluhu regionu je pak nejvhodnější **využití vodíkových autobusů**.

Elektrobusy

- Vhodné pro **obsahu měst, aglomerací a jejich okolí** (městské a příměstská doprava)
- Pro meziměstskou dopravu (vyžadující vysoký dojezd) se elektrobusy vzhledem k technickým omezením v současném stavu nehodí
- Vzhledem k možnému dojezdu jsou vozidla vázána na dojezd k nabíjecí infrastruktuře

Trolejbusy

- Vhodné pro **páteřní trasy v městské a příměstské dopravě**
- Trolejbusy jsou zvláště vhodné pro města s již vybudovanou sítí – pomocí parciálních trolejbusů lze zajistit bezemisní dopravu na území příměstského regionu
- Nově budované trolejbusové sítě se zdají být velmi finančně a procesně náročné

Vodíkové autobusy

- Vhodné pro **plošnou obsluhu regionu** (příměstská a meziměstská doprava)
- Vodíkové autobusy jsou vhodné pro provozní soubor se snadnou dostupností vodíku (distribuce z místa výroby nebo lokální výroba)
- Ideální je využívání vodíku jako vedlejšího produktu průmyslové výroby nebo v oblastech s přebytkem výroby el. energie (např. při využívání přebytkové solární a větrné energie při energetických špičkách)

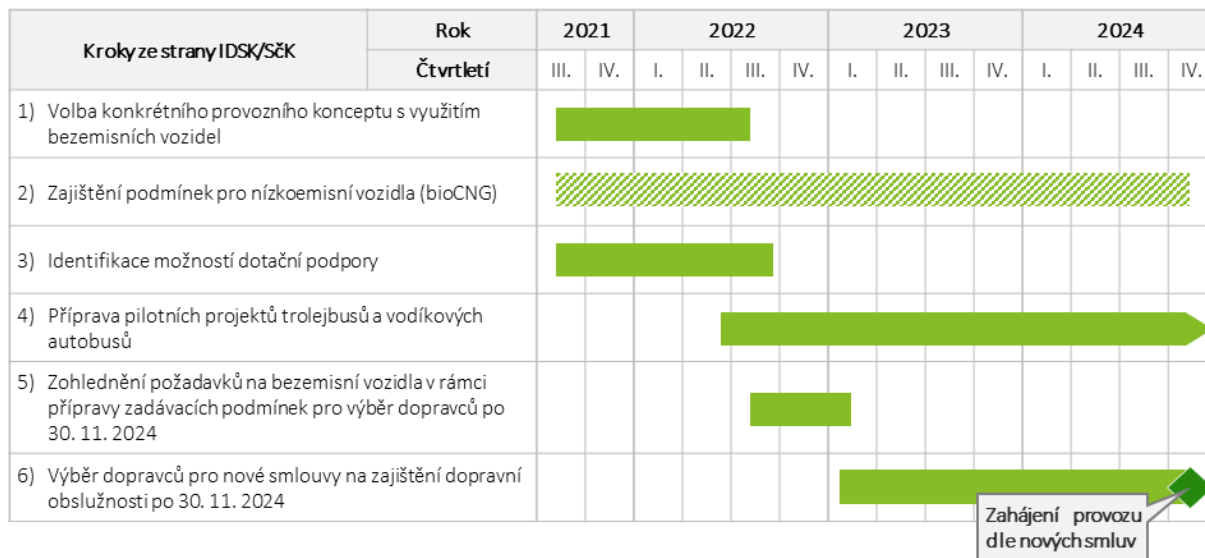
Akční plán a harmonogram dalšího postupu z pohledu SČK

Na základě zjištění získaných při zpracování této Studie byl sestaven rámcový akční plán, **při jehož splnění by měl být zajištěn provoz bezemisních vozidel v rámci objednávky autobusové dopravy na území SČK** a rovněž zajištěno naplnění potřebných legislativních požadavků.

