



ZÁKLADNÍ ANALÝZA A NÁVRH VHODNÝCH OBLASTÍ



**Tento projekt je spolufinancován prostřednictvím
Technologické agentury ČR v rámci Národního plánu obnovy
z evropského Nástroje pro oživení a odolnost.**

ZPRACOVATEL

EGÚ Brno, a. s.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

ORLEN UniCRE a.s.

AUTORSKÝ TÝM

Ján Poláček, Michal Kocůrek, Petra Kostrhounová, Zdeněk Přibyl (EGÚ)

Vojtěch Přikryl, Bronislav Vahalík (CDV)

Adam Giurg (ORLEN)

PROJEKT

Národní centrum vodíkové mobility (TN02000007)

NÁZEV DÍLČÍHO PROJEKTU

DP002N: Modelování poptávky po nízkouhlíkovém a obnovitelném vodíku v dopravě v České republice do roku 2030



OBSAH

Úvod	1
1 Energetický systém ČR a rozvoj obnovitelných zdrojů	2
1.1 Výběr lokalit na základě domácí produkce OZE	3
1.2 VÝBĚR LOKALIT na základě dispozice elektrických rozvodů	5
2 Výhled využití vodíku v dopravě	6
3 Vodíkové projekty v ČR	9
3.1 Vodíková strategie Ústeckého kraje	9
3.2 Vodíkové údolí Moravskoslezského kraje	11
3.3 Vodíková Vysočina	13
3.4 Další vodíkové aktivity	13
4 Rozmístění vodíkových čerpacích stanic na území České republiky	15
4.1 Plány společnosti ORLEN Unipetrol	17
Závěr	19
5 Seznam použité literatury	20
6 Seznam tabulek	21
7 Seznam obrázků	22

ÚVOD

Dílčí projekt *Modelování poptávky po nízkouhlíkovém a obnovitelném vodíku v dopravě v České republice do roku 2030* se zaměřuje na analýzu poptávky po obnovitelném, popřípadě nízkouhlíkovém vodíku v návaznosti na schválené celounijní cíle pro oblast dopravy do roku 2030. Analýza se zaměří zejména na TEN-T koridory s ohledem na síť stávajících čerpacích stanic a městské uzly. Součástí projektu bude i analýza poptávky po vodíku pro vozidla komunální techniky. Cílem je vytipovat vhodné lokality s co nejlepším ekonomickým potenciálem pro uplatnění vodíkových vozidel.

Hlavní cíle projektu budou naplněny koncem roku 2023, po zpracování všech dílčích výstupů. Tento dokument podává prvotní výsledky analýzy vhodných oblastí pro uplatnění vodíkových technologií. Návrh také vychází z cílů legislativních a strategických dokumentů, které ale budou zpracovány v samostatném dílčím výstupu v rámci řešení tohoto projektu. Základní analýza vhodných oblastí s co nejlepším ekonomickým potenciálem pro uplatnění vodíkových vozidel se soustřeďuje na výběr lokalit, kde dává využívání vodíku v dopravě opodstatněný smysl, s ohledem na specifika dané lokality, jako je historie daného regionu, ochota samospráv zapojit se do inovačních projektů, velikost vozových parků, možnost distribuce, případně lokální výroby vodíku a podobně.

Na základě rozboru všech těchto informací se otevírá prostor pro modelování budoucí poptávky po vodíku v dopravním sektoru. Cílem této studie je tedy poskytnutí podpůrných informací pro výsledné modelování poptávky po obnovitelném vodíku.



1 ENERGETICKÝ SYSTÉM ČR A ROZVOJ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Je zřejmé, že množství zeleného vodíku, které předpokládá Evropská, stejně jako Česká vodíková strategie, pravděpodobně i při vysokém nasazení obnovitelných zdrojů nebude možné v domácích podmínkách ČR vyprodukovat. Je proto třeba počítat s importem. Vzhledem k široké škále způsobů výroby, stejně jako jeho konečného využití, je přeprava vodíku do značné míry ovlivněna dopravním řetězcem. V různých aplikacích se vodík využívá lokálně, k výrobě konečných produktů nebo k výrobě jiných paliv, jejichž přeprava je nákladově efektivnější. Tyto produkty a paliva vytvářejí určitou konkurenci mezi vodíkem a jinými nosiči jeho energie, které mohou být výhodnější pro některé specifické aplikace, a to ještě více, pokud jsou přímo využívány jako konečné produkty. V případech, kdy je konečným produktem čistý vodík pro použití v dopravě tak existují možnosti jeho přepravy ve formě čistého vodíku (plynného nebo zkapalněného) nebo s využitím nosiče vodíku (čpavku nebo kapalného organického nosiče vodíku LOHC).

Vzhledem k podmínkám výroby nízkouhlíkových plynů v ČR a dimenzím stávající přepravní soustavy je z ekonomického hlediska žádoucí, aby byl plyn decentralizovaně vyráběn v ČR doplněn importem potřebného plynu s nulovou emisní stopou. Podobnou optikou se na problematiku disponibilního nízkouhlíkového plynu dívají také v dalších zemích EU. Například Německo ve své vodíkové strategii prezentuje potřebu využít dovoz vodíku, jelikož očekávaná domácí výroba zeleného vodíku ve výši 14 TWh v roce 2030 a dvojnásobná nejpozději do roku 2040 nepokryje plánovaný nárůst poptávky. Podobně importně orientované jsou také plány Evropské komise.

Vodíková strategie EU cílí do konce této dekády na výrobu zeleného vodíku ve výši 333 TWh (přibližně na úrovni spotřebovaného vodíku v EU v roce 2020). K naplnění tohoto záměru mají sloužit elektrolyzéry o kapacitě 40 GW. Jejich reálná produkce (mají-li produkovat vodík pouze z elektřiny z OZE) však může nabídnout přibližně čtyřikrát nižší množství vodíku, než s jakým Komise ve své strategii počítá.

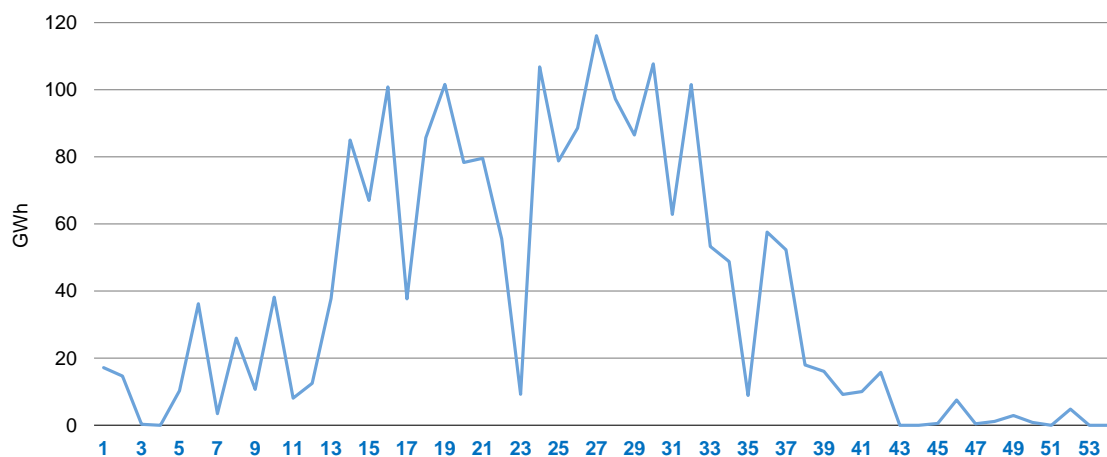
Rozvoj obnovitelných zdrojů v ČR je v posledních letech intenzivní. Pouze v roce 2022 se celkový počet nově připojených elektráren zvýšil o 33 760 a instalovaný výkon vzrostl o 288,8 MWp, což je oproti předchozímu roku přírůstek výkonu o 366 %. Ve výrobním portfoliu ČEZ by mělo přibýt nových 6 GW ve fotovoltaice do roku 2030. Vzhledem k intermitentní povaze obnovitelných zdrojů má výroba vodíku elektrolyzou v době značných přebytků smysl i v domácích podmínkách ČR.

