Studie – Využití vodíkového pohonu v dopravě v České republice

Závěrečná zpráva

Obsah

1 Obecné informace o zakázce 10

2 Úvod 11

3 Manažerské shrnutí 13

3.1 SWOT analýza 15

3.2 Doporučení 15

4 Analýza současné situace vodíkové mobility 18

4.1 Manažerské shrnutí analýzy 18

4.2 Vodíkové technologie pro čistou mobilitu 19

4.3 Současný stav ve světě 27

4.4 Česká republika 38

4.5 Příklady best practice 43

4.6 SWOT analýza 49

5 Průzkum v rámci analýzy současné situace vodíkové mobility 56

5.1 Manažerské shrnutí průzkumu 57

5.2 Výstupy z dotazníkového šetření 59

5.3 Výstupy z hloubkových rozhovorů 70

6 Modelování 85

6.1 Manažerské shrnutí modelování 86

6.2 Předpoklady modelu 87

6.3 Popis čtyř možných scénářů 89

6.4 Popis výstupů 91

6.5 Grafy a tabulky 92

6.6 Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových autobusů ve veřejné dopravě místo konvenčních autobusů 97

6.7 Predikce lokalizace plnicích stanic v čase 97

7 Relevantní formy podpory 106

7.1 Manažerské shrnutí forem podpory 107

7.2 Odstranění právních bariér 107

7.3 Formální podpora – nefinanční 108

7.4 Podpora V&V&I pro vodíkové technologie 110

7.5 Podpora budování infrastruktury pro vozidla s vodíkovou technologií 112
7.6 Podpora pro pořízení vozidel s vodíkovou technologií 113
7.7 Finanční a daňové pobídky 115
7.8 Přehled forem podpory 119
7.9 Formy podpory s nejvýznamnějším přínosem pro realizaci vodíkové mobility 123
7.10 Napárování forem podpory na scénáře 124
8 Závěrečná doporučení 129
8.1 Strategická doporučení 129
Zdroje 136
Příloha 1 – Vzor dotazníku ..... Chyba! Záložka není definována.
Příloha 2 – Hloubkové rozhovory ..... Chyba! Záložka není definována.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozšířené schéma vodíkové ekonomiky [3] 20
Obrázek 2: Předpokládaná cena vodíku v letech 2030 – 2050 a doprovodné emise CO_2 pro různé metody výroby [9] 21
Obrázek 3: Zdroje vodíku v ČR v kontextu dálniční sítě [10] 22
Obrázek 4: Toyota Mirai [14] 23
Obrázek 5: FCEV (různá míra připravenosti vstupu na trh) [24] 25
Obrázek 6: Současný stav a výhled rozšíření autobusů poháněných vodíkem [28] 25
Obrázek 7: Odhad vývoje pořizovacích nákladů standardního FCEB v tis. EUR [29] 26
Obrázek 8: Celkové náklady vlastnictví v EUR vztažené na 1 ujetý km (model pro FCH JU) [29] 27
Obrázek 9: Plánované demonstrační projekty vodíkových autobusů [34] 30
Obrázek 10: Síť plnicích stanic v Německu v roce 2016, 2018 a 2023 [37] 31
Obrázek 11: Plnicí stanice vodíku v Neratovicích 39
Obrázek 12: Zahrnutí vodíkové mobility do vnitrostátního rámce politiky (stav k datu 17. 11. 2016) [62] 40
Obrázek 13: Lokalizace projektu H2ME [67] 46
Obrázek 14: Vyhodnocení otázky č.1 59
Obrázek 15: Vyhodnocení otázky č.2 60
Obrázek 16: Vyhodnocení otázky č.3 60
Obrázek 17: Vyhodnocení otázky č.4 61
Obrázek 18: Vyhodnocení otázky č.5 61
Obrázek 19: Vyhodnocení otázky č.6 62
Obrázek 20: Vyhodnocení otázky č.7 62
Obrázek 21: Vyhodnocení otázky č.8 63
Obrázek 22: Vyhodnocení otázky č.9 63
Obrázek 23: Vyhodnocení otázky č. 10 - nejzásadnější důvody PRO pořízení 65
Obrázek 24: Vyhodnocení otázky č. 10 - nejzásadnější důvody PROTI pořízení 65
Obrázek 25: Vyhodnocení otázky č.11 66
Obrázek 26: Vyhodnocení otázky č.12 66
Obrázek 27: Vyhodnocení otázky č.13 67
Obrázek 28: Vyhodnocení otázky č.14 67

Obrázek 29: Vyhodnocení otázky č.15 68
Obrázek 30: Vyhodnocení otázky č.16 68
Obrázek 31: Vyhodnocení otázky č.17 69
Obrázek 32: Vývoj počtu vodíkových automobilů 92
Obrázek 33: Vývoj počtu vodíkových autobusů 92
Obrázek 34: Vývoj počtu vodíkových plnicích stanic 93
Obrázek 35: Kumulovaní náklady na podporu – osobní automobilová doprava 93
Obrázek 36: Kumulované náklady na podporu – veřejná doprava 94
Obrázek 37: Kumulované náklady na podporu – vodíkové plnicí stanice 94
Obrázek 38: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů 95
Obrázek 39: Ušetřené emise NOx používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů 95
Obrázek 40: Ušetřené emise pevných částic používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů 96
Obrázek 41: Ušetřené emise SO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů. 96
Obrázek 42: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových autobusů ve veřejné dopravě místo konvenčních autobusů 97
Obrázek 43: Predikce počtu plnicích stanic včetně kumulovaných nákladů v roce 2025 99
Obrázek 44: Predikce počtu plnicích stanic včetně kumulovaných nákladů v roce 2030 .. 100
Obrázek 45: Predikce počtu plnicích stanic včetně kumulovaných nákladů v roce 2050 .. 101
Obrázek 46: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 1 102
Obrázek 47: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 2 103
Obrázek 48: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 3 104
Obrázek 49: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 4 104

Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet plnicích stanic vodíku v jednotlivých státech (2016) [16] 24
Tabulka 2: Sériově vyráběné automobily na vodík [19, 21] 25
Tabulka 3: Scénář implementace HRS v evropských státech [24] 29
Tabulka 4: Normy ISO (celkem 18 norem v gesci ISO/TC 197 Hydrogen Technologies) [64] 41
Tabulka 5: Národní normy 42
Tabulka 6: Seznam zúčastněných měst 44
Tabulka 7: Projekty Hydrogen Mobility Europe 46
Tabulka 8: Matice SWOT 50
Tabulka 9: Silné stránky 52
Tabulka 10: Slabé stránky 53
Tabulka 11: Příležitosti 53
Tabulka 12: Hrozby 54
Tabulka 13: Vyhodnocení otázky č.1 59
Tabulka 14: Vyhodnocení otázky č.2 60
Tabulka 15: Vyhodnocení otázky č.3 60
Tabulka 16: Vyhodnocení otázky č.4 61
Tabulka 17: Vyhodnocení otázky č.5 61
Tabulka 18: Vyhodnocení otázky č.6 62
Tabulka 19: Vyhodnocení otázky č.7 62
Tabulka 20: Vyhodnocení otázky č.8 63
Tabulka 21: Vyhodnocení otázky č.9 64
Tabulka 22: Vyhodnocení otázky č.10 64
Tabulka 23: Vyhodnocení otázky č.11 66
Tabulka 24: Vyhodnocení otázky č.12 66
Tabulka 25: Vyhodnocení otázky č.13 67
Tabulka 26: Vyhodnocení otázky č.14 67
Tabulka 27: Vyhodnocení otázky č.15 68
Tabulka 28: Vyhodnocení otázky č.16 68
Tabulka 29: Vyhodnocení otázky č.17 69
Tabulka 30: Záznam rozhovoru: Zbyněk Brada 70

Tabulka 31: Záznam rozhovoru: Tomáš Herink 72
Tabulka 32: Záznam rozhovoru: Jiří Pohl 73
Tabulka 33: Záznam rozhovoru: Zdeněk Vomočil 75
Tabulka 34: Záznam rozhovoru: Daniel Minařík 76
Tabulka 35: Záznam rozhovoru: Lukáš Folbrecht 77
Tabulka 36: Záznam rozhovoru: Martin Peleška 77
Tabulka 37: Záznam rozhovoru: Jan Vodstrčil 78
Tabulka 38: Záznam rozhovoru: Martin Chovanec 80
Tabulka 39: Záznam rozhovoru: Tomáš Jílek 81
Tabulka 40: Záznam rozhovoru: Věra Palkovská 81
Tabulka 41: Záznam rozhovoru: Aleš Barabas 83
Tabulka 42: Záznam rozhovoru: Karel Mourek 83
Tabulka 43: Vývoj počtu vodíkových vozidel a kumulovaných nákladů na podporu podle různých scénářů 87
Tabulka 44: Vývoj počtu vodíkových automobilů 92
Tabulka 45: Vývoj počtu vodíkových autobusů 92
Tabulka 46: Vývoj počtu vodíkových plnicích stanic 93
Tabulka 47: Kumulované náklady na podporu – osobní automobilová doprava 93
Tabulka 48: Kumulované náklady na podporu – veřejná doprava 94
Tabulka 49: Kumulované náklady na podporu – vodíkové plnicí stanice 94
Tabulka 50: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů 95
Tabulka 51: Ušetřené emise NOx používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů 95
Tabulka 52: Ušetřené emise pevných částic používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů 96
Tabulka 53: Ušetřené emise SO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů 96
Tabulka 54: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových autobusů ve veřejné dopravě místo konvenčních autobusů 97
Tabulka 55: Přehled forem podpory 119
Tabulka 56: Zapojení forem podpory 126

Seznam zkratek

AAHE	Australian Association for Hydrogen Energy
BEV	Battery Electric Vehicle
BMBF	Federal Ministry of Education and Research
BMUB	Federal Ministry for the Environment, Nature Conversation, Building and Reactor Safety
BMVI	Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure
BMWi	Federal Ministry for Economic Affairs and Energy
CEF	Connecting Europe Facility
CNG	Compressed natural gas
CHIC	Clean Hydrogen in European Cities
CO_2	Oxid uhličitý
CVRP	Clean Vehicle Rebate Project
ČAPPO	Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu
ČR	Česká republika
DPO	Dopravní podnik Ostrava
EK	Evropská Komise
ES	Evropské společenství
EU	Evropská Unie
EUR	Euro
FC	Fuel Cell
FCEB	Fuel cell electric bus
FCEV	Fuel cell electric vehicle
FCH JU	The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking
FP7	The Seventh Framework Programme
HOV lane	High-occupancy vehicle lane
HRS	Hydrogen Refuelling Station
HYTEP	Hydrogen Technology Platform
ICE	Internal combustion engine
IPHE	International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in The Economy
LCA	Life Cycle Assessment
LVT	Laboratoř vodíkových technológií
MDBF	Střední vzdálenost mezi poruchami
MD ČR	Ministerstvo dopravy České republiky
MHD	Městská hromadná doprava
MPa	Megapascal

MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MW	Megawatt
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
(N)	Normální podmínky (T = 273,15 K (t = 0 °C), p = 101,325 kPa)
NAP CM	Národní akční plán čisté mobility
N.ERGHY	The New European Grouping on Fuel Cells and Hydrogen
NIP	National innovation programme
NOW GmbH	National Organization for Hydrogen and Fuel Cell Technology
NO_x	Oxidy dusíku NO a NO_2
NREL	National Renewable Energy Laboratory
OP PIK	Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost
OPD	Operační program Doprava
PAP	Polish Press Agency
PHEV	plug-in hybrid electric vehicle
PPP	Partnerství soukromého a veřejného sektoru
PR	Public relations
PSA	Pressure swing adsorption
R&D	Research and development
SHHP	Scandinavian Hydrogen Highway Partnership
SO_2	Oxid siřičitý
SOR	SOR Libchavy spol. s.r.o.
SORT	Standardised On-Road Test cycles
SUV	Sport utility vehicle
TCO	Total cost of ownership
TEN-T	Transevropské dopravní sítě
THC	Total Hydrocarbon
UCB	UniCredit Bank
US DOE	The United States Department of Energy
USA	United States of America
USD	Americký dolar
V4	Visegrádská čtyřka
VŠB TUO	Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava
V&V&I	Výzkum, vývoj a inovace
ZEV	Zero Emission Vehicle

1 Obecné informace o zakázce

Předmětem díla je zpracování *Studie „Využití vodíkového pohonu v dopravě v České republice“* spočívající ve zhodnocení potenciálu jeho využití v kontextu celosvětového a celoevropského technologického pokroku a trendů v této oblasti, a především při simulaci adopce vodíkové mobility v České republice. Součástí provedení díla je rovněž organizační zajištění pracovní skupiny zástupců soukromého a veřejného sektoru, kteří mají relevanci pro vodíkovou mobilitu, za účelem konzultace a kontroly postupu vypracování studie.

Tato studie slouží jako podklad pro aktualizaci Národního akčního plánu čisté mobility, který si vytyčil v oblasti vodíkové mobility cíl vybudovat do roku 2025 3-5 vodíkových stanic z důvodu naplnění požadavků směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva. Tato směrnice navazuje na cíle EU při snižování emisí CO_2 v dopravě.

Studie je zpracována společností Grant Thornton Advisory za součinnosti Ministerstva dopravy České republiky. Doba realizace projektu je od 5. 12. 2016 do 5. 6. 2017.

2 Úvod

Studie „Využití vodíkového pohonu v dopravě v České republice" je rozdělena do několika samostatných, avšak na sebe navazujících částí. První část hodnotí současnou situaci vodíkové mobility, a to jak z pohledu celosvětového, tak celoevropského. Součástí jsou také zajímavé projekty, na jejichž příkladu je předvedeno, jakým způsobem může být řešeno zavádění vodíkové mobility do praxe. V závěru této časti je detailně popsána SWOT analýza, která vyzdvihuje hlavní ovlivňující faktory potenciálního rozvoje vodíkové mobility v kontextu podmínek a specifik České republiky. Tato SWOT analýza se zaměřuje na příležitosti a potenciální hrozby, a snaží se nalézt cestu k jejich mitigaci pro potenciální úspěšný rozvoj tohoto sektoru dopravy ČR.

Druhá část studie vyhodnocuje sběr primárních dat pro zjištění poptávky a nabídky, a to jak kvantitativního charakteru, tak kvalitativního. Kvantitativní část průzkumu byla realizována skrze dotazníkové šetření na vzorku potenciálních zákazníků / kupců osobních automobilů (veřejnost). Kvalitativní část průzkumu byla realizována pomocí hloubkových rozhovorů se zástupci celého dopravního sektoru a skrze debaty s expertní skupinou. Cílem tohoto průzkumu je identifikace klíčových subjektů na straně nabídky, které mohou nabízet dopravní prostředky na vodík, a subjektů, které vyrábějí vodík a mají zájem rozvíjet vodíkovou plnicí infrastrukturu. Na straně poptávky se jedná o potenciální zákazníky z řad měst, dopravních podniků a dalších, které mohou poptávat využití alternativních / čistých paliv ve svých vozových parcích. Samostatným tématem je pak posouzení atraktivity vodíkové mobility pro potenciální investory.

Ve třetí části studie je popsán model simulace možných budoucích scénářů rozvoje trhu v ČR na straně poptávky a nabídky. V kapitole jsou nejprve popsány základní předpoklady modelu a v návaznosti na to jsou popsány prognózy pravděpodobného vývoje počtu vodíkových vozů na úrovni České republiky dle aplikace forem podpory. Prognózy se dále zaměřují na vývoj infrastruktury plnicích stanic, rozdílové náklady potřebné k dosažení požadovaného počtu vozů a ušetřené emise používáním vodíkových vozů namísto konvenčních. Podle míry podpory státu jsou prognózovány 4 scénáře. V závěru kapitoly jsou pomocí geografického informačního systému přehledně zpracována doporučení prioritních lokalit nově budovaných plnicích stanic.

Předposlední částí studie je analýza relevantních forem podpory. Ta se snaží vymezit rozsah potenciálních forem veřejné pomoci, popsat je a provést pilotní odhad vhodnosti a účinnosti podpory pro rozvoj vodíkové technologie v dopravním sektoru ČR. Tento pilotní odhad je hodnocen jak z pohledu času, tak z pohledu přínosu. Dále jsou vyzdviženy formy podpory s největší přidanou hodnotou pro rozvoj vodíkové mobility v kontextu informací doposud získaných z hloubkových rozhovorů, informací z expertní skupiny a zahraničních i českých zkušeností. V návaznosti na definici scénářů možného vývoje jsou k těmto scénářům napárovány formy podpory, které mohou realizaci daného scénáře napomoci.

Na základě zjištění získaných v průběhu přípravy této studie jsou naformulována strategická doporučení pro naplnění zvoleného scénáře. Závěrečná kapitola shrnuje tato doporučení, která by v rámci vládní strategie podpory využívání vodíkové technologie neměla být opomenuta a měl by na ně být zaměřen zájem v případě, že se ČR rozhodne jít touto cestou.

3 Manažerské shrnutí

Vodíková mobilita a její využití v dopravě může znít jako futuristická vize dopravy budoucnosti. Zahraničními zkušenostmi podložené závěry této studie však ukazují, že by se v nedaleké budoucnosti mohla stát realitou.

V současné době stále narůstají požadavky na ekologičnost dopravy. Vodík je, stejně jako elektrická energie, vhodnou alternativou pro čistou mobilitu. Během provozu těchto vozidel totiž nejsou produkovány žádné emise. Vodík, následující zkušenosti s elektromobily, je tak dalším logickým krokem k naplnění cílů EU týkajících se emisí CO_2, které si vytyčila do roku 2030. V této souvislosti je nutné připomenout, že vodíkové auto je ve své podstatě elektromobil. Jediným rozdílem je, že využívá vodík jako zdroj pro výrobu elektrické energie. V klasickém elektromobilu jsou bateriové články, ve vodíkovém pak nádrže na vodík. Vodíková auta proto nelze chápat jako konkurenci elektromobilů, ale jako další z čistých variant v dopravě a jako prostředek státu v boji za lepší životní prostředí.

Bylo by bláhové předpokládat, že se vodíková mobilita rozšíří sama od sebe, na to je příliš investičně náročná. Vybudování infrastruktury pro doplňování paliva představuje vysoké finanční nároky. Dále je třeba přesvědčit o výhodnosti využití vodíkových autobusů i provozovatele veřejné hromadné dopravy a v neposlední řadě motivovat zájemce z řad občanů k nákupu vodíkových aut. Pokud se stát rozhodne, že je vodíková mobilita směrem, kterým se má smysl vydat, bude v prvním kroku nezbytné nastavit udržitelnou koncepci rozvoje vodíkové mobility a tuto koncepci podpořit jasně nastavenými formami podpory. Koncepce je proto nutným, nikoliv však postačujícím, předpokladem rozvoje.

Vodík se, podobně jako kdysi elektromobilita, potýká se základními otázkami: „Co má být dříve? Infrastruktura nebo vozidla?“ Nikdo přece nebude jezdit autem, do kterého nemá kde doplnit palivo. Na druhou stranu není rentabilní stavět plnicí stanice, když žádná auta na vodík nejezdí. Z této situace jasně plyne, že jedno bez druhého nemůže existovat. A pokud někdo nezačne aktivně podporovat výstavbu infrastruktury a zároveň podporovat nákup zatím velmi drahých vodíkových aut, tak se vodíková mobilita nikdy nerozvine.

Dobrou zprávou je zapojení soukromých společností do vodíkové mobility. Společnost Unipetrol sama od sebe připravuje výstavbu dvou vodíkových plnicích stanic, které by měly být v provozu do konce roku 2018. Některé automobilky už nyní nabízejí vodíková auta ve státech sousedících s ČR. Pokud uvidí příležitost, zcela jistě je nabídnou i občanům ČR. Např. společnost Toyota plánuje předváděcí jízdy vodíkového auta na několika regionálních akcích s cílem propagovat tento typ dopravy jako efektivní a ekologicky zajímavou alternativu ke konvenčním palivům.

V kontextu výše popsané situace tato studie doporučuje:

- podporovat výstavbu infrastruktury, tedy plnicích stanic, a to jak v sektoru hromadné dopravy, tak i pro komerční využití pro veřejnost
- podporu nákupu osobních aut i autobusů pro veřejnou hromadnou dopravu.

Praxe ze zahraniční dokládá, že správnou cestou je pilotní zavádění vodíkových autobusů ve veřejné hromadné dopravě ve vybraných aglomeracích a regionech. Zároveň jde o variantu s nejvyšší přidanou hodnotou z pohledu poměru nákladů na technologii, využitelnosti a dopadů na životní prostředí (ušetřené emise CO_2).

Na základě vstupů získaných v průběhu zpracovávání této studie byly rozpracovány čtyři scénáře rozvoje vodíkové mobility. Nulová (business as usual) varianta je postavena na předpokladu, že vodíková mobilita bude ponechána „svému osudu" a její rozvoj nebude systémově podporován. Protipólem je pak ambiciózní scénář, který je postaven na předpokladu, že alternativní mobilita bude založena především na vodíku. Pomocí zapojení vodíku pak budou splněny všechny emisní cíle dané EU do roku 2030. Rozvoj vodíkové mobility je modelován bez kalkulace přínosů spojených s výrobou vodíku v českých podmínkách, kdy je možné ČR považovat za silného hráče na evropském poli.

Mezi těmito pomyslnými extrémy pak leží další dva scénáře. Jedním z nich je i základní scénář, u kterého byla nalezena shoda napříč skupinou pro vodíkovou mobilitu. Je založen na předpokladu, že vodíková mobilita bude podporována v rozumné míře, tj. že dojde k postupnému rozvoji infrastruktury a podpoře trhu vodíkových aut a autobusů. Zde se můžeme opřít o zkušenosti s obdobným vývojem u CNG a aktuálním vývojem elektromobility.

Adekvátní míra podpory, na které je základní scénář založen, počítá s výstavbou 117 plnicích stanic při provozu 115 tis. vodíkových aut (z celkového počtu cca 5,1 mil. aut) a tisícovkou vodíkových autobusů (z celkového počtu cca 20 tis. autobusů). To vše při kumulativních nákladech 42,3 mld. Kč (3,9 mld. na výstavbu plnicích stanic; 35,4 mld. jako injekce na podporu trhu s vodíkovými automobily a 3,0 mld. na autobusy) v následujících 13 letech. Jako dodatečné efekty podpory vodíkové mobility je možné chápat i pozitivními dopady do ekonomiky ČR v dalších letech (podpora výzkumu a vývoje, potřeba nových odborníků, zvýšení zaměstnanosti, konkurenceschopnost průmyslu apod.).

Z výše uvedeného vyplývá, že by v rámci aktualizace NAP CM mělo dojít k výraznému rozšíření části tohoto dokumentu, která se týká vodíku a zohlednění hlavních doporučení vyplývajících z této studie. Současně je třeba revidovat národní cíl počtu vodíkových plnicích stanic do roku 2025. Současný cíl se při modelových výpočtech ukázal jako nedostatečný a nepodporující rozvoj vodíkové mobility v ČR. V roce 2025 by tedy na základě této studie mělo být v provozu alespoň 12 plnicích stanic. Z důvodu nárůstu uvažovaného počtu stanic je třeba zvážit navýšení alokace v plánovaném Operačním programu doprava (nyní 100 mil. Kč na vodíkové plnicí stanice) alespoň na dvojnásobnou hodnotu, aby byl zajištěn adekvátní rozvoj dle plánu.

3.1 SWOT analýza

Silné stránky

- Při provozu prokazatelně nulové emise NOx, SO2, CO, celkové uhlovodíky (THC)
- Doba plnění srovnatelná s konvenčními palivy
- Více typů zdrojů výroby (ropa, zemní plyn, elektřina – elektrolýza, čištění chemických odpadů)

Slabé stránky

- Nová technologie spojena s nedůvěrou
- Vysoká cena sériového automobilu
- Chybějící síť plnicích stanic v ČR

Příležitosti

- Výroba vodíku v ČR jako vedlejšího produktu (při nízkých nákladech)
- Nástroj pro splnění emisních závazků ČR vůči EU
- Vodík jako bezemisní zdroj při zlepšení stavu životního prostředí

Hrozby

- Nejistota zájemců (neznalost možností na trhu)
- Business case výstavby infrastruktury bude dlouhodobě záporný
- Lobby stávajícího trhu (ropa, elektřina, výrobci vozidel na konvenční pohon, provozovatelé čerpacích stanic)

3.2 Doporučení

Na základě pozitivních výsledků, které plynou nejen z adopce vodíkové technologie v zahraničí, ale i ze zkušeností z domácího prostředí, je **primárním cílem této studie formulovat strategická doporučení pro úspěšné naplnění definovaných scénářů vývoje vodíkové mobility v ČR**. Tato doporučení jsou podepřena nejen řadou odborných stanovisek získaných z hloubkových rozhovorů, nýbrž i průzkumem mezi širokou veřejností. To vše za soustavného dohledu a činnosti expertní skupiny.

V kontextu potenciálního využití vodíku v ČR pro všechny uživatele je vhodné, aby byla stanovena jednoznačná vize ve formě **jasně definované koncepce vládní podpory**, což vyplývá i ze zkušeností ze zahraničí. Následující část tedy shrnuje **fundamentální strategická doporučení,** na která by měl být v případě, že se Česká republika rozhodne ubírat směrem k vodíkové mobilitě, kladen hlavní důraz.

Trvalé zavedení vodíkové mobility v České republice stojí na **dvou hlavních pilířích**. **Prvním z nich je existence fungující a bezpečné sítě vodíkových plnicích stanic**. **Druhý pilíř poté představují samotná vozidla poháněna vodíkem.**

Co se infrastruktury týče, výsledky této studie jasně indikují nezbytnost podpory pro výstavbu základní sítě vodíkových plnicích stanic ze strany státu. Expertní názory se shodují, že uhrazení nákladů na její vytvoření nelze v prvotní fázi očekávat ze strany soukromých subjektů, a proto implementace tohoto doporučení stojí na prvním místě, aby pak mohlo dojít k následnému rozvoji**. Je žádoucí, aby stát aktivně podporoval výstavbu jak veřejných plnicích stanic pro běžné občany, tak neveřejnou část vodíkové infrastruktury pro veřejnou hromadnou dopravu či komunální služby.**

V obou případech je klíčové, aby byl kladen důraz také na efektivní lokalizaci této infrastruktury.

U veřejných stanic je doporučeno, že by se měl stát soustředit na pokrytí hlavních komunikačních tahů tak, aby obslužnost plnění vozidel byla co nejpohodlnější jak pro domácí, tak i zahraniční vlastníky vodíkových vozidel využívajících nadnárodní dopravní koridory. Primárním zájmem ČR by tedy měla být soustavná podpora cílená na provázání mezinárodních vodíkových infrastruktur. Důvodem je, že počet plnicích stanic za západními hranicemi ČR (v Německu) neustále roste. Další doporučení k efektivní alokaci infrastruktury navíc udává směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU, kdy plnicí stanice mají být budovány podél linie Transevropské dopravní sítě (TEN-T). **Je nasnadě využití současných lokací čerpacích stanic. Z hloubkových rozhovorů s experty vyplynulo doporučení postupně doplňovat vodík jako standartní variantu na současné čerpací stanice**.

V rámci vodíkové infrastruktury **segmentu městské dopravy** je nespornou výhodou nízký počet plnicích stanic nutný k obsluze vozidel v depech. Nabízí se proto využít některou českou aglomeraci mající o adopci této mobility zájem a po úspěšné realizaci a demonstraci pozitivních výsledků navázat i v dalších českých regionech.

Druhým pilířem pro úspěšnou adopci vodíkové mobility jsou samotná vozidla. Ze zahraničních zkušeností států, které aktivně podporují adopci vodíkové mobility na jejich území, je patrné, že pouze **trvalá a jasně definovaná koncepce podpory nákupu vodíkových vozidel motivuje jak privátní, tak veřejný sektor k jejich koupi.**

V rámci podpory nákupu osobních vozidel mezi českou veřejností je klíčové se primárně soustředit na pilotní projekty realizované v segmentu českého firemního sektoru. Po otestování dotační alokace v rámci firemního sektoru je pak nasnadě zavést podporu i pro běžné uživatele.

Podpora veřejné dopravy z této studie vyplývá jako jedna z nejlepších variant v poměru náklady, využitelnosti a dopadu na životní prostředí. Podle základního scénáře by na podporu vodíkových autobusů mělo být do roku 2030 vynaloženo 3 mld. Kč, což představuje 8 % celkových vynaložených nákladů na vodíkové vozy. Vodíkové autobusy by do té doby měly ušetřit cca 32 % z celkově ušetřených emisí CO_2 (99 tis. tun). Je tedy žádoucí implementovat dotační program s optimální alokací, aby bylo zajištěno pokrytí investičních nákladů pro dostatečně silnou aglomeraci, ve které bude potenciál využití vodíkových autobusů a bude možné ho otestovat v reálném životě.

Pro ulehčení nastartování vodíkové mobility mohou být dále zajímavé **úpravy místních a státních vyhlášek**. Některé z nich jsou navíc již nyní využity pro elektromobily, takže jejich zavedení pro vodíková vozidla by měla být pouze formalita. Tyto dílčí úpravy by generovaly například odpuštění silniční daně, parkování vodíkových aut na vyhrazených místech či v podzemních garážích.

Z veřejných průzkumů vyplynulo, že i přestože mezi občany převažuje pozitivní přístup k vodíkové technologii jako takové, o samotném fungování, mechanismu a nesporných výhodách informace nemají. **Proto silné PR představuje významný faktor, který bude mít v budoucnu klíčový podíl na rozvoji vodíkové mobility v ČR.** Expertní pohled nastínil, že pokud se vodík ve společnosti stane populárním trendem, bude to představovat zásadní ulehčení pro budoucí využití alternativních paliv v dopravě.

V neposlední řadě je zapotřebí zdůraznit **důležitost pokračování činnosti expertní skupiny pro vodíkovou mobilitu.** Názory jejich členů představují stavební kameny

reflektované v této studii. Navíc právě oni jsou těmi experty, kteří ve svém oboru znají jak silné stránky, tak i potenciální slabiny a hrozby adopce vodíkové mobility. Proto pokračování její novátorské činnosti v této oblasti je oslím můstkem vedoucím k **úspěšné implementaci všech souvisejících náležitostí a předávání informací mezi dílčími subjekty.**

Na základě výše zmíněných aktivit je třeba aktualizovat cíl v NAP CM (je zde uvedeno 3-5 plnicích stanic v roce 2025). Modelové výstupy této studie jasně ukazují, že pokud má být naplněn alespoň základní scénář vývoje, **je třeba vybudovat alespoň 12 vodíkových plnicích stanic v ČR. Návazně by bylo žádoucí zvýšit plánovanou alokaci z OPD v rámci příslušného podprogramu zaměřeného na podporu výstavby vodíkových plnicích stanic.**

4 Analýza současné situace vodíkové mobility

Analýza si klade za cíl popsat současný stav vodíkové mobility. Na tento stav je pohlíženo jak z hlediska technické připravenosti k využití vodíkových technologií a palivových článků v dopravním sektoru, tak z hlediska současného rozšíření vodíkových pohonů v celosvětovém měřítku. Dále si analýza klade za cíl identifikovat celosvětové trendy rozvoje vodíkové mobility. V další části jsou vybrány zajímavé projekty, na jejichž příkladu je předvedeno, jakým způsobem může být řešeno zavádění vodíkové mobility do praxe, včetně forem podpory, které byly v rámci zajímavých projektů využity na různých úrovních samosprávy či firem. V kapitole 4.6 je pak na základě shromážděných dat provedena SWOT analýza, jejímž účelem je identifikovat silné a slabé stránky včetně příležitostí a hrozeb. Na základě zjištění v analýze současného stavu jsou v závěrech uvedena doporučení vycházející především ze zahraničních zkušeností, které by mohly být následně aplikovány v České republice, a ze zjištění v rámci SWOT analýzy, se zaměřením na příležitosti vodíkové mobility a hrozby, respektive jejich mitigaci pro potenciální úspěšný rozvoj této oblasti dopravy ČR.

Výsledná studie představuje plnění jednoho z úkolů obsažených v Národním akčním plánu čisté mobility a konkrétně úkolu V2, který ukládá MD ČR ve spolupráci s MŽP a MPO provést posouzení potenciálu využití vodíkového pohonu v dopravě.

4.1 Manažerské shrnutí analýzy

Z celosvětového hlediska je rozvoj vodíkové mobility lokalizován do třech hlavních regionů. Pro potřeby této studie je nejpodstatnějším regionem Evropa, která je co do podmínek logicky nejbližší ČR. Klíčovou motivací všech evropských států i Evropské komise pro zavádění vodíkové mobility je snaha o snižování emisí skleníkových plynů a zlepšení kvality ovzduší. Nejaktivnější je v této oblasti Německo, kde je záměr rozvíjet vodíkovou mobilitu podpořen propracovanou vládní strategií a přítomností silného koordinátora. Německo též vydává nemalé prostředky na podporu vodíkových technologií (pro roky 2017–2026 je kalkulováno s 1,35 mld. EUR). **Z přístupu ostatních států EU je zřejmé, že klíčovým faktorem úspěchu pro rozšíření využití vodíkových technologií je propracovaný systém podpory společně s ucelenou strategií rozvoje.**

Nejvýznamnějším rozvojovým centrem není však Evropa, ale Asie. V technologicky vyspělých státech východní Asie v čele s Japonskem a Jižní Koreou je vůdčí silou rozvoje vodíkových technologií průmyslový sektor. V oblasti vodíkové mobility jsou to pak především automobilky (Toyota, Hyundai). Region je charakteristický existující státní strategií rozvoje. **Funguje zde i státní podpora na nákup vodíkového osobního automobilu ve výši 23 tis. USD.** Hlavní motivací pro rozvoj vodíkových technologií je

zlepšování kvality ovzduší ve městských aglomeracích, snižování emisí skleníkových plynů a získání technologického náskoku v oblasti moderních technologií.

Posledním významným centrem je USA. Hlavním motorem rozvoje jsou v tomto regionu podnikatelské subjekty hledající nové příležitosti svého podnikání. Je připravena strategie a plány na výstavbu několika desítek plnicích stanic. **Investice byly v minulosti kofinancovány ze strany California Energy Commission formou dotací ve výši 70–85 % investičních nákladů.** Celkově bylo na podporu plnicí infrastruktury vydáno do konce roku 2015 80,9 mil. USD.

Současný stav v České republice lze charakterizovat **nedostatečně upravenou legislativou pro rozvoj vodíkové mobility.** Na druhou stranu už v roce 2009 byl představen prototyp hybridního autobusu s vodíkovým palivovým článkem TriHyBus. V rámci projektu podpořeného MD ČR byla postavena neveřejná plnicí stanice vodíku v Neratovicích. V současné době jsou vyvíjeny i další aktivity, které naznačují pozitivní posun směrem k většímu rozvoji v oblasti vodíku. Ze srovnání s ostatními aktivními regiony je zřejmé, že **Česká republika lehce zaostává**. Na druhou stranu může využívat zkušeností a odborného know-how z již realizovaných projektů (ať už vlastních, tak i zahraničních) a **rozvoj vodíkových technologií ve střednědobém horizontu výrazně akcelerovat**.

Zahraničních zkušeností, z kterých může ČR profitovat, již existuje celá řada. Jako příklad je možné použít projekt Bee Zero, který ukázal, jak je možné s minimální investicí do infrastruktury (jedna plnicí stanice) zajistit provoz flotily osobních automobilů. Dalším příkladem může být projekt CHIC, kterým byla prokázána dostatečná zralost vodíkového pohonu pro autobusy. V rámci projektu v Hamburku zase byla formulována strategie řešení hromadné dopravy a budování plnicí infrastruktury vodíku v aglomeraci včetně státní podpory.

Využití a rozvoj vodíkových technologií s sebou nesou kromě silných stránek a příležitostí také určité slabé stránky a ohrožení. **Největší příležitosti** lze spatřovat ve výrobě vodíku jakožto vedlejšího produktu, v možnosti vytvořit silné kladné PR pro ČR a místní samosprávy, je možné využít znalostní získaných ze zavádění elektromobilů a CNG před několika lety, propojení na sousední státy, které vodíkovou infrastrukturu rozvíjejí, a v neposlední řadě i v aktuálním zájmu o vodíkovou technologii na straně nabídky, poptávky i investorů. Na druhou stranu je nutné zmínit i **ohrožení rozvoje** v podobě nejistoty zájemců, nedostačené podpory pro rozvoj vodíkové mobility, lobby stávajícího trhu s konvenčními palivy a nedostatečná infrastruktura.

Doposud získané informace naznačují budoucnost tohoto odvětví a záleží spíše na trhu (resp. hráčích na trhu) a státu, jakým způsobem budou reagovat na budoucí vývoj. Nezbytným základem je státní strategie v této oblasti, která bude jasně definovat oblasti zájmu a zapojení státu.

4.2 Vodíkové technologie pro čistou mobilitu

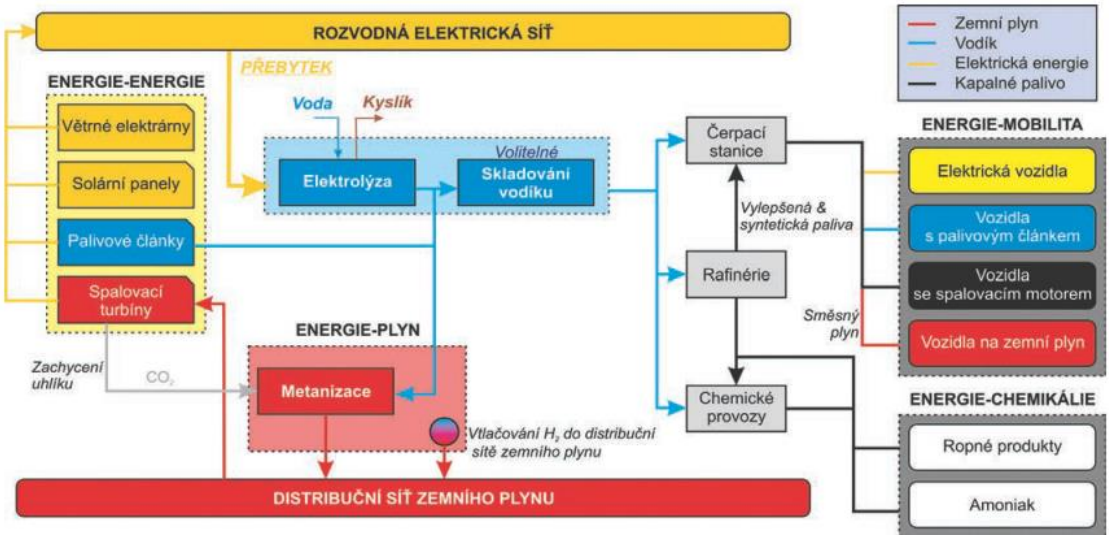
Vodíková mobilita je v dnešní době založená téměř výhradně na využití vodíku v palivovém článku (angl. fuel cell – FC, něm. Brennstoffzelle). Palivový článek je elektrochemické zařízení, ve kterém dochází k reakci přiváděného paliva (vodíku) a vzdušného kyslíku za vzniku elektrické energie. Takto vyrobená elektrická energie je využita v elektromotoru k pohonu vozidla. Z tohoto důvodu tvoří v celosvětovém kontextu vodíková mobilita podskupinu elektromobility. Vozidla s vodíkovým elektrickým pohonem jsou označována jako „fuel cell electric vehicle“ (FCEV) za účelem odlišení od bateriových elektromobilů (BEV – battery electric vehicle). Technicky je možné vodík využívat i ve

spalovacích motorech, vzhledem k nižší účinnosti tohoto přístupu jej však v dnešní době žádná z velkých automobilek nerozvíjí.

Využití palivového článku přináší v porovnání s bateriovou elektromobilitou některé podstatné výhody. Nejdůležitější z nich je vyšší dojezd FCEV vozidel (kolem 600 km) a také možnost rychlého doplnění paliva, které se dobou plnění významně neliší od tankování dnešních kapalných pohonných hmot. Významnou výhodou oproti vozidlům se spalovacím motorem je eliminace veškerých emisí škodlivin díky tomu, že jediným produktem reakce vodíku a kyslíku v palivovém článku je čistá voda. Z výše uvedeného vyplývá, že vodíkové pohony mají šanci se uplatnit v individuální dopravě v případě, že je vyžadován dojezd delší než cca 300 km, nebo v hromadné a nákladní dopravě (autobusy, lehké nákladní automobily), tedy v režimech, které jsou obtížně zajistitelné pomocí bateriových elektromobilů. Preferenčně se FCEV uplatňují také tam, kde jsou zvýšené požadavky na kvalitu ovzduší. Dopravní sektor je totiž významným producentem znečišťujících látek (prach, oxid uhelnatý, oxidy dusíku) a skleníkových plynů [1] a využití bezemisních vodíkových technologií v dopravě tak může významně přispět ke snížení znečištění ovzduší. Např. v porovnání s platnou emisní normou Euro VI [2] a na základě skutečnosti, že emise z pohonu FCEV jsou nulové, je při použití vodíkového pohonu ve vozidle kategorie M při ujetí 100 km uspořeno až 100 gramů oxidu uhelnatého, 10 gramů celkových uhlovodíků (THC) (z toho 6,8 g uhlovodíku neobsahujících methan), 6 gramů NO_x a 0,5 gramu pevných částic ve srovnání se zážehovým motorem, respektive 50 gramů oxidu uhelnatého, 8 gramů NO_x, 17 g sumy THC + NO_x a 0,5 gramu pevných částic ve srovnání se vznětovým motorem.

Vodíková mobilita je součástí širšího celku vodíkového hospodářství, které propojuje sektor energetiky a dopravy, kdy do obou oblastí přináší značné výhody (v oblasti energetiky stabilizace sítě, v oblasti dopravy nulové emise a snížení závislosti na dovozu ropných paliv). Schéma vodíkového hospodářství znázorňuje obrázek 1.

Obrázek 1: Rozšířené schéma vodíkové ekonomiky [3]



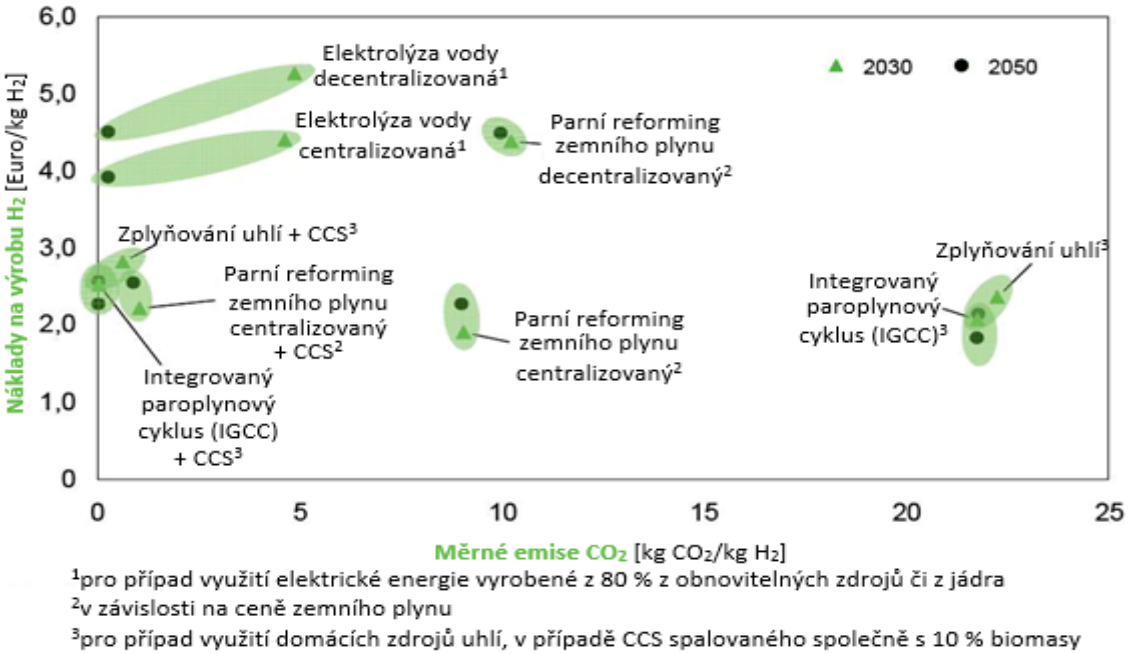
Toto propojení s energetikou přináší další potenciální výhody vodíkové mobility. Oproti dopravě založené na ropných palivech nebo zemním plynu umožňuje podobně jako u bateriové elektromobility omezit závislost na dovozu ropy a ropných produktů. Do ČR bylo v roce 2012 dovezeno asi 7 mil. tun ropy (z toho 64 % z Ruska) a 0,6 mil. tun ropných produktů (bilance dovozu a vývozu) [4]. Dochází také k významným úsporám emisí skleníkových plynů, zde však záleží na původu použitého vodíku. Vozidla s pohonem na

palivové články jsou lokálně bezemisní (tank to wheel) jak z hlediska emisí škodlivých látek, tak emisí oxidu uhličitého. Pozitivní efekt oproti většině ostatních dostupných pohonů přináší vodíková mobilita i z pohledu well to wheel, tedy při započtení emisí vznikajících při výrobě a distribuci paliva. Dle údajů US DOE je well to wheel energetická náročnost vodíkové mobility o 37 % nižší oproti vozidlům se spalovacím benzínovým motorem i pokud je využíván fosilní vodík vyrobený parním reformingem zemního plynu. Zároveň v tomto případě dochází ke snížení emisí oxidu uhličitého o 44 % (z 292 g/km na 162 g/km) [5].

Výroba vodíku

Nakládání s vodíkem (výroba, transport, skladování) je z hlediska průmyslové praxe oborem, který je dobře zvládnutý a má dlouhou historii. Svítiplyn, který obsahuje značné množství vodíku (a kromě toho též jedovatý oxid uhelnatý), byl na území ČR využíván od druhé poloviny 19. století až do roku 1996 [6]. Z hlediska produkce vodíku dosáhla v roce 2010 celosvětová produkce vodíku asi 600 mld. m^3 (N), což odpovídá přibližně 54,5 mil. tunám/rok. V posledních letech lze sledovat trend nárůstu produkce vodíku, meziročně cca o 5 %, přičemž do budoucna se přepokládá nárůst ještě vyšší [7]. Drtivá většina (96 %) vodíku je vyráběna z fosilních paliv, a to především parním reformingem zemního plynu [8]. Hlavními výhodami těchto procesů jsou značná jednoduchost, dlouholetá provozní praxe a s tím související příznivá ekonomika. Na druhou stranu všechny tyto procesy produkují určité množství skleníkových plynů. Zbylá 4 % roční výroby vodíku jsou získávána klasickou, tzv. alkalickou elektrolýzou vody. Tato metoda využívá elektrochemického štěpení vazby v molekule vody pomocí elektrického napětí. Výhodou jsou nulové emise CO_2 při samotném procesu výroby. Celková produkce CO_2 pak závisí na způsobu získání využité elektřiny a za „bezemisní" tak lze považovat vodík vyrobený pomocí elektřiny z jaderné energie či energie z obnovitelných zdrojů.

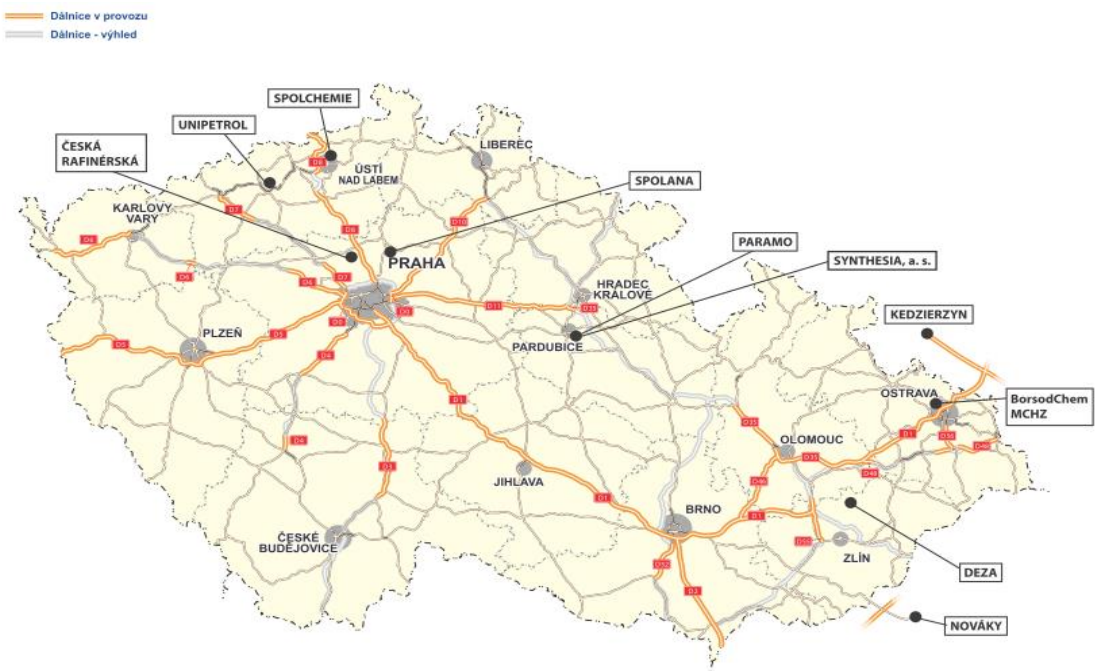
Obrázek 2: Předpokládaná cena vodíku v letech 2030 – 2050 a doprovodné emise CO_2 pro různé metody výroby [9]



Na území ČR se též nachází asi desítka průmyslových podniků, které vodík vyrábějí (ať již jako hlavní či vedlejší produkt) a které disponují vodíkem, který je potenciálně možné

uplatnit na trhu. Například Spolchemie v Ústí nad Labem disponuje volným vodíkem v množství až 2000 m^3 (N)/hod (asi 4 tuny/den, které by FCEV umožnily nájezd přes 400 tis. km/den). Obrázek 3 ukazuje rozmístění těchto producentů v kontextu dálniční sítě ČR. Dalším důležitým výrobcem vodíku je Unipetrol, který plánuje využití volné kapacity výroby vodíku pro zásobování plnicích stanic vodíku (HRS) budovaných v rámci sítě čerpacích stanic Benzina [10]. První veřejná HRS v ČR by měla vzniknout v průběhu roku 2018.

Obrázek 3: Zdroje vodíku v ČR v kontextu dálniční sítě [10]



Dle názoru České vodíkové technologické platformy (HYTEP) je využití volných výrobních kapacit vodíku a vodíku, který je vyráběn jako vedlejší produkt, důležitým krokem pro rozvoj vodíkové mobility. Hlavním důvodem je velmi rychlá dostupnost tohoto vodíku a relativně nízká cena. V další fázi, tedy po dostatečném rozvinutí plnicí infrastruktury a vozového parku, případně plného využití stávajících kapacit, je pak žádoucí hledat takový zdroj vodíku, který umožní co nejvýraznější snížení emisí skleníkových plynů.