Rámcový akční plán dalšího postupu:

1. **Volba konkrétního provozního konceptu s využitím bezemisních vozidel**
 - Potvrzení **požadovaného počtu vozidel** pro nahrazení alternativními pohony
 - Prověření **možností vybudování infrastruktury** (místa pro nabíjení, elektrolyzéry pro výrobu vodíku) zejména s ohledem na kapacity elektrické přenosové soustavy
 - Volba **vhodných pohonů pro konkrétní podmínky** v rámci objednávky SČK (je očekáváno naplnění legislativních požadavků pomocí elektrobuses)
 - Nalezení **vhodných provozních souborů v rámci objednávky SČK** pro nasazení daného počtu vozidel
2. **Zajištění podmínek pro nízkoemisní vozidla (bioCNG)**
 - Vzhledem k legislativním požadavkům na nízkoemisní vozidla je nutné **zajistit úpravu provozu současných CNG autobusů na bioCNG** (přestavba autobusů, úpravy plnicích stanic, změna paliva)
3. **Identifikace možností dotační podpory**
 - Vzhledem k očekávanému navýšení nákladů na pořízení či provoz vozidel využívajících alternativní pohon je vhodné zabývat se také **možnosti získání dotační podpory**
 - Dotační tituly by mohly být využity **zejména na nákup vozidel** a případně také **na výstavbu potřebné infrastruktury**
 - V případě vodíkových autobusů **může hrozit riziko při vyhodnocování CBA analýzy**, která pokud by ukázala možnou nákladovou neefektivitu oproti ostatním pohonům, může být překážkou pro udělení dotace
 - **Problematika udržitelnosti provozu po skončení životnosti vozidel pořízených z dotací**
 - Pokud by k financování pořízení vozidel byla využita podpora prostřednictvím dotačních titulů, **vzniká potenciální problém pro další obnovu vozového parku**. Vzhledem k aktuálnímu nastavení české legislativy není možné promítat do odpisů část investičních nákladů pokrytou z dotace. To znamená, že není pomocí odpisů možné provádět obnovu vozového parku v plné výši. Pokud by například bylo dosaženo dotace ve výši 85 % z celé investice do vozidel, je tento problém zcela zásadní, protože za odpisy 15 % investice je zcela nemožné tvořit rezervu na potřebnou obnovu vozového parku.
 - Takováto legislativní úprava však není rámci EU obvyklá a v jiných členských zemích, je možné zahrnout do odpisů také část investice pokrytou dotací. Kvůli této problematice by bylo vhodné iniciovat potřebné legislativní změny tak, aby byla umožněna konkurenceschopnost dopravců působících v ČR v rámci unijního trhu.
4. **Příprava pilotních projektů trolejbusů a vodíkových autobusů**
 - Technologie, které jsou uvažovány pro provoz v delším časovém horizontu (trolejbusy a vodíkové autobusy) **je vhodné prověřit v rámci pilotního provozu** ve vybraných lokalitách
 - Přípravu těchto pilotních projektů **je vhodné zahájit již před výběrem dopravců** od konce roku 2024, aby v těchto smlouvách mohla být již zohledněna možnost pilotního provozu vybraných pohonů

- Samotná příprava pilotních provozů **může trvat i několik let** a lze tak očekávat jejich spuštění až v rámci platnosti nových smluv s dopravci
5. Zohlednění požadavků na bezemisní vozidla v rámci přípravy zadávacích podmínek pro výběr dopravce po 30. 11. 2024
 - Učinění **finálního rozhodnutí** zástupců IDSK/SČK nad podobou požadavků na vozidla
 6. Výběr dopravce pro nové smlouvy na zajištění dopravní obslužnosti po 30. 11. 2024



Přílohy

P1 – Pohled Deloitte na Vládní návrh zákona o podpoře nízkoemisních vozidel prostřednictvím zadávání veřejných zakázek a veřejných služeb v přepravě cestujících

P2 – Odpovědi účastníků Průzkumu trhu

P1 – Pohled Deloitte na Vládní návrh zákona o podpoře nízkoemisních vozidel prostřednictvím zadávání veřejných zakázek a veřejných služeb v přepravě cestujících (tisk 1121/0) vzhledem k autobusové (příp. trolejbusové) dopravě

