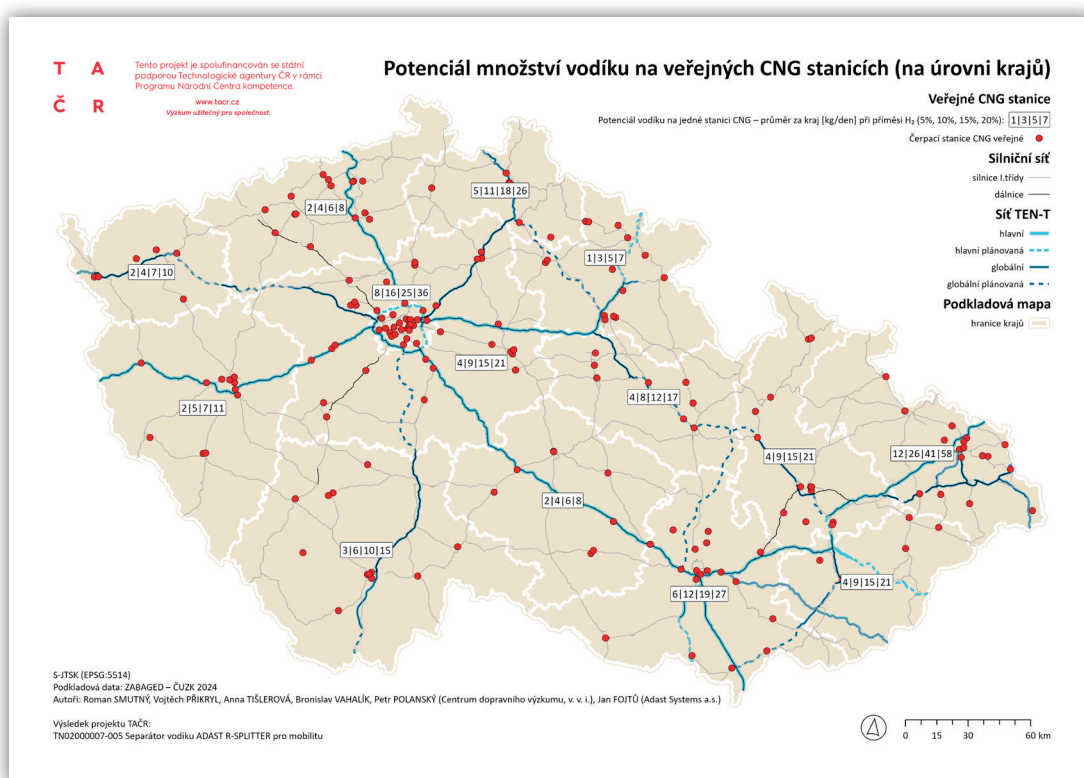


Vizualizace umístění separátorů

N_{map} – Specializovaná mapa s odborným obsahem



červen 2025

Tato specializovaná mapa je spolufinancována se státní podporou Technologické agentury ČR
v rámci Programu Národního centra kompetence

NÁZEV PUBLIKACE

Vizualizace umístění separátorů

PROJEKT

Národní centrum vodíkové mobility (TN02000007)

NÁZEV DÍLČÍHO PROJEKTU

Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER pro mobilitu

ZPRACOVATEL

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Adast Systems, a.s.

AUTOŘI

Roman Smutný, Vojtěch Přikryl, Anna Tišlerová, Bronislav Vahalík, Petr Polanský (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Jan Fojtů (Adast Systems, a.s.)

ISBN 978-80-88655-45-9 (online;pdf)

© Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Brno 2025

Obsah

1	Úvod	4
2	Novost řešení	4
3	Rozsah využití	4
4	Informace o přínosech pro uživatele	5
5	Seznam odborných podkladů předcházejících vytvoření mapy	5
5.1	Separace vodíku za účelem jeho dalšího využití	6
5.2	Separace vodíku za účelem ochrany zařízení	7
5.2.1	Potenciál separace vodíku na veřejných CNG stanicích	7
5.2.2	Potenciál separace vodíku v městské hromadné dopravě	8
6	Závěr	9
7	Seznam příloh	10
8	Seznam použitých zkratk	10
9	Seznam obrázků	11
10	Zdroje	11

1 Úvod

Předmětem dílčího projektu NAHYC-m „Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER pro mobilitu“ je vývoj unikátního technologického řešení pro dvoustupňovou separaci vodíku ze směsného plynu, konkrétně směsi zemního plynu a vodíku, které má využití v oblasti dopravy. Cílem specializované mapy je identifikovat potenciální lokality pro nasazení technologie a znázornit její možné praktické uplatnění ve vodíkovém ekosystému – jak pro zásobování vodíkových čerpacích stanic, tak pro ochranu zařízení na veřejných a neveřejných CNG stanicích, kde může být přítomnost většího množství vodíku ve směsi nežádoucí.

2 Novost řešení

Navrhované řešení reaguje na evropskou snahu o dekarbonizaci a snižování závislosti na zemním plynu jako nositele energie. Zatímco budování zcela nové vodíkové infrastruktury je finančně i časově náročné, projekt R-SPLITTER představuje cestu využití stávající plynárenské infrastruktury skrze směsné plyny. Zařízení umožní z této směsi (vstupní poměr zemního plynu a vodíku 95:5 až 80:20) extrahovat vodík s dočištěním pro použití v palivových článkách. Navržený systém navazuje na úspěšně ukončený projekt "Technologie výdejních zařízení E-line pro plyná media"[1] a přináší pokročilý koncept řízení provozu na základě nepřetržitého monitorování tlaku a teploty média pro eliminaci havarijních stavů. Řídicí software bude též monitorovat prostředí separátoru z hlediska potenciálních úniků.

