



**Tento výsledek je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR
v rámci Programu Národního centra kompetence**

NÁZEV PUBLIKACE

Výzkum využití vodíku v dopravě: Současná témata a bílá místa ve výzkumu

PROJEKT

Národní centrum vodíkové mobility (TN02000007)

ZPRACOVATEL

Česká vodíková technologická platforma (HYTEP)

AUTOR

Šárka Waisová (HYTEP)

Obsah

1	Úvod	4
2	Metodologie.....	6
2.1	Výzkumný design	6
2.2	Výzkumné metody	8
3	VO 1: Výsledky analýzy a jejich interpretace.....	10
4	VO 2: Výsledky analýzy a jejich interpretace.....	16
5	VO 3: Výsledky analýzy a jejich interpretace.....	19
6	Závěrem	21
7	Zdroje.....	23
8	Seznam obrázků.....	25
9	Seznam tabulek	26

1 Úvod

Jednou z možností, jak můžeme snižovat emise, je využít obnovitelný vodík¹ a vytvořit dobře fungující vodíkový ekosystém. V současnosti hraje vodík zejména roli chemické suroviny, ale v budoucnosti by mohl plnit i roli paliva, zdroje vysokých teplot v průmyslu či sloužit k sezónnímu ukládání energie. V některých zemích (např. Německo), je využití obnovitelného a nízkouhlíkového vodíku v průmyslu a dopravě chápáno jako jeden z pilířů energetické transformace. Rostoucí zájem o snižování emisí v sektoru dopravy přilákal k výzkumu využití vodíku v dopravě vědce z řady oborů. Objevují se jak studie z oblasti chemie a inženýrství zabývající se např. snížením spotřeby kovů platinové skupiny v elektrolyzérech, vyšší efektivitou přepravy vodíku, snížením energetických ztrát při provozu vozidel s palivovým článkem v obdobích zimy, tak studie z oblasti sociálních věd zabývající se např. tvorbou vodíkových politik a strategií. Velká pozornost je – napříč obory – věnována rozvoji výroby obnovitelného vodíku, výstavbě vodíkové infrastruktury a velkokapacitní přepravě vodíku. I přes prudký rozvoj výzkumu, vývoje a inovací v oblasti výroby a využití vodíku zůstávají některá témata na okraji badatelské pozornosti nebo zcela nepovšimnuta. Kolik takových témat je, jaká konkrétně to jsou a v jakých segmentech, však nevíme. V posledních letech se objevily první dílčí *state-of-the-art*² studie jako například Rivard et al. (2019), kteří nabídli přehled literatury o skladování vodíku, nebo Ravi a Aziz (2022), kteří diskutovali přístupy k používání vodíkových (s palivovým článkem) a elektrických vozidel. Holistické *state-of-the-art* studie chybějí a postrádáme i další studie dílčích oblastí využití vodíku, např. *state-of-the-art* studii využití vodíku v dopravě. Náš text chápe tuto mezeru jako výzvu, a nabízí *state-of-the-art* analýzu existující badatelské literatury zabývající se „využitím vodíku v dopravě“.

Motivací pro zpracování studie na toto téma není jen skutečnost, že taková analýza chybí, ale fakt, že přehled, resp. znalost existujícího výzkumu využití vodíku v dopravě by nám umožnila lépe poznat 1) kam současný výzkum směřuje, 2) ze kterých oborů čerpá, 3) jak propojuje různé obory a 4) především, kterým tématům je či není věnována pozornost. Pokud bychom znali odpovědi na tyto otázky, mohli bychom identifikovat niky ve výzkumu. Vědět o nich je dobré, neboť to nám poskytuje základy pro další výzkum. Niky ale také mohou indikovat slepé směry vývoje, a tudíž badatelům ušetřit čas a nezdar. Abychom naplnili uvedený cíl, stanovili jsme si tři **výzkumné otázky**:

VO 1: Jaké jsou hlavní rysy současné (2000-2025)³ odborné literatury zabývající se využitím vodíku v dopravě? Konkrétně, jak roste intenzita tohoto výzkumu, kde autoři o tomto tématu publikují, ke kterým oborům se stávající výzkum hlásí a odkud publikující autoři pocházejí?

¹ Za obnovitelný vodík považujeme vodík vyrobený elektrolýzou za využití obnovitelných zdrojů energie (slunce, vítr atd.). V legislativě EU spadá do kategorie tzv. obnovitelných paliv nebiologického původu (RFNBO).

² *State-of-the-art review* je druh literární rešerše, která poskytuje komplexní přehled nejaktuálnějších poznatků a výzkumu v konkrétní oblasti a identifikuje trendy a mezery pro budoucí výzkum. Tyto přehledy se vyznačují časovým narativem, který popisuje „jak jsme se sem dostali“, „kde se nyní nacházíme“ a „kam bychom měli směřovat“. Často rozebírají historický vývoj chápání daného jevu a navrhuje nové směry výzkumu, přičemž syntetizují nejnovější informace z různých zdrojů (vice viz Barry, Merkebu a Varpio 2022).

³ I když se výzkum využití vodíku v dopravě objevuje cca od poloviny 20. století, jeho intenzita a relevance roste v posledních třech dekadách, kdy různí stakeholderi začali konat první kroky k reálnému rozvoji vodíkové mobility; byla

VO 2: Jaká témata se vyskytují v odborné literatuře zkoumající využití vodíku v dopravě?

VO 3: Jaká témata se objevují nejčastěji?

Předložený text je rozdělený na pět částí. V první části představíme metodologii a výzkumné postupy, které využijeme pro hledání odpovědí u každé z otázek. Druhá, třetí a čtvrtá část shromažďují a analyzují data pro každou z výzkumných otázek. Závěrečná pátá část interpretuje zjištění a diskutuje, jaké jsou vyhlídky pro budoucí výzkum v oblasti rozvoje využití vodíku v dopravě.

zahájena sériová výroba vozidel s palivovým článkem a na silnicích se objevily vodíkové plnicí stanice a flotily vodíkových vozidel v ostrém provozu. Tyto a další důvody (podrobněji v textu) nás vedly k tomu, že jsme výzkumné období omezili na roky 2000 až 2025.

2 Metodologie

2.1 Výzkumný design

Metodologickým rámcem této studie je rešerše odborné literatury označovaná jako *state-of-the-art review*. Cílem takového typu rešerše je konsolidovat a budovat znalostní základnu v rámci daného výzkumného pole a poskytovat nejnovější poznatky o jeho vývoji (Tranfielda et al. 2003, Pickering a Byrne 2014). *State-of-the-art* odborné rešerše obvykle pracují s bibliometrickou, obsahovou, tematickou a kritickou analýzou (Massaro et al. 2016, Zupic a Čater 2014), případně tyto postupy vhodně kombinují. Zmíněné výzkumné postupy jsou využívány proto, že nabízejí strukturovaný postup a umožňují verifikovat a replikovat dosažené výsledky. V této studii jsme využili kombinaci bibliometrické a tematické analýzy.

Každá studie využívající bibliometrii a tematickou analýzu potřebuje korpus solidních a konsolidovaných dat. Jejich zdrojem pro tento text byla bibliografická a citační databáze Scopus, kterou vyvíjí nakladatelství Elsevier. K březnu 2025 databáze zahrnovala obsah z téměř 29 tisíc recenzovaných časopisů (28 791), 399 tisíc knih a 12,9 milionů konferenčních příspěvků.⁴ Alternativou byla databáze Web of Science (WoS). Ta však obsahuje méně časopisů a článků a pro bibliografické zpracování dat nabízí méně funkcionalit, což limituje záběr analýzy, a tedy i výsledků výzkumu

Na tomto místě nejprve představíme postup rešerše, tzv. „protokol rešerše“. Ten zaručuje její transparentnost, verifikovatelnost a replikovatelnost. Poté představíme analytické postupy využití pro jednotlivé výzkumné otázky.

Protokol rešerše:

1: Na základě předběžných rešerší v akademických databázích googleScholar, WoS, Scopus a EbsoHost jsme vytvořili sadu klíčových slov v anglickém jazyce,⁵ která charakterizují výzkumné pole „využití vodíku v dopravě“. Jednalo se o tato klíčová slova: *HYDROGEN MOBILITY*, *HYDROGEN IN MOBILITY*, *HYDROGEN IN TRANSPORT/ation*, *HYDROGEN VEHICLE/s* a *FUEL CELL VEHICLE/s*. Klíčová slova jsme potřebovali pro vyhledávání příslušných článků v databázi Scopus a tvorbu datového korpusu.