- Požadované podíly se vztahují **pouze na smlouvy uzavřené v daných obdobích**
 - Podíly vozidel tak **NEJSOU ovlivněny vozidly, která jsou v současnosti provozována** na základě již uzavřených smluv
 - Tyto podíly se nebudou vztahovat ani na smlouvy uzavřené po 2. srpnu 2021, pokud jejich **uzavření vzešlo ze zadávacího řízení zahájeného přede dnem účinnosti tohoto zákona**, tzn. před 2. srpnem 2021 (§ 13 návrhu).
- Dané podíly je nutné splnit **v souhrnu za celé období**, a NE za každou jednotlivou smlouvu
 - Určených podílů musí zadavatelé a objednatelé dosáhnout až v souhrnu všech smluv na veřejné zakázky a veřejné služby za celé stanovené časové období (§ 4 zákona, DZ s. 26).
- Je umožněno **splnit dané podíly společně více zadavateli** (bez nutnosti např. společného plnění v rámci smlouvy) - tzn. **libovolní zadavatelé se mohou domluvit a vykázat plnění povinností společně**, přičemž počet zadavatelů není omezen
 - Jedná se o společné plnění povinností ve smyslu § 5 návrhu, přičemž je cílem této úpravy pomoci zadavatelům a objednatelům, kterým bude činit plnění povinností dle tohoto zákona potíže. Mohou se tak dohodnout s jinými zadavateli a objednateli, kteří jsou schopni a ochotni dosáhnout vyššího než stanoveného minimálního podílu nízkoemisních vozidel (viz DZ s. 27).

Další související zjištění:

- Tato legislativa se ohledně autobusů vztahuje **pouze na jejich vybrané kategorie (M2, M3/A, M3/I) a trolejbusy** (dle navrhovaného § 2 odst. 3.)
- Mezi **nízkoemisní vozidla** teoreticky mohou spadat i dieselová vozidla (např. PHEV) za podmíněk:
 - Nízkoemisní vozidla jsou definovaná v § 3 návrhu následovně:
 - Písm. a): Vozidla kategorie M2:
 - Do 31. prosince 2025 – takové vozidlo, které nepřesahuje limity spotřeby CO₂ ve výši 50 g/km a 80 % emisních limitů ohledně látek znečišťujících ovzduší v reálném provozu podle přímo použitelných předpisů EU
 - -> to splňují např. bateriová elektrická vozidla, vozidla s palivovým článkem a dále plug-in hybridy, tzn. v této fázi mohou teoreticky využívat diesel hybrid, pokud dojde ke splnění emisních limitů (viz důvodová zpráva („DZ“), s. 25-26).
 - Písm. b): Vozidla kategorie M2:
 - Od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2030 – nulové emise CO₂ -> výhradně bateriová elektrická vozidla a vozidla s palivovým článkem (viz DZ, s. 25-26).
 - Písm. c): Vozidla M3/I a M3/A – využívání alternativního paliva ve smyslu zákona o pohonných hmotách (§ 2 písm. b), s výjimkou paliva s vysokým rizikem nepřímé změny ve využívání půdy vyráběného ze surovin, u nichž je zjištěno značné rozšíření oblasti produkce na půdu s velkou zásobou uhlíku v souladu s integrovaným vnitrostátním plánem v oblasti energetiky a klimatu podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího správu energetické unie schváleným podle zákona o podporovaných zdrojích energie; jde-li o vozidlo využívající tekuté biopalivo nebo syntetické či parafinické palivo, nesmí být smícháno s konvenčním fosilním palivem,

- **Požadované podíly vozidel** dle § 4 návrhu jsou:
 - Kategorie M3/l, M3/A a trolejbusy:
 - Za období 2.8.2021 – 31. 12. 2025: min. 41 % nízkoemisní, z toho min. polovina (20,5 %) bezemisní*
 - Za období 1. 1. 2026 – 31. 12. 2030: min. 60 % nízkoemisní, z toho min. polovina (30 %) bezemisní*
 - *Bezemisní není přesná definice, neboť § 4 odst. 4 stanovuje, že polovina těchto vozidel musí být:
 - Bez spalovacího motoru, tedy bezemisní
 - Anebo se spalovacím motorem, který vypouští méně než 1 g CO₂/kWh
 - Kategorie M2:
 - Min. 29,7 % od nabytí účinnosti zákona až do 31. prosince 2030

P2 – Odpovědi účastníků Průzkumu trhu

SOLARIS CZECH, spol. s.r.o.



IDSK_PruzkumTrhu_f
ormular_SOLARIS.pdf

SOR Libchavy spol. s r.o.



IDSK_PruzkumTrhu_f
ormular_SOR.pdf

ŠKODA ELECTRIC a.s.



IDSK_PruzkumTrhu_f
ormular_SKODA.pdf

Cegelec a.s.



IDSK_PruzkumTrhu_f
ormular_Cegelec.pdf

ORLEN UniCRE a.s.



IDSK_PruzkumTrhu_f
ormular_ORLEN Unip

Linde Gas a.s.