Součástí projektu je rovněž vytvoření analytické mapy, která vizualizuje možné lokality pro nasazení separační technologie na území České republiky. Tento výstup zvyšuje aplikační hodnotu řešení, neboť umožňuje identifikovat konkrétní místa s vysokým potenciálem pro separaci vodíku – ať už z hlediska dostupnosti plynárenské infrastruktury, potřeb mobility, nebo ochrany technologií. Mapa zároveň poskytuje důležitý podklad pro další rozhodování o prioritních místech instalace.

3 Rozsah využití

Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER nabízí flexibilní využití ve dvou klíčových scénářích v rámci rozvoje vodíkové infrastruktury. Prvním scénářem je nasazení zařízení v místech, kde je cílem oddělení a využití vodíku ze směsného plynu, například pro potřeby vodíkové mobility. Typicky se jedná o vodíkové čerpací stanice (VČS), kde směsný plyn (např. H_2/CH_4) přichází distribuční sítí a separátor umožňuje získat vodík v požadované čistotě pro palivové články. Tento přístup je zvláště výhodný v lokalitách, kde zatím není k dispozici plně dedikovaná vodíková infrastruktura, ale směsný plyn je již distribuován plynovodní sítí.

Druhý scénář představuje ochrannou funkci separátoru tam, kde je naopak vodík ve směsi nežádoucí. Typickým příkladem je jeho instalace před CNG plnicí stanicí, kde by příměs vodíku mohla způsobit komplikace, a to především z pohledu vysokotlakých zásobníků plynu CNG stanice. V tomto režimu separátor funguje jako filtrační článek, který vodík efektivně odstraňuje ze směsného média a tím zajišťuje kompatibilitu s existující technologií navrženou výhradně pro zemní plyn.

Specializovaná mapa ilustruje vytipovaná místa s vysokým potenciálem pro nasazení separátoru vodíku ADAST R-SPLITTER, a to na základě dvou hlavních hledisek. Prvním je pohled z perspektivy

infrastruktury pro mobilitu, kde je možné separátor využít k efektivnímu oddělení vodíku ze směsi a následného využití na VČS. Druhým hlediskem je plynárenská infrastruktura, zejména veřejné i neveřejné CNG stanice, například v areálech dopravních podniků. V těchto případech může separátor sloužit tam kde by přítomnost vodíku mohla ohrozit provozní spolehlivost a bezpečnost zařízení navržených výhradně pro zemní plyn, a zároveň k získávání vodíku pro pohon potenciálního vozového parku poháněného vodíkem. Mapa tak poskytuje komplexní přehled o možnostech implementace technologie v souladu s aktuální i budoucí plynárenskou a dopravní infrastrukturou.

4 Informace o přínosech pro uživatele

Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER představuje klíčovou technologii pro využití vodíku v oblastech, kde není technicky nebo ekonomicky možné vybudovat vlastní lokální výrobu vodíku, například pomocí elektrolyzéru napojeného na obnovitelný zdroj energie. Místo toho umožňuje efektivní využití existující plynárenské infrastruktury, která může v budoucnu distribuovat směsný plyn obsahující určité procento vodíku. Tato strategie reflektuje realitu přechodového období, kdy se teprve buduje plně vodíková infrastruktura, ale zároveň už vzniká poptávka po vodíku v dopravě.

Separátor umožňuje z této směsi lokálně extrahovat vodík přímo na místě spotřeby – například v areálu čerpací stanice, v depu dopravního podniku nebo v logistickém či městském uzlu. Tím se vodík stává dostupným i tam, kde by jinak jeho využití bylo technicky komplikované nebo investičně neefektivní. Tento přístup představuje výrazně levnější alternativu ke stavbě zcela nových páteřních vodíkovodů nebo k přepravě vodíku trailery na dlouhé vzdálenosti.

Celkově technologie R-SPLITTER umožňuje rychlejší rozvoj vodíkové mobility bez nutnosti čekat na výstavbu celé nové infrastruktury, protože využívá to, co je už dnes k dispozici – směsný plyn v plynárenské síti – a přeměňuje jej v lokálně využitelný zdroj energie. Tím nejen urychluje zavádění nízkoemisní dopravy, ale také umožňuje plánovat investice do vodíkové infrastruktury flexibilně a v souladu s místními podmínkami.

5 Seznam odborných podkladů předcházejících vytvoření mapy

Návrh prostorového rozmístění prvků vodíkové infrastruktury v mapových výstupech vychází z předpokladu využití stávající plynárenské infrastruktury pro účely separace vodíku ze směsi zemního plynu a vodíku. Klíčovými body se v tomto kontextu stávají zejména předávací stanice na páteřní síti plynovodů a veřejné CNG stanice s vyšší intenzitou odběru.

Podkladem pro zobrazení veřejných CNG stanic byla datová sada ZABAGED® z března 2023, obsahující celkem 195 lokalit veřejných čerpacích stanic CNG. Dále byla zohledněna silniční síť TEN-T od Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD), která sloužila k orientačnímu posouzení dostupnosti jednotlivých lokalit z pohledu rozvoje vodíkové infrastruktury. Pro znázornění předávacích stanic byly využity podklady OTE – Plynárenská soustava ČR[2] a mapa distribuční soustavy společnosti GasNet.[3]

5.1 Separace vodíku za účelem jeho dalšího využití

Předávací stanice a stanice měření kvality plynu, zobrazené na mapě 1, byly vybrány jako vhodné body pro posouzení potenciálu separace vodíku ze směsného plynu. V mapě jsou rovněž vyznačeny stanice, které se nacházejí v blízkosti silnic vyšší třídy s významnou intenzitou dopravy – tedy v místech, kde lze očekávat vyšší potenciál následného využití odděleného vodíku.