Historický vývoj

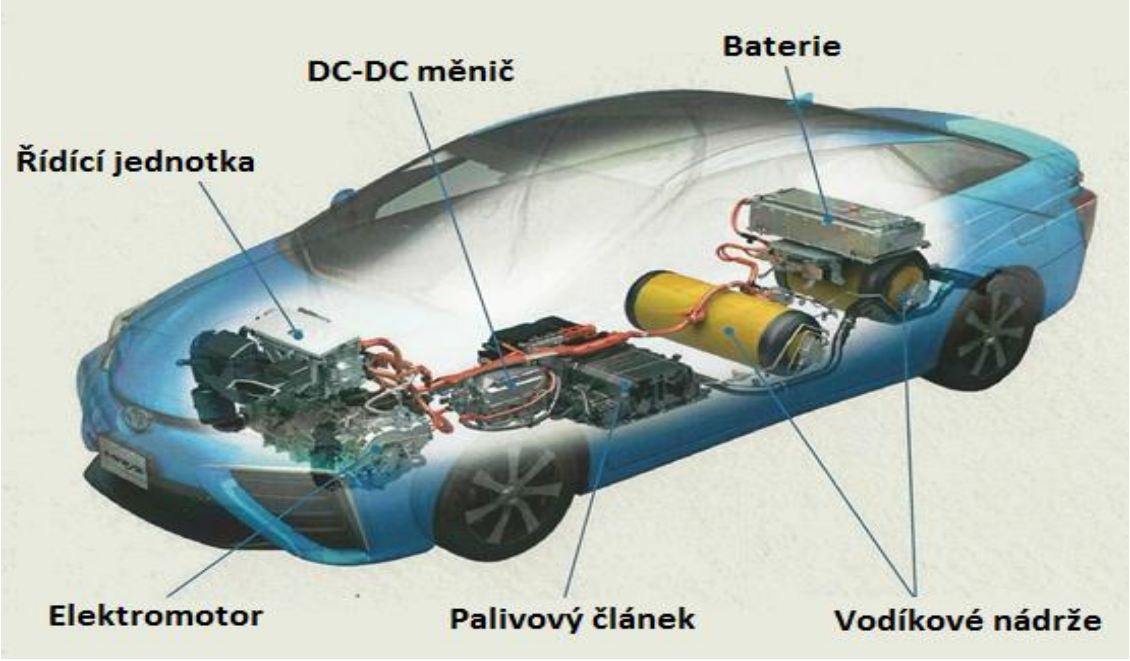
První palivový článek sestrojil roku 1839 anglický fyzik Sir William Grove. V té době byl palivový článek pokládán spíše za laboratorní kuriozitu. Již před tím, v roce 1807, sestavil inženýr Francois Isaac de Rivaz ve Švýcarsku vozidlo, které se pohybovalo díky energii z vodíku, avšak ten byl využíván ve spalovacím motoru. V polovině 20. století oživil zájem o technologii palivových článků anglický vědec Francis Thomas Bacon. Se svými spolupracovníky sestrojil alkalický článek o výkonu 5 kW (1959), který byl schopen pohánět svářecí stroj. Jeho úspěch nezůstal bez odezvy – Pratt & Whitney (USA) zakoupil od Bacona licenci na jeho patent a vyrobil palivové články pro mise Apollo, kde sloužily jako zdroj elektrické energie a pitné vody pro astronauty. Ve stejném roce postavil Harry Ihrig první vozidlo s palivovým článkem, traktor s dvaceti koňskými silami. V devadesátých letech se začalo využitím vodíku zabývat hned několik významných automobilových koncernů, jmenovitě především Honda, General Motors, Mercedes-Benz, BMW nebo Toyota. Sériovou výrobu vodíkového automobilu ale nakonec jako první zahájila korejská automobilka Hyundai [11]. Přebudovala i u nás známý SUV model ix35 na vodíkový pohon. Právě od devadesátých let bylo zřejmé, že technologicky má elektropohon, který

získává energii z vodíku v palivových článcích, významná pozitiva a může být potenciálně životaschopný. Hlavní výzvou pro uplatnění tohoto druhu pohonu se tak stala relativně nízká životnost palivových článků, vysoká cena a chybějící plnicí infrastruktura. Překážka působená nízkou životností palivových článků byla v posledních letech do značné míry odstraněna a s přibývajícími demonstračními projekty delšího trvání byla prokázána životnost palivových článků u autobusů přesahující 20 tis. provozních hodin [12]. Pro osobní mobilitu je dle víceletého pracovního programu FCH JU požadována životnost palivových článků alespoň 5 tis. hodin (2017), respektive 7 tis. provozních hodin (2023). K významnému pokroku došlo i v oblasti snížení pořizovacích nákladů, když v oblasti osobní mobility došlo ke snížení ceny od roku 2012 do roku 2017 o 65 %, v případě autobusů o 50 % [13]. Cena však stále převyšuje pořizovací cenu běžných vozidel. Hlavní překážkou rozvoje však zůstává chybějící plnicí infrastruktura.

Připravenost vodíkové mobility

Vodíková mobilita je založena na dvou hlavních pilířích. Prvním pilířem je infrastruktura plnicích stanic, umožňující plnění nádrží vozidel vodíkem. Druhým pilířem jsou pak samotná vozidla. Mezi ta patří jak vozidla osobní (FCEV), autobusy (FCEB), tak i další typy vozidel a zařízení jako například nákladní automobily nebo vysokozdvižné vozíky. Z pohledu technické zralosti jsou dnes oba pilíře vodíkové mobility připraveny reálnému nasazení.

Obrázek 4: Toyota Mirai [14]



Z technologického hlediska je dnes standardem využití plnicích stanic, které jsou schopny naplnit nádrže vozidel stlačeným plynným vodíkem na tlak až 700 bar (70 MPa). Tento tlak využívá naprostá většina dnes vyráběných osobních automobilů. Pro větší vozidla (autobusy, nákladní vozy, ale např. i lodě a vlaky) je běžné využití maximálního tlaku 350 bar (35 MPa). Plnění nádrže osobního automobilu pro ujetí více než 500 km zabere obvykle méně než 3 minuty [11]. Hlavními hráči na poli výroby technologií plnicích stanic jsou společnosti Linde, Air Products, Giner, Air Liquide, ITM Power, McPhy a Hydrogenics.

Podle dat Kalifornské energetické komise z prosince 2015 se náklady na vybudování (technologie, stavební práce a další náklady) jednotlivých plnicích stanic v USA pohybovaly

v rozmezí asi 1 až 3 mil. USD. Potenciál zlevnění technologie je podle téhož zdroje kvantifikován na 50 % do roku 2025.

V rozvinutých částech světa se postupně začíná budovat páteřní plnicí infrastruktura. Mezi nejaktivnější regiony patří západní Evropa (Německo, Francie, Velká Británie, skandinávské státy), východní a západní pobřeží severní Ameriky (USA a Kanada) a východní Asie (Japonsko, Jižní Korea, postupně i Čína). V lednu 2016 bylo ve světě v provozu celkem 214 plnicích stanic [15].

V Evropě je v současné době v provozu 95 plnicích stanic vodíku, 50 v Severní Americe, 2 v Jižní Americe, jedna v Austrálii a 67 v Asii. Z celkového počtu je 121 stanic po celém světě veřejných.

K významnému rozvoji došlo v roce 2015, kdy přibylo na celém světě 54 plnicích stanic (48 veřejných). Ostatní jsou určeny k čerpání pohonných hmot do autobusů nebo rezervovány pro zákazníky vozových parků. Všech 7 nových stanic v Severní Americe je přístupných veřejnosti, 6 jich je umístěno v Kalifornii a jedna v Coloradu. Největší rozmach plnicích stanic je v Japonsku, kde jich je 28 nově otevřených. V Evropě bylo otevřeno 19 stanic, z toho 4 v Německu. Tím se zvýšil počet vodíkových plnicích stanic v Německu až na 34, z nichž je 21 veřejně přístupných [15]. Zmíněné státy pracují na zásadní změně plnicí infrastruktury.

Tabulka 1: Počet plnicích stanic vodíku v jednotlivých státech (2016) [16]

Stát	Počet plnicích stanic	Stát	Počet plnicích stanic
Japonsko	80	Čína	3
USA	48	Švédsko	3 (4)
Německo	34	Rakousko	3 (5 [17])
Velká Británie	15	Kanada	2
Dánsko	11	Finsko	2
Francie	10	Španělsko	2
Norsko	6	Itálie	2
Jižní Korea	6	Česká republika	1
Švýcarsko	6	Slovinsko	1
Indie	4	Austrálie	1
Havaj	4	Argentina	1
Belgie	4	Brazílie	1

Z hlediska vozidel poháněných vodíkem došlo k významnému posunu na podzim roku 2009, kdy podepsali někteří významní výrobci automobilů (Daimler, Ford, GM/Opel, Honda, Hyundai, Kia, Renault, Nissan a Toyota) Letter of Understanding [18], kterým si stanovili cíl dosáhnout v roce 2015 nízko-objemové komerční produkce vozidel poháněných palivovými články. Dle vyjádření společnosti Daimler na World Hydrogen Energy Conference 2012 investovaly zmíněné automobilky za první tři roky dohromady více než 6 mld. USD do vývoje FCEV. V návaznosti na toto memorandum, představili někteří výrobci automobilů své modely poháněné vodíkovým palivovým článkem. Některé z těchto modelů jsou již komerčně dostupné na některých světových trzích, u ostatních to lze v nejbližší době očekávat. Konkrétně se jedná především o modely Hyundai ix35 FC, Toyota Mirai, Honda Clarity FC. Další významné automobilky svoje vozy připravují a testují (Mercedes F-Cell, BMW, VW Group a další). Nejblíže komerčnímu nasazení je v tuto chvíli v Evropě právě automobil Hyundai ix35 FC, který lze na německém trhu

volně zakoupit za cenu cca 1 567 160 Kč [19]. Dnešní spotřeba paliva osobních aut na vodík činí přibližně 1 kg na 100 km (0,9512 kg na 100 km dle dokumentů EK [20]).

Tabulka 2: Sériově vyráběné automobily na vodík [19, 21]

Výrobce	Model	Dojezd	Výkon	Cena (přepočet na Kč) *
Toyota [22]	Mirai	500 km	154 HP elektromotor (palivový článek 113 kWe)	1 461 650
Hyundai [11]	ix35 FC	594 km	136 HP elektromotor (palivový článek 100 kWe)	1 567 160
Honda [23]	Clarity FC	589 km	174 HP elektromotor	1 703 140

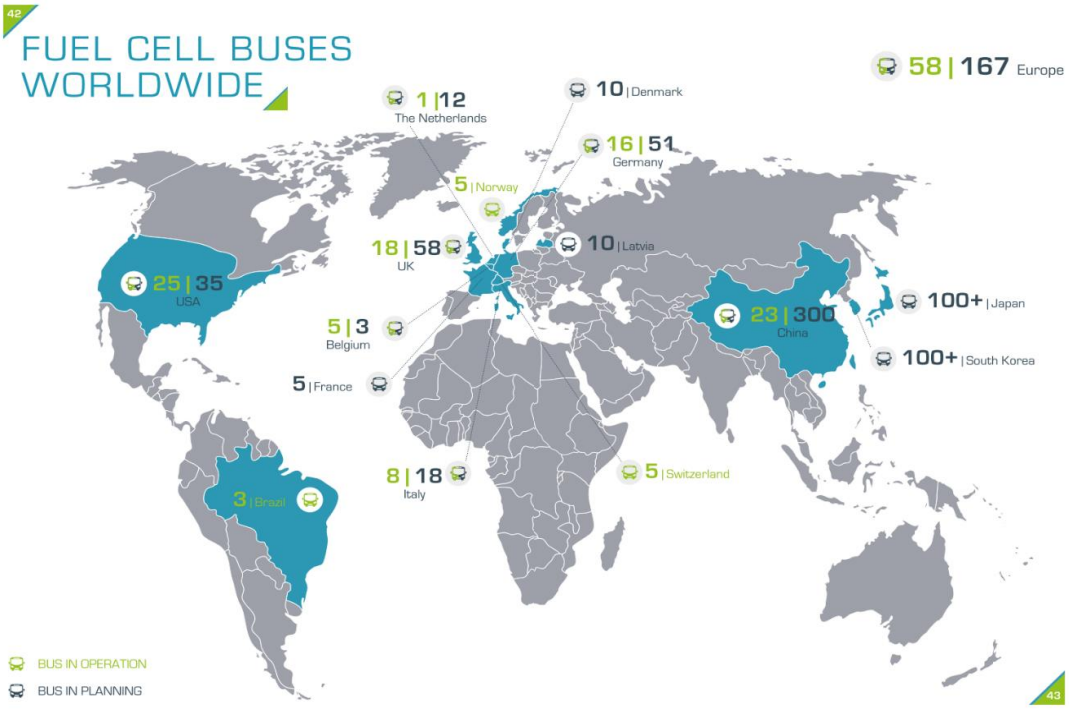
*cena je závislá na konkrétním trhu

Obrázek 5 poskytuje širší pohled na FCEV. Kromě výše popsaných komerčně dostupných modelů jsou zde ukázány i vozidla dalších automobilek. Dlouhodobým testováním prošly především modely Honda FCX Clarity (předchůdce Honda Clarity FC), Mercedes F-Cell, model společnosti GM/Opel a různé modely značky BMW.

Obrázek 5: FCEV (různá míra připravenosti vstupu na trh) [24]

V oblasti autobusové dopravy (fuel cell electric bus – FCEB) bylo realizováno přes 30 demonstračních projektů. V rámci těch nejvýznamnějších bylo v každém z nich pořízeno a provozováno přes 20 autobusů (projekty High V-LO City, CHIC, Bay Area). Nejdůležitějšími integrátory autobusů v těchto projektech byly společnosti Van Hool, Daimler a Toyota, na seznamu však figurují též středoevropský Solaris a česká Škoda Electric. Palivové články dodávala v drtivé většině případů kanadská společnost Ballard, mezi významné producenty patří však též společnosti Hydrogenics a Toyota [25].
Z technologického hlediska jsou v dnešní době pro autobusy zvažovány dva možné přístupy, které se liší v použitém palivovém článku. V prvním z přístupu (který je dnes rozšířený) se pro FCEB využívají palivové články přímo určené pro „heavy duty“ aplikace. Druhým přístupem, ke kterému se ve svých připravovaných vozech hlásí např. společnosti Daimler či Toyota je využití stejných palivových článků jak pro osobní automobily, tak pro autobusy. Druhý přístup by měl umožnit využití úspor z rozsahu, vzhledem k tomu, že lze v blízké budoucnosti předpokládat řádově větší množství vyráběných osobních vozidel oproti autobusům. Cenová hladina FCEB pro evropský trh je v současnosti 625 - 650 tis. EUR (asi 17 mil. Kč) a tyto ceny jsou také maximální hranicí pro nákup FCEB v rámci programu FCH JU (2017 resp. 2016) [26]. V závěrech projektu CHIC se předpokládá, že cena může do roku 2030 klesnout přibližně na polovinu [27]. Následující obrázek 6 ukazuje realizované a plánované projekty vodíkových autobusů v celosvětovém měřítku.

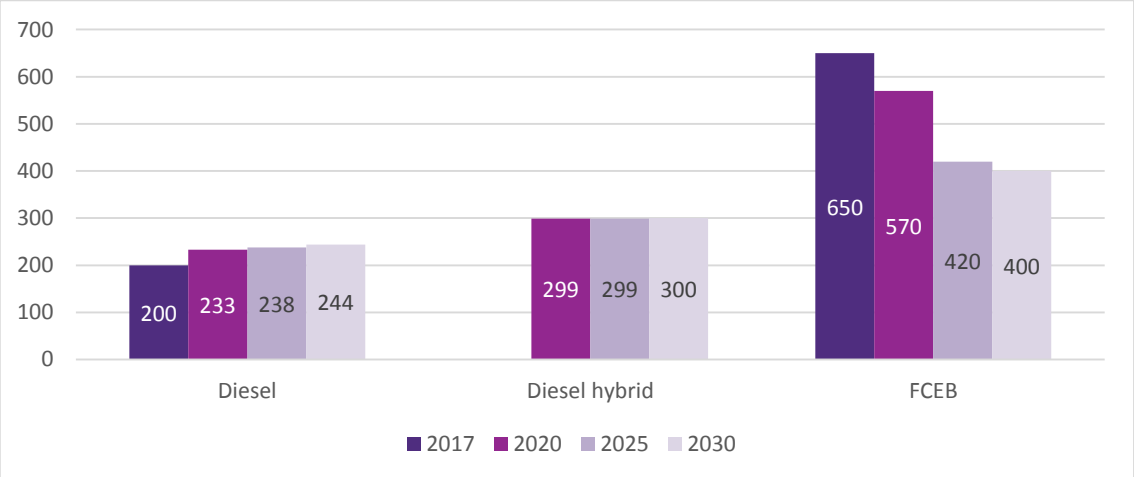
Obrázek 6: Současný stav a výhled rozšíření autobusů poháněných vodíkem [28]



Autobusová doprava je oproti osobní více závislá na konkrétních lokálních podmínkách. Níže je připravena podrobnější analýza využití FCEB v Evropě.

Obrázek 7 ukazuje odhad vývoje pořizovacích nákladů na FCEB od současnosti do roku 2030. V případě využití palivového článku z osobního automobilu (FCEV) je očekáván ještě výraznější pokles ceny FCEB, než je naznačen v grafu, a to na 350 tis. EUR při dosažení ročních prodejů vozidel s palivovými články na úrovni 10 tis. kusů (očekáváno mezi lety 2020–2025), případně 320 tis. EUR při dosažení ročních prodejů 100 tis. kusů [29].

Obrázek 7: Odhad vývoje pořizovacích nákladů standardního FCEB v tis. EUR [29]



Důležitým parametrem pro provozovatele vozidel jsou celkové náklady vlastnictví (Total Costs of Ownership – TCO), které vyjadřují součet pořizovacích a provozních nákladů vyjádřených na jeden ujetý km. Obrázek 8 ukazuje celkové náklady na 1 km pro dieselový autobus, FCEB a FCEB (FCEV FC) s automobilovým palivovým článkem při produkci automobilů 10 tis. a 100 tis. kusů ročně. Uvedený graf však má vypovídací hodnotu spíše

pro srovnání mezi jednotlivými pohony, absolutní hodnoty v něm uvedené nejsou pro Českou republiku platné vzhledem k odlišné ceně práce, kupní síle a dalším lokálním specifikám (příkladem pro vysvětlení mohou být uvažované náklady na řidiče 80 tis. EUR ročně).

Obrázek 8: Celkové náklady vlastnictví v EUR vztažené na 1 ujetý km (model pro FCH JU) [29]

Z grafu vyplývá, že zatímco u dieselových autobusů je mezi roky 2020 a 2030 očekáván nárůst TCO o cca 20 %, mělo by ve stejném období dojít u FCEB k poklesu o téměř 10 %. K dalšímu významnému poklesu celkových nákladů by mělo dojít v případě FCEB s automobilovými palivovými články s rozvojem trhu a při 100 tis. prodaných vozidlech ročně (FCEV) je očekáváno dosažení nákladů dieselových autobusů v roce 2030.

Základní představu o technickém stavu FCEB v Evropě lze získat na základě výzvy FCH JU 2017 na podporu vodíkových technologií, která byla vyhlášena 17. 1. 2017. Výzva stanovuje maximální cenu 12metrového autobusu na 625 tis. EUR a vyžaduje následující technické parametry:

- průměrnou roční dostupnost FCEB flotily (až 20 autobusů) alespoň 90 %;
- spotřeba vodíku 7-9 kg/100 km (kombinace SORT 1 a 2 pro 12metrový autobus);
- střední vzdálenost mezi poruchami (MDBF) minimálně 3500 km;
- účinnost pohonu (tank-to-wheel) větší než 42 % SORT 1 a 2;
- garantovaná životnost palivového článku (do generální opravy) 20 tis. provozních hodin.

4.3 Současný stav ve světě

Současný stav ve světě je popisován pro jednotlivé regiony, v rámci každého regionu je komentován současný stav budování plnicí infrastruktury a stav trhu vodíkových vozidel. Dále jsou pro jednotlivé regiony popsány strategické cíle a způsoby, kterými mají být dosaženy.

4.3.1 Evropa

Z hlediska Evropy je drtivá většina aktivit lokalizována na území Evropské unie a země Evropského hospodářského prostoru (zejména Norsko). Ojedinělé aktivity se však vyskytují i v ostatních zemích (např. Turecko a Ukrajina).

Zavádění bezemisní mobility (včetně vodíkové mobility) je v současnosti na úrovni Evropské unie v první řadě motivováno snahou dosáhnout snížení emisí skleníkových plynů z dopravy, které se zatím (oproti jiným sektorům ekonomiky) nedaří snižovat. Závažnost této problematiky přitom vzrostla v souvislosti s tzv. Pařížskou dohodou o změně klimatu, jež mimo jiné obsahuje závazek udržet nárůst průměrné globální teploty pod hranicí alespoň 2°C v porovnání s obdobím před průmyslovou revolucí. Pro EU to znamená závazek snížit emise skleníkových plynů do roku 2050 o 85-90 %.

Až na druhém místě je ve strategických dokumentech Evropské komise uváděna potřeba usilovat o snížení emisí škodlivých látek. Na druhou stranu je pravdou, že problematika zlepšení kvality ovzduší v městských aglomeracích a snížení hladiny škodlivého hluku se na úrovni EU řeší dlouhodobě. Zásadním dokumentem je v tomto směru směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu.

Hlavní hybnou silou vodíkové mobility v Evropské unii je Společný podnik pro vodík a palivové články (Fuel Cell Hydrogen Joint Undertaking – FCH JU), založený rozhodnutím Komise 559/2014. Ve společném podniku je kromě evropské komise zastoupen průmyslový sektor (průmyslové podniky jsou sdruženy pod hlavičkou Hydrogen Europe) a výzkumně vývojové organizace (sdružené pod hlavičkou The New European Grouping on Fuel Cells and Hydrogen – N.ERGHY). Hydrogen Europe je průmyslová asociace sdružující téměř 100 průmyslových společností zabývajících se palivovými články a vodíkem. N.ERGHY zahrnuje na 60 významných výzkumných organizací z oboru (seznam členů [30]).

V rámci programu Horizon 2020 (období let 2014–2020) má FCH JU na starosti podporu výzkumu, vývoje a implementace vodíkových technologií s celkovým rozpočtem 1,33 mld. EUR. Jen v letech 2014 a 2015 bylo členy FCH JU vynaloženo dalších více než 188 mil. EUR z neveřejných a národních zdrojů [31]. Od roku 2008 (tedy včetně období FP7) bylo v rámci programu podpořeno asi 185 projektů [32].

Cíle FCH JU v rámci období 2014 – 2020 jsou definovány v dokumentu Multi-Annual Work Plan 2014-2020 [13]. Způsob plnění stanovených cílů a parametry vyhlašovaných výzev jsou každoročně definovány dokumentem Annual Work Plan [26].

Z hlediska plnicí infrastruktury má v rámci Evropy největší počet vodíkových plnicích stanic Německo (34), následuje Velká Británie (14), Dánsko (9), Francie (9) Norsko (6 stanic, z toho 5 v provozu, 2 další budou dokončeny v roce 2017) a Nizozemsko (3) [33]. Zatímco francouzské stanice jsou určeny vybraným zákazníkům vozových parků, většina stanic v ostatních zemích je přístupná veřejnosti.

Tabulka 3: Scénář implementace HRS v evropských státech [24]

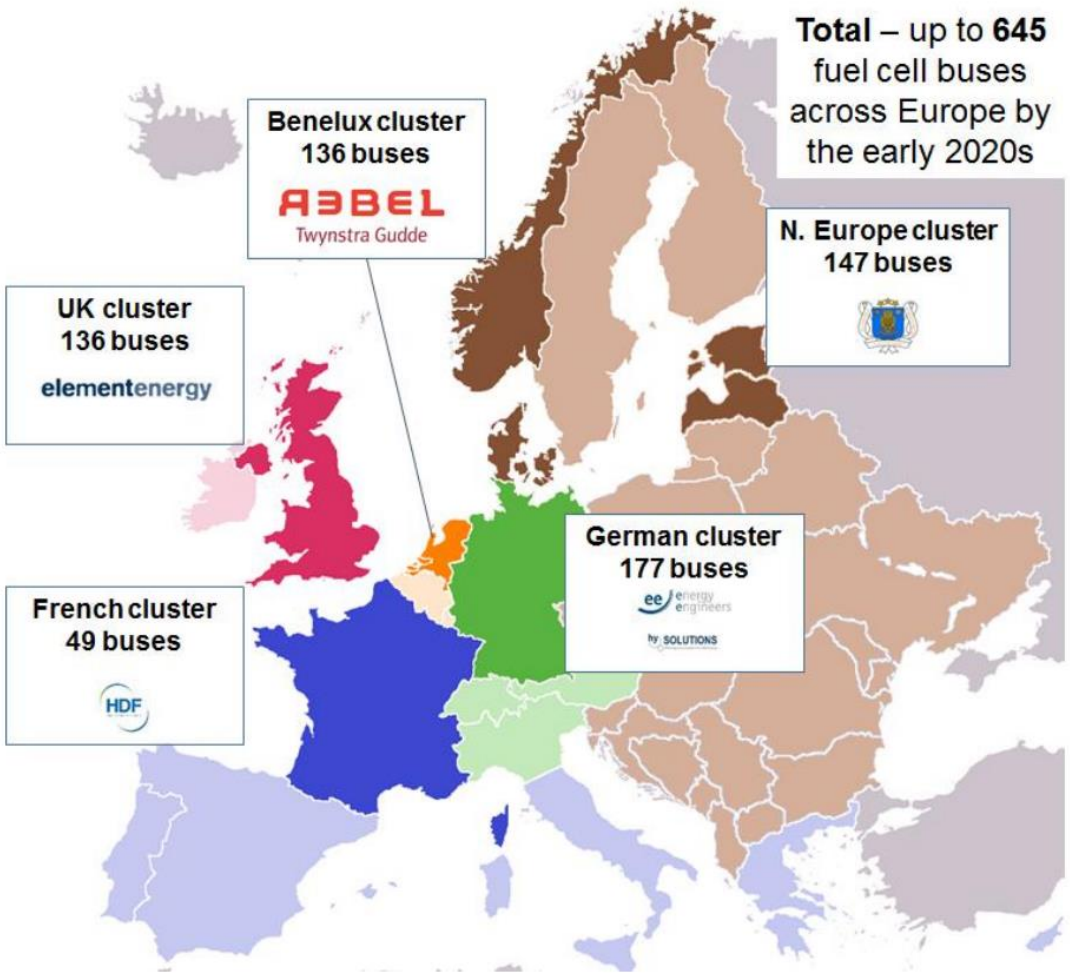
HRS	Německo	Velká Británie	Norsko	Francie	Dánsko	Belgie	Švédsko	Finsko	Nizozemsko	Slovinsko	Polsko
2015-2020	100	65	20	22	15–50	20	15	6	20	1	1
2020-2025	400	300	80	50	100–200	75	25	20	50	5-9	5
2025-2030	900	1100	200	600	500–600	150	100	26	-	-	9

Při pohledu do regionu střední Evropy je tedy jasným lídrem Německo (34 stanic), následované Rakouskem (celkem 5 stanic, z toho 3 v provozu, další 2 plánované). V Polsku, na Slovensku a v Maďarsku není v současné době dostupná žádná plnicí stanice [16].

V EU je problematika podpory vodíkových technologií řešena jak na úrovni Evropské komise prostřednictvím FCH JU, tak v rámci národních politik jednotlivých členských států. Často se jedná o integrované projekty, kdy je podporován vznik a rozvoj vodíkových regionů, které zahrnují individuální i hromadnou dopravu, plnicí infrastrukturu i energetické aplikace. Osobní automobily jsou tak realizovány jak v rámci projektů FCH JU (např. Hydrogen Mobility Europe 1 a 2), tak z národních prostředků (nejsilněji v rámci NIP v Německu).

Také technologie vodíkových autobusů (FCEB) je považována za důležitý prvek při dekarbonizaci silniční dopravy a snížení emisí škodlivin znečištění ovzduší. Potenciál, který vodíkové autobusy mají, byl v Evropě demonstrován především v projektu CHIC, ale i dalších (High VLOCity, HyTransit, 3EMotion). V září roku 2015 inicioval FCH JU vznik koordinační platformy, která vedla ke vzniku regionálních klastrů. V první fázi demonstrací vodíkových autobusů je plánována realizace 300–400 autobusů do roku 2020. V rámci strategie pro společné zadávání zakázek na nákup vodíkových autobusů byly vytvořeny klastry, jejichž členové přislíbili realizaci následujících demonstračních projektů uvedených na obrázku 9 [34] (stav z června 2016). Česká republika je zmiňována jako přidružený člen severoevropského klastru (Northern Europe cluster), jehož členy jsou Dánsko, Norsko, Švédsko, Finsko, Estonsko, Litva, Lotyšsko a Polsko.

Obrázek 9: Plánované demonstrační projekty vodíkových autobusů [34]



Během této aktivity byli identifikováni zájemci o více než 600 FCEB a poptávka po této technologii tak předčila původní plán. Ve výzvě FCH JU 2016 byla maximální cena FCEB stanovena na 650 tis. EUR s tím, že maximální podpora na jeden 12metrový vůz mohla dosahovat 200 tis. EUR. Reálný náklad na pořízení 1 autobusu byl tedy maximálně 450 tis. EUR (v porovnání s 200–250 tis. EUR za dieselový autobus) [34].

V ohledu investičních nákladů však dochází k vývoji a v rámci výzvy FCH JU 2017 již maximální pořizovací cena je stanovena na 625 tis. EUR.

V následující části je stručně popsána situace vodíkové mobility v jednotlivých evropských státech, případně regionech. Je zvoleno pořadí podle důležitosti pro Českou republiku, tzn. v úvodu jsou diskutovány země sousedící s ČR, poté následují státy a regiony, ve kterých lze sledovat významnou aktivitu.

Německo

V rámci Evropské unie je Německo jedním z nevýznamějších tahounů vodíkové mobility. Vzhledem k tomu, že se jedná též o zemi sousedící s Českou republikou a jejího nejvýznamnějšího hospodářského partnera, je v této části uveden stručný popis zavádění vodíkové mobilility v této zemi.

První pokusy proměnit vodíkové technologie v nový komerční produkt začaly v Německu na přelomu 80. a 90. let ze strany velkých společností, jako je Dornier, Daimler, respektive Daimler Chrysler nebo BMW. Vzhledem k tomu, že komerční využití vodíkové

technologie nenastalo v původně plánovaných rozměrech, byly firmy nuceny téměř na 10 let ukončit nebo pozastavit plánované programy.

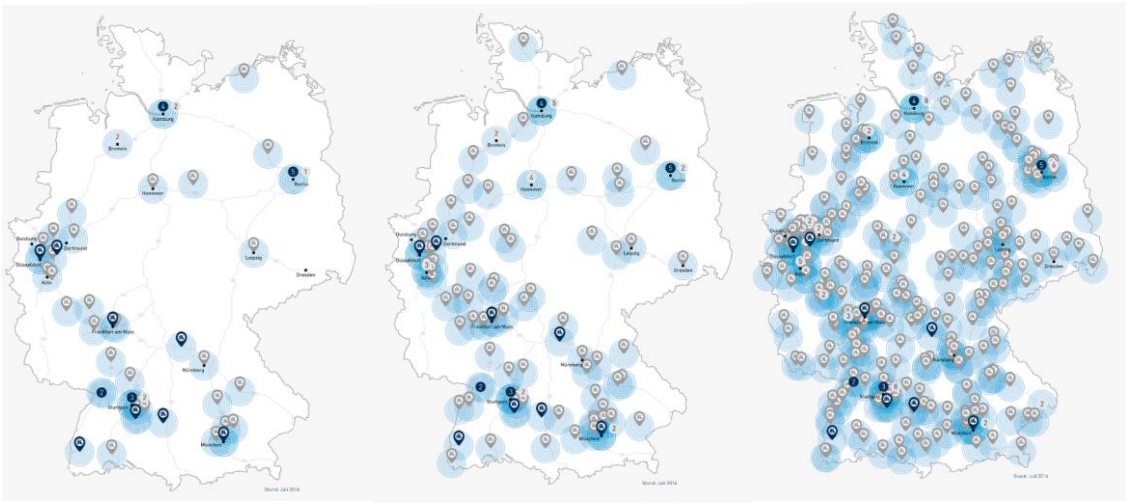
Na základě politického rozhodnutí, udělat z Německa lídra v oblasti dopravy a dodávek energie z obnovitelných zdrojů z roku 2002 však došlo k významné změně. Jako součást politiky „Energiewende“ byl vytvořen Národní inovační program (NIP), jehož smyslem bylo zajistit uskutečnění tohoto cíle. Vodíkové technologie se staly klíčovou částí tohoto programu. V rámci NIP bylo v Německu investováno celkem 1,4 miliardy EUR (podpora NOW GmbH činila 700 miliónů EUR) [35] při realizaci více než 650 projektů pro přípravu trhu, které byly realizovány formou PPP. V rámci programu bylo demonstrováno, že vodíkové technologie mohou, a to jak v oblasti energetiky, tak mobility, naplnit požadavky, které jsou na ně kladeny.

Na tento program navázal program NIP II, který je stejně jako jeho předchůdce realizován formou PPP a disponuje veřejnými zdroji ve výši 250 miliónů EUR pro období let 2017-2019 a dalších cca 1,1 miliardy EUR do roku 2026 [36]. Úlohou NIP II je uvedení vodíkové technologie na reálný trh. Projekty v rámci NIP I i NIP II jsou z 50 % spolufinancovány komerčními subjekty [35].

Důležitým nástrojem k dosažení cílů NIP I a II je národní organizace “National Organization for Hydrogen and Fuel Cell Technology, Ltd.” (NOW GmbH). Tato organizace vznikla coby společný podnik založený 4 relevantními německými ministerstvy: BMVI (Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure), BMWi (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy), BMUB (Federal Ministry for the Environment, Nature Conversation, Building and Reactor Safety), BMBF (Federal Ministry of Education and Research

Hlavní úlohou NOW GmbH je koordinovat implementaci NIP. Odpovídá proto za hodnocení a výběr jednotlivých projektů naplňujících strategii programu a dohlíží na součinnost a spolupráci jednotlivých projektů. Zajišťuje rovněž další činnosti, jako je vzdělání, komunikace mezi průmyslovými odvětvími, politickou scénou, výzkumem, veřejností a koordinaci v rámci evropských aktivit, například transevropské dopravní sítě (TEN-T). Na následujícím obrázku 10 je ukázán plánovaný rozvoj plnicí infastruktury do roku 2023 v Německu. Německo je členem International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in The Economy (IPHE).

Obrázek 10: Síť plnicích stanic v Německu v roce 2016, 2018 a 2023 [37]



Rakousko

Rakousko patří v oblasti vodíkové mobility mezi aktivní země. Společně s Německem je sousedním státem ČR, který zahrnul vodíkovou mobilitu do svého vnitrostátního rámce politiky. Je také členem IPHE (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in The Economy). Koncem roku 2016 mělo Rakousko vybudováno celkem 5 plnicích stanic splňujících požadované standardy směrnice 2014/94/EU. Plnicí stanice jsou v současnosti zásobovány společností Linde, která vodík získává parním reformingem zemního plynu. Do budoucna je však k výrobě vodíku plánováno využití elektrolýzy vody v místě plnění. Stanice jsou provozovány společnostmi Linde a ÖMV a jsou určené pro osobní auta (žádný zákazník však v Rakousku v tuto chvíli není). Financování stanic bylo realizováno za použití kombinace soukromých, evropských i národních zdrojů. Cena vodíku na plnicích stanicích je 9,50 EUR/kg (při spotřebě 0,9512 kg vodíku na 100 km činí cena za 1 km asi 0,09 EUR), přičemž její nastavení vychází ze započtení veškerých nákladů na výrobu, distribuci a plnění vodíku (včetně souvisejících odpisů) a v dohledné době se nepředpokládá její výrazná změna. [38] Rakousko deklaruje, že díky této síti jsou pokryty veškeré důležité sídelní části a koridory TEN-T [17]. Rakousko se podílelo na několika demonstračních projektech především v oblasti vývoje a testování plnicí infastruktury (výroba plnicích stanic společnosti Linde je situována v Rakousku). Rakousko se však neúčastnilo žádného významnějšího projektu v oblasti demonstrace vodíkových vozidel [39].

Slovensko, Polsko, Maďarsko

Dle dostupných informací z listopadu 2016, nezahrnulo Slovensko ani Polsko vodík do svých vnitrostátních politických rámců. Informace o Maďarsku nebyly k dispozici. V současné době není pro Slovensko ani Maďarsko k dispozici konkrétní plán rozvoje vodíkových technologií a ani jedna ze zemí také nedisponuje plnicí stanicí. Polsko vytvořil plán pod názvem „Circumstances of the national plan for hydrogenization of road transport in Poland" v rámci projektu HIT-2-CORRIDORS. Polsko podle něj plánuje budovat plnicí stanice v lokalitách dle následujícího pořadí: 1 – Poznań, 2 - Warsaw, 3 - Białystok, 4 - Szczecin, 5 – Lódź, 6 - Trojměstí, 7 - Wrocław, 8 - Katowice, 9 – Kraków [40]. Na Slovensku je však v přípravě projekt výstavby plnicí stanice v Košicích, která by měla být spolufinancována z fondů CEF Transport (zdroj: HYTEP). Podle polské tiskové agentury - Polish Press Agency (PAP) – by v Polsku měly být vybudovány dvě plnicí stanice za pomoci evropského financování [41]. Zajímavostí je, že polská společnost Solaris se stala jedním z výrobců vodíkových autobusů, když v roce 2015 dodala 2 autobusy do německého Hamburku [42], plánována je též dodávka trolejbusů s vodíkovým prodlužovačem dojezdu do lotyšské Rigy (zdroj: HYTEP). V Maďarsku koordinuje aktivity spojené s vodíkem asociace Hungarian Hydrogen and Fuell Cell Association, která se též účastnila projektu koordinovaného Českou vodíkovou technologickou platformou v rámci Visegrádské spolupráce „Strengthening of Hydrogen Competenciesin Visegrad countries v roce 2016 [43].

Skandinávie

Za účelem koordinace aktivit ve skandinávských zemích vznikla v červnu 2016 organizace Scandinavian Hydrogen Highway Partnership (SHHP), která zahrnuje regionální klastry z Norska, Švédska a Dánska. Koordinátory SHHP jsou jednotlivé národní platformy, tedy Norsk Hydrogenforum, Hydrogen Sweden a Hydrogen Link (Dánsko) [44]. V současné době je v rámci regionu provozováno celkem 18 plnicích stanic (5 Norsko, 4 Švédsko, 9 Dánsko).

Země Beneluxu

Belgie i Nizozemí zahrnuly vodíkovou mobilitu do svých vnitrostátních rámců politiky pro alternativní paliva. Z hlediska stávající infrastruktury, disponuje nyní Belgie 4 plnicími stanicemi, Nizozemí 3. Do roku 2030 si země stanovili cíl zvýšit počet stanic na 150 resp. 200. Hlavní motivací je snižování emisí skleníkových plynů [45]. Belgie disponuje implementačním plánem vodíkové plnicí infrastruktury od roku 2015 [46]. Nizozemí je členem IPHE.

Velká Británie

Ve Velké Británii také došlo k zahrnutí vodíkové mobility do vnitrostátního rámce politiky alternativních paliv. Byl stanoven cíl vybudování 65 plnicích stanic do roku 2020 a následný rozvoj na 1000 stanic v roce 2030 [45]. Velká Británie je členem IPHE.

Francie

Ve Francii je v současné době k dispozici 14 plnicích stanic vodíku, mezi lety 2016 a 2018 je plánována výstavba dalších 24. Rozvoj je ve Francii tažen organizací Mobilité Hydrogene France, za účasti vlády ve spolupráci se silným konsorciem soukromých firem, jehož členové odsouhlasili strategii pro přechod od izolovaných flotil k celonárodní síti vodíkové infrastruktury, která by v roce 2030 měla čítat 600 HRS [47]. Francie se plánuje v rámci rozvoje plnicí infrastruktury zaměřit na dostatečnou vytíženost jednotlivých stanic. Za tím účelem plánuje podporovat flotily užitkových vozidel, taxislužeb apod. Francie je členem IPHE.

Itálie

Itálie se podílela na několika demonstračních projektech, především pak CHIC, 3Emotion, High V.LO City, I-Next. Celkově zde je provozováno 8–10 vodíkových autobusů a dalších více než 15 je plánováno v rámci již podpořených demonstračních projektů. Plnicí stanice jsou k dispozici v Bolzanu, Milanu, Mantově, Ligurii a na Sicílii [48].

V Itálii vznikl v březnu 2016 národní plán vodíkové mobility. V souvislosti s plánem byl spuštěn také web, který poskytuje široké veřejnosti informace o vodíkových technologiích (http://www.mobilitah2.it). Plán je nastaven velice ambiciózně a v roce 2020 předpokládá existenci 20 plnicích stanic (10 pro autobusy a 10 pro osobní dopravu) a 1000 FCEV a 100 autobusů, v roce 2025 pak 141 plnicích stanic pro osobní dopravu, 56 pro autobusy, asi 27 tisíc FCEV a 1000 autobusů. Plán uvažuje s různými kapacitami plnicích stanic, kdy menší (kolem 200 kg/den) by měly být budovány v počáteční fázi pro pokrytí potřeb menších flotil a pokrytí dopravních tepen sítě TEN-T, po roce 2022 je v plánu budovat stanice s větší denní kapacitou (více než 500 kg/den) [49].

Finsko a pobaltské státy

Finsko, Estonsko a Lotyšsko počítají s vodíkovou mobilitou (na rozdíl od Litvy) při naplňování svých cílů s ohledem na zavádění alternativních paliv. Ve Finsku vznikl v rámci projektu HIT-2-Corridors v roce 2015 implementační plán vodíku jako alternativního paliva [24]. V rámci něj si klade za cíl zvýšit počet plnicích stanic z 2–3 v roce 2015 na 6 v roce 2020 a 12-25 v roce 2025. Pokrytí celého Finska se předpokládá při dosažení počtu 20 stanic. V Lotyšsku je většina aktivit soustředěna do hlavního města Rigy, které má dokonce zpracovaný vlastní regionální implementační plán.

4.3.2 Asie

V regionu Asie je rozšiřování vodíkových technologií v současnosti lokalizováno do oblasti její dálněvýchodní části, konkrétně do Jižní Koreje a Japonska. Postupný nárůst aktivity lze však v posledních letech pozorovat též v Číně, která má, vzhledem k velikosti populace a dlouhodobému hospodářskému růstu, potenciál se v krátké době stát významným trhem pro uplatnění vodíkové mobility.

V Jižní Koreji je podle oficiálních údajů z roku 2016 v provozu 7 plnicích vodíkových stanic s tlakem 70 MPa a 3 stanice s tlakem 35 MPa. Je plánováno rozšíření na 80 stanic do roku 2020 a 520 do roku 2030 [16].

V roce 2015 bylo v provozu 42 vozů, do roku 2020 by mělo být dosaženo počtu 9000 FCEV. Celkově je plánováno dosáhnout v roce 2020 20 % bezemisních automobilů z nově prodaných vozidel. Pro zájemce o osobní vozidla poháněná vodíkem je k dispozici dotace ve výši 23 tis. USD [50].

Do roku 2026 je plánováno nahradit současné CNG autobusy (26 tis. ks) pomocí vodíkových autobusů. Je plánováno zavádění více než 2000 vodíkových autobusů ročně [50].

V Jižní Koreji funguje od roku 2014 asociace průmyslových společností podnikajících ve vodíkových technologiích. Jižní Korea zveřejnila svůj národní plán pro vodíkovou mobilitu 15. prosince 2016 pod názvem „Policy Plan on Fuel Cell Vehicle & Market Activation". V roce 2016 bylo v plánu investovat přes 5 mil. USD do vozidel na vodík a vodíkových plnicích stanic, dalších cca 5 mil. USD pro využití vodíku v energetice. Na výzkum a vývoj bylo určeno 26 mil. USD [50–52].

V Japonsku je v současné době v provozu 80 plnicích vodíkových stanic pracujících s tlakem 70 MPa [16, 53]. Jsou situovány kolem čtyř metropolitních oblastí Tokio, Nagoya, Kyoto a Fukuoka. Dále je v provozu 5 plnicích stanic s tlakem 35 MPa. Dalších 13 stanic je ve výstavbě. Rychlejšímu rozvoji infrastruktury brání v současnosti především nastavení bezpečnostní legislativy. Podle které musí být benzínové čerpací stanice umístěny minimálně čtyři metry od veřejných komunikací, ale požadavky na vodíkové plnicí stanice jsou přísnější (min. 8 m). Z důvodu vysokých cen pozemků ve městech je obtížné stanice budovat [54].

Podle oficiálních informací ze srpna 2016 je na japonských silnicích 909 vodíkových dopravních prostředků, jejichž pořízení podpořila japonská vláda. Od roku 2009 existovaly v Japonsku dvě formy podpory. První z nich byla podpora formou dotace – ta probíhala v letech 2009–2012, druhá pak formou daňových úlev – toto zvýhodnění je v běhu i v současnosti. Obecně se podpora nevztahuje pouze na FCEV, ale všechna vozidla s vyšší účinností využití paliva oproti standardu roku 2015. Na maximální míru podpory mají nárok vozidla s účinností vyšší o více než 20 % zmíněného standardu [55]. Podpora se pohybuje na úrovni cca 3 mil. Yen (cca 650 tis. Kč), tedy více než 35 % pořizovací ceny [56].

Dle schválené strategie má být v Japonsku v užívání 40 tis. vozidel v roce 2020, cca 200 tis. vozidel v roce 2025 a přibližně 800 tis. vozidel v roce 2030 [53].

V Japonsku je v současnosti jen několik demonstračních projektů využívajících vodíkové autobusy. I v tomto odvětví je v Japonsku hlavním tahounem společnost Toyota Motor Corp., která deklarovala vstup na trh vodíkových autobusů na začátku roku 2017. Stanovila si také cíl, aby na olympijských hrách v Tokiu v roce 2020 bylo v provozu 100 autobusů [57].

Japonsko aktualizovalo strategický plán zavádění vodíkových technologií a palivových článků v roce 2016. V této problematice je však aktivní minimálně od roku 2000. V roce 2000 byl zahájen také jeden z celkově nejúspěšnějších programů na poli palivových článků – ENE FARM. V rámci projektu bylo k září 2016 prodáno celkem 180 tis. jednotek pro výrobu tepla a elektrické energie v budovách.

Japonská vláda také předpokládá, že silným impulzem pro vodíkové technologie budou olympijské hry v Tokiu v roce 2020. Olympijský areál je plánován s významným využitím vodíkových technologií [57].

Japonská vláda aktualizovala své plány vodíkových plnicích stanic (70 MPa) v roce 2016. Dala si za cíl do roku 2020 otevřít 160 stanic a jejich počet zdvojnásobit do roku 2025. V Japonsku bude v tomto roce (5/2016 až 4/ 2017) vynaloženo celkem 43 mil. USD na podporu výzkumu, vývoje a zavádění vodíkových technologií [53].

4.3.3 Severní Amerika

V severní Americe se aktivita na poli vodíkové mobility intenzivně koncentruje do dvou lokálních center, geograficky situovaných na východním a západním pobřeží. Konkrétně se jedná o Kalifornii v případě západního pobřeží a státy ležící na spojnici Massachusetts – Virginia v případě východního pobřeží.

Dalším významným krokem pro zavedení vodíku v dopravě bylo vyhlášení tzv. Zero Emission Vehicle (ZEV) programu, tedy programu podpory rozvoje dopravy s nulovými emisemi skleníkových plynů. Státy, které k tomuto programu přistoupily, tímto přijaly soubor předpisů vyžadujících závazný rozvoj dopravy a vozidel s nulovými emisemi. Mezi zakládajícími signatáři programu byly státy: Kalifornie [58], Connecticut, Maryland, Massachusetts, New York, Rhode Island, Vermont.

Na základě tohoto programu vypracovali jednotlivé státy tzv. Hydrogen and Fuel Cell Development Plan [59]. Záměrem těchto plánů je poskytnout návodné postupy zavádění vodíku do běžného života, detailní technické informace a také identifikovat ekonomické příležitosti spojené s nasazením vodíkových technologií.

Memorandum k tomuto programu také vytyčuje několik konkrétních bodů programu:

1. **Celkový závazek** – souhlas s cílem vytvoření závazného plánu zavádění vodíku do dopravy a závazek koordinovat opatření na podporu a zajistit úspěšnou realizaci programů s nulovými emisemi vozidel.
2. **Měřitelné cíle** – signatářské státy se dohodly na kolektivním cíli, který je min. 3,3 miliónů vozidel s nulovými emisemi na silnici do roku 2025 a spolupráce na vytvoření vodíkové palivové infrastruktury, která bude dostatečně podporovat tento počet vozidel.
3. **Úprava stávajících předpisů a norem** – zavést opatření, pro připravenost souvisejících státních předpisů v rámci zavedeni FCEV jako jsou stavební předpisy a normy pro instalaci nabíjecí infrastruktury atd.
4. **Využití ve státním vozovém parku** – zavedení ZEV ve státem vlastněných nebo spoluvlastněných společnostech a agenturách.
5. **Pobídky pro ZEV** – signatářské státy se dohodly, že posoudí potřebu a účinnost peněžních pobídek ke snížení počáteční kupní ceny ZEV, daňové zvýhodnění a nepeněžní pobídky, jako je přístup k „HOV lane“ (rychlostní pruh na dálnici), snížení mýtného a přednostní parkování a nastavit takové pobídky podle potřeby.

6. **PPP (podpora propojení veřejného a privátního sektoru)** – signatářské státy budou spolupracovat s výrobci automobilů, poskytovateli elektřiny a vodíku, provozovateli palivové infrastruktury, výrobci průmyslových komponent, vlastníků firemních vozových parků, finančními institucemi a dalšími na podporu růstu ZEV trhu.
7. **Výzkum a vzdělávání** – signatářské státy se dohodly na sdílení výzkumu a koordinovaného vzdělávání a rozsáhlou kampaní upozornit na výhody ZEV a rozvíjet tak jejich použití.
8. **Studie a vyhodnocení** – signatářské státy se dohodly vytvořit detailní studii a usilovat o její průběžné vyhodnocení a rozvoj možných strategií nasazení a požadavky na infrastrukturu pro komercializaci vozidel na palivové články.

Záměrem těchto plánů je dát k dispozici návodný postup a technické informace a ekonomické příležitosti spojené s nasazením vodíkových technologií s cílem zvýšení environmentální výkonnosti a spolehlivosti energetické soustavy státu.

Příkladem naplňování programu ZEV jsou konkrétní kroky v následujících státech. Massachusetts si klade za cíl do roku 2025 zbudování 18–19 plnicích stanic, u kterých by mělo plnit až 1867 FCEV (1818 pro osobní dopravu a 49 pro hromadnou dopravu). Connecticut plánuje do stejného roku výstavbu až 5 plnicích stanic pro 477 FCEV (445 pro osobní dopravu a 32 pro hromadnou dopravu). Kromě cílů v dopravě stanovili oba státy též cíl pro zavádění palivových článků do energetiky, kde plánují zavedení až 312 MW resp. 175 MW instalovaného výkonu [60].

Z hlediska plnicí infrastruktury bylo v Kalifornii vybudováno celkem 51 plnicích stanic. Jak již bylo uvedeno v předešlém textu, cena jednotlivých realizovaných plnicích stanic se v USA pohybovala v rozmezí asi 1 až 3 mil. USD. Rozdíl v cenách byl dán především maximální denní kapacitou plnění (60–350 kg/den) a způsobu zásobování stanice vodíkem. Největší zastoupení mají v USA stanice s kapacitou 180 kg/den, které jsou zásobované pomocí trailerů se stlačeným vodíkem. Stanice, jejichž zásobování je řešeno elektrolytickou výrobou vodíku přímo v místě spotřeby, jsou z investičního hlediska náročnější a náklady na jejich zbudování se pohybuje při horní hranici výše uvedeného rozmezí. Ve většině případů byla výstavba stanic dotována, míra podpory ze strany California Energy Commission činila 70–85 %, výjimečně dosáhla až 100 % investičních nákladů (West Sacramento - South River, Yolo). U některých stanic je dotován též jejich provoz. Celkově bylo na podporu plnicí infrastruktury vydáno 80,9 mil. USD do konce roku 2015 a dalších 9,9 mil. USD bylo využito k provozním podporám. Z neveřejných zdrojů bylo do budování plnicí infrastruktury investováno 35 mil. USD [61].

4.3.4 Ostatní světové regiony

Aktivita v oblasti vodíkové infrastruktury je omezena především na výše diskutované regiony.

Z ostatních regionů lze zmínit určité aktivity v Austrálii, kde je v současné době v provozu jedna plnicí stanice v Sydney a připravuje se další projekt v hlavním městě Canberra. V roce 2008 byla v Austrálii založena asociace Australian Association for Hydrogen Energy (AAHE).

Určité aktivity probíhají též v jižní Americe, kde jsou v současné době dvě plnicí vodíkové stanice, a to v brazilském Sao Paulu a v provincii Santa Cruz v argentinské Patagonii.

Zajímavostí může být, že Mexico City plánuje od roku 2025 zakázat vjezd dieselových vozidel do centra města.

4.3.5 Zhodnocení současného stavu ve světě

Jak vyplývá z popisu uvedeného v této kapitole, je z celosvětového hlediska rozvoj vodíkové mobility lokalizován do třech hlavních center. Jedná se o Evropu, východní Asii (Japonsko, Korea) a Severní Ameriku (primárně USA). Způsob, jakým dochází k rozvoji v těchto regionech je značně odlišný a vychází z ekonomicko-politického kontextu v těchto zemích. Drobně se odlišují též motivace jednotlivých regionů k zavádění vodíkové mobility.

Regionem, kde dochází k rozvoji vodíkové mobility, je Evropa (v konkrétnějším pohledu EU a Norsko). Hlavní hybnou silou v tomto regionu je politická reprezentace, konkrétně především Evropská komise (EK) a vlády některých aktivních členských států (hlavně Německo, Velká Británie). Vzhledem k tomu, že EK ponechala v rámci směrnice 2014/94/EU a dalších dokumentů relativně volnou ruku členským státům, přístup k vodíkové mobilitě se v nich značně různí. Jednoznačně nejdůležitější motivací EK pro zavádění vodíkové mobility je snaha o snižování emisí skleníkových plynů, zlepšení kvality ovzduší a zvyšování konkurenceschopnosti evropského průmyslu je až na dalších místech. V rámci Evropy lze za centrum vodíkové mobility označit Německo, na nějž navazují jeho sousedi a další státy (země Beneluxu, Rakousko, Francie, Skandinávie). Poněkud izolovaná je kvůli své geografické poloze Velká Británie, kde též dochází k rozvoji.

