



Datum vytvoření: 27. 6. 2022

Progresivní rozvoj vodíkového hospodářství v ČR

TA ČR CK02000044

Zpráva za WP2 – Definice kritérií pro strategický rozvoj a rozmístění plnicích
stanic a identifikace kritických míst.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Centrum výzkumu Řež s.r.o.

EGÚ Brno, a. s.

ÚJV Řež, a. s.

CENTRUM VÝZKUMU ŘEŽ S.R.O.

Hlavní 130, Řež, 250 68 Husinec, Česká republika
T: +420 266 173 181, F: +420 266 172 398
E: cvrez@cvrez.cz, W: www.cvrez.cz



CVŘ

Centrum
výzkumu Řež



Skupina ÚJV
TECHNOLOGIE | INOVACE | LIDÉ



Přehled autorů:

INSTITUCE	AUTOR
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.	Ing. et Ing. Libor Špička Mgr. Ing. Petr Polanský
Centrum výzkumu Řež s.r.o.	Ing. Vojtěch Galek Ing. Aleš Kejla Ing. Petr Polívka Ing. Martin Šilhan, Ph.D., MBA
EGÚ Brno, a. s.	Mgr. Michal Kocůrek Ing. Martin Pešek, Ph.D., MBA
ÚJV Řež, a. s.	Ing. Aleš Doucek, Ph.D. Ing. Lukáš Polák, Ph.D. Ing. Jiří Štefanica, Ph.D.

T A
Č R

Tento dokument byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy ČR v rámci Programu Doprava 2020+, v rámci řešení projektu CK02000044 Progresivní rozvoj vodíkového hospodářství v dopravě ČR





Obsah

1. Úvod	8
2. Kritéria ovlivňující prostorové rozmístění infrastruktury	9
2.1. Potenciální zdroj vodíku	9
2.2. Kumulace a potenciál poptávky (VHD, vlaková seřadiště, průmyslové areály apod.)	11
2.3. Vazba na síť TEN-T	18
2.4. Dopravní, multimodální uzly	21
2.5. Blízkost národních přírodních parků a dalších významných lokalit ochrany přírody	24
2.6. Testovací areály, polygony	27
2.7. Významní spotřebitelé z průmyslu (výroba hnojiv, hutnictví...)	28
2.8. Předpokládaný dojezd vodíkových vozidel	29
2.9. Způsob zásobování (produktovod, cisterny, trajlerové vozy, drážní vlečka apod.)	31
2.10. Hustota zalidnění	32
2.11. Počet firem na 1000 obyvatel	33
3. Kritéria ovlivňující kapacitu infrastruktury	36
3.1. Průměrné denní dopravní intenzity vybraných kategorií vodíkových vozidel na silniční síti 36	
3.2. Průměrná přepravní kapacita vozidel a strojů (velikost nádrže)	38
3.3. Průměrný denní výkon pracovních strojů	40
4. Význam jednotlivých kritérií v čase	41
5. Kritická místa rozvoje dopravní infrastruktury	42
5.1. Územní plánování	43
5.2. Financování	45
5.3. Projektování a stavba	53
5.4. Provoz	58
5.5. Postoj veřejnosti	61
6. Závěr / Shrnutí výzkumu	69
7. Reference	70





Seznam zkratk

AC	Střídavý proud
AFIR	Nařízení Evropského parlamentu a Rady o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva
CAPEX	Kapitálové náklady
CBA	Analýza nákladů a přínosů
CCS	Zachytávání a ukládání oxidu uhličitého
CCU	Zachytávání a využití oxidu uhličitého
CEEAG	Pokyny pro státní podporu v oblasti klimatu, životního prostředí a energetiky
CEF	Nástroj pro propojení Evropy
CNG	Stlačený zemní plyn
COD	Řádný legislativní postup
ČD	České dráhy
ČKA	Česká komora architektů
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
ČSN	Česká technická norma
ČSÚ	Český statistický úřad
DC	Stejnoseměrný proud
DPS	Dokumentace pro provádění stavby
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DUR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
EIA	Posuzování vlivů na životní prostředí
EMAS	Systém environmentálního řízení a auditu
EU	Evropská unie
EZ	Vyhrazené elektrické zařízení
FCEV	Elektrické vozidlo s palivovým článkem
FVE	Fotovoltaická elektrárna
GBER	Obecné nařízení o blokových výjimkách
HRS	Vodíková plnicí stanice
HZS	Hasičský záchranný sbor
CHKO	Chráněná krajinná oblast
IPCEI	Důležité projekty společného evropského zájmu
IROP	Integrovaný regionální operační program
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
LCA	Analýza životního cyklu
LCCA	Ekonomická analýza životního cyklu
LH2	Zkapalněný vodík
LN, LNV	Lehká nákladní vozidla
LNG	Zkapalněný zemní plyn
LPG	Zkapalněný ropný plyn
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MVE	Malá vodní elektrárna
MŽP	Ministerstvo životního prostředí





M3	Kategorie vozidel, která mají více než osm míst k přepravě osob (nepočítaje místo řidiče) a jejichž nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 5000 kg
NAP CM	Národní akční plán čisté mobility
NV	Nařízení vlády
N1, N2, N3	Kategorie vozidel, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500 kg (N1), převyšuje 3500 kg, ale nepřevyšuje 12 000 kg (N2), převyšuje 12 000 kg (N3)
OA	Osobní automobil
OP	Operační program
OPEX	Provozní náklady
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PHEV	Hybridní elektrické vozidlo s nabíjením z externího zdroje
PO	Požární ochrana
PPP	Partnerství veřejného a soukromého sektoru
PZ	Vyhrazené plynové zařízení
RED	Směrnice o obnovitelných zdrojích energie
RFNBO	Obnovitelná paliva nebiologického původu
RSO	Registr sčítacích obvodů
SECAP	Akční plány pro udržitelnou energii a klima
SLCA	Sociální hodnocení životního cyklu
SNV	Středně těžké nákladní vozidlo
SUMP	Plány udržitelné mobility
SŽ	Správa železnic
TCO	Celkové náklady vlastnictví
TEN-T	Transevropská dopravní síť
TNV	Těžké nákladní vozidlo
TP	Technické podmínky
TZ	Vyhrazené tlakové zařízení
VFRB	Typ velkokapacitního bateriového záložního zdroje (Vanad Redox Flow Battery)
VHD	Veřejná hromadná doprava
VTE	Větrná elektrárna





Seznam obrázků

Obrázek 1: Příklad kumulace poptávky a výroby vodíku (Vimperk)	12
Obrázek 2: Příklad kumulace poptávky v silniční a železniční veřejné dopravě a výroby vodíku (Tábor)	15
Obrázek 3: Příklad kumulace poptávky v silniční a železniční veřejné dopravě a výroby vodíku (Blatná).....	16
Obrázek 4: Síť TEN-T, silniční doprava	19
Obrázek 5: Síť TEN-T, vodní doprava.....	21
Obrázek 6: Terminály kombinované dopravy v ČR.....	23
Obrázek 7: Mapa vodních toků a vodních ploch s povoleným provozem plavidel se spalovacími motory	25
Obrázek 8: Mobilní plnicí stanice vodíku Wystrach.....	27
Obrázek 9: Mapa testovacích polygonů.....	28
Obrázek 10: Hustota zalidnění v ČR	32
Obrázek 11: Počet právnických osob vztažených na 1000 obyvatel v obcích ČR.....	34
Obrázek 12: Předpokládaný podíl FCEV na dynamické skladbě vozidel	36
Obrázek 13: Průměr denních Intenzit dopravy, sčítání dopravy 2020	38
Obrázek 14: Rozdělení kritických míst	42





Seznam tabulek

Tabulka 1: Průměrné roční proběhy autobusů MHD	10
Tabulka 2: Příklad spotřeby vodíku a množství energie nutné pro jeho výrobu pro 10 autobusů s vodíkovým pohonem	11
Tabulka 3: Seznam železničních stanic s čerpací stanicí	13
Tabulka 4: OZE v blízkosti sítě TEN-T	19
Tabulka 5: Seznam přístavů v síti TEN-T	20
Tabulka 6: Přehled multimodálních uzlů nákladní dopravy	22
Tabulka 7: Vodní toky s povoleným provozem plavidel se spalovacími motory	25
Tabulka 8: Vodní plochy s povoleným provozem plavidel se spalovacími motory	26
Tabulka 9: Přehled největších producentů vodíku	29
Tabulka 10: Přehled technických parametrů vozidel	30
Tabulka 11: Přehled nákladů na přepravu vodíku	31
Tabulka 12: Přehled obcí s největší hustotou zalidnění	33
Tabulka 13: Přehled obcí s největším počtem právnických osob na 1000 obyvatel	35
Tabulka 14: Srovnání nákladů na pořízení, provoz a spotřebu energie	37
Tabulka 15: Typické velikosti nádrží různých kategorií vozidel	39



1. Úvod

Zpracovaný materiál je určen pro hrubý návrh oblastí vhodných k vybudování vodíkových plnicích stanic, případně výroben „zeleného“ vodíku, bez bližšího výběru konkrétního místa výstavby a jeho detailního technicko-ekonomického posouzení. Pro rozhodování o tom, které oblasti jsou vhodné pro rozvoj sítě vodíkové infrastruktury, a to jak z pohledu geografického, kapacitního, ale i časového, byly navrženy dvě skupiny kritérií:

- kritéria ovlivňující prostorové rozmístění infrastruktury,
- kritéria ovlivňující kapacitu infrastruktury.

U definovaných kritérií byl vyhodnocen jejich význam, včetně uvážení změny významu v čase.

Druhá část dokumentu představuje kritická místa (bariéry) rozvoje vodíkové infrastruktury. U jednotlivých kritických míst jsou identifikovány také výzkumné a vývojové potřeby, které by mohly přispět k rozšíření znalostí, nebo dosažení technických řešení vedoucích k případnému překonání nebo odstranění překážek. Kritická místa jsou rozčleněna do 5 tematických oblastí, tvořících samostatné kapitoly. Součástí jednotlivých kapitol jsou rovněž obecné návrhy zmírňujících opatření.



2. Kritéria ovlivňující prostorové rozmístění infrastruktury

2.1. Potenciální zdroj vodíku

Kritérium se zaměřuje na přítomnost obnovitelného zdroje energie pro výrobu vodíku elektrolýzou vody:

- FVE – fotovoltaické elektrárny nad 300 kWp instalovaného výkonu,
- MVE – malé vodní elektrárny,
- Bioplynové stanice,
- Elektrárny a teplárny spalující biomasu za předpokladu, že používají technologii CCS ev. CCU.

Kritérium je významné v případě zvažování výroby tzv. zeleného vodíku přímo v místě, nebo v blízkosti umístění obnovitelného zdroje energie.

Z hlediska plynulejší regulace výkonu alkalického elektrolyzátoru se jeví jako vhodná kombinace nestabilního zdroje (FVE) s některým stabilním zdrojem obnovitelné energie (MVE, Bioplyn, Biomasa), nebo velkokapacitním bateriovým záložním zdrojem (např. Vanad Redox Flow Battery – VFRB). Při použití bateriového zdroje příslušně velké kapacity, není nutné elektrolyzátor dimenzovat na špičkový výkon FVE, ale na nejvyšší roční hodnotu 24 h průměru. Elektrolyzátor by tak mohl být menší a pracoval v režimu výroby po delší dobu, až do plného využití energie VFRB. Během ideálních slunečních dnů až 24 hod. denně na svůj plný výkon. Energie uložená ve VFRB by mohla pokrývat i technologickou spotřebu celého systému.

Příklad

Zjednodušeným odhadem pro výpočet roční výroby vodíku pro daný zdroj je předpoklad, že každý 1 kWp instalovaného výkonu FVE vyrobí 1 MWh elektrické energie za rok.

Na výrobu 1 kg vodíku se spotřebuje 9 l vody a 60kWh elektrické energie [1]. Pro názornost, nejmenší uvažovaná FVE o instalovaném výkonu 300 kWp má roční potenciál výroby vodíku přibližně 4 950 kg.

U 12metrového autobusu městské hromadné dopravy se spotřebou 9 kg H_2 ·100 km⁻¹ [2], dojdeme k teoretickému ročnímu nájezdu 55 tis. km. V železniční dopravě mají motorové jednotky spotřebu přibližně 22–36 kg H_2 ·100 km⁻¹ [3]. Motorová jednotka je schopna z uvažovaného zdroje dosáhnout teoretického nájezdu 13,7–22,5 tis. km za rok. V příkladech není zahrnutý odhad ztrát na kompresi H_2 a jeho přepravu k plnicí stanici.



Pro dokreslení představy o množství potřebného vodíku, jsou v tabulce 1 uvedeny průměrné roční proběhy autobusů hromadné dopravy v dopravních podnicích ČR.

Tabulka 1: Průměrné roční proběhy autobusů MHD

Dopravní podnik	Dopravní výkon všech autobusů v roce 2019 [tis. km]	Počet autobusů (z toho CNG/LPG)	Průměrný roční proběh 1 autobusu [km]
Brno	18 792	328 (160)	57 293
České Budějovice	3 018	86 (24)	35 093
Děčín	2 162	65 (26)	33 262
Hradec Králové	3 136	67 (0)	46 806
Chomutov – Jirkov	1 238	36 (23)	34 389
Jihlava	1 677	40 (22)	41 925
Karlovy Vary	2 531	92 (38)	27 511
Liberec – Jablonec	3 905	99 (38)	39 444
Mariánské Lázně	228	7 (0)	32 571
Mladá Boleslav	1 585	34 (14)	46 618
Most – Litvínov	3 159	88 (9 LPG)	35 898
Olomouc	4 081	77 (0)	53 000
Opava	1 630	34 (15)	47 941
Ostrava	16 559	288 (162)	57 497
Pardubice	3 172	76 (22)	41 737
Plzeň	5 375	140 (0)	38 393
Praha	67 467	1 143 (0)	59 026
Teplice	948	19 (0)	49 895
Ústí nad Labem	3 416	89 (50)	38 382
Zlín – Otrokovice	1 829	36 (0)	50 806

Zdroj: Výroční zpráva Sdružení Dopravních podniků ČR [4]





Příklad spotřeby vodíku a potřebný instalovaný výkon FVE pro náhradu 10 naftových autobusů hromadné dopravy za autobusy s vodíkovým pohonem přibližuje tabulka 2.

Tabulka 2: Příklad spotřeby vodíku a množství energie nutné pro jeho výrobu pro 10 autobusů s vodíkovým pohonem

Kumulovaný roční proběh [km/10 autobusů]	Roční spotřeba H ₂ [t/10 autobusů]	Potřebná FVE [kWp/10 autobusů]
300 000	27	1 620
400 000	36	2 160
500 000	45	2 700

2.2. Kumulace a potenciál poptávky (VHD, vlaková seřadiště, průmyslové areály apod.)

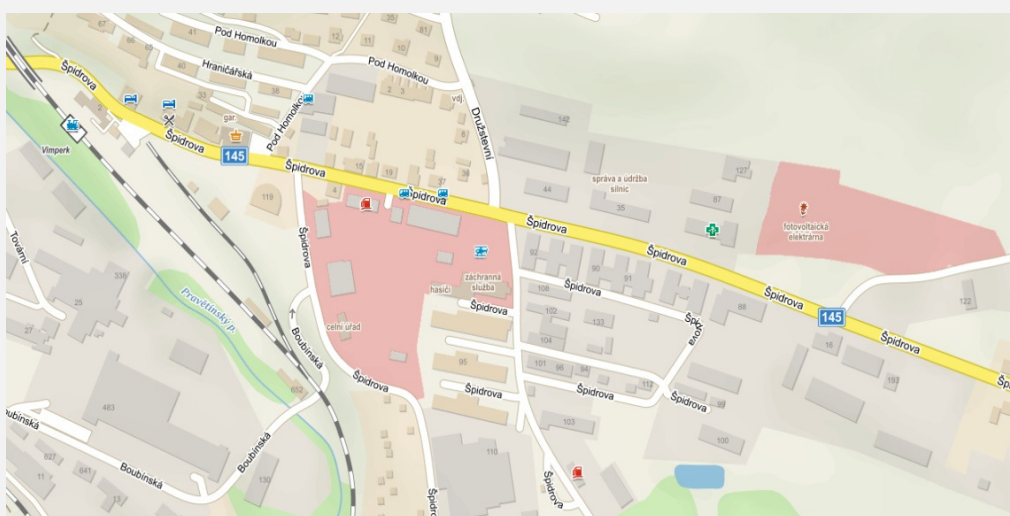
Význam kritéria spočívá v úsporách z rozsahu. Vzhledem k vysokým investičním nákladům na vybudování plnicích stanic je žádoucí maximalizace využití jejich kapacit. Využití vodíku pro dopravní účely má v první fázi podporu ve veřejné autobusové dopravě, kde je závazek úspory emisí skleníkových plynů ekonomicky nejsnadněji dosažitelný. Tato podpora je pevně ukotvena ve směrnici Evropského parlamentu a rady 2014/94/EU o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva a následně i v Národním Akčním Plánu Čisté Mobility (NAP CM), kdy v roce 2025 má být v provozu 95 autobusů s vodíkovým pohonem a 15 plnicích stanic (a v roce 2030 by mělo být provozováno až 870 autobusů a 80 plnicích stanic) [5]. Ze směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2019/1161/EU jsou členské státy zavázány v období 8/2021–12/2025 splnit 41% podíl autobusů (vozidla kat. M3) na elektřinu, vodík nebo CNG z celkového počtu vozidel zakoupených ve veřejných zakázkách. V dalším pětiletém období vzroste podíl na 60 %. Další kvóty, 9 % a následně 11 %, směrnice spojuje s nákupy těžkých nákladních vozidel (kat. N2 a N3). S ohledem na obtížnost elektrifikace těžké dálkové dopravy může vodík hrát ve zvyšování podílu čisté mobility klíčovou roli.

V dalších fázích je projevna podpora i pro využití vodíku v silniční nákladní dopravě i dopravě železniční, avšak bez konkrétních plánů. Z hlediska strategie umístění plnicích stanic je vhodné do výběru potenciálních lokalit umístění plnicích stanic právě zahrnout i tyto oblasti dopravy.

V první fázi, kdy se předpokládá, že silniční veřejná doprava bude největším odběratelem vodíku, se konečné stanice a depa dopravních podniků se servisním zázemím a většinou i naftovou čerpací stanicí jeví jako ideální místa [6]. Doplnění provozních dep o plnicí vodíkovou stanicí s technologií umístěnou externě, s výdejními stojany pro autobusy uvnitř areálu, nebo interně s výdejním stojanem pro ostatní vozidla vně areálu by tedy bylo logické. Příkladem v následující tabulce jsou depa v Jihočeském regionu.

Příklad

*Kumulace potenciálu poptávky a možnosti on-site výroby H_2 ve Vimperku:
Areál ČSAD Jihotrans – základna HZS, záchranná služba a veřejná čerpací stanice Jihotrans, FVE o výkonu 440 kWp, s potenciálem výroby až $7,2 \text{ tun } H_2 \cdot \text{rok}^{-1}$ (79 tis. vozokm), je ve vzdálenosti cca. 400 m od stávající čerpací stanice s naftou. V sousedním areálu je slepá železniční kolej (bez elektrické trakce). Případné počáteční přebytky vyrobeného vodíku se dají snadno po železnici přepravit k jinému místu spotřeby.*



Obrázek 1: Příklad kumulace poptávky a výroby vodíku (Vimperk)

Železniční doprava

Neelektrifikovaných železničních tratí je v ČR přibližně 65 % (6500 km). Jejich rychlé liniové elektrifikaci, kromě časové a investiční náročnosti, brání i rozdílný systém napájení, který je nutné v první řadě sjednotit. Jedná se hlavně o severní část ČR, která je od jižní oddělená DC napájecí soustavou (ČD elektrifikace). Elektrifikace tratí v jižní části ČR, vzhledem k zavedené AC napájecí soustavě okolních hlavních tratí, je jednodušší. Potenciál celkových emisních úspor z železniční dopravy, díky nasazení vodíkových pohonů, je tedy vyšší v severní části republiky, protože k elektrifikaci dojde na severu později. V části jižní je potenciál využití vodíku, z dlouhodobého hlediska, spíše na tratích, které se neplánují elektrifikovat ani částečně pro provoz bateriových vozidel.