Výpočet potenciálu vodíku vychází z předpokladu, že přimícháváním vodíku do zemního plynu dochází ke změně spalného tepla směsi, jelikož spalné teplo vodíku vztažené na metr krychlový je nižší než u zemního plynu. Z tohoto důvodu bylo nezbytné zohlednit energetickou bilanci směsi. Pro výpočty byly použity údaje Energetického regulačního úřadu za rok 2023 o objemu distribuovaného zemního plynu. Na základě známého objemu plynu, složení směsi (procentuální zastoupení jednotlivých složek) a jejich specifických spalných tepel byl vypočten nový objem směsi, který energeticky odpovídá původnímu objemu 100 % zemního plynu. Teprve z tohoto přepočítaného objemu směsi byl následně odvozen reálný potenciál vodíku, který by bylo možné ze směsi separovat.

Množství vodíku ve směsi (v m³) bylo spočteno jako:

$$v_{H_2} = v_{Smesi} \times x_{H_2}$$

Kde:

v_{H_2} – objem vodíku [m³],

v_{Smesi} – objem plynu po přepočtu na energetický ekvivalent 100 % zemního plynu [m³],

x_{H_2} – objemový podíl vodíku ve směsi [%].

Následně byl objem vodíku přepočten na hmotnost:

$$m_{H_2} = v_{H_2} \times \rho_{H_2}$$

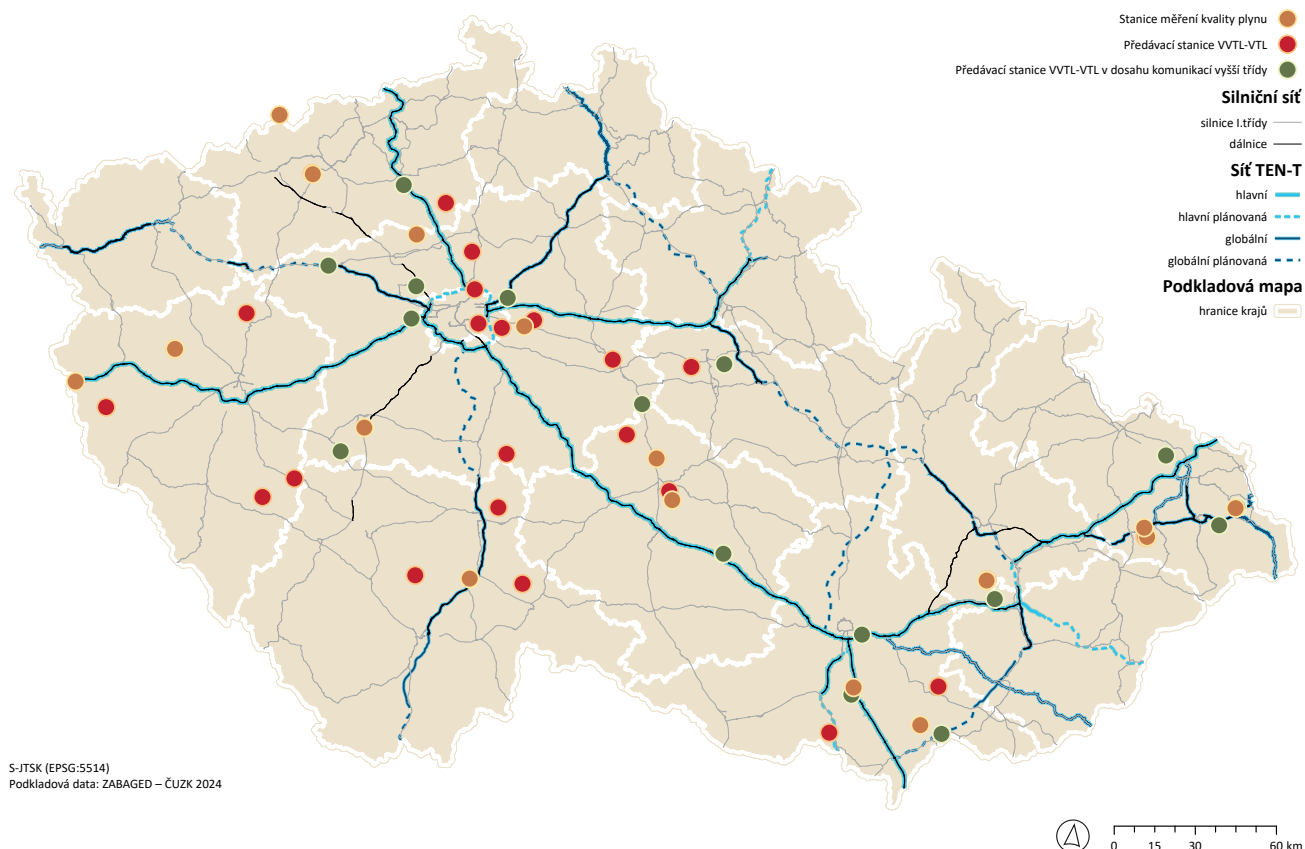
Kde:

m_{H_2} – množství vodíku [kg],

ρ_{H_2} – hustota vodíku za normálních podmínek (0,08988 kg/m³).

Z těchto vztahů lze odvodit, že každých 1 000 m³ směsi plynu představuje přibližně:

- 4 kg vodíku při 5% obsahu vodíku ve směsi,
- 9 kg vodíku při 10% obsahu vodíku ve směsi,
- 13 kg vodíku při 15% obsahu vodíku ve směsi,
- 18 kg vodíku při 20% obsahu vodíku ve směsi.