Velmi specifickým případem je Německo, kde je záměr rozvíjet vodíkovou mobilitu podpořen propracovanou vládní strategií a přítomností silného koordinátora. Německo též vydává prostředky na podporu vodíkových technologií (1,35 mld. EUR NIP II 2017–2026) na úrovní téměř srovnatelné s celoevropskou podporou v rámci FCH JU (1,33 mld. EUR 2014–2020).

Z hlediska České republiky je klíčový především kontext sousedních zemí (a též kontext V4). V tomto ohledu je patrné, že jak Německo, tak i Rakousko, se rozhodly zařadit vodíkovou mobilitu mezi základní pilíře budoucí dopravy na svém území. Situace na Slovensku a v Maďarsku je nejednoznačná. Obdobně je tomu i v Polsku, kde je na vládní úrovni prezentováno nezahrnutí vodíkové mobility do agendy alternativních paliv, avšak byl zde vytvořen národní plán pro budování vodíkové infrastruktury.

V technologicky vysoce vyspělých státech východní Asie je vůdčí silou rozvoje vodíkových technologií průmyslový sektor, v oblasti vodíkové mobility pak logicky především automobilky. Motivací je v těchto zemích založena na třech pilířích: zlepšování kvality ovzduší ve velkých městských aglomeracích, snižování emisí skleníkových plynů a získání technologického náskoku v oblasti moderních technologií pro vodíkovou mobilitu za účelem zvýšení konkurenceschopnosti. Velmi významná je však především v Japonku také vládní podpora, kdy dotační mechanismus pomohl velmi výrazně nastartovat trh s FCEV. Zajímavým přístupem je i integrace vodíkové mobility a dalších vodíkových technologií do příprav olympijských her v Tokiu v roce 2020, kdy konkrétní cíl pomáhá dosahovat plánovaných výsledků.

Poněkud odlišná situace existuje v USA. Hlavním motorem rozvoje vodíkové mobility zde nejsou technologické společnosti přímo se zabývající vodíkovou technologií a příbuznými obory, ale obecně podnikatelské subjekty, hledající efektivní a ekonomické cesty pro svoje podnikání (např. projekty vysokozdvižných vozíků). Velmi důležitá je v jinak nepříliš regulovaném prostředí USA též aktivita politická, kde vyhlášení programu ZEV vede

k velmi efektivnímu rozvoji bezemisní mobility včetně mobility vodíkové. Z hlediska motivace pro zavádění existují určité odlišnosti v různých státech, např. v případě Kalifornie je však patrná jednoznačná snaha o zlepšení kvality ovzduší a snížení emisí skleníkových plynů.

4.3.6 Aktuální mezinárodní vodíková iniciativa

Na Světovém ekonomickém fóru v Davosu oznámilo konsorcium 13 společností svůj záměr spojit své síly v rámci prosazování vodíku jako čistého ekologického řešení a paliva budoucnosti v dopravě.

Automobilky a ropný průmysl chtějí prosazovat vodíkový pohon jakožto alternativu k elektromobilům. Skupina těchto firem se spojila do tzv. Vodíkové rady (Hydrogen council), jejímž cílem je podpořit rozvoj vodíkových technologií v dopravě, a to jak v rámci investic, tak komercionalizace. Tyto investice by v současné době měly narůst na cca 1,4 miliardy EUR/rok.

Toto konsorcium firem z automobilového a energetického průmyslu tvoří za automobilky Toyota, Daimler, BMW GROUP, Honda, Hyundai Motor a Kawasaki, za ropné a plynárenské společnosti The Linde Group, Anglo American, Total, ENGIE, Air Liquide, Alstom a Royal Dutch Shell.

Cílem tohoto konsorcia je přesvědčit jak další firmy, tak regulátory a zároveň veřejnost, že právě vodík má zásadní význam pro přežití. Dle CEO Air Liquide Benoit Poiter zde hrají důležitou roli i dotace, jak pro ropný, tak plynárenský průmysl na vývoj nových řešení, jelikož přechod na čistší paliva je možný pouze s vhodnou podporou politiků a vládních programů. Zároveň je potřeba zajistit potřebné zázemí a investovat do rozsáhlé infrastruktury. Doprava je zodpovědná za více jak čtvrtinu všech skleníkových plynů a čistější alternativy k ropě a fosilním palivům jsou přínosem. Vodík jakožto čistý zdroj energie, který v místě použití neprodukuje žádné CO_2 představuje významné zlepšení pro budoucnost.

Základním kamenem plánu společnosti Toyota na 90 % snížení emisí oxidu uhličitého do roku 2050 jsou vozidla s palivovými články. Automobilka je toho názoru, že je jednodušší přesvědčit zákazníky, aby využívali hybridní vozidla nebo vozidla s palivovými články spíše než vozidla na elektrické baterie, které mají obecně menší dojezdovou vzdálenost a delší dobu nabití oproti doplnění nádrže benzínem nebo vodíkem.

4.4 Česká republika

Česká republika se jako první země bývalého východního bloku zapojila do vývoje a demonstračního provozu vodíkových technologií v dopravě. V roce 2009 byl představen prototyp hybridního autobusu s vodíkovým palivovým článkem TriHyBus vyvinutý konsorciem pod vedením ÚJV Řež, a. s. (Škoda Electric, Proton Motor a další). V rámci projektu podpořeného MD ČR vznikla též plnicí stanice vodíku v Neratovicích. Jedná se o neveřejnou plnicí stanici s maximálním plnicím tlakem 35 MPa. Tato stanice je zásobována vodíkem pocházejícím z parního reformingu zemního plynu, který je dovážen pomocí kamionů (vodík stlačený v několika sekcích tlakových lahví). Obě pilotní zařízení, vodíkový autobus i plnicí stanice, doposud existují a v průběhu roku 2016 bylo rozhodnuto o jejich dalším provozování minimálně do roku 2018.

Obrázek 11: Plnicí stanice vodíku v Neratovicích

Mezi relevantní projekty lze zahrnout též sérii projektů probíhajících na VŠB TUO (HydrogenIX, Jeep Hydrogene a další), které probíhaly cca od roku 2005 a demonstrovaly schopnost české výzkumně-vývojové sféry zapojovat se do vývoje a demonstrací vodíkových vozidel. V Ostravě na VŠB byla dobudována laboratoř vodíkových technologií LVT, jež je z pohledu její existence i potenciálu jakožto základní výzkumné infrastruktury H2 technologií a možnosti vzdělávání v této oblasti obecně v ČR unikátní. Více informací je možné nalézt na webu centra ENET (http://enet.vsb.cz/) či podstránek laboratoře samotné. V roce 2013 byla v rámci projektu ÚJV Řež předvedena též možnost výroby „zeleného" vodíku pomocí energie z obnovitelných zdrojů v rámci systému balancování výkonu fotovoltaické elektrárny.

V současnosti bylo na území ČR identifikováno několik projektů v různé míře rozpracování, jejichž výčet je uveden formou seznamu:

- společnost Unipetrol deklarovala zájem budovat plnicí stanice vodíku v rámci sítě Benzina;
- město Trutnov se zapojilo do aktivity FCH JU zaměřené na podporu implementace vodíkových technologií v regionech;
- v jednání je zahrnutí vodíkových technologií do strategických plánů dalších samosprávných celků v regionu Krkonoš (kraje, obce);
- společnost Bateson plus připravuje projekt SCEC Trutnov (Poříčí u Trutnova) – akumulace energie a vodíková mobilita;
- Škoda Electric se podílela na realizaci prototypu TriHyBus a je připravena podílet se na výrobě autobusů poháněných vodíkovými palivovými články na komerční bázi;
- společnost SOR plánuje testování elektrobusu s prodlužovačem dojezdu na bázi palivového článku;
- společnost Arriva se podílí na testování prototypu TriHyBus a plánuje též zapojení do projektu plánovaného v Trutnově;

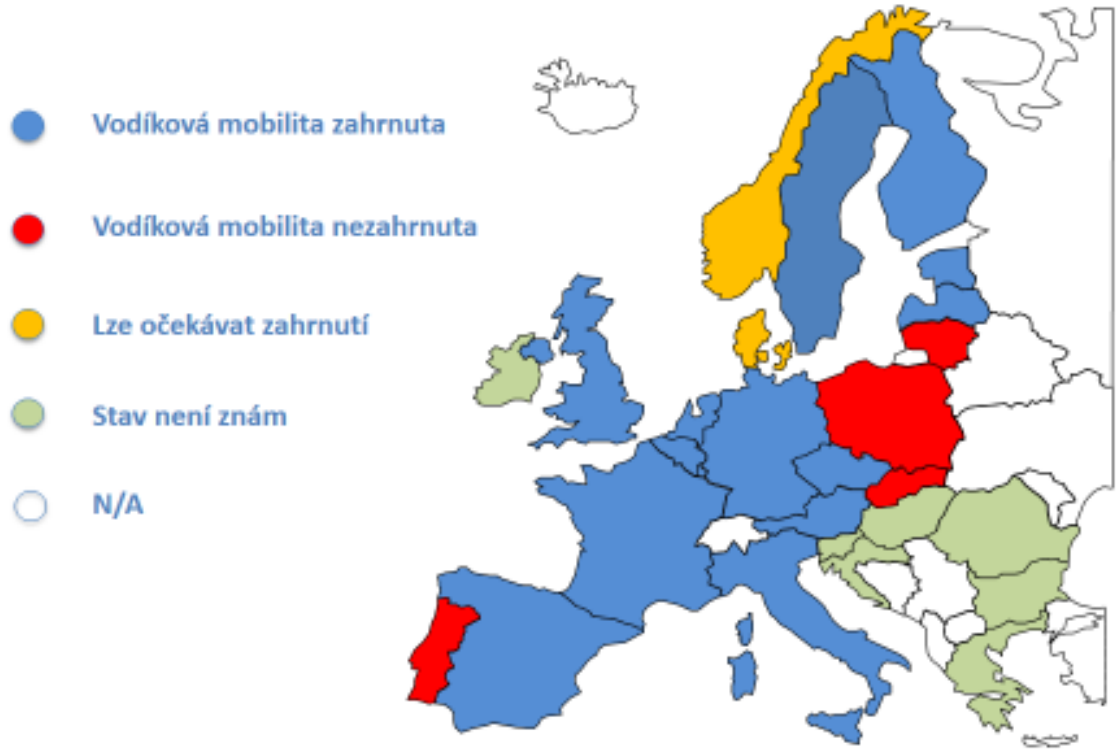
- společnost United Hydrogen Group plánuje ve spolupráci s Q Park Měšice výstavbu plnicí stanice pro flotilu vysokozdvižných vozíků na palivové články.

Legislativní rámec ČR a EU

Klíčovým dokumentem pro obor alternativních paliv je SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/94/EU ze dne 22. října 2014, kterou měly členské státy povinnost implementovat do 18. 11. 2016.

Směrnice v oblasti vodíkové mobility především stanovuje, že členské státy, které se rozhodnou do svého vnitrostátního rámce politiky zahrnout veřejně přístupné vodíkové plnicí stanice zajistí, aby byl do 31. prosince 2025 dostupný přiměřený počet plnicích stanic. Na základě zaslaných vnitrostátních rámců politiky vyhodnotilo předběžně FCH JU očekávané zapojení jednotlivých států do zavádění vodíkové mobility. Stav ze 17. 11. 2016 je znázorněn na následujícím obrázku 12.

Obrázek 12: Zahrnutí vodíkové mobility do vnitrostátního rámce politiky (stav k datu 17. 11. 2016) [62]



Příloha II směrnice pak stanovuje také technické požadavky na plnicí stanice vodíku, čistotu vydávaného vodíku, algoritmy plnění paliva a přípojky (plnicí koncovky). Technické požadavky jsou specifikovány pomocí odkazů na mezinárodní normy (uvedeny níže).

V evropské legislativě je pak jedním z důležitých dokumentů sdělení Evropské komise týkající se strategie rozvoje nízkoemisní mobility jako reakci na zvyšující se emise skleníkových plynů z dopravy, a to v souladu s Bílou knihou, Pařížskou dohodou a Agendou 2030. Tento dokument představuje základní strategické body snížení emisní zátěže za souběžného zachování účinnosti systému dopravy, využití alternativních zdrojů a podpory dopravních prostředků s nízkými a nulovými emisemi. Z hlediska vodíkové mobility je tato strategie klíčová pro stanovení Evropského regulačního rámce a změn nutných pro usnadnění přechodu na nízkoemisní mobilitu (vybudování infrastruktury, investice do technologického rozvoje, stanovování cen v odvětví) [63].

Další legislativa EU

Z hlediska vodíkové mobility je relevantní především níže uvedená legislativa:

- SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2007/46/ES, kterou se stanoví rámec pro schvalování motorových vozidel a jejich přípojných vozidel, jakož i systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla.

Tato směrnice si klade za cíl harmonizovat a specifikovat prostřednictvím regulačních aktů. Definuje technické požadavky použitelné na systémy, konstrukční části i samotné technické celky a vozidla a definuje ustanovení o prodeji částí zařízení pro vozidla schválená v souladu s touto směrnicí a jejich uvádění do provozu. Hlavním cílem právních předpisů o schvalování vozidel je zajistit, aby nová vozidla, konstrukční části a samostatné technické celky uvedené na trh poskytovaly vysokou míru bezpečnosti a ochrany životního prostředí. Směrnice také definuje míru ochrany spotřebitele a ukládá výrobcům hybridních vozidel koncové uživatele vozů náležitě informovat.

- NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 79/2009 o schvalování typu vozidel na vodíkový pohon a o změně směrnice 2007/46/ES.

Směrnice ES č. 79/2009 mění směrnici ES č. 46/2007 ve věci legislativní úpravy pravomocí Evropské komise v oblasti schvalování typu vozidel na vodíkový pohon. Dále směrnice rozšiřuje pravomoci ES ve věci stanovení požadavků a zkušebních postupů týkajících se nových forem skladování a užívání vodíku, přídavných vodíkových konstrukčních částí a pohonného systému. Komisi dále zmocňuje ke stanovení zvláštních postupů, zkoušek a požadavků s ohledem na ochranu při nárazu vozidel na vodíkový pohon a ke stanovení bezpečnostních požadavků na integrovaný systém. Směrnice taktéž definuje nové požadavky na výrobce vozidel na vodíkový pohon, zejména ty týkající se bezpečnostních a technických parametrů vozidel.

Technické normy ISO

Tabulka 4: Normy ISO (celkem 18 norem v gesci ISO/TC 197 Hydrogen Technologies) [64]

Norma	Dopad	Související
ISO 14687-2:2012 Hydrogen fuel -- Product specification -- Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles	Definuje kvalitativní požadavky na vodíkové palivo	VYHLÁŠKA 133/2010 Sb., 2014/94/EU
ISO/TS 19880-1:2016 Gaseous hydrogen -- Fuelling stations -- Part 1: General requirements	Definuje požadavky na veřejné a neveřejné plnicí stanice vodíku	2014/94/EU Zákon 183/2006 Sb.
ISO 17268:2012 Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices	Definuje technické požadavky na plnicí koncovky	ISO/TS 19880-1:2016
ISO/TS 20100	Definuje požadavky na veřejné a neveřejné plnicí stanice vodíku	Nahrazena ISO/TS 19880-1:2016

Národní normy

Tabulka 5: Národní normy

Norma	Dopad	Související
ČSN 07 8304 – Tlakové nádoby na plyny	Specifikují především požadavky na periodické revize zařízení	Vyhláška 18/1979 Sb.
ČSN 38 6405 – Plynová zařízení, zásady provozu		Vyhláška 18/1979 Sb.
ČSN 69 0012 - Tlakové nádoby stabilní		Vyhláška 18/1979 Sb.
ČSN P ISO/TS 19880-1 Plynný vodík – Čerpací stanice – Část 1: Obecné požadavky	Definuje požadavky na veřejné a neveřejné plnicí stanice vodíku	Převzetí originálu ISO/TS 19880-1:2016, vydání k 1. 3. 2017 v platnosti od 1. 4. 2017
ČSN 73 6060 – Čerpací stanice pohonných hmot	Obsahuje technické normy, které vodíková plnicí stanice musí splňovat	

Legislativa ČR

- **311/2006 Sb. zákon o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů;**

Zákon č. 311/2006 Sb. o pohonných hmotách v rámci příslušných předpisů ES (Evropského společenství) upravuje podmínky pro prodej a výdej pohonných hmot, registraci distributorů pohonných hmot, evidenci čerpacích stanic a požadavky na složení a jakost pohonných hmot (tedy jakýchkoliv paliv určených k pohonu vozidla). Zákon exaktně definuje nezbytné podmínky pro registraci distributora pohonných hmot a včetně věcného procesu registrace a provozu čerpací stanice.

V nedávné době přijatém zákoně 542/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb., jehož smyslem je částečná transpozice zmiňované směrnice 2014/94, je obsažena definice alternativních paliv, přičemž do této kategorie patří i vodík. Dále jsou zde stanoveny povinnosti pro provozovatele a vlastníky čerpacích a dobíjecích stanic. Zákon vyšel ve sbírce zákonů 22. května 2017.

- **133/2010 Sb. vyhláška o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci;**

Vyhláška č. 133/2010 Sb. dále upravuje § 11 zákona č. 311/2006 Sb. o pohonných hmotách. Vyhláška upravuje požadavky na jakost pohonných hmot, způsob sledování a monitorování a složení a jakosti pohonných hmot a evidenci pohonných hmot. Toto opatření se kromě tradičních pohonných hmot (motorové oleje, nafta, stlačený plyn) týká také alternativních paliv, mj. např. vodíku. Vyhláška upravuje parametry jakosti nutné pro distribuci těchto paliv, způsob kontroly jakosti těchto paliv, jejich označení a evidenci.

- **Návrh vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.**

Do vyhlášky se doplňuje § 48a, Technické specifikace pro dobíjecí stanice a plnicí stanice, ve kterém jsou stanoveny technické podmínky o technických požadavcích stavby, tudíž na jeho základě a souvisejících technických normách lze vystavět vodíkové plnicí stanice.

Další zákony

- **183/2006 Sb. Stavební zákon**

183/2006 Sb. Stavební zákon upravuje komplexní proces územního a stavebního řízení ve věci umístění stavby, včetně nezbytných podmínek, jež stavba či objekt musí splňovat pro vydání stavebního povolení k umístění stavby. Specifická pravidla pro uplatnění tohoto zákona v případě čerpacích stanic (rozhodnutí o stavbě) je pak specifikováno v §5 a §2 písm. d) zákona 311/2006 Sb.

- **Vyhláška 18/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu ze dne 22. ledna 1979, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti (ve znění 393/2003 Sb.).**

Vyhláška č. 18/1979 Sb. vymezuje rozsah typů tlakových zařízení a stanovuje některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti. Specifikuje jednotlivé typy tlakových zařízení, oprávnění organizacím k jejich montáži a stanovuje nezbytný rozsah zkušebních i revizních testů těchto zařízení. Vyhláška dále upravuje kvalifikaci revizních techniků těchto zařízení a nezbytný rozsah zkoušek pro získání této klasifikace.

4.5 Příklady best practice

V této části se dokument zaměřuje na studium know-how zajímavých, resp. zatím úspěšných realizací v oblasti vodíkové mobility. Ze zkušeností těchto konkrétních realizací lze vyčíst zajímavé závěry, které by mohly být aplikované při integraci vodíku v ČR. Je předčasné na základě těchto informací dělat konkrétní závěry, ale mohou nám ukázat směr, kterým by mohl být vodík úspěšně začleněn mezi současné způsoby dopravy.

Zaměřuje se na 6 dílčích projektů v různých fázích realizace. Snahou bylo nalézt takové projekty, které již generují nějaké výsledky, ale zároveň jsou také geograficky blízko, resp. mají obdobné výchozí podmínky, jako jsou v ČR. Příkladem jsou projekty v Německu a západní Evropě.

Na druhou stranu jsou vybrané také pro nás částečně „exotické projekty“ z USA a konkrétně Kalifornie, které se mohou pro nás zdát nevyužitelné. Tyto projekty ale mohou ukázat dílčí směry vývoje, kterými se dají podpořit námi zvolené hlavní směry.

4.5.1 Bee Zero, Mnichov

Projekt Bee Zero je unikátní z globálního hlediska. Vůbec poprvé je na jednom místě k dispozici na 50 osobních vozidel poháněných vodíkovými palivovými články. Vysoký demonstrační potenciál projektu je zajištěn využívání vozidel moderním způsobem, tedy formou carsharingu.

Záměr

Záměrem projektu je demonstrovat připravenost vodíkové mobility a realizovat demonstrační projekt, který nebude znevýhodněn nedostatečnou plnicí infrastrukturou. Zvolený model carsharingu v městském prostředí umožňuje realizovat plnění s omezeným počtem plnicích stanic (dostatečná je i jedna plnicí stanice). Projekt je situován do centra bavorské metropole Mnichova, což zajišťuje dostatečnou viditelnost projektu a zdůvodňuje potřebu bezemisní dopravy.

Oproti obdobným projektům, kde je carsharing zajišťován pomocí elektromobilů nabízí projekt Bee Zero významně delší dojezd automobilů (600 km) a tedy možnost opustit hranice města a vyrazit na cestu např. do Alp či Salzburku. Ostrá fáze projektu běží od léta roku 2016. Hlavním nositelem projektu je společnost Linde, která má v Mnichově sídlo.

Projekt je složen z 50 vozidel Hyundai ix35 FC, které jsou poskytovány formou carsharingu. Ten je možno využít ve třech cenových úrovních:

- Bee a pioneer (6 hod, 100 km) za 49 EUR;
- Bee by the lake (12 hod, 150 km) za 79 EUR;
- Bee an adventurer (24 hod, 200 km) za 99 EUR.

Vozidla jsou personálem plněna na nově vzniklé plnicí stanici Total (Detmoldstrasse 1) v Mnichově. Vozidla je možná rezervovat skrze aplikaci v chytrém telefonu a podrobné informace jsou k dispozici na adrese https://beezero.com/.

4.5.2 Projekt CHIC

Záměrem projektu CHIC (Clean Hydrogen in European Cities), který probíhal v letech 2010 až 2016, bylo demonstrovat, že autobusy poháněné vodíkem mohou přinést funkční řešení pro dekarbonizaci veřejné dopravy, zlepšení kvality ovzduší a snížení hlukové zátěže.

Do projektu bylo zapojeno celkem 7 evropských měst a v návaznosti na pořádání zimních olympijských her též kanadský Whistler (mezi roky 2010 a 2014).

Tabulka 6: Seznam zúčastněných měst

Město	Londýn	Aargau	Bolzano	Oslo	Berlín	Hamburg	Kolín nad Rýnem	Milán	Whistler (Kanada)
Počet autobusů	8	5	5	5	4	4	4	3	20

Celkově bylo v rámci projektu provozováno 54 autobusů poháněných vodíkovými palivovými články různých koncepcí a výrobců. Vyráběný vodík pocházel především z obnovitelných zdrojů, v případě potřeby byl však dodáván též vodík vyráběný průmyslově parním reformingem.

Projektu se zúčastnilo přes 20 společností. Konsorcium bylo složené ze společností zabývajících se výrobou a distribucí plynů (Air Liquide, Air Products, Linde), výrobců vozidel (Daimler, Wrightbus), energetických společností (Vattenfall), výzkumných a konzultačních společností v úzké kooperaci s provozovateli veřejné dopravy v zúčastněných městech (např. Hochbahn).

Celkové náklady projektu dosáhly 81,8 mil. EUR a byly financovány z různých zdrojů. Významným zdrojem financování byl společný podnik pro vodík a palivové články FCH JU s příspěvkem 25,88 mil EUR [28].

Nejdůležitější výsledky projektu

- autobusy dosáhly dojezdu srovnatelného se stávajícím řešením (diesel) přesahující 350 km na jedno plnění;
- plnicí časy pod 10 minut;
- průměrná spotřeba vodíku byla 9 kg na 100 km pro 12metrový autobus. Vodíkový pohon byl vyhodnocen jako o 26 % úspornější (9 kg vodíku odpovídá asi 30 litrů nafty, průměrná spotřeba autobusů na naftu je uváděna 40,9 litru na 100 km);
- emise CO_2 byly sníženy o 85 %, bylo ušetřeno 6 800 tun ekvivalentu oxidu uhličitého (LCA);
- bylo ušetřeno 4,3 milionu litrů nafty;
- průzkumy ukázaly významné zvýšení podpory pro bezemisní technologie v zúčastněných městech;
- celkově bylo ujeto přes 9 milionů kilometrů za asi 500 000 provozních hodin;
- byla demonstrována možnost nasadit autobusy až 20 hodin denně.

4.5.3 Hamburg

Hlavním hybatelem vodíkových technologií v městské spolkové zemi Hamburk je společnost hySOLUTIONS, která je ve společném vlastnictví provozovatele městské hromadné dopravy HOCHBAHN AG (61 %), společností Vattenfall Europe Innovation GmbH (25 %), Germanischer Lloyd SE (6 %) a dalších. Rozhodnutím zemského senátu připadla této společnosti koordinační role v oblasti elektromobility a vodíkových technologií.

Kontext

- Hamburg je druhé největší město v Německu;
- růst města a evropské emisní limity neumožňují setrvání v současném stavu;
- emisní cíle (CO_2): -40 % do 2020, -80 % do 2050;
- využití věterné energie – dobré podmínky, silné technologické zázemí.

Dlouhodobá strategie

Město Hamburg dlouhodobě testuje různé typy pohonů ve veřejné dopravě (hybridní, bateriové i vodíkové autobusy). Na základě těchto zkušeností bylo rozhodnuto, že po roce 2020 nebudou nakupovány jiné než bezemisní prostředky veřejné dopravy.

Vizí Hamburku je být ve vodíkových technologiích spojením mezi Skandinávií a střední Evropou. Za tímto účelem bylo do roku 2016 vybudováno 5 plnicích stanic. Vodíkové pohony jsou testovány od roku 2003 (projekt HyFLEET:CUTE – 9 autobusů), od roku 2011 a 2014 pak další autobusy nové generace. Hamburg je zapojen do velkého množství demonstračních projektů, které pokrývají celé spektrum využití vodíkových technologií.

Z praktického hlediska se Hamburg pokusil provést porovnání různých alternativních pohonů pomocí zavedení „inovační linky“ (Innovation line) č. 109. Linka o celkové délce 10 km je operována mezi hlavním vlakovým nádražím a stanicí Alsterdorf výhradně autobusy s inovativním pohonem (hybridní pohon, BEV i FCEV). Tato linka umožňuje přímé porovnání jednotlivých druhů pohonu. Vzhledem k lokalizaci linky v poměrně exponované části města došlo též k výrazné popularizaci alternativních pohonů v autobusové dopravě.

Hamburg v projektu CHIC

- 4 vodíkové autobusy (12metrové);
- dvojité směny – až 16 hodin za den;
- 80 % vodíku vyrobeno „on-site“ pomocí obnovitelných zdrojů energie;
- od dubna 2012 najeto téměř 500 tis. km;
- průměrná spotřeba 8 kg vodíku a 100 km;
- nahrazeno 171 tis. litrů nafty.

4.5.4 Projekty Hydrogen Mobility Europe

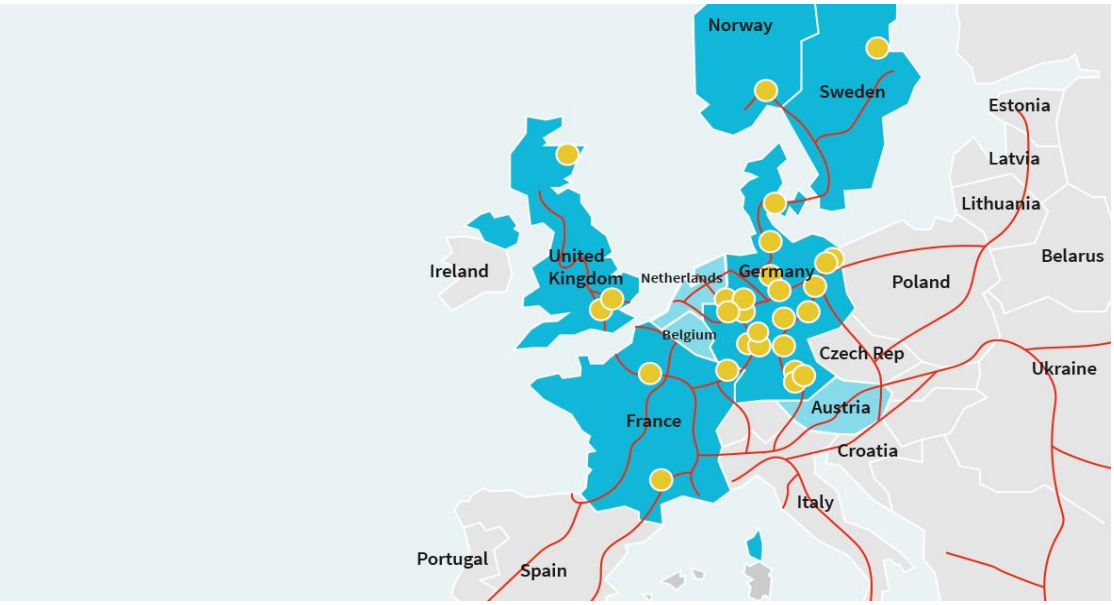
Významnými projekty zaměřené na budování vodíkové mobility v Evropě jsou projekty Hydrogen Mobility Europe I a II. Oba projekty jsou primárně kofinancovány ze zdrojů FCH JU. Na realizaci jednotlivých regionů se však kromě evropských zdrojů a soukromého spolufinancování podílejí též rozpočty národních států. Základní ideou projektu je vybudovat desítky plnicích stanic umístěných na páteřní síti TEN-T a těmto plnicím stanicím zajistit též odbyt díky realizaci více než 1000 vodíkových vozidel různých typů.

Tabulka 7: Projekty Hydrogen Mobility Europe

Název projektu	Hydrogen Mobility Europe	Hydrogen Mobility Europe 2
Koordinátor	ELEMENT ENERGY LIMITED, UK	ELEMENT ENERGY, UK
Počet partnerů	26	37
Celkový rozpočet	63 mil. EUR	106 mil. EUR
Doba trvání	2015–2020	2016–2022
Cíl projektu	• 29 plnicích stanic • 200 osobních vozidel • 125 užitkových vozidel	• 20 plnicích stanic • více než 1000 vozidel poháněných vodíkem (osobní a užitkové vozy a lehké nákladní vozy)
Zdroj	[65]	[66, 67]

Zapojení států EU do projektu je znázorněno na následujícím obrázku 13.

Obrázek 13: Lokalizace projektu H2ME [67]



4.5.5 Vodíkové vysokozdvižné vozíky – USA

Jednou z prvních „early birds" aplikací se signifikantním dopadem na ekonomiku provozu i plnění stále přísnějších environmentálních norem byl segment vysokozdvižných vozíků.

Vysokozdvižné vozíky jsou speciální vozidla, která umožňují pohybovat s výrobky po skladu. Vzhledem k velikosti skladů takových retail gigantů jako jsou Walmart nebo Whole Foods zřejmé jak užitečný a potřebný je to pomocník a kolik jich je k běžnému provozu potřeba. V době, kdy efektivita a náklady jsou nejsledovanější ukazatele firem, je jasné, že zefektivnění této části provozu je více než nutný. Hlavními benefity oproti bateriovým vysokozdvižným vozíkům je podobně jako u osobních automobilů delší výdrž a rychlé doplnění kratší než 3 minuty. To umožňuje úsporu skladovacích prostor pro náhradní baterie.

Ukázky amerických korporací, které již tyto benefity ze zavedení vodíkové technologie čerpají:

1. **Nestle Waters** – po srovnání provozních nákladů a vlivu na zvýšení pracovní produktivity Nestlé od roku 2008 cíleně převádí celou svou „flotilu" vysokozdvižných vozíků na pohon palivovými články.
2. **GM and FedEx** – primárním cílem společného pilotního projektu s dodavatelem Hydrogenics bylo ověřit v praxi reálné nároky nové technologie na servis a provozní náklady. Úspěšný výsledek předčil původní očekávání a nyní již je pohon na palivový článek uznávaným standardem.
3. **Walmart** – po pilotním projektu a jeho vyhodnocení Walmart ušetří 2 mil. USD po dobu sedmi let a sníží emise skleníkových plynů o 530 tun ročně s využitím technologie vodíkových palivových článků.
4. **Whole Foods** – díky úspoře času ztraceného výměnou a dobíjením baterií Whole Foods ušetří 3750 člověkohodin ročně.
5. **Central Grocers** – Central Grocers z oblasti Chicaga koupil 140 vodíkových palivových článků pro vysokozdvižné vozíky a v plánu má rozšíření o dalších 80 do konce roku 2017.
6. **Coca-Cola** – druhá největší lahvárna Coca-Cola v USA používá vysokozdvižné vozíky s pohonem na palivové články. Od roku 2010 pracuje na kompletním přechodu na vozíky s palivovými články.

4.5.6 Kalifornie

V Kalifornii byl primárním důvodem k zavedení vodíku do dopravy zájem o radikální snížení emisí skleníkových plynů. Projekt zavádění vodíkových technologií byl řešen pod heslem „Go where you want to go" a soustředili na vybudování komplexní infrastruktury, tak aby bylo možné projet celý stát od severu počínaje městem Reno, přes hlavní město Sacramento, dále přes multikulturní San Francisco a dále až na nejjižnější část státu do Los Angeles [68].

Obdobně jako v jiných regionech, jsou i v Kalifornii testovány jak osobní vozidla, tak autobusy poháněné vodíkem. Z detailní studie analýzy provozu vodíkových autobusů (FCEB) vyšel závěr, že každý autobus uvedený do provozu ve Spojených státech by mohl snížit množství oxidu uhličitého uvolněného do atmosféry o 100 tun ročně a snížit spotřebu o 9000 litrů paliva ročně po celou dobu životnosti vozidla. Pro autobusy, které jezdí na vodík, také vychází ekonomická úspora ve výši více než 37 tis. USD ročně na

vozidlo. K datu 15. 12. 2016 bylo v Kalifornii v provozu 25 autobusů s pohonem na palivové články a dalších 46 jich je v procesu dokončení a uvedení do provozu [69].

Získané zkušenosti:

- Ceny vodíku se pohybují od 12,85 do 16 USD/kg, průměrná cena je 13,99 USD/kg.
- Náklad FCEV na palivo pro ujetí jednoho kilometru je 1,89 Kč/km oproti 2,04 Kč/km pro konvenční vozidla.
- US Department of Energy si stanovil jako cílovou hodnotu životnosti palivových článků v dopravě na 5 tis. pro osobní automobil a 20 tis. hodin pro autobusy.
- Byl prokázán dojezd FCEV srovnatelný se současnými vozidly.
- NREL sbírá dlouhodobě od roku 2011 data z provozu čerpacích a plnicích stanic. Na vzorku cca 20 tis. záznamů vyhodnotili, že 50 % plnění zabere méně než 5 min a 20 % je kratších než 3 min [70, 71].

Způsoby podpory:

- Pro FCEV je povoleno využít na městských silničních tazích tzv. High Occupancy Vehicle Lanes i v případě obsazenosti jedné osoby ve voze a dále je jim umožněno parkovat i v centru měst, kde nemají vozidla s konvenčním pohonem povolený přístup [72].
- Center for Sustainable Energy California Air Resources Board v rámci programu Clean Vehicle Rebate Project (CVRP) nabízí 5000 USD (asi 125 tis. Kč) na pořízení či pronájem nového FCEV [73].

4.5.7 Zhodnocení příkladů best practice

Jako „best practice" byly vybrány různé typy projektů, a to jak s ohledem na věcnou náplň (FCEV, FCEB a další), tak s ohledem na komplexnost a rozsah projektu (jednotlivý projekt, úroveň města, státu). Jsou tak zastoupeny příklady dlouhodobých strategií, běžící i již úspěšně ukončené projekty. Cílem tohoto přehledu bylo především poskytnout příklad úspěšné realizace pro různé typy projektů, které mohou být využity pro přípravu vlastních záměrů různými druhy entit (komerční sféra, státní správa, regiony).

Projekt Bee Zero tak ukazuje, jak je možné s minimální investicí do infrastruktury (jedna plnicí stanice) zajistit provoz flotily osobních automobilů. Výhodou přístupu sdílení vozidel formo carsharingu je především vysoký demonstrační efekt, jelikož automobil má možnost vyzkoušet každý zájemce, včetně zahraničních návštěvníků.

V rámci projektu CHIC byla prokázána dostatečná zralost vodíkového pohonu pro autobusy. Různé koncepce autobusů byly vyzkoušeny v regionech s různými podmínkami a vytvořena byla též série dokumentů s podrobnostmi o provozu, včetně „návodu" implementace FCEB [74]. Mezi závěry projektu patří především výrazné úspory primární energie a emisí oxidu uhličitého.

V další části je stručně analyzován přístup vodíkové mobilitě v Hamburku. Je naznačena strategie řešení hromadné dopravy a budování plnicí infrastruktury vodíku. Výsledky tohoto projektu jsou relevantní především pro větší města, mezi hlavní patří demonstrace možnosti výroby většiny vodíku pomocí energie obnovitelných zdrojů a významné úspory fosilních paliv a tím i emisí skleníkových plynů a škodlivin.

Projekty Hydrogen Mobility Europe si kladou za cíl vytvářet zárodky vodíkových regionů a přispět k pokrytí Evropy plnicí infrastrukturou. Jsou příkladem projektů se zapojením více regionů a velkého množství partnerů různého charakteru.

V další části je naznačena náplň úspěšného projektu vysokozdvižných vozíků, které jsou přibližně od roku 2008 uplatňovány v provozech velkých firem. I v tomto případě dochází k významnému snížení skleníkových plynů z provozu, uživatelů pak vysokozdvižné vozíky na vodík přináší úsporu provozních nákladů.

V poslední části je stručně analyzována situace Kalifornie, tedy projekt (strategie) na úrovni státu. Je patrné, že v Kalifornii se osvědčil kombinovaný způsob podpory, kde podpora finanční je doplněna o nefinanční instrumenty, které zvyšují atraktivitu alternativních pohonů (parkování v centrech, možnost jízdy v preferenčních pruzích). Na tomto příkladu je též ukázáno, že náklady na palivo mohou být v případě vodíku za určitých okolností nižší než na konvenční paliva.

4.6 SWOT analýza

Připravená SWOT analýza má za cíl vyzdvihnout hlavní ovlivňující faktory potenciálního rozvoje vodíkové mobility v kontextu podmínek a specifik České republiky. Výčet ovlivňujících faktorů není vyčerpávající, další doplnění a zpřesnění vyplyne z návazných prací v oblasti připravenosti trhu, modelování potenciálního vývoje, výzkumu trhu a společných prací s expertní skupinou. Cílem je zaměřit se především na potenciální ohrožení a kroky k eliminaci těchto hrozeb. Současně spolu s návrhem podpory a rozvojem potenciálních příležitostí, jejichž využití by měly být hlavním hybatelem pro vodíkovou mobilitu.

Nejprve je níže ve standardním čtyř-kvadrantovém formátu rozdělení na stránky silné/slabé a příležitosti/ohrožení. Dále jsou pak všechny body ze SWOT analýzy rozpracovány spolu s vysvětlením jednotlivých bodů a kde je nezbytné, tak se stanovením základního dopadu, které postupně vyústí v závěrečnou formulaci doporučení pro vodíkovou mobilitu v ČR.

Je třeba dodat, že uvedená SWOT analýza a její jednotlivé body, které obsahuje, reflektují aktuální stav v době zpracování studie a její jednotlivé prvky se mohou v průběhu času měnit.

Tabulka 8: Matice SWOT

#	Silné stránky	#	Slabé stránky
S1	Inovativní technologie (využití vodíkové technologie)	W1	Nová technologie spojená s nedůvěrou
S2	Při provozu prokazatelně nulové emise NOx, SO2, CO, celkové uhlovodíky (THC)	W2	Legislativa nepodporuje vznik trhu
S3	Snížení emisí skleníkových plynů (well-to-wheel)	W3	Vysoká cena sériového automobilu
S4	Svět disponuje nevyčerpatelnými zdroji pro výrobu vodíku	W4	Neexistence trhu s automobily na vodíkový pohon
S5	Doba plnění srovnatelná s konvenčními palivy	W5	Neexistence trhu s plnicími stanicemi
S6	Komplement ke standardním čerpacím stanicím	W6	Neexistence služeb spojených s nákupem a provozem vodíkových automobilů (pojištění, leasing)
S7	Vodík jako běžná komodita (technický plyn)	W7	Chybějící síť plnicích stanic v ČR
S8	Reálné zkušenosti s provozem neveřejné plnicí stanice (Neratovice)	W8	Nedostatečné pokrytí servisu
S9	Akceptovatelný dojezd (vazba na průzkum)	W9	Nižší informovanost veřejnosti vůči strategii ČR v oblasti rozvoje vodíku
S10	Dobrá jízdní dynamika vodíkových automobilů (elektromotor)	W10	Dlouhá obměna vozového parku v ČR (potenciální výměna za vodíkový automobil)
S11	Tichý zvuk motoru	W11	Plnění na plnicí stanici proškolenou osobu
S12	Více typů zdrojů výroby (ropa, zemní plyn, elektřina – elektrolýza, čištění chemických odpadů)	W12	Povědomí veřejnosti o nedostatečném dojezdu
S13	Existence mezinárodních standardů pro jednotlivé prvky vodíkové mobility		
#	**Příležitosti**	**#**	**Hrozby**
O1	Výroba vodíku jako vedlejšího produktu (při nízkých nákladech)	T1	Předsudky veřejnosti vůči bezpečnosti provozu, negativní povědomí
O2	Možnost vytvořit silné kladné PR pro ČR a místní samosprávy	T2	Neznalost veřejnosti v kontextu bezpečnosti
O3	Zapojení vzdělávacího systému (VŠ) do vývoje	T3	Nejistota zájemců (neznalost možností na trhu)
O4	Nástroj pro splnění emisních závazků ČR vůči EU	T4	Business case výstavby infrastruktury bude dlouhodobě záporný
O5	Úspora provozních nákladů v MHD a pro další vozidla operující v jedné lokalitě	T5	Nedostačená podpora pro rozvoj vodíkové mobility (finanční)
O6	Obdobná situace jako v elektromobilitě a CNG před několika lety	T6	Tržní cena vodíku
O7	Využití best practices ze světa	T7	Nepredikovatelnost ceny vodíku v následujících letech
O8	Zájem o vodíkovou technologii na straně nabídky, poptávky a investorů	T8	Lobby stávajícího trhu (ropa, elektřina, výrobci vozidel na konvenční pohon, provozovatelé čerpacích stanic)
O9	Nadbytek vodíku v chemickém průmyslu	T9	Špatná strategická rozhodnutí (investice do jednotlivých stanic vs. komplexní investice do trhu)
O10	Existence mezinárodních standardů pro jednotlivé prvky vodíkové mobility	T10	Nedostatečná infrastruktura

O11	Nový trh pracovních míst	T11	Technologický skok u konkurenčních technologií
O12	Automobilky v ČR zaměřené na standardní automobily mají ve svých vizích rozvoj vodíkové mobility	T12	Konkurenční nízko-emisní způsob dopravy – elektromobilita – má náskok 10 let oproti vodíkové mobilitě
O13	Napojení na německo-rakouskou infrastrukturu (propojení v rámci TEN-T sítích)	T13	Ohrožení pracovních míst na existujících čerpacích stanicích a úbytek čerpacích stanic v ČR
O14	Rozšíření vodíkové mobility do dalších oblastí dopravy a průmyslu	T14	Nejasné nebo prohibitivní legislativní prostředí pro praktické použití vodíkového pohonu (např. omezení parkování v uzavřených prostorech (garážích))
O15	Konkurenční výhoda pro průmysl ČR	T15	Nedostatečná rychlost při zavádění této technologie
O16	Výroba vodíku není vázána na existující surovinové zdroje	T16	Nedostatek kvalifikovaných lidí/odborníků pro start odvětví
O17	Stabilizační prvek energetické soustavy (do budoucna)		
O18	Vodík jako bezemisní zdroj při zlepšení stavu životního prostředí		

V následujících tabulkách jsou všechny výše zmíněné body ze SWOT analýzy rozpracovány společně s vysvětlením jednotlivých bodů. Kde je nezbytné, tak se stanovením základního dopadu.

Tabulka 9: Silné stránky

#	Silné stránky (aspekty)	Komentář
S1	Inovativní technologie (využití vodíkové technologie)	Moderní technologie
S2	Při provozu prokazatelně nulové emise NOx, SO2, CO, celkové uhlovodíky (THC)	Významný pozitivní vliv na kvalitu ovzduší, přínosy především pro města, pozitivní vliv na lidské zdraví
S3	Snížení emisí skleníkových plynů (well-to-wheel)	Snížení emisí skleníkových plynů díky vysoké účinnosti palivového článku a elektropohonu
S4	Svět disponuje nevyčerpatelnými zdroji pro výrobu vodíku	Vodík může být vyráběn z rozmanitých zdrojů (uhlovodíky, voda). V případě výroby z vody se jedná o uzavřený cyklus
S5	Doba plnění srovnatelná s konvenčními palivy	Doba plnění 3–5 minut
S6	Komplement ke standardním čerpacím stanicím	Úspora nákladů při budování (CAPEX i OPEX) na stávajících čerpacích stanicích
S7	Vodík jako běžná komodita (technický plyn)	Existuje trh s vodíkem, základní logistika je vyřešena
S8	Reálné zkušenosti s provozem neveřejné plnicí stanice (Neratovice)	Po technické, legislativní i organizační stránce zvládnutá činnost
S9	Akceptovatelný dojezd (vazba na průzkum)	Provedený průzkum dokládá, že dojezd nad 500 km je akceptovatelný (dostatečný) pro širokou veřejnost (viz výsledky provedeného průzkumu
S10	Dobrá jízdní dynamika vodíkových automobilů (elektromotor)	Elektromotor poskytuje FCEV dobrou jízdní dynamiku, kdy je plynulejší, přesnější a není třeba čekat na „zahřátí“ motoru
S11	Tichý zvuk motoru	Snížení hlukové zátěže (především ve městech a při použití autobusů)
S12	Více typů zdrojů výroby (ropa, zemní plyn, elektřina – elektrolýza, čištění chemických odpadů)	Omezení závislosti dopravního sektoru na konkrétní surovině a jejím dovozu. Není závislost na jednom trhu, rozmanitost, snížení rizika vysokého nárůstu ceny paliva
S13	Existence mezinárodních standardů pro jednotlivé prvky vodíkové mobility	Jsou uplatňovány mezinárodní standardy pro důležité prvky vodíkové mobility, mezi nimi především jednotné plnicí rozhraní, ale též požadavky na veřejné plnicí stanice, rychlost plnění a jejich minimální kapacitu.

Tabulka 10: Slabé stránky

#	Slabé stránky (aspekty)	Komentář
W1	Nová technologie spojená s nedůvěrou	Nutnost překonat počáteční nedůvěru a vysoké nároky, kdy veřejnost může z určitých důvodů odmítat novou technologii
W2	Legislativa nepodporuje vznik trhu	V současné době jsou legislativní omezení, které ztěžují potenciální rozvoj trhu – forma nejistoty, je třeba upravit legislativu pro umožnění rychlejšího rozvoje
W3	Vysoká cena sériového automobilu	Cena FCEV i FCEB je významně vyšší než konvenční vozidla v dané kategorii
W4	Neexistence trhu s automobily na vodíkový pohon	Trh začíná vznikat pouze v ekonomicky nejvyspělejších zemích, resp. kde je dostupná plnicí infrastruktura. V ČR zatím logicky trh neexistuje
W5	Neexistence trhu s plnicími stanicemi	Vysoké náklady na plnicí stanice, omezená konkurence. V ČR zatím nejsou pro výstavbu podmínky, což může být změněno na základě této analýzy
W6	Neexistence služeb spojených s nákupem a provozem vodíkových automobilů (pojištění, leasing)	V tuto chvíli nejsou k dispozici produkty pro provozování vozidla. Vyžaduje určitou dobu, než se trh přizpůsobí
W7	Chybějící síť plnicích stanic v ČR	Významná slabina – nemožnost využít vozidlo dle potřeb
W8	Nedostatečné pokrytí servisu	Problematické zajištění servisu, než bude dosaženo dostatečného množství vozidel (menší problém pro flotily jezdící v jedné lokalitě – bus, taxi apod.)
W9	Nižší informovanost veřejnosti vůči strategii ČR v oblasti rozvoje vodíku	Veřejnost má málo informací o tomto potenciálním typu paliva
W10	Dlouhá obměna vozového parku v ČR (potenciální výměna za vodíkový automobil)	Obměna vozového parku v ČR je pomalá. Zkušenosti v ČR naznačují pomalou výměnu automobilů za nové., FCEV se budou prosazovat a nahrazovat relativně pomalu
W11	Plnění na plnicí stanici proškolenou osobu	Pouze školená osoba může nyní plnit vozidlo vodíkem (na základě legislativy)
W12	Povědomí veřejnosti o nedostatečném dojezdu	Nižší dojezd než u konvenčních vozidel, znamená snížení dojezdového komfortu – nezbytná hustší síť plnicích stanic

Tabulka 11: Příležitosti

#	Příležitosti (aspekty)	Komentář
O1	Výroba vodíku jako vedlejšího produktu (při nízkých nákladech)	Při využití vodíku jako vedlejšího produktu z chemického průmyslu potenciál značného snížení nákladů na palivo
O2	Možnost vytvořit silné kladné PR pro ČR a místní samosprávy	Vodíková mobilita je považována za vysoce prestižní obor, jehož aplikace může napomoci zvýšit povědomí a prestiž ČR ve světě
O3	Zapojení vzdělávacího systému (VŠ) do vývoje	Potenciální rozvoj vysokého školství v případě zapojení do vodíkového trhu
O4	Nástroj pro splnění emisních závazků ČR vůči EU	Snížení emisí skleníkových plynů. Dosažení emisních závazků bez zavedení inovativních technologií by bylo vysoce obtížné
O5	Úspora provozních nákladů v MHD a pro další vozidla operující v jedné lokalitě	Provozní náklady (palivo, servis) mohou být nižší z důvodu koncentrace vozidel do jednoho prostoru.
O6	Obdobná situace jako v elektromobilitě a CNG před několika lety	Možnost využít zkušenosti z rozvoje ostatních alternativních paliv v ČR i ve světě
O7	Využití best practices ze světa	Možnost využít zkušenosti pokročilejších států
O8	Zájem o vodíkovou technologii na straně nabídky, poptávky a investorů	Potenciálně zajímavá obchodní příležitost – viz např. poslední zprávy v tisku (https://www.airliquide.com/media/new-hydrogen-council-launches-davos)
O9	Nadbytek vodíku v chemickém průmyslu	Nadbytek vodíku v chemickém průmyslu přináší možnosti využitelnosti přebytků v jiných oborech (v tomto případě v automobilovém)
O10	Existence mezinárodních standardů pro jednotlivé prvky vodíkové mobility	Využitelnost mezinárodních standardů v rámci vodíkové mobility, které v současné době nejsou zahrnuty v České legislativě. Možnost implementace těchto standardů.
O11	Nový trh pracovních míst	Nový obor přináší nová pracovní místa
O12	Automobilky v ČR mají ve svých vizích rozvoj vodíkové mobility	Zapojení průmyslu (nejen automobilového) v ČR, potenciál zvýšení exportu, zaměstnanosti apod.
O13	Napojení na německo-rakouskou infrastrukturu (propojení v rámci TEN-T sítích)	Geografická pozice ČR mezi státy umožňuje v ČR vystavět tranzitní body (plnicí stanice) pro vozidla na vodík. Plnicí stanice mohou být využity zahraničními zákazníky, podpora turistického ruchu, nižší emisní zátěž
O14	Rozšíření vodíkové mobility do dalších oblastí dopravy a průmyslu	Především z hlediska množství vznikajících emisí je významný segment kolejové dopravy (neelektrifikované tratě), mezi významné zdroje znečišťujících látek patří také tzv. posunovací lokomotivy, jejichž emise nejsou v současnosti regulovány, regulace je však připravována. Dalším potenciálním segmentem je lodní doprava
O15	Konkurenční výhoda pro průmysl ČR	Infrastruktura pro plnění vodíku a rozvoj vodíkové mobility může umožnit českému průmyslu rozvoj podnikání v oblasti vodíkových technologií (Škoda Electric, Škoda Auto, SOR a další).
O16	Výroba vodíku není vázána na existující surovinové zdroje	Vodík není závislý na surovinách typu ropa, plyn.
O17	Stabilizační prvek energetické soustavy (do budoucna)	Vodík může sloužit jako záložní zdroj při realizaci ostrovních či lokálních systémů (akumulace)
O18	Vodík jako bezemisní zdroj při zlepšení stavu životního prostředí	Využití bezemisního zdroje v dopravě a potenciálně i v energetice pro zajištění zlepšení (či minimálně udržení stávajícího) stavu životního prostředí

Tabulka 12: Hrozby

#	Hrozby (aspekty)	Komentář
T1	Předsudky veřejnosti vůči bezpečnosti provozu, negativní povědomí	Neznalost veřejnosti inklinuje k nejistotám spojeným s novým odvětvím. Je třeba pozitivně působit na veřejnost ve smyslu využití např. stávajících informací o crash testech
T2	Neznalost veřejnosti v kontextu bezpečnosti	Nízká znalost, historické negativní zkušenosti
T3	Nejistota zájemců (neznalost možností na trhu)	V případě neznalosti technologie a jejích výhod ze strany veřejnosti nemusí dojít k očekávanému rozvoji ani v případě rozvoje plnicí infrastruktury
T4	Business case výstavby infrastruktury bude dlouhodobě záporný	V případě, že nebude vhodně nastavena podpora investic do infrastruktury, tak se nedá očekávat udržitelnost (ani rozvoj) segmentu
T5	Nedostačená podpora pro rozvoj vodíkové mobility (finanční)	Bez podpory bude trh (infrastruktura, vozidla) vznikat velmi pomalu, resp. investice do něho potečou až ve chvíli určité rentability
T6	Tržní cena vodíku	Nejistota ceny vodíku v případě rozvoje trhu. V současné době je cena nízká, ale při rozvoji může z důvodu potenciálního nedostatku růst
T7	Nepredikovatelnost ceny vodíku v následujících letech	Tržní cena vodíku může být se vzrůstající poptávkou nestabilní
T8	Lobby stávajícího trhu (ropa, elektřina, výrobci vozidel na konvenční pohon, provozovatelé čerpacích stanic)	Konzervativní přístup současných hlavních hráčů
T9	Špatná strategická rozhodnutí (investice do jednotlivých stanic vs. komplexní investice do trhu)	Při budování sítě je třeba rozhodnout, zda bude budováno především napojení na sousední státy (především Německo a Rakousko) – hlavní tahy; či zaměření na lokální rozvoj ve městech (MHD atd.)
T10	Nedostatečná infrastruktura	Nedostatečná infrastruktura bude brzdit rozvoj v navazujících oblastech
T11	Technologický skok u konkurenčních technologií	V současnosti není především elektromobilita schopna poskytnout dostatečný cestovní komfort pro dlouhé cesty. V případě technologického skoku může být tato nevýhoda eliminována
T12	Konkurenční nízko-emisní způsob dopravy – elektromobilita – má náskok 10 let oproti vodíkové mobilitě	Obtížné prosazování mezi ostatními alternativami z důvodu určitého zpoždění
T13	Ohrožení pracovních míst na existujících čerpacích stanicích a úbytek čerpacích stanic v ČR	Výstavba vodíkové infrastruktury by zapříčinila pokles čerpacích stanic (protože není třeba tolik vodíkových stanic), což by mohlo vést k poklesu zaměstnanosti v tomto odvětví
T14	Nejasné nebo prohibitivní legislativní prostředí pro praktické použití vodíkového pohonu (např. omezení parkování v uzavřených prostorech (garážích))	Legislativní rámec může způsobit zbrzdění nástupu technologie. Např. v Japonsku způsobily neodůvodněně přísné požadavky na bezpečnost zastavení rozvoje plnicí infrastruktury ve městech. Obdobě v ČR je omezen vjezd vozidel se CNG pohonem do podzemních garáží. Nejasná interpretace legislativy pro obsluhu vyhrazených plynových a tlakových zařízení.
T15	Nedostatečná rychlost při zavádění této technologie	Vzhledem k tomu, že se jedná o konkurenční odvětví pro elektromobilitu, tak je třeba postupovat poměrně rychle, aby elektromobilita nepokryla již celý nový trh s alternativními palivy
T16	Nedostatek kvalifikovaných lidí/odborníků pro start odvětví	Nové odvětví vyžaduje zapojení odborníků, kvalifikované pracovní síly do vývoje, jinak může dojít ke zpomalení či zastavení vývoje.