K dokreslení situace v elektřině pro výrobu vodíku může posloužit následující obrázek. Ten uvádí rozložení elektřiny pro výrobu vodíku v sezónní akumulaci do týdenních energií. Tato situace dokumentuje to, že sezónní akumulace je až poslední z možných regulačních služeb a vykrývá nepravidelnosti v poměrech mezi výrobou a spotřebou.

Jako vstup do analýz ES se používají diagramy FVE a VTE se zohledněním jejich nepravidelného provozu. Zobrazené týdenní energie pro výrobu vodíku v režimu sezónní

akumulace proto vykazují velké rozdíly i poté, co vezmeme v úvahu (protisměrnou) roční periodicitu slunečního záření a spotřeby elektřiny. Uvnitř jednotlivých týdnů se pak zákonitě projeví nahodilost aktuálního osvětlení FVE i výroby z VTE v kombinaci s tím, zda jde o pracovní nebo nepracovní den. Významný je i vliv disponibility všech ostatních složek statické flexibility. Názorné roční rozložení energií pro výrobu vodíku v sezónní akumulaci je znázorněno na následujícím obrázku.

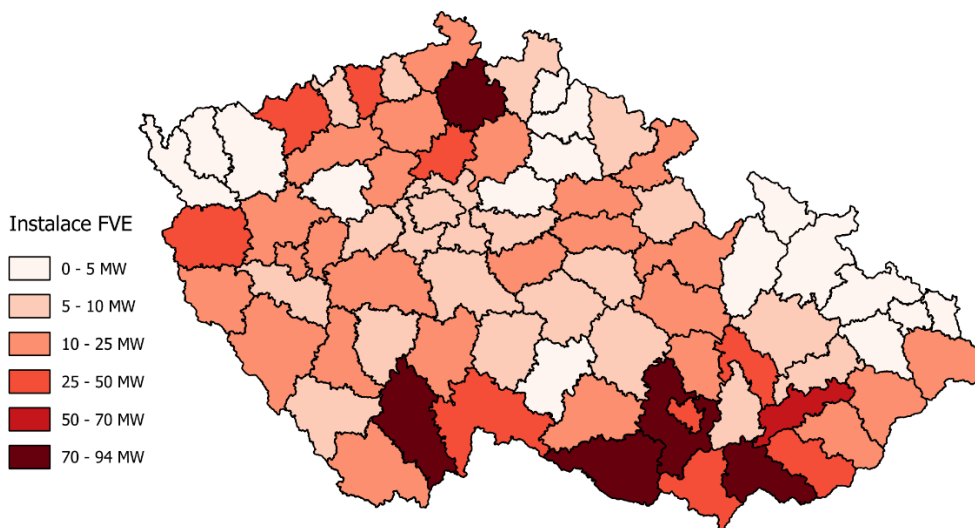
Obrázek 1.1 Roční rozložení energií pro výrobu vodíku v sezónní akumulaci (týdenní energie)



1.1 VÝBĚR LOKALIT NA ZÁKLADĚ DOMÁCÍ PRODUKCE OZE

Instalovat výrobu vodíku elektrolýzou dává největší smysl právě v místech dostatečné produkce OZE. Následující obrázek znázorňuje mapu České republiky z hlediska aktuálně instalovaného výkonu FVE v jednotlivých okresech. Byly započteny stávající fotovoltaické elektrárny s instalovaným výkonem nad 1 MW.

Obrázek 1.2 Stávající fotovoltaické elektrárny s instalovaným výkonem nad 1 MW, v součtu po jednotlivých okresech

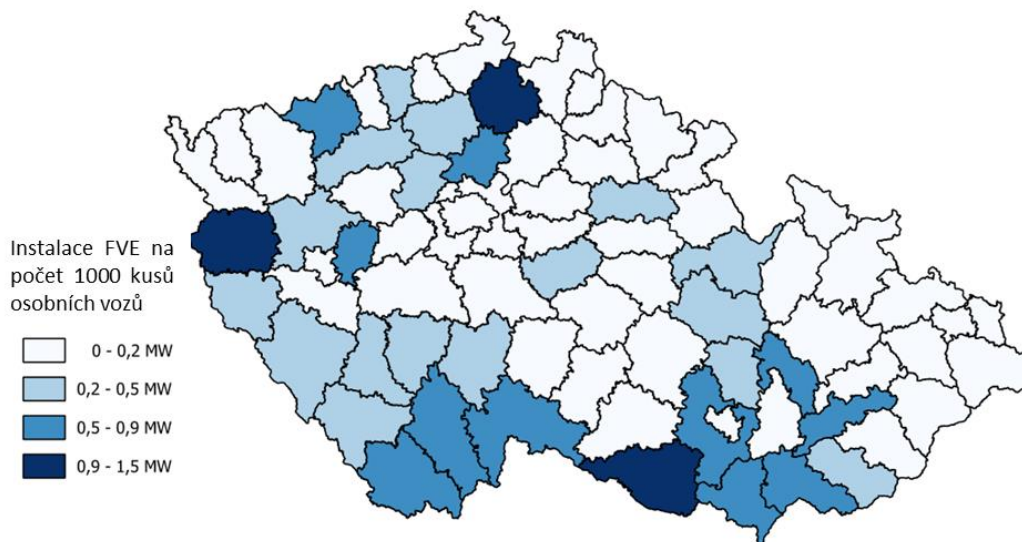


Z obrázku vyplývá, že z hlediska instalovaného výkonu FVE jasně dominuje Jihomoravský kraj. Okres Znojmo má celkem 94,3 MW nainstalovaného výkonu fotovoltaických elektráren nad 1 MW. Okres Brno-venků 77,9 MW, Hodonín 74 MW a okres Břeclav 42,8 MW. Dále dominují okresy Česká Lípa 83,4 s MW a České Budějovice s 70,5 MW instalovaného výkonu. Nad 40 MW instalovaného výkonu mají ještě okresy Prostějov, Mělník, Chomutov, Kroměříž a Uherské Hradiště.

Dalším ukazatelem na poptávku po obnovitelném vodíku je hustota obyvatelstva v jednotlivých regionech a s tím souvisící počet využívaných dopravních prostředků. V tomto případě se vycházelo z počtu osobních automobilů v jednotlivých okresech. Když mluvíme o výrobě vodíku, kde by prioritou byla lokální spotřeba, v co největší blízkosti produkce (na úrovni okresů), dostáváme mírně odlišné statistiky. Mapa na následujícím obrázku znázorňuje okresy, pokud bychom zohlednili poměr výkonu FVE na počet 1 000 kusů osobních automobilů vlastněných v jednotlivých okresech [1].

V okresech Znojmo, Česká Lípa a Tachov je produkce FVE vztažena na 1000 kusů automobilů více než 1 MW. Následují okresy Český Krumlov, České Budějovice, Jindřichův Hradec, Hodonín, Břeclav, Brno-venkov, Prostějov, Rokycany, Mělník a Kroměříž.