Doporučené lokality pro provoz separátoru vodíku**OBR. 1 – LOKALITY UMÍSTĚNÍ SEPARÁTORU****5.2 Separace vodíku za účelem ochrany zařízení**

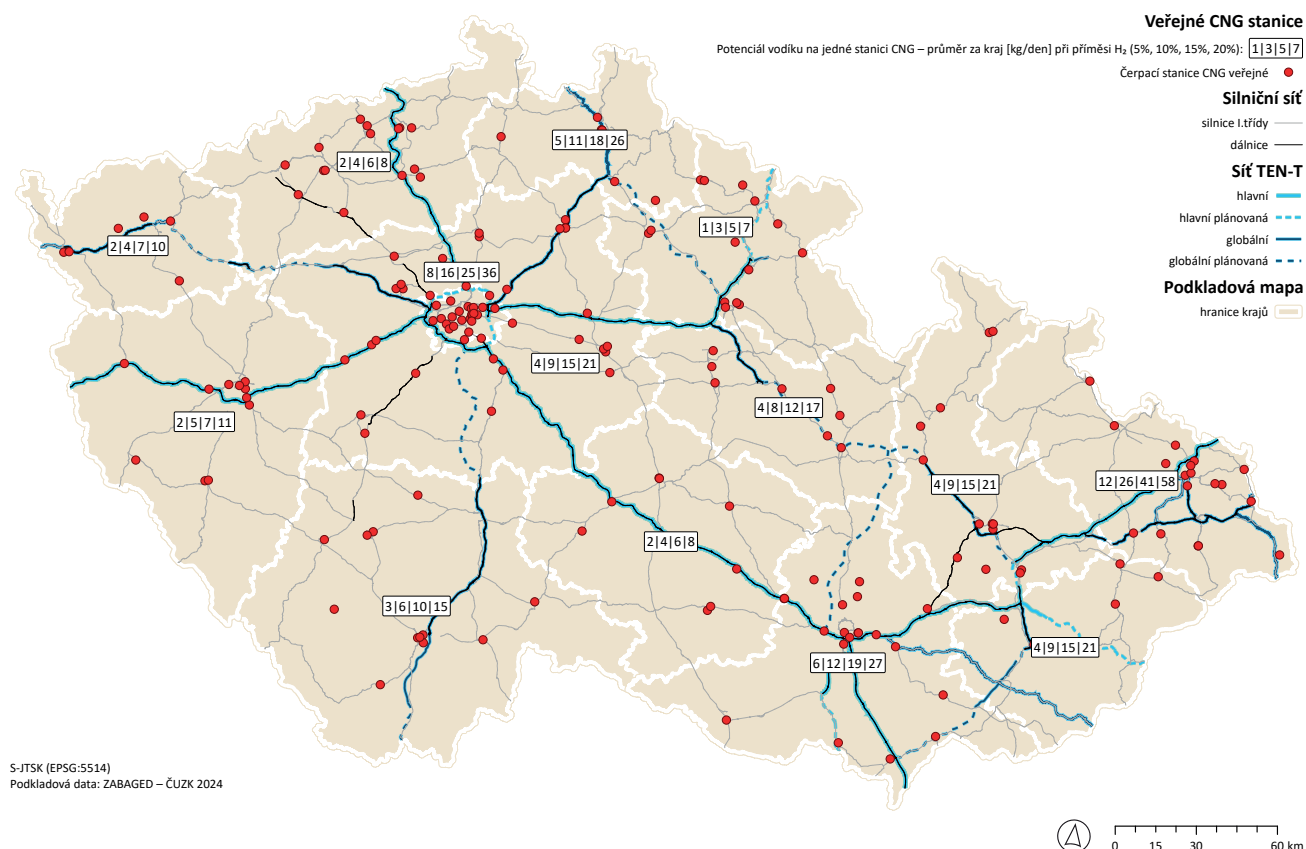
Na rozdíl od předchozího výpočtu, který vycházel z energetického přepočtu směsi při zachování původního objemu zemního plynu, byla v případě čerpacích stanic uvažována alternativní metodika. Vychází z předpokladu, že objem odebrané směsi se navýší tak, aby zůstal zachován původní energetický přínos zemního plynu. Jinými slovy, při přimíchání vodíku do směsi je nutné odebrat větší množství plynu, aby bylo pokryto stejné množství zemního plynu jako předtím. Na základě tohoto navýšení byl vypočten teoretický potenciál vodíku přítomného ve směsi.

5.2.1 Potenciál separace vodíku na veřejných CNG stanicích

Výpočet potenciálu separace vodíku na veřejných CNG stanicích, které jsou znázorněny v mapě 2, vychází z reálných údajů o spotřebě zemního plynu související s provozem plnicí technologie. V případě, že je do směsi přiváděné do stanice přimícháván vodík, platí:

- spotřeba zemního plynu zůstává konstantní,
- pro její zajištění je však nutné odebrat větší objem směsi.