5 Průzkum v rámci analýzy současné situace vodíkové mobility

Analýza současné situace vodíkové mobility v dopravě v České republice zahrnuje sběr primárních dat pomocí dotazníkového šetření na vzorku potenciálních zákazníků/kupců osobních automobilů a hloubkových rozhovorů se zástupci provozovatelů veřejné dopravy ČR. Cílem tohoto průzkumu je identifikace klíčových subjektů na straně nabídky, kteří využívají vodík jako strategické palivo pro dopravní prostředky (výrobci osobních automobilů a výrobci ostatních dopravních prostředků), dále subjektů, kteří vyrábějí vodík a zajišťují vodíkovou infrastrukturu, zejména čerpací stanice a podniky produkující a prodávající vodík. Na straně poptávky se jedná o potenciální zákazníky, a to jak z řad jednotlivců, tak různých typů společností jako jsou například provozovatelé veřejné dopravy v ČR. Samostatným tématem je pak posouzení atraktivity vodíkové mobility pro potenciální investory.

Kvantitativní část průzkumu byla realizována formou dotazníkového šetření na téma Využití vodíkového pohonu v dopravě v ČR a probíhalo od 9. ledna 2017 do 31. března 2017. Dotazník byl vytvořen na webu Survey Monkey a skládal se ze 17 otázek, které byly jak uzavřené, tak otevřené. Realizovaného průzkumu se zúčastnilo 652 respondentů. Dotazník byl šířen převážně skrze sociální sítě, za součinnosti MD, MPO a MŽP. Kompletní výčet otázek s variantami odpovědí je součástí přílohy 1 tohoto dokumentu.

Kvalitativní část průzkumu byla realizována formou hloubkových rozhovorů, které probíhaly od 6. března 2017 do 11. května 2017. Tematické okruhy otázek se týkaly využitelnosti vodíkového pohonu v dopravě v ČR, především pak popisu současného a budoucího stavu vodíku, predikce vývoje v dopravě, porovnání vodíku vůči elektromobilitě, dále na otázky týkající se investic, ceny vodíku/automobilů na vodíkový pohon/plnicích stanic, otázky týkající se rizik na trhu a možné definice potenciální vhodné podpory. Kompletní výčet tematických okruhů otázek je součástí přílohy 2 tohoto dokumentu. Realizovaných hloubkových rozhovorů se zúčastnilo celkem 13 respondentů, jimiž byli zástupci jak z oblasti výroby vodíku, automobilek, dopravního podniku, tak měst či potenciální investoři. Níže je uveden jmenný seznam jednotlivých respondentů:

Výroba vodíku a komponent k jeho využití

- Zbyněk Brada (vedoucí marketingové komunikace, Linde Gas)
- Tomáš Herink (ředitel výzkumu, Unipetrol, a. s.)
- Jiří Pohl (Senior Engineering, Siemens)

- Zdeněk Vomočil (technický ředitel, Vítkovice)

Věda a výzkum

- Daniel Minařík (vedoucí Laboratoře vodíkových technologií, VŠB-TU Ostrava)

Automobilky

- Lukáš Folbrecht (SR – Koordinátor vnějších vztahů, Škoda Auto, a. s.)
- Martin Peleška (Czech Country Director, Toyota CENTRAL EUROPE – Czech s. r. o.)
- Jan Vodstrčil (Homologation and Product Safety Manager, Iveco Czech Republic, a. s.)
- zástupce Hyundai Motor Manufacturing Czech s.r.o. projevil zájem o účast v průzkumu, následně však ze strany automobilky nebyly dodány nezbytné podklady a rozhovor se na jejich žádost neuskutečnil

Dopravní podniky

- Martin Chovanec (technický a investiční náměstek, DP Ostrava)
- Tomáš Jílek (člen dozorčí rady Operátor ICT, Hlavní město Praha)

Města

- Věra Palkovská (starostka města, Město Třinec)

Investoři

- Aleš Barabas (člen představenstva, UniCredit Bank)
- Karel Mourek (člen představenstva, Česká spořitelna)

5.1 Manažerské shrnutí průzkumu

Postoj **potenciálních zákazníků** z řad **široké veřejnosti k využitelnosti vodíku v dopravě** je vesměs **příznivý**. Nepotvrdila se tak jedna z hypotéz, která předpokládala, že veřejnost bude významně neinformovaná a bude mít předsudky vůči této nastupující nové technologii, případně obavy z bezpečnosti vodíkové pohonu v autodopravě. Významnou **linkou pozitivního vnímání** vodíkové technologie veřejností je **šetrnost vůči životního prostředí**. Tu očima respondentů představují zejména snižování hluku a emisí. Přesto realizovaný průzkum potvrdil, že **ekologická motivace** k pořízení osobního automobilu na vodíkový pohon **nebude do budoucna u respondentů dostačující**, a že veřejnost bude očekávat nějaký další benefit, ať už formou **dotace, daňového zvýhodnění nebo privilegovaného parkování**. Mezi největšími obavami jednoznačně figurují **vysoké pořizovací náklady** nového vozidla a **nedostatečná infrastruktura čerpacích stanic**. Tyto závěry z průzkumu podpořily vnímání projektového týmu i ministerstva, jelikož premisa o nezbytných dodatečných motivacích byla vnímána hned od počátku a bude více rozepsána v další kapitole tohoto materiálu.

Expertní pohled není oproti vnímání široké veřejnosti tak významně **zatížen samotnou medializací tématu** využití vodíkové technologie v dopravě. Současný stav vodíkové technologie v ČR experti často popisují jako laboratorní, ale s dodatkem k připravenosti jeho širšího využívání. Vývojově **automobil na vodík navazuje na bateriový elektromobil**, přičemž v blízké budoucnosti může být **vodík brán jako prodlužovač**

dojezdové vzdálenosti elektromobilu. Otázka dlouhodobého horizontu bude závislá od vývoje elektrochemických zdrojů s přímým dopadem na dojezdovou vzdálenost a výdrž baterie v elektromobilu.

Fakt, že automobil na vodíkový pohon, je z hlediska stavby motoru v podstatě elektromobil, není mezi širokou veřejností příliš rozšířen. Mnoho respondentů hloubkových rozhovorů **nevnímají budoucí vývoj alternativních vozidel** jako **zápas mezi elektromobily a automobily na vodíkový pohon**, ale jako dvě cesty alternativního pohonu, které mohou být ve vzájemné synergii. Současná podpora elektromobility tudíž může zároveň napomáhat rozvoji vodíkového pohonu v dopravě.

I když **ČR nemá ideální** podmínky pro **obnovitelné zdroje**, tak je zde potenciální možnost pro ČR na začlenění do nějaké nové energetické platformy, kde by vodík hrál roli strategické suroviny (ukládání elektřiny, alternativní palivo apod.), kterou bychom byli schopni distribuovat i mimo trh ČR. Objevují se názory na **využití geografického umístění ČR** mezi **Německem** a **Rakouskem a jejich TEN-T sítěmi**, tedy mezi státy, které už začaly budovat vodíkovou plnicí infrastrukturu, a stát se **strategickým dopravním propojením** mezi jihem a severem Evropy.

V otázce blízké budoucnosti vidí respondenti mimo tranzitu přes ČR potenciál především ve veřejné (**autobusové) dopravě**, kde je již v současné době **perfektně zvládnutá a dostupná technologie**. Vždy musí být na paměti ekonomický prvek. Celkově však panuje shoda, že různé formy **ostrovních vodíkových provozů mohou být velmi zajímavé jak z pohledu úspory emisí, tak postupně i z pohledu snížení provozních nákladů.** Jedná se nejen o autobusovou dopravu, ale také o další komunální služby a například zásilkové služby. Obecně by se tyto provozy měly brát jako pilotní provozy, resp. předstupeň celoplošného využívání, kde se vyzkouší reálný životní cyklus vodíkové technologie na území ČR.

Významným faktorem, který bude mít značný podíl na tom, zda se **vodík v dopravě** bude nadále rozvíjet, bude **silné PR**, které by zasáhlo nejen výraznou část populace, ale pak také tu „bohatší" vrstvu, která bude brát vodík jako zajímavou novinku, resp. aktuální trend. Obdobně jako to bylo a je s elektromobilitou.

Většina respondentů souhlasí, že nejsložitější otázkou rozvoje využívání vodíku v dopravě je, co má být dříve, zda začít s **výstavbou infrastruktury plnicích stanic** nebo s **výrobou a prodejem automobilů**. Je nasnadě, že jedno bez druhého postrádá smysl. Obecně ale panuje shoda, že podpora ze strany státu by měla jít primárně do rozvoje infrastruktury. Návazná podpora samotných vozidel dává smysl pouze pro konečné zákazníky (tedy ne pro výrobce a prodejce vozů).

Zejména to je důvodem, proč se v návaznosti na tento dokument jeví nezbytný krok **vznik jasně definované vládní strategie (resp. rozšíření dokumentu NAP CM v rámci aktualizace a konkrétně kapitoly týkající se vodíku)**, která bude zahrnovat **podporu rozvoje využívání vodíkové technologie**. V otázce podpory ze strany státu panuje celkově mezi respondenty názorová shoda, že by mělo jít hned o několik oblastí, které jsou dále řešeny v další kapitole tohoto dokumentu. Ve zkratce může jít v oblasti **legislativy** například o daňové zvýhodnění nákupu automobilů či autobusů, v oblasti **enviromentální** například vjezd do měst či parkování a v oblasti **infrastruktury** o podporu výstavby plnicích stanic.

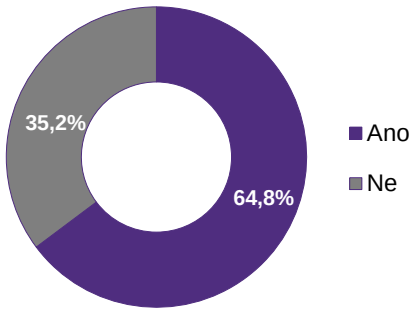
5.2 Výstupy z dotazníkového šetření

Dotazník se skládal ze 17 otázek. Dotazníkové šetření vyplnilo celkem 652 respondentů. Jednotlivé otázky v dotazníku nebyly povinné, z tohoto důvodu se počet odpovědí v jednotlivých otázkách mírně liší. Důvodem této koncepce je, aby byla co nejvyšší návratnost dotazníků.

Grafické zpracování výsledků

1. Víte, že jsou již vyráběny a v běžném provozu využívány osobní automobily na vodíkový pohon?

Obrázek 14: Vyhodnocení otázky č.1

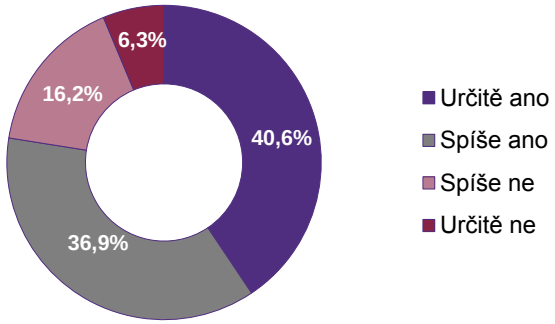


Tabulka 13: Vyhodnocení otázky č.1

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Ano	64,8 %	421
Ne	35,2 %	229
Celkem		**650**

2. **Byl by pro Vás motivující pro pořízení automobilu na vodíkový pohon fakt, že je to šetrné vůči životnímu prostředí (0 % emisí)?**

Obrázek 15: Vyhodnocení otázky č.2

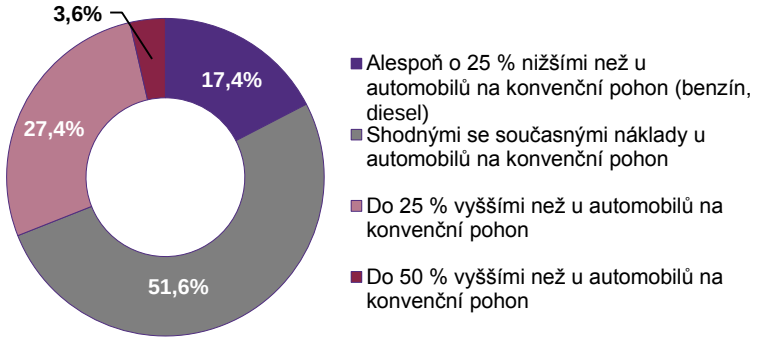


Tabulka 14: Vyhodnocení otázky č.2

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Určitě ano	40,6 %	263
Spíše ano	36,9 %	239
Spíše ne	16,2 %	105
Určitě ne	6,3 %	41
Celkem		**648**

3. **Byl/a byste ochoten/a pořídit si automobil na vodíkový pohon s pořizovacími náklady:**

Obrázek 16: Vyhodnocení otázky č.3

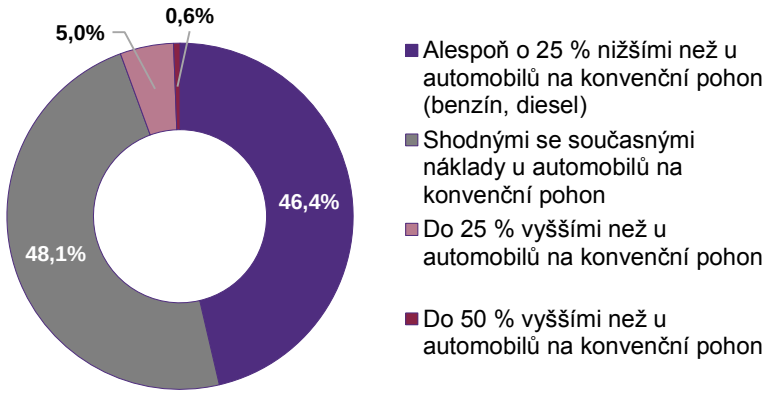


Tabulka 15: Vyhodnocení otázky č.3

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Alespoň o 25 % nižšími než u automobilů na konvenční pohon (benzín, diesel)	17,4 %	112
Shodnými se současnými náklady u automobilů na konvenční pohon	51,6 %	332
Do 25 % vyššími než u automobilů na konvenční pohon	27,4 %	176
Do 50 % vyššími než u automobilů na konvenční pohon	3,6 %	23
Celkem		**643**

4. Byl/a byste ochoten/a pořídit si automobil na vodíkový pohon s provozními náklady:

Obrázek 17: Vyhodnocení otázky č.4

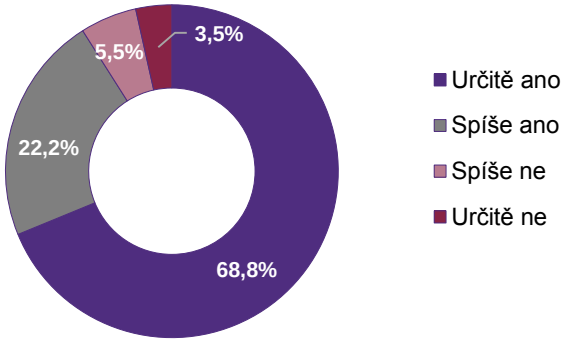


Tabulka 16: Vyhodnocení otázky č.4

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Alespoň o 25 % nižšími než u automobilů na konvenční pohon (benzín, diesel)	46,4 %	299
Shodnými se současnými náklady u automobilů na konvenční pohon	48,1 %	310
Do 25 % vyššími než u automobilů na konvenční pohon	5,0 %	32
Do 50 % vyššími než u automobilů na konvenční pohon	0,6 %	4
Celkem		**645**

5. Byla by pro Vás motivující pro pořízení automobilu na vodíkový pohon finanční podpora od státu či výrobce?

Obrázek 18: Vyhodnocení otázky č.5

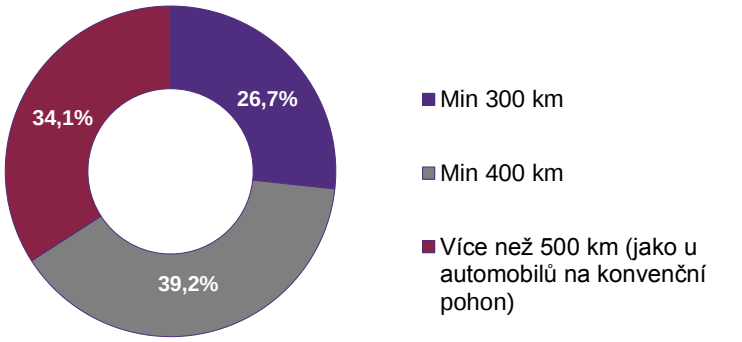


Tabulka 17: Vyhodnocení otázky č.5

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Určitě ano	68,8 %	447
Spíše ano	22,2 %	144
Spíše ne	5,5 %	36
Určitě ne	3,5 %	23
Celkem		**650**

6. Jakou minimální dojezdovou vzdálenost byste toleroval/a u automobilu na vodíkový pohon?

Obrázek 19: Vyhodnocení otázky č.6

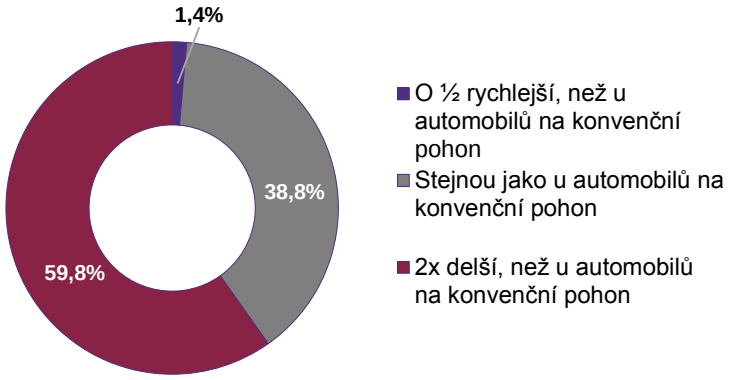


Tabulka 18: Vyhodnocení otázky č.6

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Min 300 km	26,7 %	173
Min 400 km	39,2 %	254
Více než 500 km (jako u automobilů na konvenční pohon)	34,1 %	221
Celkem		**648**

7. Jakou jste ochotni akceptovat přibližnou dobu tankování (doplňování paliva) automobilu na vodíkový pohon?

Obrázek 20: Vyhodnocení otázky č.7

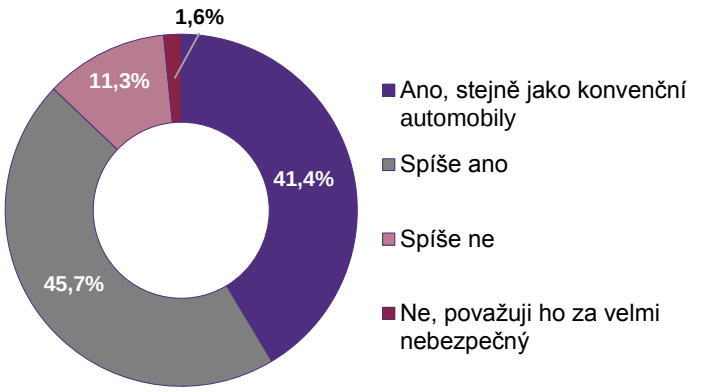


Tabulka 19: Vyhodnocení otázky č.7

Možnosti odpovědí	v %	Počet
O ½ rychlejší, než u automobilů na konvenční pohon	1,4 %	9
Stejnou jako u automobilů na konvenční pohon	38,8 %	252
2x delší, než u automobilů na konvenční pohon	59,8 %	389
Celkem		**650**

8. Domníváte se, že je automobil na vodíkový pohon bezpečný?

Obrázek 21: Vyhodnocení otázky č.8

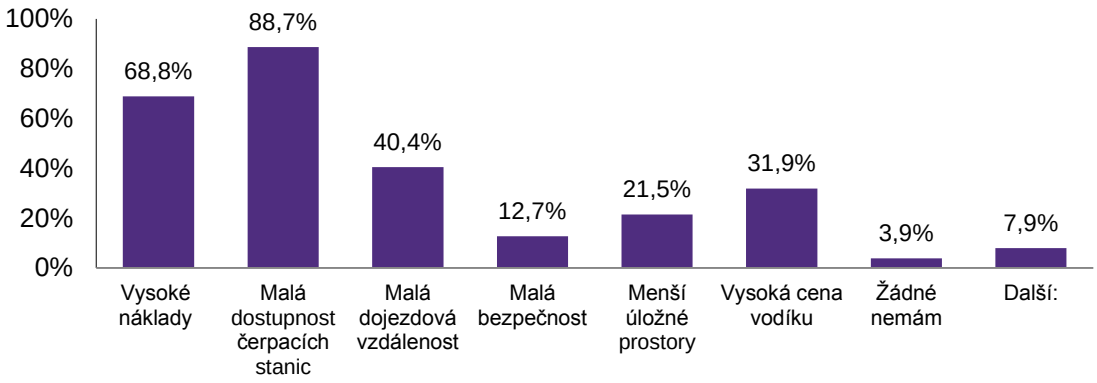


Tabulka 20: Vyhodnocení otázky č.8

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Ano, stejně jako konvenční automobily	41,4 %	267
Spíše ano	45,7 %	295
Spíše ne	11,3 %	73
Ne, považuji ho za velmi nebezpečný	1,6 %	10
Celkem		**645**

9. Máte nějaké obavy z pořízení automobilu na vodíkový pohon? (můžete vybrat více možností)

Obrázek 22: Vyhodnocení otázky č.9



Tabulka 21: Vyhodnocení otázky č.9

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Vysoké náklady (pořizovací, provozní, ...)	68,8 %	446
Malá dostupnost čerpacích stanic	88,7 %	575
Malá dojezdová vzdálenost	40,4 %	262
Malá bezpečnost	12,7 %	82
Menší úložné prostory	21,5 %	139
Vysoká cena vodíku	31,9 %	207
Žádné nemám	3,9 %	25
Další*	7,9 %	51
Celkem		**650**

* V kategorii **"další"** zmiňovali respondenti následující obavy:

- nešetrnost k ŽP při zvážení celého cyklu vč. těžby / výroby vodíku a výroby motoru
- těkavost vodíku, problémy se skladováním, úniky do atmosféry, omezení v parkovacích domech
- zatím pouze pilotní provoz, neověřená životnost, poruchovost
- obavy z dotací „v něčí prospěch" / dotace jako „zlodějské podpůrné programy"

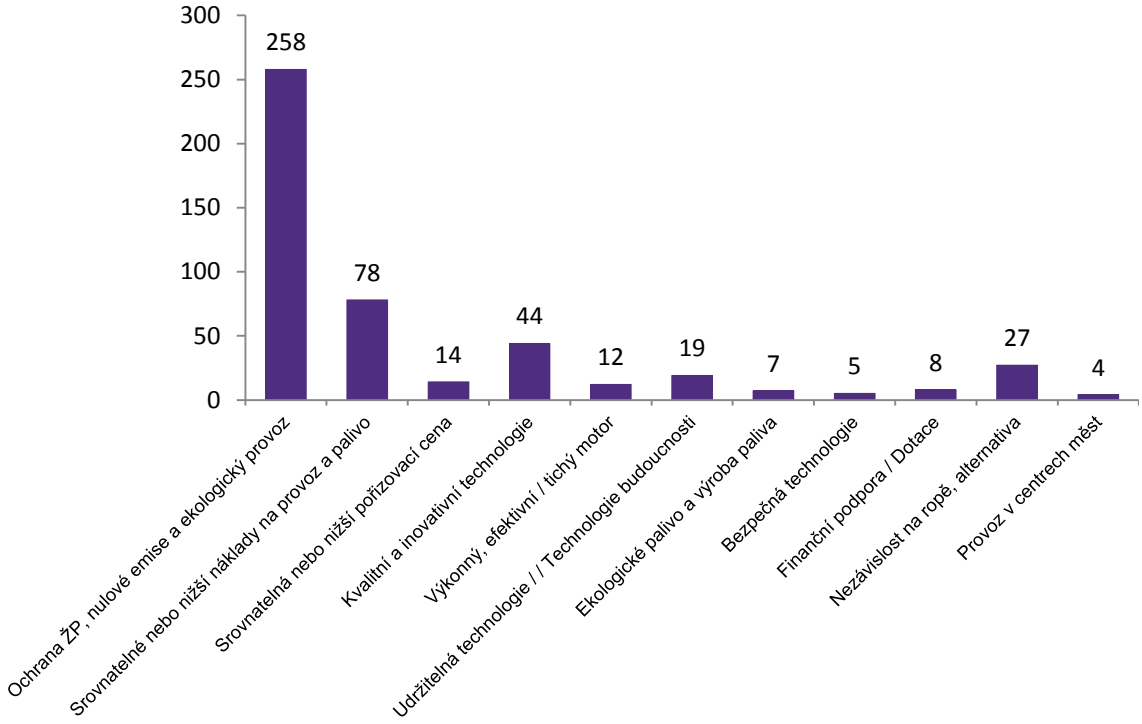
10. Uveďte nejzásadnější důvody, proč byste si automobil na vodíkový pohon: (otevřená otázka)

Tabulka 22: Vyhodnocení otázky č.10

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Pořídil/a	92,4 %	413
Nepořídil/a	87,5 %	391
Celkem		**447**

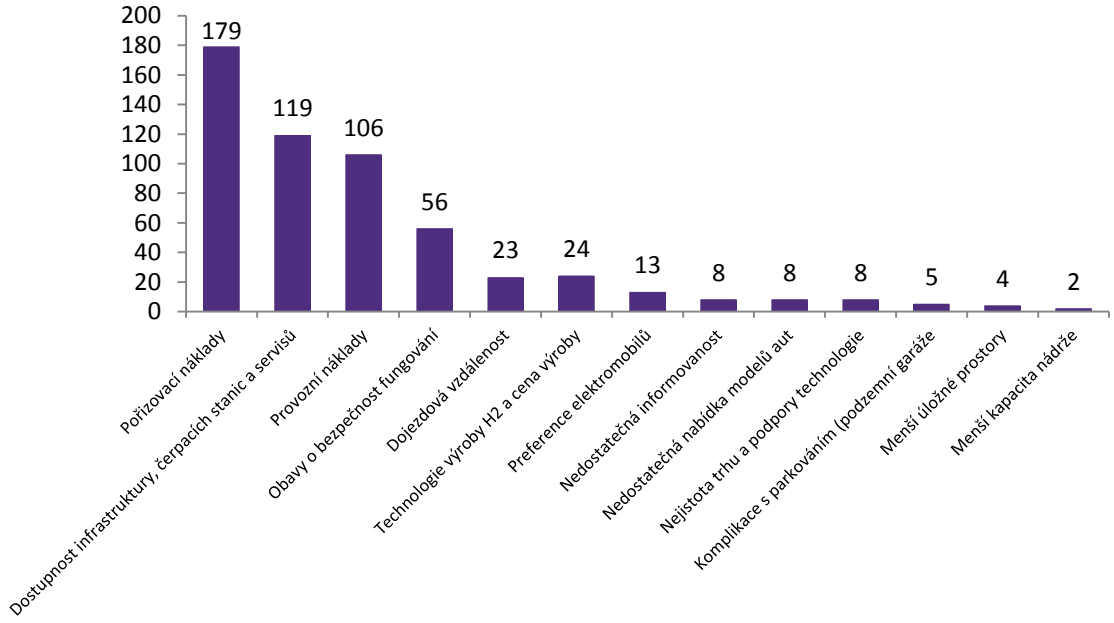
a) Nejzásadnější důvody PRO pořízení

Obrázek 23: Vyhodnocení otázky č. 10 - nejzásadnější důvody PRO pořízení



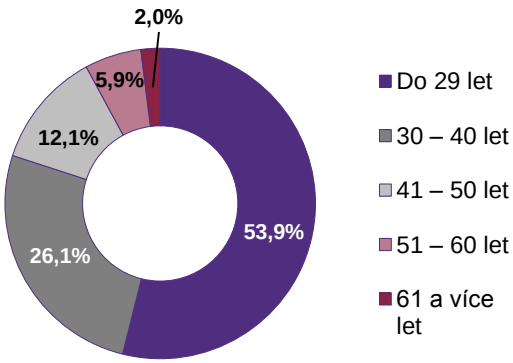
b) Nejzásadnější důvody PROTI pořízení

Obrázek 24: Vyhodnocení otázky č. 10 - nejzásadnější důvody PROTI pořízení



11. Jaký je Váš věk?

Obrázek 25: Vyhodnocení otázky č.11

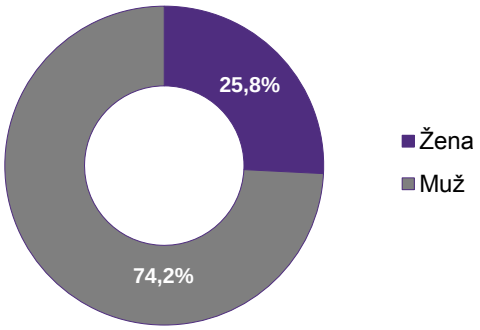


Tabulka 23: Vyhodnocení otázky č.11

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Do 29 let	53,9 %	347
30 – 40 let	26,1 %	168
41 – 50 let	12,1 %	78
51 – 60 let	5,9 %	38
61 a více let	2,0 %	13
Celkem		**644**

12. Jaké je Vaše pohlaví?

Obrázek 26: Vyhodnocení otázky č.12

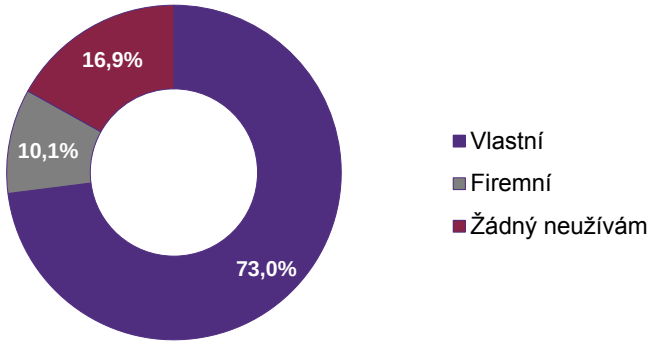


Tabulka 24: Vyhodnocení otázky č.12

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Žena	25,8 %	166
Muž	74,2 %	477
Celkem		**643**

13. Jaký užíváte automobil?

Obrázek 27: Vyhodnocení otázky č.13

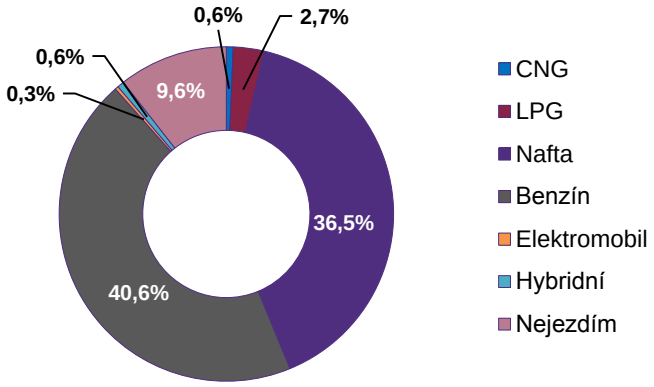


Tabulka 25: Vyhodnocení otázky č.13

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Vlastní	73,0 %	470
Firemní	10,1 %	65
Žádný neužívám	16,9 %	109
Celkem		**644**

14. Pokud užíváte automobil, na jaké palivo jezdíte v současné době?

Obrázek 28: Vyhodnocení otázky č.14

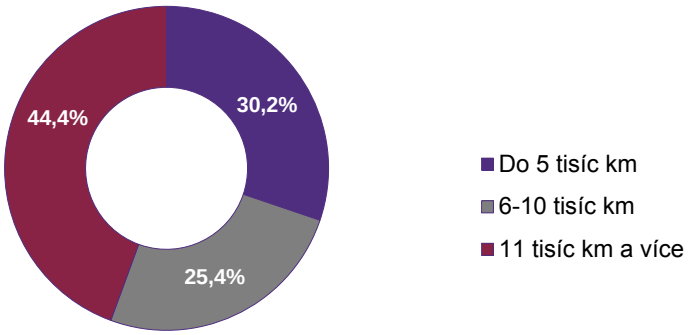


Tabulka 26: Vyhodnocení otázky č.14

Možnosti odpovědí	v %	Počet
CNG	0,6 %	4
LPG	2,7 %	17
Nafta	36,5 %	228
Benzín	40,6 %	254
Elektromobil	0,3 %	2
Hybridní	0,6 %	4
Nejezdím	9,6 %	60
Celkem		**625**

15. Kolik km najezdíte průměrně ročně?

Obrázek 29: Vyhodnocení otázky č.15

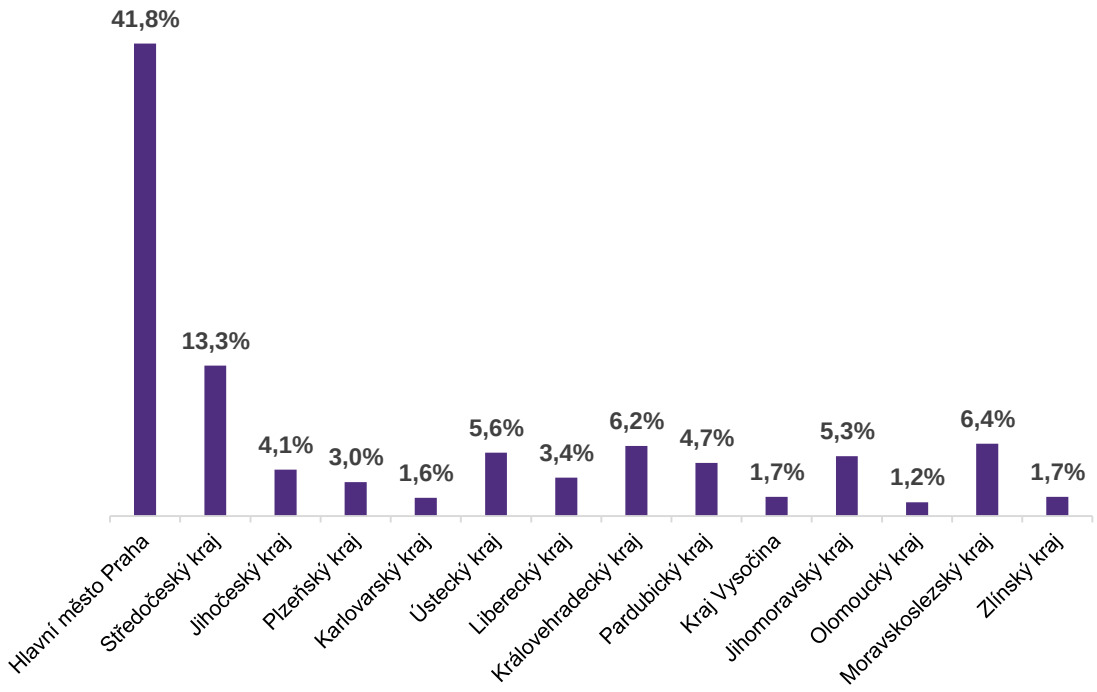


Tabulka 27: Vyhodnocení otázky č.15

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Do 5 tisíc km	30,2 %	188
6-10 tisíc km	25,4 %	158
11 tisíc km a více	44,4 %	276
Celkem		**622**

16. V jakém kraji žijete?

Obrázek 30: Vyhodnocení otázky č.16

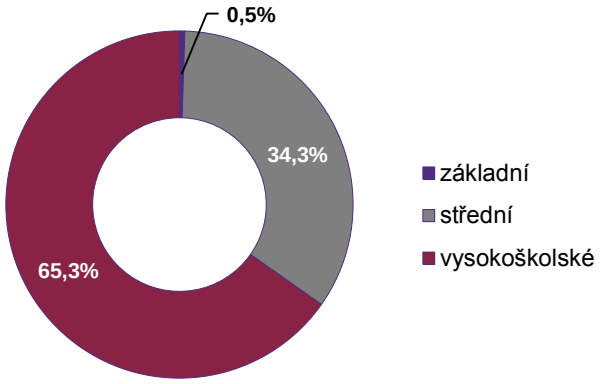


Tabulka 28: Vyhodnocení otázky č.16

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Hlavní město Praha	41,8 %	268
Středočeský kraj	13,3 %	85
Jihočeský kraj	4,1 %	26
Plzeňský kraj	3,0 %	19
Karlovarský kraj	1,6 %	10
Ústecký kraj	5,6 %	36
Liberecký kraj	3,4 %	22
Královehradecký kraj	6,2 %	40
Pardubický kraj	4,7 %	30
Kraj Vysočina	1,7 %	11
Jihomoravský kraj	5,3 %	34
Olomoucký kraj	1,2 %	8
Moravskoslezský kraj	6,4 %	41
Zlínský kraj	1,7 %	11
Celkem		**641**

17. Jaké je vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Obrázek 31: Vyhodnocení otázky č.17



Tabulka 29: Vyhodnocení otázky č.17

Možnosti odpovědí	v %	Počet
Základní	0,5 %	3
Střední	34,3 %	221
Vysokoškolské	65,3 %	421
Celkem		**645**

5.3 Výstupy z hloubkových rozhovorů

Celkem bylo realizováno 13 hloubkových rozhovorů dle předem připraveného okruhu otázek týkající se vodíkové mobility. Hloubkové rozhovory byly všemi respondenty revidovány a schváleny.

5.3.1 Výroba vodíku a komponent k jeho využití

5.3.1.1 Zbyněk Brada

Tabulka 30: Záznam rozhovoru: Zbyněk Brada

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Ing. Zbyněk Brada	Vedoucí marketingové komunikace	Linde Gas a.s.

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle Zbyňka Brady je vodík vnímán jako technický plyn. Linde má v Rakousku vývojové centrum vodíkových technologií. Tempo vodíkové mobility rychle roste, ve spoustě zahraničních měst funguje velmi dobře např. autobusová doprava na vodíkový pohon a zároveň je využívají i soukromé firmy pro svou vlastní dopravu, kdy mají své vlastní plnicí stanice v areálu firmy (v dopravní vzdálenosti 350 km). Do budoucna vidí potenciál využití vodíku nejen v automobilové dopravě, ale také v lodní či letecké, případně při „skladování" elektrické energie.

V rámci popisu současného stavu a využitelnosti vodíku v dopravě je technologicky dle Zbyňka Brady vše zvládnuto, infrastruktura funguje, vodíkové automobily jezdí, ovšem ochota výrobců přejít na vodíkové technologie je nízká. Z pohledu blízké budoucnosti vidí potenciál především v autobusové dopravě, kde je v současné době perfektně zvládnutá technologie. V cizině již funguje. Zároveň je ale důležitá podpora ze strany EU, ale také hlavně od státu. Je třeba vyrábět automobily, které budou pro zákazníky lákavé i po vzhledové stránce (fanoušci vodíkových technologií, movitější klientela). Využití vodíku spatřuje také v rámci ostrovní technologie – pošty, sběr komunálního odpadu, aj.

Z hlediska blízké budoucnosti spatřuje Zbyněk Brada první „vlaštovky" vodíkové mobility především v rámci autobusů. Realizaci pilotních programů vidí cca v roce 2020, větší rozšíření vodíkové mobility poté cca v roce 2030. Za klíčové milníky, které by posunuly současný stav k budoucímu stavu vidí vybudování alespoň dvou čerpacích stanic, které by Českou republiku propojily s Německem nebo při přejezdu např. z Prahy do Ostravy. V současné době zároveň není jasně specifická legislativa zabývající se vodíkovou mobilitou, např. v rámci požární ochrany, odstupové vzdálenosti mezi stojany v rámci plnicích stanic, nutnosti vyškolené obsluhy při plnění vodíku apod. Bezpečnostní technici z toho mají obavy, nechce se jim do toho jít. Je třeba, aby každá země měla svou vlastní legislativu, která tyto oblasti jasně specifikuje.

Vůči elektromobilitě si vodíkové automobily nestojí příliš dobře, elektromobilita je v současné chvíli o kousek dál. Elektromobily jsou v České republice dostupnější, veřejnost je zná, může se s nimi setkat osobně, nemusí se bát jejich bezpečnosti. Vodíkové automobily ovšem mají vyšší dojezdovou vzdálenost. V rámci využívání baterií nebo vodíkových palivových článků se jedná pouze o jiný zdroj elektrické energie. S vývojem elektromobility se bude vyvíjet i vodík., oboje nezbytně současně. V současné době stoupá spotřeba elektrické energie, ale zároveň se vyvíjí tlak rušit atomové elektrárny, jejichž třetí

generace může být zdrojem levného a čistého vodíku. Vodík je ve spoustě firem odpadní produkt, jeho dostupnost je tedy veliká, ale využitelnost malá, a to z důvodu omezené velikosti trhu a také kvůli nízké čistotě těchto odpadních produktů. Vodík je možné dále vyčistit, např. pomocí technologie PSA. Náklady na vodík jsou pak čištěním ovlivněny, navíc je nutné instalovat kompresorové a plnicí stanice pro plnění trailerů.

Výroba vodíku má potenciál i z alternativní energie, např. větrné, pomocí elektrolyzérů. Společnost Linde vyrábí vodík mnoha způsoby, v ČR ale stejně jako Unipetrol parním reformingem zemního plynu.

Největším „tahounem" v rámci Evropy je podle Zbyňka Brady bezesporu Německo, které má největší infrastrukturu, poté region Londýna, Skotska (aktivní především v autobusové dopravě), méně poté Milán, Atény a Norsko. Česká republika nebude pravděpodobně centrem vývoje, ale může participovat na dálničních cestách zahraničních zemí a napojit se na jejich infrastrukturu. Tím, že má vodík poměrně vysoký dojezd, auta jsou rychlá, je možné do budoucna procestovat celou Evropu, ve srovnání s elektromobilem, který je v tomto případě méně efektivní – je potřeba často stavět a dobíjet vozidla. Pro Českou republiku je zajímavý především jih Německa, kde je největší infrastruktura.

Za rizika na trhu Zbyněk Brada považuje především finanční stránku, neochotu investic do nových technologií, zároveň neochotu společností přecházet na výrobu toho, co příliš neznají, co nemají odzkoušeno, ale současná produkce/výroba funguje. Jako další riziko vnímá bezpečnost, kterou lidé vnímají negativně, ač jsou stejná jako u benzínu, ne-li menší, jelikož vodík má lepší fyzikální vlastnosti. V případě havárie/bouračky automobilu benzín z nádrže vyteče, ale vodík má bezpečnostní ventily a zmizí pryč dříve, než dojde např. k explozi. Jako problém, který by mohl nastat do budoucna vnímá fakt, že v servisech není odborně vyškolený personál, který umí pracovat s vodíkovými technologiemi. Zároveň je otázkou, jestli budou moci automobily na vodíkový pohon do podzemních garáží. Také zde nastává otázka legislativy, daní atd.

Vodík je možné dodávat několika způsoby, a to buď ve svazcích tlakových lahví nebo trailerem. Cena vodíku ve svazcích je vysoká, neboť jejich kapacita je limitovaná a obaly jsou těžké, čímž se zvyšují náklady na plnění i dopravní náklady. Cena v trailerech je výrazně nižší. Pokud je vodík dodáván v trailerech, je následně plněn do zásobníků či stanoviště několika propojených svazků, které jsou součástí vodíkové plnicí stanice.

Obecně pracují vodíkové čerpací stanice se vstupním tlakem min. 5 bar, který je dále stlačen kompresory až na 1000 bar a uložen v zásobnících vysokotlakého vodíku. U osobních automobilů na vodíkový pohon se standardně používá plnicí tlak 700 barů, u autobusů pak 350 barů. Autobusy mají většinou nádrž na cca 25 kg vodíku, u automobilů je to cca 5 kg vodíku.

Do budoucna jsou v plánu plnicí stanice např. v Litvínově či v Praze (Barrandov).

Vhodnými formami podpory by mohly být např. podpora pro výstavbu plnicích stanic, nákup osobních automobilů/autobusů, především pak ze strany EU, dotace pro města, bezemisní zóny. V rámci osobních automobilů na vodíkový pohon by byly vhodné např. daňové úlevy, neplatilo by se DPH na automobily. Stejně tak pro provozovatele plnicích stanic podpora z EU nebo od státu, obdobně pro firmy, které si chtějí plnicí stanice postavit pro sebe, ať už veřejné či neveřejné. Dobrým stimulem by mohl být závazek státu k čisté mobilitě. Společnost Linde, jakožto výrobce vodíku by příliš nezaujala podpora od státu pro dodávání vodíku levněji, protože pokud chtějí dodávat levně, musí to být ve velkém množství a je třeba využívat vodík i jinde než v automobilovém průmyslu. Cestu

vidí ve výrobě vodíku pomocí větrné energie, kde výroba by byla čistě ekologická a vyráběl by se čistý vodík.

5.3.1.2 Tomáš Herink

Tabulka 31: Záznam rozhovoru: Tomáš Herink

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Tomáš Herink	Ředitel výzkumu	Unipetrol a.s.

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle slov pana Tomáše Herinka společnost Unipetrol podporuje inovace, disponuje výzkumným vzdělávacím centrem, v oblasti vodíku sledují trend vývoje z pohledu celé Evropy. První impulsy vývoje vodíku zaznamenali v roce 2007 v Německu (letiště v Mnichově). Společnost Unipetrol se v roce 2015 spojila s lidmi z České vodíkové technologické platformy (Hytep), aby mohli společně pracovat na vizi a představě společnosti, tedy angažovat se v oblasti vodíku. Vize a představa společnosti v rámci České republiky je začít dodávat vodík na veřejné čerpací stanice. Společnost má rozsáhlou síť čerpacích stanic Benzina a v minulosti již hledala vhodnou lokalitu, kde by bylo možné/vhodné vodík dodávat, což ovšem nebylo jednoduché, takovouto situaci nelze ekonomicky vyhodnotit, protože zde nastává otázka, co dřív, zdali automobily na vodíkový pohon nebo plnicí stanice. Je třeba, aby někdo tento pokrok rozpohyboval. Společnost Unipetrol uvažovala například o plnicí stanici v Praze (Barrandov) či Litvínově (Benzina vedle areálu), v rámci, kterých si zpracovala studii proveditelnosti, odhad investičních nákladů. Zároveň na své představě společnost spolupracovala s MŽP, MPO a ČAPPO. Vodík jakožto biopalivo nemá v současné době své místo v legislativě, a právě s Hytepem se snaží o vodíku více mluvit, realizovat komerční aktivity, aby bylo vidět, že se o vodík zajímají, podporují ho a chtějí s ním dále pracovat. Společnost Unipetrol uvažovala o realizaci plnicí vodíkové stanice ve vybrané lokalitě, mapovali, kdo by mohl být potenciální spotřebitel, uvažovali např. o konsorciu měst Most a Litvínov, o propojení dopravních podniků, o autobusech na vodíkový pohon a dodávce vodíku jako takového, ale bohužel byl progres velmi pomalý, špatná komunikace s městy, nedohodli se a z tohoto plánu sešlo. V současné době se společnost orientuje spíše na Prahu. Unipetrol má opravdový zájem rozhýbat vodík v ČR, chtějí ho dodávat a chtějí stavět plnicí stanice. Z tohoto důvodu se snaží diskutovat o vodíku v několika rovinách. Připojili se jednak k vodíkové platformě, ale propagují vodík i vůči různým skupinám, v rámci politických kruhů nebo na online diskuzích a snaží se sdělovat jak pozitiva, tak negativa využití vodíku. Mimo to se Unipetrol účastní sezení s různými ministerstvy, jejich náměstky a obecně vede „vodíkovou osvětu".

Společnost Unipetrol vyrábí vodík z fosilních surovin reformováním benzínů a parciální oxidací frakcí. Unipetrol v současnosti nevyrábí vodík v kvalitě požadované pro technologie FCV, nicméně v případě potřeby bude schopen jej dočistit na požadovanou úroveň, aby mohl být dodáván na trh. Společnost Unipetrol chce nejdříve vybavit čerpací stanice plnicími stojany a v další fázi dodávat vlastní vodík. Vodík považují za prostředek k čisté mobilitě pro všechny zúčastněné strany. Současný trend jsou bateriová elektrovozidla, vodík je alternativou pro pohon elektromobilů. Z pohledu zákazníka poskytuje elektromobil poháněný vodíkem větší komfort z hlediska procesu rychlosti plnění energie do vozidla. Je třeba, aby se trh začal sytit konzumenty vodíku, ať už z pohledu automobilů, autobusů, příp. jiné dopravy. V další fázi chce společnost Unipetrol

dodávat vlastní produkt na plnicí stanice a ve třetí fázi poté vyrábět vodík z alternativních zdrojů (vítr, slunce, voda apod.). Toto jsou vize do budoucna, vyrábět čistý vodík z alternativních zdrojů, nejen z ropy nebo mix – z fosilních i alternativních zdrojů. V současné době je běžnou alternativou pro výrobu fosilních paliv a „šedivého vodíku" zplyňování biomasy (dřevní štěpka), využití komunálního odpadu.

Horizont pro výstavbu plnicí stanice v ČR vidí okolo 2 let od rozhodnutí do realizace výstavby. Pokud padne rozhodnutí, že vodíkové plnicí stanice mají podporu v České republice, tak společnost zahájí aktivity na dočištění vodíku a přípravy interní infrastruktury na dodávku vodíku a potenciální výbavu čerpacích stanic plnicími stojany. V rámci druhé fáze, dodávání vlastního produktu vidí časový horizont 3–4 roky, tedy okolo roku 2020-2021, alternativní výrobu vodíku pak vidí okolo roku 2027.