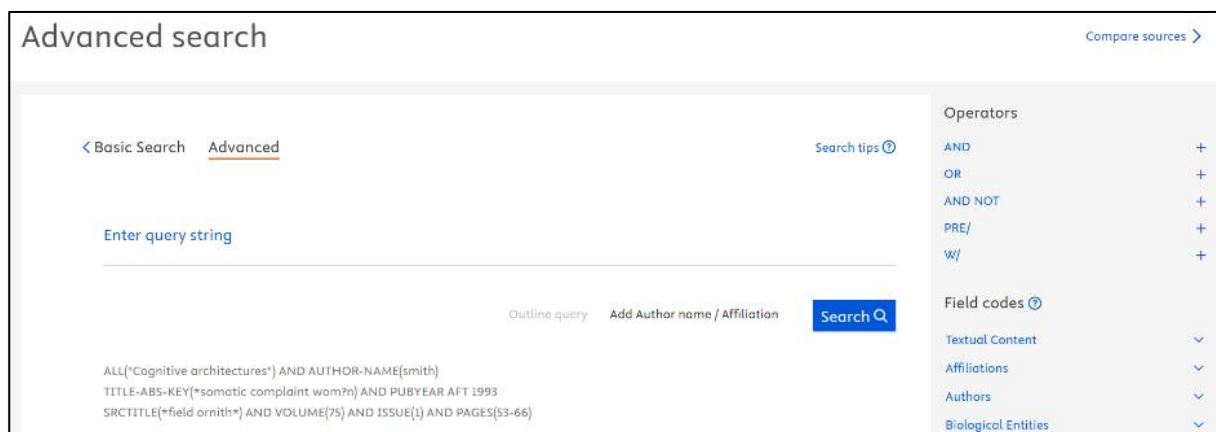
2: Abychom získali přesnější data, využili jsme tzv. rozšířené vyhledávání (obrázek 1). Pro něj jsme použili kombinaci klíčových slov, z nichž jsme pomocí booleovského operátoru⁶ vytvořili vyhledávací řetězec. Využili jsme tři logické operátory: *AND* (vyžaduje všechna klíčová slova), *OR* (vyžaduje alespoň jedno z klíčových slov) a *NOT* (vylučuje klíčová slova z výsledků). Pro upřesnění vyhledávání a pro pokrytí singuláru a plurálu bylo využito zástupné znaménko * (hvězdička jako horní index)

⁴ Scopus (25. března 2025): „Scopus data crosses the 100 million item threshold“ (blog.scopus.com/100-million-reasons-to-trust-scopus/).

⁵ Většina odborných časopiseckých textů je dnes v anglickém jazyce a i texty, které v angličtině nejsou, mají obvykle anglicky psaný abstrakt včetně klíčových slov.

⁶ Booleovský operátor je logický symbol (např. *AND*, *OR*, *NOT*), který propojuje nebo modifikuje klíčová slova ve vyhledávacích dotazech tak, aby se rozšířily nebo zúžily výsledky vyhledávání podle logických podmínek.

umožňující nahrazení slova nebo znaku. V našem případě se jednalo o *VEHICLE** (zahrnuje slova „vehicle“ i „vehicles“) a *TRANSPORT** (zahrnuje slova „transport“ i „transportation“).



Zdroj: print screen z databáze Scopus

Obrázek 1: Rozšířená vyhledávací funkce v databázi SCOPUS

3: Pro vyhledávání jsme využili příkaz *TITLE-ABS-KEY (hydrogen AND vehicle*) OR TITLE-ABS-KEY (fuel cell vehicle*) OR TITLE-ABS-KEY (hydrogen AND mobility) OR TITLE-ABS-KEY (hydrogen in mobility) OR TITLE-ABS-KEY (hydrogen in transport*)*.

Protože tento příkaz generoval příliš mnoho výsledků, museli jsme zúžit vyhledávání.

4: Pro zúžení jsme využili tři parametry nejlépe odpovídající cílům výzkumu, a to „čas“, „charakter textu“ a „jazyk“.

ČAS – Výzkumné období jsme zúžili na periodu let 2000 až 2025. Vzhledem k tomu, že chceme analyzovat, čím se (ne)zabývá současný výzkum, považujeme období před rokem 2000 za málo relevantní, vypovídající o *současném* směřování výzkumu velmi málo;

CHARAKTER TEXTU – Do korpusu jsme zahrnuli pouze odborné recenzované články. Vyloučili jsme nerecenzované zdroje jako příspěvky z konferencí či postery. Nezahrnuli jsme ani knihy a kapitoly z knih. Ty jsou sice většinou recenzované, nicméně databáze recenzované a nerecenzované knihy nerozlišuje, a tak bychom nebyli schopni zajistit stejnou kvalitu analyzovaných zdrojů.

JAZYK – Korpus jsme zúžili na texty v anglickém jazyce. Než jsme vyloučili neanglicky psané odborné články, ověřili jsme počty anglicky i neanglicky psaných textů v databázi Scopus pro vyhledávací řetězec uvedený v bodech 2 a 3. Podle údajů ze Scopus je v databázi registrováno v daném výzkumném poli 105077 anglicky psaných odborných recenzovaných článků, dalším nejreprezentovanějším jazykem byla francouzština a čínština; francouzsky psaných článků vykazovala databáze 19, čínsky psaných 16. V dalších jazycích to byly nižší počty. Jednoznačná dominance anglicky psaných textů nás vede k závěru, že rozhodnutí omezit korpus na anglicky psané odborné recenzované články výsledek výzkumu nepoškodí.

Při použití výše uvedených zužujících parametrů byl vyhledávací řetězec klíčových slov doplněn takto:

```
AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) AND ( EXCLUDE ( PUBYEAR , 1911 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1912 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1914 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1916 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1917 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1918 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1922 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1924 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1925 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1926 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1927 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1928 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1929 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1930 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1931 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1932 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1934 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1935 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1936 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1937 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1938 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1939 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1940 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1941 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1942 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1943 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1945 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1946 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1947 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1948 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1949 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1950 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1951 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1952 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1953 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1954 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1955 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1956 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1957 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1958 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1959 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1960 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1961 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1962 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1963 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1964 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1965 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1966 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1967 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1968 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1969 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1970 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1971 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1972 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1973 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1974 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1975 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1976 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1977 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1978 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1979 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1980 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1981 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1982 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1983 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1984 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1985 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1986 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1987 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1988 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1989 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1990 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1991 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1992 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1993 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1994 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1995 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1996 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1997 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1998 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 1999 ) OR EXCLUDE ( PUBYEAR , 2026 ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )
```

2.2 Výzkumné metody

Pro získání odpovědí na každou z výzkumných otázek jsme využili kombinaci několika metod. Ty postupně představíme. Pro získání odpovědní na VO 1 jsme využili bibliometrický postup.⁷ Jeho prostřednictvím jsme získali informace o počtu odborných článků registrovaných v databázi a proměnu tohoto počtu v čase, identifikovali jsme časopisy, ve kterých autoři o využití vodíku v dopravě nejčastěji publikují, obory, do kterých jsou publikované texty řazeny (do kterých autoři svůj text řadí, neboť obor článku určují autoři při zasílání textů do recenzních řízení, nikoliv samotná

⁷ Bibliometrie je obor knihovnictví a informační vědy, který využívá matematické a statistické metody k popisu, hodnocení a předpovídání současného stavu a trendů ve vědě a technologii na základě počtu různých charakteristik literatury (Secinaro et al. 2020, Zupic a Čater 2014).

databáze), a zemi původu autorů (ta je určována samotnými autory, resp. je dána institucionální afilací autora). U otázky absolutního počtu článků zabývajících se využitím vodíku v dopravě registrovaných v databázi se musíme krátce zastavit. Je třeba uvést, že časopisy do databáze postupně přibývají, a to tehdy, podají-li žádost o registraci (musejí splňovat konkrétní podmínky) a je-li schválena. Přibýváním časopisů dochází i k růstu počtu článků. Databáze Scopus časopisům ale umožňuje, aby po vstupu do databáze zaregistrovaly i články ze starších vydání, tj. publikovaných před vstupem do databáze. Nárůst počtu článků v databázi zabývajících se využitím vodíku v dopravě tak není dán pouhým nárůstem počtu registrovaných časopisů v databázi Scopus, ale odpovídá skutečnému absolutnímu nárůstu zájmu.