V dálkové nákladní železniční dopravě dosahuje výkon největších dieselových lokomotiv až 1,5 MW [7]. Vodíkový pohon svým charakterem stabilní dodávky energie je vhodnější u aplikací méně náročných na výkonové špičky, jako jsou například posunovací lokomotivy. Ty mají sice výkony až 800 kW, ale jejich pracovní cyklus tvoří krátkodobá zátěž a mnohaminutové čekání bez zátěže. Během čekání by palivový článek dobíjel vyrovnávací kapacitoy a stroj by byl plně připraven k dalšímu výkonu. Posunovací lokomotivy jsou nasazovány téměř výhradně v rámci jednoho nádraží, kde by rovněž měla být umístěna i plnicí stanice.

U manipulačních vlaků je situace lehce odlišná. Ty přepravují menší náklad na krátké vzdálenosti, obvykle na nejbližší vlakové nádraží, kde náklad přebírají vlaky dálkové dopravy. U krátkých manipulačních vlaků, kde požadavek na špičkový výkon není tak velký, nasazení čistě vodíkových lokomotiv, nebo lokomotiv dvou zdrojových (el. – palivový článek), má svůj potenciál emisních úspor velký.

Osobní vlaky regionální dopravy – 2–3vagonové motorové vozy mají výkon max. 2x 314–390 kW. Reálný dojezd vodíkového vlaku se pohybuje podobně jako u naftového, tedy 600–1000 km na jedno tankování (2x94 kg) včetně využití rekuperace. Nasazení takových vlaků je vhodné na tratích, kde elektrizace není v blízké době v plánu, nebo délka úseku bez elektrizace přesahuje reálné možnosti dojezdu vozidla napájeného z lithiových akumulátorů.

Významnou flexibilitu v nasazování vlaků, či plánování linek osobní dopravy přinášejí dvou zdrojová vozidla (el. – palivový článek). Ta mohou přejíždět mezi dvěma elektrifikovanými úseky přes delší neelektrifikovaný úsek a tím linku nejen prodloužit, ale taky naftový vlak plně nahradit. Počet linek, kdy je trať vedena částečně po elektrifikované a částečně po delším neelektrifikovaném úseku, je mnoho. Další výhodou dvou zdrojového vozidla je možnost dojet do nejbližší stanice v případě náhlého výpadku elektřiny. Na přibývajících příkladech nejen z Evropy lze vidět, že nasazování vodíkových vlaků v osobní dopravě je úspěšné a pro emisní úspory smysluplné.

Naftové vlaky tankují v železničních stanicích nebo depech vybavených čerpací stanicí. Z hlediska zachování zavedené logistiky a postupné náhrady naftových vlaků za vodíkové, by bylo vhodné plnicí stanice umisťovat do stejných stanic nebo dep. Jejich seznam je uveden v tab. 3.

Tabulka 3: Seznam železničních stanic s čerpací stanicí

Stanice	Stanice	Stanice
Bělá nad Radbuzou	Jihlava	Pardubice
Blatná	Karlovy Vary hl. n.	Plzeň
Bohumín	Kladno	Praha Libeň
Brno Horní Heršpice	Klatovy	Praha Vršovice
Brno Maloměřice	Kolín	Prostějov
Bruntál	Kralupy nad Vltavou	Protivín





Břeclav	Kroměříž	Rakovník
Čerčany	Letohrad	Rumburk
Česká Lípa	Liberec	Stará Paka
Česká Třebová	Lipová Lázně	Suchdol nad Odrou
České Budějovice – ČD Cargo	Lochovice	Šumperk
České Budějovice – SŽ	Louny	Tábor
Děčín	Meziměstí	Telč
Domažlice	Mirošov	Tišnov
Frýdek – Místek	Mladá Boleslav	Trutnov
Havlíčkův Brod	Most	Třemešná ve Slezsku
Hodonín	Nymburk	Ústí nad Labem
Horní Dvořiště	Nýřany	Velké Meziříčí
Hradec Králové	Olomouc	Veselí nad Lužnicí
Cheb	Opava východ	Veselí nad Moravou
Choceň	Ostrava	Vsetín
Chomutov	Otrokovice	Znojmo

Zdroj: ČD – Popis zařízení a služeb [8]

Doplnění vhodně vybraných železničních stanic o vodíkovou plnicí stanici je z hlediska jejího vytížení a dalšího rozvoje vodíkových vlaků výhodné.

Parametry pro posouzení vhodnosti místa:

- železniční trať bez plánované elektrifikace v dohledné době
- železniční stanice kam vlaky obsluhující tuto trať zajíždějí tankovat.
- dosah vhodně velkého (případně několika menších) OZE.
- další spotřebitel vodíku (autobusy, osobní doprava). V těchto případech by bylo vhodné umístit plnicí stanici v areálu stanice železniční a další výdejní stojan(y) mimo areál s volným přístupem.

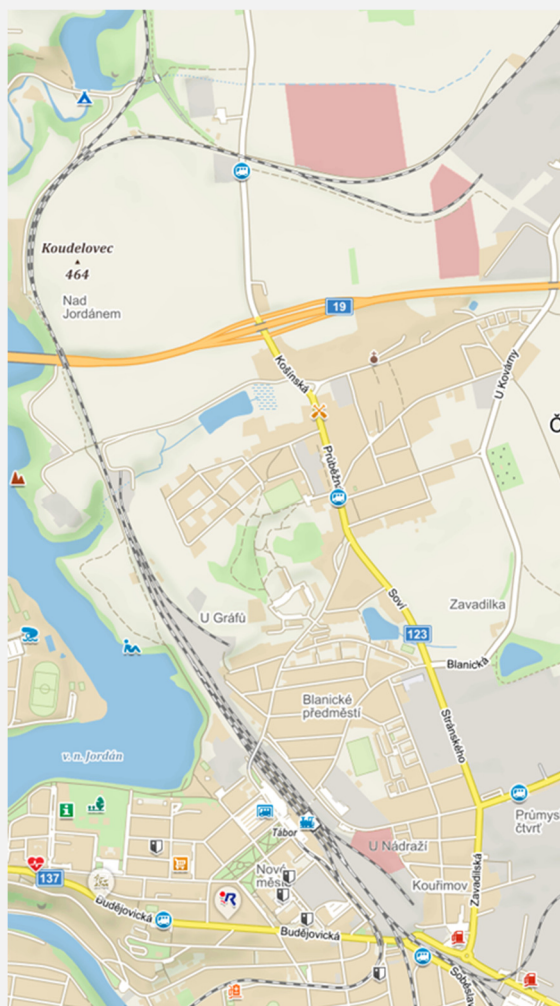




Příklad

Tábor – železniční stanice s naftovou čerpací stanicí. Konečná zastávka autobusů linek do Prachatic, do Vimperku. Možnost veřejného výdejního stojanu. FVE o instalovaném výkonu 6,08 MWp je vedle areálu ZZN Pelhřimov a.s., kam vede železniční vlečka. Přeprava vyrobeného vodíku k místu plničky vzdálenému 4 km po železnici. Roční potenciál výroby je až 100 t H₂.

Denní spotřeba na trati Tábor – Písek, za předpokladu současného objemu dopravy, by se u vlakových jednotek Coradia iLint (spotřeba 0,36 kg·km⁻¹) vyšplhala na 360 kg H₂ za den. Uvedený potenciál výroby ve výši 100 t H₂ by vystačil na 100 dní veškeré dopravy.



Obrázek 2: Příklad kumulace poptávky v silniční a železniční veřejné dopravě a výroby vodíku (Tábor)



Příklad

Blatná – železniční stanice s naftovou čerpací stanicí. Konečná zastávka autobusových linek do Strakonice a do Písku. Možnost veřejného výdejního stojanu. Blatnou prochází rovněž hlavní silnice E49 (Plzeň – Písek). FVE o instalovaném výkonu 2,7 MWp je v silniční vzdálenosti 2,2 km od železniční stanice. Roční potenciál výroby je až 45 t H₂. Přirovnáním k výše uvedené trati Tábor-Písek, 45 t vodíku dojdeme k celkové ujeté vzdálenosti 125 tis. km vlaku Coradia iLint.



Obrázek 3: Příklad kumulace poptávky v silniční a železniční veřejné dopravě a výroby vodíku (Blatná)

Logistická centra

Logistika zastává v globalizovaném světě významné místo, a tak tlak na provoz co nejvíce šetrný k životnímu prostředí sílí. Převážní společnosti vnímají tuto skutečnost pozitivně a samy realizují projekty významné úspory emisí CO₂ s cíli až 100% uhlíkové neutrality. Ve svých překladištích a distribučních centrech budují dobíjecí stanice, CNG a LNG plnicí stanice nejen pro svou manipulační techniku ale i rozrůstající se flotilu dodávkových vozidel. Využití vodíkových pohonů je dalším prostředkem ke splnění těchto cílů.



Manipulační technika – zvláště ve více směnových provozech je efektivní využití techniky klíčové. Doba nabíjení bateriových pohonů se blíží době jedné pracovní směny. Doba výměny bateriových bloků, u techniky pracující v tomto režimu, se pohybuje v rozmezí 15–20 min. Naproti tomu, doba plnění vodíkem nezabere více než 5 min. Plnění lze provádět v případě potřeby kdykoliv a bez významných časových ztrát. Lehká manipulační technika s vodíkovým pohonem je dnes běžně dostupná (výrobci: Toyota, Hyster, Linde). Stávající bateriovou techniku lze rovněž adaptovat na pohon s palivovým článkem spalující vodík (Nuvera, Plug Power).

Dodávková vozidla – u bateriových vozidel jsou limitujícími vlastnostmi, kromě dlouhé nabíjecí doby, i omezený dojezd a vysoká hmotnost baterií na úkor hmotnosti nákladu. Flexibilita plánování je těmito vlastnostmi významně omezena a bateriové vozy jsou zpravidla nasazovány na pevné a dobře predikovatelné trasy. S postupujícím snižováním kapacity akumulátorů vlivem stárnutí se flexibilita ještě snižuje. Dodávková vozidla s vodíkovým palivovým článkem (kategorie N1, N2) jsou dnes běžně dostupná (Renault Kangoo Z.E. Hydrogen, Renault Master Z.E. Hydrogen, Citroën ë-Jumpy, Peugeot e-Expert Hydrogen) jejich dojezd na jedno plnění vodíkem výrazně převyšuje dojezd bateriové verze a je dostačující pro každodenní pracovní režim.

Nákladní vozidla (kategorie N3) – nasazení bateriových vozidel pro svůj omezený dojezd a vysokou hmotnost nebude masivní. Využití je reálné opět jen na dobře plánovatelných a relativně krátkých, pravidelných trasách. Zde, tedy na delších trasách, svou roli mohou plně zastávat CNG a LNG vozidla. Nicméně, nejsou bezemisní, a proto z dlouhodobého hlediska lze toto řešení považovat jako přechodné. Nákladní vozidla s vodíkovými palivovými články, v současné době, jsou v Evropě nasazována v pilotních režimech. Dojezd 27tunového vozidla s tlakovými zásobníky na 30 kg vodíku (350 bar) je až 400 km [9]. Prvních 50 vozidel Hyundai Xcient Fuel Cell (hmotnost až 36 t, nádrž na 34,5 kg H₂, dojezd 400 km) bylo dáno do provozu ve Švýcarsku v druhé polovině roku 2020 [10]. Další 1 600 vozidel Hyundai v obdobné konfiguraci je plánováno nasadit ve Švýcarsku do konce roku 2025 [11]. Dojezd vyhovuje režimu přepravy zboží z centrálních do distribučních skladů a zpět během jedné směny. Zvýšenou poptávku ze strany dopravních společností po vodíkových nákladních vozech lze očekávat, jakmile pořizovací a provozní náklady budou ekonomicky výhodnější.

Odůvodnění výstavby plnicí stanice v areálu distribučního centra může podpořit i možnost doplnění o veřejný výdejní stojan. Rozsáhlé střešní plochy skladů přirozeně nabízí prostor pro umístění FVE a tím získání energie pro částečnou on-site výrobu vodíku. Distribuční centra se často nacházejí v lokalitách průmyslových parků, využití střešních ploch okolních společností by mohlo být ekonomicky zajímavé i pro tyto společnosti. Blízkost železniční sítě by mělo být považováno za výhodu pro efektivnější dodávky vodíku v době narůstající poptávky a nedostatečné kapacity on-site výroby.





2.3. Vazba na síť TEN-T

Kritérium je významné pro umožnění provozu vozidel s vodíkovým pohonem v sítích určených členskými státy EU, tedy v rámci ČR, případně pro zajištění přeshraničních spojení, v souladu s požadavky směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva [12].

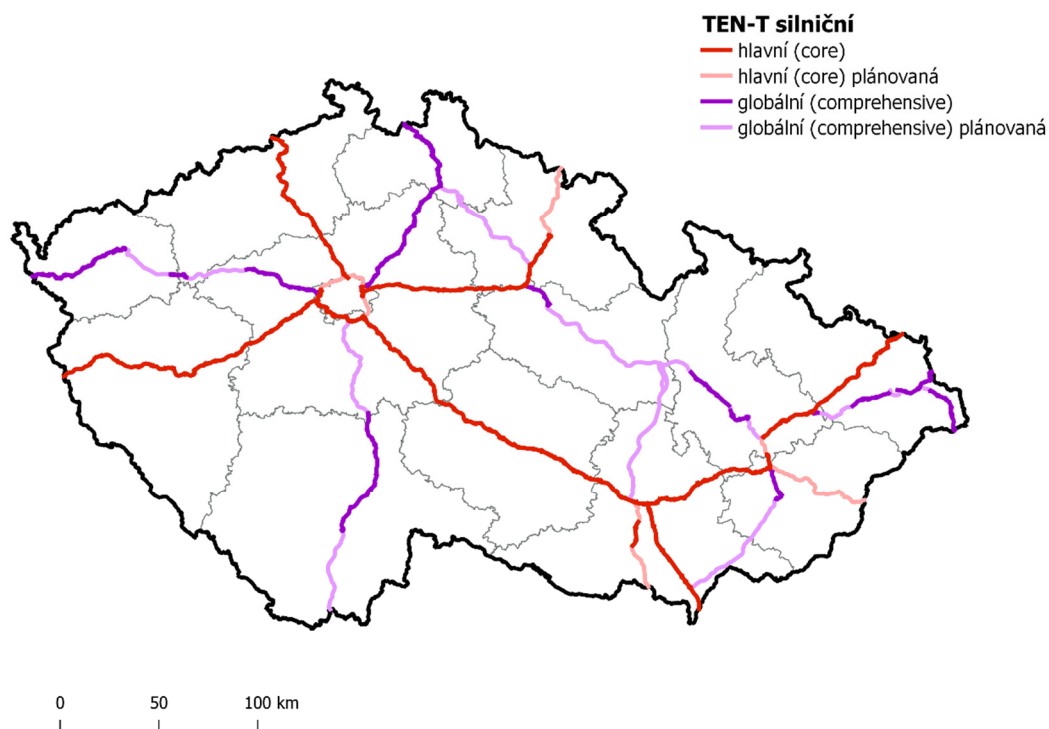
Transevropská dopravní síť (Trans-European Transport Network – zkratka TEN-T) je síť silničních a železničních koridorů, vodních cest a mezinárodních letišť v Evropské unii. Důvodem jejího zřízení bylo zlepšení dopravní infrastruktury na mezinárodní úrovni. V rámci projektu jsou posuzovány sítě pro silniční, železniční a vodní dopravu.

Silniční doprava

Veřejně přístupná infrastruktura vodíkových plnicích stanic by měla obsáhnout dálniční mezinárodní tahy a tím zajistit provoz vozidel na vodíkový pohon v sítích určených členskými státy EU. Zohledněna by měla být přeshraniční spojení s cílem umožnit provoz takových vozidel v celé Unii.

Lze předpokládat, že plnicí stanice by měly být prioritně realizovány v areálech stávajících čerpacích stanic a odpočívek mezinárodních silničních tahů. Avšak případů, kdy se výkonově vhodný OZE nachází v ideální blízkosti mezinárodního silničního tahu spadajícího do sítě TEN-T je velmi málo (viz tabulka 4). Vodík tedy, ve většině případů, nebude vyráběn bez nutnosti přepravy. Největší vzdálenost plnicích stanic na silniční síti TEN-T směrnice 2014/94/EU o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva nezmiňuje. Doporučení podle webu Fuel Cell Electric Buses je vzdálenost maximálně 300 km [13]. Naproti tomu web HyLAW.eu vyzývá členské státy ke zvýšení ambicióznosti cílů a snížení maximální vzdálenosti na 150 km (stejně jako u CNG stanic) [14].





Obrázek 4: Síť TEN-T, silniční doprava

Tabulka 4: OZE v blízkosti sítě TEN-T

Zdroj	Vzdálenost od TEN-T [m]	Instalovaný výkon 300-500 kW		Instalovaný výkon 500-1000 kW		Instalovaný výkon nad 1000 kW	
		Počet elektráren	Kumulativní výkon [kW]	Počet elektráren	Kumulativní výkon [kW]	Počet elektráren	Kumulativní výkon [kW]
FVE	0–500	8	3283,2	26	18570,3	41	102454,8
	500–1000	11	4019,7	23	17798,0	38	158706,2
MVE	0–500	0	0	1	628,0	1	3528,0
	500–1000	1	310,0	5	3588,5	1	2800,0
VTE	0–500	0	0	0	0	2	4200,0
	500–1000	0	0	0	0	3	9000,0

Železniční doprava

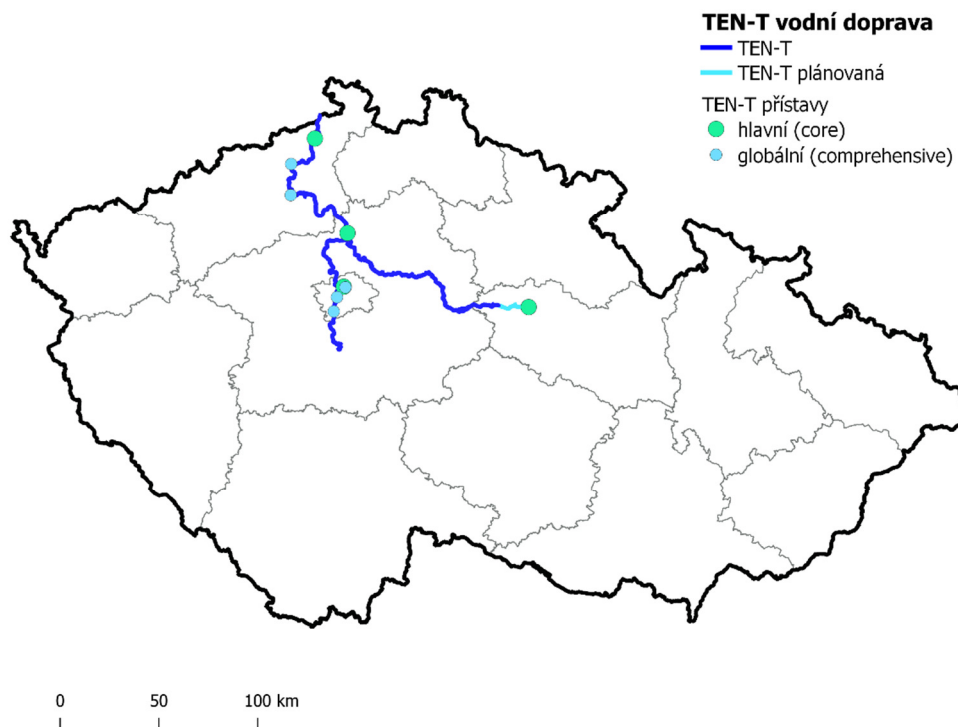
Železniční koridory sítě TEN-T jsou plně elektrifikovány. Použití vodíku jako zdroje energie se nepředpokládá.

Vodní doprava

Nasazení vodíkových pohonů ve vodní dopravě je v tuto chvíli nulové. Nicméně, dle nařízení EU 1315/2013 infrastruktura vnitrozemských vodních cest v hlavní síti TEN-T požaduje dostupnost infrastruktury i pro alternativní pohonné hmoty [15].

Tabulka 5: Seznam přístavů v síti TEN-T

Vnitrozemský přístav	Kategorie v TEN-T síti
Děčín	hlavní
Lovosice	globální
Mělník	hlavní
Pardubice	hlavní
Praha – Holešovice	hlavní
Praha – Libeň	globální
Praha – Radotín	globální
Praha – Smíchov	globální
Ústí nad Labem	globální



Obrázek 5: Síť TEN-T, vodní doprava

2.4. Dopravní, multimodální uzly

Kritérium je významné z pohledu předpokládaného stabilního a dostatečně intenzivního odběru vodíku, který by měl zlepšit ekonomickou bilanci budovaných plnicích stanic.