Je třeba, aby byl vodík podporován, musí být legislativně ukotven, musí to být zajímavé (zajímavý trend) pro spotřebitele i pro společnost jako takovou. Podpora vodíku např. z hlediska emisních limitů daných EU, v rámci legislativy – daň z přidané hodnoty, silniční daň, dále pak podpora nákupu vozidel pro spotřebitele/firmy, pro ministerstva, podpora infrastruktury, daňová úleva na prodej vodíku. Je třeba jak státní, tak regionální podpora jako v případě jiných projektů v rámci EU, musí být podporován dopravní sektor jako takový, celé odvětví. Náklady na výrobu a náklady na provoz vozidel na vodíkový pohon jsou dvě odlišné části. Náklady na provoz musí garantovat stát. V tuto chvíli společnost Unipetrol nespatřuje žádnou jinou technologii/alternativu, která by mohla být potenciální konkurencí vodíku, která by se objevila a nikdo o ní doteď nevěděl, jsou to standardní paliva, není zde žádný „králík v klobouku", spíše to spatřují jako lobby, konkurenční boj, co kdo dokáže „vybojovat". V současnosti je hodně dodavatelů konvenčních paliv a je otázkou, jak se k tomu dodavatelé postaví. Zároveň nelze říci, za kolik korun se vodík vyrobí, je to těžko specifikovatelné, jelikož některé průmyslové podniky dnes mají vodík jako sekundární zdroj, který vůbec nevyužívají (buď ho spalují k získání tepla, nebo jej dokonce spalují bez dalšího užitku). Spotřeba autobusu je odhadována na cca 8 kg/100 km vodíku, tedy pro srovnání cca 30 l/100 km nafty.

5.3.1.3 Jiří Pohl

Tabulka 32: Záznam rozhovoru: Jiří Pohl

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Jiří Pohl	Senior Engineering	Siemens

Záznam hloubkového rozhovoru

Podle Jiřího Pohla je současný způsob dopravy, který je silně závislý na fosilních palivech pro svou vysokou energetickou náročnost a vysokou produkci oxidu uhličitého v blízké budoucnosti neudržitelný. Aktuálním úkolem je zajistit udržitelnou mobilitu, tedy mobilitu s nulovou závislostí na fosilních palivech a s nulovou produkcí oxidu uhličitého. Tato bezemisní mobilita bude multimodální. Ve směrech silných a pravidelných přepravních proudů bude budována a používána veřejná hromadná doprava s liniovým elektrickým napájením a ve směrech slabých a nepravidelných přepravních proudů bude ponechána individuální doprava, kde budou používána vozidla se zásobníky energie.

Vodíkový automobil vývojově navazuje na konvenční elektromobil, plně využívá komponenty vyvinuté pro konvenční pohony. Jeho předností je větší zásoba energie a tím i

delší dojezd. Z hlediska technického řešení není tedy vodíkový automobil protipólem elektromobilu, ale určitou modifikací elektromobilu. Ve srovnání s obyčejným elektromobilem má vodíkový automobilem většinu částí stejných či podobných. Výhodou vodíkového agregátu je ve srovnání s lithiovým akumulátorem možnost rychlého nabíjení (tankování).

Budoucnost využití vodíkové technologie v dopravní mobilitě do značné míry závisí na pokroku v oblasti petrochemických akumulátorů elektrické energie. Tradiční lithiové akumulátory, které dávají dojezd cca 140 km jsou na běžné dojíždění do zaměstnání dostačující, ale nikoliv na delší jízdy. Tam je vhodný vodíkový agregát ve funkci range extender (prodlužovač dojezdu). Některé soudobé lithiové akumulátory disponují využitelnou energií s dojezdem až cca 280 km. To již je dostačující i pro delší jízdy, tzn. že vodíkový agregát ve funkci range extender, by byl potřebný jen pro výjimečné jízdy. Pravidelnost pochopitelně není jediným kritériem, podstatné bude srovnání investičních a provozních nákladů.

Uplatnění vodíku jako standardizovaného prodlužovače dojezdu běžného elektromobilu, kdy akumulátory budou dimenzovány na běžný dojezd 100-200 km a na občasné vzdálenější jízdy si bude možno vypůjčit vodíkový agregát, podporuje statistika MD ČR, která dokládá velmi nízké využití osobních automobilů. A to jak z hlediska průměrné ujeté vzdálenosti na jednu jízdu (32 km/jízda), tak i z hlediska průměrné ujeté vzdálenosti jednoho automobilu za den (29 km/automobil/den).

Z hlediska místních vlivů na životní prostředí (hluk a lokální exhalace) jsou konvenční elektromobily, které odebírají elektřinu z veřejné či neveřejné nabíjecí stanice, napájené z běžné distribuční energetické sítě, srovnatelné s vodíkovými elektromobily, které natankují vodík u čerpací stanice a samy si pak během jízdy elektřinu za pomoci palivových článků vyrábějí. Zdraví škodlivé místní emise (NO_x, SO_2, CO, THC) neprodukují ani konvenční elektromobily s elektrochemickými akumulátory, ani vodíkové elektromobily.

Další otázka v porovnávání konvenčních a vodíkových elektromobilů způsob a časová náročnost plnění energie. Nyní v době počátku zavádění konvenčních elektromobilů je kladen důraz především na jejich rychlé nabíjení v době produktivního využívání (je přebírána tradice jízdy k čerpací stanici). Avšak skutečnost, že průměrný automobil v ČR denně parkuje 23,5 hodiny, je tedy cílem využít k nabíjení právě tento čas. Jde o aplikaci principů chytrých sítí (Smart Girds), které v duchu principů Průmyslu 4.0 počítají s využitím IOT (Internet of Things), kdy si auto „samo nakoupí" levnou energii v době přebytku a dobije se samo.

Vztah k aplikaci vodíku je též ovlivněn geografickými podmínkami. V zemích bohatých na obnovitelné zdroje elektrické energie (zejména větrné) je v nočním období přebytek elektrické energie, a proto je sledována myšlenka jejího využití. Zcela jiná situace je v tuzemsku. ČR je energeticky dovozní stát a bude v budoucnu energeticky chudý. K přebytkům výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů v ČR docházet nebude. Výroba vodíku z fosilních paliv je neperspektivní (viz Pařížská dohoda a další smluvní závazky ČR). Výroba vodíku jako vedlejšího produktu z chemických odpadů je problematická pro jeho nízkou čistotu a pro jeho malý objem. Tedy zbývá jen výroba vodíku elektrolýzou, což však naráží na nízkou účinnost celého řetězce (40 %).

Jak již Jiří Pohl zmiňoval, otázka smysluplné aplikace vodíkových automobilů bude závislá od vývoje elektrochemických zdrojů s přímým dopadem na dojezdovou vzdálenost konvenčního elektromobilu. Existuje zde potenciální ohrožení konkurenceschopnosti vodíku v souvislosti s pokrokem ve vývoji akumulátorů. Může se stát, že vývoj

elektrochemických zdrojů pokročí vpřed a konvenční elektromobily v budoucnu plně vyhoví požadavkům v dojezdové vzdálenosti i bez vodíku. Nicméně v současné době nelze s jistotou tvrdit, že akumulátory náležitých parametrů, s přijatelnou cenou a vysokou životností budou komerčně dostupné. Tedy otázka, jak velký aplikační prostor pro vodíkové technologie vedle konvenčních elektromobilů zůstane, je otevřená.

5.3.1.4 Zdeněk Vomočil

Tabulka 33: Záznam rozhovoru: Zdeněk Vomočil

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Zdeněk Vomočil	Technický ředitel	Vítkovice

Záznam hloubkového rozhovoru

V popisu stávajícího stavu využitelnosti H2 zastává Zdeněk Vomočil názor, že český průmysl má velký potenciál ve využití vodíkové technologie, který je však v současné době nenaplněný. Důvodem umírněného postoje českého průmyslu může být neexistence národní strategie týkající se vodíkových technologií, která je pak příčinou, proč české firmy vyčkávají s investicemi do tohoto odvětví. Riziko, které zde vystává, je že Česká republika zůstane v tomto směru pozadu za ostatními státy a bude nucena v budoucnu tuto technologii nakupovat. Velmi dobré zkušenosti vidíme v sousedním Německu, kde jsou ve využívání vodíkové technologie mnohem dál. V rámci České Republiky jsme teoreticky připraveni, technologicky máme situaci zvládnutou, nicméně chybí energie a možná odvaha na politické úrovni se posunout do další fáze, která by nás přiblížila více k implementaci.

Zdeněk Vomočil připomíná obdobnou situaci, která panovala před lety kolem CNG a dnes mají Vítkovice v této technologii zpracováno komplexní řešení. Popisuje hlavní oblasti využití CNG, které pokrývají technologie pro čerpací stanice, firemní automobilové flotily, veřejné dopravní služby, komunální služby, železniční dopravce a technologie výrobních zařízení. Dále poukazuje na to, že vodík je výborný zdroj energie, je to takový akumulátor. Ke skladování a transportu vodíku využívají Vítkovice vlastní vysokotlaké lahve a speciální nádoby. V současné době také Vítkovice v spolupracují s Vodíkovou platformou HYTEP na výrobě vodíkových čerpacích stanic.

Jako omezení neboli slabé stránky vidí Zdeněk Vomočil v současném stavu legislativy, která nepodporuje vznik trhu, dále chybějící síť plnicích stanic v ČR a vysokou cenu sériového automobilu. Přičemž jako jedno vyplývající riziko uvádí nedostatečnou finanční podporu rozvoje vodíkové mobility. Na druhou stranu mezi hlavní benefity vodíkové technologie patří dle Zdeněk Vomočila nulové emise při provozu, nevyčerpatelnost zdrojů na jeho výrobu a zároveň jako příležitost uvádí úsporu provozních nákladu v MHD, případně pro další vozidla operující v jedné lokalitě, splnění emisních závazků ČR vůči EU a napojení na německo-rakouskou infrastrukturu (propojení v rámci TEN-T sítích).

5.3.2 Věda a výzkum

5.3.2.1 Daniel Minařík

Tabulka 34: Záznam rozhovoru: Daniel Minařík

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Daniel Minařík	Vedoucí Laboratoře vodíkových technologií	VŠB-TU Ostrava, Centrum výzkumu energetických jednotek pro využití netradičních zdrojů energie

Záznam hloubkového rozhovoru

Stávající stav vodíkové mobility dle Daniela Minaříka se v ČR nachází ve fázi definice záměru. „Jsme na začátku, kdy vytváříme a formulujeme podmínky a především všeobecné povědomí pro jeho využití. Technologicky jsme připraveni a dokonce se domnívám, že i díky silnému průmyslovému zaměření celé země můžeme v souvisejících technologických oborech velmi dobře uplatnit své know-how. Největší dopad na budoucí rozvoj H2 technologií budou mít především ekonomické faktory před environmentálními. Díky tomu, že ČR nemá ideální podmínky pro obnovitelné zdroje, měl by stát podpořit takové energetické platformy, kde vodík může sehrát roli strategické suroviny, kterou bychom byli schopni vyrábět nebo transformovat na svém území a případně distribuovat i mimo trh ČR.“

V budoucnu bude docházet k postupné integraci vodíkových technologií do běžného života, a to v horizontu cca 20 let, což v podstatě představuje jednu generaci lidí soustavně vzdělávaných v daném oboru a současně budujících základy nových směrů komerční poptávky po H2 technologiích - (nová generace techniků, výzkumníků, propagátorů a uživatelů). Nejdůležitějším krokem je učinit strategické rozhodnutí na celostátní úrovni, vytknout reálný cíl a vizi – učinit jasnou deklaraci zájmu a podpory H2 technologií obecně tak, aby mohlo dojít k postupné změně smýšlení budoucí generace.

Situace v nových rozvojových oblastech mobility, jako je ostatně i vodíková mobilita, se prozatím jeví, zejména při porovnání s „akumulátorovou“ mobilitou, jako přehlednější. Trh není doposavad penetrován větším počtem výrobců vodíkových vozidel nebo dodavatelů čerpací infrastruktury a tedy jako první a v podstatě nesmysluplnější budou realizovány vodíkové pilotní projekty v dopravních podnicích, kde jsou investiční náklady vynakládány s nejvyšší možnou efektivitou - vzhledem k celkovému užitku nové infrastruktury. Postupně bude narůstající spotřeba vodíku jistě znamenat přípravu a realizace dalších projektů v oblasti výroby a užití vodíku, ideálně vždy s přidanou hodnotou pro distribuční energetické sítě.

Baterky a vodík budou spolu koexistovat a do jisté míry vytvářet dokonce synergický efekt, s tím že vodík může být trendem, který postupně nahradí některé aplikace, kde jsou nyní provozovány akumulátory. Technologie akumulátoru má svá omezení založená na složitějších chemických reakcích než uvažované přeměny vodíku a z pohledu celkové „energeticko-uhlíkové stopy“ celého výrobního a spotřebního řetězce bude vždy energeticky náročnější než vodíkových cyklus. Auta ztrácí „statusovou hodnotu“ a postupně bude slábnout i trend jejich vlastnictví, tedy lze předpokládat, že i nyní poměrně vysoké pořizovací ceny nových vodíkových vozidel nebudou v blízké budoucnosti v rámci

sdílených flotil představovat výraznější překážku v jejich rozvoji. Zahraniční inspiraci lze nacházet zejména v Německu, ale i v Anglii, Holandsku, USA nebo v Kanadě, kde jsou technologicky velmi daleko. Německo učinilo jasnou deklaraci nového směru energetiky a chuť se ubírat v rámci energetiky a mobility experimentálními směry, existuje zde i velké portfolio odborníků napříč různými odvětvími, kteří jsou schopni řešit problém komplexně a jejichž intenzivní vzdělávání a příprava v dané oblasti započala již v minulém století.

V podmínkách ČR by díky obecně průmyslové orientaci a silné orientaci na produkci vozidel byla uplatnitelná státní podpora stávajících firem, které mají své vlastní výrobní kapacity a zkušenosti s konstrukcí vozidel nebo výrobou technologických zařízení podpůrné infrastruktury, které by byly schopny a ochotny i prostřednictvím i třeba „join venture" podniků započít s výrobními aktivitami v oblasti rozvoje vodíkových technologií, řekněme, né formou VaV grantů, ale „zaručeným odběrem" produktu nebo technologie, která by se již aplikovala a musela prokázat svou připravenost a životaschopnost. Jinými slovy, státní podpora formou pořízení výsledného produktu nebo služby než státní podpora procesu.

5.3.3 Automobilky

5.3.3.1 Lukáš Folbrecht

Tabulka 35: Záznam rozhovoru: Lukáš Folbrecht

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Lukáš Folbrecht	SR – Koordinátor vnějších vztahů	Škoda Auto, a. s.

Záznam hloubkového rozhovoru

Z pohledu společnosti ŠKODA AUTO, která se aktuálně zaměřuje spíše na konvenční a výhledově na bateriové vozy typu PHEV a BEV, je vodík velmi zajímavou technologií s velkým potenciálem. Pro masivnější nasazení však zbývá překonat řadu výzev, jako jsou zejména vysoká nákladnost nasazení této technologie do vozů a nedostatečná plnicí infrastruktura.

V rámci koncernu VOLKSWAGEN má vývoj vodíkových technologií i pro ostatní značky na starosti AUDI. Širší nasazení v rámci modelů nabízených koncernem (sériový výroba některé z koncernových značek) lze předpokládat cca kolem roku 2025.

5.3.3.2 Martin Peleška

Tabulka 36: Záznam rozhovoru: Martin Peleška

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Martin Peleška	Czech Country Director	Toyota CETRAL EUROPE – Czech s. r. o.

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle Martina Pelešky v současné době přetrvává nízké povědomí o vodíkové mobilitě jako takové. Lidé příliš neví, že vodíkové automobily existují, požívají se, jsou sériově vyráběny a fungují v našem regionu. Cílem zástupců firmy Toyota je zvýšit povědomí veřejnosti a

zároveň propojit vodíkovou mobilitu se svou značkou, např. prostřednictvím public relations a konferencí, kde je případně možné i tyto automobily prezentovat, vyzkoušet a sdělit potřebné informace. Překážkou v dalším rozvoji vodíkové mobility však spatřuje v nedostatečné infrastruktuře, kterou je třeba zajistit, rozšířit její dostupnost a následné fungování. V případě, že bude infrastruktura fungovat, bude to pro výrobce vodíkových automobilů lákavější, protože budou cítit určitou jistotu.

Martin Peleška se domnívá, že v následujícím roce až dvou se bude veřejné mínění ubírat směrem vodíkových technologií, jakožto určitým trendem. V roce 2020 by poté mohla platit pravidla, kde by CNG na tom bylo podstatně hůře oproti alternativním pohonům, např. vodíku. Využití vodíku spatřuje nejen v rámci osobních automobilů, ale také v hromadné dopravě, např. autobusové či tramvajové, kde by se sundaly napájecí kabely a nahradily palivovými články. V současné době je otázkou, zdali počkat nebo být iniciátorem, kdy dobrým příkladem je v tomto případě Hamburg, kde vodíková mobilita funguje velice dobře a hromadná doprava zde jezdí právě na vodík. Z pohledu automobilek je třeba zainvestovat do pokroku a inovací, ovšem je to rizikové, protože se inovace nemusí uchytit. Z hlediska pohonu podvozku není příliš do čeho investovat, rozhodující období bude v současné době, a to jaké „palivo" je bude pohánět, příp. kde se na to vezme energie. Je důležité také nestavět vodík do pozice, zdali ano či ne, ale kdy. V kontextu celkového vývoje je třeba zajistit návaznost na transevropské sítě. Zároveň by bylo dobré, kdyby Evropská unie zajistila, aby v každé zemi existovala alespoň minimální infrastruktura.

Potenciál vidí Martin Peleška v rozvoji průmyslu ve smyslu zpracování vodíku. Vzhledem k chemičkám, které mají vodík v nynější době primárně jako vedlejší produkt, může být Česká republika velmocí ve výrobě vodíku a být dodavatelem po celé Evropě, a to bez zásob ropy. Je na zvážení, aby stát podal žádost prostřednictvím CEF (Connecting Europe Facility), které umožní čerpat prostředky EU do dopravní infrastruktury ČR. Ze strany státu je důležité motivovat společnost k větší ekologii, a tedy i využití vodíkového pohonu, např. prostřednictvím zvýšení spotřební daně na konvenční paliva. Cílem je snižování emisí, např. i podporou restriktivních opatření. Pro Toyotu jakožto výrobce automobilů na vodíkový pohon není podpora ze strany státu primární motivace. Automobily na vodíkový pohon jsou v současnosti vyráběny ručně, jelikož jich není velké množství.

V případě přístupu ostatních států k alternativním palivům se Martin Peleška domnívá, že Norsko je v tomto smýšlení poměrně daleko, 90 % obyvatel má zájem o elektromobily a zároveň si myslí, že v roce 2030 bude existovat v západní Evropě 50 % hybridů a do roku 2020 se bude blížit konec dieselů. Dieselové automobily se stanou drahými a nižší či střední sociální třída již o tyto automobily nebude mít zájem. Dieselová auta budou v roce 2020 „neprodejná", zůstatková hodnota se sníží na 10 %. Obecně u nákladních automobilů to ale nebude mít tak rychlý vývoj jako u osobních automobilů či v hromadné dopravě a diesely budou v tomto případě stále efektivnější na rozdíl od vodíku.

Společnost Toyota je připravena demonstrovat, jak vodíkové automobily fungují, usilují o spojení vodíku a značky Toyota. Toyota je zapojena v tzv. vodíkové radě (Hydrogen council), která prosazuje vodík jako čisté ekologické řešení a palivo budoucnosti v dopravě. Je třeba, aby toto spojení nefungovalo separátně, ale jako ucelený celek, aby nebyly separátní sítě, ale propojená infrastruktura. V rámci vodíkových technologií se jedná především o celospolečenský přínos z hlediska budoucnosti.

5.3.3.3 Jan Vodstrčil

Tabulka 37: Záznam rozhovoru: Jan Vodstrčil

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Jan Vodstrčil	Homologation and Product Safety Manager	Iveco Czech Republic, a. s.

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle Jana Vodstrčila může být čistý vodík jako takový v současné době použitelný pro experimentální vozidla, a to buď jako palivo klasického spalovacího motoru, nebo v palivovém článku. Oboje je z technického pohledu relativně nevýhodné díky fyzikálním vlastnostem vodíku jako plynu (velmi malá molekula, problémy se skladováním). Navíc v současných experimentech s vodíkovými články se objevují problémy s čistotou pohonné látky. Aktuálně Jan Vodstrčil vidí jako ideální využití vodíku jakožto suroviny k výrobě syntetického methanu (slučováním s odpadním CO_2 z cementáren). Je vhodné dodat, že spalovací motor má podobnou účinnost jako aktuálně existující palivový článek. Z pohledu životního prostředí je vodík ideální pro použití přímo k výrobě elektřiny – tedy nějaká forma palivového článku, ovšem s výrazně vyšší účinností, než umožňuje aktuální technika. Do budoucna je třeba vyřešit infrastrukturu a skladování vodíku. Poté může vodík sloužit jako pohonná látka elektromobilů. V současné době se svět soustřeďuje na elektromobily s akumulátory a superkapacitory. Známé problémy této technologie, avšak mohou být vyřešeny v horizontu 10–15 let, vodík v použitelné formě (tedy pro masovou výrobu vozidel) by mohl přijít o 5–10 let později.

Klíčovými milníky od přechodu současného stavu vodíkové mobility k budoucímu stavu Jan Vodstrčil vidí výrazné zvýšení účinnosti palivových článků, vyřešení materiálu pro tlakové lahve vodíku (použitelného pro masovou výrobu), čerpací stanice, možnost servisu a STK alespoň ve všech městech nad 50 000 obyvatel, normalizace a bezpečnostní standardy pro vodíkový pohon (safety). Z hlediska vývoje v dopravě spatřuje, že dojde ke stabilizaci palivového mixu. V nejbližší budoucnosti začne bateriová elektromobilita vytlačovat klasické ICE ve městské silniční dopravě, dálková silniční a lodní doprava zůstanou u kapalných a plynných paliv – díky potřebě energetické hustoty. V této oblasti se bude populace přesouvat od klasických fosilních paliv k biopalivům a syntetickým. Vodík bude existovat na pomezí městské a meziměstské dopravy; ale kde si najde místo nelze zatím zodpovědně predikovat. Vodík dle Jana Vodstrčila není soupeř elektromobility ve smyslu bateriových vozidel. Oba pohonné systémy mohou a budou koexistovat – BEV na krátkých trasách, vodík pro delší vzdálenosti.

Hlavní rozhodovací hledisko, kdy se dlouhodobě vyplatí investovat do klasické výroby automobilů na vodíkový pohon je výhled na okamžik, kdy se TCO vodíkového vozidla přiblíží ostatním druhům pohonů natolik, že kombinace (dlouhodobě garantované) státní podpory a společenské přitažlivosti čistého pohonu převýší ostatní nevýhody pro uživatele. Jinými slovy řečeno, když analytik závazně řekne, že ode dneška za (5?) let bude za určitých pravděpodobně splnitelných podmínek pro uživatele vodík natolik přitažlivý, že to převáží problémy, které mu způsobí.

Definovat, jaké podpory vodíku, případně od koho, jakou formou je těžké specifikovat. V oblasti hromadné přepravy osob a nákladní přepravy hraje roli mnoho faktorů, z nichž na prvním místě není cena vozidla ani cena paliva, ale TCO. Dále zde hraje roli využitelnost vozidla (kolik času nepracuje, ale stráví tankováním či servisem), politické vlivy (zejména u městské dopravy) a přiměřená jistota výdělečnosti po dobu životnosti vozidla, tedy nejméně na 5 let, lépe 10 let.

5.3.4 Dopravní podniky

5.3.4.1 Martin Chovanec

Tabulka 38: Záznam rozhovoru: Martin Chovanec

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Martin Chovanec	Technický a investiční náměstek	Dopravní podnik Ostrava

Záznam hloubkového rozhovoru

V tuto chvíli se vodíková technologie a její využití v dopravě dotýká Dopravního podniku Ostrava podle Martina Chovance pouze na úrovni záměru, zároveň ve střednědobém horizontu to může být zajímavá příležitost rozvoje elektro mobility. Elektro mobilita v oblasti dopravy nebo v nízkoemisním pojetí je realizovanou strategií DPO.

V současné době provozuje DPO 284 autobusů, to je téměř polovina celkového počtu vozidel v evidenčním stavu. Vozový park autobusů již dnes čítá 105 autobusů s pohonem na stlačený zemní plyn (CNG) a zbylý počet dieselových autobusů bude do budoucna nahrazován CNG autobusy, elektro-busy a trolejbusy s alternativním pohonem na baterie. A Martin Chovanec dodává, že ekonomicky nejvýhodnější je dnes CNG, ale DPO počítá i s elektro-busy (akumulátorový pohon s průběžným dobíjením), které jsou teď ale z pohledu pořizovacích nákladů dražší.

Město společně s DPO vyhlásilo, že po roce 2020 nebudou v běžném provozu pravidelně vypravovány naftové autobusy. Zůstanou jen v záloze ze strategických důvodů (blackout apod.). V cílovém roce 2020 si DPO v provozu vystačí pouze s nízkoemisními a elektricky poháněnými vozidly. V přípravě je výstavba CNG plnicí stanice v areálu blízkého dopravnímu terminálu Hranečník.

Rozvoj elektro-busů má své limity, a to s ohledem na kapacitu dojezdu. V tuto chvíli se jejich nejefektivnějšího provozu dá dosáhnout stavbou stanic pro průběžné nabíjení během celé směny. Pokud by vodíková technologie byla v budoucnu efektivnější než nabíjecí stanice, mohla by sehrát klíčovou roli v rozvoji elektromobility (při použití v palivovém článku).

Podle Martina Chovance nemá vodíková technologie v ČR zatím dostatečnou podporu jako například v sousedním Německu, které je dnes leaderem rozvoje vodíkové mobility. Aby byla vodíková technologie v dopravě v budoucnu využívána, musí existovat podmínky, které učiní „vodík“ konkurenceschopným s ostatními medii.

Technologie musí být dostupná, to znamená, že nebude problém postavit stanici, získat zdroj a pořídit vozidla, a to ideálně od více výrobců. Nutná podmínka, aby se v širším měřítku zapojili výrobci, je existence energetické koncepce podporující vodíkové pohony a dlouhodobá udržitelnost zdroje. K tomu Martin Chovanec dodává, že někdo musí zaplatit vývoj nové technologie. Buď se to přenese na první uživatele (tím se ale sníží zájem) anebo se zapojí stát formou podpory.

Mezi hlavními výhodami vodíkové technologie v dopravě jsou podle Martina Chovance nulové emise, nevyčerpatelnost zdroje pro jeho výrobu, v budoucnu možná úspora provozních nákladů v MHD a pro další vozidla operující v jedné lokalitě. Dále to může být cesta, jak splnit emisní závazky ČR vůči EU. Rizika vidí Martin Chovanec v daňové politice v rámci energetické koncepce, respektive, že legislativa nepodporuje vznik trhu, zahrnující jak výrobu vozidel, tak i výrobu plnicích stanic.

5.3.4.2 Tomáš Jílek

Tabulka 39: Záznam rozhovoru: Tomáš Jílek

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Tomáš Jílek	Člen dozorčí rady Operátor ICT	Hlavní město Praha

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle slov pana Tomáše Jílka je město Praha otevřené alternativní mobilitě, silnou linkou je v současné době Smart cities, která klade důraz na posilování komplexity, efektivity a udržitelnosti všech aspektů městského rozvoje, a to prostřednictvím ekonomickým, sociálních a zejména technologických inovací.

Elektromobilita je pouze přechodným stádiem, mezistupněm k vodíkové mobilitě. V současné době je vodík tam, kde elektromobilita před deseti lety, ale za pět let bude pravděpodobně tam, kde je teď elektromobilita. Automobily na vodíkový pohon jsou autonomní vozy, mají velmi nízkou hlučnost a stejně tak uhlíkovou stopu a zároveň se oproti elektromobilům prodlužuje dojezdová vzdálenost. Vodík je ve své podstatě palivo, které se dá vyrábět levně. Co chybí je v současné době distribuční síť, tj. je potřeba postavit vodíkové plnicí stanice např. u chemičky (např. Litvínov), nebo ji dovážet kolově (např. Linde), ale dovážet klasickými automobily již nemá úplně smysl, jelikož je tam stále určitá emisní stopa.

Myslím si, že za deset let dojde k zákazu fosilních paliv v automobilech, které nahradí elektromobily a že v téže době bude Škoda vyrábět 25 % elektromobilů/hybridy. Potřebné kroky, aby se vodíková mobilita posunula ze současného stavu jsou následující: dostatek automobilů na vodíkový pohon (široké spektrum); dostatečné pokrytí infrastrukturou; doplnění vodíku jako standardní variantu na současné čerpací stanice, dále pak zavedení daňové restrikce na fosilní paliva, případně legislativní restrikce produkce konvenčních motorů na fosilní paliva a naopak zavedení daňového zvýhodnění alternativních paliv, případně legislativních zvýhodnění uživatelů automobilů na vodíkový pohon v podobě např. parkování zdarma, využití vyhrazených pruhů pro autobusy. Dále by to mohly být např. přímé subvence pro distribuční sítě a infrastrukturu. Je třeba také chápat, že vodík není konkurence k elektromobilitě, jelikož sám využívá palivové články, které produkují/vyrábí elektřinu, ovšem nemusí mít těžké a drahé úložiště. Výkon na kilo je pro vodík vždy jasně kladný.

V zahraničí podle pana Tomáše Jílka není někde výrazně významný pokrok a přístup v rámci vodíkové mobility, vše je zatím poměrně na začátku. Za největší rizika vodíkových technologií považuje bezpečnost, ale ve smyslu vnímání veřejnosti i autorit, protože nikdo nezná vodík jako takový. Zcela jistě lepší platformou pro testování vodíku ve městech je veřejná doprava, MHD, taxi, případně carsharing.

5.3.5 Města

5.3.5.1 Věra Palkovská

Tabulka 40: Záznam rozhovoru: Věra Palkovská

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**

Věra Palkovská	starostka města	Město Třinec

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle Věry Palkovské nebude vodíková mobilita oddělena od elektromobility. Obě budou koexistovat současně v rámci trendu čisté mobility. Využívána budou elektrická kola, skútry i automobily, v současné době především ve spolupráci s ČEZ (probíhají jednání se šéfem čistých technologií Tomášem Chmelíkem). Doplňovat je budou například vodíková auta od Toyoty (taktéž probíhající jednání se zástupci Toyoty).

Oproti elektromobilitě je vodík o krok vzdálenější. V současné době si lidé zvykají na elektrické automobily (trvalo téměř dva roky, než se tyto typy aut začaly brát vážně). Vodík je teď něco nového, je třeba mu dát čas a není možné očekávat rychlé přijetí.

Vodík s sebou přináší i určitá rizika. Předně je nutné ho řešit v dlouhodobém horizontu. Nelze se unáhlovat ke krátkodobým řešením. Lidé se zatím vodíku spíše bojí a jsou opatrní, jelikož o něm nemají v současné době ještě dost informací. Město Třinec nabízí možnost být „výkladní skříní" pro otestování vodíkové technologie, je vhodným místem pro pilotní provoz. Financování ale není možné z rozpočtu města, je nutné zapojení určitých forem dotací. Město Třinec však nabízí svůj čas a kapacity, jelikož by chtěl spolupracovat na rozvoji čisté mobility a všech alternativ, tedy i vodíkové mobility.

Dle Věry Palkovské je nutným předpokladem k rozvoji vodíku hlavně racionální legislativní podpora, která by podporovala jak elektromobilitu, tak další čisté zdroje. Tato podpora musí být také dlouhodobě udržitelná a musí nastavit jasný rámec pro nové pohony a alternativní technologie v dopravě. Město Třinec je ochotno se do rozvoje vodíku zapojit, avšak bude nutná koncepční podpora ze strany státu, nelze se spoléhat pouze na politickou vůli, která se mění s každými volbami. Případná podpora se pak musí zaměřit nejenom na samotná vozidla, ale také na celkovou infrastrukturu. Podstatné je překonat úvodní zlom, kdy se změní vnímání vodíkové mobility a překlopí se do životaschopného modelu.

Co se týče predikce využitelnosti vodíku za deset let, Věra Palkovská navrhuje/předpokládá existenci testovacího centra čisté mobility v určitém regionu, např. v Moravskoslezském kraji, které je zatíženo vysokými emisemi. Cílem je, aby takové město vlastnilo flotilu vodíkových automobilů a autobusů a mohlo ji poskytovat městům k dispozici.

5.3.6 Investoři

5.3.6.1 Aleš Barabas

Tabulka 41: Záznam rozhovoru: Aleš Barabas

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Aleš Barabas	Člen představenstva	UniCredit Bank

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle Aleše Barabase je celkově automotive industry významnou položkou v rámci UCB, především pak v CEE regionu, Itálii, Rusku. Německo je v tomto směru velmi významně vepředu. K vodíku jako takovému se UniCredit Bank staví neutrálně, ostatně jako k jakémukoliv alternativnímu palivu, i když je nyní jasně vidět intenzivní rozvoj elektromobility. Aby se vodík dále mohl rozvíjet, je třeba silné PR, které by zasáhlo výraznou část populace, ale pak také ty „bohatší", které to budou brát jako trendy věc. Obecně je vodík věc, kterou je třeba řešit globálně. Lokální přístup je bonus, ale pokud nebude globální podpora (trh s auty je globálním trhem), tak bude nástup trvat o to déle.

V případě podpory ze strany státu se nedá očekávat změna přístupu ze strany UCB, stále se bude jednat o jeden z typů automotive. Daleko důležitější v tomto odvětví je výroba komponent. V případě změny pohonu (vodík, elektro apod.) se nebude tak významně měnit dodávka komponent pro auto jako takové. Tím pádem se nebude jednat pro UCB o nějakou zásadní změnu.

Pozitivně Aleš Barabáš vnímá možnost car sharingu, který se v zahraničí již rozvíjí (výrazněji, než v ČR). Snížil by se tak celkový počet aut ve městech, což by mělo pozitivní dopad na snížení emisí v dopravě. Znamenalo by to ale materiální dopady na úvěrování a vnímání rizika tohoto odvětví z pohledu bank.

5.3.6.2 Karel Mourek

Tabulka 42: Záznam rozhovoru: Karel Mourek

Charakteristika respondenta		
Respondent	**Pozice**	**Organizace**
Karel Mourek	Člen představenstva	Česká spořitelna

Záznam hloubkového rozhovoru

Dle Karla Mourka není otázka využitelnosti vodíku v dopravě zcela zásadní, jakožto člena představenstva ČS je to pro něho spíše otázka mobility jako takové, není to pouze o vodíku jako typu alternativního pohonu. Největším lídrem ve vodíkové mobilitě je bezesporu Německo a potáhne za sebou celý region. Vodík v dopravě mu pocitově zatím přijde podstatně méně bezpečnější v relaci oproti dalším alternativním palivům.

Česká spořitelna ve velkém měřítku financovala petrochemický průmysl, výrobce automobilů, případně konečné zákazníky a na tomto schématu se pravděpodobně nic nezmění. Česká spořitelna nemá specifickou politiku pro vodík, ale řeší „responsible policy", tj. environment, kam spadá mj. i vodík. Zároveň však musí jako každá jiná investice splňovat analýzu rizik. Ve výhledu spatřuje, že je možné, že bude na čerpacích stanicích muset být např. jedna stanice alespoň na vodík a jedna na elektromobil. Pokud

stát bude podporovat čistou mobilitu, nastaví jasné podmínky a bude jasná návratnost investice, vykalkulována možná rizika, postaví se k tomu Česká spořitelna pozitivně a určitě nebude stát v cestě tohoto odvětví.

6 Modelování

Evropská unie stanovuje celoevropské cíle v rámci své strategie udržitelného rozvoje. V rámci této studie se počítá na základě předpokladu, že tyto cíle budou společnou silou všech členských států naplněny. Mezi tyto strategické cíle se řadí i cíle obsažené v rámci Bílé knihy s podtitulem Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje. V této Bílé knize Evropská komise přijala plán 40 konkrétních kroků k vytvoření konkurenčního dopravního systému, který si klade za cíl zvýšit mobilitu, odstranit bariéry v klíčových oblastech, řešit otázku zvýšené energetické (palivové) náročnosti současné společnosti a zvýšit zaměstnanost. Současně Bílá kniha klade důraz na snížení závislosti Evropy na dodávkách ropy a snížit zásadně emise skleníkových plynů, a to zejména oxidu uhličitého (CO_2). Bílá kniha primárně stanovuje cíle pro rok 2050, nicméně obsahuje i dílčí a krátkodobější cíle tak, aby se co nejpravděpodobněji podařilo dosáhnout těch dlouhodobých. Mezi hlavní cíle patří snížit emise CO_2 v roce 2030 o 20 % v porovnání s rokem 2008 a do roku 2050 dokonce o 70 % na celoevropské úrovni. Nižších emisí by se mělo dosáhnout především užíváním alternativních paliv (CNG, elektřiny a vodíku) oproti současným konvenčním palivům. Dalším zásadním cílem je snížit používání konvenčních vozů v městské dopravě do roku 2030 na polovinu a do roku 2050 je zcela postupně vyřadit z provozu a nahradit je těmi na alternativní pohony.

Připravený model má za cíl prognózovat pravděpodobný vývoj počtu vodíkových vozů na českém trhu, vývoj infrastruktury vodíkových plnicích stanic, rozdílové náklady na podporu vodíkového odvětví potřebné k požadovanému vývoji v jednotlivých scénářích a ušetřené emise používáním vodíkových vozů místo konvenčních. Vše je modelováno v kontextu aplikace forem podpory s různou mírou dopadu a v případě finančních opatření dle velikosti podpory (dotací). Podle míry definovaných opatření jsou prognózovány 4 scénáře.

Model je založen na principu, že členské státy Evropské unie přispívají ke snížení emisí CO_2 rovnoměrně, a tedy i Česká republika si klade výše zmíněné kvantitativní cíle Evropské unie za vlastní, a to zejména ty krátkodobé do roku 2030. Jelikož jsou tyto cíle adresované pro dopravu jako celek, je nezbytné prognózovat pravděpodobný vývoj všech kategorií dopravy, tedy i těch, ve kterých zatím není plánováno využití vodíkového pohonu. Pro účely modelování je rozdělení následující:

- Individuální automobilová doprava
- Silniční veřejná osobní doprava včetně autobusů MHD
- Silniční nákladní doprava
- Železniční doprava
- Vodní doprava
- Letecká doprava

Hlavní cíle pro rok 2030 v podobě snížení emisí CO_2 o 20 % v porovnání s rokem 2008 a částečným nahrazením konvenčních vozů v městské dopravě model zohledňuje. Cíl dosažení snížení emisí CO_2 o 70 % do roku 2050 v porovnání s rokem 2008 se zdá být v současné době velmi optimistický, i vzhledem k chybějícím dílčím, prozatím nespecifikovaným, strategiím na snížení emisí CO_2. V modelu není uvažováno dosažení tohoto cíle, ale uvažuje se obdobný trendový vývoj jako do roku 2030. Na druhou stranu je počítáno s úplným přechodem na alternativní paliva v městské dopravě do roku 2050. Bližší specifikace jsou uvedeny v kapitole 6.2 Předpoklady modelu.

Model je konstruován tak, že nejprve jsou vypočteny emise ze všech druhů dopravy, kde zatím není uvažováno využití vodíku. Následně jsou spočteny emise za veřejnou dopravu, které jsou odlišné v jednotlivých scénářů z důvodu vazby na počet autobusů na alternativní pohon. Posledním krokem je výpočet vycházející z celkového počtu osobních vozidel. Je zde prognóza celkového počtu vozidel, dále je zde počet těchto vozidel na konvenční pohon, který se liší v jednotlivých scénářích. Od specifikace těchto scénářů a počtu konvenčních vozů se následně odvíjí počet aut na alternativní pohony (CNG, elektřina, vodík). Jako datová základna pro vývoj vozidel na alternativní paliva – CNG a elektřina – sloužily prognózy z Národního akčního plánu čisté mobility. Vodík je následně dopočten, aby byly naplněny specifika scénářů.

Předpoklady modelu jsou založeny na předpokladech / cílech uvedených v Bílé knize, Národním akčním plánu čisté mobility, na základě hloubkových rozhovorů a jednání expertní skupiny (odborníci v daném oboru) a na základě odborných zkušeností společnosti Grant Thornton Advisory s.r.o. a Ministerstva dopravy. Statistická data týkající se emisí a počtu vozidel pocházejí z veřejně dostupných dat na stránkách Ministerstva dopravy.

6.1 Manažerské shrnutí modelování

Modelování je založeno na předpokladu, že se Česká republika bude angažovat na snížení emisí CO_2 dle strategických cílů Evropské unie uvedených v Bílé knize. Dvěma základními cíli je snížení emisí CO_2 v dopravě o 20 % do roku 2030 v porovnání s rokem 2008 a využívání alespoň 50 % vozů na alternativní paliva v městské dopravě do roku 2030. Do roku 2050 je cílem, aby všechna vozidla v městské dopravě využívala alternativní paliva. Tyto cíle Evropské unie byly pro účely finančního modelu interpretovány následovně:

- snížení emisí do roku 2030 o 20 % v porovnání s rokem 2008 v dopravě na českém trhu;
- autobusy ve veřejné dopravě v roce 2030 využívají z 50 % alternativní palivo;
- celý autobusový park do roku 2050 je na alternativní paliva.

V modelu jsou uvažovány 4 scénáře, které uvádějí míru splnění cílů z Bílé knihy. Zároveň pouze ten ambiciózní uvažuje 100% splnění cílů. Ostatní scénáře se k němu pouze přibližují. Je třeba si uvědomit, že jsou v těchto scénářích uvažovány dopady snížení emisí CO_2 pouze v případě zaváděné strategie pro vodík a u ostatních forem dopravy je počítáno se současně známými státními strategie (např. NAP CM).

Je předpokladem, že využití a komercializace vodíkové mobility propukne na začátku 20. let a období největšího rozmachu vodíkové mobility bude především mezi lety 2025 až 2035. Postupně bude rozšiřována síť plnicích stanic, bude probíhat aplikace různých forem státní podpory (blíže uvedené v kapitole 7 Relevantní formy podpory a dojde ke snižování nákladů na pořízení aut i autobusů.

Tabulka níže shrnuje informace o předpokládaném počtu vodíkových vozů v jednotlivých scénářích a letech včetně kumulovaných nákladů za dané období. Náklady jsou stavěny rozdílové, tedy jako rozdíl mezi pořízením vodíkového a konvenčního vozu. Tyto kumulované rozdílové náklady ukazují náklady, jež je třeba vynaložit, aby pro potenciální kupce byly vodíkové vozy srovnatelně nákladné se současnými konvenčními vozy.

Scénář 1 je optimistickou variantou, kdy je počet vozů na vodík významně vyšší než u ostatních alternativních paliv. Zároveň scénář 4 ukazuje situaci, kdy bude vodík ponechán bez jakékoliv zásadní podpory a bude se vyvíjet pouze za tržních podmínek. Kumulované náklady zohledňují inflaci, ale nejsou diskontované. Zároveň obsahují náklady na podporu osobních automobilů, autobusů a plnicích stanic.

Tabulka 43: Vývoj počtu vodíkových vozidel a kumulovaných nákladů na podporu podle různých scénářů

Ks/mil. Kč	2030		2050	
	Počet vozidel	Náklady na podporu	Počet vozidel	Náklady na podporu
Scénář 1	464 692	168 216	1 312 031	508 030
Scénář 2	232 827	85 624	659 520	271 872
Scénář 3	116 977	42 336	333 958	142 687
Scénář 4	3 359	1 980	8 544	4 629

6.2 Předpoklady modelu

V modelu jsou sledovány 4 scénáře možného budoucího vývoje vodíkové mobility v České republice založené na potenciálním rozvoji determinovaném rozdílnou výší podpory ze strany státu. Odlišná podpora se projeví v různém počtu vodíkových vozů a penetraci infrastruktury. Návazně na to také v jiné míře plnění strategických plánu týkající se snížení emisí CO_2, které jsou uvedeny dále v předpokladech.

Jako základní cíle modelu jsou následující strategické cíle:

- Do roku 2030 snížit emise CO_2 v odvětví dopravy o 20 % pod úroveň roku 2008 (Bílá kniha). Scénáře v modelu se liší v míře dosažení tohoto cíle.
- Splnění cíle do roku 2050 - snížit emise CO_2 v odvětví dopravy o 70 % v porovnání s rokem 2008 (Bílá kniha) za pomocí stávajících programů a užití vodíkové mobility se nejeví jako pravděpodobné, proto se uvažuje v pokračování stejného trendu vývoje po roce 2030 (jako tomu je mezi lety 2020–2030).
- Snížit používání konvenčních vozů v městské dopravě do roku 2030 na polovinu a do roku 2050 je zcela nahradit vozy na alternativní paliva (Bílá kniha). V modelu se tento cíl stanovuje pro veřejnou dopravu včetně autobusů MHD. Jako alternativní paliva pro veřejnou dopravu se uvažuje využívání CNG, vodíku a elektřiny. Ve všech scénářích se uvažuje se splněním cíle, ale s jinou skladbou vozů na alternativní paliva.

Pro účely prognózy vývoje emisí CO_2 je nutné predikovat i ostatní odvětví dopravy, kde není zatím plánováno využití vodíkového pohonu (silniční nákladní doprava, železniční nákladní doprava, vodní doprava a letecká doprava). Pro určení predikce vývoje emisí CO_2 v těchto odvětví byly vzaty v úvahu následující předpoklady:

- Do roku 2050 snížit emise CO_2 o 40 % v námořní lodní dopravě oproti roku 2005 (Bílá kniha). Předpokládáme, že se emise z lodní dopravy sníží také o 40 %, nicméně lodní doprava není v ČR velmi využívaná a nemá velký vliv na celkové emise z dopravy.
- Do roku 2050 by se mohlo využívání letecké dopravy zdvojnásobit, nicméně letecká doprava by se měla stát průkopníkem využívání nízkouhlíkových paliv. Vzhledem k faktu, že v letecké dopravě pozorujeme klesající trend emisí CO_2 za posledních deset let, uvažujeme do budoucna neměnné emise CO_2 oproti roku 2005.
- Železniční doprava produkuje zanedbatelné emise CO_2 (elektrická trakce), do budoucna se uvažuje neměnná hodnota.
- Na základě Bílé knihy, 50 % silniční nákladní přepravy nad 300 km by mělo být převedeno na železniční nebo lodní dopravu (v ČR uvažujeme převod pouze na železnici). Uvažujeme, že 25 % nákladní přepravy je nad 300 km. V nákladní dopravě dále neuvažujeme využití alternativních paliv (vodíku, z důvodu počátku testování jeho aplikace v nákladní dopravě a nejistoty jeho aktuální predikce), které by měly významný dopad na ušetření emisí CO_2, a je počítáno, že dojde k mírnému nárůstu výše celkově najetých vozokilometrů a počtu nákladních aut.

Emise jsou počítány na úrovni vyprodukovaných emisí při provozu vozu, tj. neberou se do úvahy emise vyprodukované při výrobě vozu a při výrobě pohonných hmot. Emise jsou měřeny na základě průměrných ročních emisí na jeden vůz. Do budoucna se většinou plánuje s mírným poklesem průměrných emisí, na druhou stranu se počítá s nárůstem dopravy (celkově najeté vozokilometry a počet vozů) v jednotlivých segmentech. Mezi další předpoklady ohledně emisí patří:

- Osobní automobily na CNG produkují 75 % emisí CO_2 oproti konvenčním osobním vozům (NAP CM).
- Vodíková auta a elektromobily jsou uvažovány jako bezemisní.
- Autobusy na CNG jsou oproti osobním automobilům na CNG méně efektivní a produkují v současné době porovnatelné množství CO_2 jako konvenční autobusy. Nicméně díky novým technologickým pokrokům a možnostem výroby CNG by se i autobusy mohly dostat na nižší emise oproti konvenčním autobusům. Uvažuje se tedy také s poklesem emisí o 25 % oproti konvenčním autobusům.
- V modelu se plánuje s následujícím vývojem u jednotlivých typů dopravy:
    - Veřejná doprava – výše celkově najetých vozokilometrů a vozů ve veřejné dopravě se do roku 2050 zvýší o 25 % vzhledem ke stavu roku 2010.
    - Osobní doprava – výše celkově najetých vozokilometrů a počet vozidel osobní dopravy se do roku 2050 zvýší o 15 % vzhledem ke stavu roku 2010.
- Plán vývoje elektromobilů a CNG vozů byl převzat z NAP CM. Plán vývoje počtu CNG vozů počítá se středně optimistickou variantou.

Pro dosažení cílů modelu bylo zapotřebí stanovit dále následující předpoklady:

- Uvažuje se, že vodíkové vozy začnou jezdit veřejně a bude se k nim budovat patřičná síť vodíkových plnicích stanic od roku 2020.
- Průměrná cena konvenčního vozu, mezi kterým by se spotřebitel rozhodoval při koupi vodíkového auta, je stanovena na 600 tis. Kč. Průměrná spotřeba

konvenčního auta je stanovena na 5,5 litru a cena konvenčního paliva v současné době na 30 Kč.

- V modelu se počítá se současnou cenou vodíkového auta na úrovni 1 200 tis. Kč (aktuální cena Toyoty Mirai) a reálně se počítá, že vodíkové auto zlevní do roku 2030 na 800 tis. Kč a do roku 2050 na 600 tis. Kč. To znamená, že vodíkové auto by v roce 2050 mohlo stát obdobně jako podobné auto na konvenční paliva.
- Spotřeba vodíkového auta je nastavena na úrovni 0,7 kg/100 km (spotřeba Toyoty Mirai). Cena kg vodíku se pohybuje okolo 216 Kč/kg. Reálně by vodík mohl zlevnit do roku 2030 na 189 Kč/kg a do roku 2050 na 179 Kč/kg (NAP CM).
- Konvenční autobus v současné době stojí 12 mil. Kč. Do budoucna se plánuje růst s inflací. Průměrná spotřeba autobusu je 30 l/100 km.
- Cena vodíkového autobusu se v současné době odhaduje na 17,5 mil. Kč a do roku 2030 by reálně mohla klesnout na 13,5 mil. Kč a do roku 2050 na 13 mil. Kč. Spotřeba vodíkového autobusu se odhaduje na 8 kg/100 km.
- Životnost vodíkového auta a autobusu se předpokládá 8 let z důvodu morálního zastarání vodíkového vozu. Částka potřebná, aby lidé zvažovali nákup vodíkového namísto konvenčního automobilu, je rovna součtu rozdílů pořizovacích nákladů a provozních nákladů. Jako rozdíl provozních nákladů se rozumí rozdíl nákladů na pohonné hmoty po dobu životnosti vodíkového vozu.
- Počet vodíkových plnicích stanic v prvních letech zavedení vodíkových vozů do provozu je stanoven individuálně pro každý scénář. Jinak se počet plnicích stanic vyvíjí od počtu vodíkových vozů, kdy je nastaveno, že na 1 000 vodíkových vozů je akorát jedna vodíková plnicí stanice. Po dosažení 500 plnicích stanic růst poklesne a dále se předpokládá 5 000 vozů na jednu plnicí stanici.
- Cena vybudování nové vodíkové stanice je 27 mil. Kč a tato reálná cena je v čase neměnná.
- Míra inflace je do roku 2018 užita podle prognózy vytvořené ČNB. Pro další období se předpokládá růst na úrovni cílové inflace 2 %.

6.3 Popis čtyř možných scénářů

V modelu se počítá se 4 různými scénáři vývoje vodíkové mobility, které jsou založeny na míře použitých definovaných opatření, tedy na využití definovaných forem podpory. Formy podpory pro jednotlivé scénáře jsou podrobně specifikované v kapitole 7 Relevantní formy podpory. Scénáře se liší v počtu vozů na alternativní paliva ve veřejné dopravě, kdy se počítá s tím, že v roce 2030 bude ve všech scénářích jezdit polovina vozového parku na alternativní paliva. Rozdíl je ve skladbě těchto vozů. Nejvíce optimistický scénář 1, tzv. „ambiciózní“, upřednostňuje vodíkové vozy na úkor CNG a elektro autobusů a nejméně optimistický scénář, nulový (nebo též „business as usual“) naopak nepočítá s významným využitím vodíkových vozů ve veřejné dopravě. Obdobně se řeší dále cíl do roku 2050, kdy má být celý vozový park ve veřejné dopravě na alternativní paliva.

Podíly vozů na alternativní paliva jsou určeny na základě nejlepšího uvážení odborníků společnosti Grant Thornton Advisory s.r.o. společně ve spolupráci s Ministerstvem dopravy. V modelu je podíl CNG autobusů ve scénářích neměnný. V roce 2030 by měl být tento podíl 40 % mezi autobusy na alternativní paliva ve všech variantách, z toho vyplývá, že tento podíl bude mezi prostředky na alternativní paliva opravdu významný. Důvodem je, že CNG autobusy mají nyní největší zastoupení mezi autobusy na alternativní paliva a

očekává se, že tento trend bude pokračovat, i když jejich role bude postupně více doplňována elektřinou či právě vodíkem. Autobusy na CNG nepředstavují v současné době výraznou úsporu na emisích CO_2 oproti konvenčním autobusům a z tohoto důvodů se očekává, že podíl CNG autobusů na všech vozech na alternativní paliva bude upadat a v roce 2050 je počítáno, že ve všech variantách bude podíl CNG autobusů na úrovni 10 % všech alternativních autobusů. Scénáře se dále liší v míře naplnění celkového cíle snížení emisí do roku 2030. Trendy vývoje do roku 2030 jsou pak následně použity s určitou mírou saturace k roku 2050. Není tedy sledováno naplnění jakéhokoliv cíle do roku 2050.