IDSK_PruzkumTrhu_f
ormular_LINDE.pdf

Omezení dokumentu

Tento dokument (dále jen „Studie“) je důvěrný a může obsahovat prvky obchodního tajemství Deloitte nebo Klienta tj. společnosti Integrovaná doprava Středočeského kraje, příspěvková organizace, se sídlem Sokolovská 100/94, 186 00, Praha 8, IČO: 05792291 (dále jen „Klient“). Studie byla připravena v souladu se Smlouvou o zpracování Ekonomického posouzení výhodnosti zavádění alternativních paliv ve veřejné dopravě objednávané Středočeským krajem č. 61/05792291/2021 podepsanou dne 14. 4. 2021 (dále jen „Smlouva“) a pro interní použití Klienta.

Studie současně může splňovat znaky autorského díla dle platných právních předpisů. Práva k užívání takového díla upravuje Smlouva a užití této Studie je omezeno pouze na oprávněné osoby v souladu se Smlouvou. Studie je určena pouze pro účely specifikované ve Smlouvě nebo v tomto dokumentu a je určena pro výhradní použití Klientem. Pouhé přijetí Studie jakýmkoli jinými osobami nebude důvodem pro vznik jakékoliv povinnosti, právního vztahu nebo současné či budoucí odpovědnosti mezi takovými osobami a společností Deloitte. Jsou-li tedy poskytnuty kopie Studie (nebo informací z ní odvozených) jiným osobám, stane se tak výhradně na základě toho, že Deloitte nebude mít jakoukoliv povinnost či odpovědnost vůči těmto osobám, či dalším osobám, které získají ke Studii přístup.

Při zpracování této Studie vycházel Deloitte výhradně z informací poskytnutých Klientem, účastníky průzkumu trhu, případně ze všeobecně uznávaných veřejných zdrojů, přičemž poskytnuté informace nepodléhají nezávislému ověřování přesnosti a úplnosti ze strany Deloitte. Deloitte nepřebírá jakoukoliv odpovědnost za přesnost a úplnost těchto informací. Obsah Studie vychází z informací, které měl Deloitte k dispozici v době její přípravy. Klient je povinen informovat Deloitte pokud zjistí, že informace, které poskytl Deloitte, nebo informace uvedené ve Studii nejsou aktuální, správné či úplné.

Deloitte dále vycházel při zpracování této Studie z toho, že materiály a informace zpřístupněné Klientem společností Deloitte nejsou dokumenty či informace zatížené právy třetích osob a v případě, že se o takové materiály či informace jedná, je Klient oprávněn poskytnout tyto informace Deloitte.

Studie ani její části nejsou znaleckým posudkem, jenž by mohl být jako takový použit před soudem.

Deloitte prohlašuje, že jakékoliv činnosti vedoucí k vytvoření Studie byly provedeny se znalostí a péčí, která je očekávána od konzultantů, kteří mají požadované znalosti a relevantní zkušenosti v oblasti obchodní praxe, průmyslové aplikace a projektování systémů, a že jakékoliv činnosti vedoucí k vytvoření Studie byly poskytnuty zcela objektivním, nestranným a profesionálním způsobem, neovlivněným jakýmkoliv konkrétním obchodním zájmem Deloitte či kohokoliv z jeho personálu, bez jakékoli vazby na obdržení jakýchkoliv odměn ve spojitosti s poskytováním Služeb od jiné strany (třetí osoby) než je Klient.

Pokud tak nebylo stanoveno ve Smlouvě Deloitte tímto odmítá jakékoliv další záruky, a to ať již výslovně stanovené či mlčky předpokládané, a to zejména záruku vhodnosti výsledků uvedených ve Studii pro specifický účel. Deloitte se zprostí odpovědnosti za vady, prokáže-li, že Služby poskytla s řádnou odbornou péčí.

Podmínky pro uplatnění případné náhrady škody plynoucí z poskytnutých Služeb a její výši stanoví Smlouva. Deloitte prohlašuje, že vznik škody, která přesahuje částku všech plateb řádně uhrazených ze strany Klienta společností Deloitte na základě Smlouvy, považuje za vysoce nepravděpodobný.