Multimodální dopravu lze charakterizovat jako přepravu zboží a osob přinejmenším dvěma různými způsoby dopravy (dopravními módy). Na rozdíl od kombinované (intermodální) dopravy, která předpokládá při změně z jednoho režimu dopravy na další použití stejné nákladní jednotky, při multimodální dopravě může dojít ke změně druhu dopravy i ke změně nákladní jednotky/dopravního prostředku (rozdělení nákladu na více částí).

Multimodálními uzly jsou místa, kde se střetávají minimálně 2 různé druhy dopravy.

Multimodální uzly nákladní dopravy

Potenciál využití vodíku v těchto dopravních uzlech lze hodnotit jako velký. Může být použit pro pohon:

- **nákladních automobilů** (doprava kontejnerů do/z překladiště)
- **posunovacích lokomotiv** (využívají se jen na největších překladištích, např. Mělník)
- **výsuvných stohovačů** (například výrobce Hyster má vodíkový pohon již ve svém vývojovém programu, avšak komerčně odstupný ještě není) [16]

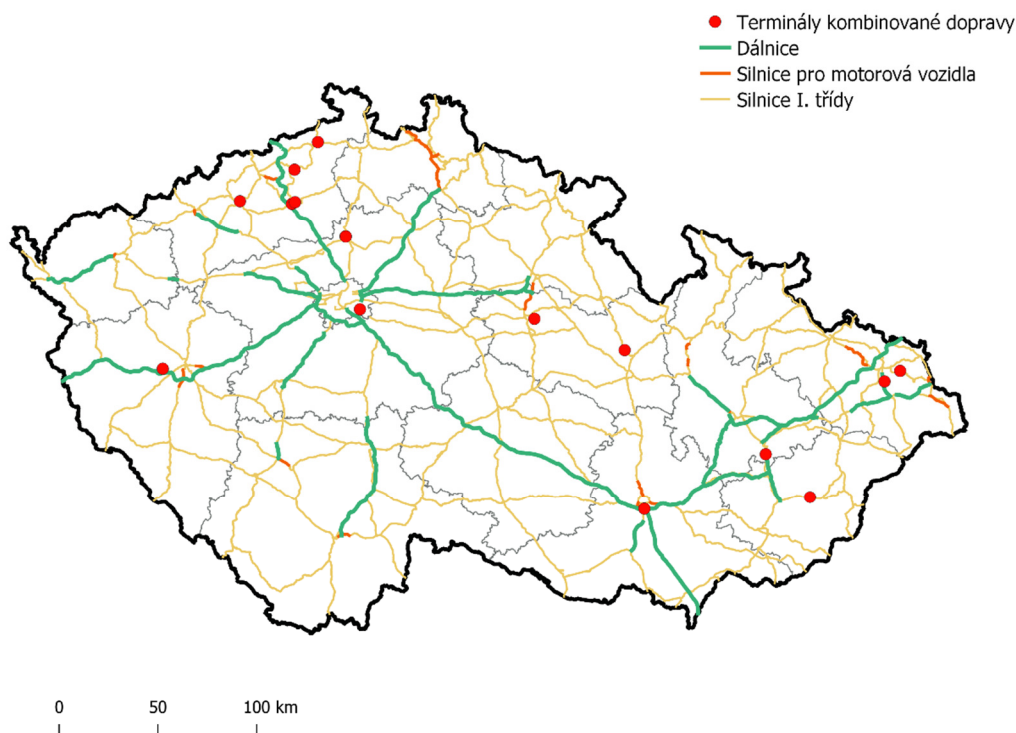
Nároky na kapacitu plnicí stanice v místě multimodálního uzlu s velkým vytížením budou výrazně vyšší než u stanice primárně určené například pouze pro autobusovou dopravu. Místní výroba dostatečného množství vodíku z OZE bude v době plného rozvinutí potenciálu poptávky nerealizovatelná bez výstavby přídavných FVE. V případě potřeby dodávky vodíku z jiných míst zelené výroby, by pro zachování emisní čistoty měl být tento transportován opět bezemisním způsobem – vodíkový vlak, vodíkový nákladní automobil.

Tabulka 6: Přehled multimodálních uzlů nákladní dopravy

Multimodální uzel	Druhy dopravy
Brno – K terminálu 614/11, Brno	Silnice, železnice
Děčín – Loubská 704/9, Děčín 1	Silnice, voda, železnice
Česká Třebová – Rybník 276, Rybník	Silnice, železnice
Lovosice – Lukavecká 1189, Lovosice	Silnice, železnice
Lovosice – Prosmyská ul., Lovosice	Silnice, voda, železnice
Mělník – Celní ul., Mělník	Silnice, voda, železnice
Nýřany – Havířská 1228, Nýřany	Silnice, železnice
Obrnice – areál nákladového nádraží	Silnice, železnice
Pardubice – Holandská 528, Pardubice	Silnice, železnice
Paskov – K Překladišti 948, Paskov	Silnice, železnice
Praha – Podleská 926, Praha 10 Uhřetěves	Silnice, železnice
Přerov – Nádražní, Horní Moštěnice	Silnice, železnice
Šenov – Těšínská 1816, Šenov	Silnice, železnice



Ústí nad Labem – Přístavní 432/8	Silnice, voda, železnice
Zlín – Želechovice nad Dřevnicí – Lípa	Silnice, železnice



Obrázek 6: Terminály kombinované dopravy v ČR

Multimodální uzly veřejné hromadné dopravy

Za tato místa se považují uzly, kde přestupy mezi jednotlivými druhy dopravy (železniční, autobusová) se dějí v rámci jedné lokality a bez větších časových ztrát přestupujících.

Vzhledem k tomu, že vozidla ani linkové, ani městské autobusové dopravy z důvodů bezpečnosti nedoplňují palivo během výkonu služby (s cestujícími na palubě), počet takových uzlů je potřeba omezit například na konečné stanice autobusových linek (viz. výše uvedené příklady Blatná, Tábor).



2.5. Blízkost národních přírodních parků a dalších významných lokalit ochrany přírody

Přírodní parky mají v nasazování bezemisních technologií své logické místo. Na druhou stranu, předpoklad, že v blízké budoucnosti bude k dispozici vodíkový pohon i pro těžební lesní stroje, odtahovou techniku a specializovanou techniku, určenou výhradně pro lesní hospodářství a dřevozpracující průmysl, je nepravděpodobný.

Osobní vozy správy lesů určené k provozu v CHKO své opodstatnění pro vodíkový pohon mají. Jejich zanedbatelné množství vzhledem k dané lokalitě správy CHKO nemá patřičnou váhu pro zvažování vybudování plnicí stanice za tímto účelem a je výhodnější orientovat se na větší odběratele (autobusy, vlaky).

Významnějším prvkem z hlediska využití vodíku v dopravě v lokalitách CHKO se jeví snad jen osobní doprava (turistická i linková). Zajímavá je aplikace vodíkového pohonu v turistických výletních lodích. Příkladem může být projekt Zemships v německém Hamburku, jehož cílem bylo vyvinout a zkonstruovat loď pro přepravu pasažérů a postavit také vodíkovou plnicí stanici. Tlakové zásobníky na 50 kg vodíku uskladněného při tlaku 35 MPa umožňují 2–3denní provoz lodi [17]. Objem dopravy lodní ve srovnání s dopravou autobusovou a železniční v oblastech CHKO, je opět menší. Takovým místem je například lodní doprava na vodní nádrži Lipno: přívozy Horní Planá, Dolní Vltavice, Hrdoňov, Frymburk a pravidelná sezónní linková a turistická doprava Lipno Line. Tím, že vodní doprava má sezónní charakter, vybudování pevné plnicí stanice pro každého provozovatele nemá ekonomické opodstatnění. V případě Lipna by plnicích stanic muselo být hned 5. Řešením by mohla být mobilní plnicí stanice, která by obsluhovala všech 5 míst dle aktuální potřeby. Tohle řešení je využitelné pro většinu sezónní lodní dopravy i na ostatních vodních tocích/plochách (viz. níže).





Obrázek 7: Mapa vodních toků a vodních ploch s povoleným provozem plavidel se spalovacími motory

Tabulka 7: Vodní toky s povoleným provozem plavidel se spalovacími motory.

Vodní tok ¹	Splavnost od (říční km)	Splavnost do (říční km)
Labe	Jaroměř (1012,6)	Státní hranice s Německem (726,6)
Vltava	České Budějovice (239,5)	Soutok s Labem
Morava	Ústí Bečvy	Soutok s Dyjí vč. Průplavu Otrokovice – Rohatec (Baťův kanál)
Bečva	Přerov	Po ústí do Moravy
Odra	Polanka nad Odrou	Státní hranice s Polskem

¹ Vodní toky Ostravice, Ohře, Lužnice a Sázava nejsou pro svou krátkou délku splavnosti v tabulce uvedeny



Otava	Kavkovna (18,3)	Po ústí do Vltavy
Zámecká Dyje	Odbočení z Dyje (12,5)	Po soutok s tokem Dyje včetně staré Dyje.

Pozn. Zvýrazněné vodní toky mají zavedenou turistickou, případně i linkovou dopravu.

Zdroj: Plavební úřad [18]

Tabulka 8: Vodní plochy s povoleným provozem plavidel se spalovacími motory.

Vodní nádrž/plocha		
Dalešice	Barbora	Lipno I
Stráž pod Ralskem	Matylda (Most)	Máchovo jezero
Rozkoš	Předměřice nad Labem (Správcický pískník)	Nové Mlýny I
Skalka	Velké Žernoseky	Nové Mlýny III
Těrlícko	Brněnská přehrada	Rybník Svět
Žermanice	Hracholusky	Vranovská přehrada

Pozn. Zvýrazněné vodní plochy mají zavedenou turistickou, případně i linkovou dopravu.

Zdroj: Plavební úřad [18]

Kumulace vodíkové poptávky ve složení lodní, autobusová, železniční není možná. Autobusy by musely k plnicí stanici zajišťovat větší vzdálenost. Reálněji se jeví jen kombinace lodní a osobní silniční dopravy. Přístaviště lodní dopravy ovšem bývají pro silniční vozidla obtížně dostupná a dopravní infrastruktura není na zvýšení silniční dopravy připravena. Navíc, osobní silniční doprava nemá v raných fázích rozvoje vodíkového hospodářství podporu.

Zásadním posuzovacím parametrem je, že lodní doprava na zvýrazněných vodních tocích a plochách je většinou sezónní (kromě Vltavy v Praze). Vybudování klasické plnicí stanice bez využití v dalších segmentech dopravy je tedy neúměrně neekonomické. Vhodným řešením s přihlédnutím na odhadovanou spotřebu vodíku by mohla být mobilní plnicí stanice (obr. 8). Ta může pojmout zásobu až 360 kg vodíku při tlaku 400 bar.

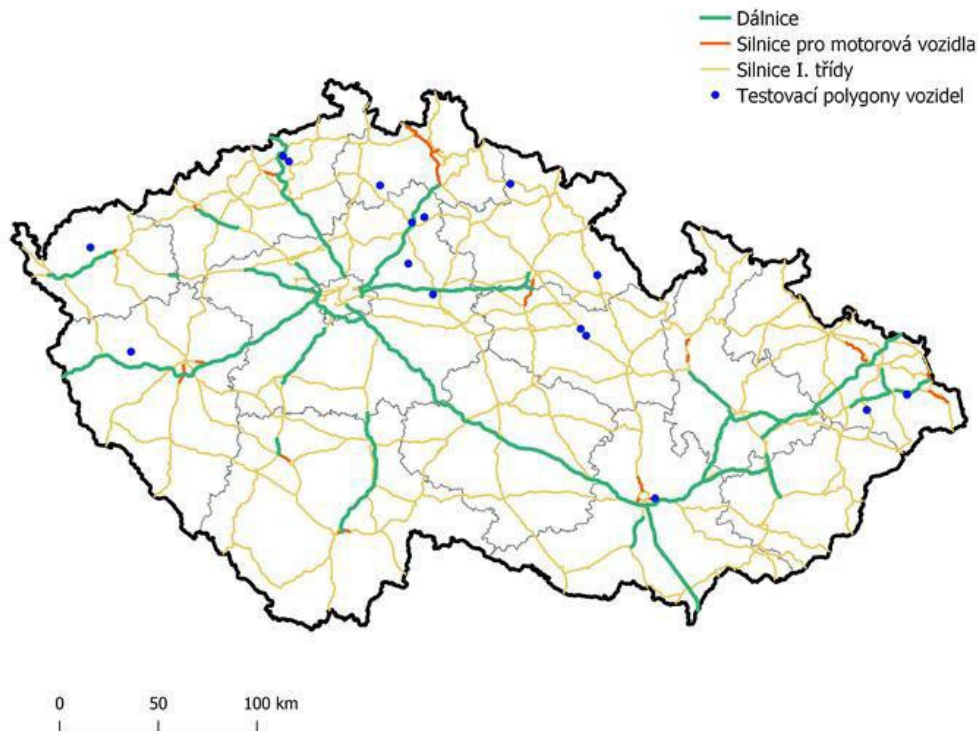




Obrázek 8: Mobilní plnicí stanice vodíku Wystrach (zdroj: Wystrach GmbH)

2.6. Testovací areály, polygony

S rozvojem využití vodíku v dopravě souvisí také intenzivní vývoj a testování nových vodíkových vozidel. Při jízdách zkoušek (funkční a provozní životnostní), v rámci vývoje nového modelu, testovaná vozidla najezdí řádově stovky tisíc kilometrů a mohou tak představovat významný a poměrně stabilní odběr pohonných hmot. S ohledem na režim utajení, nelze předpokládat kumulaci poptávky s dalšími odběrateli, tedy zřízení veřejné plnicí stanice, či stanice s vymezeným přístupem a prodejem uvnitř, nebo v těsné blízkosti areálu testovacího centra. Podobně v případě existence veřejné vodíkové plnicí stanice v dostupné vzdálenosti není jisté, jestli by byla významněji využívána testovanými vozidly. Vzhledem k výše uvedenému lze předpokládat využití neveřejných areálových nebo mobilních plnicích stanic. V případě testovacích areálů pro autonomní vozidla, kde druh pohonu není tak zásadní, lze předpokládat spíše využití bateriových vozidel.



Obrázek 9: Mapa testovacích polygonů

2.7. Významní spotřebitelé z průmyslu (výroba hnojiv, hutnictví...)

Kritérium je významné zejména pro lokální rozvoj infrastruktury v místě produkce vodíku. S ohledem na množství produkovaného, nebo spotřebovávaného vodíku se jedná o vznik tzv. vodíkových údolí.

Průmyslové využití vodíku je typické zejména pro sektor chemický, petrochemický, potravinářský, metalurgický a elektrotechnický. V průmyslu se vodík obvykle vyrobí a spotřebuje v rámci vlastního závodu [19]. Nejvýznamnější producenty uvádí tabulka 9.

Tabulka 9: Přehled největších producentů vodíku [19]

Výrobce	Kapacita [t·rok ⁻¹]
Unipetrol Litvínov	98 000
Unipetrol Kralupy	7 000
Synthos Kralupy	2 500
BC-MCHZ Ostrava	13 650
DEZA Valašské Meziříčí	1 400
Spolchemie Ústí n. Labem	3 000

Aktivní je v oblasti využití vodíku v dopravě zejména Spolchemie a.s. (dále Spolchemie). Společnost bude dodavatelem vodíku pro autobusy MHD a 3 vozidla samosprávy v Ústí nad Labem [20]. V současné době je Spolchemie schopna produkovat vodík v množství umožňujícím plnění až 200 vodíkových autobusů denně [21].

Uplatněním vodíku v dopravě se zabývá také rafinérská a petrochemická společnost Unipetrol RPA, s.r.o. (dále Unipetrol). V roce 2021 je plánováno uvedení do provozu dvou plnicích stanic Praze na Barrandově a v Litvínově, situovaných na stávajících čerpacích stanicích sítě Benzina. Uvedené stanice budou zásobovány vodíkem, který vzniká při zpracovávání ropy v rafinériích Unipetrolu v Litvínově a Kralupech nad Vltavou. V plánu je dále vybudovat a uvést do provozu plnicí stanice v Brně v Kaštanové ulici, v Plzni na Nepomucké ulici a v Praze na D10. Unipetrol se také zabývá projekty efektivní výroby vodíku z alternativních zdrojů, například elektrolýzou vody za využití elektrické energie získané z fotovoltaických článků [22].

2.8. Předpokládaný dojezd vodíkových vozidel

Kritérium má zásadní význam především v prvních fázích zavádění vodíkové infrastruktury, kdy s ohledem na finanční náročnost výstavby infrastruktury není zajištěna návratnost investic. U lokálních a regionálních aplikací toto kritérium má malou váhu. Je však velice důležité při naplňování požadavků směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva [12], která požaduje, aby členské státy, které se rozhodnou do svého vnitrostátního rámce politiky zahrnout veřejně přístupné vodíkové plnicí stanice, zajistili, aby byl do konce roku 2025 dostupný přiměřený počet těchto stanic s cílem umožnit provoz vozidel s vodíkovým pohonem v sítích určených těmito členskými státy, případně včetně přeshraničních spojení.



V současné době je k dispozici málo údajů o skutečném dojezdu vodíkových vozidel. Zatím nejpodrobněji je zdokumentována kategorie osobních automobilů. Rovněž jsou známy provozní zkušenosti u autobusů, které jsou již nasazovány v reálných provozních podmínkách přepravy osob v městské hromadné dopravě. Nejnověji se vodíkové palivové články začínají objevovat v kategorii lehkých a těžkých užitkových vozidel, kde je však dosud málo dostupných praktických zkušeností. V případě ostrovních dopravních aplikací vodíku kritérium dojezdu nemá zásadní význam. To však neplatí v případě zajištění páteří infrastruktury poskytující přeshraniční spojení s cílem umožnit vozidlům s vodíkovým pohonem provoz v celé Unii (hlavní síť TEN-T), ke kterému se členské státy zavázali transpozicí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva.

Tabulka 10 udává hodnotu dojezdu vozidel jednotlivých kategorií poskytovanou výrobcí. Jedná se o údaje stanovené při schvalování typu. Reálný dojezd se od těchto údajů odlišuje v závislosti na stylu jízdy, zatížení vozidla, využívání komfortních funkcí při jízdě, na klimatických podmínkách a topografii trasy [23].

Tabulka 10: Přehled technických parametrů vozidel

Skupina vozidel	Zásoba stlačeného vodíku [kg H ₂]	Kapacita baterie [kWh]	Udávaný dojezd [km]
O	4,0—5,0	1,6	460—700
O 2020+	5,0—6,3	1,2—1,7	650—670
O 2020+ (PHEV)	4,4	13,5	430—480
LN 2020+ (PHEV)	4,4	10,5	400
SN	n/a	n/a	n/a
TN	30,0—34,5	73,2—120,0	350—500
A (dálkové)	n/a	n/a	500*

Pozn. * požadavek dopravce FlixBus [24]

Ze zkušeností uživatelů [25] vodíkových vozidel vyplývá, že za zhoršených klimatických podmínek v zimních měsících (listopad—únor) narůstá průměrná spotřeba osobních automobilů oproti zbývajícím měsícům o cca 12 %. V souvislosti s tím klesá teoretický dojezd těchto vozidel přibližně o 10 %. U nových osobních automobilů by tak dojezd poklesl na přibližně 390—600 km (zaokrouhlené hodnoty). Studie vlivu venkovní teploty na spotřebu a dojezd elektrických a vodíkových městských autobusů [26] udává, že při poklesu teploty z 10—16 °C na -6—0 °C klesl reálný dojezd autobusů o 23,1 %. Obdobné snížení dojezdu vlivem teploty prostředí je možné očekávat i u dálkových autobusů. U nákladních vozidel zatím obdobné studie nejsou k dispozici.



Směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva [12] v platném znění nespecifikuje požadovanou minimální vzdálenost mezi plnicími stanicemi. Nicméně její původní návrh [27] obsahoval požadavek na členské státy, kde v době vstupu směrnice v platnost budou existovat vodíkové čerpací stanice, zajistit, aby byl do 31. prosince 2020 k dispozici dostatečný počet veřejně přístupných čerpacích stanic vzdálených od sebe nejvýše 300 km, který by umožňoval provoz vodíkových vozidel na území celého státu. S ohledem na parametry uvedené v tab. 10 je uvedená hodnota vzdálenosti mezi plnicími stanicemi (300 km) v úvodní fázi zavádění vodíkové infrastruktury akceptovatelná pro všechny kategorie vozidel, ovšem za předpokladu zajištění jejich vysoké provozní spolehlivosti.