Pro získání odpovědí na VO 2 jsme využili reflexivní tematickou analýzu. Tento typ analýzy potřebuje korpus textových dat, z nichž badatelé konsolidovanými postupy (viz níže) zjišťují, jaká témata se v korpusu objevují a jaké jsou jejich vzájemné vztahy. Témata, jejich shluky a vazby pak zaznamenávají do tzv. tematického stromu. Tematický strom pomáhá přehledně organizovat opakující se vzorce vztahů a témat a poskytuje přehlednou a srozumitelnou strukturu dat pomáhající pochopit vztahy mezi různými koncepty a tématy. Cílem strom *není odhalit frekvenci výskytu témat, ale jejich výskyt vůbec a jejich vzájemné vztahy*, které mezi nimi výzkumníci ve svých textech vidí, resp. vybudovali. Textový korpus pro reflexivní tematickou analýzu tvořily nadpisy 200 článků,⁸ které databáze podle vyhledávacího klíče a s použitím filtru „relevance“ určila jako nejrelevantnější pro oblast „využití vodíku v dopravě“. Rozhodnutí omezit korpus na 200 nejrelevantnějších článků bylo do určité míry arbitrární (a kapacitní), je nicméně jasné, že dle vyhledávacího algoritmu postupně relevance textů vis-à-vis vyhledávacím kritériím klesá.

Pro získání odpovědí na VO 3 jsme využili frekvenční analýzu. Frekvence výskytu odhaluje, jakým tématům – která jsou reprezentována slovy a slovními spojeními – věnují badatelé největší pozornost. Pro analýzu a vizualizaci jsme použili generátor tzv. cloudových slov. V případě analýzy pomocí slovního cloudu, čím vyšší frekvence výskytu slova, tím větší je slovo ve vizualizaci (barva, případně font nehrají roli). Textový korpus pro frekvenční analýzu jsme vytvořili podobným způsobem. Pro tuto analýzu jsme vytvořili dva korpusy lišící se počtem nadpisů. První textový korpus zahrnoval nadpisy 50 nejrelevantnějších textů a druhý korpus pak nadpisy 100 nejrelevantnějších textů. Využití většího počtu nadpisů a rozsáhlejšího textového korpusu bylo kontraproduktivní, neboť při vizualizaci výsledků vznikala nepřehledná sdělení.

⁸ Původní plán byl vytvořit korpus dat i z abstraktů článků, ukázalo se ale, že část článků nemá abstrakty, což nás vedlo k omezení korpusů jen na nadpisy.

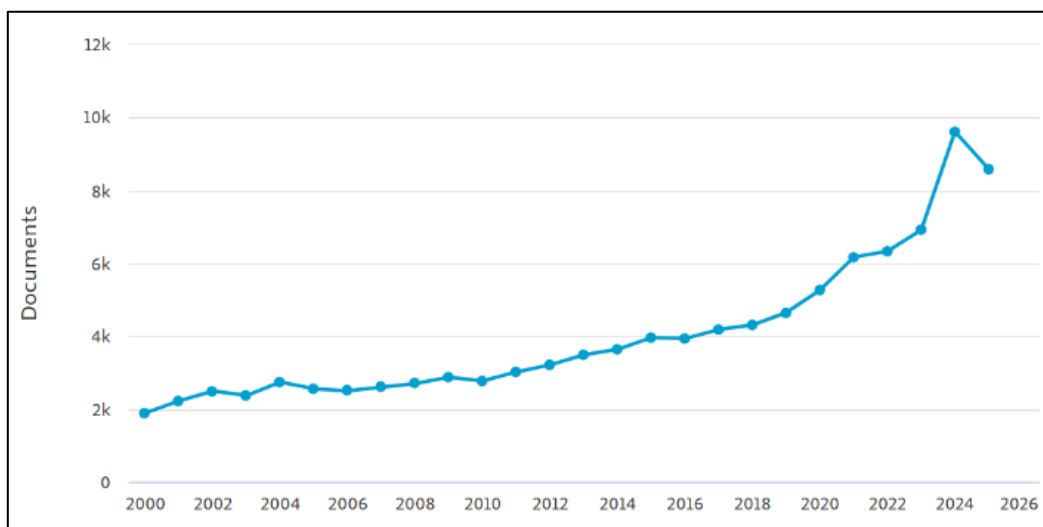
3 VO 1: Výsledky analýzy a jejich interpretace

První výzkumnou otázku „Jaké jsou hlavní rysy odborné literatury zabývající se využitím vodíku v dopravě?“ jsme rozdělili do dílčích podotázek, každé z nich se věnujeme samostatně a výsledky uvádíme postupně.

Jak roste intenzita výzkumu v oblasti „využití vodíku v dopravě“: Ve zkoumaném období (1. leden 2000 až 10. září 2025) uvádí databáze Scopus pro vybrané výzkumné pole 105077 odborných recenzovaných článků. Vývoj jejich počtu ukazuje graf na Obrázku 2, který od roku 2000 indikuje jejich nepřetržitý růst. Jak jsme uvedli výše, nárůst počtu článků souvisí se vstupem nových časopisů do databáze, nicméně vzhledem k tomu, že databáze umožňuje časopisům nahrát do databáze i starší články, tak absolutní trajektorie růstu indikuje nárůst zájmu, nikoliv aby odrážela jen přibývání časopisů. Za období roku 2025 je výsledek nižší, což je ale dáno tím, že data byla získána k 10. září, nikoliv za celý rok 2025. Růst pozornosti věnované využití vodíku v dopravě lze doložit i dalším údajem; v korpusu 200 nejrelevantnějších článků pochází 164 (tj. 72 %) z období 2016 až 2025 a pouze 34 textů (28 %) bylo publikováno v období 2000-2016 (Obrázek 3). Výsledek – tedy setrvalý nárůst počtu článků – není překvapivý; odpovídá politicko-ekonomické a společenské realitě v zemích EU, v Číně i v Severní Americe. V těchto regionech roste politická podpora bezemisní budoucnosti⁹ vyžadující energetickou transformaci a budování bezemisní dopravy. Využití obnovitelného či nízkoemisního vodíku je jednou z možných cest. Výsledkem politiky podporující bezemisní budoucnost i rostoucího společenského a tržního zájmu o bezemisní produkty a služby jsou mj. zvýšené investice do vybraných oblastí výzkumu. Nové směry výzkumu vztahující se k energetické transformaci navíc – minimálně v prostoru EU – rámují povinné cíle, jichž musejí státy dosáhnout v oblasti snížení emisí (srovnej např. směrnici RED 3 či nařízení AFIR). V některých zemích (příkladem je Česko) byla dokonce v rámci státní podpory výzkumu zastavena možnost žádat o podporu výzkumu v oblasti využití fosilních paliv v dopravě a průmyslu a současně vznikají speciální grantové výzvy pro výzkum cílící na rozvoj bezemisní dopravy a průmyslu.¹⁰

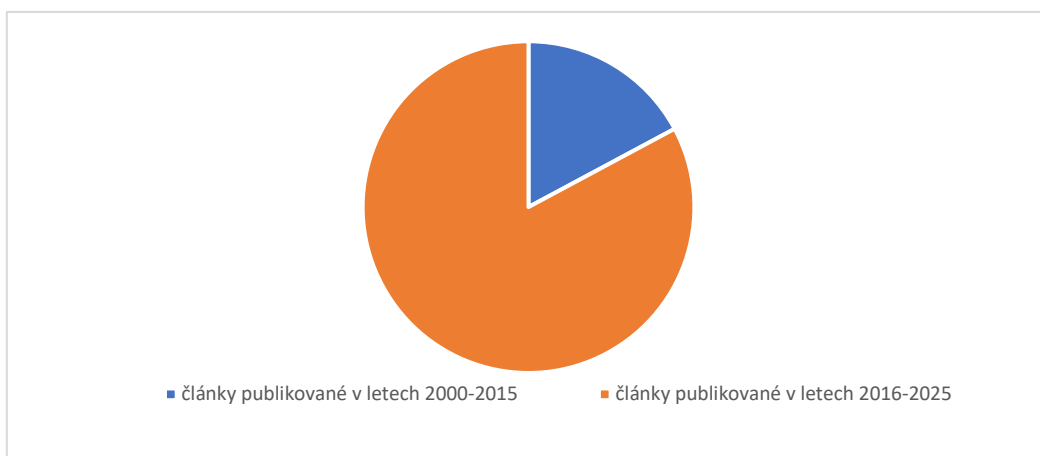
⁹ V USA po nástupu administrativy D. Trumpa (leden 2025) politická podpora energetické transformace a budování bezemisní budoucnosti zatím stagnuje. Trumpova administrativa zastavila některé programy podpory původně vytvořené Inflation Reconstruction Act administrativou J. Bidena, byly sníženy rozpočty programů podpory projektů pro snižování emisí (v červenci 2025 byl schválen *One Big Beautiful Bill Act* (OBBBA)) a zásadním přerodem prochází systém podpory vědy a výzkumu. Jaký efekt budou mít tato opatření na výzkum využití vodíku v dopravě, ukážou teprve následující roky.