Obrázek 1.3 FVE instalovaný výkon vztážen na počet 1 000 kusů osobních vozů v jednotlivých okresech

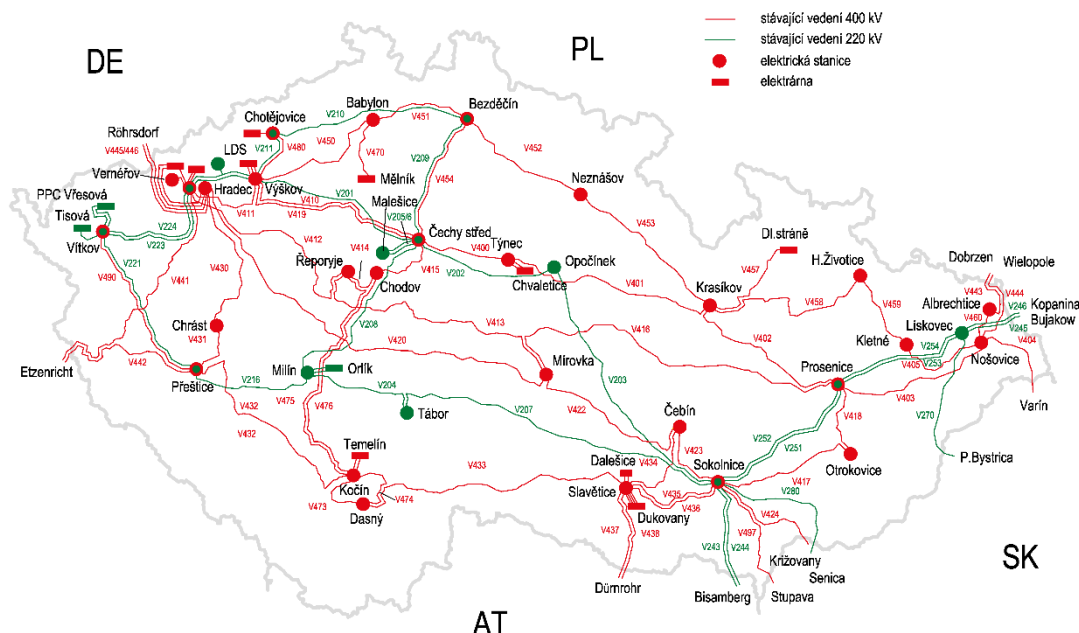


1.2 VÝBĚR LOKALIT NA ZÁKLADĚ DISPOZICE ELEKTRICKÝCH ROZVODEN

Domácí produkce zeleného vodíku je vázána na obnovitelné zdroje energie. Jedním z trendů je minimalizovat transport vodíku a pro jeho výrobu využít elektrickou distribuční síť, případně přenosovou soustavu. Elektrolyzér zároveň může sloužit i jako SVR (služba výkonové rovnováhy) a nástroj flexibility.

Pokud výrobu vodíku nelze lokalizovat ve vhodné blízkosti výrobních OZE (v podmínkách ČR především FVE), nabízí se lokality poblíž elektrických vedení vysokého napětí a rozvodn. Využití blízkost rozvodny je vhodné v případě, kdy je vyšší odběr elektrické energie (výkon elektrolyzérů řádově desítky až stovky MW). Na následujícím obrázku je mapa přenosové soustavy ČR.

Obrázek 1.4 Mapa přenosové soustavy ČR a lokality rozveden



Zdroj: ČEPS

2 VÝHLED VYUŽITÍ VODÍKU V DOPRAVĚ

Podle dokumentu *Dopravní politika České republiky pro období 2021–2027 s výhledem do roku 2050* [2] je oblast dopravy ve většině měst ČR hlavním zdrojem znečištění. Navíc více než 70 % lidí žije právě v městech a další obyvatelé do měst pravidelně dojíždějí.

Využití vodíku v dopravě může však značně napomoci ke snížení dopadů znečištění z dopravy na zdraví lidí. V současnosti se většina vodíku vyrábí pomocí fosilních paliv. V budoucnu bude nutné tuto výrobu přeměrovat na obnovitelné zdroje za účelem naplnění požadavku nízkemisního zdroje pro dopravu. Dopravní politika vnímá potenciál vodíku v možnosti jeho produkce v čase, kdy je možné využít přebytky elektřiny vyrobené z větrných nebo solárních elektráren. Na druhé straně se dokument domnívá, že aplikace vodíku v oblasti dopravy je spíše částečným řešením, protože přímé využití elektřiny považuje za jednodušší a efektivnější technologický způsob.

Integrálním prvkem rozvoje vodíkové dopravy je i v tomto dokumentu rozvoj sítě plnicích či dobíjecích stanic. Cílené budování infrastruktury pro alternativní paliva napomůže k nastartování tržních procesů a nákupu dalších vozidel.

V sektoru železniční dopravy vodík figuruje jako vhodné řešení pro neelektrizované úseky. Plnicí stanice pro železniční vozy mohou uspokojit i poptávku tankování pro autobusovou a individuální dopravu. Předpokládá se, že po nějakém čase dojde k elektrizaci páteřní tratě a vodíkové plnicí stanice pak budou sloužit primárně silniční dopravě.

Vodík je v Dopravní politice prezentovaný jako nejschůdnější řešení pro automobily s větším podílem cest nad 500 km. Dokument pracuje s velmi ambiciózním předpokladem, že většina přepravních výkonů (až 75 %) se přesune ze silnic na železnice a využívání automobilů v dálkové dopravě bude postupně klesat.

Vodíková strategie České republiky [3] se zaměřuje v prvním radě na implementaci a využívání vodíku v dopravě, protože tohle odvětví je při současném nastavení cen energií nejvíc ekonomicky výhodné. Navíc představuje jistou formu strategického rámce věnujícímu se rozvoji vodíkových technologií v českých firmách a organizacích. Dokument poskytuje mantinely, v rámci, kterých se má budoucí vývoj vodíkových technologií ubírat. Reprezentuje tak pojítka mezi očekávanou vizí a uskutečnitelnou realitou.

V dokumentu je zmíněn například i zákon o podpoře nízkoemisních vozidel prostřednictvím zadávání veřejných zakázek a veřejných služeb v přepravě cestujících, který je přímou transpozicí evropské směrnice. Vodíková strategie ho vnímá jako důležitý krok správním směrem. Podle tohoto zákona budou muset zadavatelé při procesu zadávání zakázek stanovit minimální podíl vozidel s nízkými nebo nulovými emisemi.

Strategie rovněž navazuje na myšlenku pokrývání neelektrizovaných částí tratí vlaky na vodíkový pohon, stejně jak praví evropská Vodíková strategie. Je nutné dodat, že česká Vodíková strategie pracuje s daty prezentovanými v Národním akčním plánu čistě mobility a z velké části výrazně navazuje na predikce a kalkulace prezentované v akčním plánu.

V *kategoriích osobních automobilů* při 100 % plnění všech predikcí NAP CM se pohybuje potenciál snížení emisí v dopravě jenom kolem 8-10 %. Za předpokladu efektivně cílených opatření do vodíkové mobility však Vodíková strategie ČR odhaduje další snížení emisí v dopravě na hranici 4-5 %.

Kategorie silniční nákladní dopravy je považovaná za perspektivní oblast snižování emisí s viditelným efektem již při malém množství vozidel. Strategie považuje za ekonomicky výhodnou náhradu nafty vodíkem v případě, že cena vodíku klesne pod 4 €/kg.

Pro *kategorie městské autobusové dopravy a dálkové autobusové dopravy* platí stejná premisa výhodné ceny nízkouhlíkového vodíku (4 €/kg). Současně by se mělo uvažovat o využití vodíkových autobusů v místech, kde je obtížné vybudovat nabíjecí infrastrukturu pro elektrický pohon. Navíc, většina dopravních podniků spadá pod patronát municipalit, co by mohlo ulehčit a zrychlit zavádění vodíkových autobusů již v iniciační fázi.

Za slabé stránky se považuje chybějící infrastruktura plnicích stanic, omezena nabídka osobních a nákladních vodíkových aut, komplikovanější podmínky pro servis a v neposlední radě cena samotného vodíku s náklady na přepravu, zpracování a uskladnění. V kontextu vodíkové autobusové přepravy tvoří navíc značnou komplikaci problematika topení v zimě, kdy je potřebné správně dimenzovat energetický systém vozidel.