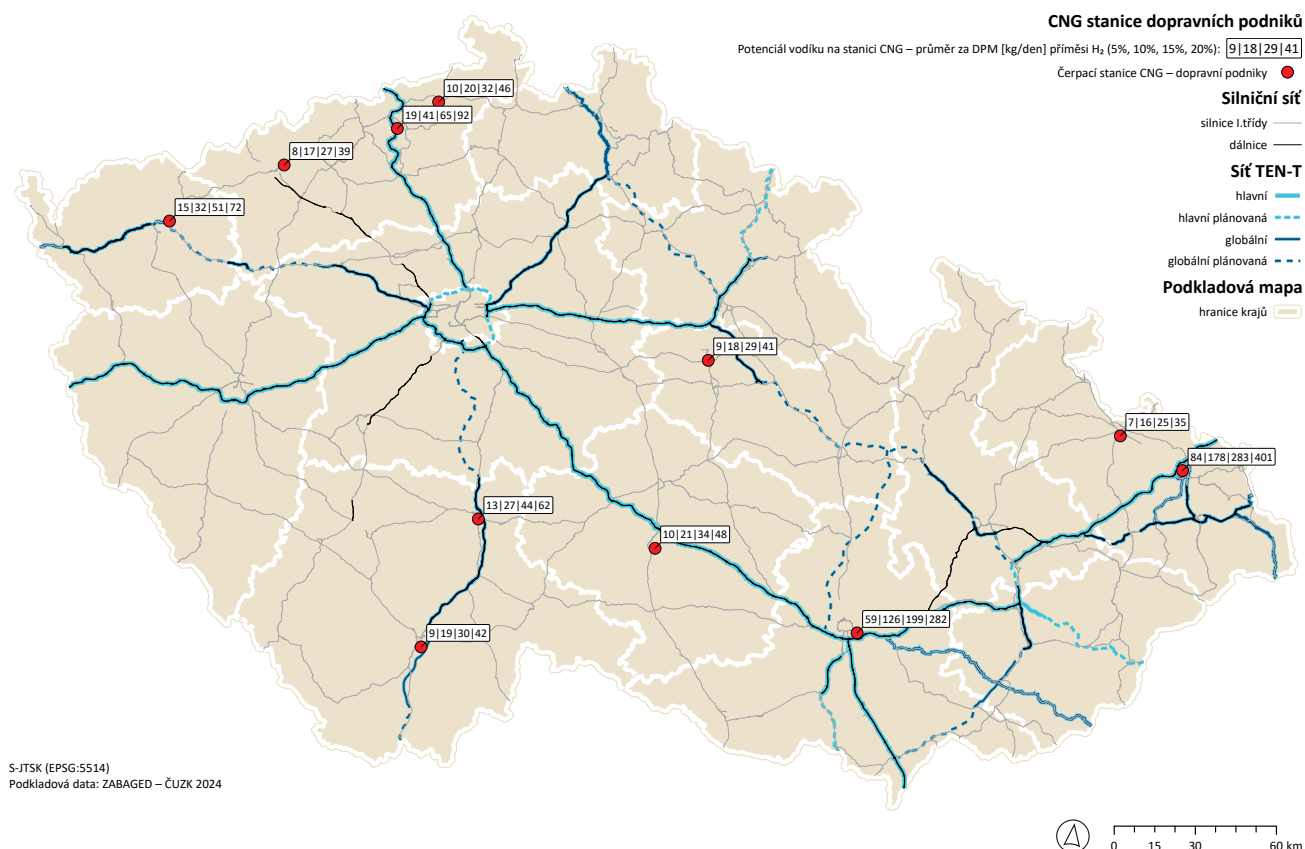
Na základě známé spotřeby zemního plynu a předpokládaného objemového podílu vodíku ve směsi (např. 5 %, 10 %, 15 %, 20 %) bylo možné stanovit objem vodíku přítomný ve směsi. Ten byl následně převeden na hmotnost pomocí hustoty vodíku za normálních podmínek, čímž vznikl odhad množství vodíku, které by bylo možné teoreticky separovat.

Potenciál množství vodíku na veřejných CNG stanicích (na úrovni krajů)**OBR. 2 –POTENCIÁL MNOŽSTVÍ VODÍKU NA VEŘEJNÝCH CNG STANIC****5.2.2 Potenciál separace vodíku v městské hromadné dopravě**

Městské dopravní podniky, jejichž CNG stanice jsou zobrazeny v mapě 3, byly identifikovány jako zvláště vhodná místa pro praktické uplatnění separace vodíku, a to díky vysoké koncentraci spotřeby CNG, soustředěné zpravidla do jednoho areálu. Tato koncentrace, v kombinaci s potenciálním rizikem materiálové degradace v zásobnících (např. vlivem vodíkové křehkosti), činí z těchto lokalit ideální kandidáty pro instalaci separačních technologií.

Analýza potenciálu byla provedena na základě dat spotřeby CNG v České republice (Roční zpráva o provozu plynárenské soustavy České republiky 2023, Energetický regulační úřad)[4], údajů o počtech CNG autobusů v jednotlivých městech (Statistická ročenka 2023, Sdružení městských podniků)[5] a informací o průměrné spotřebě CNG autobusů v městském provozu (např. Brno, Tábor).

Na základě dat poskytnutých Dopravním podnikem města Brna a MHD Tábor byla stanovena průměrná denní spotřeba zemního plynu. Tento údaj byl následně využit k odvození spotřeby i v dalších městech, a to s využitím dostupných údajů o počtu CNG autobusů. Tímto způsobem bylo možné orientačně stanovit teoretické množství vodíku obsaženého ve směsi pro jednotlivé dopravní podniky.

Potenciál množství vodíku na CNG stanicích městských dopravních podniků**OBR. 3 – POTENCIÁL MNOŽSTVÍ VODÍKU NA CNG STANICÍCH MĚSTSKÝCH DOPRAVNÍCH PODNIKŮ**

6 Závěr

Projekt DP005 přináší technologii s vysokým inovačním potenciálem, která umožní rozvoj vodíkové infrastruktury i bez nutnosti okamžité výstavby zcela nové sítě. Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER nabízí řešení přechodového období, kdy je vodík distribuován jako součást směsného plynu a teprve postupně dochází k budování samostatné vodíkové infrastruktury. Technologie přispívá k naplnění cílů vodíkové strategie České republiky i Evropské unie, zejména v oblasti dekarbonizace dopravy a efektivního využití stávajících energetických soustav.

Specializovaná mapa poskytuje vizuální a technický rámec pro implementaci separační technologie v různých typech lokalit. V případě vodíkových čerpacích stanic se separátor využívá k získání čistého vodíku ze směsného média pro jeho okamžité použití v dopravě. V opačném scénáři, kdy je vodík ve směsi nežádoucí, hraje separátor klíčovou roli jako ochranný filtr například u CNG stanic – ať už veřejných, nebo v uzavřených areálech dopravních podniků. V těchto případech slouží k odstranění vodíku ze směsného plynu, čímž chrání technologii CNG před provozními riziky spojenými s příměsí vodíku (například vodíková křehkost).