¹⁰ Srovnej např. výzvy TAČR v programu Doprava 2030 (tacr.gov.cz/program/doprava-2030/).



Zdroj i vizualizace: databáze Scopus

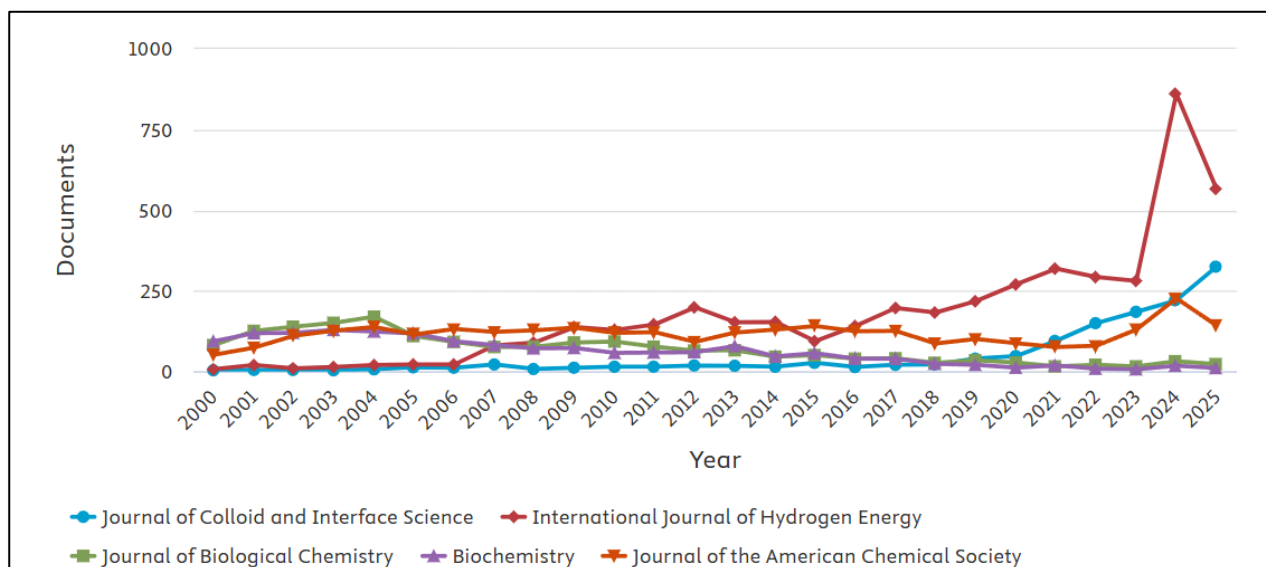
Obrázek 2: Vývoj počtu recenzovaných odborných článků v tematickém poli „využití vodíku v dopravě“ v databázi Scopus (leden 2000-září 2025)



Zdroj: databáze Scopus, vizualizace autorka

Obrázek 3: Podíl článků publikovaných v poslední dekádě (leden 2016 až září 2025) na korpusu 200 nejrelevantnějších článků

Kde autoři publikují: Cílem této otázky je zjistit, které časopisy nejčastěji otiskují články o využití vodíku v dopravě. Následně pak můžeme analyzovat dané časopisy, zejména kdo a kde je vydává či s jakým cílem. Zjištění ohledně časopisů je samozřejmě limitováno tím, které časopisy databáze zahrnuje. V době psaní tohoto textu (listopad 2025) uváděla databáze Scopus, že zahrnuje více než 40 tisíc recenzovaných časopisů. Toto číslo lze považovat za dostatečný zdroj dat. Pomocí filtrů databáze Scopus jsme vygenerovali graf ukazující vývoj počtu článků zabývajících se využitím vodíku v dopravě v pěti nejfrekventovanějších časopisech v období leden 2000 až září 2025 (Obrázek 4). Celková čísla pro jednotlivé časopisy za výzkumné období uvádíme v Tabulce 1.



Zdroj i vizualizace: databáze Scopus

Obrázek 4: Časopisy nejčastěji publikující o využití vodíku v dopravě podle databáze Scopus (období leden 2000 až září 2025) a počet článků publikovaných v jednotlivých časopisech

Z grafu i tabulky vidíme, že časopisem, kde byl dosud publikován největší počet textů z oblasti využití vodíku v dopravě, je *International Journal of Hydrogen Energy*. Časopis vydává nakladatelství Elsevier a podle jeho webových stránek je záměrem časopisu: „covering all aspects of Hydrogen Energy, including production, storage, transmission, utilization, enabling technologies, environmental impact, economic and international aspects of hydrogen and hydrogen carriers such as NH₃, CH₄, alcohols, etc. The utilization includes thermochemical (combustion), photochemical, electrochemical (fuel cells) and nuclear conversion of hydrogen, hydrogen isotopes and/or hydrogen carriers to thermal, mechanical and electrical energies, and their applications in transportation (including aerospace), industrial, commercial and residential sectors.“ Jedná se o časopis, který je v databázi Scopus dlouhodobě zařazen v tzv. prvním kvartilu. Je také součástí tzv. core collection WoS a i zde je v prvním kvartilu. Od roku 1999 je nepřetržitě v prvním kvartilu v oborech „fuel technology“ a „energy engineering and power technology“.¹¹ K uvedenému časopisu je nutné poznamenat, že narůstající zájem o využití vodíku a rozvoj vodíkových technologií vedl k prudkému nárůstu článků publikovaných v časopise, tj. nejen k článkům týkajícím se využití vodíku v dopravě. Zatímco v roce 2000 uveřejnil časopis 126 článků, v roce 2024 to bylo 790 článků (!).¹² I při tomto počtu článků se ale časopisu daří udržovat dostatečnou citovanost, takže zůstává v prvním, a to v Scopus i WoS.

¹¹ Zdrojem těchto údajů je SJR, Scimago and Journal Ranking (www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26991&tip=sid).

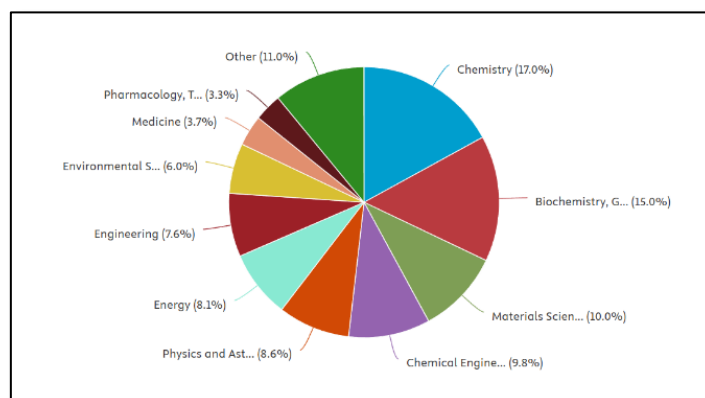
¹² Tamtéž.