Kategorie železniční dopravy je vnímaná spíš okrajově. Je to především proto, že doposud neexistuje v České republice žádná přímá zkušenost s tímto typem



technologie. Česká republika však disponuje poměrně hustou sítí železnic a velká část z těchto tratí není elektrizována, a to především v severní části krajiny. Právě pro tyto oblasti se vodíkem poháněné vlaky nabízí jako ideální řešení.

Kategorie sportovních a dopravních letadel taky narážejí na problémy spjaté s pomalým rozvojem vhodných technologií. I když jsou letadla s elektrickým pohonem mnohem levnější na provoz, narážejí na komplikace způsobené poměrem váhy baterií a výkonu. Pro menší letadla by mohl právě vodík představovat vhodný kompromis.

I v těchto kategoriích figurují podobné slabé stránky jako v těch předešlých. Jedná se primárně o nízkou úroveň zkušeností s vodíkovým pohonem, malé množství aktérů rozvíjejících podobný typ technologie, nedostatečná infrastruktura, malá nabídka vozidel a vysoká cena vodíku.

Poslední kategorií je *lodní říční doprava*, která však rovněž trpí nedostatkem aplikovatelných technologií. O poznání lépe je na tom námořní vodíková doprava, kde již existují první lodě poháněné palivovými články. Uplatnění podobných lodí v České republice je ale výrazně limitováno povahou říčné sítě.

3 VODÍKOVÉ PROJEKTY V ČR

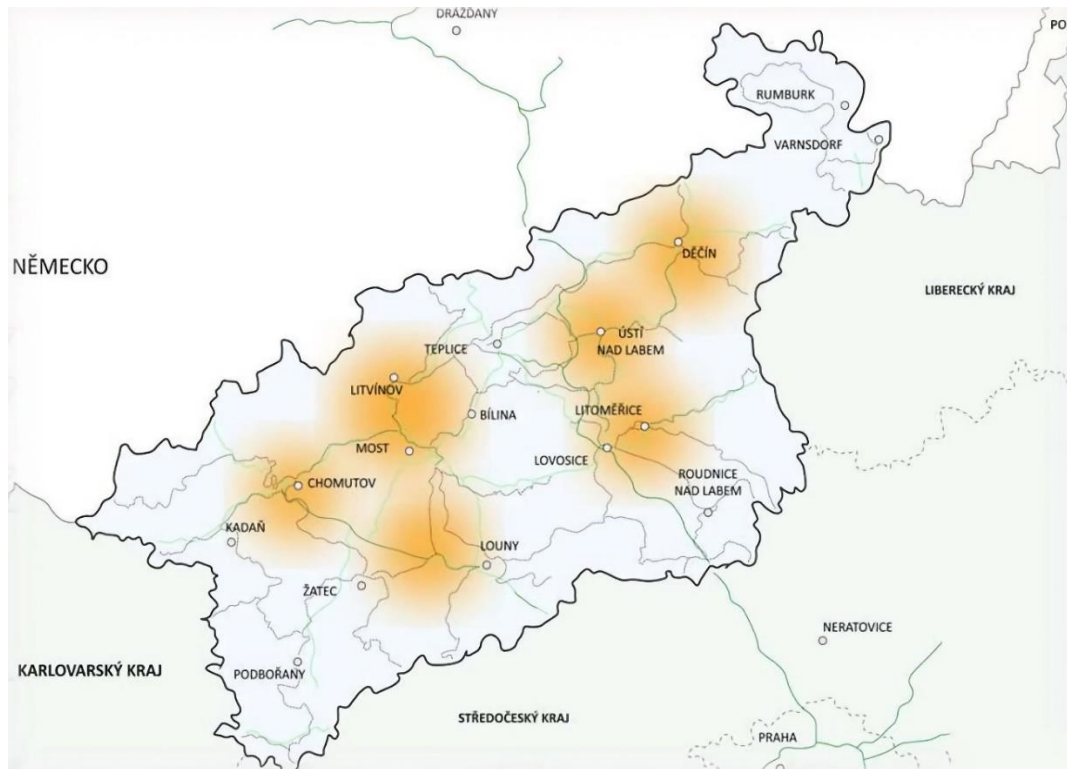
V rámci rozvoje vodíkové ekonomiky v posledních letech vznikají ve světě tzv. vodíková údolí (vodíkové klastry). Jedná se o lokality, v nichž se technologie vodíku rozvíjí v rámci komplexního hodnotového řetězce. Koncentruje se zde výroba vodíku, jeho skladování, distribuce, efektivní využití, ale i věda a výzkum. V České republice se tzv. vodíkové údolí zakládá například v Moravskoslezském a Ústeckém kraji.

V rámci základní analýzy vhodných oblastí pro implementaci vodíkových technologií a poptávku po obnovitelném vodíku se díváme na běžící a plánované vodíkové projekty jako na důležitý základ na jehož základě je možné rozvíjet následně další oblasti.

3.1 VODÍKOVÁ STRATEGIE ÚSTECKÉHO KRAJE

Region Ústeckého kraje disponuje vlastní vodíkovou strategií [4], která hovoří o spolupráci klíčových subjektů a aktivitách věnujících se výrobě a využití vodíku. Strategie rozděluje region na menší oblasti (okresy) a navrhuje konkrétní cíle pro období 2025, 2030 a 2050. Oblast Ústecko a Mostecko v rámci celého regionu jsou oblasti, ve kterých se již začaly podnikat jednotlivé kroky pro rozvoj zeleného vodíku. Projekty ve zbývajících oblastech jsou ve fázi záměrů.

V kraji se do roku 2025 plánují realizovat projekty pro výrobu zeleného vodíku s celkovým instalovaným výkonem OZE 119 MWp na výrobu 2 000 tun zeleného vodíku ročně (28 MW elektrolyzér). Do roku 2030 se v kraji plánuje výroba 20 tisíc tun ročně zeleného vodíku. To by znamenalo v případě využívání FVE instalovaný výkon přibližně 1 100 MWp a 275 MW v elektrolyzérech. Cílem pro rok 2050 je 123 tisíc tun ročně zeleného vodíku, což odpovídá výkonu FVE 6765 MWp a 1700 MW v elektrolyzérech.

Obrázek 3.1 Rozvojové póly vodíkového hospodářství v ústeckém kraji

Zdroj: Vodíková strategie Ústeckého kraje [4]

Kraj chce do roku 2030 podle strategie v dopravě navýšit počet automobilů o 3200 kusů, dále chce v regionu využívat 65 vodíkových autobusů v MHD a 285 nákladních vozů. V komunální technice chce disponovat vozidly na vodíkový pohon v počtu 50 kusů. Aby byla zajištěna dostatečná distribuce a dostupnost vodíku, chce k tomu vybudovat minimálně 6 vodíkových plnicích stanic.

Předpokládaná celková distribuční kapacita zeleného vodíku na území ústeckého kraje pomocí plynovodů je 1 000 tun ročně v roce 2030 a 86 000 ročně v roce 2050. Strategie také předpokládá distribuci plynovody do domácností. V roce 2030 by přepravní kapacita plynovodů do domácností měla být 1300 tun ročně a v roce 2050 až 6700 tun ročně.

Hlavním dodavatelem vodíku v regionu je společnost Unipetrol a Spolchemie. Momentálně se jedná převážně o šedý vodík, ale aktivity společností směřují k rozvoji produkce obnovitelného zeleného vodíku. Transport vodíku v regionu bude v prvotním období realizován pozemní silniční a vlakovou dopravou, která je však v tomto regionu na hranici své efektivní kapacity. Postupně by část transportu měly nahradit vodíkové produktovody spojující klíčové distributory a odběratele. Významným krokem je plánovaná výstavba plavebního stupně Děčínsko na řece Labe, která by otevřela možnost distribuce vodíku nákladní lodní dopravou z Německé strany.