Díky této dvoustranné použitelnosti – jak pro získávání, tak pro eliminaci vodíku – se separátor stává klíčovým prvkem v adaptaci energetické a dopravní infrastruktury na nové podmínky. Projekt tím vytváří reálné předpoklady pro praktické zavedení vodíku do dopravy v České republice už v krátkodobém horizontu, bez nutnosti plošné výměny existujících systémů.

Tyto mapy jsou veřejně přístupné na adrese <https://www.cistadoprava.cz/nahyc-m/dp005/>

7 Seznam příloh

Příloha 1– Specializovaná mapa vizualizace umístění separátorů..... 13

8 Seznam použitých zkratk

NAHYC-m – National Hydrogen Mobility Center (Národní centrum vodíkové mobility)

VČS – Vodíková Čerpací Stanice

CNG – Compressed Natural Gas (stlačený zemní plyn)

H₂ – Vodík

CH₄ – Metan

MHD – Městská Hromadná Doprava

ŘSD – Ředitelství Silnic a Dálnic

TEN-T – Transevropské dopravní sítě

OTE – Operátor Trhu

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Lokality umístění separátoru	7
Obrázek 2: Potenciál množství vodíku na veřejných CNG stanicích	8
Obrázek 3: Potenciál množství vodíku na cng stanicích městských dopravních podnik	9

10 Zdroje

- [1] TAČR. *Technologie výdejných zařízení E-line pro plynná media* [online]. [vid. 2025-06-09]. Dostupné z: https://starfos.tacr.cz/cs/projekty/EG17_175%2F0015689
- [2] *plynarenska-soustava-cr.png* (4472×3154) [online]. [vid. 2025-06-09]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/plynarenska-soustava-cr.png>
- [3] A.S. (HTTP://WWW.I-PROJEKT.CZ), Internet Projekt. Obecné informace. *GasNet* [online]. [vid. 2025-06-09]. Dostupné z: <https://www.gasnet.cz/distribucni-soustava/informace-o-soustave/obecne-informace>
- [4] ŠMÍD, Michal. *ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU PLYNÁRENSKÉ SOUSTAVY ČESKÉ REPUBLIKY 2023* [online]. B.m.: Energetický regulační úřad. červenec 2024. Dostupné z: <https://eru.gov.cz/rocni-zprava-o-provozu-plynarenske-soustavy-cr-za-rok-2023>
- [5] *Statisticka-roc-enka-SDP-C-R-za-rok-2023.pdf* [online]. [vid. 2025-05-15]. Dostupné z: https://www.sdp-cr.cz/uploads/_web/vyrocní-zpravy/Statisticka-roc-enka-SDP-C-R-za-rok-2023.pdf

Název:

Vizualizace umístění separátorů

Autoři:

Roman Smutný, Vojtěch Přikryl, Anna Tišlerová, Bronislav Vahalík, Petr Polanský, Jan Fojtů

Ilustrace:

Anna Tišlerová

Odborná korektura:

Anna Tišlerová

Grafická úprava:

Anna Tišlerová

Vydalo:

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 2657/33a, Brno, Česká republika

Rok, místo a číslo vydání:

2025, Brno, 1. vydání

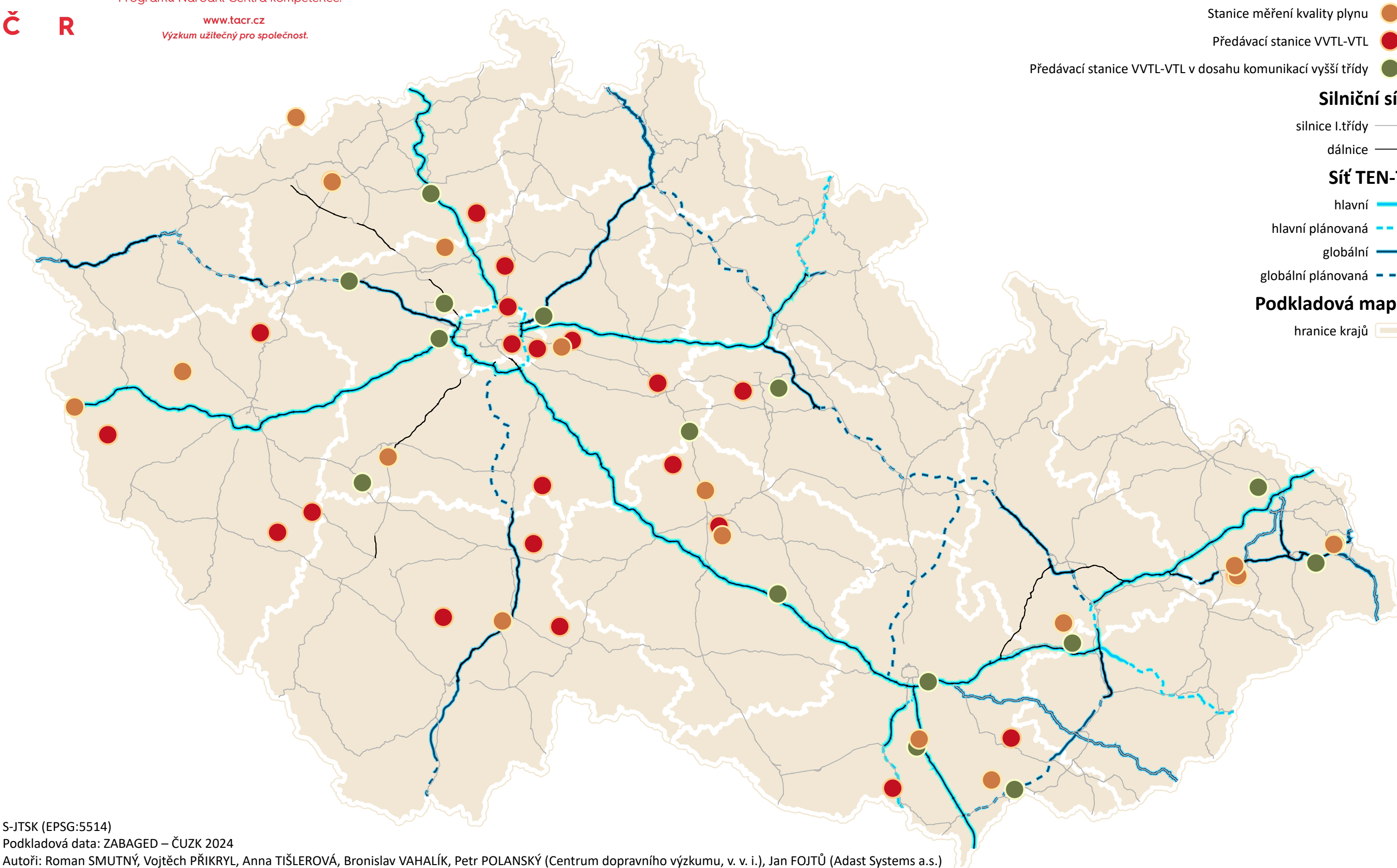
ISBN 978-80-88655-45-9 (online; pdf)