Tabulka 1: Deset časopisů nejčastěji publikujících o využití vodíku v dopravě (období leden 2000 až září 2025)

Název časopisu	Počet článků
International Journal of Hydrogen Energy	4628
Journal of the American Chemical Society	3045
Journal of Biological Chemistry	1790
Biochemistry	1586
Journal of Colloid and Interface Science	1322
Journal of Membrane Science	1111
Environmental Science and Technology	1092
Nature Communications	1053
Proceedings of the National Academy of Science of the USA	976
PLOS One	917

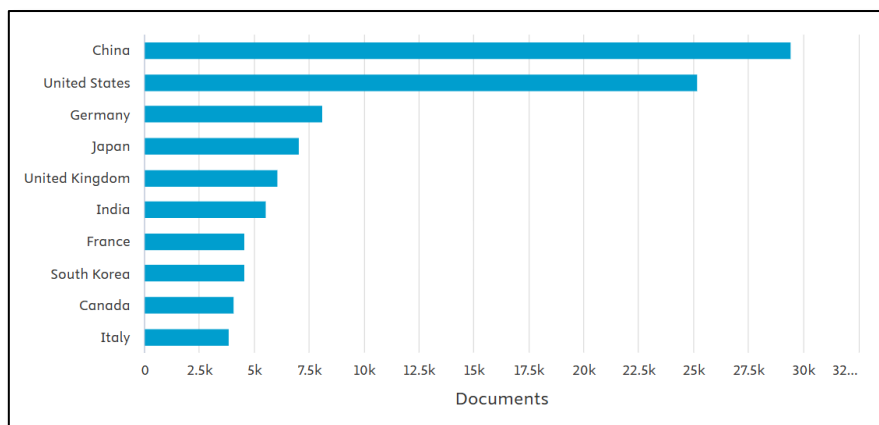
Zdroj: databáze Scopus

Ke kterým oborům se stávající výzkum hlásí: Filtry databáze Scopus nám také umožnily vygenerovat graf (Obrázek 5) zaznamenávající podíl jednotlivých oborů, ke kterým autoři přihlásili publikované články. Obor/y, k nimž článek přísluší, vybírá autor při zaslání textu do recenzního řízení. Uvažovat o těchto datech lze i v kombinaci s informacemi, které máme o časopisech, kde byl dosud publikován největší počet textů z oblasti využití vodíku v dopravě. Získaná data (Obrázek 4 a Tabulka 1) indikují, že výzkum využití vodíku v dopravě se objevuje v několika disciplínách a neomezuje se ani na technické, ani přírodní vědy. Některé časopisy – např. již zmíněný International Journal of Hydrogen Energy – jsou interdisciplinární a publikují texty sdílející vědění napříč obory a hlásící se k různým oborům včetně sociálních věd.

*Zdroj i vizualizace: databáze Scopus***Obrázek 5: Oborová příslušnost recenzovaných akademických článků v databázi Scopus (období leden 2000 až září 2025)**

Odkud pocházejí publikující autoři: Poslední otázka se zabývá lokalizací výzkumu a jejím cílem je identifikovat, kde (země) najdeme největší počet autorů zabývajících se využitím vodíku v dopravě. Údaje o teritoriální příslušnosti autorů (nejde o občanství, ale o příslušnost k vědecké instituci v konkrétní zemi) jsme zjišťovali pomocí databáze Scopus, která je čerpá od samotných autorů. Autoři při přihlašování článků do recenzního řízení deklarují svoji institucionální příslušnost

v době psaní, resp. publikování textu. Následující graf (Obrázek 6) ukazuje, že nejčastěji je zemí původu autorů Čína, dále pak USA, Německo a Japonsko. Nejjednodušší by bylo vysvětlit převahu autorů z Číny (z čínských institucí) počtem obyvatel Číny, která s 1,43 miliardy obyvatel byla dlouhodobě nejlidnatější zemí světa. Pokud by počet obyvatel koreloval s počtem autorů, pak by to ale znamenalo, že stejný počet autorů by měl být z Indie (v roce 2023 měla téměř 1,43 miliardy obyvatel) a čtvrtý největší počet autorů z Indonésie (v roce 2023 měla 0,28 miliardy obyvatel).¹³ Teritoriální reprezentace autorů tedy nekoreluje s počtem obyvatel konkrétního státu, vypovídá spíše o zájmu o dané téma v konkrétní zemi. Ten vychází z politického, ekonomického a společenského kontextu a zájmu a z příležitostí získat finanční podporu pro výzkum. Převaha čínských autorů nepochybně souvisí s rozvojem vodíkové ekonomiky vč. mobility v Číně; statistiky i zprávy renomovaných institucí jako Global Hydrogen Reviews IEA dokumentují, že zatímco v mnoha státech světa vodíková ekonomika stagnuje, v Číně raketově roste objem vyrobeného vodíku, počet vozidel s palivovým článkem i počet plnicích stanic. Vysoký počet autorů z USA, Německa a Japonska lze vysvětlit obdobně, a to politicko-ekonomickým zájmem a kontextem. V Německu, Japonsku i USA (před nástupem Trumpovy administrativy v roce 2025) byla pro výzkum přinášející poznatky pro snižování emisí, specificky pak pro využití obnovitelného vodíku, vytvořena zvláštní grantová schémata¹⁴ a v politice uvedených zemí bylo možné dlouhodobě sledovat silnou podporu rozvoje využití vodíku v ekonomice a průmyslu.¹⁵



Zdroj: databáze Scopus

Obrázek 6: Teritoriální afilace autorů v korpusu článků o využití vodíku v dopravě podle databáze Scopus (období leden 2000 až září 2025)

¹³ UN Population Fund (www.unfpa.org/8billion).

¹⁴ Spolkové ministerstvo výzkumu, technologií a kosmonautiky (www.wasserstoff-leitprojekte.de); Federální ministerstvo energetiky (www.hydrogen.energy.gov/library/funding-opportunities).

¹⁵ Za zmínku stojí např., že na začátku června 2025 německé Ministerstvo hospodářství a energetiky otevřelo veřejné připomínkové řízení pro návrh novelizace Zákona o urychlení rozvoje vodíku (Wasserstoffbeschleunigungsgesetz). Cílem novelizace je podpora rozvoje vodíkové ekonomiky, zejména pomocí zrychlení schvalování projektů na výrobu nebo dovoz obnovitelného vodíku a jeho derivátů, jakož i související infrastruktury. Přelomovým momentem návrhu je zrovnoprávnění „obnovitelného vodíku“ a „klimaticky neutrálně vyrobeného vodíku“.

Zajímavým doplněním dat shromážděných k první výzkumné otázce je parametr „citovanost článků“ z oblasti využití vodíku v dopravě. Pokud se zaměříme na korpus 200 nejrelevantnějších článků, pak nejcitovanějším je článek Ball, M. a Weeda, M. z roku 2015 publikovaný v International Journal of Hydrogen Energy „The hydrogen economy – Vision or reality?“. K datu 17. září 2025 uváděla databáze Scopus 556 citací v textech registrovaných v databázi Scopus či WoS. Na počet citací má samozřejmě vliv faktor času – starší texty mají větší šanci nasbírat citace. Nicméně čas není absolutním kritériem, neboť mnoho starších textů má menší počet citací. Zde můžeme zmínit – pro srovnání – i druhý text s nejvyšším počtem citací v korpusu 200 nejrelevantnějších článků; jedná se o článek Feiderhoff, M. et al z roku 2007 z časopisu Physical Chemistry, Chemical Physics „Hydrogen storage: The remaining scientific and technological challenges“ s počtem 485 (starší text mající méně citací). Pokud celý korpus článků, které databáze Scopus identifikovala jako patřící do oblasti „využití vodíku v dopravě“, seřadíme podle parametru citovanosti, pak vítězem je článek s počtem citací nad 3 tisíce (srovnej Tabulku 2). Nejrelevantnější články tedy nepatří k nejcitovanějším a současně můžeme vidět i velký číselný rozdíl, kdy článek nacházející se na žabříčku nejrelevantnějších na 53. místě má 556 citací (nejcitovanější z „korpusu 200“) a nejcitovanější článek podle parametru citovanost dosahuje citací více než 3000.