V kraji však chybí dostatečný počet odborných pracovníků a kvalifikovaný tým, který by vedl rozvoj vodíkových aktivit v regionu. Mnoho projektů také vázne na problémech s přidělením dotací.

3.2 VODÍKOVÉ ÚDOLÍ MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

Moravsko-Slezský region je významným průmyslovým regionem v České republice, který však trpí zhoršenou kvalitou ovzduší. Právě proto je snaha, aby dopravní i průmyslový sektor tohoto regionu přešel na nízkoemisní vodíkové technologie. V rámci regionu vznikla vize Vodíkového údolí (Hydrogen Valley), jehož hlavní partneři jsou Moravskoslezský kraj za veřejnou sféru, VŠB-TUO za akademickou sféru a společnost Cylinders Holding a.s. reprezentující podnikatelskou sféru. Memorandum o spolupráci podepsalo dalších 24 subjektů (ČEPRO, BorsodChem, Hyundai, Tatra, Ostrava město, DPO, České dráhy a jiné). Právě společnost Cylinders Holding, která je světově významným producentem nádob pro uskladnění vodíku, otevřela v roce 2022 první veřejnou vodíkovou plnicí stanici.

Primární spotřebitel vodíku v tomto regionu má být dopravní sektor. Cílem je, aby do roku 2030 jezdily všechny autobusy na vodík. Znamenalo by to potřebu vodíku 8 až 15 tun denně pro přibližně 600 autobusů. Kromě toho jsou vytipovány 3 vlakové trasy, kde by současné diesellové lokomotivy byly nahrazeny vodíkovými. V nejbližším období (do roku 2026) se plánuje nákup a nasazení 30 vodíkových autobusů a výstavba plničky s kapacitou 1 tuny vodíku za den. Znamenalo by to roční spotřebu vodíku pro autobusy v rozmezí 170 až 230 tun.

Dalším klíčovým spotřebitelem vodíku je průmysl. V regionu jsou 2 významné závody na zpracování a výrobu oceli (Liberty Ostrava a Moravia Steel Třinec). Čistý vodík by mohl nahradit stávající využívaný koks a zemní plyn.

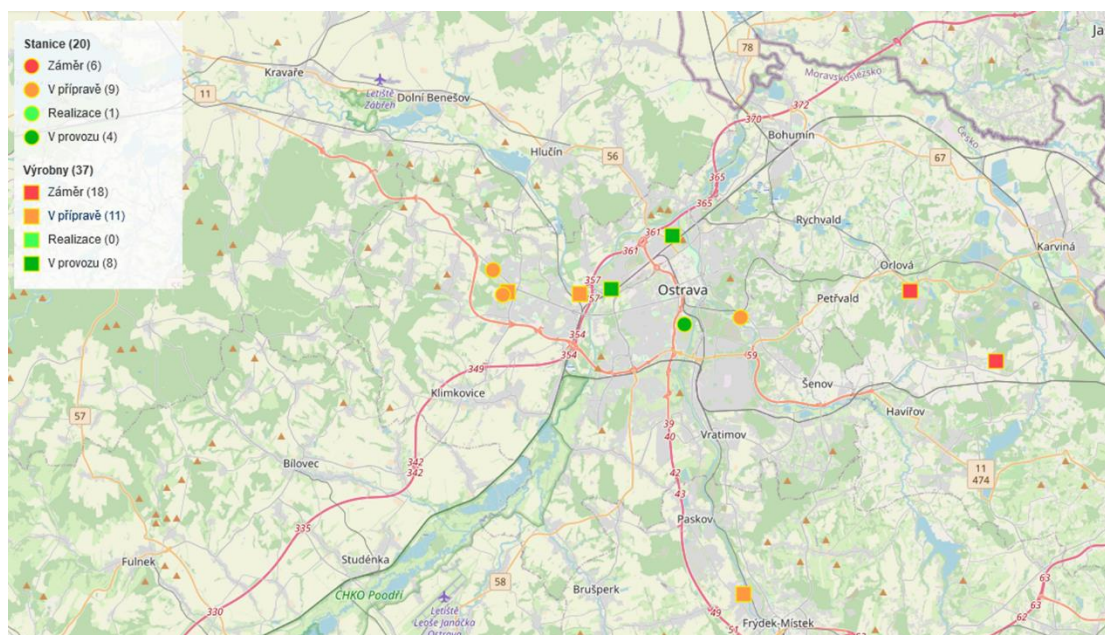
Vodíkové město Vítkovice by mělo vzniknout i na místě dnešní rekultivované skládky Hrabůvka, která je jen pět minut jízdy od centra Ostravy a sousedí s ostravskými městskými částmi Hrabůvka a Hrabová. Vodíkové aktivity v tomto regionu však brzdí mnohé bariéry. Podle kompetentních zástupců kraje chybí peníze na dofinancování projektů, které sice byly schváleny a finanční prostředky uvolněny, ale mezitím ceny technologií šly prudce vzhůru.

Výrobu vodíku pomocí energie z biomasy plánuje v tomto regionu Veolia Energie ČR ve spolupráci s VŠB – Technickou univerzitou Ostrava. Společnost Veolia v regionu provozuje teplárny a postupně připravuje vlastní výrobu čistého vodíku z obnovitelných zdrojů. Spolupráce s VŠB zahrnuje rozvoj vodíkových technologií v Moravskoslezském kraji, konkrétně projekty na výrobu zeleného vodíku v teplárnách v Krnově a Frýdku-Místku.

V regionu se jedná o možnosti vyrábět vodík ve spolupráci s připravovaným větrným parkem na Osoblažsku. Vyrobený vodík by využívala plánovaná plnicí stanice pro železniční dopravu v Krnově.

Také se jedná o možnostech využití prostor pod někdejší vítkovickou elektrárnou, kde by mohla vzniknout strategická zásoba vodíku pro kraj. Podle vedení moravskoslezského kraje se Vítkovice ve spolupráci se skupinou ČEZ připravují na výstavbu vodíkového skladu, který by umožnil dodávky vodíku pro dopravu a průmyslové aplikace.

Obrázek 3.2 Realizované a plánované projekty v Ostravě a okolí podle vodíkové mapy [5]



Už v roce 2024 by v jihozápadní části Ostravy mohl začít vyrůstat projekt Hydrogen Ostrava – velká fotovoltaická elektrárna s výkonem 30 MW, která by měla být doplněna o elektrolyzátor pro výrobu vodíku. Ten by mohl pohánět desítky krajských autobusů a několik vlaků. Fotonvoltaická elektrárna by měla stát v ostravské části Svinov, pár set metrů od třebovické uhelné elektrárny, která městu dodává i teplo. Právě tady je podle kraje pro solární elektrárnu ideální strategické umístění. Je to totiž blízko železnice, centrálního autobusového stanoviště, tramvajové trati i distribuční elektrické sítě. Solární elektrárna s výkonem 30 MW by mohla podle představitelů kraje pokrýt celou spotřebu městské dopravy a k tomu by zvládla i krajské autobusy.

Cílem kraje je v první fázi zajistit až deset vodíkových autobusů pro Karvinsko na lince Havířov–Ostrava. Postupně s možnostmi zajištění plnění vodíkem budou přibývat další autobusy na vodíkový pohon pro celý kraj, také automobily pro úřady a příspěvkové organizace kraje, chystá se i výběrové řízení na vodíkové vlaky na trasách Krnov–Olomouc, a to už od začátku roku 2028 [6].