Deloitte nenesé odpovědnost za implementaci doporučení a jiných výstupů předávaných ze strany Deloitte Klientovi, ani za výsledek takového provedení. Klient bere na vědomí, že součástí Služeb není poskytnutí jakékoliv rady, návodu nebo závazného doporučení ohledně obchodního postupu Klienta nebo jiných osob, které získají ke Studii přístup. Pokud Klient vezme v úvahu při svém rozhodování Studii, je si vědom toho, že Studie byla vytvořena pouze z informací, které byly Deloitte v době přípravy Studie známy, a že tedy nemusí zahrnovat všechny skutečnosti, aspekty či okolnosti, nutné pro učinění takového rozhodnutí. V důsledku toho některé potenciálně důležité skutečnosti pro učinění takového rozhodnutí nemusí být specificky zohledněny nebo analyzovány. Deloitte proto nepřebírá žádnou odpovědnost za úplnost nebo vhodnost informací obsažených ve Studii, nebo jiných výstupech Služeb, pro veškeré účely sledované Klientem. Klient nese výlučnou odpovědnost za vlastní vyhodnocení situace a vhodnost informací a názorů poskytnutých Deloitte pro jím sledovaný účel.

Deloitte zároveň nečiní žádná vyjádření a nepřebírá odpovědnost za vliv pozdějších událostí, které nastaly v době po vydání Studie a které mohou mít vliv na Klienta a interpretaci Studie.

Další specifická omezení, jež se týkají určitých aspektů Studie, jsou uvedena v příslušných částech tohoto dokumentu.

Převzetím Studie Klient prohlašuje, že je srozuměn a souhlasí s podmínkami zde uvedenými, včetně jakýchkoli omezujících podmínek.

Specifická omezení:

Data pro ekonomický model v rámci vypracování obchodního případu byla poskytnuta Klientem, účastníky průzkumu trhu či pochází z veřejně dostupných zdrojů. V rámci Studie nebyla zadána ani zpracována detailní ekonomická kalkulace veškerých nákladových položek a cen veškerých vstupů ani predikce jejich budoucího vývoje, která by potvrdila uváděné hodnoty, proto se tyto hodnoty považují pouze za orientační. Naplnění těchto hodnot závisí na mnoha aspektech a může být ovlivněno množstvím faktorů, které mají nebo mohou mít na ceny vstupů zásadní vliv. Z těchto důvodů Deloitte nenesé odpovědnost a nedává žádné záruky za naplnění hodnot uvedených v této zprávě.



Deloitte označuje jednu či více společností Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), globální síť jejích členských firem a jejich přidružených subjektů (souhrnně „organizace Deloitte“). Společnost DTTL (rovněž označovaná jako „Deloitte Global“) a každá z jejích členských firem a jejich přidružených subjektů je samostatným a nezávislým právním subjektem, který není oprávněn zavazovat nebo přijímat závazky za jinou z těchto členských firem a jejich přidružených subjektů ve vztahu k třetím stranám. Společnost DTTL, a každá členská firma a přidružený subjekt nesou odpovědnost pouze za vlastní jednání či pochybení, nikoli za jednání či pochybení jiných členských firem či přidružených subjektů. Společnost DTTL služby klientům neposkytuje. Více informací je najdete na adrese www.deloitte.com/about.

Společnost Deloitte je předním globálním poskytovatelem služeb v oblasti auditu a assurance, podnikového poradenství, finančního poradenství, poradenství v oblasti rizik a daní a souvisejících služeb. Naše globální síť členských firem a přidružených subjektů ve více než 150 zemích a teritoriích (souhrnně „organizace Deloitte“) poskytuje služby čtyřem z pěti společností figurujících v žebříčku Fortune Global 500[®]. Chcete-li se dozvědět více o způsobu, jakým zhruba 312 000 odborníků dělá to, co má pro klienty smysl, navštivte www.deloitte.com.

Toto sdělení obsahuje pouze obecné informace a společnost Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“) ani žádná z členských firem její globální sítě či jejich přidružených subjektů (souhrnně „organizace Deloitte“) jejím prostřednictvím neposkytuje odborné rady ani služby. Přijetí jakéhokoliv rozhodnutí či jednání, které může mít dopad na Vaše finance či podnik, byste měli konzultovat s kvalifikovaným odborným poradcem.

Nejsou poskytována žádná prohlášení, záruky ani závazky (výslovné ani předpokládané), co se týče přesnosti nebo úplnosti informací v tomto sdělení a společnost DTTL, její členské firmy, přidružené subjekty, zaměstnanci nebo zástupci nenesou odpovědnost za jakékoliv ztráty nebo škody vzniklé přímo nebo nepřímo v důsledku spolehnutí se na toto sdělení jakoukoli osobou. Společnost DTTL, její členské firmy a jejich spřízněné subjekty jsou samostatnými a nezávislými právními subjekty.

© 2021 Pro více informací kontaktujte Deloitte Česká republika.