2.9. Způsob zásobování (produktovod, cisterny, trajlerové vozy, drážní vlečka apod.)

Způsob zásobování hraje důležitou roli v investičních a provozních nákladech plnicí stanice. Každá stanice musí být posuzována individuálně, přičemž bude záležet na existující dopravní infrastruktuře, nebo možnostech budování nových obslužných komunikací, železničních tratí, nebo produktovodů a zejména na přepravní vzdálenosti od zdroje vodíku do místa plnicí stanice. Klíčovým parametrem jsou náklady na výstavbu a provoz daného způsobu přepravy, které nebyly v době zpracování zprávy pro tuzemské podmínky známy. Mezinárodní energetická agentura [28] uvádí pro jednotlivé způsoby zásobování náklady, které jsou uvedeny v tabulce 11. Tabulka dále uvádí přibližné pořizovací náklady pro jednotlivé druhy dopravy [29], přepočtené na eura dle aktuálního kurzu vůči dolaru (přibližně 1:1).

Tabulka 11: Přehled nákladů na přepravu vodíku

Způsob přepravy	Náklady na přepravu [€·kg ⁻¹ ·100 km ⁻¹]	Náklady na pořízení [€, €·km ⁻¹]
Silniční, stlačený H ₂	0,50–0,60	150 tis.
Silniční, zkapalněný H ₂	0,13–0,15	650 tis.
Potrubí	0,14–0,26	300–600 tis. (instalace), 1876·(D _{potrubí}) ² (kapitálové náklady)

Pozn. D_{potrubí} je průměr potrubí v palcích

Náklady na vybudování nové drážní vlečky nejsou známy, ani je nelze jednoznačně stanovit. Lze předpokládat, že se budou blížit nákladům na vybudování regionální jednokolejné tratě. Nákladově výhodnější variantu představuje obnova existujících drážních vleček. Spolu s tím by se naskytly výhodné podmínky pro revitalizaci brownfieldů. Jako příklad může posloužit obnova



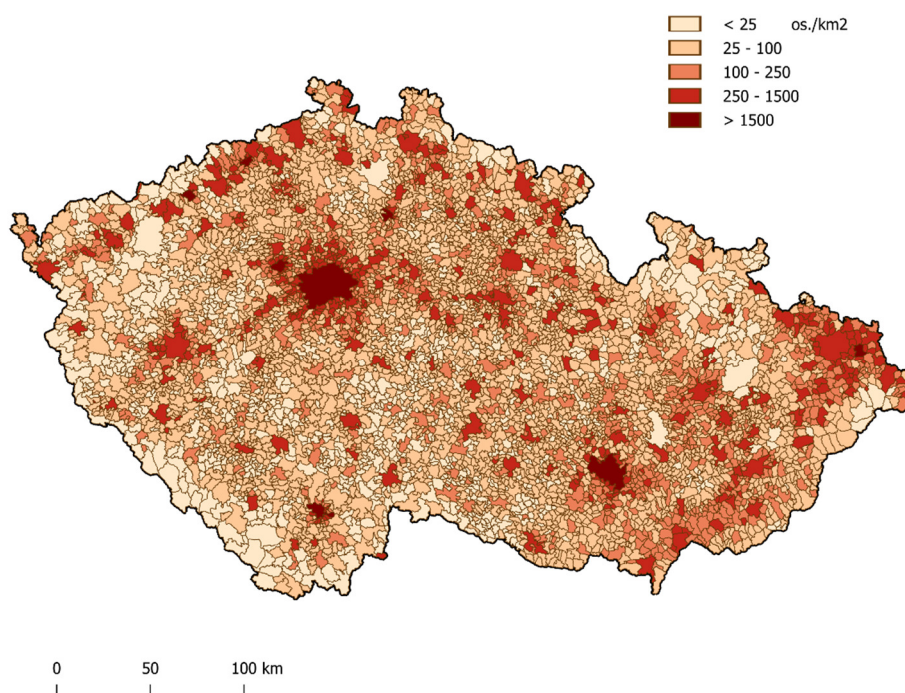


8kilometrové vlečky mezi Kyselkou a Vojkovicemi nad Ohří, kde náklady na rekonstrukci (vyměněno 560 pražců a 820 m kolejnic) a uvedení do provozu byly přibližně 10 mil. Kč [30].

2.10. Hustota zalidnění

Význam tohoto kritéria souvisí s vyšším komerčním potenciálem v oblastech s vysokou hustotou zalidnění, a tedy s předpokladem možného zvýšení návratnosti investic do plnicích stanic. Při aplikaci kritéria je však potřeba zohlednit i celkový počet obyvatel v obci, aby případná výstavba plnicí stanice byla smysluplná, protože jak ukazuje tab. 12, vysoké hustoty zalidnění dosahují i velmi malé obce. Významný je také synergický socioekonomický dopad v podobě snížení negativních dopadů dopravy (emise škodlivých látek a hluku) na co největší počet obyvatel.

Hustota zalidnění v obcích se stanovuje na základě dat z veřejné databáze Českého statistického úřadu. Vstupními daty jsou počet obyvatel v jednotlivých obcích, který zpracovává ČSÚ v návaznosti na výsledky posledního sčítání lidu a každoroční bilanci počtu obyvatel České republiky za všechny obce. Územní struktura pochází z Registru sčítacích obvodů (RSO) [31]. Údaje platné k 30. červnu 2020 jsou graficky znázorněny na obr. 10. Tabulka 12 uvádí přehled 15 obcí s největší hustotou zalidnění, které jsou potenciálně nejvýhodnější pro splnění kritéria.



Obrázek 10: Hustota zalidnění v ČR²

² Zdroj:

https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?wms=http%3A%2F%2Fgeoportal.gov.cz%2FArcGIS%2Fservices%2FCENIA%2Fcenia_hust_zalid%2Fmapserver%2FWMS%2Fservice%3DWMS%26

Tabulka 12: Přehled obcí s největší hustotou zalidnění

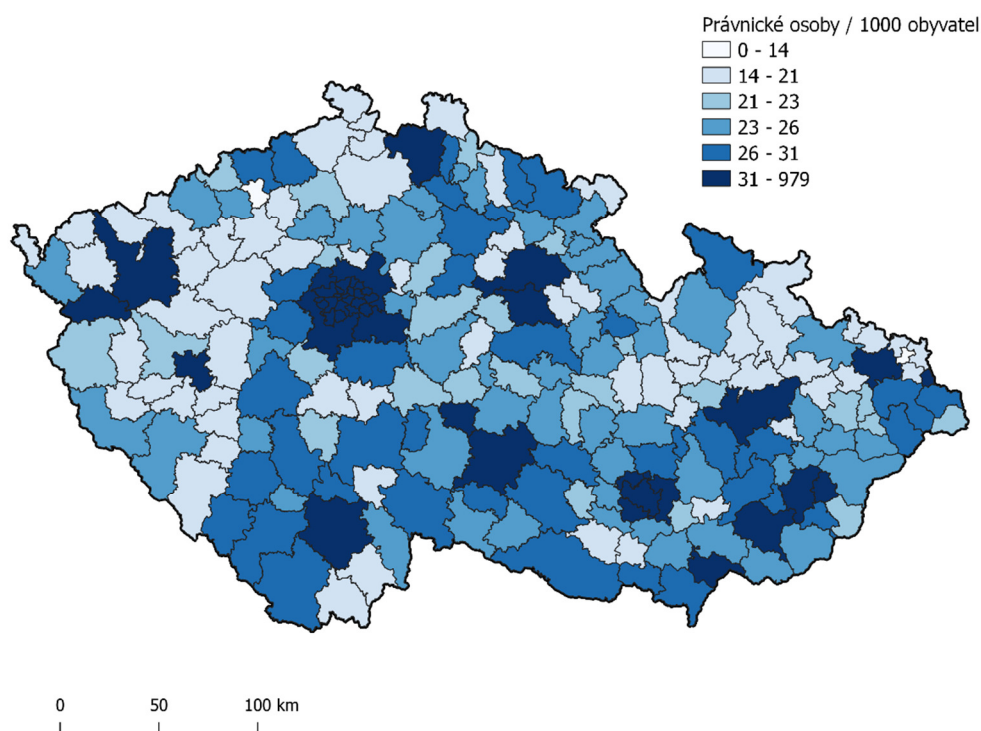
Obec	Hustota zalidnění [-/km ²]	Počet obyvatel [-]
Praha	2 669,0	1 324 277
Havířov	2 219,7	71 200
Zastávka	2 153,1	2 573
Teplice	2 091,1	49 731
Kladno	1 875,7	69 337
Dobrá Voda u Českých Budějovic	1 720,7	2 662
České Budějovice	1 695,7	94 463
Chomutov	1 662,5	48 635
Brno	1 656,7	381 346
Mladá Boleslav	1 548,1	44 740
Valdice	1 515,9	1 390
Novosedlice	1 509,6	2 165
Jablonec nad Nisou	1 458,6	45 773
Ostrava	1 344,2	287 968
Litoměřice	1 325,9	23 849

2.11. Počet firem na 1000 obyvatel

Význam tohoto kritéria souvisí s vyšším potenciálem pro využívání vozidel a strojů s alternativním pohonem u právnických osob. Čím vyšší je počet ekonomických subjektů, zejména právnických osob, v obci nebo regionu, tím vyšší je pravděpodobnost preference vodíkového pohonu ve firemních flotilách nebo u manipulační techniky v dané lokalitě. Zejména v počátcích zavádění vodíku v dopravě se předpokládá vyšší míra akceptace vodíku u firem než v soukromé sféře, obdobně jako tomu bylo u bateriových elektromobilů a plug-in hybridů. Na firmy také byly směřovány dotační tituly na pořízení elektrických vozidel a dobíjecích stanic. Aby hodnoty kritéria

nebyly závislé na velikosti obcí, čímž by byly jednoznačně preferovány největší města, byl počet právnických osob přepočten na 1000 obyvatel dané obce.

Při kvantifikaci kritéria se vycházelo z dat ČSÚ, konkrétně z datových sad Ekonomické subjekty podle vybraných právních forem za správní obvody Prahy a obcí s rozšířenou působností³ [32], Počet obyvatel ve správních obvodech obcí s rozšířenou působností⁴ [32] a Základní věkové skupiny obyvatel Prahy k 31.12. - územní srovnání⁵ [32]. Údaje za rok 2020 jsou graficky znázorněny na obr. 11. Tabulka 13 uvádí přehled 15 obcí s největším počtem právnických osob na 1000 obyvatel, které jsou potenciálně nejvýhodnější pro splnění kritéria.



Obrázek 11: Počet právnických osob vztažených na 1000 obyvatel v obcích ČR

³ <https://www.czso.cz/csu/czso/ekonomicke-subjekty-podle-vybranych-pravnich-forem-za-spravni-obvody-prahy-a-obci-s-rozsirenou-pusobnosti>

⁴ <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112021>

⁵ https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=DEM01D-PHA&z=T&f=TABULKA&skupId=1372&katalog=30845&str=v33&c=v3~2__RP2020MP12DP31#w=



Tabulka 13: Přehled obcí s největším počtem právnických osob na 1000 obyvatel

Obec	Počet právnických osob na 1000 obyvatel	Počet právnických osob
Praha	138*	166 555
Brno	84	32 312
Ostrava	51	16 325
Plzeň	50	9 732
České Budějovice	47	7 636
Karlovy Vary	47	4 079
Černošice	46	6 994
Zlín	46	4 539
Hradec Králové	43	6 337
Olomouc	42	6 961
Říčany	41	3 042
Liberec	40	5 853
Pardubice	40	5 310
Český Těšín	40	1 020
Mariánské Lázně	38	918

Pozn. * Aritmetický průměr, počet právnických osob na 1000 obyvatel se v jednotlivých městských částech liší.



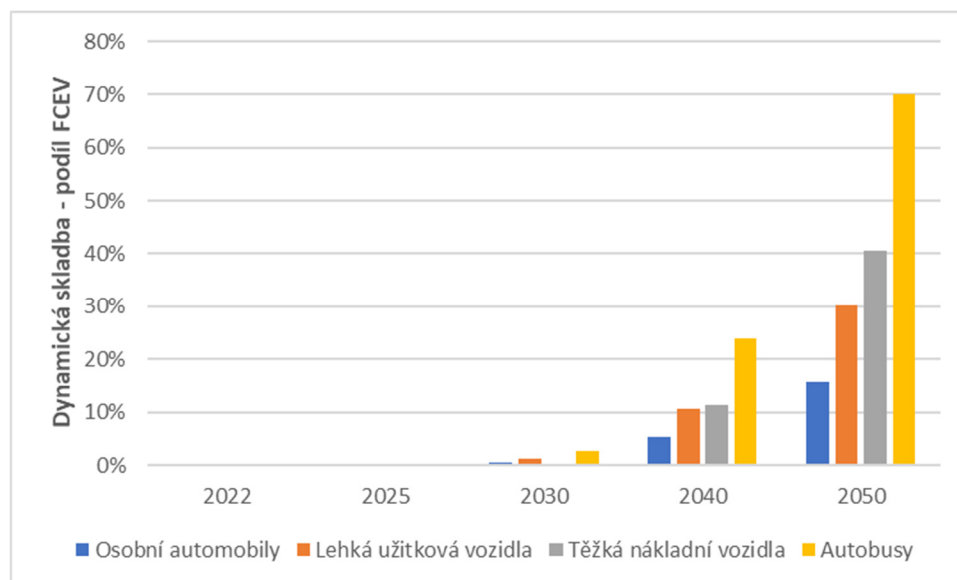


3. Kritéria ovlivňující kapacitu infrastruktury

3.1. Průměrné denní dopravní intenzity vybraných kategorií vodíkových vozidel na silniční síti

Kritérium umožňuje na základě předpokládaného podílu vozidel poháněných vodíkem predikovat průměrné denní intenzity těchto vozidel na silniční síti. Zjištěný údaj umožňuje odhad poptávky po vodíku v daném úseku silniční sítě.

Vzhledem ke stávajícímu rozšíření vodíkových vozidel v ČR a nejistému vývoji trhu se předpokládá podíl vozidel s palivovými články v dynamické skladbě ve zvolených časových řezech stanovil s přihlédnutím k predikci počtu vodíkových vozidel, popsanych v dokumentu „Využití vodíkového pohonu v dopravě v České republice“ [33], strategickému přístupu EU k vodíkové mobilitě, popsanému v dokumentu „Technologický foresight a implementační akční plán využití vodíkových technologií pro čistou mobilitu“ [5] (tento přístup pak přejímá aktualizovaný Národní akční plán čisté mobility (NAP CM) [34]) a na základě aktivitních dat jednotlivých kategorií vozidel (časové řady [35] a jejich predikce). V okamžiku, kdy podíl FCEV v dopravě dosáhne měřitelných hodnot, bude vhodné prognózu porovnat se skutečnou dynamickou skladbou vozidel vycházející z údajů sčítání dopravy.



Obrázek 12: Předpokládaný podíl FCEV na dynamické skladbě vozidel



Předpokládané průměrné intenzity dopravy ve zvolených časových řezech se stanoví podle postupů, které jsou definovány v technických podmínkách TP 225 „Prognóza intenzit automobilové dopravy“ [36]. Pro daný záměr se jako dostačující nabízí metoda jednotného součinitele vývoje. Výhledové intenzity dopravy jsou odvozeny z výchozích intenzit dopravy zjištěných na komunikacích v rámci posledního provedeného celostátního sčítání dopravy a z koeficientu vývoje intenzit dopravy pro sledovaný časový horizont. Koeficient je členěn podle:

- druhu vozidel,
- typu komunikace,
- kraje a vzdálenosti od krajského města.

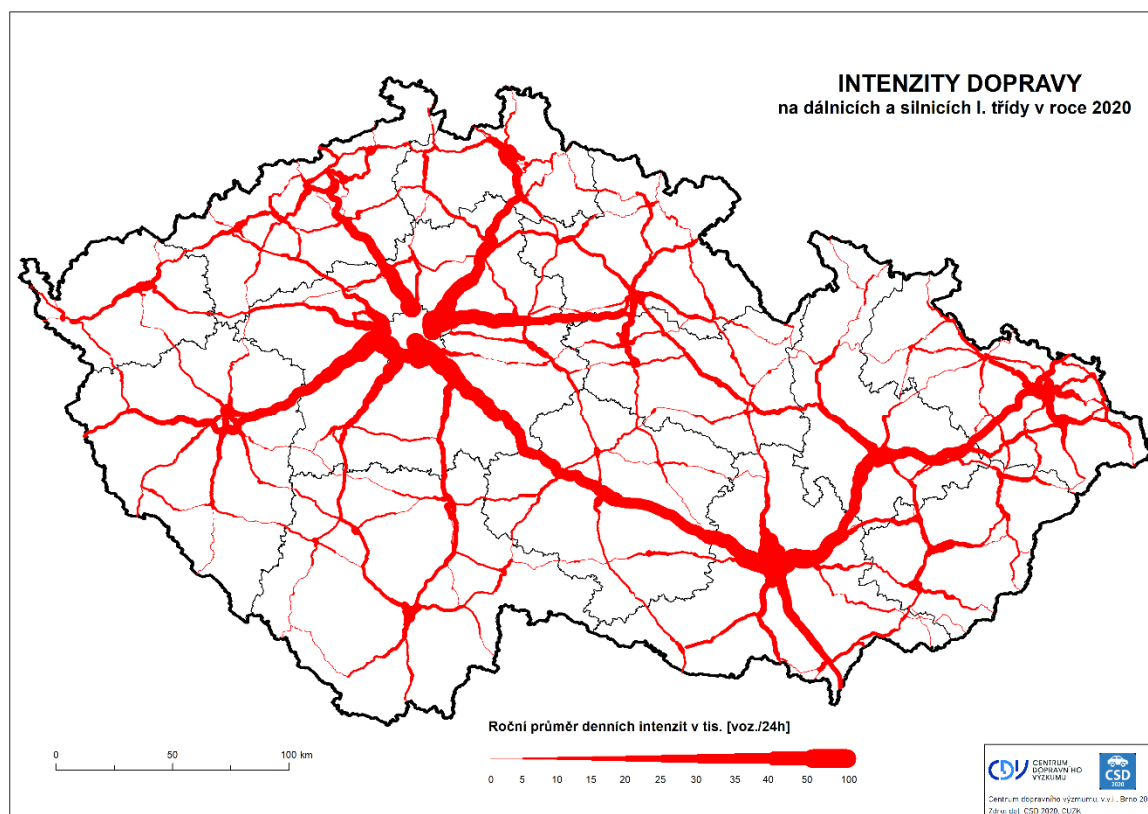
Pro účely prognóz intenzit dopravy se používají sloučené skupiny vozidel, jak je uvedeno v tab. 14. Jednotlivé kategorie nákladních vozidel se člení podle užitečné hmotnosti. Toto rozdělení se využívá při sčítání dopravy, kde rozsahy užitečných hmotností jsou odvozeny od kategorizace podle vyhlášky 341/2014 Sb., resp. směrnice 2007/46/ES, kde jsou vozidla členěna podle maximální přípustné hmotnosti [37, 38]. Technický předpis 189 „Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích“ [39] pak detailněji definuje lehká nákladní vozidla (kategorie LN) jako lehké nákladní automobily s užitečnou hmotností do 3,5 t.

Tabulka 14: Srovnání nákladů na pořízení, provoz a spotřebu energie

Skupiny vozidel pro prognózy intenzit dopravy dle TP 225 [36]	Druhy vozidel ze sčítání dopravy
A – Osobní vozidla	M – Jednostopá motorová vozidla
	O – Osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy
B – Lehká nákladní vozidla	LN – Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3,5 t) bez přívěsů i s přívěsy
C – Těžká vozidla	SN – Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5–10 t) bez přívěsů
	SNP – Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3,5–10 t) s přívěsy
	TN – Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10 t) bez přívěsů
	TNP – Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10 t) s přívěsy
	NSN – Návěsové soupravy nákladních vozidel
	A – Autobusy
	AK – Autobusy kloubové

Jelikož silniční síť TEN-T ještě není zcela dokončena, pak v případě plánovaných, dosud neexistujících dálničních úseků, je možné provést expertní odhad výchozích dopravních intenzit na základě průměrování známých intenzit navazujících dálničních úseků. U zcela nových tras pak na základě známých intenzit dopravy na blízkých silnicích I. třídy, které mají být částečně dálnicemi nahrazeny a s přihlédnutím ke zvýšení atraktivity zejména pro dálkovou dopravu.