Vizualizace umístění separátorů

Příloha 1:

**Soubor specializovaných map umístění
separátoru**

Doporučené lokality pro provoz separátoru vodíku



S-JTSK (EPSG:5514)

Podkladová data: ZABAGED – ČUZK 2024

Autoři: Roman SMUTNÝ, Vojtěch PŘIKRYL, Anna TIŠLEROVÁ, Bronislav VAHALÍK, Petr POLANSKÝ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.), Jan FOJTŮ (Adast Systems a.s.)

Výsledek projektu TAČR:

TN02000007-005 Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER pro mobilitu



0 15 30 60 km

Potenciál množství vodíku na veřejných CNG stanicích (na úrovni krajů)

Veřejné CNG stanice

Potenciál vodíku na jedné stanici CNG – průměr za kraj [kg/den] při příměsi H₂ (5%, 10%, 15%, 20%): 1|3|5|7

Čerpací stanice CNG veřejné ●

Silniční síť

silnice I. třídy —

dálnice —

Síť TEN-T

hlavní —

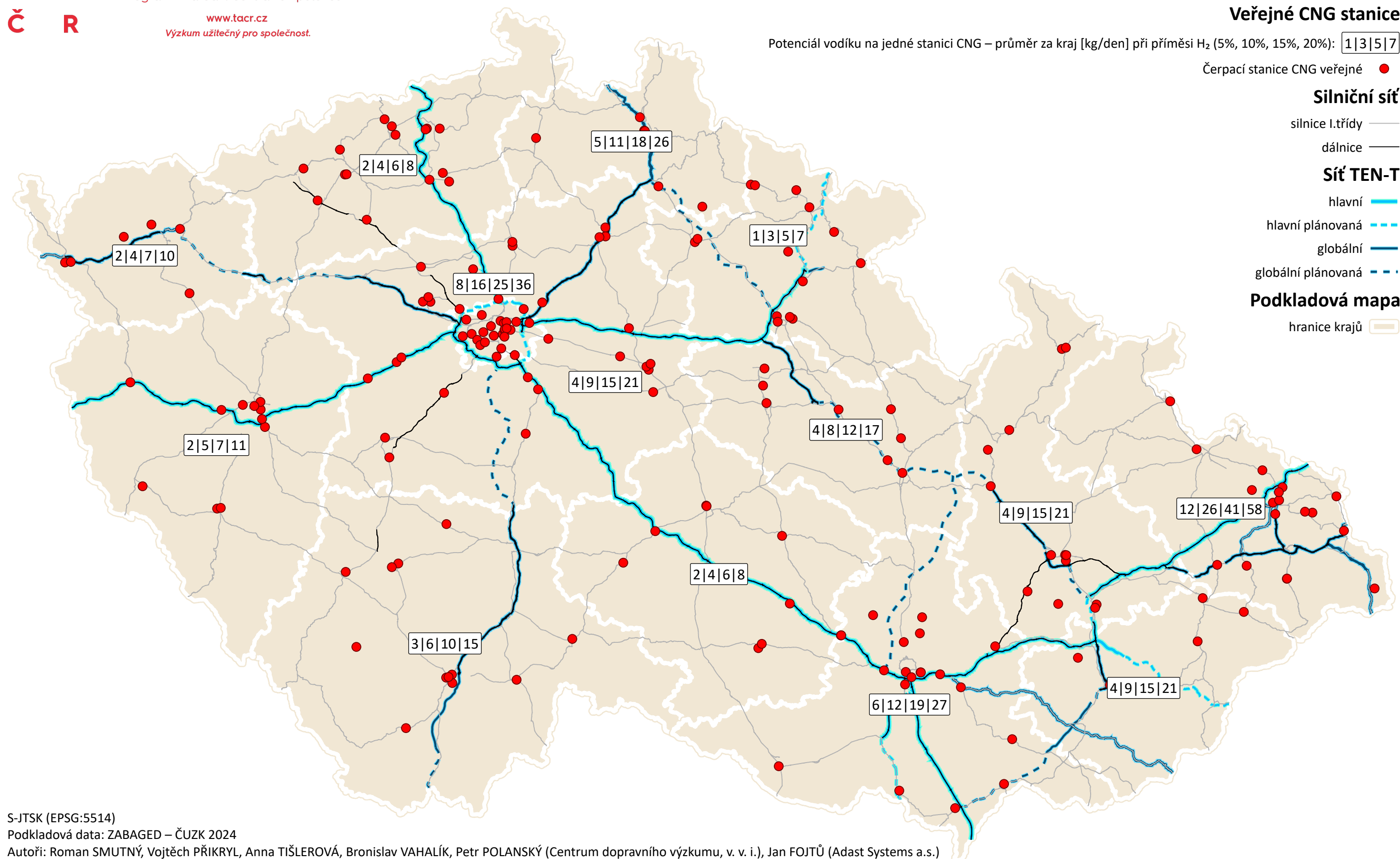
hlavní plánovaná - - -

globální —

globální plánovaná - - -

Podkladová mapa

hranice krajů —



S-JTSK (EPSG:5514)

Podkladová data: ZABAGED – ČUZK 2024

Autoři: Roman SMUTNÝ, Vojtěch PŘIKRYL, Anna TIŠLEROVÁ, Bronislav VAHALÍK, Petr POLANSKÝ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.), Jan FOJTŮ (Adast Systems a.s.)