- **Scénář 1 – „Ambiciózní“** je nejvíce optimistický scénář, při kterém budou aplikovány všechny významné formy podpory. Tyto formy podpory by měly plně kompenzovat vyšší cenu vodíkových aut oproti konvenčním automobilům. Ve scénáři 1 se uvažují následující podíly CNG, vodíkových a elektro autobusů 40 %, 40 % a 20 % v roce 2030 a 10 %, 60 %, 30 % v roce 2050. Scénář 1 počítá s tím, že v roce 2030 bude plně splněn emisní cíl snížení emisí CO_2 do roku 2030 o 20 % v porovnání s rokem 2008.
- **Scénář 2 – „Progresivní“** představuje scénář, ve kterém je vodíková mobilita brána jako srovnatelná varianta s elektromobilitou a je tedy očekáván velmi intenzivní rozvoj. Na rozdíl od ambiciózního scénáře má nižší prahovou vynaloženou částku podpory, ale zároveň stále počítá se značnou podporou ze strany státu. Rozdělení CNG, vodíkových a elektro autobusů v rámci autobusů na alternativní pohon v tomto scénáři je 40 %, 25 %, 35 % v roce 2030 a v roce 2050 by vodíkové a elektro autobusy působily na českém trhu zhruba ve stejném počtu, tj. oba dva typy by zaujímaly 45 %. Celkový emisní cíl v roce 2030 za jinak nezměněných okolností je dosažen z 90 %. To znamená, že celkové emise CO_2 v případě scénáře 2 se sníží o 19 % v porovnání s rokem 2008.
- **Scénář 3 – „Základní“** prezentuje vodík jako alternativu čisté mobility. Formy podpory mají sloužit zejména ke zvýšení povědomí a pozitivní náhled na využívání vodíkové mobility v dopravě a prahová vynaložená částka je opět nižší než v předchozích scénářích. V autobusové dopravě se v tomto scénáři očekává, že vodíkové autobusy se budou prosazovat pomaleji a v menší míře, než v předešlých dvou scénářích a v roce 2030 by tvořily 10 % autobusů na alternativní pohon. Nicméně, vodík ve veřejné dopravě by se měl v této variantě ukázat jako využitelný zdroj energie a do roku 2050 by mohl jeho podíl na autobusech na alternativní paliva vzrůst na 30 %. Vývoj počtu vodíkových osobních automobilů je předpokládá při snížení emisí CO_2 o 17 % v porovnání s rokem 2008.
- **Scénář 4 – „Nulový“ (business as usual)** představuje variantu, která bude založena zejména na nefinanční podpoře státu a téměř nulové veřejné státní finanční podpoře. Trh v této podobě prvně počítá s nasazením vodíkových autobusů ve veřejné dopravě v rámci potenciálního využití a do roku 2030 by mohl mít 3 % zastoupení v rámci autobusů na alternativní pohon, ale z dlouhodobého hlediska se ukáže využívání elektro autobusů jako efektivnější a vodíkové autobusy budou postupně do roku 2050 vyřazeny. Vývoj počtu osobních vodíkových automobilů bude závislý spíše na nadšencích do nových technologií a podpůrcích vodíkové technologie. Nepředpokládá se, že by se vodíková mobilita v tomto

scénáři nějak výrazněji podílela na snížení emisí CO_2 a emise budou sníženy pouze o 16 % v porovnání s rokem 2008 v návaznosti na cíle dané NAP CM.

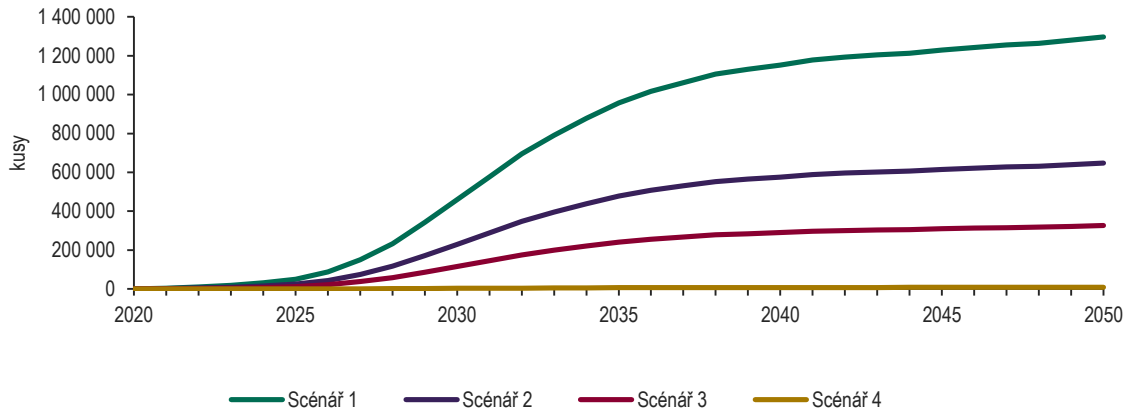
6.4 Popis výstupů

Všechny výstupy z modelování jsou v grafickém a tabulkovém provedení znázorněny v následující kapitole 6.5 Grafy a tabulky. Tyto výstupy obsahují vývoj počtu vodíkových automobilů, autobusů a plnicích stanic v daném období, jejich kumulované náklady na podporu a ušetřené emise CO_2, NOx, pevných částic a SO_2 díky používání vodíkové mobility místo konvenčních vozů. Možná výstavba plnicích stanic je zakreslena na mapě v kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** výstupy. mulované náklady zohledňují inflaci, ale nejsou diskontované, tudíž se jedná čistě o kumulované peněžní toky na podporu. Rozdíl zejména pořizovacích nákladů v prvních letech zavedení je značný a zejména v rané fázi jsou celkové náklady na podporu taženy tímto rozdílem nákladů. Postupem času se však tento rozdíl snižuje a náklady na podporu jsou taženy víceméně objemem prodeje vodíkových vozů. Pro představu, v roce 2020 je předpokládáno, že tento rozdíl nákladů na jedno osobní vozidlo a autobus bude 535 tis. Kč, resp. 5 mil. Kč. S rozvojem technologie a komercializace by se ale tyto náklady mohli poměrně rychle snižovat a mohly by se dostat v roce 2030 na rozdíl v nákladech na 230 tis. Kč u osobních automobilů, resp. 2 mil. Kč u autobusů. V roce 2050 je uvažováno, že by mohlo dojít víceméně k vyrovnání pořizovacích cen vodíkových a konvenčních vozů.

Když nebude brán v potaz nulový scénář „business as usual“, který prakticky nepočítá s podporou státu do vodíkové mobility, bude tak vývoj v prvních letech všech ostatních scénářů poměrně opatrný a většímu nárůstu vodíkové mobility bude bránit především nedostatečná síť vodíkových plnicích stanic. Vodíková mobilita by se měla soustředit také v určitých aglomeracích či regionech, kde se dá předpokládat s využitím vodíku ve veřejné dopravě. Po roce 2025 se následně očekává výraznější nárůst počtu vodíkových vozů zejména díky postupné implementaci státních podpor upřesněných v kapitole 7 Relevantní formy podpory pro jednotlivé scénáře, rozsáhlejší sítí plnicích stanic a nižšími pořizovacími náklady na vodíkové vozy. Do roku 2035 se předpokládá, že stát bude aktivně podporovat vodíkovou mobilitu, aby se zvýšilo povědomí a pozitivní náhled na vodíkovou mobilitu, rozšířila síť plnicích stanic. Toto by mělo vést k urychlení komercializace a přípravě trhu na další více samostatný vývoj. Od roku 2035 je předpokládáno, že trh s vodíkovou mobilitou bude dostatečně rozvinutý, a tím pádem se bude moct dále rozvíjet bez aktivního zapojení státu, příp. jen s mírnou formou podpory. Což mírně zpomalí trend, ale zároveň je očekáván kontinuální nárůst z důvodu klesajících rozdílů nákladů.

6.5 Grafy a tabulky

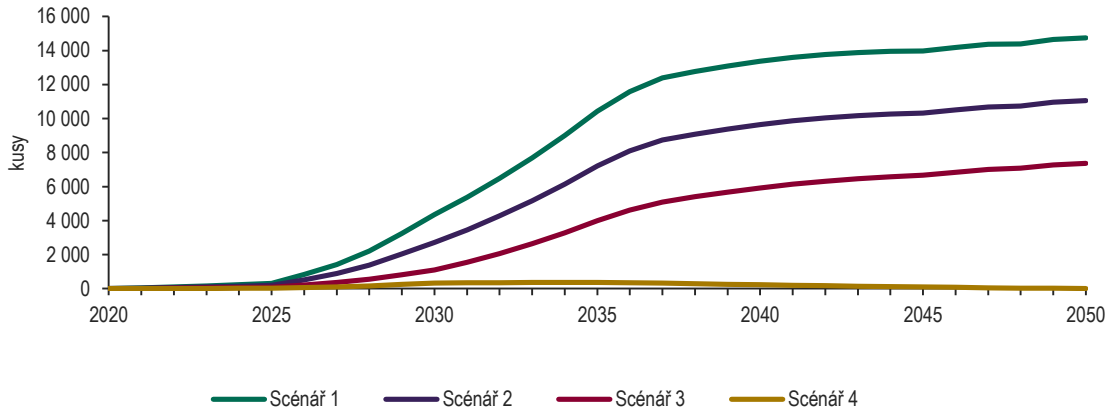
Obrázek 32: Vývoj počtu vodíkových automobilů



Tabulka 44: Vývoj počtu vodíkových automobilů

ks	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	1 046	50 218	460 329	957 485	1 151 242	1 229 498	1 297 292
Scénář 2	523	25 102	230 101	478 609	575 461	614 578	648 465
Scénář 3	263	12 642	115 886	241 043	289 820	309 521	326 588
Scénář 4	7	331	3 032	6 306	7 583	8 098	8 544

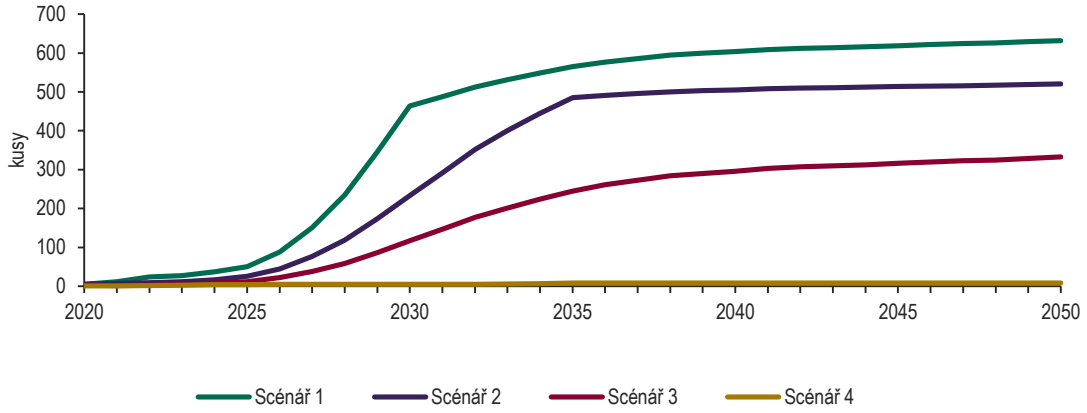
Obrázek 33: Vývoj počtu vodíkových autobusů



Tabulka 45: Vývoj počtu vodíkových autobusů

ks	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	10	309	4 362	10 435	13 371	13 967	14 740
Scénář 2	6	193	2 726	7 213	9 647	10 319	11 055
Scénář 3	2	77	1 091	3 991	5 922	6 670	7 370
Scénář 4	1	23	327	368	229	94	-

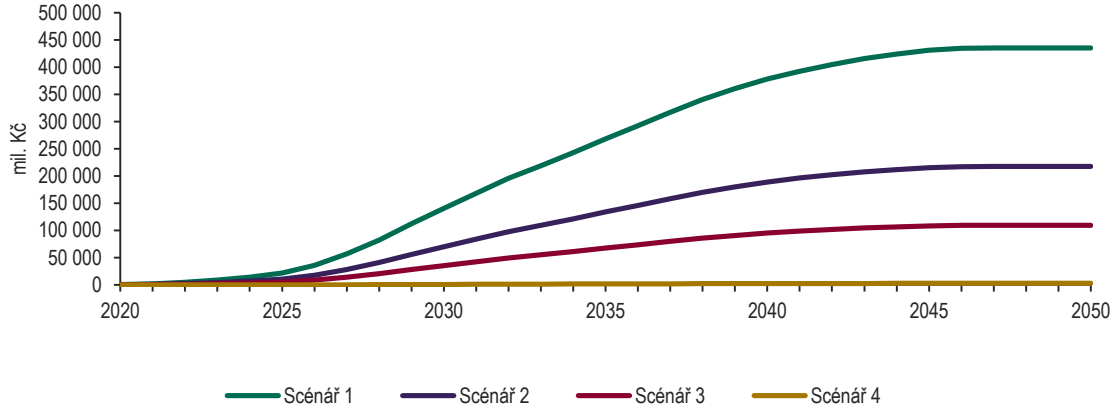
Obrázek 34: Vývoj počtu vodíkových plnicích stanic



Tabulka 46: Vývoj počtu vodíkových plnicích stanic

ks	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	5	50	464	565	604	619	632
Scénář 2	5	26	233	485	505	514	521
Scénář 3	3	12	117	245	296	316	333
Scénář 4	1	4	5	8	8	8	8

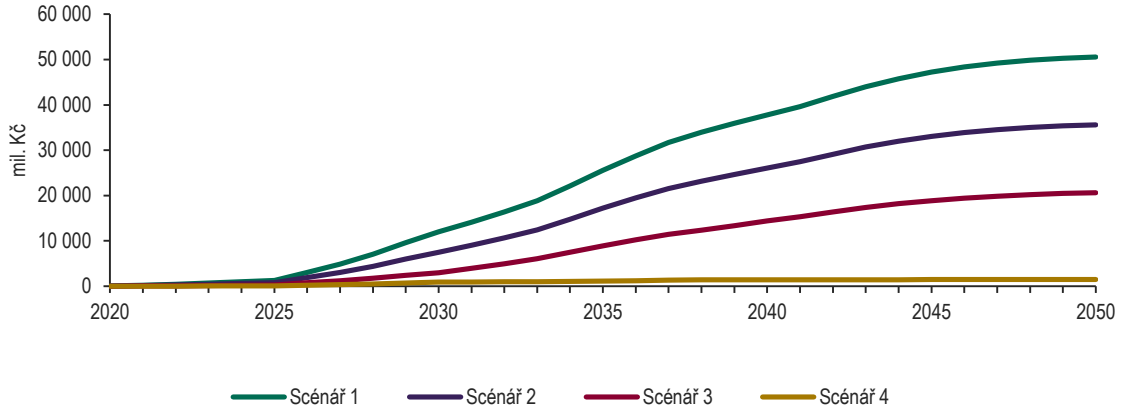
Obrázek 35: Kumulovaní náklady na podporu – osobní automobilová doprava



Tabulka 47: Kumulované náklady na podporu – osobní automobilová doprava

mil. Kč	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	560	21 924	140 601	268 311	378 361	431 092	435 227
Scénář 2	280	10 959	70 281	134 118	189 128	215 486	217 553
Scénář 3	141	5 519	35 396	67 546	95 251	108 526	109 567
Scénář 4	4	144	926	1 767	2 492	2 839	2 867

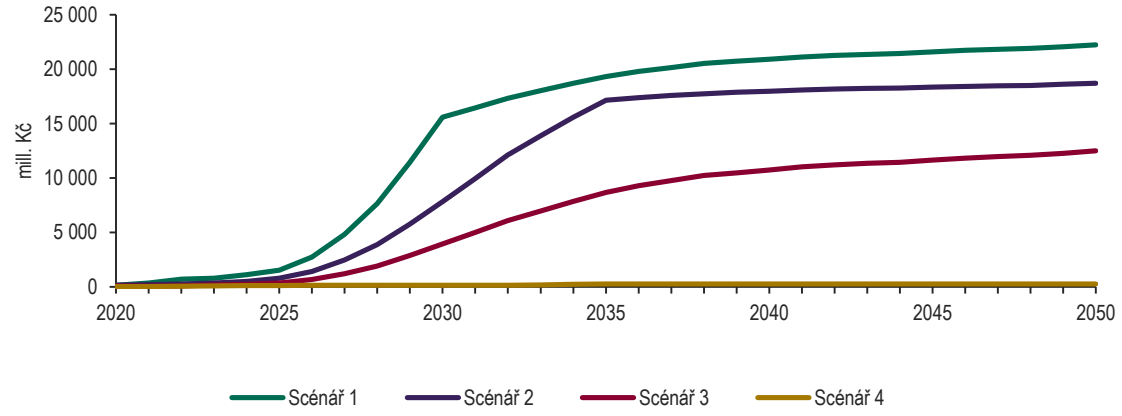
Obrázek 36: Kumulované náklady na podporu – veřejná doprava



Tabulka 48: Kumulované náklady na podporu – veřejná doprava

mil. Kč	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	50	1 289	12 025	25 577	37 804	47 232	50 568
Scénář 2	31	806	7 515	17 254	26 091	33 062	35 598
Scénář 3	12	322	3 006	8 931	14 378	18 892	20 628
Scénář 4	4	97	902	1 157	1 396	1 476	1 496

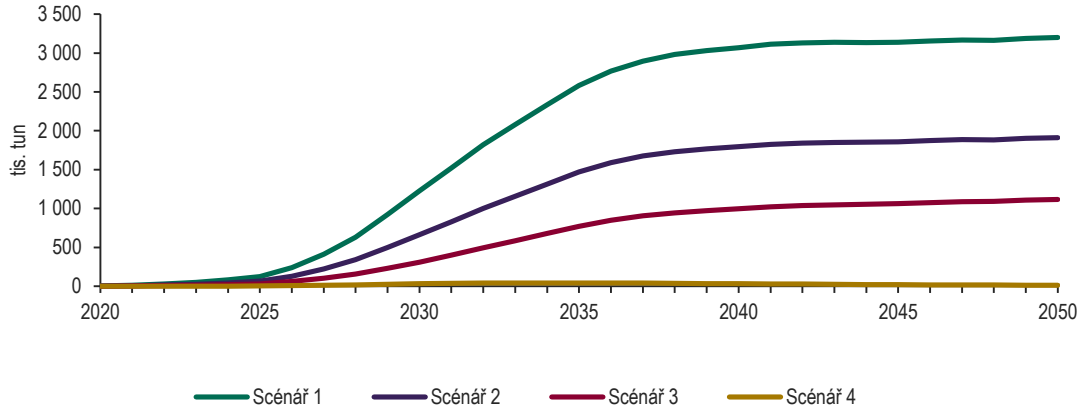
Obrázek 37: Kumulované náklady na podporu – vodíkové plnicí stanice



Tabulka 49: Kumulované náklady na podporu – vodíkové plnicí stanice

mil. Kč	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	144	1 521	15 590	19 326	20 910	21 585	22 236
Scénář 2	144	794	7 828	17 151	17 963	18 368	18 721
Scénář 3	86	367	3 935	8 672	10 743	11 641	12 492
Scénář 4	29	120	152	266	266	266	266

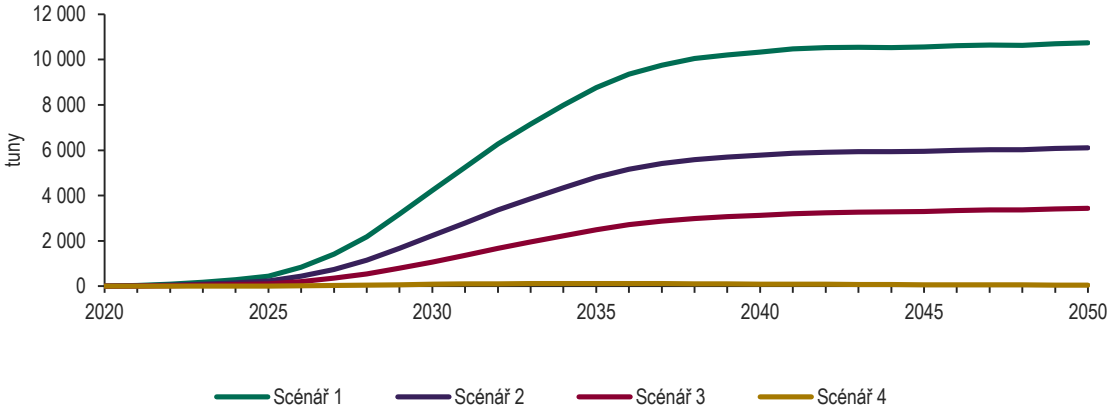
Obrázek 38: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů



Tabulka 50: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů

tis. t	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	3	123	1 227	2 583	3 070	3 139	3 199
Scénář 2	2	65	663	1 470	1 795	1 858	1 912
Scénář 3	1	31	308	772	998	1 063	1 116
Scénář 4	0	3	35	44	33	21	13

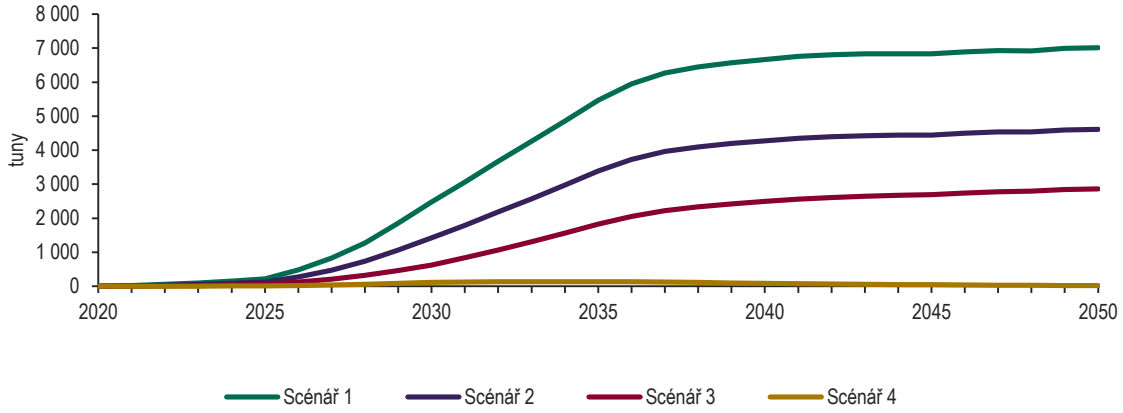
Obrázek 39: Ušetřené emise NOx používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů



Tabulka 51: Ušetřené emise NOx používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů

t	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	10	443	4 234	8 764	10 320	10 556	10 732
Scénář 2	5	230	2 234	4 805	5 775	5 957	6 102
Scénář 3	3	111	1 064	2 496	3 130	3 301	3 434
Scénář 4	0	8	92	121	97	70	51

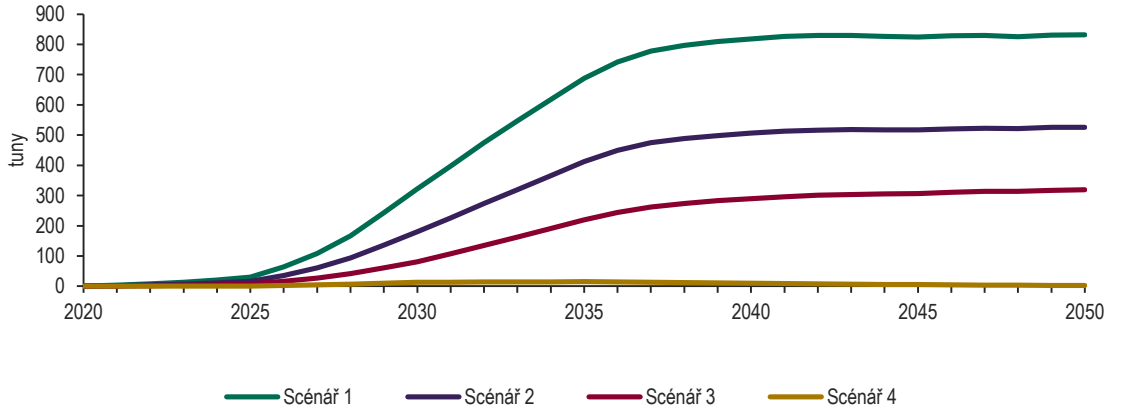
Obrázek 40: Ušetřené emise pevných částic používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů



Tabulka 52: Ušetřené emise pevných částic používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů

t	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	6	220	2 481	5 472	6 667	6 832	7 017
Scénář 2	3	123	1 426	3 393	4 279	4 448	4 613
Scénář 3	1	55	622	1 827	2 495	2 696	2 864
Scénář 4	0	9	118	135	89	46	17

Obrázek 41: Ušetřené emise SO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů



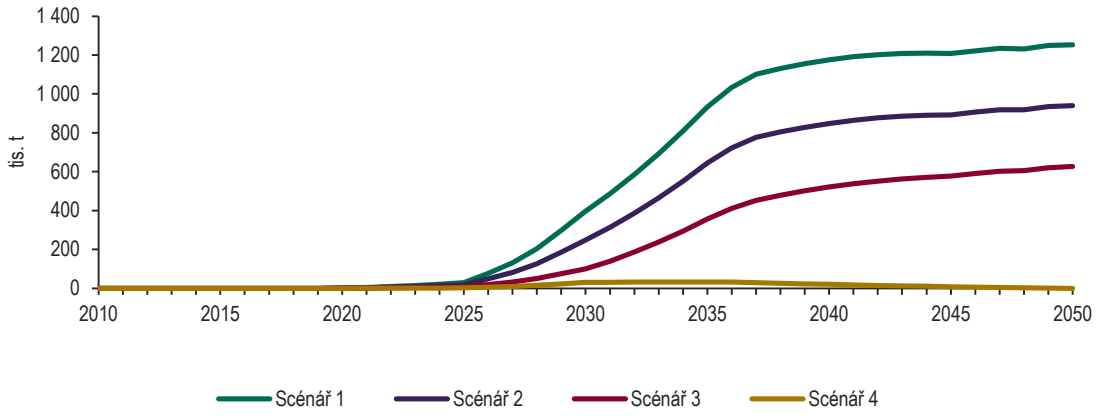
Tabulka 53: Ušetřené emise SO_2 používáním vodíkových vozů místo konvenčních vozů

t	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	1	31	323	688	818	825	831
Scénář 2	0	17	181	413	506	517	526
Scénář 3	0	8	81	220	290	307	319
Scénář 4	0	1	13	15	10	5	3

6.6 Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových autobusů ve veřejné dopravě místo konvenčních autobusů

Investování do vodíkových autobusů se jeví jako lepší varianta oproti investování do osobních vodíkových automobilů vzhledem k poměru ušetřených emisí a vynaložených nákladů na podporu vodíkových vozů. Podle základního scénáře by na podporu vodíkových autobusů mělo být do roku 2030 vynaloženo cca 3 mld. Kč, což představuje 8 % celkových vynaložených nákladů na vodíkové vozy. Vodíkové autobusy by následně měly celkově v roce 2030 ušetřit 99 tis. tun emisí CO_2, které by jinak byly vyprodukovány autobusy na konvenční paliva. To představuje 32 % z celkově ušetřených emisí CO_2 používáním vodíkových vozů. Tento poměr já dále akcentován situací, kdy pro veřejnou dopravu není nutná tak rozsáhlá síť, jako pro osobní automobilovou. Tudíž je zde menší dopad na náklady na plnicí stanice. Dalším podněcujícím faktem je, že by docházelo k investování do vodíkových autobusů veřejné dopravy hlavně v městských oblastech a došlo by tedy ke snížení emisí CO_2 (a dalších znečišťujících emisích a škodlivých látek) v klíčových oblastech. Používání vodíkové mobility se tedy nejeví jen jako prostředek k povzbuzení investiční aktivity do vodíkové mobility, ale i jako efektivní způsob, jak snížit emise CO_2, a to zejména v městských částech. V ostatních scénářích se jeví podobné poměry ve vynaložených nákladech a ušetřených emisích.

Obrázek 42: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových autobusů ve veřejné dopravě místo konvenčních autobusů



Tabulka 54: Ušetřené emise CO_2 používáním vodíkových autobusů ve veřejné dopravě místo konvenčních autobusů

tis. t	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Scénář 1	1	29	397	933	1 176	1 208	1 253
Scénář 2	1	18	248	645	848	892	940
Scénář 3	0	7	99	357	521	577	626
Scénář 4	0	2	30	33	20	8	-

6.7 Predikce lokalizace plnicích stanic v čase

Vývoj počtu vodíkových plnicích stanic se v každém scénáři liší, ale souslednost míst, kde se plánovaná výstavba uskutečňuje je stejná v každém scénáři. Jelikož je výstavba plnicích stanic značně nákladná a využití na začátku 20. let poměrně nízké, plnicí stanice budou pravděpodobně vznikat v určitých vybraných aglomeracích, především např. ve městech s MHD, kde můžou teoreticky sloužit jako plnicí stanice jak pro autobusovou, tak i osobní automobilovou dopravou (i když v závěrech není počítáno s takovým sdílením). Mezi

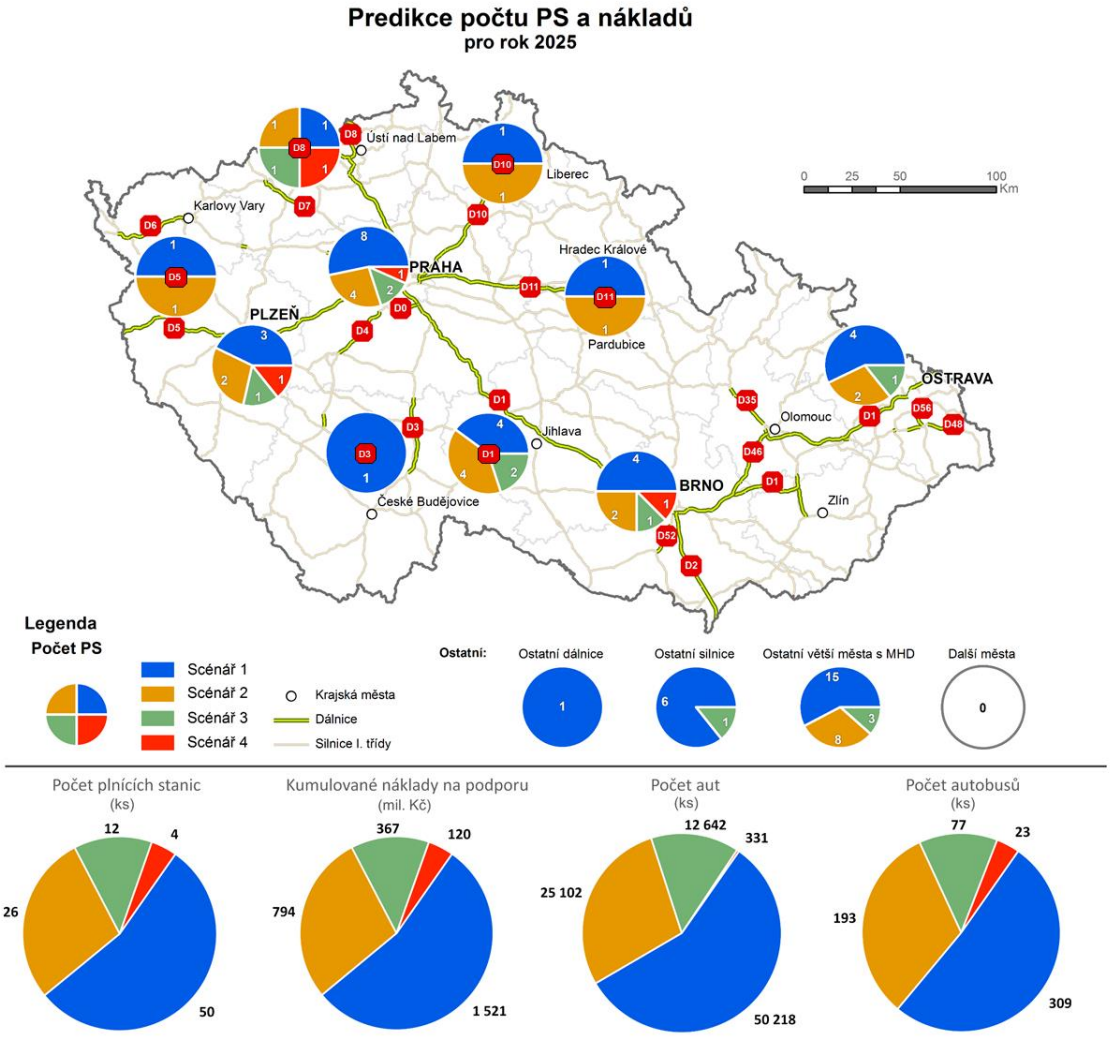
města vhodná pro tuto pilotní fázi by se zcela jistě daly zařadit např. Praha, Brno, Plzeň a Ostrava, příp. shluky měst a obcí, které trápí vysoké emise CO_2 (SZ Čech, Moravskoslezský kraj). Po případné úspěšné realizaci pilotní fáze a následném rozmachu vodíkové mobility v podobě nárůstu počtu vodíkových vozů se dá očekávat rozšíření na hlavní dálniční tahy v České republice. Tyto stanice by propojovaly dálniční tahy v České republice a zároveň Německo a Rakousko, kde už jsou v současné době vodíkové stanice v provozu a zároveň se očekává jejich další rozmach. Mezi tyto dálniční tahy patří zejména dálnice D1, D3, D5 a D8. Další expanze plnicích stanic se dá dále očekávat do ostatních větších měst s MHD jako jsou Liberec, Olomouc, Ústí nad Labem, Hradec Králové, České Budějovice, Pardubice, Zlín, Teplice, Most, Opava, Jihlava a Chomutov a na další dálnice. V poslední fázi se předpokládá výstavba plnicích stanic v dalších městech a na silničních tazích, tak aby byly postupně pokryty všechny tahy v České republice a postupně celá ČR.

6.7.1 Predikce výstavby plnicích stanic ve scénářích dle časových řezů

Následující sada map znázorňuje potenciální výstavbu plnicích stanic ve sledovaných letech, konkrétně pro roky 2025, 2030 a 2050 napříč všemi scénáři a v potenciálních lokalitách. V daných mapách jsou tedy znázorněny rozdíly výstavby stanic v jednotlivých scénářích.

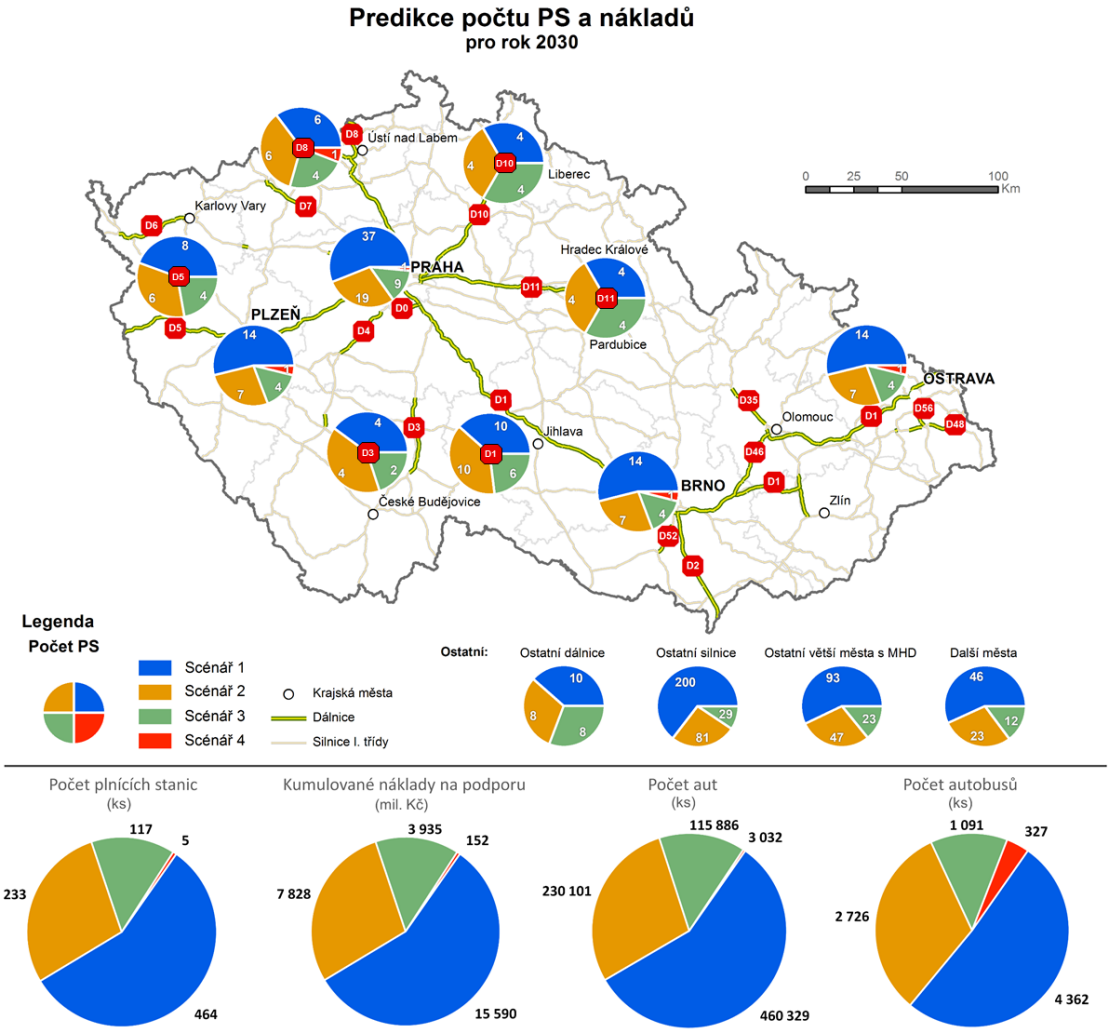
Obrázek 43 znázorňuje síť plnicích stanic v roce 2025 pro různé scénáře společně s kumulativními náklady vynaloženými na jejich výstavbu v daném roce.

Obrázek 43: Predikce počtu plnicích stanic včetně kumulovaných nákladů v roce 2025



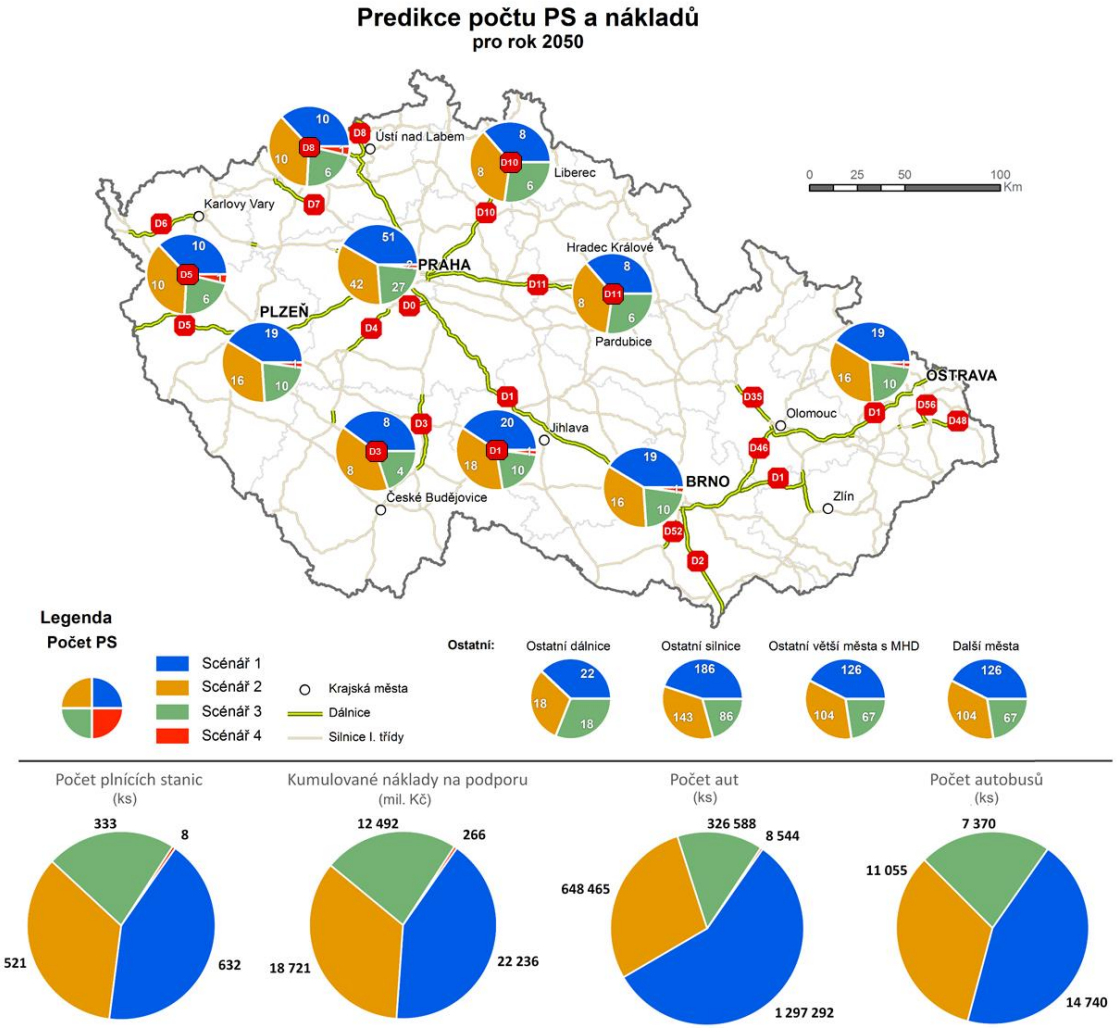
Obrázek 44 znázorňuje síť plnicích stanic v roce 2030 pro různé scénáře společně s kumulativními náklady vynaloženými na jejich výstavbu v daném roce.

Obrázek 44: Predikce počtu plnicích stanic včetně kumulovaných nákladů v roce 2030



Obrázek 45 znázorňuje síť plnicích stanic v roce 2050 pro různé scénáře společně s kumulativními náklady vynaloženými na jejich výstavbu v daném roce.

Obrázek 45: Predikce počtu plnicích stanic včetně kumulovaných nákladů v roce 2050

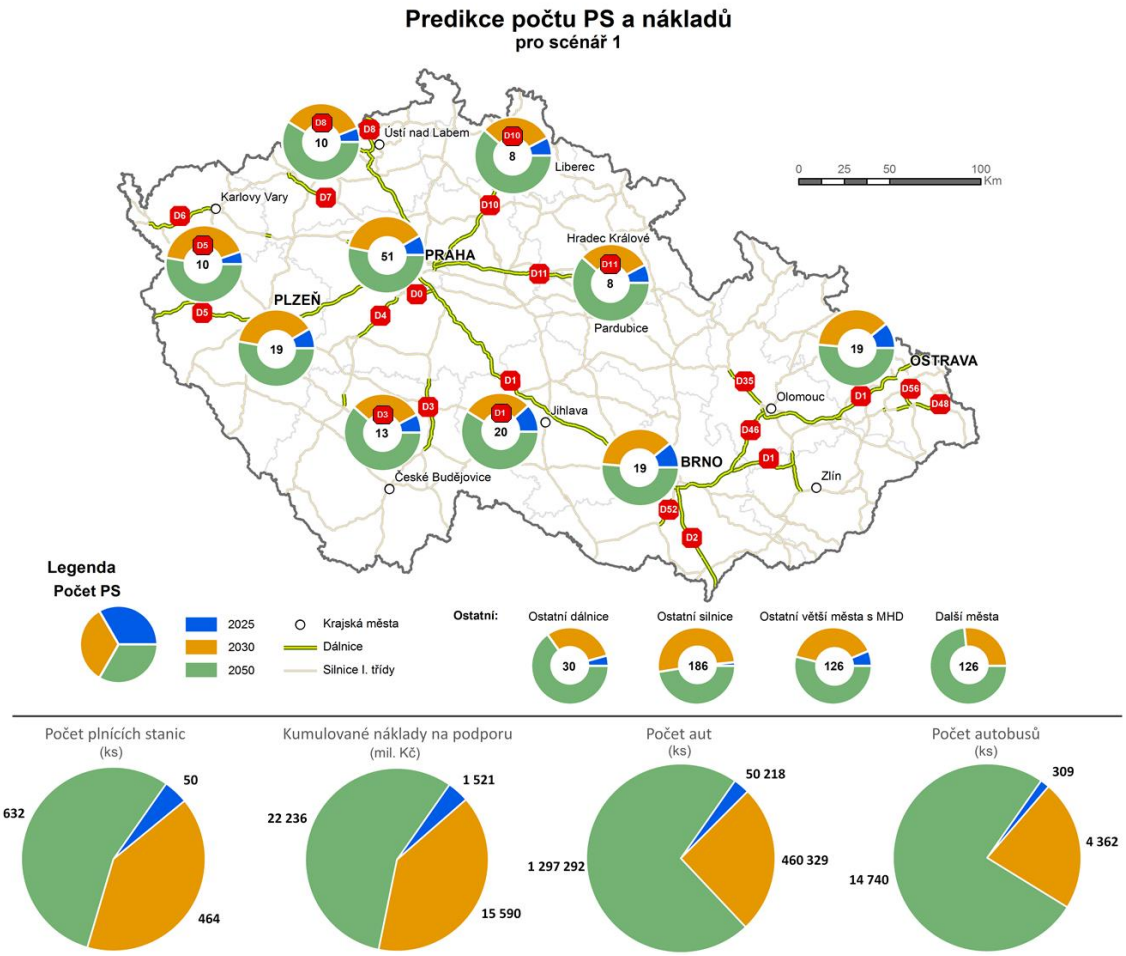


6.7.2 Predikce výstavby plnicích stanic v jednotlivých scénářích

Následující sada map znázorňuje časový výhled potenciální výstavby plnicích stanic v jednotlivých scénářích. Hodnoty v mapě znázorňují potenciální cílový stav v roce 2050, jedná se tedy o kumulativní hodnoty v daných scénářích.

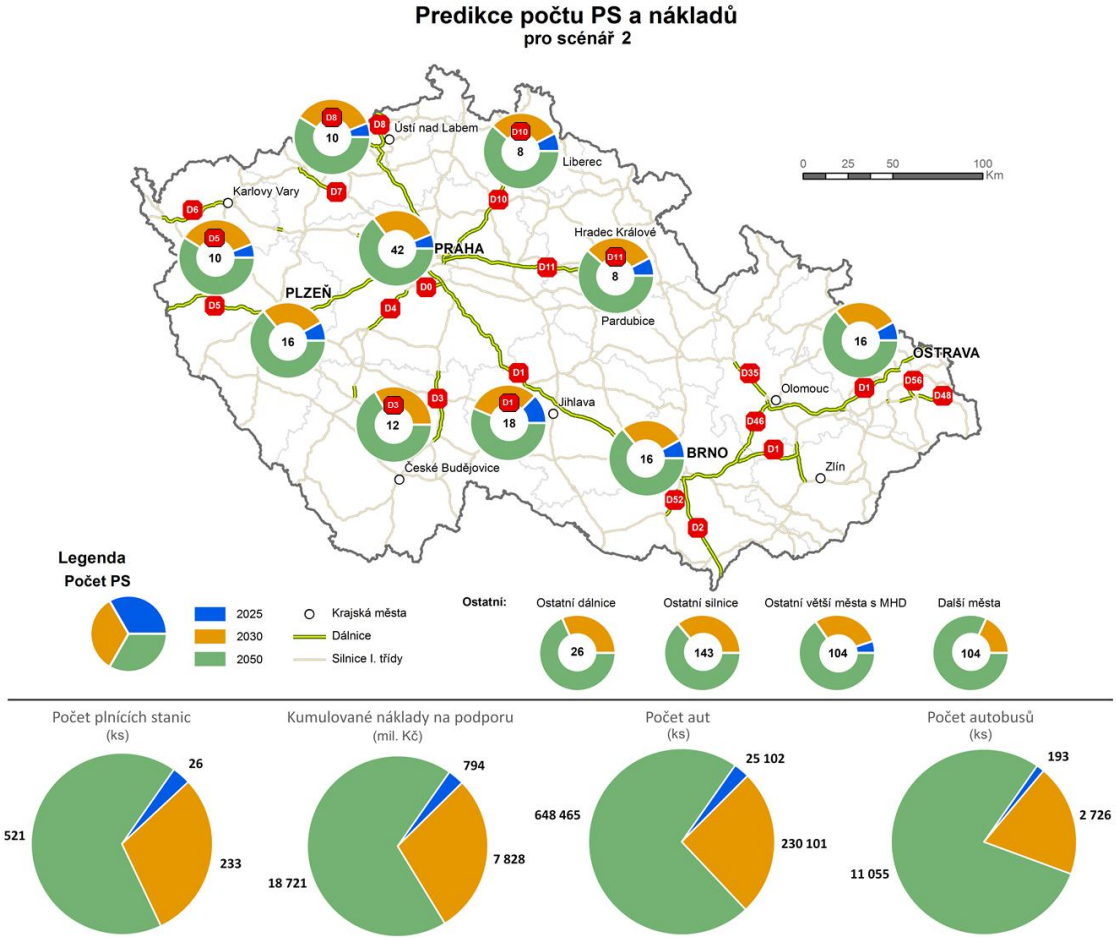
Obrázek 46 znázorňuje scénář 1 – „Ambiciózní“ a jeho průběh v letech 2025, 2030 a 2050. Hodnoty v mapě naznačují cílový stav počtu plnicích stanic v roce 2050.

Obrázek 46: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 1



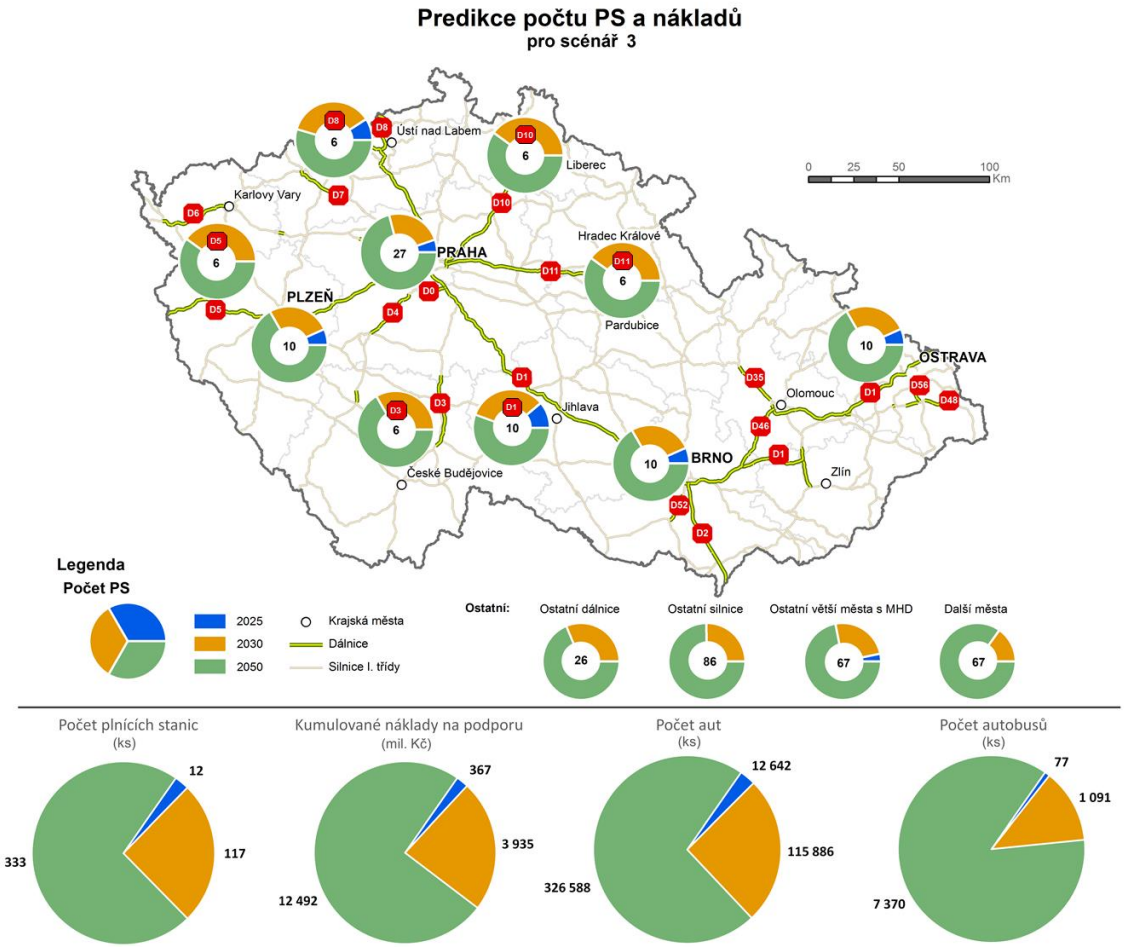
Obrázek 47 znázorňuje scénář 2 – „Progresivní“ a jeho průběh v letech 2025, 2030 a 2050. Hodnoty v mapě naznačují cílový stav počtu plnicích stanic v roce 2050.