Průměrné denní dopravní intenzity vybraných kategorií vozíkových vozidel na silniční síti se pak stanoví na základě průměrné hodnoty denní dopravní intenzity příslušných kategorií vozidel (bez rozdílu pohonu) a podílu FCEV v těchto posuzovaných kategoriích vozidel.



Obrázek 13: Průměr denních Intenzit dopravy, sčítání dopravy 2020

3.2. Průměrná přepravní kapacita vozidel a strojů (velikost nádrže)

Kritérium je významné pro dimenzování infrastruktury, např. pro optimální volbu kapacity vodíkových zásobníků plnicích stanic. Jeho využití se předpokládá především v počátcích uplatnění vodíku v sektoru dopravy, kde se předpokládá nižší zastoupení vodíkových vozidel v dynamické



skladbě dopravního proudu. Kritérium je možné vnímat ve více rovinách. Pro případ rozvoje sítě vodíkových plnicích stanic na hlavní síti TEN-T, kde se předpokládá zejména v počátcích nízký podíl FCEV vozidel, v kombinaci s předchozím kritériem „Průměrné denní dopravní intenzity vybraných kategorií vodíkových vozidel na silniční síti“ dává představu o potenciální denní výtoči vodíku. U lokálního rozvoje vodíkové infrastruktury (tzv. vodíková údolí), kde se ke stanicí sjíždějí vozidla ze širší oblasti a v případě vyššího podílu vodíkových vozidel v delším časovém horizontu dává kritérium v kombinaci s předpokládanou technologií (počet výdejných stojanů, výkon kompresoru apod.) představu o maximálním počtu obslužených vozidel za den. Na jeho základě pak mohou být přehodnoceny návrhové parametry plnicích stanic, nebo dojít k rozhodnutí o rozšíření nebo vybudování dalších stanic. U železničních aplikací v kombinaci s uvažovaným nasazením vozidel je využitelné pro optimální dimenzování zásobníků vodíku a strategii zásobování.

Tabulka 15: Typické velikosti nádrží různých kategorií vozidel

SILNIČNÍ VOZIDLA		ŽELEZNIČNÍ VOZIDLA		PRACOVNÍ STROJE	
Skupina vozidel	Zásoba stlačeného vodíku [kg H ₂]	Skupina vozidel	Zásoba stlačeného vodíku [kg H ₂]	Skupina vozidel	Zásoba stlačeného vodíku [kg H ₂]
OA	4,0–5,0	soupravy	188,0–260,0	vysokozdvížené vozíky	1,5–1,8
OA 2020+	5,0–6,3	posunovací	175,0–222,0		
OA 2020+ (PHEV)	4,4				
LNV 2020+ (PHEV)	4,4				
SNV	n/a				
TNV	30,0–34,5				
Autobusy (dálkové)	n/a				
Autobusy (městské)	31,0–40,0				



3.3. Průměrný denní výkon pracovních strojů

Vodíkové palivové články využívají v současnosti především nízkozdvíhné i vysokozdvíhné vozíky a manipulační vozíky (tahače). Zásoby vodíku u vysokozdvíhných vozíků se pohybují od 1,5 do 1,8 kg, což je dostačující na provoz při osmihodinové směně. Doplnění tlakových lahví trvá v jednotkách minut (obvykle méně než tři minuty). Ve srovnání se stejně výkonnými bateriovými vozíky ušetří vodíková technologie 30 % veškerých provozních nákladů při produktivitě vyšší o 15 % [40].

Manipulační stroje s palivovými články představují vyzkoušenou technologii, vhodnou obzvláště v případech, kdy stroje pracují zároveň v exteriéru i v interiéru staveb. Vhodné řešení a související investice by měly být zpracovávány pro každou firmu individuálně. Pokud jde o vozový park, výrobce Linde udává, že hospodárný obchodní případ vzniká obvykle při použití alespoň 20 vozíků [41]. V případě infrastruktury se jedná o hospodárné řešení, pokud již infrastruktura existuje





4. Význam jednotlivých kritérií v čase

Význam jednotlivých kritérií se bude postupně měnit v závislosti na stavu a intenzitě rozvoje vodíkové infrastruktury. Pro ekonomicky efektivní rozvoj sítě plynových stanic jsou v raném stádiu zásadní kritéria s nejvyšším hodnocením významnosti, která maximalizují akceleraci rozvoje vodíkové dopravy při minimálním rozsahu potřebné infrastruktury. Význam některých kritérií může v delším časovém horizontu postupně klesat, zatímco jiná, v krátkodobém horizontu nedůležitá kritéria, mohou postupně nabývat na významu, zejména s ohledem na optimalizaci sítě a možnosti zásobování.

Kritéria mají v jednotlivých časových řezech přidělenou váhu v rozsahu 1–5 (viz níže), kde hodnota 1 představuje malý význam, hodnota 5 představuje nejvyšší důležitost pro plánování rozvoje infrastruktury. Uvedené váhy jsou stanoveny jako zaokrouhlený aritmetický průměr hodnot navržených jednotlivými řešiteli.

a) Kritéria ovlivňující prostorové rozmístění infrastruktury

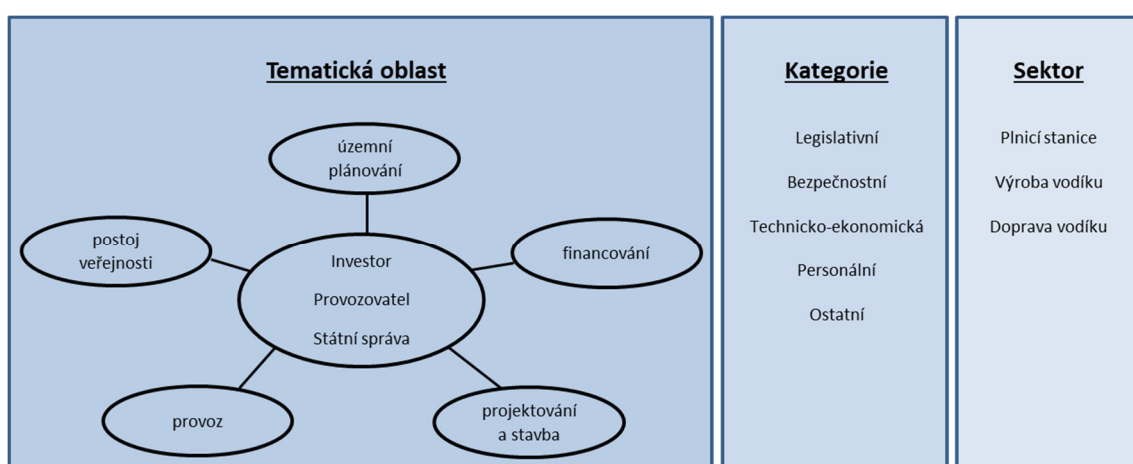
Kritérium	Význam v roce			
	Nyní/2025	2030	2040	2050
Potenciální zdroj vodíku	4	4	4	4
Kumulace a potenciál poptávky (VHD, vlaková seřadiště, průmyslové areály apod.)	5	4	3	3
Vazba na síť TEN-T	3	3	3	2
Dopravní, multimodální uzly	3	4	3	3
Blízkost národních přírodních parků a dalších významných lokalit ochrany přírody	1	1	2	2
Významní spotřebitelé z průmyslu (výroba hnojiv, hutnictví...)	4	4	3	3
Předpokládaný dojezd vodíkových vozidel	3	3	2	2
Způsob zásobování (produktovod, cisterny, trajlerové vozy, drážní vlečka apod.),	3	3	4	4
Hustota zalidnění	3	3	4	4
Počet firem na 1000 obyvatel	3	3	3	3

b) Kritéria ovlivňující kapacitu infrastruktury

Kritérium	Význam v roce			
	Nyní/2025	2030	2040	2050
Průměrné denní dopravní intenzity vybraných kategorií vodíkových vozidel na silniční síti	2	3	4	4
Průměrná přepravní kapacita vozidel a strojů (velikost nádrže)	3	3	3	2
Průměrný denní výkon pracovních strojů	2	3	3	4

5. Kritická místa rozvoje dopravní infrastruktury

Tato aktivita si kladla za cíl zmapovat kritická místa, která mohou zásadněji ovlivnit výstavbu a provoz vodíkové infrastruktury v dopravě. Jedná se o bariéry, které mohou budování infrastruktury komplikovat, brzdit, nebo v extrémních případech i zcela zabránit rozvoji. Snahou bylo na problematiku nahlížet z pohledu budoucích investorů, provozovatelů a zástupců státní správy. Kritická místa byla rozdělena do tematických oblastí jako jsou územní plánování, financování, projektování a stavba, provoz, postoj veřejnosti. Kritická místa v každé z definovaných oblastí byla dále členěna do 5 základních kategorií, a to na legislativní, bezpečnostní, technicko-ekonomická, personální a ostatní.



Obrázek 14: Rozdělení kritických míst

Identifikovaná kritická místa byla pro přehlednost a jednotnost informací zpracována do karet, kde každá karta obsahuje informaci o oblasti zařazení kritického místa, kategorie do níž spadá a rozlišení sektoru, tj. jestli se týká plnicích stanic, výroby nebo distribuce vodíku. Další částí karty je detailnější popis v čem spočívá daná překážka a jestli souvisí s nějakým legislativním dokumentem, technickou normou apod. Karta rovněž obsahuje identifikaci výzkumných a vývojových potřeb, které by mohly přispět k rozšíření znalostí, nebo dosažení technických řešení vedoucích k případnému překonání nebo odstranění překážek. V závěru jednotlivých kapitol jsou rovněž uvedeny obecné návrhy zmírňujících opatření.



5.1. Územní plánování

Kritické místo UP-1	Administrativní a finanční náročnost změn v územním plánu
Tematická oblast	územní plánování
Kategorie	legislativní
Sektor	plnicí stanice, výroba vodíku
Důležitost	nízká
Popis	Stavební úřad smí vydat územní rozhodnutí, či stavební povolení pouze v souladu s územním plánem. Plochy v územním plánu s možnou výstavbou výroby vodíku mají klasifikaci jako PLOCHY VÝROBY A SKLADOVÁNÍ. Plocha, na které stojí plnicí stanice (stejně jako stanice čerpací) spadá do kategorie PLOCHY DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY. Celý proces změny územního plánu je podrobně popsán ve stavebním zákoně. Zákon zároveň určuje minimální lhůty, které je nutné dodržet při jednotlivých jednáních. Proces trvá 2-3 roky. Obec může ovšem požádat o zkrácený postup pořizování změny územního plánu při kterém se například nepožaduje zpracování variant řešení. Celý proces změny by se tím měl podstatně zkrátit a patrně i zlevnit.
Vazba	Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území; Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon); Ustanovení § 55a až § 55c stavebního zákona ve znění zákona č. 225/2017 Sb.; Metodické sdělení Ministerstva životního prostředí a Ministerstva pro místní rozvoj k návrhu na pořízení změny územního plánu zkráceným postupem.
Výzkumné a vývojové potřeby	Výzkumné a vývojové potřeby nebyly identifikovány.

Kritické místo UP-2	Vytvoření limitu v území
Tematická oblast	územní plánování
Kategorie	bezpečnost



Sektor	plnicí stanice, výroba vodíku, skladování
Důležitost	střední
Popis	Jedním z lokalizačních faktorů pro umístění výroby, (mezi)skladu nebo plnicí stanice vodíku (dále „objekt“) je bezpečnost pro okolní území. Umístění takového objektu vyžaduje zřízení ochranného pásma na okolních pozemcích, které tak budou moci být využívány pouze omezeným způsobem – představuje tedy limit pro využití území. Stanovení velikosti ochranného pásma vychází z bezpečnostní analýzy pro konkrétní daný záměr dle Metodiky výstavby a provozu plnicích stanic stlačeného vodíku pro mobilní zařízení. Nutnost zřízení ochranného pásma tak omezuje možnou paletu dostupných brownfields, které by bylo možné využít pro umístění objektu. Z hlediska nastavení limitů využití území nelze příliš uvažovat s areály umístěnými v zástavbě. Jako vhodnější se jeví využití areálů, které jsou lokalizovány mimo souvisle zastavěné území, např. bývalé vojenské areály, opuštěné zemědělské provozy, plochy po těžbě aj.
Vazba	Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území; Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon); Metodika výstavby a provozu plnicích stanic stlačeného vodíku pro mobilní zařízení
Výzkumné a vývojové potřeby	Výzkumné a vývojové potřeby nebyly identifikovány.

Návrh zmírňujících opatření:

- Důsledně na vytipovaných místech dodržovat uvádění příslušných ploch do územního plánu (UP-1).
- V případě výstavby výroby, skladu nebo plnicí stanice v dostupných brownfields upřednostnit využití areálů, které jsou lokalizovány mimo souvisle zastavěné území, jako jsou např. bývalé vojenské areály, opuštěné zemědělské provozy, plochy po těžbě apod. (UP-2).





5.2. Financování

Kritické místo FI-1	Nedostatečné konkretizování účelu dotace pro vodíkové plnicí stanice v rámci Modernizačního fondu a neuvedení přesné výše objemu dotace určené pro vodíkové stanice
Tematická oblast	financování
Kategorie	legislativní
Sektor	plnicí stanice
Důležitost	střední
Popis	Za nový zdroj financování čisté mobility lze považovat modernizační fond. Ten byl zřízen v rámci revize směrnice o obchodování s povolenkami na období let 2021 až 2030, na podporu investic navržených oprávněnými členskými státy, včetně financování malých investičních projektů, do modernizace energetických soustav, skladování energie a zlepšení energetické účinnosti, a to včetně energetické účinnosti v sektoru dopravy. Pro ČR je určeno 16 % alokace fondu (120 mld. Kč) z toho 70 % bude určeno na tzv. „prioritní projekty“. Do této kategorie by měla spadat i čistá mobilita. I když přesné zacílení tohoto fondu ve vztahu k čisté mobilitě není zatím zřejmé, je jisté, že tento nástroj je možné použít mj. na nákup vlakových souprav a lokomotiv na elektropohon/vodík, případně i nákup vnitrozemských plavidel na alternativní paliva, což jsou zatím oblasti, které nejsou nikterak pokryty výše uvedenými OP. Specifický objem financí určený na výstavbu vodíkových plnicích stanic pro neveřejnou a veřejnou infrastrukturu z daného fondu ale konkrétně uveden není - žádná z formulací výzev Modernizačního fondu přímo neodkazuje na financování vodíkové mobility. V rámci konkrétních výzev Modernizačního fondu není také jasně specifikována možnost využití pro výstavbu plnicích stanic. Výzva ENERG ETS č. 1/2021 a Výzva ENERG ETS č. 2/2021 uvádí jenom možnost využití pro „technologie pro zpracování, transport a využití vodíku v energetice, dopravě nebo průmyslové výrobě (např. akumulace energie, palivové články, spalování vodíku nebo syntetických vodíkových paliv, náhrada procesních emisí využitím vodíku, technologie konverze vodíku pro snazší manipulaci apod.)“. Pro investory a podnikatele v dané oblasti je za účelem jejich lepší orientace na trhu a vyšší motivace do investování potřebné tyto informace uvádět jasně a přehledně. Zvýšení investic do sítě vodíkových plnicích stanic je nevyhnutná pro zvýšení konkurenceschopnosti daného sektoru. V porovnání s hustou sítí dobíjecích stanic pro elektromobily se totiž potenciální investor může rozhodnout pro konkurenční možnosti – z důvodu zacházky vodíkového vozidla k nejbližší plnicí stanici dochází totiž k zvýšení nákladů na provoz.



Vazba	Zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných o hmotách); Výzvy Modernizačního fondu: Výzva ENERG ETS č. 1/2021 – Modernizace zdrojů: malé projekty, Výzva ENERG ETS č. 2/2021 – Modernizace technologií: malé projekty.
Výzkumné a vývojové potřeby	Výzkumné a vývojové potřeby nebyly identifikovány.

Kritické místo FI-2	Zařazení vodíkové mobility do společné kategorie s jinými obnovitelnými zdroji ve většině dotačních programů a v legislativě
Tematická oblast	financování
Kategorie	legislativní
Sektor	plnicí stanice, doprava vodíku
Důležitost	střední
Popis	Vodíková technologie zařazena sumárně mezi jiná alternativní paliva může potenciálně získat nižší finanční podporu, jelikož jsou finance přidělovány pro celou kategorii alternativních paliv a pohonů. Jako příklad může sloužit původní záměr využít finance z Operačního programu Doprava na výstavbu vodíkových plnicích stanic. Ke dnešnímu dni je ale v ČR realizována pouze 1 neveřejná a 1 veřejná vodíková plnicí stanice. Vzhledem k vysoké pořizovací částce vodíkových plnicích stanic je tedy možné soudit, že poskytované finance byly použity primárně pro jiné projekty, jako např. nabíjecí stanice pro elektromobily.
Vazba	NAP CM; Vodíková strategie ČR; Modernizační fond MŽP; Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon); Operační program Doprava
Výzkumné a vývojové potřeby	Analýza a srovnání dotačních programů v zahraničí.



Kritické místo FI-3	Adekvátní znalost zdrojů financování, jejich diverzifikace a dostatečná interakce s investory
Tematická oblast	financování
Kategorie	legislativní, personální, ostatní
Sektor	plnicí stanice, výroba vodíku, doprava vodíku
Důležitost	vysoká
Popis	Investiční náklady na vodíkovou plnicí stanici značně závisejí na velikosti plnicí stanice (tj. množství vodíku, které může stanice denně vydat, a její rezervní skladovací kapacitě). Aktuálně se investiční náklady na „malé“ stanice s kapacitou 10 až 50 kg H₂·den⁻¹ pohybují od 150 000 EUR do 600 000 EUR. U stanic s větší kapacitou (více než 100 kg H₂·den⁻¹) jsou celkové náklady na technologii od 1 do 2,5 milionu EUR, s průměrnými náklady 1,5 milionu EUR (bez zahrnutí vyvolaných investic). Vzhledem k nákladnosti projektů se investoři obracejí zejména na dotační programy. Vysoká míra spolehu na jeden zdroj financování může mít ale také negativní dopad na projekt, např. jeho zpoždění v případě navýšení nákladů nebo zkomplikování procesu získávání dotace.
Vazba	IPCEI; Strategické projekty MPO; Vodíková strategie ČR; NAP CM
Výzkumné a vývojové potřeby	Výzkumné a vývojové potřeby nebyly identifikovány.

Kritické místo FI-4	Složitost a komplexita výpočtu nákladů spojených s vodíkem
Tematická oblast	financování
Kategorie	technicko-ekonomická
Sektor	plnicí stanice, výroba vodíku, doprava vodíku
Důležitost	nízká
Popis	Na světovém i českém trhu může panovat nejistota ohledně vývoje ceny vodíku v následujících letech. To se může negativně odrazit na kalkulaci nákladů při jeho výrobě a přepravě. Nepředvídatelnost vývoje ceny vodíku



	může komplikovat metodiku výpočtu a odhadu ceny vodíkových vozidel a taky plnicích stanic. České prostředí, jakožto mladý trh pro vodíkovou technologii, může narážet na nezkušenost s výpočtem CAPEX, s kalkulací výnosů v rámci krátkodobých (demonstračních) projektů nebo s kalkulací OPEX, vzhledem na její poměrnou složitost. Nejistota při kalkulaci nákladů je umocněna existencí více možných forem dodávky paliva H₂ (skrže potrubí nebo různé formy dopravy).
Vazba	Vodíková strategie ČR; NAP CM; Studie – Využití vodíkového pohonu v dopravě v České republice
Výzkumné a vývojové potřeby	Prognózy cen vodíku, vodíkových technologií a vozidel. Prognózy vývoje trhu.