3.3 VODÍKOVÁ VYSOČINA

Kraj Vysočina se rozhodl využít příležitostí spojených s vodíkovými technologiemi v oblasti energetiky a dopravy. Spolu s dalšími klíčovými hráči regionu, jako je Vysoká škola polytechnická Jihlava a společnosti SmartPlan a JIPOCAR Power, podepsal memorandum o spolupráci v oblasti výroby, skladování a využívání vodíkových technologií. Tímto se vytvoří otevřená platforma nazvaná "Vodíková Vysočina" (Hydrogenhills), do které se mohou zapojit i další subjekty zabývající se vodíkovými technologiemi.

Cílem je zvýšit konkurenceschopnost regionálních firem a vytvořit nová pracovní místa. Memorandum bude následováno akčním plánem, který bude obsahovat konkrétní kroky k realizaci v příštích 12 měsících. První aplikace se očekávají v oblasti dopravy. Plánované aktivity zahrnují nasazení vodíkových technologií do obslužné dopravy ve firmách, výstavbu vodíkové plnicí stanice a možnost využití vodíkových autobusů ve veřejné dopravě. Spolupráce mezi veřejným, soukromým a akademickým sektorem je klíčová, a region plánuje získat inspiraci a osvědčené postupy zejména z Dolního Bavorska [7].

3.4 DALŠÍ VODÍKOVÉ AKTIVITY

Vodíkové memorandum uhelných regionů

Memorandum Ústeckého, Moravskoslezského a Karlovarského kraje je krokem k spolupráci v oblasti využití vodíku, zejména v podpoře vodíkových technologií a rozvoji konceptu "vodíkových údolí". Cílem je transformovat uhelné regiony do prosperujících oblastí 21. století. Kraje se dohodly na spolupráci veřejného, soukromého a akademického sektoru. V rámci memoranda hejtmani podepsali deklaraci s ministrem životního prostředí, která vyjadřuje společný zájem na dosažení klimatických cílů, ochranu životního prostředí a prosperitu České republiky a jejích regionů.

Kraje disponují energetickými zdroji a významným průmyslem. Mají schopnosti vyrábět vodík a začlenit vodíkové technologie do svých programů. Univerzity v regionech mají znalosti a možnosti spolupracovat s dalšími akademickými pracovišti a podporovat výzkum v oblasti vodíku. Kraje se také angažují v projektech, jako je vodíková mobilita a plnicí stanice, a plánují rozvoj vodíkového hospodářství. Usilují o nastavení legislativy pro podporu výroby, distribuce a spotřeby vodíku.

Spolupráce mezi krajem a sektory veřejného, soukromého a akademického by měla vést k rozvoji vodíkové infrastruktury a financování těchto aktivit [8].

Mydlovary

Společnost E.ON provozuje v Mydlovarech unikátní soubor energetických technologií, včetně biomasového bloku, kogenerační jednotky, fotovoltaické elektrárny a bateriového

úložiště. Plánuje také rozšíření o výrobu zeleného vodíku. Projekt v Mydlovarech začal před sto lety jako elektrárna na hnědé uhlí a postupně se transformoval na moderní energetický zdroj využívající obnovitelné zdroje energie. Kogenerační jednotka je v provozu již 12 let a E.ON je jedním z předních poskytovatelů podpůrných služeb ČEPSU. Vodík má velkou perspektivu pro budoucnost a E.ON se zajímá o jeho výrobu. Hlavním cílem je energetické využití vodíku na místě, ale existuje také potenciál pro průmyslové odvětví a dopravu. Projekt výroby zeleného vodíku v Mydlovarech je v pokročilé fázi, ačkoli existují technologické a legislativní výzvy, které je třeba řešit. Systém pro výrobu vodíku je modulární a škálovatelný, ale problém může nastat při přepravě vodíku a jeho integraci do plynové sítě, která zatím není legislativně podporována. E.ON je připraven investovat a hledá partnery pro dodávku technologií a zákazníky pro zelený vodík [9].

Výběr dalších vodíkových projektů v ČR

- Středočeský kraj se chystá mít jednu z největších vodíkových flotil v Česku. Projekt zahrnuje provoz deseti vodíkových autobusů, které budou jezdit v okolí Mníšku pod Brdy od prosince 2024. ČEZ plánuje vybudovat plnicí stanici a zásobníky na vodík pro jejich provoz. Projekt se uchází o finanční podporu z evropských dotačních programů. Středočeský kraj chce jít příkladem v oblasti nízkoemisní a bezemisní dopravy jako nejlidnatější kraj v Česku.
- Logistická společnost DB Schenker vyjádřila svou ambici vytvořit flotilu vozidel s palivovými články na vodíkový pohon. Vodíkový pohon je výhodný především pro dálkovou přepravu, s vyšším užitečným zatížením, delším dojezdem a rychlejším tankováním ve srovnání s bateriovými vozidly. Fond Hydrogen2, vytvořený investorem Ladislavem Ornstem a jeho společníky, investuje do rozvoje vodíkové ekonomiky v Česku, včetně projektů ve společnosti DB Schenker, kde budou investovány prostředky do vodíkových vysokozdvížných vozíků a čerpací stanice.
- Společnost Packeta, do níž spadá i česká Zásilkovna, představila svou vodíkovou dodávku Master H2-TECH od Renault HYVIA. Společnost plánuje podnikat další kroky směrem k většímu využití vodíku v logistice v ČR. Do roku 2025 chce mít velkou část svého vozového parku na alternativní pohony a snížit uhlíkovou stopu o více než 30 % v následujících pěti letech. Kroky společnosti by mohly naznačovat směřování dalších přepravních společností.
- Společnost FOR H2ENERGY spolu s Ústeckým krajem pracuje na projektu H2 Triangle, který má za cíl vytvořit vodíkové hospodářství v areálu průmyslové zóny Triangle u Žatce. Projekt zahrnuje výrobu zeleného vodíku pomocí solární energie, výstavbu vodíkových stanic a vědecko-výzkumného centra. Jeho cílem je snižovat negativní dopady klimatických změn a přispívat k místní ekonomice a zaměstnanosti.
- V Brně se rozjely přípravné práce na využití vodíku v rámci projektu, který by měl zahrnovat pohon autobusů městské hromadné dopravy pomocí zeleného vodíku



dodávaného z Tepláren Brno. Projekt je součástí memoranda o využití vodíku podepsaného mezi různými organizacemi, včetně brněnského magistrátu, Tepláren Brno, Dopravního podniku města Brna a VUT v Brně. Plánuje se studie proveditelnosti umístění elektrolyzérů a plnicí stanice v areálu teplárny v Maloměřicích, stejně jako výstavba plničky pro autobusy MHD.

- Automobilka Tatra Trucks ve svém areálu v Kopřivnici vyvíjí nákladní vůz na vodíkový pohon. Tatra plánuje také výstavbu solárního parku a vlastní výrobu vodíku.
- Společnost Solar Global v Napajedlech se chystá veřejnou plnicí stanicí na vodík vyrobený z obnovitelných zdrojů energie. Plánovaná roční produkce vodíku by dosáhla 8 tun, což by pokrylo dojezd přibližně 800 000 kilometrů u vodíkového osobního vozu. Celková investice do projektu se odhaduje na 90 milionů korun, s plánovaným dokončením na přelomu let 2024 a 2025. Společnost má v plánu i další projekty na výrobu zeleného vodíku v Ovčárech u Kolína a u Třemošnice.