Obrázek 47: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 2



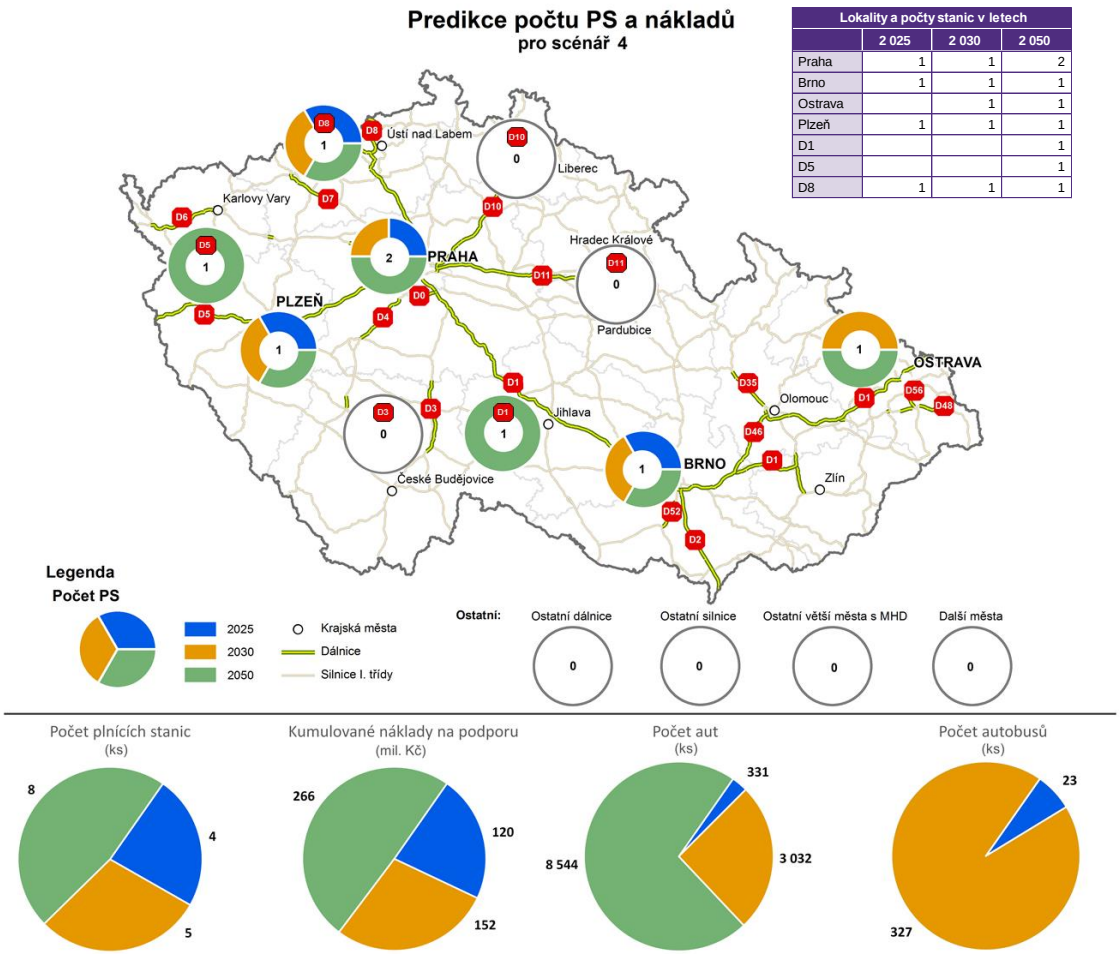
Obrázek 48 znázorňuje scénář 3 – „Základní“ a jeho průběh v letech 2025, 2030 a 2050. Hodnoty v mapě naznačují cílový stav počtu plnicích stanic v roce 2050.

Obrázek 48: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 3



Obrázek 49 znázorňuje scénář 4 – „Nulový“ a jeho průběh v letech 2025, 2030 a 2050. Hodnoty v mapě naznačují cílový stav počtu plnicích stanic v roce 2050. Nulové hodnoty znamenají, že se v daných lokalitách nebudou stavět žádné plnicí stanice.

Obrázek 49: Predikce počtu plnicích stanic ve scénáři 4


Predikce počtu PS a nákladů
pro scénář 4
Lokality a počty stanic v letech
2 025 2 030 2 050
Praha 1 1 2
Brno 1 1 1
Ostrava 1 1
Plzeň 1 1 1
D1 1
D5 1
D8 1 1 1
Ústí nad Labem
Liberec
Karlovy Vary
Hradec Králové
Pardubice
PRAHA
PLZEŇ
OSTRAVA
Olomouc
Jihlava
BRNO
Zlín
České Budějovice
Legenda
Počet PS
2025
2030
2050
Krajská města
Dálnice
Silnice I. třídy
Ostatní:
Ostatní dálnice
Ostatní silnice
Ostatní větší města s MHD
Další města

Počet plnících stanic
(ks)
8
4
5
Kumulované náklady na podporu
(mil. Kč)
266
120
152
Počet aut
(ks)
331
8 544
3 032
Počet autobusů
(ks)
23
327

7 Relevantní formy podpory

Přistoupením k energetické koncepci EU se Česká republika hlásí k veřejné podpoře snižování skleníkových plynů v dopravě a využívání alternativních paliv v tomto sektoru. Podporu lze standardně uskutečnit v podobě jak finančních nástrojů (dotace, pobídky, příspěvky, bezúročné finanční nástroje, garance apod.), tak formou nefinančních opatření (právní regulace, technická omezení, slevy z daní a poplatků aj.). Je třeba upřesnit, že se nejedná pouze o finanční dotace ze strany státu, ale i o další typy podpor.

Analýza relevantních forem podpory se snaží vymezit rozsah potenciálních forem veřejné pomoci, popsat je a provést pilotní odhad vhodnosti a účinnosti podpory pro rozvoj vodíkové technologie v dopravním sektoru ČR.

Pilotní hodnocení bylo uskutečněno:

1. z pohledu času – odhad časové priority řešení v návaznosti na kroky implementace vodíkové technologie v dopravě
    a. prioritně – představuje podporu, která je výchozím předpokladem pro nastartování rozvoje vodíkové technologie
    b. ve střednědobém horizontu – podpůrné aktivity navazují na již realizovanou platformu vodíkové technologie a prohlubují motivaci veřejného i soukromého sektoru k využívání vodíku v dopravě. Představují opatření, jejichž účinnost se projeví do pěti let, nejpozději 10 let. Střednědobá opatření po jejich „vysazení“ sama kontinuálně pokračují a generují žádoucí aktivitu bez potřeby dalších podnětů.
    c. v dlouhodobém horizontu – se uskutečňuje podpora, jejíž efekt se projevuje po 10 či více letech, v oblastech zájmu, které nejsou statické a vyžadují permanentní zlepšování, nebo které jsou významného a investičního charakteru. Typickým představitelem podpory je veřejná pomoc v oblasti výzkumu a vývoje.
2. z pohledu přínosu pro vodíkovou technologii – hodnotíme a popisujeme přínos pro rozvoj vodíkové technologie, porovnáváme očekávané efekty s potenciálními defekty a míru technické připravenosti pro čerpání veřejné pomoci. Byly identifikovány formy podpory s největší přidanou hodnotou.

Následující formy veřejné podpory lze vyčlenit za aplikovatelné pro zavedení a provoz vodíkové technologie v dopravě:

1. Odstranění právních bariér
2. Formální podpora
3. Podpora V&V&I (výzkum, vývoj a inovace) pro vodíkové technologie
4. Podpora budování infrastruktury pro vozidla s vodíkovou technologií

5. Podpora pro pořízení vozidel s vodíkovou technologií
6. Finanční a daňové pobídky

Další část dokumentu je věnována přehledu všech forem podpory a ve zkrácené podobě poskytuje hodnotící informace. Dále jsou vyzdviženy formy podpory s největší přidanou hodnotou pro rozvoj vodíkové mobility v kontextu informací doposud získaných z hloubkových rozhovorů a zahraničních zkušeností.

Dále jsou v návaznosti na definici scénářů vývoje napárovány formy podpory, které mohou napomoci realizaci daného scénáře.

Je třeba nahlížet na vodíkovou mobilitu jako na součást čisté mobility, k níž patří i mobilita elektrická. Veškerá opatření zde navržená se dají vztáhnout na čistou mobilitu, tedy dohromady na elektřinu a vodík. Některá opatření jsou již nyní v přípravě, či dokonce aplikovaná pro elektřinu, je proto logické na ně vázat i z pohledu vodíku vzhledem k jejich obdobné roli v čisté mobilitě.

7.1 Manažerské shrnutí forem podpory

Poskytování veřejné pomoci determinují politické záměry, ohraničuje jej metodika řízení strukturálních fondů EU a zasahují do něj rozpočtové možnosti ČR a územních samospráv. Proto nelze uskutečnit všechna relevantní opatření veřejné pomoci paralelně a je nutné definovat alespoň rámcově „road mapu" poskytování veřejné pomoci.

Při vypisování veřejné pomoci navrhujeme upřednostnit následující opatření:

1. Odstranění právních bariér s cílem legalizovat „hrací pole" pro využívání alternativní vodíkové energie
2. Maximálně podporovat zapojení odborné komunity tak, aby se zapojil celý privátní sektor, který bude generovat efektivní a uživatelsky orientované řešení, případně dokáže přijmout řešení za svá, odůvodnitelná a patřičně je finančně podpořit (spoluúčast privátního sektoru)
3. Generovat finanční podporu k budování infrastruktury, tj. podpořit investiční projekty, které mají dopad jak na veřejnou dopravu, tak na dopravu v podnikatelském sektoru či osobní
4. Poskytovat kontinuálně formální a nefinanční pobídky provozu vodíkové technologie s cílem motivovat využití vodíkové technologie v podnikání či při osobní dopravě.

Uplatnění dalších forem veřejné pomoci předpokládáme po přípravné fázi - „zavádění trhu vodíkové technologie", jednotlivé formy podpory pak musí být potvrzeny dopadovou analýzou a prioritizovány podle stavu implementace.

7.2 Odstranění právních bariér

Podpora formou odstranění formálních bariér představuje úlohu v oblasti legalizace provozu vodíkové technologie a s ní související infrastruktury. Tato aktivita musí vést k zajištění shodných (nikoli diskriminujících) podmínek užívání vozidel a infrastruktury (výroba, prodej, plnicí stanice) a obecně pro podnikání v oboru vodíkové technologie jako technologie spalovacích motorů, tradičních i současně užívaných alternativních paliv.

Relevantně se tak může promítnout novelizací či úpravou právních norem zejména do regulace pohonných hmot, provozování plnicích stanic, cen pořízení a provozu technologie (např. DPH) či do jiných souvisejících právních omezení (stavební zákon, požadavky na technickou způsobilost atd.). V průběhu přípravy studie došlo k úpravám zásadní legislativy. Vodíkové „hrací pole" se zdá být podle hlavních investorů do této technologie v současné době připravené adekvátně a je možné podle něho připravovat další investice. V současně době jsou určité nejistoty, které ale nejsou primárního rázu, ve vztahu k zákonu č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), kdy současné nastavení způsobuje pomalé schvalování staveb (viz úpravy územního plánu, několikastupňová možnost napadnutí schválení stavby apod.)

Přínosy:

1. Rozvoj vodíkových plnicích stanic.
2. Bez přímých finančních dopadů implementace podpory, s minimálními dopady do rozpočtu.

Zhodnocení: Forma podpory odstranění právních bariér je snadno realizovatelná v čase (při zapojení státního aparátu, příp. s pomocí dalších zainteresovaných subjektů při formulaci znění zákona), s minimálními zdroji ze státního rozpočtu. Jak již je ukázáno, většina problematických bodů je již řešena, příp. dokonce vyřešena. Tato aktivita představuje výchozí předpoklad pro uplatnění vodíkové mobility v české ekonomice. Následné využití výhod opatření musí motivovat soukromý či veřejný sektor k investování vlastních finančních zdrojů.

7.3 Formální podpora – nefinanční

Formální podpora představuje úpravu souvisejících právních předpisů tak, aby motivovaly a poskytovaly výhody uživatelům vodíkové technologie k pořizování vozidel s vodíkovou technologií a aby provoz takových vozidel pro jeho uživatele a podnikání v oboru „vodíkové" dopravy představoval nižší nároky oproti uživatelům vozidel se standardním spalovacím motorem a ostatním podnikatelům v oboru dopravy, samozřejmě za předpokladu ohodnocení rizik vodíkové technologie. Motivovat mohou zejména níže uvedené úpravy:

7.3.1 Garážování vozidel s vodíkovou technologií

Ve vyhlášce MV č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb přehodnotit požární riziko související s garážováním vozidel s vodíkovou technologií a minimalizovat předepisující vybavení prostorů tak, aby nebyl omezován vjezd do uzavřených skladovacích, garážních a obdobných prostorů.

Přínosy:

1. Dostupnější garážování či parkování vozidel s vodíkovou technologií.
2. Rozvoj vodíkové mobility při parkování ve městech.

Negativa:

1. Přehodnocení požárního rizika a bezpečnostních podmínek u daných objektů může vyvolat zvýšenou snahu přehodnotit tato kritéria i v případě vozů na zemní plyn či hybridů, a tím může být celý proces realizace zpomalen.

Zhodnocení: Komplikace mohou nastat s realizováním samotné změny vyhlášky v daném čase, spojeným s neochotou záchranných složek upustit od striktních norem. Je nutné autority přesvědčit, že vozy jsou vybavené speciální technologií z hlediska požární bezpečnosti a výbuch plynu nehrozí. Finanční výdaje by naopak neměly představovat výraznou zátěž pro státní rozpočet.

7.3.2 Servis vozidel s vodíkovou technologií

Sblížit požadavky a podmínky oprav, údržby, kontroly, vystavování a prodeje vozidel s vodíkovým pohonem a požadavky na požární bezpečnost staveb v prostorách, ve kterých se tyto činnosti uskutečňují, požadavkům a podmínkám pro vozidla se standardním spalovacím motorem.

Přínosy:

1. Narovnání podmínek pro vodíkové automobily, u kterých zjednodušení provozních náležitostí může vést k větší atraktivitě při volbě typu vozidla.
2. Usnadnění podnikání autoservisů a prodejců a s tím spojená vyšší dostupnost služby.

Negativa:

1. Sjednocení všech nutných podmínek pro adopci vodíkových vozidel v běžném provozu nutně negeneruje realizované investice, je nutné zajistit, že například plnicí stanice, jejichž faktická výstavba je velmi nákladná, či dostatečně hustá síť servisních míst, opravdu budou zřízeny.

Zhodnocení: Je nutné provést kompletaci všech nezbytných podmínek pro údržbu, kontrolu a samotný prodej vozidel. To je ve střednědobém časovém horizontu realistické, je zde možnost inspirovat se například modelem v USA, kde již funkční síť pro provoz a servis vodíkových vozidel existuje. Výdaje pro státní rozpočet na tento koncept jsou v zanedbatelné výši.

7.3.3 Užívání pozemních, resp. místních komunikací

Upravit legislativu, kterou se upravují pravidla provozu na pozemních komunikacích tak, aby vyhrazený jízdní pruh pro autobusy a taxislužbu mohl být současně užíván vozidly s vodíkovou technologií.

Dále je možné v návaznosti na pravomoci místních samospráv umožnit vozidlům s vodíkovou technologií vjezd do míst s restrikcemi pro vozidla se spalovacím motorem nebo je jiným způsobem zvýhodnit, např. snížením mýtného (v budoucnu zákazy spalovacích motorů v centrech měst, požadavky na snížení hluku apod.)

Přínosy:

1. Větší atraktivita vodíkových vozidel při přesunu napříč zástavbou, kde především ve špičkách mohou hrozit kolony.
2. Poskytnutí přednostního postavení vodíkovým vozidlům v rámci dopravního provozu pozitivně stimuluje poptávku po těchto vozidlech a zároveň rozšíří tuto technologii do povědomí široké veřejnosti.
3. Dává signál veřejnosti, která vozidla mají i v budoucnu přístup do problémových (z pohledu ŽP) aglomerací či měst a obcí.

Negativa:

1. Úprava pravidel provozu a řízení na jízdních komunikacích provedená speciálně a pouze pro vozidla na vodíkový pohon může vyvolat kritiku a žádost o stejné udělení výjimky ze strany ostatních účastníků využívajících jiné alternativní pohony, což potenciálně ohrožuje rychlost úpravy vyhlášky.
2. Návrh se může setkat s nesouhlasem autorit zajišťujících bezpečnost silničního provozu, kdy vlastníci vozidel na vodíkový pohon mohou mít díky tomuto přednostnímu postavení větší sklon k rizikovému a hazardnímu chování na komunikacích.

Zhodnocení: Změna vyhlášky či místních úprav by (v případě, že stát chce podpořit rozvoj tohoto typu pohonu) měla být implementována bez výraznějších komplikací, právě díky nutnosti dodržet bezpečnostní podmínky provozu vodíkových vozidel na pozemních komunikacích Vzhledem k technické připravenosti v dopravním sektoru stimulu tohoto charakteru nic nebrání. Na druhou stranu se dá velmi silně očekávat lobby pro další alternativní paliva. Neočekává se výrazná zátěž státního rozpočtu.

7.3.4 Umožnění parkování na jinak vyhrazených místech

Možnost parkování pro vlastníky vozidel v zónách s omezenými přístupem (např. modré zóny v Praze). Toto je inspirováno současným stavem a výhodou pro elektromobily.

Přínosy:

1. Garance přednostního postavení vozidel s vodíkovou technologií implikuje zvýšený zájem veřejnosti o tato vozidla.

Negativa:

1. Schválení návrhu může opět být zpomaleno negativními reakcemi ze strany vlastníků vozidel užívajících jiné alternativní pohony, kteří by mohli požadovat stejné zvýhodnění (nyní je např. v Praze umožněno parkovat elektromobilům).
2. Odhaduje se snížený výnos provozovatele zón (měst, obcí).

Zhodnocení: Zvýhodněná možnost parkování v zónách s omezeným přístupem se může setkat s odporem ze strany vlastníků vozidel na jiné alternativní pohony (nejspíše by muselo být zavedeno i pro další typy čistých alternativ (elektřina)), ale i s neochotou měst vyčleňovat z již tak nedostačujícího počtu parkovacích míst jiná, speciálně určená pro vozidla na vodíkový pohon. Samotná implementace by ale měla být realizovatelná bez větších finančních nákladů. Pro soukromý sektor se může jednat o nefinanční bonus navíc – tedy jako zpříjemnění provozu.

7.4 Podpora V&V&I pro vodíkové technologie

Podpora vědy, výzkumu a inovací je jednou z důležitých rozvojových aktivit, které sice nemají přímý dopad na rozvoj trhu jako celku, ale mohou sloužit při implementaci různých pilotních řešení této technologie. V rámci této části je důraz kladen především na rozvoj pilotních implementací, následně pak také výzkumné aktivity vysokých škol.

7.4.1 Podpora výzkumu, vývoje a inovací pro vodíkovou technologii

Veřejná podpora přispívá k prohlubování spolupráce mezi VŠ, výzkumnými organizacemi a podnikatelskými subjekty v oboru vodíkové technologie, napomáhá výzkumu a vývoji

vodíkové technologie nebo související technologie a infrastruktury, či generuje a částečně hradí náklady pilotních projektů provozu vodíkové technologie.

Přínosy:

1. Sdílení a sblížení teoretického a praktického know-how.
2. Podpora konkurenceschopnosti ČR v oblasti vodíkové technologie.
3. Díky rostoucí spolupráci napříč výzkumnými sférami také vzroste zájem o podnikání v tomto oboru společně s vyššími investicemi do rozvoje technologií.

Negativa:

1. Časově, technicky a finančně náročná aktivita.

Zhodnocení: Podpora generuje nové technologie a přispívá ke konkurenceschopnosti vodíkové technologie, avšak v dlouhodobém horizontu. Vyžaduje dotace či podporu v řádově vyšších hodnotách. Existuje riziko, že i vynaložení dostatečné finanční podpory nemusí ve výsledném efektu přispět k výraznému zlepšení či návrhu nové technologie, či významnému využití v praxi. Klade vysoké nároky na zadání R&D projektu v kontextu s využitím v praxi a erudované řízení expertními pracovníky.

7.4.2 Veřejná podpora vytváření odborných komunit a interoperability

Podpora vzniku odborných komunit převážně soukromého charakteru s cílem vzájemné spolupráce, iniciace inovací či přilákání atraktivních investic. Jedná se o odborná seskupení počínaje orgány veřejné správy (zakládají a rozvíjí vznik komunit), seskupení zájmových skupin provozovatelů, stavebníků, uživatelů infrastruktury a zákazníků, R&D, výrobců vodíku, jeho distributorů a výrobců dopravních prostředků s vodíkovou technologií. V rámci tohoto bodu je očekávána největší část financování pilotních projektů.

Přínosy:

1. Synergie zkušeností a efektivní příprava výstavby infrastruktury (uživatelský pohodlnější řešení).
2. Integrace zákazníků veřejných služeb, privátního a podnikatelského sektoru a společné využívání infrastruktury (vzájemné uznávání).
3. Budování konkurenceschopnosti vodíkové infrastruktury a vozidel s vodíkovou technologií (propojení teoretických znalostí, studií a praxe).
4. Lepší vnímání vodíkové technologie.

Negativa:

1. Nejistota překlopení do reálného fungování.
2. Zaměření „pouze“ na pilotní projekty.

Zhodnocení: Veřejná podpora v této oblasti může dosahovat vyšších přínosů než dotovaný výzkum a vývoj, navíc s obvykle menšími finančními požadavky, protože soukromý sektor se dokáže v opodstatněných řešeních připojit privátními finančními dotacemi. Je vhodné zavádění clusterů a implementaci řešení interoperability maximálně podporovat. Propojení těchto oblastí může mít velmi pozitivní dopad, ale nejistoty pro reálné fungování dané technologie vždy mohou zpomalovat aktivní využívání.

7.5 Podpora budování infrastruktury pro vozidla s vodíkovou technologií

Páteřní infrastruktura je nezbytným předpokladem pro vybudování trhu a možnosti pro rozvoj vodíkové mobility. Vyhrazená část nákladů spojených s výstavbou vodíkových stanic je dle tohoto návrhu financována z dotačních programů MPO či MD ČR. Za efektivní podporu lze považovat budování veřejné infrastruktury pro vozidla (osobní) s vodíkovou technologií, budování veřejné i neveřejné vodíkové infrastruktury pro MHD a veřejnou dopravu a budování firemní infrastruktury.

7.5.1 Podpora k budování veřejné infrastruktury pro vozidla s vodíkovou technologií

Podpora částečně hradí náklady na výstavbu vodíkových stanic pro soukromá, firemní i státní vozidla s vodíkovou technologií. Obdržení a výše dotace zohledňuje současný stav infrastruktury vodíkových stanic v daném regionu a jejich využitelnost v provozu vozidel. Je vhodnou podmínkou pro rozvoj vodíkové mobility. Je třeba překlenout počáteční stav „0“ a nastartovat trh do bodu zlomu, kdy se obejde bez investičních či provozních dotací.

Přínosy:

1. Budování prostoru pro fungování vodíkové technologie v praxi, nastartování rozvoje vodíkové technologie v dopravě.
2. Podpora výstavby vodíkových stanic.
3. Následný hlubší dopad výstavby – využití vodíkových stanic v soukromém sektoru.

Negativa:

1. Podporu získají větší aglomerace.

Zhodnocení: Jedná se o finančně poměrně náročnou část podpory (podloženo výpočty modelu) z hlediska priority. Klíčový je fakt, že pravděpodobně budou zvýhodněny pouze větší aglomerace, jelikož v menších územních jednotkách budou upřednostněny jiné formy investic. Navíc je důležité informovat veřejnost o prospěšnosti a prokázat opodstatnění výstavby s cílem, aby tato infrastruktura byla dlouhodobě využívána. Pro udržení životnosti stanic je třeba provázat podporu i s podporou vozového parku, aby provozovatelé plánovaných/vystavěných stanic měli možnost předjímat model provozu a rentabilitu stanic.

7.5.2 Podpora k budování neveřejné vodíkové infrastruktury pro veřejnou, městskou a příměstskou hromadnou dopravu a komunální služby

Podpora částečně hradí náklady na výstavbu vodíkových stanic pro vozidla s vodíkovou technologií, zabezpečující veřejnou a hromadnou dopravu či komunální služby. Obdržení a výše dotace koreluje s počtem obslužných vozidel (městských, příměstských, komunálních) nebo s rozsahem krytí veřejně obsluhovaného území.

Přínosy:

1. Budování prostoru pro fungování vodíkové technologie v praxi, nastartování rozvoje vodíkové technologie ve veřejné dopravě.
2. Podpora výstavby vodíkových stanic v zázemí dep a na trasách.
3. Podpora rozšíření provozu autobusů a technických vozů s vodíkovou technologií (čisté alternativní palivo v aglomeracích).

4. Motivace soukromého sektoru veřejným postojem.

Negativa:

1. Upozadí jiné výdaje v rozpočtech státní správy a zejména územní samosprávy.

Zhodnocení: Jedná se o finančně poměrně náročnou část podpory (podloženo výpočty modelu) z hlediska priority. U veřejné dopravy menších územních jednotek, s ne tak velkým rozpočtem, hrozí upozadění projektu jinými výdaji či méně nákladnými projekty. Přestože je hodnota počáteční investice několikanásobně vyšší než u soukromé dopravy, je zde nutné zdůraznit to, že výše finanční podpory v časovém horizontu klesá. Co se navíc například sítě plnicích stanic týče, nemusí být z hlediska veřejné dopravy tak hustá jako v případě osobních vozidel. Celkově se jedná o výstavbu stanic především v depech veřejné dopravy. Dalším nezanedbatelným benefitem je využití alternativního čistého paliva, které je žádané především v regionech se současným vysokým podílem emisí.

7.5.3 Podpora k budování firemní infrastruktury

V souvislosti s pořízením a následným provozováním vozidel s vodíkovou technologií u podnikatelských subjektů jsou za způsobilé výdaje považovány výdaje na pořízení souvisejících technologií a vodíkových stanic. Teoreticky to může být i kombinace vodíkové stanice a vodíkových automobilů (vzorem je dotační program OP PIK).

Podpora částečně hradí náklady na výstavbu vodíkových stanic pro vozidla podnikatelských subjektů. Zároveň dle vzoru OP PIK může podporovat vlastní vodíkové flotily vozidel. Obdržení a výše dotace koreluje s počtem využívaných vozidel.

Přínosy:

1. Budování prostoru pro fungování vodíkové technologie v praxi, nastartování rozvoje vodíkové technologie v podnikatelském sektoru.
2. Penetrace vozidel s vodíkovou technologií do firemních fleetů.
3. Rozšiřování infrastruktury vodíkové technologie podnikatelskými subjekty.

Negativa:

1. Podporu získají nejspíš větší aglomerace.

Zhodnocení: Jedná se o finančně poměrně náročnou část podpory (podloženo výpočty modelu) z hlediska priority. Výhody jsou spatřovány v obdobném modelu podpory pro elektromobily z programu OP PIK. I v podnikatelském sektoru pravděpodobně podporu získají jen větší aglomerace z důvodu finanční náročnosti výstavby vodíkové stanice. Zde dále hrozí riziko, že podnikatelský sektor nepokryje chybějící infrastrukturu, ale vystaví duplicitní. Na druhou stranu je zde možnost využívání firemní sítě i pro veřejnost, v tu chvíli dochází k dalšímu benefitu využití sítě nejen soukromými subjekty, ale také veřejností.

7.6 Podpora pro pořízení vozidel s vodíkovou technologií

Veřejná podpora finančně stimuluje (dotace) nákup vozidel pro osobní účely, do firemních flotil, pro státní sektor či další subjekty veřejné sféry. Jedná se o podporu nákupu vozidel na vodíkový pohon (např. dle vzoru současných dotačních programů – elektromobilita pro podnikatelské subjekty, alternativní mobilita do měst a obcí). Reálně se jedná o snížení pořizovací ceny v současné době velmi drahého (ve srovnání s konvenčním palivem) typu

vozidla, aby docházelo k motivaci nejen nadšenců do alternativních paliv či nových technologií, ale zároveň běžného obyvatelstva, které má zájem udržovat čistší životní prostředí, ale není ochotné (nemůže) vynakládat finanční prostředky do dražších technologií. Cílem je především překlenout počáteční dobu, než vznikne reálný „trh".

7.6.1 Podpora veřejné dopravy a komunálních služeb – dopravních podniků, dopravců pro MHD a veřejnou linkovou dopravu a komunálních podniků

Veřejní autobusoví dopravci a poskytovatelé komunálních služeb pořizují vozidla s vodíkovou technologií s podporou danou státem, místní samosprávou, která snižuje pořizovací cenu vozidel. Může být vázáno na určité regiony, či plošně pro zavádění alternativních paliv do tohoto typu dopravy. Vodíková technologie je i ve světě (Německo, Itálie, Japonsko) vnímána jako dobrá alternativa pro veřejnou dopravu, stejně jako svoz komunálního odpadu a zabezpečení dalších komunálních služeb může být velmi dobře prováděn vozidly na vodíkový pohon, díky financování z rozpočtů státní správy a místních samospráv. Záleží pochopitelně na dílčích výpočtech business case každého projektu, zda je tento typ technologie vhodný pro daný typ dopravy a služby a vypočtení úspor provozu. Tímto typem podpory by došlo k urychlení přechodu na alternativní paliva ve veřejné dopravě či v komunálních službách.

Přínosy:

1. Snížení objemů emisí plynoucích z frekventované sítě veřejné dopravy, což v rámci měst často trpících smogovými situacemi může zlepšit stav tamního ovzduší a v dlouhodobém horizontu i snížit zdravotní potíže rezidentů způsobené právě tímto problémem.
2. Ekonomické a ekologické úspory plynoucí z nižší spotřeby pohonných hmot pro komunální služby.
3. Podpora rozšíření provozu autobusů, veřejných prostředků a technických vozů s vodíkovou technologií.

Zhodnocení: Finanční část této podpory je reálně jednou z nejnáročnějších, ale očekává se, že bude jedním z nejdůležitějších stimulů pro rozvoj technologie a bude následně pozitivně motivovat i soukromé dopravce k užití této technologie. Celková poptávka po dopravních prostředcích poháněných vodíkem **by měla díky tomuto značně růst**.

7.6.2 Podpora subjektů státní správy a samospráv a jim podřízených, řízených či zřizovaných organizací

Obměna části vozového parku státní správy a samosprávy za vozidla s vodíkovou technologií pro potřeby státních zaměstnanců na přesuny na delší vzdálenosti. Toto opatření vychází z NAP CM, kdy je dána podmínka rozvoje alternativní mobility ve státní správě. Toto je možné rozšířit i na místní samosprávy. Obecně to lze chápat i jako zprovoznění carsharingu ve státní správě jako nyní funguje pro standardní paliva.

Přínosy:

1. Finanční úspory z provozování alternativních paliv ve státní správě a místních samosprávách.
2. Motivace soukromého sektoru veřejným postojem a stimulace poptávky po vozidlech.

Zhodnocení: Obměna vozidel užívaných státní správou a samosprávou nepředstavuje, co se množství vozidel týče, tak velký výdaj jako je tomu v případě veřejné dopravy, proto by měla být aplikovatelná o něco snadněji. Navíc také pozitivně motivuje soukromý sektor k osvojení si vodíkové technologie. Carsharing nejenže přinese finanční úspory, ale jistě bude velmi pozitivně přijat i širokou veřejností a motivuje ji k ekologičtějšímu chování.

7.6.3 Podpora podnikatelských subjektů

Obměna části vozového parku a rozvoj podnikatelského využívání vodíku. Podnikatelský sektor může vidět určitý potenciál pro další rozvoj svého podnikání i z pohledu dopravy (např. rozvoz) na určitou vzdálenost. Zároveň při nižších provozních nákladech se dá očekávat využívání tohoto typu dopravy a snížení nákladů firem.

Přínosy:

1. Penetrace vozidel s vodíkovou technologií do firemních fleetů.
2. Akcelerace procesu adopce vodíkové technologie, jelikož privátní sektor má větší kapitál na její osvojení spojené s obměnou vozidel.

Zhodnocení: Obměna vozidel u podnikatelských subjektů může být díky přítomnosti vyššího kapitálu v soukromém sektoru mnohonásobně rychlejší. Současně s podporou u dopravních podniků, dopravců a komunálních podniků je smysluplné a opodstatněné podporu provázat na privátní sektor. Její čerpání pak proběhne dlouhodobě, od pilotních projektů po konečného uživatele vodíkové technologie.

7.6.4 Podpora soukromých osob

Vozidla s vodíkovou technologií nakupují fyzické osoby bez nutnosti identifikačního čísla. Obdobně o této možnosti nyní mluví MŽP pro elektromobily. Dává logiku, aby podpora byla směřována i do „obyčejných“ zákazníků, kteří mají zájem o alternativní palivo, v tomto případě vodík. Cílem je umožnit registraci osobních vozidel společně s dotací na pořízení či provoz pro soukromé osoby.

Přínosy:

1. Ekonomické úspory plynoucí z nižší spotřeby pohonných hmot spojené se snížením emisí a zlepšením stavu ovzduší v dlouhodobějším horizontu.
2. Penetrace vozidel s vodíkovou technologií v soukromém sektoru.

Zhodnocení: Je smysluplné směřovat podporu i do soukromého sektoru. Především pokud se osvědčí podpora pilotních projektů ve veřejné službě. Je to další kus skládačky pro podporu rozvoje vodíkových technologií. Zároveň je smysluplné ji propojit s privátním sektorem a státní správou. Je třeba nastavit tuto podporu, až po pilotních projektech výstavby infrastruktury.

7.7 Finanční a daňové pobídky

Finanční a daňové pobídky mají rozličnou formu a mají různé váhy důležitosti pro nastartování vodíkové mobility. Spíše se dají chápat jako dodatečná motivace při aplikace finanční podpory (dotací). Doplňují finanční motivaci k využívání vodíkové technologie nebo k náhradě současné technologie. Aplikují se od okamžiku budování vodíkového trhu (snížení pořizovací ceny odpuštěním DPH), přes provozní úlevy (snížení/odpuštění silniční

daně) až po potenciální finanční a bankovní nástroje pro snížení nákladů na úvěry. Jedná se o podpůrná opatření typu:

7.7.1 Úlevy za užívání dálnic a silnic

Úleva je definována jako sleva či odpuštění dálniční známky či mýtného pro dané typy dopravních prostředků a je odstupňována s ohledem na parametry vozů.

Přínosy:

1. Dílčí snížení nákladů vlastnictví prostřednictvím úspory za dálniční známku či mýtné.
2. Dodatečná motivace pro potenciální vlastníky vodíkových vozidel.

Negativa:

1. Odhaduje se snížení výnosu Státního fondu dopravní infrastruktury v rozsahu jednotek milionů Kč do roku 2030 a tím pádem zanedbatelná míra pokrytí nákladů výstavby/modernizace, provozování systému elektronického mýta, pravidelné údržby, správy a provozu a nákladů spojených s následky dopravních nehod.
2. Při nárůstu penetrace vozidel je třeba stanovit dlouhodobou míru „naplnění" trhu a ukončení tohoto typu podpory.

Zhodnocení: Úleva za známku a mýto působí jako dodatečná pozitivní motivace pro veřejnost si auta na vodíkový pohon zakoupit. Odhadované snížení výnosu Státního fondu dopravní infrastruktury je absolutně v tomto časovém hledisku nepodstatné. Obecně se tato forma podpory dá brát pouze jako dodatková, dá se očekávat, že toto nebude hlavním bodem, který by změnil uvažování veřejnosti.

7.7.2 Úlevy z užívání místních komunikací a služeb poskytovaných obecní samosprávou

O rozsahu úlev rozhodují samosprávné orgány a jsou zcela v jejich působnosti, v případě dotačních programů úlevy korelují s cílem opatření. Zohledňují se především typy dopravních prostředků a parametry vozů, míru obslužnosti či role pro veřejný zájem. V případě dílčích poplatků za užívání je možné využít postup dle bodu 3.2.3 v rámci nastavení bezplatných služeb využívání obecních prostor, příp. dílčí úlevy dle tohoto bodu.

Přínosy:

1. Garance přednostního postavení a provozu vozidel s vodíkovou technologií a s ní související stimulace poptávky po technologii.
2. Dílčí snížení nákladů vlastnictví prostředku s vodíkovou technologií.
3. Dílčí snížení nákladů výstavby vodíkových stanic.
4. Podpora veřejného vědomí existence a prospěšnosti vodíkové technologie.

Negativa:

1. Snížení samosprávního rozpočtu a s tím související nevýrazná, ale nižší míra pokrytí nákladů výstavby/modernizace, pravidelné údržby, správy a provozu.
2. Lze očekávat podporu spíše v „bohatších aglomeracích."

Zhodnocení: Vyvstává otázka, do jaké míry má smysl vyčleňovat automobilům na vodíkový pohon přednostní postavení v místních komunikacích u menších územních jednotek a periferií, pokud na nich nebude zavedena infrastruktura

například plnicích stanic. Samotné vyčleňování a realizace tohoto zvýhodnění v takzvaných „bohatších aglomeracích“ by se ale neměla setkat s významnějšími překážkami v oblasti institucionální a rozpočtové stránky, kde se očekává zvýšení veřejného vědomí o prospěšnosti a výhodách užívání vozidel užívajících vodíkový pohon.

7.7.3 Snížení či odpuštění daní

Úprava režimů či sazeb včetně zavádění jiných úlev zejména pro silniční daň, DPH či při povinném ručení, odvíjející se od emisních tříd vozidla EURO. Jedná se např. o vynětí z daně, nejnižší sazby, osvobození po určitou dobu či v daném regionu, zvýšení nebo 100% odpis pořizovací ceny v 1.roce, opravy pro vozidla s nulovými emisemi CO_2 jako odečitatelná položka.

Přínosy:

1. Konkurenceschopnost vodíku jako paliva, konkurenceschopnost vozidla s vodíkovou technologií.
2. Dílčí snížení nákladů vlastnictví vozidla s vodíkovou technologií a s ní související stimulace poptávky po technologii.
3. Nastartování rozvoje vodíkové technologie.
4. Usnadnění výstavby vodíkových stanic.
5. Motivace k pořizování nových vozidel, vyřazování vozidel s vyššími emisemi.

Negativa:

1. Odhaduje se snížení rozpočtu Státního fondu dopravní infrastruktury – krácením silniční daně.
2. Odhaduje se snížení příjmů do státního rozpočtu na dani z přidané hodnoty.

Zhodnocení: **Snížení či odpuštění daní funguje jako motivace pro potenciální kupce vozidel na vodíkový pohon**, kdy zvýšená poptávka také nastartuje zvýšené budování infrastruktury nutné pro jejich obsluhu. Plátce daně nejvíce motivuje úleva na dani z přidané hodnoty, která činí nejvyšší, avšak jednorázovou úsporu pořízení investice. Další efekt lze očekávat v relaci k silniční dani, kde úspora činí zanedbatelnou částku, ale taková úspora je zavedena pro elektromobily v návaznosti na NAP CM, takže je logické žádat takovou úlevu i pro vodíkové automobily. Daňová úleva však také znamená citelné snížení jak státního rozpočtu (jako se již prokázalo u vozidel na pohon CNG), tak i rozpočtu Státního fondu dopravní infrastruktury, a proto je realizace tohoto opatření značně ztížena a potenciálně ohrožena. Dá se očekávat významná debata se zástupci ministerstva financí o oprávněnosti těchto opatření, a především vyčíslení přesných nákladů, resp. úbytku příjmů do státního rozpočtu. Především využití těchto opatření musí být v návazných pracích podloženo dopadovou analýzou.

7.7.4 Zvýhodněné úvěrové a záruční nástroje

Finanční příspěvek (snížení úrokových sazeb, státní garance, finanční záruky, aj.) či bonus ve změně parametrů standardních bankovních produktů (délka splatnosti, požadovaná jistina, výše záruky, prodlužování záruk, aj.) jsou další dodatečnou možností motivace investorů/zákazníků vodíkové mobility. Opatření se týkají nových vozidel s vodíkovou technologií, výstavby či modernizace dopravní infrastruktury a vzniku podnikatelských subjektů v daném regionu. Tato motivace je velmi kvitována především Evropskou komisí a reálně je také využívána v západní Evropě. V Česku je k této formě pobídky dlouhodobá skepse, jelikož ČR jako kohezní stát v minulosti i současnosti využíval pro financování

především klasickou formu dotací, resp. občané a společnosti z ČR. Tyto záruky nebo pokrytí úrokové sazby státem jsou výhodou pro projekty, které jsou velmi blízko životaschopného projektu. V počátcích se dá očekávat minoritní využití, ale v návazném fungování, kdy bude reálně vznikat trh či se začne překlápět rentabilita projektů do černých čísel, můžou být i tyto nástroje vyhledávány a více využívány. Z tohoto důvodu by měla být uvedená podpora brána v potaz a neměla být opomenuta.

Přínosy:

1. Dílčí snížení nákladů vlastnictví prostředku s vodíkovou technologií.
2. Dílčí snížení nákladů výstavby vodíkových stanic.
3. Stimulace poptávky v sektoru vodíkové technologie.

Negativa:

1. Snížení výnosu finanční instituce, které může být kompenzováno rozvojem podnikání a zaměstnanosti v daném regionu a s tím související dodatečnou poptávkou po pasivních produktech finanční instituce.
2. Pokrytí výnosu finanční instituce státní sférou, tj. stát hradí „rizikový" příplatek úrokové sazby (poskytuje garanci), či pokrývá celý úrok spojený s investicí.

Zhodnocení: Nástroje přinesou nejvyšší efekt ve střednědobém horizontu, v okamžiku po vybudování alespoň nezbytné infrastruktury. Z finančního hlediska se dá předpokládat, že náklady na veřejnou pomoc **budou vykompenzovány předpokládaným nárůstem výkonů dopravy** a s tím související vyšší spotřebou pohonných hmot. Prioritní podpora podnikatelského sektoru by mohla multiplikovat efekt v soukromém sektoru. Je třeba si uvědomit nezbytné zapojení státu, které by hradilo rizikovou část úrokové sazby, příp. pokrývala celý úrok, tj. byly by zde jisté nároky na státní rozpočet, pokud by takové nástroje reálně začaly fungovat. Toto pokrytí by se dalo realizovat i ze strany evropských fondů. Ostatně EK navrhuje využívání těchto instrumentů a bere je jako nástroj financování ze strany EK či státu.

7.8 Přehled forem podpory

Tabulka 55: Přehled forem podpory

Forma podpory	Opatření	Hlavní důvody	Zhodnocení (kvantitativní)	Efekt z pohledu času
7.2 Odstranění právních bariér		• Rozvoj vodíkových stanic • Dostupnější služby • Urychlení budování infrastruktury	• „Zdarma“ • Vyžaduje modifikaci legislativy	• **Prioritně** • Je výchozím předpokladem nastartování trhu • V převážné míře již proběhlo
7.3 Formální podpora – nefinanční	7.3.1 Garážování vozidel s vodíkovou technologií	• Dostupnější garážování či parkování vozidel s vodíkovou technologií. • Možné zpomalení schválení normy	• Nízké finanční nároky • Vyžaduje jen modifikaci stavu	• **Ve střednědobém horizontu** • Je předpokladem k nastartování osvojení si vozidel s vodíkovou technologií
	7.3.2 Servis vozidel s vodíkovou technologií	• Větší atraktivita vodíkových pohonů při volbě typu vozidla • Následné investice zde nejsou zaručeny	• Nutná kompletace podmínek pro servis, prodej a kontrolu vodíkových vozidel • Finančně realizovatelné	• **Ve střednědobém horizontu** • Je předpokladem k nastartování osvojení si vozidel s vodíkovou technologií
	7.3.3 Užívání pozemních, resp. místních komunikací (rychlé pruhy, restrikce, mýtné vjezdu do města)	• Větší atraktivita vodíkových vozidel při přesunu díky zvýhodněným podmínkám • Přednostní postavení vodíkových vozidel v rámci dopravního provozu pozitivně stimuluje poptávku po těchto vozidlech • Využití pro čistou mobilitu (elektřina, vodík) • Možný nesouhlas autorit zajišťujících bezpečnost silničního provozu	• Finanční zátěž je pouze minoritního rázu	• **Ve střednědobém horizontu** • Finančně nenáročné a důležité opatření

Forma podpory	Opatření	Hlavní důvody	Zhodnocení (kvantitativní)	Efekt z pohledu času
	7.3.4 Umožnění parkování na jinak vyhrazených místech	• Výhody implikují zvýšený zájem o vodíková vozidla • Snížení výnosu pro provozovatele zón, kompenzace zlepšení dopadu na životní prostředí	• Finančně snadná realizace • Možný odpor měst odůvodněný nedostatkem parkovacích míst	• **Prioritní** • Je výchozím předpokladem nastartování z hlediska časové preference (funguje pro elektřinu v některých městech)
7.4 Podpora V&V&I pro vodíkové technologie	7.4.1 Podpora výzkumu, vývoje a inovací pro vodíkovou technologii	• Sdílení know-how • Podporuje konkurenceschopnost • Technicky, časově a finančně náročné	• Vysoké finanční nároky • Zavádění podpory je technicky náročné	• **V dlouhodobém horizontu**
	7.4.2 Veřejná podpora vytváření odborných komunit a interoperability	• Synergie zkušeností a uživatelsky orientované řešení • Vzájemné uznávání • PR vodíkové technologie • Bude aplikováno ve větších aglomeracích • Podpora pilotních projektů	• Nižší finanční nároky se „spoluúčastí“ privátních sektorových disciplín	• **Ve střednědobém horizontu** • Je výchozím předpokladem efektivní přípravy a realizace • Vysoce pravděpodobný efekt
7.5 Podpora budování infrastruktury pro vozidla s vodíkovou technologií	7.5.1 Podpora k budování veřejné infrastruktury pro vozidla s vodíkovou technologií	• Podpora výstavby vodíkových stanic s dopadem do privátního sektoru • Aplikace napříč ČR	• Vysoké finanční nároky (investičního charakteru) • Částečně využívá současnou infrastrukturu a aktuální pozice čerpacích stanic	• **Prioritně** • Je zde vysoce pravděpodobný pozitivní efekt
	7.5.2 Podpora k budování neveřejné vodíkové infrastruktury pro veřejnou, městskou a příměstskou hromadnou dopravu a komunální služby	• Nastartování rozvoje vodíkové technologie ve veřejné dopravě • Aplikace primárně ve „vybraném“ regionu či v aglomeraci se zájmem o rozvoj vodíkové veřejné dopravě	• Finančně velmi výrazná část podpory • Potenciální velká pozitivní návratnost v čase • Předpoklad nastartování využívání vodíku	• **Prioritně** • Pozitivní efekt dlouhodobého rázu

Forma podpory	Opatření	Hlavní důvody	Zhodnocení (kvantitativní)	Efekt z pohledu času
	7.5.3 Podpora k budování firemní infrastruktury	• Penetrace vozidel s vodíkovou technologií do firemních fleetů • Nastartování PR vodíku přes firmy	• Finančně náročná část podpory	• **Prioritně** • Pozitivní efekt dlouhodobého rázu
7.6 Podpora pro pořízení vozidel s vodíkovou technologií	7.6.1 Podpora veřejné dopravy a komunálních služeb – dopravních podniků, dopravců pro MHD a veřejnou linkovou dopravu a komunálních podniků	• Penetrace vodíkové technologie do veřejné dopravy • Snížení emisí • Nižší spotřeba tradičních PHM • Veřejné služby motivují privátní sektor	• Dlouhodobé vysoké finanční nároky • Nutné opatření pro pobídku soukromého sektoru	• **Prioritně** • Je výchozím předpokladem nastartování i přes vysokou finanční zátěž
	7.6.2 Podpora subjektů státní správy a samospráv a jim podřízených, řízených či zřizovaných organizací	• Nastartování sdílení alternativních (čistých) technologií ve státní správě a místních samosprávách	• Snadnější obměna vozového parku díky menšímu objemu počtu vozidel	• Opatření proveditelné ve **střednědobém až dlouhodobém horizontu**
	7.6.3 Podpora podnikatelských subjektů	• Penetrace vozidel s vodíkovou technologií do firemních fleetů • Založené na současném programu OP PIK	• Obměna může být díky přítomnosti vyššího kapitálu v soukromém sektoru mnohem rychlejší	• **Prioritně** • Je výchozím předpokladem nastartování i přes vysokou finanční zátěž
	7.6.4 Podpora soukromých osob	• Úspory plynoucí z nižší spotřeby pohonných hmot spojené se snížením emisí • Je třeba dorovnat náklady pořízení pro privátní sféru	• Až po osvědčení ve veřejném sektoru a u podnikatelských subjektů má smysl aplikovat podporu této technologie i v sektoru soukromém	• Opatření je vhodné realizovat **prioritně, ale nejpozději ve střednědobém** časovém rozsahu

Forma podpory	Opatření	Hlavní důvody	Zhodnocení (kvantitativní)	Efekt z pohledu času
7.7 Finanční a daňové pobídky	7.7.1 Úlevy za užívání dálnic a silnic	• Motivace k pořizování nových vozidel • Snížení výnosů provozovatelů silnic a dálnic	• Pozitivní motivace ke koupi vodíkových vozidel • Citelné snížení příjmů státního fondu dopravní infrastruktury	• Opatření proveditelné **ve střednědobém horizontu**
	7.7.2 Úlevy z užívání místních komunikací a služeb poskytovaných obecní samosprávou	• Přednostní postavení a provoz vozidel s vodíkovou technologií stimuluje poptávku po technologii • Lze očekávat podporu spíše v „bohatších aglomeracích“	• Relativně snadná implikace • Pozitivní motivace k obměně vozidel na spalovací pohon	• Opatření proveditelné **ve střednědobém horizontu**
	7.7.3 Snížení či odpuštění daní	• Nastartování rozvoje vodíkové technologie • Dá se očekávat dopad na rozpočet ČR z pohledu snížení příjmu z DPH	• Zvýšená poptávka po nových vozidlech je dána velkými finančními výdaji	• Opatření **střednědobého charakteru,** ale s velmi významným dopadem, tudíž je doporučeno ho brát na pomezí priority a středního období
	7.7.4 Zvýhodněné úvěrové a záruční nástroje	• Snížení nákladů vlastnictví prostředku s vodíkovou technologií • Stimulace poptávky po této technologii	• Předpokládá se, že náklady na veřejnou pomoc budou kompenzovány nárůstem výkonů dopravy • Zároveň je zde dopad na státní rozpočet, který bude muset kompenzovat rizikovost projektu pro soukromé finanční instituce	• **Opatření střednědobého charakteru**

7.9 Formy podpory s nejvýznamnějším přínosem pro realizaci vodíkové mobility

Jednání expertní skupiny, hloubkové rozhovory a veřejný průzkum mimo jiné zdůraznil některé formy podpory a pokusil se identifikovat ty formy veřejné podpory, které vzhledem k omezeným rozpočtovým možnostem a definovanému časovému horizontu urychlí nástup vodíkové technologie. Rozhodování o prioritizaci pobídek významně ovlivňuje relevance poptávky po pomoci ze soukromého sektoru, která je motivována v neposlední řadě výší dané podpory, dále její dostupností a kontinuálním efektem pro vlastnictví vozidla s vodíkovou technologií, stejně tak determinuje užití veřejné pomoci předpokládaný dopad implementovaných opatření a časová proveditelnost v podmínkách ČR. Nezbytné je uvědomění, že tato prioritizace nevznikala násilně, ale v průběhu několikaměsíčních diskuzí s odborníky a zástupci trhu z celé ČR. Tito zástupci, příp. subjekty dodaly své názory na potenciální dopady forem podpory a z toho vykrystalizovala kombinace podpor.
V návaznosti na takto definované formy podpory byla vzata v potaz také zkušenost z minulých implementací dalších alternativních paliv. Jako vzor mohly sloužit práce na NAP CM, zároveň přístup k CNG a elektromobilitě v minulých letech. Cílem nebylo se omezovat na stávající dotace, které mají různě úspěšné implementace, ale připravit sestavu, která by měla motivovat nejen žadatele o dotace, ale i státní správu, která dotace vypisuje, resp. připravuje programy podpor, a místní samosprávy, které mohou napomoci implementací dílčích nefinančních forem na svých územích.

Mezi přesvědčivé formy podpory dle expertního názoru patří dvě hlavní skupiny, a to a) podpora pro základní stimulaci trhu vodíkové technologie a b) podpora s jednoduchou implementací či dodatečnými přínosy, které při určité kumulaci mohou znamenat převážení názoru váhajících subjektů na vodík a jeho využití v dopravě společně s dalšími tématy vodíkové mobility.