Tabulka 2: Počet citací u tří nejrelevantnějších článků a u tří nejcitovanějších článků podle databáze Scopus (údaje staženy k datu 17. 9. 2025)

Článek	Počet citací	Článek	Počet citací
Ball, M. a Weeda, M. (2015): The hydrogen economy – Vision or reality? In: International Journal of Hydrogen Energy 40(25), s. 7903-7919.	556	Niu, P. et al (2012): Graphene-like carbon nitride nanosheets for improved photocatalytic activities. In: Advanced Functional Materials 22(22), s. 4763-4770.	3391
Feiderhoff, M. et al (2007): Hydrogen storage: The remaining scientific and technological challenges. In: Physical Chemistry, Chemical Physics 9(21), s. 2643-2653.	485	Hummer, G. et al (2001): Water conduction through the hydrophobic channel of a carbon nanotube. In: Nature 414(6860), s. 188-190.	3313
Ajanovic, A. a Haas, R. (2021): Prospects and impediments for hydrogen and fuel cell vehicles in the transport sector. In: International Journal of Hydrogen Energy 46(16), s. 10014-10058.	300	Lukowski, M.A. et al (2013): Enhanced hydrogen evolution catalysis from chemically exfoliated metallic MoS ₂ nanosheets. In: Journal of the American Chemical Society 135(28), s. 10274-10277.	3159

4 VO 2: Výsledky analýzy a jejich interpretace

Záměrem druhé výzkumné otázky „Jaká témata se vyskytují v odborné literatuře zkoumající využití vodíku v dopravě“ je zmapovat výskyt témat v oblasti výzkumu využití vodíku v dopravě. To nám následně umožní identifikovat niky a prázdná místa v toto výzkumném poli. Metodologicky lze výskyt témat zkoumat různými způsoby; zde jsme zvolili reflexivní tematickou analýzu (Braun a Clarke 2006, 2022, Ahmed et al 2025). Jejím cílem je systematická identifikace, analýza a popis opakujících se vzorců a témat v korpusu dat s cílem pochopit jejich význam a vzájemné vztahy (Braun a Clarke 2022). Ty jsou nejčastěji zaznamenávány graficky do tzv. tematického stromu. Reflexivní tematická analýza zahrnuje postupy jako první a druhé čtení, zaznamenávání témat a jejich vztahů, kódování, nové čtení a úpravu kódů.

Pro samotné zpracování textu do tematického stromu jsme využili tzv. codebookový přístup. Postupuje-li badatel touto cestou, pak pročítá korpus ve dvojím čtení: při prvním čtení badatel vytváří strukturovaný zápis klíčových slov, který následně využívá k vytváření kódů. Ve druhém čtení pak badatel kontroluje zapsaná klíčová slova a ověřuje, zda obsah korpusu potvrzuje jejich předchozí přiřazení k vytvořeným kódům. Ve druhém a třetím čtení pak autor zaznamenává také vztahy mezi kódy. Kódy a témata jsme konceptualizovali na základě předchozích znalostí vodíkové mobility. Vzhledem k odbornému obsahu kódovaných textů jsme se mohli spolehnout na maximální faktické funkce kódování, neboť v textech zabývajících se využitím vodíku v dopravě nejsou přítomny ani skryté významy, ani sdělení tzv. mezi řádky či dvojí významy slov. Centrálním bodem tematického stromu (Obrázek 7) je „vyžití vodíku v dopravě“, z centrálního bodu pak vycházejí jednotlivé větve a následně podvětví témat tak, jak jsme je vygenerovali v průběhu trojího čtení korpusu (podrobněji k metodologii např. Ahmed et al 2025), ve druhém čtení jsme pak od obecnějších kategorií postupovali ke konkrétním klíčovým slovům. Úrovně témat jsme odlišili graficky silou čáry rámečku a barvou jeho výplně. Jednotlivé kategorie jsou si významově rovné, tj. pořadí, v jakém jsme uvedli kategorie (bílé rámečky) témat a subtemat (šedivé rámečky) v tematickém stromu, *neurčuje* nadřazenost/podřazenost, resp. význam či frekvenci výskytu kategorií a témat.

Výsledky reflexivní tematické analýzy

Korpusem pro reflexivní tematickou analýzu byly nadpisy 200 nejrelevantnějších článků, které filtry databáze Scopus identifikovaly pro pole „vyžití vodíku v dopravě“. Při pročítání korpusu a tvorbě tematického stromu jsme identifikovali 15 skupin hlavních témat (viz Obrázek 7).



V průběhu zpracování korpusu 200 nejrelevantnějších článků v oblasti „využití vodíku v dopravě“ upoutalo naši pozornost zaměření článků na některé země a lokality, které se ve vodíkových diskusích zpravidla neobjevují. Jednalo se např. o Chorvatsko či Řecko. Proto jsme nad rámec původního záměru využili korpus 200 nejrelevantnějších článků a udělali frekvenční analýzu zkoumaných lokalit. Pro vizualizaci jsme využili slovní mrak (Obrázek 8).¹⁶ Zjistili jsme, že z 200 nejrelevantnějších textů bylo 49 článků spojeno s výzkumem konkrétního teritoria. V korpusu se nejčastěji vyskytovala Itálie (8x), případně konkrétní italský region, 7 článků se zabývalo vodíkovou mobilitou v Evropě/EU a 6 článků v Německu (či v konkrétním německém regionu/spolkové zemi). Za pozornost stojí, že i když z dat shromážděných k VO1 vidíme, že mezi autory článků dominují autoři z Číny, vodíková mobilita v Číně byla námětem pouze dvou článků. Pokud pročítáme korpus, vidíme, že čínští autoři se zabývají technologiemi či chemicko-technologickými otázkami, v jejich výzkumu teritorialita nehraje žádnou roli. Příkladem je text „Determination of trace organic chlorides in hydrogen for fuel cell vehicles by gas chromatography coupled with ion mobility spectrometry“, který jsme zmínili již výše.¹⁷ V případě Číny lze navíc vyzorovat rozdíl ve výskytu zmínek o Číně (ty se vyskytují často a v různých souvislostech – viz tematický strom), a skutečnost, že text byl věnován vodíkové mobilitě v Číně. Zatímco textů, které v nějaké souvislosti zmiňují význam Číny v segmentu vznikající vodíkové dopravy, je celá řada, textů zabývajících se specificky Čínou a vývoje vodíkové dopravy v samotné Číně je minimum. Závěrem je třeba ještě zmínit, že v korpusu se objevovaly i státy, které se ve vodíkovém diskurzu dosud neobjevovaly, nebo velmi málo; např. Polsko (3 články) a Katar (2 články).



Zdroj: databáze Scopus, zpracování autorka pomocí WordClouds.com

Obrázek 8: Zkoumané lokality a frekvence jejich výskytu v korpusu nadpisů 200 nejrelevantnějších textů (rok 2000 až září 2025)

¹⁶ Význam v této formě vizualizace hraje pouze velikost písma (slova), brava či font jsou využity pro odlišení slov, nevyjadřují žádný obsah.

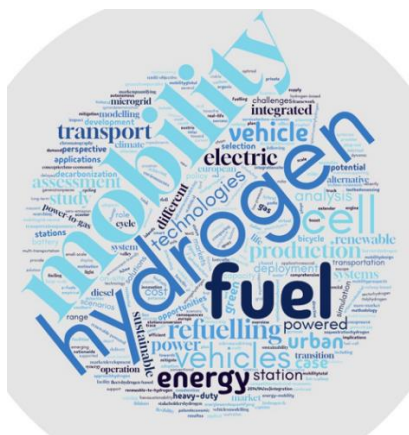
¹⁷ analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jssc.202200156

5 VO 3: Výsledky analýzy a jejich interpretace

Třetí otázka „jak často se konkrétní témata objevují?“ chce zmapovat frekvenci témat ve výzkumu využití vodíku v dopravě. To nám následně umožní identifikovat nejvíce pokryté oblasti výzkumu a současně i niky a prázdná místa ve výzkumu. Metodologicky lze výskyt témat a jejich frekvenci zkoumat různými způsoby; zde jsme zvolili frekvenční analýzu. Pro frekvenční analýzu jsme využili generátor slovních mraků. Korpusem byly zaprvé nadpisy 30 a zadruhé 100 nejrelevantnějších článků.¹⁸ Jak jsme zmínili již výše, původně jsme plánovali provést frekvenční analýzu i u abstraktů těchto článků, nicméně ne všechny časopisy vyžadují, a tedy publikují abstrakty. Do korpusu bychom tak zahrnuli jen některé abstrakty, což by změnilo výsledek analýzy nereprezentativním výskytem termínů u článků majících abstrakt. Stejně tak jsme původně uvažovali o širším korpusu, a to 200 nejrelevantnějších článků. Slovní mrak byl ale při takto velkém korpusu nepřehledný a metodologicky se ukázalo jako užitečnější zúžit výzkumný korpus.