4 ROZMÍSTĚNÍ VODÍKOVÝCH ČERPACÍCH STANIC NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

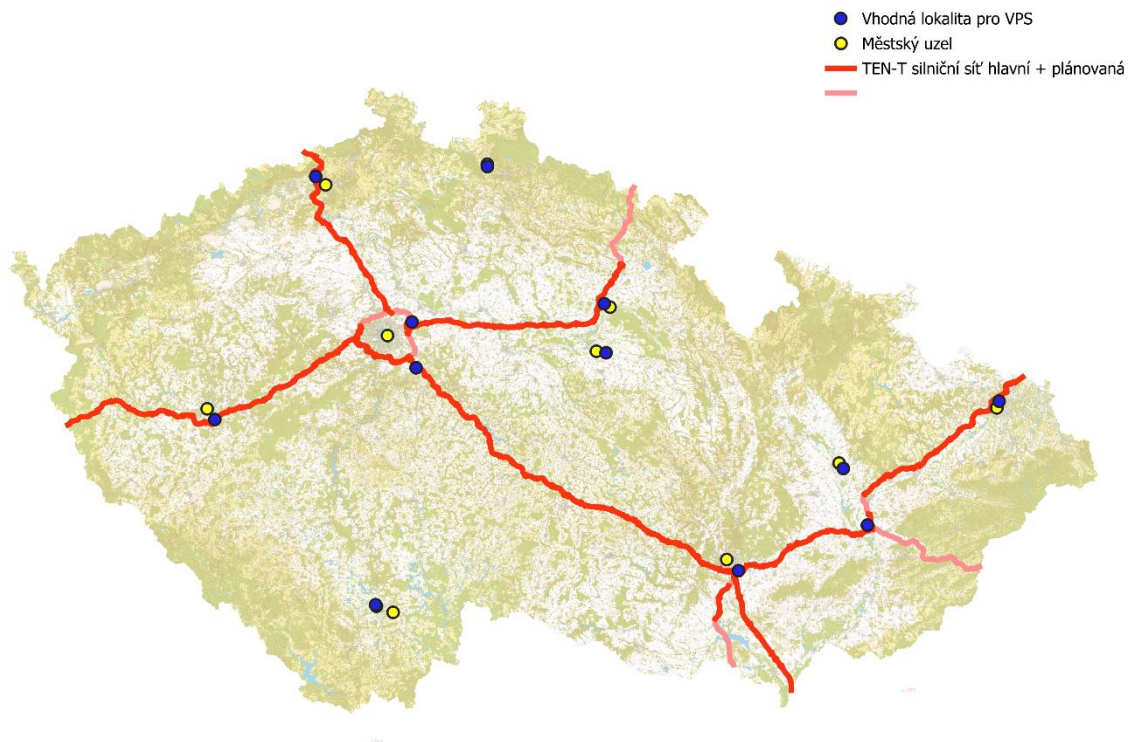
Centrum dopravního výzkumu (CDV) vypracovalo na základě požadavků prezentovaných v nařízení o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva (AFIR) předběžnou analýzu, která stanovuje rozmístění vodíkových čerpacích stanic na území České republiky a reflektuje tyto podmínky pro stlačený vodík:

- vodíková stanice každých 200 km podél TEN-T hlavní silniční sítě s kumulativní výdejní kapacitou 1 t/den při 700 bar,
- v každém městském uzlu 1 plnicí stanice,
- zajištění přeshraničních úseků.

Pro umístění byly uvažovány pouze stávající čerpací stanice registrované Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR. Stanice by měly být přístupné pro nákladní dopravu a pokud možno dostupné z obou směrů. Dále byla prioritou blízkost významné městské aglomerace a návaznost na stávající vodíkové plnicí stanice a městské uzly sousedních zemí.

Výsledek analýzy vyhotovené Centrem dopravního výzkumu je prezentovaný v následujícím obrázku, který blíže specifikuje umístění vodíkových plnicích stanic na území České republiky.

Obrázek 4.1 Odhad rozmístění vodíkových plnicích stanic na území ČR podle zpracování CDV reflektující aktuální návrh AFIR



Zdroj: CDV

Klíčová pro posouzení byla taky blízkost křižovatek koridorů TEN-T, Intenzita dopravy případně dostupnost z TEN-T (maximální dodatečná vzdálenost od TEN-T 11 km), potenciál pro multimodální dopravu, blízkost potenciálních odběratelů vodíkové nákladní dopravy (průmyslové oblasti, logistické parky) a blízkost obnovitelných zdrojů energie nad 1 MWp.

Poptávku po vodíku bude určovat intenzita dopravy v jednotlivých úsecích. V následující tabulce jsou uvedeny navržené lokality, a průměrná denní intenzita dopravy osobních vozidel, autobusů a nákladních vozidel tak, aby byly splněny podmínky AFIR.

**Tabulka 4.1 Průměrná denní intenzita dopravy v navrhovaných lokalitách vodíkových plnicích stanic v obou směrech jízdy**

Lokalita	Městský uzel	TEN-T hlavní	Osobní vozidla M1	Nákladní vozidla N1 + N2 + N3
Brno	Ano	Ano	43 302	15 196
Břest	Ne	Ano	13 310	3 347
České Budějovice	Ano	Ne	17 296	3 048
Hradec Králové	Ano	Ano	13 502	4 501
Liberec	Ano	Ne	42 809	6 883
Olomouc	Ano	Ne	24 421	5 394
Ostrava	Ano	Ano	13 296	6 357
Pardubice	Ano	Ne	5 988	1 090
Plzeň	Ano	Ano	18 872	9 857
Praha	Ano	Ano	46 477	8 672
Strančice	Ne	Ano	59 437	17 979
Ústí nad Labem	Ano	Ano	9 590	5 937

Zdroj: CDV

4.1 PLÁNY SPOLEČNOSTI ORLEN UNIPETROL

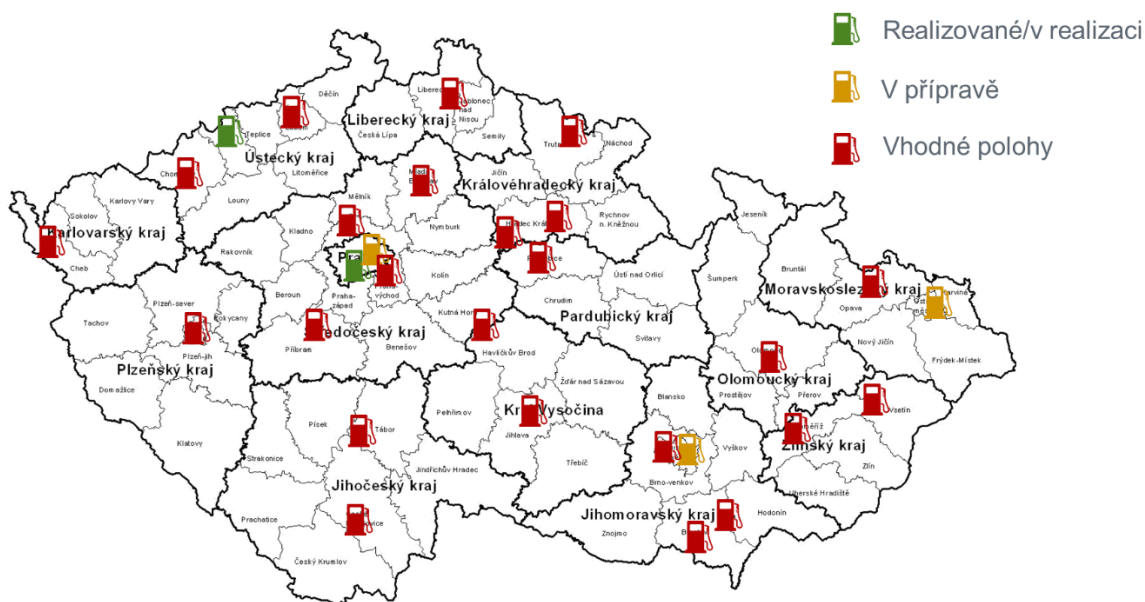
Rafinérská a petrochemická skupina ORLEN Unipetrol zahájila provozování vodíkových plnicích stanic na své síti ORLEN Benzina a tím reaguje na priority Evropské unie a České republiky v oblasti čisté mobility. Do roku 2030 chce ORLEN Unipetrol provozovat 28 vodíkových plnicích stanic a dva vodíkové distribuční terminály pro železniční dopravu v Litvínově a Neratovicích.