Kritické místo FI-5	Nepředvídatelnost politických rozhodnutí v oblasti financování vodíkové mobility a nedostatečná koordinace mezi soukromou sférou a státem v oblasti priorit, strategie výstavby a financování vodíkových stanic
Tematická oblast	financování
Kategorie	legislativní
Sektor	plnicí stanice, výroba vodíku, doprava vodíku
Důležitost	střední
Popis	Změny v politických prioritách a nekonzistentnost vládních programů a jiných právních dokumentů ve vztahu k vodíku v průběhu let způsobují nejistotu ohledně toho, zda bude vodík v blízké a daleké budoucnosti podporován a prioritizován ve stejné míře. Nejistota plyne z konkurence jiných nízkoemisních vozidel na jiné alternativní paliva/pohon. Investice do dané technologie se tedy nemusí vyplatit. Vzhledem k tomu, že je vodík v dopravě mladou technologií, je těžké určit, nakolik bude podpora pro jeho využití v daném sektoru ve stejném objemu i v budoucnosti. Zpoždění výstavby plnicích stanic komplikuje život majitelům některých typů vozů, např. nových Toyota Mirai, které pro svůj pohon využívají elektřinu vyrobenou ve vodíkových palivových článcích. Zahájení oficiálního prodeje u tuzemských dealerů vedení českého zastoupení automobilky Toyota chtělo koordinovat s otevřením veřejných vodíkových čerpacích stanic.
Vazba	CEF; Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost
Výzkumné a	Výzkumné a vývojové potřeby nebyly identifikovány.



vývojové potřeby

Kritické místo FI-6	Financování infrastruktury
Tematická oblast	financování
Kategorie	technicko-ekonomická, bezpečnostní
Sektor	doprava vodíku
Důležitost	vysoká
Popis	Pro přepravu čistého vodíku je nutné buď vybudovat zcela novou infrastrukturu, speciálně navrženou pro vodík, nebo upravit tu stávající, která není využita pro přepravu zemního plynu. Úprava existující infrastruktury je vždy nákladově výhodnější. Přeprava plynárenskou soustavou se začíná vyplácet při vysokých objemech a také v případě větší koncentrace výrobců v jednom regionu. Podle současných kalkulací vychází, že pro transport 100 000 tun vodíku lze použít 1 200 vagónových tlakových přepravníků, nebo potrubí o šíři 82 cm (Německá vodíková strategie). Dokud nebude možné používat distribuční síť vodíkových plynovodů, které dovedou vodík alespoň ke každému velkoodběrateli, bude nutné využívat dopravy po silnici a železnici. To zhoršuje bezpečnostní faktor dopravy vodíku. V regionu střední Evropy existuje prozatím nízká míra zkušeností s přepravou čistého vodíku v potrubí. Některé přeshraniční kapacity přepravní soustavy v ČR jsou také z velké části rezervovány do roku 2035.
Vazba	NAP CM; Vodíková strategie ČR
Výzkumné a vývojové potřeby	Výzkumné projekty a studie proveditelnosti, zaměřené na technické posouzení možností využití stávajících nebo výstavby nových produktovodů (přeprava čistého vodíku), vtlačování do distribuční soustavy zemního plynu (přeprava nízko-koncentrované směsi vodíku se zemním plynem) a ekonomické, socioekonomické a environmentální srovnání s ostatními druhy přepravy za dobu životnosti, resp. v celém životním cyklu.





Kritické místo FI-7	Nejasnosti v legislativě pro certifikaci „zeleného“ (nízkoemisního a bezemisního vodíku)
Tematická oblast	financování
Kategorie	legislativní
Sektor	výroba vodíku
Důležitost	střední
Popis	V současné době jsou různé druhy vodíku v evropské legislativě definovány v několika různých směrniciích a nařízeních. Jsou to: 1) Obnovitelný vodík, který je definován v Směrnici o obnovitelných zdrojích energie (RED) (2021) 557 final 2021/0218 (RED III). Obnovitelný vodík je zahrnut do kategorie “obnovitelných paliv nebiologického původu”, dle definice se jedná o “kapalná a plynná paliva, jejichž energetický obsah je získáván z jiných obnovitelných zdrojů než z biomasy”. Aby vodík spadl do této kategorie, musí být vyráběn elektrolýzou vody za použití elektřiny z obnovitelných zdrojů vyjma biomasy. Současně musí tento vodík splňovat i kritéria, která budou uvedena v tzv. aktu v přenesené pravomoci k RFNBO, na kterém Komise pracuje souběžně s revizí směrnice o obnovitelných zdrojích energie. Smyslem připravovaného návrhu je zabránit situaci, kdy by současné obnovitelné zdroje začaly být používány pro výrobu vodíku, zatímco jejich dodávka do sítě by byla nahrazena fosilními zdroji. V projednávaném návrhu tedy budou definovány bližší podmínky pro OZE pro výrobu obnovitelného vodíku (např. v současné podobě návrhu je podmínka spuštění elektrolyzátoru ve stejném roce nebo dříve, než byl spuštěn OZE). 2) Nízkouhlíkový vodík je definován ve Směrnici o společných pravidlech pro vnitřní trh s plyny z obnovitelných zdrojů, se zemním plynem a s vodíkem (2021) 803 final 2021/0425. Nízkouhlíkový vodík je vodík, jehož energetický obsah je získán z neobnovitelných zdrojů, který splňuje prahovou hodnotu snížení emisí skleníkových plynů ve výši 70 %, patrně oproti fosilnímu vodíku. Legislativa počítá s možným zpřísněním této hodnoty po roce 2031. Komise počítá s vytvořením systému celounijní certifikace tak, aby bylo možné jednotlivé druhy vodíku porovnávat. Certifikace by měla fungovat na základě metodického přístupu, který posoudí celkové emise skleníkových plynů zohledňující jejich celý životní cyklus výroby. Zveřejnění metodologie bylo stanoveno na konec roku 2024 (alternativně je možné zatím použít certifikaci dle ISO 14067:2018 nebo ISO 14064-1:2018). Z výše uvedeného je zřejmé, že definice různých druhů vodíku, ani jejich přesná certifikace, není v současné době definitivní a ucelená. Hlavní obrysy byly sice stanoveny, ale stále existují nejasná místa, která mohou být klíčová





	pro certifikaci vodíku do některé z podporovaných kategorií.
Vazba	Směrnice o obnovitelných zdrojích energie (RED) (2021) 557 final 2021/0218 (RED III); Směrnice o společných pravidlech pro vnitřní trh s plyny z obnovitelných zdrojů, se zemním plynem a s vodíkem (2021) 803 final 2021/0425; Normy ISO 14067:2018, ISO 14064-1:2018
Výzkumné a vývojové potřeby	Zpracování metodiky pro jednotné posuzování životního cyklu jednotlivých typů vodíku.

Kritické místo FI-8	Rizika plynoucí z taxonomie EU (nemožnost financovat infrastrukturu pro jiný než bezemisní vodík)
Tematická oblast	financování
Kategorie	Legislativní
Sektor	výroba vodíku, infrastruktura, plnicí stanice
Důležitost	střední
Popis	Pravidla pro poskytování veřejné podpory jsou definovány v tzv. Pokynech pro státní podporu v oblasti klimatu, životního prostředí a energetiky na rok 2022 (CEEAG). Nové pokyny vstoupily v platnost v lednu 2022 a udávají nastavení dotačních pravidel. Dále bude vydáno ještě Obecné nařízení o blokových výjimkách (GBER), která jsou v současné době revidována, a jejich aktualizovaná verze v návaznosti na nové pokyny pro státní podporu by měla vstoupit v platnost v červnu 2022. V prozatímním návrhu Obecného nařízení o blokových výjimkách je oproti předchozí verzi rozšířena možnost podpory z obnovitelného vodíku i na nízkouhlíkový vodík. Podpory výroby vodíku a infrastruktury, včetně plnicích stanic a další plynárenské infrastruktury, je tedy umožněna jak pro obnovitelný vodík, tak pro nízkoemisní vodík. Nové pokyny, včetně Obecného nařízení o výjimkách, sice rozšiřuje podporu i na nízkouhlíkový vodík, stále nejsou zmíněny některé další druhy vodíku, které mají potenciál pomoci naplnění stanovených nízkouhlíkových strategií. Jsou to např.: 1) Bílý vodík – tedy vodík vznikající jako odpadní látka. Tento druh vodíku bohužel zatím není definován v unijní legislativě. Může být podpořen pouze pokud splní kritérium 70 % úspory skleníkových plynů. 2) Vodík vyrobený z jaderné elektřiny. Tento druh vodíku bohužel zatím není definován v unijní legislativě. Explicitně je však zmíněn ve strategickém dokumentu REPowerEU z března 2022.
Vazba	Pokyny pro státní podporu v oblasti klimatu, životního prostředí a energetiky na rok 2022 (CEEAG); Obecné nařízení o blokových výjimkách (GBER)



Výzkumné a vývojové potřeby	Analýza životního cyklu jednotlivých typů vodíku, zejména se zaměřením na bílý vodík.
------------------------------------	---

Návrh zmírňujících opatření:

- Spolupráce s fondy pro čerpání financí: Horizon Europe, Interreg, European Green Deal, Innovation Fund, CEF (FI-1).
- Zpřehlednění a upřesnění informací v rámci výzev Modernizačního fondu (FI-1).
- Samostatná kategorie pro vodíkové technologie v rámci dotačních programů (FI-2).
- Samostatně ošetřený systém financování vodíkové technologie a mobility v rámci české legislativy (FI-2).
- Využití dalších operačních programů a fondů: IROP, Modernizační fond, Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (FI-2).
- Diverzifikace zdrojů financování projektů. Příklady soukromého financování přes tzv. Významné projekty společného evropského zájmu (IPCEI) (FI-3).
- Pořádání workshopů/seminářů/školení pro investory, představujících možné zdroje financování a jejich diverzifikace. Je potřebné poznat různé možnosti a formy financování vodíkových projektů, a to na regionální, národní i mezinárodní úrovni. Zvýšení povědomí může výrazně ovlivnit důvěru investorů v danou technologii a snížit tak investiční riziko. Další pomocí je aktivní vytváření spolupráce s možnými investory a kvalitní vypracování podkladů a žádosti o dotaci. Je dobré zajistit, aby se interakce mezi různými zdroji financování navzájem neovlivňovaly (FI-3).
- Udržovat přehled o důležitých datech, tj. vypsaní dotačních projektů a výzev nebo ukončení sběru žádostí (FI-3).
- Sdílet modely financování projektů mezi investory/městy/státy navzájem (FI-3).
- Zvážení spolupráce s jinou výrobní entitou a vypracovat společnou žádost o financování (FI-3).
- Zvážení zahrnutí projektů typu “Public Private Partnership (PPP)” (FI-3).
- Zapojit experty do společného vypracování návrhů financování (FI-3, FI-4).
- Sdílet modely financování projektů mezi investory/městy/státy navzájem (FI-4).
- Zvážení spolupráce s jinou výrobní entitou a vypracovat společnou žádost o financování (FI-4).
- Poskytnutí několikaleté garance neměnnosti podmínek podnikání pro investory do vodíkové technologie (FI-4).
- Výraznější spolupráce mezi veřejnou správou a soukromým sektorem, např. skrze dotační program CEF, který funguje na základě spojení státní a soukromé pomoci (FI-5).
- Větší konzistence napříč různými vládními programy, co se týče vodíku a jeho využití pro mobilitu (FI-5).
- Poskytnutí několikaleté garance neměnnosti podmínek podnikání pro investory do vodíkové technologie (FI-5).
- Sdílet modely řešení přepravy vodíku mezi investory/městy/státy (FI-6).
- Zapojit experty do společného vypracování návrhů nejoptimálnějšího řešení přepravy vodíku (FI-6).



- Zvážení doplnění dalších podporovaných druhů vodíku s nízkou uhlíkovou stopou do legislativy EU (v současné podobě mohou tyto druhy vodíku spadat pod nízkouhlíkový vodík, pokud bude možné doložit snížení emisí o 70 %) - např. vodík vyrobený jako vedlejší produkt, vodík vyrobený z odpadu, vodík vyrobený z jaderné energie (FI-7).
- Dále je nutné dbát zvýšené pozornosti při definování jednotlivých kategorií a systému certifikace (FI-7).
- Zvážení doplnění dalších podporovaných druhů vodíku s nízkou uhlíkovou stopou do legislativy EU (v současné podobě mohou tyto druhy vodíku spadat pod nízkouhlíkový vodík, pokud bude možné doložit snížení emisí o 70 %) - např. vodík vyrobený jako vedlejší produkt, vodík vyrobený z odpadu, vodík vyrobený z jaderné energie (FI-8).
- Zvážení rozšíření podpory na další kategorie vodíku (FI-8).

5.3. Projektování a stavba

Kritické místo PS-1	Kvalifikace projektových pracovníků
Tematická oblast	Projektování a stavba
Kategorie	Personální
Sektor	Plnicí stanice, výroba vodíku, doprava vodíku
Důležitost	Střední
Popis	Na základě dohody mezi investorem, projektantem a při schválení stavebním úřadem, může být zpracována společná dokumentace pro vydání územního rozhodnutí a stavebního povolení nebo lze zpracovat jednostupňovou projektovou dokumentaci. Projektování staveb se řídí stavebním zákonem č. 183/2006 Sb. a jeho doprovodnými vyhláškami. Na našem území není projektování čerpacích vodíkových stanic zatím rozšířeno takovým způsobem, aby know-how potřebné k výrobě, skladování, dopravě a plnění vodíku bylo v praxi velké množství zkušeností. V rámci projektové přípravy celé plnicí stanice je třeba vzít v úvahu vlastnosti jednotlivých částí plnicí stanice, jejich vzájemné vazby i působení stanice jako celku vzhledem k okrajovým podmínkám daným jejich umístěním a interakcí s vnějšími vlivy. Projekt vázaný k vodíkové plnicí stanici je tedy poměrně rozsáhlý a z mnoha směrů technicky složitý. Je třeba vzít v úvahu specifické požadavky, vztahující se na vyhrazená technická zařízení, požárně-bezpečnostní řešení stavby, snížení rizika požáru atd. Nezastupitelným atributem projektových pracovníků je tak technická kvalifikace v daném oboru. Závazné stupně projektové dokumentace se stanovují podle předpisů a určení příslušného stavebního úřadu. Dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. se jedná



	o dokumentaci pro územní rozhodnutí (DUR), projektovou dokumentaci pro stavební povolení (DSP) a dokumentaci pro provádění stavby (DPS). Uvedená vyhláška zároveň definuje závazný obsah i formu jednotlivých stupňů projektové dokumentace. Pro činnosti DUR, DSP a DPS se vyžaduje autorizace od České komory architektů (ČKA), nebo od České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT).
Vazba	Národní katalog prací; Národní soustava kvalifikací; Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon); Zákon č. 179/2006 Sb. o ověřování a uznávání výsledků dalšího vzdělávání a o změně některých zákonů (zákon o uznávání výsledků dalšího vzdělávání); Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby; Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb
Výzkumné a vývojové potřeby	Vývoj software zaměřeného na kvalifikované rozhodování v projektování (pro konkrétní instalace, velikost, umístění, výroba H₂ vs. doprava, PV, kombinace apod.).

Kritické místo PS-2	Prostor pro umístění skladu vodíku HRS
Tematická oblast	Projektování a stavba
Kategorie	Legislativní
Sektor	Plnicí stanice, výroba vodíku
Důležitost	Vysoká
Popis	V Článku 6 Návrhu nařízení Evropského parlamentu a Rady 2021/0223 (COD) o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva (AFIR) je mimo jiné stanoveno: Cíle týkající se infrastruktury pro čerpání vodíku pro silniční vozidla 1. Členské státy zajistí, aby byl na jejich území do 31. prosince 2030 zřízen minimální počet veřejně přístupných vodíkových čerpacích stanic. Za tímto účelem členské státy zajistí, aby byly do 31. prosince 2030 podél hlavní sítě TEN-T a globální sítě TEN-T v maximální vzájemné vzdálenosti 150 km nainstalovány veřejně přístupné vodíkové čerpací stanice s minimální kapacitou 2 t·den⁻¹ vybavené plnicí s tlakem nejméně 700 barů. Kapalný vodík musí být k dispozici na veřejně přístupných čerpacích stanicích v maximální vzájemné vzdálenosti 450 km. Členské státy dále zajistí, aby do 31. prosince 2030 byla v každém městském uzlu uvedena do provozu alespoň jedna veřejně přístupná vodíková čerpací stanice. U těchto čerpacích stanic se provede analýza nejlepšího umístění, při níž se zvaží zejména jejich rozmístění v multimodálních uzlech, kde by mohly být zásobovány i jiné druhy dopravy.



	Dle metodiky výstavby a provozu plnicích stanic stlačeného vodíku pro mobilní zařízení odpovídá požadované minimální výkonové kapacitě 2 t/den skladová zásoba 4 t (včetně minimální jednodenní rezervy). Počet svislých zásobníků o průměru 2,8 m a výšce 16 m (95 m³) odpovídajících této zásobě je 12 ks (à 336 kg H₂). Bezpečná odstupová vzdálenost k ostatním technologickým zařízením čerpací stanice s pohonnými hmotami je stanovena na 8 m. Vzájemná osová vzdálenost takových zásobníků je 4,3 m. Plochy jednotlivých typů uspořádání zásobníků garantující výše uvedenou odstupovou vzdálenost jsou v následující tabulce. <table><tr><th>Uspořádání 12 zásobníků</th><th>Obdélníkové rozměry plochy [m]</th><th>Plocha [m²]</th></tr><tr><td>12 x 1</td><td>66,1 x 18,8</td><td>1 167</td></tr><tr><td>6 x 2</td><td>40,3 x 23,1</td><td>855</td></tr><tr><td>4 x 3</td><td>31,7 x 27,4</td><td>793</td></tr></table> Vyčíslené plochy jsou jen pro sklad vodíku, a není v nich započtena plocha technologického vybavení plnicí stanice. Pro současné čerpací stanice v dálniční síti takto velký volný prostor pro umístění nařízené skladové zásoby nemusí být, vzhledem k dostupibilitě nezastavěných okolních pozemků, významným problémem. Význam narůstá s požadavkem zřízení takovéto plnicí stanice v každém městském uzlu, kde pozemky v okolí stávajících čerpacích stanic jsou většinou zastavěny. Bylo by skladování vodíku v kapalné formě v těchto případech řešením? Plnicí stanice by tak navíc mohly poskytovat jak stlačený, tak kapalný vodík. Zásobování plnicí stanice s vytíženou kapacitou 2 t·den⁻¹: Četnost kamionového zásobování stlačeným plynem by byla 4krát za den (à 500 kg @200 bar). Závoz kapalného vodíku by byl 1krát za den. Linde trailer pro přepravu LH₂ má kapacitu 2 615 kg H₂. Pokud by měly být naplněny optimistické odhady aktualizovaného NAP CM pro nasazení vodíkových vozidel v horizontu roku 2030 (870 autobusů, 58 000 osobních vozidel, 80 plnicích stanic), tak odhadovaná denní spotřeba vodíku je cca 1 800 kg vodíku na jednu plnicí stanici*.	Uspořádání 12 zásobníků	Obdélníkové rozměry plochy [m]	Plocha [m ²]	12 x 1	66,1 x 18,8	1 167	6 x 2	40,3 x 23,1	855	4 x 3	31,7 x 27,4	793
Uspořádání 12 zásobníků	Obdélníkové rozměry plochy [m]	Plocha [m ²]											
12 x 1	66,1 x 18,8	1 167											
6 x 2	40,3 x 23,1	855											
4 x 3	31,7 x 27,4	793											
Vazba	Metodika výstavby a provozu plnicích stanic stlačeného vodíku pro mobilní zařízení; Norma ČSN 73 6060												
Výzkumné a vývojové potřeby	V případě přijetí návrhu nařízení v obdobném rozsahu, je nutné vypracovat metodiku výstavby a provozu plnicích stanic kapalného vodíku pro mobilní zařízení.												

* Odhadovaná průměrná denní spotřeba vodíku je 30 kg u autobusů a 2 kg u osobních vozidel. Přesto, že odhad počtu osobních vozidel zní příliš optimisticky, průměrné vytížení plnicí stanice se pravděpodobně příliš nesníží, protože vývoj vodíkových nákladních vozidel se jeví podstatně rychlejší, než se v NAP CM předpokládá.