Výsledky frekvenční analýzy

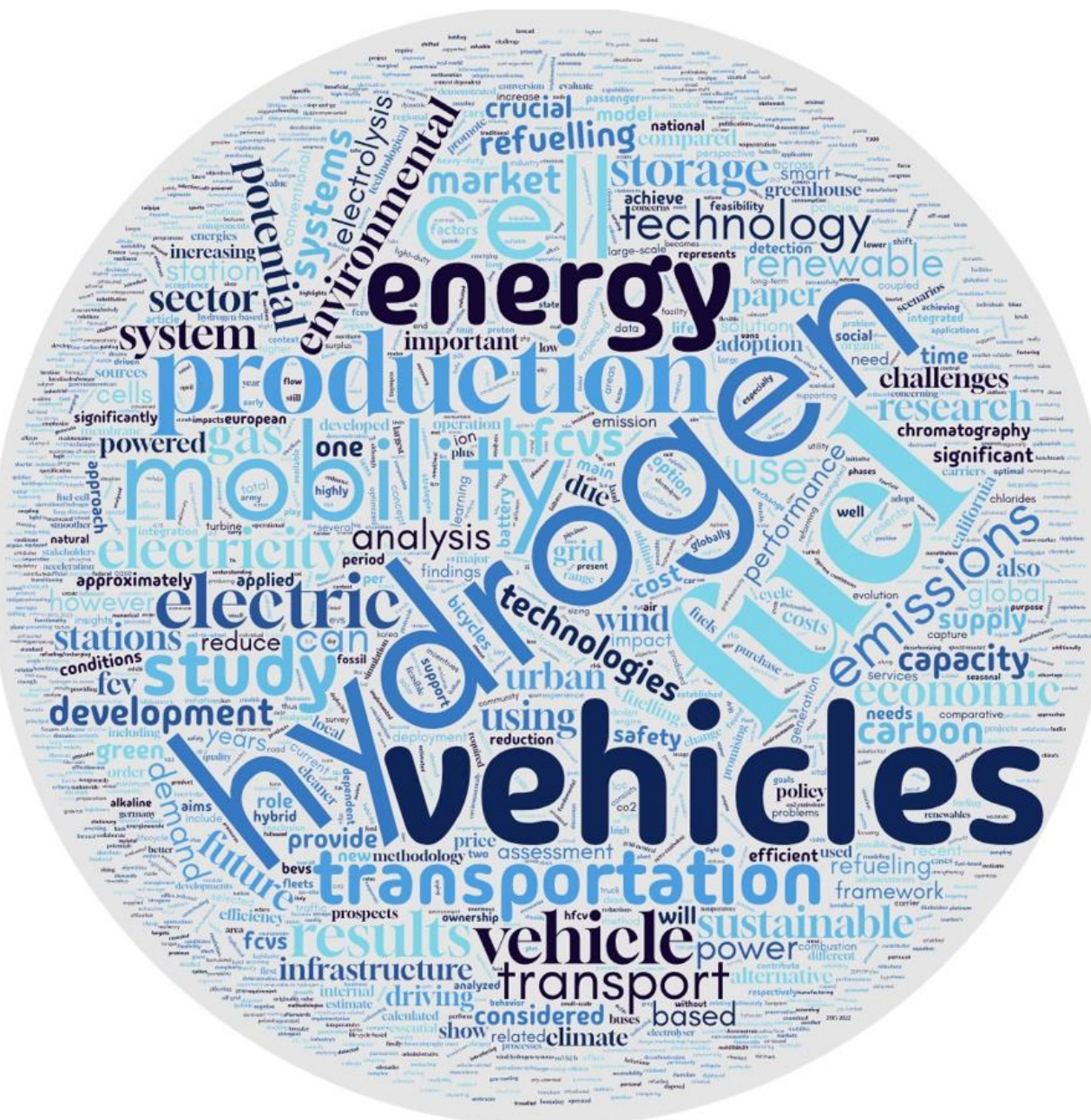
Obrázky 9 a 10 byly vytvořeny pomocí generátoru slovních mraků WordClouds.com. Tento (a další generátory slovních mraků) vizualizuje nejfrekventovanější slova ze zadaného textu a frekvenci výskytu zobrazuje pomocí velikosti písma (viz pozn. 16). Zatímco frekvenční analýza 30 nejrelevantnějších článků neukazuje ještě nic zásadního (Obrázek 9), slovní mrak vygenerovaný z nadpisů 100 nejrelevantnějších textů (Obrázek 10) již poskytuje solidní přehled témat, kterým autoři věnují pozornost. Nepřekvapivě největší zastoupení mají v korpusu termíny jako „hydrogen“, „mobility“ či „vehicles“. Pokud se ale zaměříme na termíny znázorněné jako druhé nejčastěji se vyskytující, pak se jedná o: „storage“, „refuelling“, „emissions“, „sustainable“, „urban“, „infrastructure“, „hfcvs“ a „electrolysis“. Ve skupině třetích nejčastěji se vyskytujících termínů pak najdeme: „bicycle“, „safety“, „wind“, „efficiency“, „gas“ či „hybrid“.



Zdroj: databáze Scopus, zpracováno autorkou pomoci WordClouds.com

Obrázek 9: Slovní mrak vygenerovaný z korpusu nadpisů 30 nejrelevantnějších článků

¹⁸ Jako variant se nabízelo využít korpus nadpisů 200 nejrelevantnějších textů, nicméně korpus byl poté tak velký, že slovní mrak byl přehlcen obsahem a neposkytoval žádné relevantní sdělení.



Zdroj: databáze Scopus, zpracováno autorkou pomocí WordClouds.com

Obrázek 10: Slovní mrak vygenerovaný z korpusu nadpisů 100 nejrelevantnějších článků

6 Závěrem

Výsledky našeho výzkumu ukazují, že vědecký zájem – doloženo počtem recenzovaných odborných článků – o „využití vodíku v dopravě“ raketově roste. Výzkumy v poli využití vodíku v dopravě zdůrazňují potenciál vodíku, resp. vodíkové mobility pro dekarbonizaci dopravy, zejména v odvětví těžké nákladní dopravy, námořní dopravy a letectví. Mezi klíčové oblasti výzkumu v období 2000 až 2025 patřilo snížení nákladů na výrobu vodíku, vývoj účinných palivových článků, rozvoj infrastruktury pro skladování, přepravu a distribuci vodíku a vytvoření vhodných obchodních modelů a politických rámců.

Při podrobnějším pohledu vidíme několik dalších skutečností:

- Přibližně jednu třetinu textů tvoří články zabývající se chemickými reakcemi, určitou specifickou technologií či měřením konkrétního technického, chemického či fyzikálního procesu. Jako příklad takového článku můžeme uvést např. text „Determination of trace organic chlorides in hydrogen for fuel cell vehicles by gas chromatography coupled with ion mobility spectrometry“.¹⁹ Dvě třetiny z článků, které databáze zařadila mezi 200 nejrelevantnějších pro oblast využití vodíku v dopravě, tvořily texty zabývající se jinou oblastí než chemie, fyzika, měření či specifická technologie. Jednalo se o texty zabývající se např. vývojem trhu v oblasti FCEV, prosazení vodíku v dopravě/integraci vodíkových vozidel do sektoru dopravy, chováním spotřebitelů a jejich motivací pro nákup FCEV, budoucí roli vodíkové mobility v energetické tranzici, možností rozvoje vodíkové mobility vč. nezbytné infrastruktury v konkrétní lokalitě či technickoekonomickým modelováním vybraných procesů v oblasti využití vodíku v dopravě. Do této kategorie řadíme např. text „Prospects and impediment for hydrogen and fuel cell vehicles in the transport sector“²⁰.