Výsledek projektu TAČR:

TN02000007-005 Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER pro mobilitu



0 15 30 60 km

Potenciál množství vodíku na CNG stanicích městských dopravních podniků

CNG stanice dopravních podniků

Potenciál vodíku na stanici CNG – průměr za DPM [kg/den] příměsi H₂ (5%, 10%, 15%, 20%): 9|18|29|41

Čerpací stanice CNG – dopravní podniky ●

Silniční síť

silnice I.třídy —

dálnice —

Síť TEN-T

hlavní —

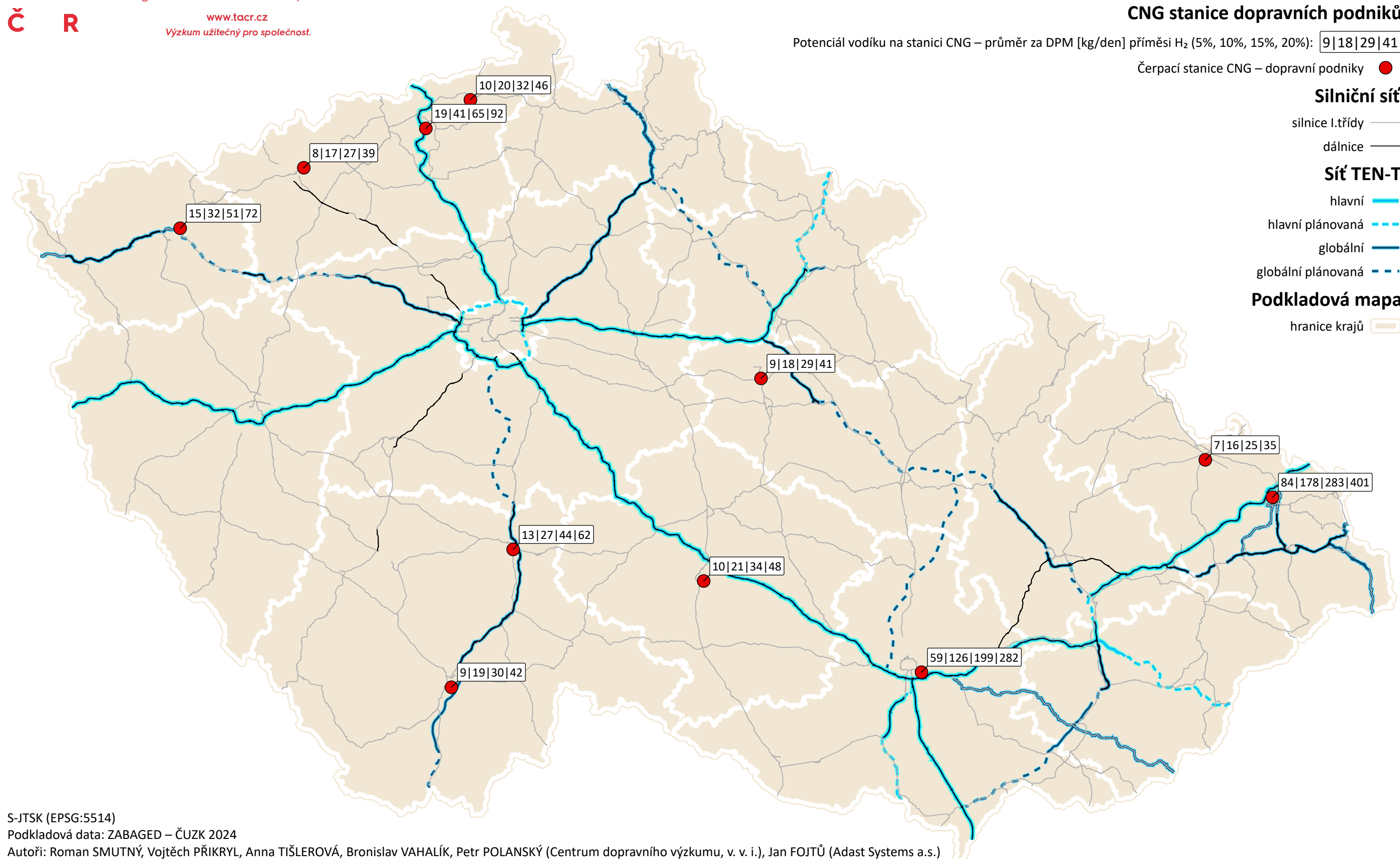
hlavní plánovaná - - -

globální —

globální plánovaná - - -

Podkladová mapa

hranice krajů —



S-JTSK (EPSG:5514)

Podkladová data: ZABAGED – ČUZK 2024

Autoři: Roman SMUTNÝ, Vojtěch PŘIKRYL, Anna TIŠLEROVÁ, Bronislav VAHALÍK, Petr POLANSKÝ (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.), Jan FOJTŮ (Adast Systems a.s.)

Výsledek projektu TAČR:

TN02000007-005 Separátor vodíku ADAST R-SPLITTER pro mobilitu



0 15 30 60 km