Kritické místo PS-3	Riziko nutnosti posuzovat vliv na životní prostředí výroby vodíku v rámci řízení EIA
Tematická oblast	Projektování a stavba
Kategorie	Legislativní
Sektor	Výroba vodíku
Důležitost	Vysoká
Popis	V ČR se nutnost zpracování EIA řídí Zákonem č. 100/2001 Sb. „Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)“. V Příloze 1 je definováno, které provozovny podléhají plnohodnotné EIA v plném rozsahu a které podléhají zjišťovacímu řízení, které rozhodne o tom, jestli je plnohodnotné EIA nutné zpracovat. Vodík zde není (zřejmě kvůli dosud malému zastoupení) explicitně zmíněn. Skladování vodíku zřejmě spadá pod č. 87 „Skladování zemního plynu a jiných hořlavých plynů s objemem zásobního prostoru od stanoveného limitu“, kde je stanoven limit 10 tis. m³, který je pravděpodobně dostatečný pro výstavbu nových plnicích stanic bez potřeby plnohodnotné dokumentace EIA. Problém ovšem nastává pro výstavbu nových výroben vodíku, která zřejmě spadá po č. 30 „Integrovaná zařízení k průmyslové výrobě základních organických a anorganických chemických látek a směsí s chemickou přeměnou (například uhlovodíky, kyseliny, zásady, oxidy, soli, chlór, amoniak)“, pro které je stanoveno, že EIA v plném rozsahu je potřebná vždy (bez limitu). Nutnost zpracovávat EIA v plném rozsahu má potenciál výrazně zkomplikovat stavební řízení, zejména když bude vodík vyráběn decentralizovaně z OZE – tedy na mnoha místech v relativně malé kapacitě. Přitom výroba vodíku z je hlediska životního prostředí velmi bezpečná (při výrobě vodíku elektrolýzou je pracováno pouze s vodíkem, kyslíkem a vodou) - rizika vodíku jsou spíše požárního charakteru.
Vazba	Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí
Výzkumné a vývojové potřeby	Výzkumné a vývojové potřeby nebyly identifikovány.

Kritické místo PS-4	Vysoká složitost potřebné bezpečnostní dokumentace pro výroby a plnicí stanice vodíku
Tematická oblast	Projektování a stavba
Kategorie	Legislativní, organizační
Sektor	Výroba vodíku, plnicí stanice



Důležitost	Vysoká
Popis	Skladování vodíku je spojeno s nebezpečím požáru a výbuchu. Pro zajištění bezpečnosti je nutné zajistit: ▪ zpracování Požárně bezpečnostního řešení objektu nebo technologického zařízení, schválené HZS ČR, ▪ posouzení z hlediska začlenění objektu do kategorií činností podle požárního nebezpečí dle § 4 zákona č. 133/1985 Sb. o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů, včetně případného zpracování dokumentace PO např. Dokumentace zdolávání požáru dle § 6 b zákona č. 133/1985 Sb. o požární ochraně, ▪ Místní provozně bezpečnostní předpis, ▪ bezpečnostní certifikát dle zákona 262/2006 Sb. Zákoník práce, ▪ bezpečnost strojního, tlakového a elektrického zařízení, ▪ posouzení z hlediska nebezpečí výbuchu, dle protokolu o určení vnějších vlivů, případně zpracování Dokumentace ochrany před výbuchem dle NV 406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu. Dále je nutné zajistit odstupové vzdálenosti zařízení od jiných objektů k zamezení šíření následků mimořádné události (exploze, požár). Zpracování zmíněné bezpečnostní dokumentace je značně složité a pro řadu subjektů se bude jednat o novou problematiku, kde s přípravou dokumentace chybí zkušenosti.
Vazba	§ 4 a § 6 b zákona č. 133/1985 Sb. o požární ochraně; Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu; Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
Výzkumné a vývojové potřeby	Výzkumné a vývojové potřeby nebyly identifikovány.

Návrh zmírňujících opatření:

- Zavedení vhodného vzdělávání, především na úrovni vysokých škol (PS-1).
- Podporované a propagované kurzy pro stávající projektanty (PS-1).
- Vypracování metodiky výstavby a provozu plnicích stanic kapalného vodíku pro mobilní zařízení (PS-2).
- Explicitní zařazení vodíku do přílohy 1 zákona č. 100/2001 Sb. (PS-3).
- Specifikace limitů pro EIA v plném rozsahu a EIA ve zjišťovacím řízení (PS-3).
- Z hlediska administrativní zátěže by výrazně pomohlo sjednocení (alespoň převážné části) intervalů servisních prací a revizí (PS-4).
- Pro všechny druhy vodíkových zařízení připravit přehled relevantních a souvisejících norem, zákonů atd. (PS-4).





5.4. Provoz

Kritické místo PR-1	Bezpečnostní rizika skladování velkého množství vodíku a interakce se související infrastrukturou
Tematická oblast	Provoz
Kategorie	Bezpečnost
Sektor	Výroba vodíku, plnicí stanice
Důležitost	Vysoká
Popis	Pro zajištění provozní bezpečnosti výroben vodíku a čerpacích stanic je zpracováván plán servisu a údržby, který udává povinnost provádění jednotlivých servisních prací, jejich četnost a stanovuje odpovědné osoby. Mezi tyto servisní práce s četností 12 měsíců patří: ▪ kontrola znečištění filtrů, ▪ kalibrace senzorů tlaku, ▪ kontrola systému ochrany před bleskem a uzemnění, ▪ kontrola funkce nouzového zastavení, ▪ provozní revize tlakových nádob, ▪ zkouška pojistných zařízení, ▪ kontrola plynových zařízení, ▪ kontrola elektrické instalace, ▪ celkový servis. Dále jen nutné s četností 3 roky provádět revizi plynových zařízení a s četností 5 let provádět vnitřní revizi tlakových nádob. Provozovatel plnicí stanice by dále měl provádět: ▪ Denně vizuální a sluchovou kontrolu výdejních stojanů, kontrolu vypouštění kondenzátu a hladiny kondenzátu, ▪ Každý měsíc vizuální kontrolu kompresorové stanice, kontrolu neobvyklého hluku, kontrolu tlakových nádob na vnější poškození a korozi, kontrolu znečištění ventilátorů, ▪ Každých 500 provozních hodin (nebo 2 měsíce) kontrolu spojů, armatur a hadic pěnотvorným roztokem, ▪ Každých 6 měsíců vizuální kontrolu odtokových otvorů komínů, kalibraci senzorů plynu, kontrolu hodnověrnosti měřených hodnot a kontrolu proudových chráničů dle doporučení výrobce. Tento rozsah povinných revizí a kontrol, částečně prováděný externími servisními technikami a částečně zaměstnanci a odpovědnými osobami provozovatele, představuje značnou administrativní a finanční zátěž pro provozovatele.
Vazba	Příslušné normy ČSN 690010, 690012, 07 8304, 38 6405, 60079-17



Výzkumné a vývojové potřeby	Vypracování přehledu relevantních a souvisejících norem, zákonů apod.
-----------------------------	---

Kritické místo PR-2	Rizika spojená s formálním zajištěním provozu (revize vyhrazených zařízení a kvalifikovaná obsluha)
Tematická oblast	Provoz
Kategorie	Legislativní, technická, organizační
Sektor	Výroba vodíku, plnicí stanice
Důležitost	Vysoká
Popis	Výrobní vodíku a vodíkové plnicí stanice či jejich části jsou vyhrazeným plynovým (PZ), tlakovým (TZ) a elektrickým zařízením (EZ). Podle nařízení vlády č. 191/2022 Sb., par. 5, jsou vyhrazeným PZ spadajícím do skupin: ▪ A – Výroba a úprava plynů, ▪ B – Skladování a přeprava plynů, ▪ C – Zařízení pro plnění nádob plynů, včetně tlakových stanic, ▪ D – Zkapalňování a odpařování plynů, ▪ E – Zvyšování a snižování tlaku, ▪ F – Rozvod plynů. Podle nařízení vlády č. 192/2022 Sb., par. 4 a 5, jsou vyhrazeným TZ dle písmene c), tj. tlakové nádoby, jejichž nejvyšší pracovní tlak přesahuje 0,5 bar. Zásobní nádrže/lahve vodíku na vodíkových plnicích stanicích mohou být zařazeny do: ▪ I. třídy s nejvyšším pracovním tlakem přesahujícím 100 bar, ▪ II. třídy s nejvyšším pracovním tlakem přesahujícím 0,5 bar, objemem větším než 10 litrů nebo s bezpečnostním součinem nejvyššího pracovního tlaku (PS) v barech a objemu (V) v litrech přesahujícím 100, s výjimkou třídy I. Součástí vyhrazených tlakových zařízení je jejich bezpečnostní a tlaková výstroj. Provozní revize tlakových nádob se provádí dle ČSN 69 0012. Nařízení vlády č. 190/2022 Sb. řadí mezi vyhrazená elektrická zařízení všechna zařízení pro výrobu, přeměnu, přenos, rozvod a odběr elektrické energie a elektrické instalace a zařízení určená k ochraně před účinky atmosférické či statické elektřiny. Podle tohoto rozdělení výrobní vodíku a vodíkové plnicí stanice nejsou považovány za vyhrazená EZ jako celek, ale pouze jejich části (trafostanice, elektrorozvody, rozvaděč, atp.) a dále pak též hromosvody (bleskosvody) a uzemnění stanice. V závislosti na bezpečnostní zóně (dle Metodiky výstavby a provozu plnicích stanic stlačeného vodíku pro mobilní zařízení [42]) mohou být považovány za elektrické zařízení I. třídy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu plynů, par nebo prachů



	nebo II. třídy (ostatní, nespádající do I. třídy). Provozní revize elektrických zařízení se provádějí dle ČSN 33 1500 Z1-Z4 a ČSN 33 2000-6. Zákon č. 250/2021 Sb., o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení – dle par. 23 tohoto zákona vláda stanovuje nařízením jaká tlaková, zdvihací, elektrická a plynová zařízení představují zvýšenou míru ohrožení života, zdraví a bezpečnosti včetně jejich zařazení do tříd, skupin a podskupin (též požadavky na bezpečnost, provádění prohlídek a zkoušek, včetně odborné způsobilosti osob vykonávajících činnosti na vyhrazených technických zařízeních: ▪ Nařízení vlády č. 191/2022 Sb. o vyhrazených technických plynových zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti: definice požadavků na bezpečnost provozu vyhrazených plynových zařízení, na jejich zkoušky, výchozí a provozní revize, kontroly, včetně povinnosti vypracování jejich harmonogramu, definice minimálního stupně vzdělání a délky odborné praxe osob vykonávajících obsluhu, montáže, opravy, revize i zkoušky. ▪ Nařízení vlády č. 192/2022 Sb. o vyhrazených technických tlakových zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti: obdobná struktura jako nařízení vlády o vyhrazených PZ. ▪ Nařízení vlády č. 190/2022 Sb. o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti: obdobná struktura jako u předchozích dvou nařízení. Výše zmíněné klade značné nároky na administrativní a technické zajištění provozu výroben vodíku a vodíkových čerpacích stanic.
Vazba	Zákon č. 250/2021 Sb., o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení; Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci; Nařízení vlády č. 190/2022 Sb. o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti; Nařízení vlády č. 191/2022 Sb. o vyhrazených technických plynových zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti; Nařízení vlády č. 192/2022 Sb. o vyhrazených technických tlakových zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti; Tlakové zkoušky v rámci roční kontroly dle ČSN 07 8304; Provozní revize tlakových nádob stabilních dle ČSN 69 0012; Metodika výstavby a provozu plnicích stanic stlačeného vodíku pro mobilní zařízení
Výzkumné a vývojové potřeby	Bez výzkumné a vývojové potřeby, nutno akceptovat a dodržovat aktuální legislativní a normativní předpisy včetně sledování jejich aktualizací.



Návrh zmírňujících opatření:

- Z hlediska administrativní zátěže by bylo výraznou pomocí sjednocení (alespoň převážné části) intervalů servisních prací a revizí (PR-1, PR-2).
- Příprava přehledu relevantních a souvisejících norem, zákonů, technických doporučení apod. pro všechny druhy vodíkových zařízení, včetně zajištění aktualizací (PR-1, PR-2).
- Příprava přehledu všech požadovaných kontrolních úkonů vč. stanovených lhůt se zajištěním průběžných aktualizací (PR-1, PR-2).

5.5. Postoj veřejnosti

Kritické místo PV-1	Zájem velkých odběratelů
Tematická oblast	Postoj veřejnosti
Kategorie	Technicko-ekonomická
Sektor	Plnicí stanice
Důležitost	Vysoká
Popis	Zájem velkoodběratelů je klíčovým prvkem ekonomické návratnosti investic do veřejných plnicích stanic, a to zejména v krátkodobém a střednědobém horizontu, dokud poptávka drobných a malých odběratelů nebude dostačující pro udržení rentability provozu stanic. Pro velké odběratele (dopravce) jsou důležité: ▪ palivové náklady srovnatelné s ostatními druhy dostupných pohonů, ▪ ostatní provozní náklady srovnatelné s jinými druhy pohonu, ▪ spolehlivost dodávek, ▪ hustota sítě u dálkové dopravy, ▪ čas strávený plněním vozidla (rychlost plnění, ale také čekání ve frontě). Do konce roku 2030 bude, dle chystaného nařízení Evropského parlamentu a Rady o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva, požadováno zajištění plnicích stanic s minimální denní kapacitou 2 t vodíku podél hlavní a globální sítě TEN-T ve vzdálenosti maximálně 150 km (u kapalného vodíku max. 450 km). Pokud například osobní vozidla budou plněna průměrně 5 kg vodíku resp. nákladní vozidla 30 kg, představuje plánovaná kapacita stanice možnost plnění až 400 osobních vozidel, resp. cca 67 nákladních vozidel za den. V praxi to bude ještě více, neboť vozidla budou mít při příjezdu k plnicí stanici určitou rezervní zásobu vodíku. Je zřejmé, že takto naddimenzovaná infrastruktura nebude efektivně využita bez existence





	a provozování velkých vodíkových vozových parků. V případě městských uzlů sice kapacity stanic nejsou v návrhu nařízení specifikovány, přesto v počátečních stádiích rozvoje infrastruktury je pro ekonomickou návratnost investic vhodný zájem firem působících v dané lokalitě (veřejná doprava, rozvážkové služby, zásobování, komunální služby, svoz odpadu apod.).
Vazba	Návrh nařízení Evropského parlamentu a Rady o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva a o zrušení směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU; Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel; Akční plány udržitelné mobility; Firemní plány udržitelné mobility; Systém environmentálního řízení a auditu (EMAS); Normy ČSN ISO řady 14000
Výzkumné a vývojové potřeby	Studie proveditelnosti přechodu k vodíkovým pohonům, analýzy nákladů a přínosů (CBA), analýzy celkových nákladů vlastnictví (TCO), analýzy životního cyklu (LCA). Vývoj a pilotní ověření systému on-line rezervace objemu vodíku.

Kritické místo PV-2	Obava ze spolehlivosti technologie a dostupnosti vodíku
Tematická oblast	Postoj veřejnosti
Kategorie	Technicko-ekonomická
Sektor	Plnicí stanice
Důležitost	Vysoká
Popis	Dosavadní zkušenosti řidičů vodíkových automobilů na delších trasách (např. https://youtu.be/scNuPayHGGuo) ukazují, že zejména v počátcích rozvoje sítě plnicích stanic je nezbytné zajistit funkčnost technologie plnění vozidel vodíkem a spolehlivost dodávek vodíku do zásobníků plnicích stanic. Pokud při současné hustotě sítě, respektive vzdálenostech mezi stanicemi je zbývající dojezd automobilu menší než 200 km, pak v případě že je nejbližší stanice z důvodu závady nebo nedostatku vodíku mimo provoz, může nastat situace, kdy vozidlo nebude schopné pokračovat v jízdě a bude muset být převáženo odtahovou službou. Převoz vozidla je poměrně nákladný. Cena bývá obvykle tvořena fixní částkou za naložení a složení vozidla v rádech stokorun a variabilní složkou závislou na ujeté vzdálenosti (včetně příjezdu na místo odtahu a návratu z místa složení vozidla). Je otázkou, zda tato služba bude uznanou součástí asistenčních služeb v rámci tzv. záruk mobility



	výrobce, nebo pojištění vozidla. Je-li vodíkový automobil používán v lokální dopravě, pak nemožnost tankování vodíku (porucha plnicí stanice, nedostatek paliva) může znamenat znemožnění provozování vozidla. V případě závady na plnicím zařízení, se může jednat i o vícedenní výpadek (nedostatek náhradních dílů, logistika). Zejména problém s tankováním na delších cestách je pro řidiče velice stresující. Řešení nastalé situace může být časově náročné i finančně nákladné. U lokální dopravy jde sice spíše o krátkodobý přechod na jiný způsob mobility (náhradní vozidlo, veřejná doprava, kolo apod.), ale i to může řidiči způsobit komplikace (potřeba přepravy nákladu, dostupnost veřejné dopravy, frekvence spojů atd.). Pokud by k výše popsaným výpadekům a k jejich medializaci docházelo často, mohlo by u veřejnosti dojít k pochybnostem o spolehlivosti technologie plnicích stanic a k nedůvěře ve vodíkovou dopravu obecně.
Vazba	Není relevantní
Výzkumné a vývojové potřeby	Vývoj mobilních plnicích stanic, vývoj plug-in hybridních vodíkových automobilů s palivovým článkem.

Kritické místo PV-3	Negativní postoj veřejnosti při projednávání strategických dokumentů
Tematická oblast	Postoj veřejnosti
Kategorie	Ostatní
Sektor	Plnicí stanice, výroba vodíku
Důležitost	Nízká
Popis	Strategické dokumenty související zejména s udržitelnou dopravou nebo mobilitou, jako jsou plány udržitelné mobility (SUMP), akční plány pro udržitelnou energii a klima (SECAP), v návrhových částech obvykle doporučují podporu nebo přechod na alternativní paliva a pohony. Zejména ve vznikajících tzv. vodíkových údolích bude vodíková infrastruktura součástí těchto plánů. Vzhledem k lokálnímu charakteru, tj. výroba v blízkosti spotřeby, může nastat situace, že jak výrobní zařízení, tak plnicí stanice budou v zastavěném území obce. Plnicí stanice mohou být budovány i v územích určených pro bydlení. V takovém případě může negativní postoj veřejnosti souviset například s obavami: ▪ ze skladování vodíku v blízkosti obytné zástavby, ▪ z důsledků neodborné manipulace s výdejním zařízením, ▪ z nedodržení nebo selhání bezpečnostních opatření při zavážce, ▪ ze zvýšení provozu,



	▪ ze záboru území v obydlené oblasti (zelené plochy apod.). V tuzemských podmínkách obyvatelstvo zatím nemá zkušenosti s výrobními zařízeními pro výrobu vodíku. Zde mohou například panovat obavy z: ▪ hlučnosti výrobní technologie, ▪ skladování většího množství vodíku, ▪ bezpečnosti výrobní technologie, ▪ bezpečnosti při transportu vodíku. Veřejná podpora přechodu k udržitelné dopravě bude vyžadovat kromě podpory zainteresovaných subjektů také podporu veřejnosti. Její případný negativní postoj by mohl, především z časového hlediska, ohrožit přijetí strategického dokumentu a rozvojové plány obce.
Vazba	Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území; obecně závazné vyhlášky; Metodika SUMP; Metodika SECAP
Výzkumné a vývojové potřeby	Průzkumy veřejného mínění – umožní v předstihu zmapovat postoj veřejnosti v dané obci, její základní orientaci v oblasti udržitelné dopravy, postoj k inovativním technologiím a ke změnám souvisejícím s dopravou všeobecně.