- Celkem jsme identifikovali 15 kategorií témat (v tematické analýze někdy označovaných jako organizing themes), u některých bylo možno nalézt i několik podkategorií. Mezi některými kategoriemi a podkategoriemi vidíme vzájemné vztahy a opakující se témata. V různých souvislostech je např. zmiňována Čína. Jednalo se o řetězce „FCEV – palivové články – Čína“, „FCEV – materiály – závislost na Číně“, „Globální trendy – Čína“, „Zelená politika – dekarbonizace dopravy – Čína“. Pokud zobecníme zjištění o Číně, pak Čína byla opakovaně zmiňována ve dvou souvislostech: 1) jako modelový příklad rychle se rozvíjejícího a efektivního trhu s FCEV různých kategorií včetně vodíkových vlaků a heavy-duty, a 2) jako „vodíková kukačka“, která svým technologickým růstem a expanzí „vytlačuje z hnízda vodíková mláďata“.

- Zatímco nejstarší články v korpusu byly velmi obecné (např. „Energy system aspects of hydrogen as an alternative fuel in transport“/2006²¹, „Hydrogen fuel: Opportunities and barriers“/2009²²),

¹⁹ analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jssc.202200156

²⁰ Jedná se o třetí nejrelevantnější text: Ajanovic A. a R. Haas (2021): Prospects and impediments for hydrogen and fuel cell vehicles in the transport sector, *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(16), s. 10049-10058, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.03.122>.

²¹ Ramesohl S. a F. Merten (2006): Energy system aspects of hydrogen as an alternative fuel in transport, *Energy Policy*, 34(11), s. 1251-1259, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.12.018>.

²² Kumar, P., Britter, R., a Gupta, N. (2009): Hydrogen Fuel: Opportunities and Barriers. *ASME. J. Fuel Cell Sci. Technol.*, 6(2), s. 021009, <https://doi.org/10.1115/1.3005384>.

novější či současné texty už byly tematicky vyhraněné (např. „Design of a solar hydrogen refuelling station following the development of the first Croatian fuel cell powered bicycle to boost hydrogen urban mobility“/2019).

Z tematického stromu i slovních mraků je zřejmé, kterým tématům a jak intenzivně je věnována pozornost. To nabízí dalším badatelům možnost konfrontovat své výzkumné záměry s realitou. Cílem této studie nebyla detailní literární rešerše dostupných informací k jednotlivým tématům uvedeným v tematickém stromu, to není možné ani z časového hlediska, ani z důvodu věcného vzhledem k široké odborné roztržitosti.

Závěrem svého výzkumu každý badatel uvažuje o budoucích výzkumných výzvách. Ve výzkumném poli „využití vodíku v dopravě“ je jednoznačně budoucí výzvou lokalizovat témata tohoto výzkumného pole, tj. zjistit, jaká témata se zkoumají v EU, jaká v Číně atd. To by totiž mnohem lépe ukázalo, kam jednotlivé regiony, státy a epistémická společenství vědců směřují, co je zajímavé, co považují za důležité a kde očekávají komercializaci výzkumu v inovacích na trhu. K získání odpovědi nám však může jen obtížně sloužit databáze Scopus, resp. jakákoliv databáze odborných recenzovaných časopisů, neboť vědecké týmy jsou mnohdy mnohonárodní a multiinstitucionální. Jediným způsobem, jak bychom mohli alespoň částečně nahlédnout do regionálních specifik a preferencí ve výzkumu využití vodíku v dopravě, je prozkoumání grantových výzev a podpořených grantů. Prozkoumat toto téma by vyžadovalo screening mnoha grantových systémů mnoha zemí, což bylo mimo kapacitní i rozsahové možnosti tohoto textu.

Nicméně i přes širokou škálu řešených témat diskutovaných v této studii stále zůstává prostor pro výzkum využití vodíku v dopravě a to jak v technických tématech, tak zejména v případě jejich aplikace do praxe v podmínkách České republiky, přičemž technickoekonomická témata jsou pro Českou republiku velmi specifická a přenositelnost výsledků ze zahraničí v podstatě není možná (např. rozvoj infrastruktury pro skladování, přepravu a distribuci vodíku, modelování nákladů na výrobu vodíku resp. celý cyklus vodíkového hospodářství).

7 Zdroje

- Barry, E.S., Merkebu, J. & Varpio, L. (2022): State-of-the-art literature review methodology: A six-step approach for knowledge synthesis. *Perspect Med Educ*, 11, s. 281–288, <https://doi.org/10.1007/s40037-022-00725-9>.
- Braun V., Clarke V. (2006): Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), s. 77–101, <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>.
- Braun, V., & Clarke, V. (2022): Toward good practice in thematic analysis: Avoiding common problems and be(com)ing a *knowing* researcher, *International Journal of Transgender Health*, 24(1), s. 1–6, <https://doi.org/10.1080/26895269.2022.2129597>.
- Calandra D., Wang T., Cane M., Alfiero S. (2023): Management of hydrogen mobility challenges: A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, 410, s. 137305, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137305>.
- Ford, N. (2025): Trump tax bill risks exodus of clean hydrogen investment. *Reuters*, 20. června 2025 (www.reuters.com/business/energy/trump-tax-bill-risks-exodus-clean-hydrogen-investment-2025-06-17/).
- Massaro, M., Dumay, J. a Guthrie, J. (2016): On the Shoulders of Giants: Undertaking a Structured Literature Review in Accounting. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 29, s. 767-801 (<https://doi.org/10.1108/AAAJ-01-2015-1939>).
- Naeem, M., Ozuem, W., Howell, K., & Ranfagni, S. (2023): A Step-by-Step Process of Thematic Analysis to Develop a Conceptual Model in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 22, nestránkováno, <https://doi.org/10.1177/16094069231205789>.
- Pickering, C. a Byrne, J. (2014): The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early-career researchers. *Higher Education Research & Development*, 33(3), s. 534–548 (<https://doi.org/10.1080/07294360.2013.841651>).
- Ravi, S.S. a M. Aziz (2022): Clean hydrogen for mobility – Quo vadis?. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47 (47), s. 20632-20661 (<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.04.158>).
- Rivard, E., Trudeau, M. a Zaghib, K. (2019): Hydrogen Storage for Mobility: A Review. *Materials*, 12(12), s. 1-22 (<https://doi.org/10.3390/ma12121973>).
- Tranfield D., D. Denyer, P. Smart (2003): Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14, s. 207-222 (doi: 10.1111/1467-8551.00375).
- Sai S.R., Azizu M. (2022): Clean hydrogen for mobility – Quo vadis? *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(47), s. 20632-20661, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.04.158>.
- Sirwan K.A., Ribwar A.M., Abdulqadir J. N., Radhwan H.I., Araz Q.A., Barzan M.M., Renas M.K. (2025): Using thematic analysis in qualitative research. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 6, s. 1-6 (<https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2025.100198>).

Zupic, I., a Čater, T. (2014): Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), s. 429-472, (<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>).

8 Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozšířená vyhledávací funkce v databázi SCOPUS	7
Obrázek 2: Vývoj počtu recenzovaných odborných článků v tematickém poli „využití vodíku v dopravě“ v databázi Scopus (leden 2000-září 2025).....	11
Obrázek 3: Podíl článků publikovaných v poslední dekádě (leden 2016 až září 2025) na korpusu 200 nejrelevantnějších článků	11
Obrázek 4: Časopisy nejčastěji publikující o využití vodíku v dopravě podle databáze Scopus (období leden 2000 až září 2025) a počet článků publikovaných v jednotlivých časopisech	12
Obrázek 5: Oborová příslušnost recenzovaných akademických článků v databázi Scopus (období leden 2000 až září 2025)	13
Obrázek 6: Teritoriální afilace autorů v korpusu článků o využití vodíku v dopravě podle databáze Scopus (období leden 2000 až září 2025)	14
Obrázek 7: Tematický strom vygenerovaný analýzou korpusu nadpisů 200 nejrelevantnějších článků	17
Obrázek 8: Zkoumané lokality a frekvence jejich výskytu v korpusu nadpisů 200 nejrelevantnějších textů (rok 2000 až září 2025)	18
Obrázek 9: Slovní mrak vygenerovaný z korpusu nadpisů 30 nejrelevantnějších článků	19
Obrázek 10: Slovní mrak vygenerovaný z korpusu nadpisů 100 nejrelevantnějších článků	20

9 Seznam tabulek

Tabulka 1: Deset časopisů nejčastěji publikujících o využití vodíku v dopravě (období leden 2000 až září 2025).....	13
Tabulka 2: Počet citací u tří nejrelevantnějších článků a u tří nejcitovanějších článků podle databáze Scopus (údaje staženy k datu 17. 9. 2025).....	15