Základní stimulaci trhu vodíkové technologie zabezpečí zejména následující formy podpory:

1. **Podpora k budování veřejné i neveřejné infrastruktury**, tj. pro soukromá vozidla, pro veřejnou městskou a příměstskou hromadnou dopravu, pro komunální služby i pro podnikatelský sektor. Klíčový význam pomoci spočívá v nastartování rozvoje technologie, dlouhodobé využívání a základní prvek pro penetraci vozidel s vodíkovou technologií. Toto se dá brát za kruciální formu podpory.
2. **Podpora pořizování vozidel s vodíkovou technologií**, a to především dopravních prostředků pro veřejnou dopravu, pro komunální služby a pro firemní fleety, v návaznosti na to i pro soukromé osoby. Podpora snižuje spotřebu klasických pohonných hmot a snižuje vypouštění emisí CO_2, současně po veřejných službách a podnikatelském sektoru vytváří poptávku také po vozidlech pro soukromé osoby, které zavádění mohou brát v návaznosti na pozitivní PR jako inspiraci. Při současných i předpokládaných nákladech na pořízení vodíkového vozidla v nejbližších letech je dotační podpora nákupu vozidel jedinou potenciální významnou hnací silou.
3. **Snížení či odpuštění daní –** dan z přidané hodnoty, snižuje náklady pořízení či provozu vozidel s vodíkovou technologií. Je to bráno jako jeden z nejdůležitějších stimulů, u kterých je ale očekávána významná debata s dalšími ministerstvy,

konkrétně ministerstvem financí. Reálně se dá očekávat, že snížení nebo odpočet DPH by bylo jednou z nejvýraznějších motivací pro nakupujícího, ale zavedení tohoto opatření se zdá být téměř neřešitelnou otázkou. Je však vhodné tento bod uvést v tomto důležitém výčtu.

Obecně formy podpory s jednoduchou implementací či dodatečnými přínosy, které při určité kumulaci mohou znamenat převážení názoru váhajících subjektů na vodík a jeho využití v dopravě doplňují základní stimulaci trhu s vodíkovou technologií a zajišťují přidanou hodnotu vlastníkovi dopravního prostředku s vodíkovou technologií. Lze si pod nimi představit především tato opatření:

4. **Umožnění parkování na jinak vyhrazených místech**, je bodem poměrně snadno zaveditelným díky zkušenosti s elektromobilním pohonem. Zároveň se jedná o poměrně jednoduchou úpravu místních vyhlášek. A benefitem je opět velmi dobře vnímaná možnost využití vozidla ve městech, které mají složitou situaci parkování. Je třeba, resp. je vhodné zkombinovat podporu pro čistou mobilitu (elektřinu a vodík).
5. **Zvýhodněné užívání pozemních, resp. místních komunikací**, zejména využívání jízdních pruhů pro autobusy a pro taxislužby, zároveň vjezd do center měst (příp. nižší mýtné), do kterých je zakázaný vjezd pro spalovací motory apod., zabezpečuje pozitivní PR čisté mobility a stimuluje poptávku po vozidlech s vodíkovou technologií. Jejich využívání umožní zrychlené přesuny především ve městech, kde jsou ve špičkách dopravní zácpy, a to bude motivovat subjekty k nákupu tohoto typu vozidla.
6. **Garážování vozidel s vodíkovou technologií**, umožní dostupnější využití vodíkových vozidel v městské zástavbě a při úvahách o nákupu vozidel při možnosti využití garážových stání. Je třeba upravit legislativu (vyhlášku), ale na druhou stranu se může jednat o významný benefit při úvahách o nákupu nového či výměně stávajícího vozidla. Jedná se o úpravu vyhlášky z pohledu bezpečnosti parkování (vazba na problematiku LPG a CNG, které nemohou být parkováni v garážích).
7. **Úlevy za užívání dálnic a silnic – mýtné, dálniční známka** – umožňují především snížit náklady provozu vozidla, doplňují motivaci k nákupu vozidla s vodíkovou technologií, nejedná se o významnou položku, ale je příjemným benefitem. Při současném návrhu značení alternativních vozidel je toto vhodné doplnění pro provozovatele vozidla.
8. **Snížení či odpuštění daní – silniční daň** – podpora zakládá lepší vnímání provozu vozidla formou opakované, i když nevýznamné finanční úspory, nejedná se o významnou položku, ale je příjemným benefitem. Je vnímána i z pohledu budoucího potenciálního plošného nastavení silniční daně pro všechny účastníky provozu v kontextu používaného pohonu. V tu chvíli by takový benefit pro čistou (vodík, elektřina) mobilitu byl jistě výrazně zajímavější. Navíc pro elektřinu tento benefit již nyní ve vazby na NAP CM existuje, takže je logické předpokládat a žádat jeho zavedení i pro vodíkové vozy.

7.10 Napárování forem podpory na scénáře

Při modelování potenciálního vývoje vodíkové mobility v ČR byl zvolen variantní přístup. Na základě různé aplikace forem podpory, resp. jejich kombinace, váhy a rozsahu opatření

vznikly 4 scénáře vývoje. Reálně se však jedná „pouze“ o 3 scénáře vývoje založené na formách podpory. 4. scénář je nulovou variantou, která obsahuje nefinanční podporu založenou na současně známých iniciativách, které mají „zpříjemnit“ využívání vodíkového pohonu, ale nejsou hlavním motorem přesunu uživatelů k vodíku.

Scénáře vývoje a napárování forem podpory:

scénář 1 – „Ambiciózní“ představuje scénář, při kterém budou současně aplikovány všechny významné formy podpory tak, jak je zvolil zpracovatelský tým za spolupráce expertní skupiny a na základě informací z hloubkových rozhovorů, zároveň musí být formy podpory aplikovány tak, aby byly schopny pokrýt celý rozdíl mezi náklady na zavedení vodíkové mobility oproti konvenčním palivům, tato částka se rovná nákladům na investice do výstavby infrastruktury, investice do podpory osobních vozidel a autobusů (veřejné dopravy). Tento scénář má významný dopad na veřejné rozpočty z důvodu velkého rozdílu mezi pořizovacími náklady na konvenční a čistou technologii. Tento scénář vykazuje primární tlak pouze na vodík a upozaďuje další formy alternativní či čisté mobility.

scénář 2 – „Progresivní“ je scénářem, ve kterém je vodíková mobilita alternativou čisté mobility srovnatelná s elektromobilitou a je tedy očekáván velmi intenzivní rozvoj. Je třeba si uvědomit, že tento scénář obsahuje všechna doplňková opatření. Dále jsou v něm také všechny 3 významné formy podpory. Mají stanovenou nižší prahovou vynaloženou částku, než ve scénáři 1, ale zároveň se stále výrazně podílejí na dopadu do státního rozpočtu, jelikož jsou vynaložené částky velmi vysoké. Cílem je maximálně stimulovat vytvoření trhu. Zaměří se tedy na pokrytí potřebnou infrastrukturou a úlevy provozu prostředků s vodíkovou technologií. Tento scénář nabízí vodík jako čistou alternativu, kdy je očekáváno odklonění od špinavějších technologií a udržení stejného přístupu k elektřině, jako je nyní predikováno.

scénář 3 – „Základní“ – popisuje vodíkovou mobilitu jako alternativu čisté mobility, avšak s menší prioritou, a tím i dopadem na veřejné rozpočty. Veřejná podpora kombinuje „soft“ opatření, která jsou definovaná v této kapitole výše. Tato opatření mají sloužit pro zvýšení povědomí a pozitivní náhled na využívání vodíku v dopravě. Obecně by tato opatření měla převážit ty krátkodobé negativní dopady (cena, počáteční nedostatek stanic apod.). V návaznosti na tyto benefity je třeba aplikovat i ty nejvýznamnější formy podpory, tedy podporu výstavby stanic, podporu nákupu vozidel a snížení daně z přidané hodnoty na nákup vozidel. Tato podpora je nastavena v takové výši, aby celkem pokryla rozdíl mezi náklady na konvenční a vodíkový pohon. Reálně se bude jednat o nižší vyčleněnou alokaci či nižší spoluúčast (% dotace) státního sektoru na tomto financování, než ve scénářích 1 a 2. Dá se očekávat, že velikost podpory se bude odvíjet od reálného zájmu žadatelů dle dílčích realizovatelných projektů tak, aby umožňovala nastartování tržního prostředí.

scénář 4 – „Nulový“ prezentuje variantu s (téměř) nulovou veřejnou podporou, ve které se nepočítá s finanční podporou ze strany státu. Podpora se týká legislativních či místních úprav, které budou postupně zaváděny i pro další alternativní především elektrické pohony a je logické, aby tyto výhody měly i automobily na vodíkový pohon. Zároveň je indikován vývoj vodíkové technologie pouze na základě běžného vývoje, kdy bude tento trh hnán především nadšenci do nových technologií, případně motivací ze strany soukromých subjektů, které ovšem logicky nebudou ochotny financovat rozvoj ve významné míře.

Zapojení forem podpory zpřehledňuje následující tabulka:

Tabulka 56: Zapojení forem podpory

Formy podpory	Ambiciózní	Progresivní	Základní	Nulový
1. Podpora k budování veřejné i neveřejné infrastruktury	Je dána podpora výstavby veřejné, neveřejné i firemní infrastruktury. Alokace je významná a s vysokou výší dotační spoluúčasti dle typu projektu. Podporuje se počátek trhu i nárůst trhu tak, aby se z vodíku stalo dominantní palivo. Vynaložené náklady jsou výrazné. Lokalizace podporovaných stanic je přes celou ČR.	Je dána podpora výstavby veřejné, neveřejné i firemní infrastruktury. Alokace je významná a se střední až vysokou výší dotační spoluúčasti dle typu projektu. Podporuje se počátek trhu, následně se podpora utlumuje, ale stále doznívá pro větší podporu vodíkové mobility. Lokalizace podporovaných stanic je přes celou ČR s důrazem na aglomerace (MHD) a TEN-T v počáteční fázi.	Je dána podpora výstavby veřejné, neveřejné i firemní infrastruktury, avšak s nižší alokací, než v přechozích scénářích a se střední výší dotační spoluúčasti. Je třeba podpořit projekty především v počáteční fázi (cyklu) trhu. Lokalizace podporovaných stanic je přes celou ČR s důrazem na aglomerace (MHD) a TEN-T v počáteční fázi.	-

Formy podpory	Ambiciózní	Progresivní	Základní	Nulový
2. Podpora pořizování vozidel s vodíkovou technologií	Je dána podpora vozidel veřejného (MHD), státního, firemního i soukromého sektoru. Veřejný, státní, firemní i soukromý sektor jsou podporovány významně pro svou další využitelnost a multiplikační efekt. Zásadní je alokace, která podporuje v konečných číslech rozvoj dle tohoto scénáře, což indikuje výrazný nárůst vodíkové mobility. Využití vodíku je dominantní.	Je dána podpora vozidel veřejného (MHD), státního, firemního i soukromého sektoru. Veřejný, státní i firemní sektor jsou podporovány významně pro svou další využitelnost a multiplikační efekt. Soukromý sektor je podpořen v takové míře, že je velmi výhodné pořídit vodíkové vozidlo. Zásadní je alokace, která podporuje v konečných číslech rozvoj dle tohoto scénáře, což indikuje výrazný nárůst vodíkové mobility.	Je dána podpora vozidel veřejného (MHD), státního, firemního i soukromého sektoru. Veřejný, státní i firemní sektor jsou podporovány na úrovni současných možností. Soukromý sektor je podpořen minoritně, ale stále je tato podpora pro žadatele zajímavá. Zásadní je alokace, která podporuje v konečných číslech rozvoj dle tohoto scénáře.	-
3. Snížení či odpuštění daní – DPH	DPH je odpuštěna	Výše DPH je snížena na 10 %	Výše DPH je snížena na 15 %	Výše DPH je 21 %
4. Umožnění parkování na jinak vyhrazených místech	Parkování je umožněno na vyhrazených stáních (např. modré čáry), je garantováno na veřejných parkovištích (x parkovacích míst pro čistou mobilitu)	Parkování je umožněno na vyhrazených stáních (např. modré čáry), je garantováno na veřejných parkovištích (x parkovacích míst pro čistou mobilitu)	Parkování je umožněno na vyhrazených stáních (např. modré čáry), je garantováno na veřejných parkovištích (x parkovacích míst pro čistou mobilitu)	Parkování je umožněno na vyhrazených stáních (např. modré čáry), je garantováno na veřejných parkovištích (x parkovacích míst pro čistou mobilitu)
5. Zvýhodněné užívání pozemních, resp. místních komunikací	Vodíková (čistá) vozidla mohou pro plynulejší provoz ve městech využívat stávající pruhy určené pro autobusy a vozidla taxislužby	Vodíková (čistá) vozidla mohou pro plynulejší provoz ve městech využívat stávající pruhy určené pro autobusy a vozidla taxislužby	Vodíková (čistá) vozidla mohou pro plynulejší provoz ve městech využívat stávající pruhy určené pro autobusy a vozidla taxislužby	Vodíková (čistá) vozidla mohou pro plynulejší provoz ve městech využívat stávající pruhy určené pro autobusy a vozidla taxislužby

Formy podpory	Ambiciózní	Progresivní	Základní	Nulový
6. Garážování vozidel s vodíkovou technologií	Auta na vodík mohou parkovat v podzemních garážích	Auta na vodík mohou parkovat v podzemních garážích	Auta na vodík mohou parkovat v podzemních garážích	Auta na vodík mohou parkovat v podzemních garážích
7. Úlevy za užívání dálnic a silnic – mýtné, dálniční známka	Vodíková vozidla neplatí dálniční známky, příp. mýto	Vodíková vozidla neplatí dálniční známky, příp. mýto	Vodíková vozidla neplatí dálniční známky, příp. mýto	-
8. Snížení či odpuštění daní – silniční daň	Vodíková vozidla nejsou postižena silniční daní	Vodíková vozidla nejsou postižena silniční daní	Vodíková vozidla nejsou postižena silniční daní	-

Je třeba si uvědomit, že výstupy z modelu a částky uvedené v rámci kumulativních nákladů neznamenají absolutní výši podpory, kterou je třeba v rámci jednotlivých scénářů vyčlenit z dotačních programů, ale rozdíl mezi investičními a provozními náklady na vodíkovou mobilitu oproti standardním konvenčním vozidlům při současném předpokladu vývoje cen. Výše popsané benefity jsou i nefinančního rázu a společně s těmi finančními mají tvořit určité podhoubí pro rozvoj vodíkové mobility v ČR. Je však nezbytným předpokladem, že podpora bude realizována pouze po omezenou dobu s cílem urychlení tržního (komerčního) nástupu vodíkové mobility. Jakmile by se trh přehoupl do své životaschopné fáze (především snížení nákladů na pořízení vodíkového vozidla), je třeba zdůraznit, že by mělo dojít k ukončení těchto podpor.

8 Závěrečná doporučení

Na základě zjištění získaných v průběhu přípravy této studie je cílem připravit / naformulovat strategická doporučení pro naplnění zvoleného scénáře vývoje vodíkové mobility v ČR. Tato doporučení jsou formulována s odkazy na pozitivní zkušenosti ze zahraničí, zkušenosti s používáním první vodíkové stanice a vodíkového autobusu v ČR, na základě informací získaných z hloubkových rozhovorů, veřejného průzkumu a expertní skupiny a v kontextu potenciálního výhledu využití vodíku v ČR pro všechny uživatele.

Tato doporučení nelze brát jako dogma, ale obecně při jejich správné kombinaci může dojít k urychlení nastartování tohoto odvětví a umožní to potenciálním investorům investovat do odvětví v garantovaném, i když teprve startujícím tržním prostředí.

To je ostatně i jeden ze základních stavebních kamenů u jakékoliv začínající iniciativy. Je tomu tak i v případě vodíkové mobility. Ze zkušeností ze zahraničí jednoznačně vyplývá, že je vhodné připravit **jasnou státní koncepci čisté mobility při respektování všech alternativ**.

Definice jednoznačné vize, společně s nastavením reálných cílů a jasně definovaných opatření je klíčová pro nastartování takové nové iniciativy, kterou vodík v dopravě bezpochyby je.

Následující část shrnuje základní **strategická doporučení, která by v rámci vládní strategie podpory** využívání vodíkové technologie neměla být opomenuta a měl by na ně být zaměřen zájem v případě, že se ČR rozhodne jít touto cestou.

8.1 Strategická doporučení

8.1.1 Podpora výstavby vodíkové infrastruktury

Adopce vodíkové mobility v dlouhodobém časovém horizontu stojí především na **dvou pilířích**. P**rvním z nich je existence fungující a bezpečné infrastruktury plnicích stanic**, která umožňuje plnění nádrží vozidel vodíkem. **Druhým pilířem jsou pak samotná vozidla.**

Většina expertů, stejně tak jako široká veřejnost (dle provedeného průzkumu), se shoduje, že jednou z nejsložitějších otázek nástupu vodíkové technologie v dopravě je, zda primárně začít s budováním infrastruktury (tj. výstavbou plnicích stanic a využití volných výrobních kapacit vodíku), či raději vyrábět samotná vozidla. Jeden faktor se bez toho druhého neobejde a aktivita pouze v jedné z těchto dvou oblastí postrádá smysl.

Dle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva, která obsahuje opatření na podporu trhu s alternativními typy pohonů (mezi které patří i vodík), je stát povinen navrhnout na svém území konkrétní počty veřejných stanic alternativních paliv. **V Národním akčním plánu čisté mobility je navržen cíl 3-5 veřejných plnicích stanic pro rok 2025**.

Výsledky této studie jasně implikují potřebu podpory základní infrastruktury pro rozvoj vodíkové mobility. Náklady na její iniciaci nelze očekávat zaplatit od soukromých subjektů v plné výši. Proto je toto doporučení zařazeno na první místo. Je předpokládáno, že toto bude základním stavebním kamenem rozvoje, aby vůbec došlo k potenciálnímu rozvoji vodíkového odvětví

V rámci specifikace tohoto konkrétního opatření je vhodné rozlišit dvě zásadní skupiny, kam směřovat podporu – veřejné plnicí stanice pro běžné uživatele a neveřejné stanice pro veřejnou hromadnou dopravu a případně komunální služby. V obou případech **je žádoucí, aby stát aktivně podporoval investice pomocí forem podpory** dříve jmenovaných, zacílené především na investiční výstavbu vodíkových plnicích stanic. V rámci podpory lze optimálně využít dostupné evropské dotace, které cílí na využití alternativních paliv a výstavbu alternativní infrastruktury, ať už se jedná o operační program pro dopravu či pro podporu podnikání a investic. Výstavba obou skupin stanic bezesporu povede k urychlení výstavby celé potřebné infrastruktury, jejíž přítomnost následně snadněji přesvědčí veřejnost vozidla skutečně nakupovat.

8.1.1.1 Veřejné vodíkové stanice

Chybějící infrastruktura a síť veřejných plnicích stanic je jednou z hlavních překážek v dalším rozvoji osobních vodíkových vozidel. Pokud stát zajistí fungující a dostatečně hustou síť plnicích stanic, bude to motivovat výrobce vodíkových automobilů k tomu, aby svou nabídku rozšířili, protože ucítí určitou garanci využití. To bude mít za následek také vyšší povědomí veřejnosti o vodíkové mobilitě jako takové a bude ji motivovat k následné potenciální koupi vodíkového automobilu.

Doporučením je, aby se stát soustředil na dostatečné pokrytí hlavních komunikačních tahů tak (v první fázi dálnice, silnice 1. třídy apod.), aby byla obslužnost plnění vozidel pro potenciální vlastníky nových vozů co nejpohodlnější a nejdostupnější. Je nasnadě využití současných lokací čerpacích stanic. Z hloubkových rozhovorů s experty vyplynulo doporučení postupně doplňovat vodík jako standartní variantu na současné čerpací stanice, samozřejmě s přihlédnutím k nutnosti dodržení patřičných bezpečnostních opatření a standardů.

Zajímavým doplňkem, který nevyžaduje budování velkého počtu plnicích stanic, je **využívání vozidel moderním způsobem, a to formou carsharingu,** ať už ve sféře firem či fyzických osob. Vhodnou inspirací je projekt Bee Zero fungující v německém Mnichově. Tento projekt není znevýhodněn nedostatečnou infrastrukturou, jelikož v rámci městského prostředí umožňuje realizovat plnění pouze s omezeným počtem plnicích stanic. Pokud se v ČR najde region či místní samospráva, pro kterou by tato alternativa byla zajímavá, tak by se jednalo o další investičně méně náročný krok k vodíkové mobilitě v určitém specifickém regionu, který může sloužit jako pilotní inspirace.

I taková možnost by měla být v zájmu státu, tedy podporovat projekty obdobného charakteru v České republice, opět za účelem zvýšení zájmu veřejnosti o tuto technologii. Na stejném závěru se shodla nejen expertní skupina, ale zastává ho i řada odborníků, kteří byli dotazováni při hloubkových rozhovorech.

8.1.1.2 Neveřejné vodíkové stanice (pro veřejnou dopravu)

Co se budování infrastruktury pro vodíková vozidla ve veřejné dopravě týče, faktická výstavba infrastruktury plnicích stanic by neměla být v tomto ohledu významnou

překážkou, jelikož **je zapotřebí podstatně nižší počet stanic na využívané vodíkové autobusy (auta pro komunální služby)**.

Investičně se jedná o výrazně levnější řešení i vzhledem k možnému otestování technologie v reálném životě. Pilotní provoz se dá zajistit s jednou plnicí stanicí v místě vozovny a počtem autobusů, které zajistí například 1 konkrétní autobusovou linku místo stávajících konvenčních pohonů. I dle informací z hloubkových rozhovorů vyplývá, že některá města budou v určitém horizontu přecházet na alternativní paliva. Je třeba zdůraznit, že některé z nich si díky státní podpoře může zajistit vodíkovou infrastrukturu a následně být první vlaštovkou čisté vodíkové mobility.

Reálně je toto testováno v zahraničí, projekt **CHIC** (Clean Hydrogen in European Cities) je ukázkou **úspěšné zahraniční realizace vodíkové mobility ve sféře veřejné dopravy**. Jeho cílem bylo demonstrovat, že autobusy poháněné vodíkem v městské hromadné dopravě představují funkční řešení pro dekarbonizaci a snížení hluku ve velkých aglomeracích. Mezi nejdůležitějšími výsledky projektu týkající se vodíkové infrastruktury je klíčová především spolehlivost v ostrém provozu (nízké plnicí časy stanic, autobusy byly nasazeny až na 20 hodin denně).

Je doporučením začít testovat vodíkové autobusy v hromadné dopravě v regionu či aglomeraci určité velikosti, aby bylo zjištěno reálné fungování v ostrém provozu při určitém vytížení. Právě v takové oblasti bude síť (infrastruktura + autobusy) nejvíce využívána, což zapříčiní rychlejší návratnost investice. Zároveň dojde ke zvýšení povědomí veřejnosti o vodíkové mobilitě a udržitelným modům dopravy jako celku. **Takový region je možné vybrat na základě zkušeností s jinými alternativními pohony, resp. na základě debat s místními samosprávami, které dlouhodobě uvažují o přesunu svého automobilové / autobusového parku na čistá paliva.**

8.1.1.3 Rozmístění vodíkových stanic / Využití potenciálu tranzitní polohy mezi Německem a Rakouskem v rámci osobní dopravy

Jak už bylo zmíněno výše, nespornou výhodou budování infrastruktury plnicích stanic v rámci **segmentu městské dopravy je jejich nízký počet nutný k obsluze vozidel v depech**. Z toho pohledu je logické využít některou aglomeraci, která by měla zájem o rozvíjení tohoto druhu mobility a případně pak po osvědčení technologie navázat v dalších regionech. Cílem by tedy mělo být využití hustého provozu a husté dopravní sítě určité aglomerace / regionu k pilotnímu projektu vodíkové veřejné dopravy.

Druhým směrem investic, jak je již popsáno výše, jsou investice do veřejné infrastruktury. Nabízí se, v kontextu potenciálního a logického rozvoje s největším dopadem a přidanou hodnotou, směřovat je na dálnice či silnice 1. třídy, alespoň v první fázi. Tento směr je jistě vhodný, ale nabízí se i další podpůrný argument. V Německu a Rakousku již probíhá investiční výstavba vodíkové mobility a plány v Německu naznačují zajímavý boom, ze kterého mohou těžit všichni Středoevropani. **Německo je v rámci EU považováno za hlavního průkopníka v oblasti vodíkové mobility a počet vodíkových plnicích stanic za západními hranicemi České republiky neustále roste**. Proto primárním zájmem ČR by dále měla být soustavná podpora cílená na provázání těchto mezinárodních vodíkových infrastruktur. Další nespornou výhodou vzniklou z realizace propojení sítí České republiky, Německa a Rakouska, je **možnost profitovat z nových zahraničních technologií a know-how.** Oba státy se totiž nachází v oblasti progresu vodíkové mobility podstatně dál než ČR.

V návaznosti na výše zmíněné i na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU je záhodno umísťovat stanice na linie Transevropské dopravní sítě (TEN-T), která je směrnicí uváděna jako doporučená páteřní síť pro výstavbu této infrastruktury, jelikož zahrnuje hlavní dopravní tepny. V rámci TEN-T sítě se jedná především o frekventované mezinárodní tahy, konkrétně koridor vedoucí z Drážďan přes Prahu směrem do Rakouska. Z toho vyplývá doporučení **směřovat podporu na výstavbu vodíkové infrastruktury podél tohoto tahu (což je podporováno i z komunitárního programu TEN-T, resp. CEF).**

První realizace veřejné vodíkové stanice v ČR probíhá v návaznosti na TEN-T síť. Společnost Unipetrol, plánuje využití volné kapacity výroby vodíku pro zásobování plnicích stanic vodíku budovaných v rámci sítí čerpacích stanic Benzina. Výstavba první veřejné vodíkové stanice v ČR je plánována v průběhu roku 2018 v Praze.

8.1.2 Podpora nákupu vodíkových vozidel

Jak už bylo zmíněno výše, **samotná vozidla poháněná vodíkem tvoří druhý pilíř pro dlouhodobý trvalý rozvoj vodíkové mobility.** Tento stav je žádoucí především z hlediska následování trendu evropské legislativy ohledně nutného snížení emisí, protože pouze početný vozový park užívající alternativní (čistá) paliva generuje celkové zlepšení ovzduší v rámci unie. Vodík, jakožto palivo nevypouštějící při provozu žádné emise, je jedním z paliv zajišťující největší pozitivní dopad na emise v dopravě.

Z přístupu ostatních států EU, které se v procesu implementace vodíkové mobility nacházejí podstatně dál než Česká republika, vyplývá, že pouze **trvalé a jasně definované ukotvení podpory nákupu vozidel motivuje jak soukromý, tak veřejný sektor k jejich koupi**.

V současné době jsou k dispozici pouze 3 typy vozidel na vodík, kterých se vyrobí dohromady maximálně 3 000 kusů za rok, Toyota Mirai, Hyundai ix35 FC a Honda Clarity FC. Rozvoj vodíkové infrastruktury by logicky měl vést k nastartování poptávky po vozidlech. V návaznosti na tento stav se dá následně očekávat nárůst portfolia vodíkových vozidel, jejichž cena by se s nárůstem objemu prodaných kusů měla rapidně snižovat, a tím by se nemusela vynakládat tak výrazná podpora na zavedení vozidel mezi uživatele.

8.1.2.1 Osobní vozidla

Z provedeného průzkumu mezi obyvateli ČR je patrné, že **veřejnost zavedení vodíkové technologie podporuje a vnímá ho velmi pozitivně,** mimo jiné díky šetrnosti těchto vozů k životnímu prostředí. Lidé oceňují především nulové emise a snížení hluku na dopravních komunikacích.

Odpovědi respondentů však naznačují, že **samotné vědomí šetrnosti k životnímu prostředí pro ně není dostatečná motivace k tomu, aby si vůz poháněný vodíkem pořídili.** Co se vlastníků vozidel používajících konvenční typy paliv týče, je nutno nastavit výhody tak zásadní, aby byly dostatečně motivující k přechodu právě na vodík.

Není jisté, zda se podaří připravit dotační program podpory nákupu vozidel pro soukromé osoby v krátké době (resp. velmi rychle). Na druhou stranu je zde prostor připravit takovou formu podpory až v návaznosti na realizovanou (podpořenou) infrastrukturu. Reálně má smysl vybrat pilotní projekty, které mohou vodík rozvíjet s vidinou např. provozních úspor. Jedná se např. o firemní fleety. Program podpory na elektromobilitu pro firmy naznačil potenciál rozvoje alternativní mobility. Bylo by logické v něm nadále pokračovat i pro další

typ čisté mobility, tedy pro vodík. V prvé řadě, pokud bude probíhat podpora pro veřejné plnicí stanice, **má smysl investovat také do rozvoje firemních vodíkových fleetů**. Ve firmách přece jen dochází k hromadnému nákupu aut a má tak větší potenciál na otestování ve větším množství než v případě jednotlivců. Následně po otestování využívání dotací a určení teoretické alokace pro běžné uživatele, je nasnadě podpořit tento typ mobility pro užívání soukromých osob.

Cílem by zároveň měla být osvěta o další možnosti, pokud se rozhoduji o alternativním / čistém pohonu. Není zde pouze elektřina, nebo hybridy, ale že i vodík zaujímá své místo a je jako volba k dispozici za určitých podmínek.

Obecně se tedy jedná nejprve o podporu firemních zákazníků a následně po otestování dotační alokace také o podporu běžných uživatelů.

8.1.2.2 Veřejná doprava

Současná aglomerace velkých měst čelí již po dlouhá léta závažnému problému přítomnosti vysokých emisí CO_2 v ovzduší. K tomu přidejme ještě nadlimitní hodnoty, co se hlučnosti komunikací týče. Zavedení vodíkových autobusů do veřejné dopravy představuje atraktivní řešení obou těchto problémů. Podle výsledků základního scénáře by měly náklady na podporu autobusů na vodíkový pohon dosáhnout 8 % celkových vynaložených nákladů na vodíkové vozy a zároveň se podílí tyto autobusy na snížení 32 % všech ušetřených emisí CO_2 používáním vodíkových vozů. Tento poměr ušetřených emisí a vynaložených nákladů na podporu vodíkových vozů se jeví jako příznivější u autobusové dopravy než u osobní automobilové dopravy.

Inspirací ze zahraničí je bezesporu německé město Hamburk, kde již dnes funguje síť veřejné hromadné dopravy poháněna vodíkem. Od dubna 2012, kdy k zavedení do ostrého provozu došlo, najely autobusy poháněné na vodík více než 500 000 km. Vedení města se také zavázalo, že po roce 2020 už nebude nakupovat jiná než bezemisní vozidla. Z projektu tohoto typu je možné čerpat inspiraci pro využití i v obdobném regionu ČR.

Dále je na místě znovu zmínit **úspěšnost projektu CHIC**. V kontextu adopce samotných vozidel především to, že vodíkové autobusy dosáhly srovnatelného dojezdu jako ty na dieselový pohon. Emise CO_2 se podařilo snížit o 85 %. Dále bylo celkem ušetřeno 4,3 milionu litrů nafty. V celkovém důsledku byl vodíkový pohon v porovnání s naftovými autobusy vyhodnocen jako o 26 % úspornější.

V případě, že stát rozhodne o potenciální podpoře pro veřejnou dopravu, která z této studie vyplývá jako jedna z nejlepších variant v poměru náklady vs. výkon, resp. dopad, tak je nasnadě nastavit dotační program s dostatečnou alokací, aby bylo zajištěno pokrytí investičních nákladů pro dostatečně velkou / silnou aglomeraci, ve které bude potenciál využití vodíkových autobusů a bude možné ho otestovat v reálném životě. Výstupy následně mohou být porovnány i s předlohou v Německu a dalších zemích, ve kterých čistá veřejná doprava již funguje. Aglomerace zatížené emisním znečištěním, např. v Moravskoslezském kraji se zdají i vzhledem ke svému pozitivnímu přístupu k alternativním palivům jako velmi vhodnou základnou pro takový pilotní projekt.

8.1.3 Dořešení formálních a legislativních aspektů

Na počátku zpracování této studie byla legislativa chápána jako velmi nedostatečná. Resp. legislativa nijak nevymezovala vodík jako potenciální pohonnou hmotu, nebylo jasné, za

jakých podmínek bude možné stavět plnicí stanice a obecně tvrzení, že česká legislativa nezná vodík, bylo absolutně přesné.

Legislativa je zásadní podmínkou, aby bylo definováno hrací pole pro všechny subjekty, které se chtějí zapojit do vodíkového odvětví, resp. do jeho mobilní části.

Je velmi dobře, že v době zpracování této studie subjekty, které se účastnily expertní skupiny, vyvíjely konstantní tlak na úpravu zásadní legislativy. Z těch zásadních dopadů je třeba zmínit především novelu zákona o pohonných hmotách, která nyní již definuje vodík jakožto palivo (viz § 2 b). Zároveň návrh vyhlášky ke stavebnímu zákonu upravuje technické podmínky výstavby vodíkových plnicích stanic a umožňuje tedy lepší přípravu projektů stanic na základě definovaných standardů a norem.

V návaznosti na tyto změny stále přetrvávaly obavy, zda jsou úpravy rozhodujícího zákona, který je v gesci MPO, dostatečné. **Podle názorů subjektů zastoupených v expertní skupině, které se samy snažily o tyto změny, je nynější znění adekvátní a umožní to rozvoj vodíkového trhu. Evropská směrnice je tudíž dle názoru odborníků implementována v dostatečném měřítku.**

Jako problematickou část v oblasti legislativy naopak zástupci odborníků identifikovali části stavebního zákona. Týká se to především faktické délky změny územního plánu, který v případě výstavby plnicí stanice musí splňovat určité podmínky a změny územních plánů obecně jsou velmi zdlouhavé, až nekonečné. Dále se to také týká délky stavebního řízení, a jeho několikastupňového řízení, to je však obecný problém, který se netýká pouze plnicích stanic, ale vedení územních a stavebních řízení na jakoukoliv stavbu. Začarovaný kruh podávání námitek a odvolání ze strany různých subjektů se tak může stále dokola opakovat a následně zpomalit celý proces přípravy realizace.

Jsou zde i další aspekty, které je třeba vnímat pro umožnění rozvoje vodíkové mobility. Jsou to úpravy vyhlášek státních i místních, které vážou na definované formy podpory a jsou z kategorie těch jednodušeji zaveditelných, tedy spíše podpůrných. Některé z nich jsou již navíc vyžity pro elektromobily, takže jejich zavedení pro vodíková vozidla je spíše technikálií. Tyto úpravy by umožnily například odpuštění silniční daně, parkování vodíkových aut na vyhrazených místech a v podzemních garážích.

8.1.4 Zvýšení povědomí veřejnosti o vodíkové mobilitě, PR aktivity

Z veřejných průzkumů vyplynulo, že i přestože mezi občany převažuje pozitivní přístup k vodíkové technologii jako takové, o samotném fungování, mechanismu a nesporných výhodách informace nemají. **Fakt, že automobil na vodíkový pohon je z hlediska stavby motoru vlastně elektromobil, není mezi širokou veřejnost rozšířen.**

Neexistence povědomí veřejnosti o vodíkové mobilitě je identifikována řadou expertů z různých oborů jako potenciální hrozba bránící dalšímu rozvoji.

Právě **silné pozitivní PR je tudíž významným faktorem, který bude mít v budoucnu značný podíl na tom, zda se vodík v dopravě bude dále rozvíjet**. Expertní pohled naznačuje, že je nutné propagací zasáhnout větší část populace, udělat z vodíku trend a zajímavou volbu pro spotřebitele i pro společnost jako takovou. Efekty jsou provázané napříč oblastmi – například adopce vodíkových autobusů a osobních aut v carsharingu už sama o sobě podněcuje běžné občany si úsporných vozidel v jejich okolí všímat více.

PR aktivity ministerstva, resp. státu jsou jistě nezbytné, ale jako zásadní se jeví angažovanost průmyslu a zájmových organizací. Tomu může napomoct i sdružení do

pracovní skupiny (pokračování expertní skupiny), která by pravidelně dávala informace o tomto typu pohonu.

I zpracovatel této studie plánuje dále rozvíjet toto téma (po ukončení smluvního vztahu s MD ČR), jelikož ho vnímá jako zásadní pro budoucí využití alternativních paliv v dopravě a cítí, že pozitivní PR je to, co může převážit misku vah na stranu vodíku.

Jako velké minus se dá brát, že vodík nemá „svého Elona Muska", který by propagoval vodíkovou mobilitu. Proto je třeba zapojit více subjektů, které společně mohou mít stejnou sílu a stejný mediální dopad. To opět směřuje k vodíkové expertní skupině.

8.1.5 Pokračování expertní skupiny pro vodíkovou mobilitu

Expertní skupina byla zavedena pro přípravu této studie. Čítá přes 20 subjektů, které zajímá vodíková mobilita a které vidí určitý potenciál ve směřování čisté mobility směrem k vodíku. Tato skupina po celou dobu přípravy studie figurovala jako určitá vnitřní oponentura zjištění připravených zpracovatelem. Názory expertní skupiny se promítly do studie a díky tomuto expertnímu pohledu se dá tvrdit, že se studie na výhled vodíku v mobilitě ČR dívá výrazně komplexněji, než se mohlo na počátku prací zdát.

Pro doplnění názorů byly provedeny i další hloubkové rozhovory se subjekty mimo tuto skupinu (celkem 13 rozhovorů), které měly komplexnost dané problematiky ještě prohloubit.

Není záhodno, aby tato skupina, která fungovala od ledna do června 2017 ukončila svou činnost spolu s ukončením prací a předání studie objednateli, tedy MD ČR. Její pokračování, resp. **pokračování její činnosti je klíčovým bodem pro úspěšnou implementaci všech souvisejících náležitostí a předávání informací mezi subjekty.**

Hloubkové rozhovory s experty (a s nimi spojená SWOT analýza) definovaly početné slabiny a hrozby vodíkové mobility, kterým bude, při vzniku trhu, potřeba čelit. Právě okruh odborníků, ze kterého skupina sestává, je schopen reagovat rychle a navrhnout účinné a efektivní řešení.

Zároveň je jistě vhodné, aby skupina působila při budoucí aktualizaci NAP CM, aby byla zajištěna určitá kontinuita činností i názorů. Činnost skupiny by měla být charakterizována především souvislým tlakem na české legislativní orgány tak, aby zajistily patřičnou realizaci doporučených opatření a zvýhodnění pro vozidla s vodíkovou (příp. obecně čistou) technologií. Další činnost by měla být orientována směrem k využívání dotací z EU a šíření této možnosti mezi veřejnost, tedy zapojit se spolu se státem v oblasti PR.

8.1.6 Aktualizace NAP CM

S ohledem na výše uvedené, je třeba v NAP CM (základním strategickém dokumentu vlády ČR pro alternativní mobilitu) podstatným způsobem rozšířit část tohoto dokumentu věnovanou vodíku a zohlednit přitom všechna hlavní doporučení obsažená v této studii. To je ostatně i jeden z akcentovaných poznatků vyplývajících z hloubkových rozhovorů. Současně je třeba zde aktualizovat cíl počtu vodíkových stanic. Současný cíl pro rok 2025 je zde totiž značně poddimenzován (3-5 stanic). Modelové výstupy této studie jasně ukazují, že pokud má být naplněn alespoň základní scénář vývoje, tak je třeba zvýšit ambice výstavby vodíkové infrastruktury. **Na základě projekce vodíkových vozidel je očekávána potřeba alespoň 12 vodíkových plnicích stanic v ČR v roce 2025.** Lokality stanic jsou zobrazeny v kapitole 6.7 Predikce lokalizace plnicích stanic v čase.

Zdroje

[1] *STUDIE O VÝVOJI DOPRAVY Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V ČESKÉ REPUBLICE ZA ROK 2013* [online]. B.m.: C e n t r u m d o p r a v n í h o v ý z k u m u, v. v. i. 2014 [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_vyvoj_dopravy/$FILE/OOO-Studie_o_vyvoji_dopravy_2013-20141020.pdf

[2] *L_2007171CS.01000101.xml* [online]. [vid. 2017-01-29]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007R0715&qid=1485725611322&from=EN

[3] DECOURT, B., R. LAJOIE, R. DEBARRE a O. SOUPA. Hydrogen-Based Energy Conversion Factbook. *Schlumberger Business Consulting* [online]. únor 2014 [vid. 2014-08-24]. Dostupné z: http://www.sbc.slb.com/SBCInstitute/Publications/Hydrogen.aspx

[4] Ropa, ropné produkty a zemní plyn - prosinec 2013. *Český statistický úřad* [online]. podzim 2014 [vid. 2014-08-23]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/publ/8105-13-m12_2013

[5] *DOE Hydrogen and Fuel Cells Program: Well-to-Wheels Case Studies for Hydrogen Pathways* [online]. [vid. 2017-02-08]. Dostupné z: https://www.hydrogen.energy.gov/well_wheels_analysis.html

[6] *innogy | Vznik a historie ZP* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: https://www.innogy.cz/o-innogy/vznik-a-historie-zp/

[7] KALAMARAS, Christos M. a Angelos M. EFSTATHIOU. Hydrogen Production Technologies: Current State and Future Developments. *Conference Papers in Energy* [online]. 2013, **2013**, 9. Dostupné z: http://dx.doi.org/10.1155/2013/690627

[8] DOUCEK, Aleš, Luděk JANÍK, Daniel TENKRÁT a Petr DLOUHÝ. VYUŽITÍ VODÍKU K REGULACI VÝKONU OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE. *CHEMAGAZÍN*. nedatováno, **2010**(3).

[9] *A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis - The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles* [online]. B.m.: McKinsey & Company. 2010. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Power_trains_for_Europe_0.pdf

[10] Česká vodíková technologická platforma. 2017

[11] *Hyundai ix35 Fuel Cell | Hyundai Motor Company* [online]. [vid. 2017-02-06]. Dostupné z: http://worldwide.hyundai.com/WW/Showroom/Eco/ix35-Fuel-Cell/PIP/index.html

[12] *Heavy Duty Motive*. B.m.: BALLARD POWER SYSTEMS. 2016

[13] *Multi-Annual Work Plan | www.fch.europa.eu* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/page/multi-annual-work-plan

[14] TOYOTA MIRAI TIDBITS. *Simanaitis Says* [online]. 27. červen 2015 [vid. 2017-02-08]. Dostupné z: https://simanaitissays.com/2015/06/27/toyota-mirai-tidbits/

[15] 54 new hydrogen refuelling stations worldwide in 2015. *www.tuev-sued.de* [online]. [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: http://www.tuev-sued.de/company/press/press-archive/54-new-hydrogen-refuelling-stations-worldwide-in-2015

[16] *Hydrogen Filling Stations Worldwide - H2-Stations | netinform* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: http://www.netinform.net/H2/H2Stations/

[17] *International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.iphe.net/partners/austria.html

[18] *Letter of Understanding on the Development and Market Introduction of Fuel Cell vehicles* [online]. 2009 [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.hydrogenlink.net/download/LoU-fuelcell-cars.pdf

[19] *Car search on mobile.de – find your vehicle quick and easy* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://suchen.mobile.de/fahrzeuge/search.html?isSearchRequest=true&s=Car&ft=HYDROGENIUM&vc=Car&dam=false&od=UP&sb=p&ssid=13899040&sset=1471871045

[20] *Final Report MOVE/C1/2015-648 Study on the Implementation of Article 7(3) of the "Directive on the Deployment of Alternative Fuels Infrastructure" – Fuel Price Comparison* [online]. B.m.: European Commision. 25. leden 2017. Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiPt7LNxoTSAhUrIcAKHXcsBgUQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Ftransport%2Fsites%2Ftransport%2Ffiles%2Fthemes%2Furban%2Fstudies%2Fdoc%2F2016-01-alternative-fuels-implementation-good-practices.pdf&usg=AFQjCNG6Rqy9qiiUz1IgmYyvKSn9cVCBtA&sig2=NPkGiHBzfNcqWarK3kRr7w&bvm=bv.146496531,d.ZGg

[21] *Green cars, Low emission cars, News, Reviews | Next Green Car* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: http://www.nextgreencar.com/fuelcellcars/available-models/

[22] *Toyota Mirai – The Turning Point* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: http://www.toyota.com/mirai/

[23] 2017 Clarity Fuel Cell – Environmentally-Conscious Vehicles | Honda. *Honda Automobiles* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: http://automobiles.honda.com/clarity

[24] ANNELI OJAPALO. *Proposal for Implementation Plan Hydrogen as Alternative Fuel in Finland* [online]. 30. prosinec 2015 [vid. 2017-02-07]. Dostupné z: http://hit-2-corridors.eu/wp-content/uploads/2015/01/NIP-Finland.pdf

[25] HUA, Thanh, Rajesh AHLUWALIA, Leslie EUDY, Gregg SINGER, Boris JERMER, Nick ASSELIN-MILLER, Silvia WESSEL, Timothy PATTERSON a Jason MARCINKOSKI. Status of hydrogen fuel cell electric buses worldwide. *Journal of Power Sources* [online]. 2014, **269**, 975–993 [vid. 2016-09-21]. ISSN 0378-7753. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpowsour.2014.06.055

[26] *Annual Work Plans | www.fch.europa.eu* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/node/843

[27] *Clean Hydrogen in European Cities - Guidelines for delivering fuel cell bus projects (D.4.8c)* [online]. B.m.: FCH JU. březen 2016 [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: http://chic-project.eu/wp-content/uploads/2016/04/CHIC_Guidelines-for-delivering-fuel-cell-bus-projects-D4.8c.pdf

[28] *CHIC » Fuel cell electric bus project CHIC launches final project report as tool for cities and bus operators* [online]. [vid. 2017-01-19]. Dostupné z: http://chic-project.eu/newsevents/news/fuel-cell-electric-bus-project-chic-launches-final-project-report-as-tool-for-cities-and-bus-operators

[29] *Fuel Cell Electric Buses – Potential for Sustainable Public Transport in Europe | www.fch.europa.eu* [online]. [vid. 2016-09-23]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/publications/fuel-cell-electric-buses-%E2%80%93-potential-sustainable-public-transport-europe

[30] *Members | N.ERGHY* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.nerghy.eu/members/

[31] *In- Kind Additional Activities | www.fch.europa.eu* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/page/in-kind-additional-activities

[32] *FCH JU Projects | www.fch.europa.eu* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/fchju-projects

[33] SIMONSEN, Bjørn. *Nel Hydrogen*. 2. srpen 2017

[34] ELEMENT ENERGY FOR FCH JU. *Strategies for joint procurement of fuel cell buses - Final Report* [online]. červen 2016 [vid. 2016-09-18]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Strategies%20for%20joint%20procurement%20of%20FC%20buses_0.pdf

[35] *NOW: now-gmbh.de | NIP funding programme* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: https://www.now-gmbh.de/en/national-innovation-programme/foerderprogramm

[36] NIP to Continue Until 2026: "Unique Success Story" › H2-international. *H2-international* [online]. 6. únor 2017 [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: https://www.h2-international.com/2017/02/06/nip-to-continue-until-2026-unique-success-story/

[37] H2-Stationen. *H2 Mobility* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://h2-mobility.de/h2-stationen/

[38] TINKHAUSER. Linde Austria

[39] Projects. *HyCentA* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.hycenta.at/en/projects/

[40] *Circumstances of the national plan for hydrogenization of road transport in Poland* [online]. listopad 2015 [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://hit-2-corridors.eu/wp-content/uploads/2015/01/NIP-Poland.pdf

[41] PGE to build Polish hydrogen filling stations. *WBJ* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://wbj.pl/poland-to-install-hydrogen-filling-stations/

[42] KLINGENBERG, Heinrich. The Hamburg Experience in the Context of the Pan-European Procurement of Fuel Cell Buses. In: *Hydrogen Days 2016*. Praha. 8. 4 2016.

[43] *V4 H2 COMPETENCIES* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.hytep.cz/V4-H2-competencies/

[44] ADMIN. About SHHP. *Scandinavian Hydrogen Highway Partnership* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.scandinavianhydrogen.org/shhp/about-shhp/

[45] Perspectives for a EU Roadmap for Rollout of Hydrogen Energy Infrastructure for Mobility - Current Plan Status. In: . Brusel. březen 2016.

[46] *National Implementation Plan Hydrogen Refuelling Infrastructure Belgium* [online]. prosinec 2015 [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://hit-2-corridors.eu/wp-content/uploads/2015/01/NIP-Belgium.pdf

[47] NEWTON, Pascal a Xavier MONTAGNE. Research and Innovation on Hydrogen in France. In: . Brusel. 24. listopad 2016.

[48] ARICÓ, Antonino a Angelo MORENO. Italian National Activities. In: . Brusel. 19. květen 2016.

[49] National rollout plan of hydrogen refuelling infrastructure in Italy. *Mobilità Idrogeno Italia* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.mobilitah2.it/plan

[50] *IPHE Country Update May 2016: Korea* [online]. B.m.: INTERNATIONAL PARTNERSHIP FOR HYDROGEN AND FUEL CELLS IN THE ECONOMY. 2016 [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: http://www.iphe.net/docs/Meetings/SC25/25-SC-Statement-Republic-of-Korea.pdf

[51] JUNBOM KIM. *Hydrogen Industry and Association of KOREA* [online]. B.m.: Hydrogen Industry and Association of KOREA. 2014 [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: https://www.iea.org/media/workshops/2014/asiahydrogenworkshop/1.10_HydrogenIndustryKOREAJunbomKim.pdf

[52] *South Korea's Fuel-Cell Strategy Takes Page From China Solar Playbook | FuelCellsWorks* [online]. [vid. 2017-02-11]. Dostupné

z: https://fuelcellsworks.com/archives/2015/05/18/s-korea%e2%80%99s-fuel-cell-strategy-builds-on-solar-panel-model/

[53] *IPHE Country Update November 2016: JAPAN* [online]. B.m.: INTERNATIONAL PARTNERSHIP FOR HYDROGEN AND FUEL CELLS IN THE ECONOMY. 2016 [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: http://www.iphe.net/docs/Meetings/SC26/26-SC-Statement-Japan.pdf

[54] Safety concerns hold back hydrogen stations. *FuelCellsWorks* [online]. [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: https://fuelcellsworks.com/news/safety-concerns-hold-back-hydrogen-stations

[55] *IEA - Japan* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/japan/name-24924-en.php

[56] EDELSTEIN, Stephen. Japan Eases Laws, Boosts Incentives For Hydrogen Fuel-Cell Cars. *Green Car Reports* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: http://www.greencarreports.com/news/1096324_japan-eases-laws-boosts-incentives-for-hydrogen-fuel-cell-cars

[57] Tokyo Aims to Realize „Hydrogen Society" by 2020 / JapanGov - The Government of Japan -. *JapanGov - The Government of Japan -* [online]. [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: http://www.japan.go.jp/tomodachi/2016/spring2016/tokyo_realize_hydrogen_by_2020.html

[58] *2013 ZEV Action Plan* [online]. B.m.: California. 2013 [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: https://www.opr.ca.gov/docs/Governor's_Office_ZEV_Action_Plan_(02-13).pdf

[59] *Zero Emission Vehicle (ZEV) Program* [online]. [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevprog.htm

[60] *2015 Development Plans | Northeast Electrochemical Energy Storage Cluster* [online]. [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: http://neesc.org/publications/2015_roadmaps/

[61] *Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle Deployment and Hydrogen Fuel Station Network Development* [online]. B.m.: California Environmental Protection Agency. červen 2016 [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/ab8/ab8_report_2016.pdf

[62] NAVAS, Carlos. *Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking*. 21. prosinec 2016

[63] *European Comission: Clean energy for all* [online]. [vid. 2017-03-03]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/technical_memo_renewables.pdf

[64] ISO - Technical committees - ISO/TC 197 - Hydrogen technologies. *ISO* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=54560

[65] *Hydrogen Mobility Europe | www.fch.europa.eu* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/project/hydrogen-mobility-europe

[66] *Hydrogen Mobility Europe 2 | www.fch.europa.eu* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://www.fch.europa.eu/project/hydrogen-mobility-europe-2

[67] *Hydrogen Mobility Europe* [online]. [vid. 2016-09-22]. Dostupné z: http://h2me.eu/

[68] *NREL: Hydrogen and Fuel Cells Research - Hydrogen Fueling Infrastructure Analysis* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.nrel.gov/hydrogen/proj_infrastructure_analysis.html

[69] *NREL: Hydrogen and Fuel Cells Research - Hydrogen Fuel Cell Bus Evaluations* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.nrel.gov/hydrogen/proj_fc_bus_eval.html

[70] *NREL: Hydrogen and Fuel Cells Research - Publications* [online]. [vid. 2016-09-23]. Dostupné z: http://www.nrel.gov/hydrogen/publications.html

[71] *Home | California Fuel Cell Partnership* [online]. [vid. 2017-02-10]. Dostupné z: http://cafcp.org/

[72] *Cars | California Fuel Cell Partnership* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: http://cafcp.org/cars

[73] Clean Vehicle Rebate Project. *Clean Vehicle Rebate Project* [online]. [vid. 2017-02-09]. Dostupné z: https://cleanvehiclerebate.org/eng

[74] *CHIC » Publications* [online]. [vid. 2017-02-11]. Dostupné z: http://chic-project.eu/info-centre/publications