Kritické místo PV-4	Negativní postoj veřejnosti vůči bezpečnosti vodíku
Tematická oblast	Postoj veřejnosti
Kategorie	Ostatní
Sektor	Plnicí stanice, výroba vodíku, doprava vodíku
Důležitost	Nízká
Popis	Neznalost veřejnosti inklinuje k nejistotám spojeným s novým odvětvím. Obavy z bezpečnosti vodíku v dopravě v případě neexistence povědomí o vodíkové mobilitě a míře rizik s ní souvisejících, je řadou expertů vnímána jako potencionální bariéra vedoucí k malému zájmu ze strany veřejnosti, pomalému vývoji technologie a rozvoji plnicí infrastruktury. S ohledem na skutečnost, že plnicí stanice a výroba vodíku se mohou nacházet v blízkosti území určených pro bydlení, může negativní postoj veřejnosti souviset například s obavami z: ▪ úniku nebezpečných látek do okolí, ▪ vzniku požáru nebo výbuchu při neodborné manipulaci, ▪ vzniku havárie při nedodržení bezpečnostních pravidel, ▪ poškozením nárazem automobilu, ▪ potencionálního cíle teroristického útoku,



	▪ potencionálního cíle trestné činnosti. Vodíková plnicí stanice a její bezpečnost je upravena řadou zákonů, vyhlášek a norem. Všechny hlavní části plnicí stanice vodíku lze považovat za potencionální zdroje nebezpečí. Provádí se tak bezpečnostní analýza vybranými metodami pro stanovení a snížení rizik. Každá část tak musí mít v sobě zabudována opatření ke snížení škod způsobenými nežádoucími riziky. Bezpečnost vodíkové plnicí stanice může být narušena externí osobou a může se tak stát potencionálním cílem trestné činnosti. Zejména za účelem ozbrojené loupeže nebo plnění vodíku bez zaplacení. Může se také stát potencionálním cílem teroristického útoku za účelem tzv. domino efektu, kdy malá iniciace může vést k havárii velkého rozsahu a následků. Je třeba pozitivně působit na veřejnost ve smyslu využití např. stávajících informací o nárazových testech, požární bezpečnosti vodíkových automobilů, snižování hluku, či potencionálním úsporám emisí a skleníkových plynů.
Vazba	Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů; Havarijní plány HZS; Vyhláška č. 450/2005 Sb. o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků; Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně; Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů
Výzkumné a vývojové potřeby	Vytvářet a propagovat nástroje, vedoucí k prohloubení povědomí o bezpečnosti vodíkové mobility – zvýšení vodíkové gramotnosti u široké veřejnosti. Bezpečnostní plán plnicí stanice – vytvořit souhrn plánovaných činností a technických či organizačních opatření, které mají plnicí stanici zajistit větší bezpečnost před trestnou činností nebo teroristickým útokem.

Kritické místo PV-5	Nedostatečná informovanost veřejnosti o vodíkové technologii a vozidlech s daným pohonem
Tematická oblast	Postoj veřejnosti
Kategorie	Bezpečnostní, technicko-ekonomická
Sektor	Plnicí stanice



Důležitost	Střední
Popis	Vzhledem k tomu, že je vodík jako palivo novou technologií a v praxi byl doposud využíván jen omezeně, panuje v společnosti poměrně nízká míra informovanosti. Tato skutečnost může vést k obavám ohledně bezpečnosti vodíku ve formě paliva a k upřednostňování jiných typů alternativních pohonů a vozidel. Veřejnost nemá dostatečné informace o vodíkových vozidlech, zejména jejich rozdílech oproti jiným alternativním vozidlům. Povědomí veřejnosti o dostatečném dojezdu je také poměrně nízké a skeptické, panuje nedůvěra v možnosti vodíku jako paliva a v adekvátní naplnění dojezdových potřeb uživatele. Je tedy nutné zajistit informovanost široké veřejnosti o vodíkových technologiích. Je nutné otevřeně informovat o všech aspektech nové technologie a vysvětlit proč je vodík vhodnou alternativou náhrady fosilních paliv a jaké výhody přináší.
Vazba	Vodíková strategie; NAP CM; Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon); Zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích
Výzkumné a vývojové potřeby	Tvorba informačních materiálů, informačních webů o čisté městské mobilitě apod. Tvorba vzdělávacích materiálů (interaktivních) pro širokou veřejnost.

Kritické místo PV-6	Nedostatečný počet kvalifikovaných pracovníků
Tematická oblast	Postoj veřejnosti
Kategorie	Personální
Sektor	Plnicí stanice, výroba vodíku, doprava vodíku
Důležitost	Vysoká
Popis	Nárůst počtu kvalifikovaných pracovníků pro implementaci a provoz vodíkových technologií je podle Vodíkové strategie nezbytnou podmínkou pro přijetí vodíku širší veřejností. Počet kvalifikované pracovní síly v sektoru ovlivňuje také jeho konkurenceschopnost. Jako příklad může sloužit aktuální poptávka po vodíkových vozidlech, zejména vodíkových autobusů, která je aktuálně vyšší než nabídka. Konkurenceschopnost daného průmyslového sektoru je tedy stále nízká.



	Kvalifikovaná pracovní síla je tedy nevyhnutná pro adekvátní konkurenceschopnost vodíkové technologie na českém trhu – od výroby vodíku, přes jeho dopravu až po zabezpečení plnění na plnicí stanici proškolenou osobu. Zlepšení daného aspektu může výrazně pomoci kladnějšímu postoji veřejnosti vůči dané technologii a zvýšení důvěry v danou technologii.
Vazba	Vodíková strategie; NAP CM; Zákon č. 263/2016 Sb. atomový zákon
Výzkumné a vývojové potřeby	Potřeba rozvoje vědy a výzkumu, prioritizace oborů zabývajících se výzkumem vodíku a jeho aplikací v technologiích. Vývoj a zpracování studijních materiálů pro všechny obory související s technickým, logistickým a provozním zajištěním vodíkové mobility, vč. technického a provozního zajištění infrastruktury.

Kritické místo PV-7	Lobby stávajícího trhu (ropa, elektřina, výrobci vozidel na konvenční pohon, provozovatelé čerpacích stanic), lobby jiných alternativních pohonů a paliv
Tematická oblast	Postoj veřejnosti
Kategorie	Ostatní
Sektor	Plnicí stanice, výroba vodíku, doprava vodíku
Důležitost	Střední
Popis	Díky vysoké pořizovací ceně a provozním nákladům vodíku jsou na trhu stále preferována jiná paliva – fosilní, nebo levnější alternativní. Jiná alternativní paliva/pohony mají přístup ke štědrým dotacím, přičemž mnoho problémů, kterým vodík jako nové palivo na trhu čelí (negativní postoj veřejnosti, nedostatečná infrastruktura, nízká politická podpora) je u nich vyřešených.
Vazba	Studie – Využití vodíkového pohonu v dopravě v České republice
Výzkumné a vývojové potřeby	Zpracování objektivních studií (celkové náklady vlastnictví (TCO), analýzy nákladů a přínosů (CBA), environmentální analýza životního cyklu (LCA), ekonomické analýzy životního cyklu (LCCA), sociální hodnocení životního cyklu (SLCA) apod.).

Návrh zmírňujících opatření:

- Včasná komunikace směrem k odběratelům o zřizování odběrných míst (PV-1).
- Garance dostatečné kapacity pro velkoodběratele (PV-1).
- Možnosti rezervace objemů vodíků online formou (PV-1).





- Podpora pro asistenční služby na pořízení mobilních tankovacích stanic s vodíkem (PV-2).
- Požadavek garance funkčnosti plnicí stanice, například formou záložního zařízení i za cenu nižšího plnicího tlaku (PV-2).
- Včasná komunikace s veřejností a vysvětlování ze strany místní samosprávy (PV-3).
- Zajištění „architektonicky přitažlivého“ řešení stavby v souladu s Politikou architektury a stavební kultury České republiky, architektonickými manuály a požadavky měst (PV-3).
- Komunikace směrem k veřejnosti, zvýšení vodíkové gramotnosti u široké veřejnosti (PV-4).
- Podpora vzdělávání formou informačních kampaní, kurzů, webinářů nebo workshopů, v průběhu kterých by veřejnost měla možnost diskutovat na dané téma a získat praktickou zkušenost s vozidlem na vodíkový pohon (PV-5).
- Zvyšování povědomí veřejnosti o bezpečnosti provozu vodíkových technologií (PV-5).
- Vytvoření a pořádání rekvalifikačních kurzů, zahrnutí tematiky ve výuce specializovaných oborů už od střední školy a dále pak na vysokých školách (PV-6).
- Podpora zahraničních stáží (PV-6).
- Podpora vzdělávacích projektů (PV-6).
- Podpora spolupráce akademické sféry a soukromého sektoru (PV-6).
- Navýšení objemu čerpání grantů pro vědu a výzkum v dané oblasti, navázání a podpora mezinárodní spolupráce ve vědě a výzkumu (PV-6).
- Zajištění relevantních, objektivních a nestranných podpůrných informací ze strany státní správy, příp. samosprávy (CBA, LCA, LCCA, SLCA apod.), pro zajištění protiargumentů k lobby (PV-7).
- Cílené pozitivní ovlivňování veřejného mínění poskytováním informací a vysvětlováním předností vodíkových technologií (PV-3, PV-5, PV-7).





6. Závěr / Shrnutí výzkumu

V rámci řešení pracovního balíčku WP2 bylo navrženo a zpracováno 10 kritérií, která mají vliv na prostorové rozmístění vodíkové infrastruktury. Na základě hodnocení významu kritérií jednotlivými řešiteli by měl u čtyř kritérií jejich význam v čase narůstat, přičemž u jednoho z nich jen v počátečním časovém horizontu (do roku 2030, pak se předpokládá pokles významu), v ostatních případech až po roce 2030. U dalších čtyř kritérií lze předpokládat pokles významu v čase, většinou až v horizontech do roku 2040 a 2050. Neměnnost významu v dlouhodobém horizontu je předpokládána pouze u dvou kritérií. Kritéria, která mají vliv na stanovení kapacity vodíkové infrastruktury, byla navržena a zpracována celkem tři. Z nich u dvou je předpokládán růst významu v čase. U jednoho kritéria se předpokládá pokles, ale až v dlouhodobém horizontu.

Další aktivitou pracovního balíčku WP2 byla identifikace kritických míst (bariér) rozvoje vodíkové infrastruktury. Kritická místa byla rozdělena do 5 tematických oblastí. V oblasti územního plánování byly identifikovány a zpracovány (formou karet) 2 kritická místa, v oblasti financování 8, v oblasti projektování a stavby 4, v oblasti provozu 2 a v oblasti postoje veřejnosti 7 kritických míst. Pro zmírnění či eliminaci každého kritického místa byly identifikovány výzkumné a vývojové potřeby a pro jednotlivé oblasti byly navrženy zmírňující opatření.





7. Reference

- [1] Výroba vodíku. *DEVINN #development #innovation* [online]. Jablonec nad Nisou: Devinn, 2019. Dostupné z: <https://www.devinn.cz/blog/vyroba-vodiku/>
- [2] DOUCEK, Aleš. Rozvoj vodíkových technologií v dopravě. In: *4. Ročník konference čisté mobility* [online]. Loučeň, 2017. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cista_mobilita_seminar/\\$FILE/SOPSZP-UJV_REZ-20170314.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cista_mobilita_seminar/$FILE/SOPSZP-UJV_REZ-20170314.pdf)
- [3] RUF, Yvonne, Thomas ZORN, Pinar AKCAYOZ DE NEVE, Patrick ANDRAE, Svetlana EROFEEVA, Frank GARRISON a Andreas SCHWILLING. *Study on the use of fuel cells and hydrogen in the railway environment* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. ISBN 978-92-95215-11-5. Dostupné z: www.shift2rail.org
- [4] *Výroční zpráva 2020* [online]. Praha: Sdružení dopravních podniků ČR, 2021. Dostupné z: <https://www.sdp-cr.cz/cz/o-nas/vyrocní-zpravy/>
- [5] *Technologický foresight a implementační akční plán využití vodíkových technologií pro čistou mobilitu* [online]. Řež: Česká vodíková technologická platforma, 2019. Dostupné z: <https://www.hytep.cz/cs/platforma/informace-o-platforme/dokumenty-ke-stazeni>
- [6] MÜLLER, Kerstin K., Frank SCHNITZELER, Aleksandar LOZANOVSKI, Sabine SKIKER a Madeline OJAKOVOH. *D 5.3 – CHIC Final Publishable Summary Report* [online]. Mannheim: Daimler Buses - EvoBus, 2017. Dostupné z: https://fuelcellbuses.eu/sites/default/files/documents/Final%20Report_CHIC_28022017_Final_Public.pdf
- [7] ŠVESTKA, David. Motorové lokomotivy. *Atlas Lokomotiv* [online]. Praha: Spolek ŽelPage, c2004-2022. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/list-ml.html>
- [8] Zřízení služeb. *České dráhy a.s.* [online]. Praha: České dráhy, c2008. Dostupné z: <http://www.ceskedrahy.cz/nase-cinnost/ostatni-cinnosti-a-servis/zarizeni-sluzeb/-29800/>
- [9] VDL: 27 ton hydrogen truck (H2-Share). In: *H2-Share* [online]. Turnhout (Belgium): WaterstofNet. Dostupné z: <https://fuelcelltrucks.eu/project/vdl-27-ton-hydrogen-truck/>
- [10] Hyundai delivers first fuel cell trucks to Switzerland. In: *Reuters* [online]. c2022. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/hyundai-switzerland-hydrogen-trucks-idUSKBN26S1FM>.
- [11] HYUNDAI: 1.600 H2 Xcient trucks in Switzerland. In: *H2-Share* [online]. Turnhout (Belgium): WaterstofNet. Dostupné z: <https://fuelcelltrucks.eu/project/hyundai-1-600-h2-xcient-trucks-in-switzerland/>.
- [12] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva. In: *L 307*. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské Unie, 2014.
- [13] EU: Directive on alternative fuels infrastructure. In: *Fuel Cell Electric Buses* [online]. Turnhout (Belgium): WaterstofNet. Dostupné z: <https://www.fuelcellbuses.eu/wiki/policy-framework/eu-directive-alternative-fuels-infrastructure>.





- [14] FLORISTEAN, Alexandru a Sabine SKIKER. *HyLAW: Production, Storage, and Hydrogen Refuelling Stations* [online]. Brussels (Belgium): Hydrogen Europe, 2019 [cit. 2022-07-14]. Dostupné z: https://www.hylaw.eu/sites/default/files/2019-02/D4.3%20-%20Production%2C%20Storage%20and%20Hydrogen%20Refuelling%20Stations_0.pdf.
- [15] Transevropské dopravní síť (TEN-T). *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, c2021 [cit. 2022-06-07]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Strategie/Transevropske-dopravni-site-\(TEN-T\)](https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Strategie/Transevropske-dopravni-site-(TEN-T)).
- [16] Would an electric reachstacker be right for you? In: *Hyster EMEA* [online]. Hyster-Yale Group, c2022. Dostupné z: <https://blog.hyster.eu/would-an-electric-reachstacker-be-right-for-you/>.
- [17] Projekt Zemships – křest vodíkové lodi. In: *Česká vodíková technologická platforma* [online]. Husinec: Česká vodíková technologická platforma, 2008. Dostupné z: <https://www.hytep.cz/o-vodiku/clanky/projekt-zemships-krest-vodikove-lodi>.
- [18] Dozor na vodní cesty a přístavy. In: *Státní plavební správa* [online]. Praha: Státní plavební správa, c2022. Dostupné z: <https://plavebniurad.cz/doz-vc/kde-lze-plout>.
- [19] JANÍK, Luděk, Aleš DOUCEK a Petr DLOUHÝ. *Strategická výzkumná agenda rozvoje vodíkového hospodářství v ČR* [online]. Řež: Česká vodíková technologická platforma, 2010. Dostupné z: <https://www.hytep.cz/cs/platforma/informace-o-platforme/aktivita>.
- [20] ŠUJAN, Kristián. Vodík ze Spolchemie utáhne autobusy až ve třech městech. *Ústecký deník.cz* [online]. Praha: VLTAVA LABE MEDIA, 12.9.2017. Dostupné z: https://ustecky.denik.cz/zpravy_region/vodik-ze-spolchemie-utahne-autobusy-az-ve-trech-mestech-20170912.html.
- [21]. *Technicko-ekonomické posouzení implementace vodíkového pohonu v Ústeckém kraji: Etapa 2* [online]. Řež: ÚJV Řež, 2020. Dostupné z: https://www.kr-ustecky.cz/assets/File.ashx?id_org=450018&id_dokumenty=1755373.
- [22] Začátek vodíkové přítomnosti. *Unipetrol uzavřel smlouvu se společností Bonett o instalaci tří vodíkových stojanů na čerpacích stanicích Benzina* [online]. Unipetrol, 22.9. Dostupné z: <https://www.unipetrol.cz/cs/Media/TiskoveZpravy/Stranky/20200922-TZ-Unipetrol-Bonett-podpis-vodik-CZ.aspx>.
- [23] LI, Wen, Patrick STANULA, Patricia EGEDE, Sami KARA a Christoph HERRMANN. Determining the Main Factors Influencing the Energy Consumption of Electric Vehicles in the Usage Phase. *Procedia CIRP* [online]. 2016, **48**, 352-357. ISSN 22128271. Dostupné z: doi:10.1016/j.procir.2016.03.014.
- [24] Dálková autobusová přeprava budoucnosti? FlixBus chce testovat vodíkové palivové články. *FlixBus* [online]. FlixBus, c2021, 18.9.2019. Dostupné z: <https://www.flixbus.cz/o-nas/pro-media/tiskove-zpravy/flixbus-chce-testovat-vodikove-palivove-clanky-2019>.
- [25] *Spritverbrauch berechnen und Autokosten verwalten* [online]. Thyrnau (Německo): Fisch und Fischl, c2001-2021. Dostupné z: <https://www.spritmonitor.de/>.
- [26] HENNING, Mark, Andrew R. THOMAS a Alison SMYTH. *An Analysis of the Association between Changes in Ambient Temperature, Fuel Economy, and Vehicle Range for Battery Electric and Fuel Cell*



Electric Buses [online]. Urban Publications, 2019. Dostupné z: https://engagedscholarship.csuohio.edu/urban_facpub/1630.

[27] COM(2013)18. *Návrh směrnice Evropského parlamentu a Rady o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva*. Brusel: Evropská komise, 2013.

[28] ZOULIAS, Manos. *Hydrogen Production Distribution* [online]. IEA-ETSAP, 2014. Dostupné z: <https://iea-etsap.org/>.

[29] YANG, C a J OGDEN. Determining the lowest-cost hydrogen delivery mode. *International Journal of Hydrogen Energy* [online]. 2007, **32**(2), 268-286. ISSN 03603199. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijhydene.2006.05.009

[30] MELUZÍN, Vladimír. Minerálky se vozí po železnici už pět let. *Karlovarský deník.cz* [online]. Praha: VLTAVA LABE MEDIA, 28.9.2017. https://karlovarsky.denik.cz/zpravy_region/mineralky-se-vozi-po-zeleznici-uz-pet-let-20170928.html

[31] Hustota zalidnění v obcích ČR. *Metadatový katalog* [online]. Praha: Česká informační agentura životního prostředí. Dostupné z: <https://micka.cenia.cz/record/basic/54185160-b288-49f1-9dca-4a51c0a80138>

[32] *Český statistický úřad* [online]. Praha: ČSÚ. Dostupné z: <https://www.czso.cz>

[33] *Využití vodíkového pohonu v dopravě v české republice* [online]. Grant Thornton Advisory, 2017 [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: <https://www.hytep.cz/cs/platforma/informace-o-platforme/dokumenty-ke-stazeni>

[34] *Aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility (NAP CM)*. Praha: Ministerstvo dopravy, 2019 [cit. 2021-5-31]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/aktualizace-narodniho-akcniho-planu-ciste-mobility-254445/>

[35] PELIKÁN, Leoš, Roman LIČBINSKÝ a Milan BRICH. *Zpracování aktivních dat pro emisní model COPERT za rok 2020*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2021.

[36] *Technické podmínky – TP 225: Prognóza intenzit automobilové dopravy*. 3. vyd. Praha: Edip, 2018.

[37] 341. Vyhláška ze dne 19. prosince 2014 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů*. 2014, 341/2014.

[38] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/EU ze dne 5. září 2007, 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. In: *L 263*. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské Unie, 2007.

[39] *Technické podmínky – TP 189: Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*. 3. vyd. Praha: Edip, 2018.

[40] Obchodní řetězec Carrefour dostane palivočlánkové vysokozdvizné vozíky. *Proelektrotechniky.cz* [online]. Říčany u Prahy: Ing. Jakub Slavík, MBA – Consulting Services, 6.9.2016 [cit. 2021-6-15]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/elektromobilita/255.php>





[41] Technologie palivových článků od společnosti Linde. *Linde Material Handling* [online]. Praha: Linde Material Handling, 2021 [cit. 2021-6-15]. Dostupné z: <https://www.linde-mh.cz/cs/O%C2%A0spolecnosti-Linde/Technologie-a%C2%A0inovace/Fuel-Cells.html>

[42] DYNDÁ, Vladimír, Luděk MÁDLE, Aleš DOUCEK, Zdeňka KAŇOKOVÁ, Jiří TESAŘ, Václav KRATOCHVÍL, Miloslav MUSIL a Michal VALOUCH. *Metodika výstavby a provozu plnicích stanic stlačeného vodíku pro mobilní zařízení* [online]. 2018