Ministerstvo dopravy podpořilo výstavbu vodíkové stanice na pražském Barrandově prostřednictvím Operačního programu doprava 2. Vodíková stanice na Barrandově je plně samoobslužná a přístupná veřejnosti non-stop. Cena vodíku na této stanici byla stanovena na 278 korun za kilogram.

Společnost je klíčovým partnerem z hlediska budování vodíkové infrastruktury v ČR. Plánuje rozšířit vlastní výrobu zeleného vodíku a nejbližší by měla přibýt v jejím portfoliu nová plnicí stanice v areálu Chempark Záluží v Litvínově. Orlen Unipetrol dále plánuje nákup vodíkových trailerů, stavbu veřejné vodíkové infrastruktury, podporovat rozvoj vodíkové mobility pro autobusy a na železnici.

Následující obrázek zobrazuje realizované a plánované vodíkové plničky společnosti Orlen Unipetrol. Zároveň jsou zobrazeny vytipované vhodné lokality pro další rozvoj, o kterém společnost uvažuje.

Obrázek 4.2 Realizované a plánované vodíkové plničky společnosti Orlen Unipetrol společně s vhodnými lokalitami pro další rozvoj



Zdroj: ORLEN Unipetrol

Orlen má také v plánu nabízet mobilní vodíkovou plnicí stanici schopnou pokrýt místa podle potřeby, případně jako záloha pro stacionární stanice v případě poruchy. Parametry mobilní stanice: plnicí tlak 350 bar, výdej minimálně 200 kg vodíku, bez připojení v síti, bez kompresoru a chlazení.

ZÁVĚR

Realizace vodíkového hospodářství musí být doprovázena významným rozvojem vodíkové infrastruktury pro výrobu, skladování, distribuci a použití. Zvýšený zájem o vodíková vozidla nelze očekávat, dokud nebude dostatečně rozvinutá infrastruktura pro doplňování paliva. Čerpací stanice nebudou schopny uspokojit poptávku, dokud nebude zavedena logistika, servis a zásobování. Pokud chceme dodávat, potřebujeme mít dostatek vodíku, ať už z vlastní výroby nebo dovezeného ze zahraničí. Česká vodíková strategie nastiňuje kroky potřebné k plošnému nastartování vodíkové ekonomiky.

Počáteční využití vodíku v ČR bude především v sektoru dopravy, konkrétně logistiky. Jedním z prvních spotřebitelů budou zřejmě dopravní podniky a vodíkové autobusy v Ústí, Ostravě, Středočeském kraji, Praze a Brně. Je proto klíčové, aby byla vybudována dostatečná síť čerpacích stanic a aby byla zajištěna jejich dodávka vodíku. To vyžaduje dostatek kvalifikovaného personálu a akreditovaných techniků nejen pro stavbu, ale i pro provoz těchto zařízení.

Splnění schválených legislativních cílů EU pro oblast dopravy do roku 2030 (nařízení o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva – AFIR) je důležitá výzva, jejíž splnění může nastartovat vodíkovou ekonomiku v ČR. Při návrhu vhodných oblastí pro umístění vodíkových plnicích stanic hrají důležitou roli faktory jako například intenzita dopravy v jednotlivých lokalitách, blízkost průmyslových oblastí a logistických center, dostupnost dopravních podniků a vozových parků komunální techniky větších měst, aktivity komerčních společností v oblasti vodíkových technologií, blízkost obnovitelných zdrojů energie nad 1 MWp a ochota jednotlivých regionů (krajů) přecházet na vodíkovou ekonomiku.

V rámci projektu Modelování poptávky po nízkouhlíkovém a obnovitelném vodíku v dopravě v České republice do roku 2030 se řeší i návrh vhodných oblastí pro umístění vodíkových čerpacích stanic. Tento dílčí výstup sumarizoval jednotlivé požadavky a navrhuje lokality, kde by mohlo být umístění vodíkových plnicích vhodná.



5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Eurostat, „Passenger cars in the EU,“ [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_cars_in_the_EU.
- [2] Ministerstvo dopravy, „Dopravní politika České republiky pro období 2021 – 2027 s výhledem do roku 2050,“ [Online]. Available: <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Strategie/Dopravni-politika-CR-pro-obdobi-2014-2020-s-vyhled>.
- [3] Ministerstvo průmyslu a obchodu, „Vodíková strategie ČR,“ [Online]. Available: <https://www.mpo.cz/assets/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/2021/7/VODIK-A4-BOOK-final.pdf>.
- [4] Hospodářská a sociální rada Ústeckého kraje, z.s., „Vodíková strategie Ústeckého kraje,“ [Online]. Available: <http://www.hsr-uk.cz/vodikova-strategie-usteckeho-kraje/>.
- [5] Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., „Vodíková mapa ČR,“ [Online]. Available: <https://www.cistadoprava.cz/mapy/h2/>.
- [6] Hospodářské noviny, „V Ostravě plánují výrobu vodíku z velké solární elektrárny. Pohánět by mohla i vlaky a autobusy,“ [Online]. Available: <https://hn.cz/c1-67207720-v-ostrave-planuji-vyrobu-vodiku-z-velke-solarni-elektrarny-pohanet-by-mohla-i-vlaky-a-autobusy>.
- [7] Kraj Vysočina, „Kraj Vysočina má vodíkové memorandum. Region se připravuje na budoucí využití vodíkových technologií,“ [Online]. Available: <https://www.kr-vysocina.cz/kraj-vysocina-ma-vodikove-memorandum-region-se-pripravuje-na-budouci-vyuziti-vodikovych-technologii/d-4119768>.
- [8] Ministerstvo životního prostředí, „Hejtmani uhelných regionů podepsali na Ministerstvu životního prostředí vodíkové memorandum. Cílem je větší mezikrajská spolupráce pro rozvoj vodíkových technologií,“ [Online]. Available: https://www.mzp.cz/cz/news_20230404-Hejtmani-uhelnych-regionu-podepsali-na-Ministerstvu-zivotniho-prostredi-vodikove-memorandum-Cilem-je-vetsi-mezikrajska-spoluprace-pro-rozvoj-vodikovych-technologii.
- [9] E.ON, „Vodíku věříme. Technologie už máme, legislativa musí vývoj dohnat,“ [Online]. Available: <https://www.eon.cz/byznys-energie/vodiku-verime/>.



6 SEZNAM TABULEK

Tabulka 4.1 Průměrná denní intenzita dopravy v navrhovaných lokalitách vodíkových plnicích stanic v obou směrech jízdy	17
---	----

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.1 Roční rozložení energií pro výrobu vodíku v sezónní akumulaci (týdenní energie).....	3
Obrázek 1.2 Stávající fotovoltaické elektrárny s instalovaným výkonem nad 1 MW, v součtu po jednotlivých okresech	4
Obrázek 1.3 FVE instalovaný výkon vztažen na počet 1 000 kusů osobních vozů v jednotlivých okresech	5
Obrázek 1.4 Mapa přenosové soustavy ČR a lokality rozveden	6
Obrázek 3.1 Rozvojové póly vodíkového hospodářství v ústeckém kraji	10
Obrázek 3.2 Realizované a plánované projekty v Ostravě a okolí podle vodíkové mapy	12
Obrázek 4.1 Odhad rozmístění vodíkových plnicích stanic na území ČR podle zpracování CDV reflektující aktuální návrh AFIR.....	16
Obrázek 4.2 Realizované a plánované vodíkové plničky společnosti Orlen Unipetrol společně s vhodnými lokalitami pro další rozvoj	18