

# VYBRANÉ ASPEKTY VÝROBY A DISTRIBÚCIE VODÍKA NA SLOVENSKU

2021

## OBSAH

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Úvod.....                                                                        | 3  |
| 2. Výroba vodíka .....                                                              | 4  |
| 2.1 Všeobecne .....                                                                 | 4  |
| 2.2 Perspektívy výroby vodíka na Slovensku .....                                    | 5  |
| 3. Potenciál výroby zeleného vodíka v EÚ .....                                      | 6  |
| 4. Potenciál výroby vodíka na Ukrajine a jeho vývoz do EÚ .....                     | 6  |
| 5. Využitie plynárenskej infraštruktúry pre zásobovanie vodíkom.....                | 7  |
| 6. Významné aktuálne medzinárodné iniciatívy v oblasti zásobovania EÚ vodíkom ..... | 8  |
| 7. Riziká a výzvy distribúcie vodíka plynovodmi.....                                | 9  |
| 8. Projekty a štúdie zamerané na primiešavanie vodíka do zemného plynu .....        | 10 |
| Záver.....                                                                          | 14 |
| Zoznam použitej literatúry.....                                                     | 14 |

## 1. Úvod

Vodík je jednou zo základných komodít každej vyspelej ekonomiky. Je východiskovou surovinou pri výrobe amoniaku ( $\text{NH}_3$ ), kyseliny dusičnej ( $\text{HNO}_3$ ), liadku ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), močoviny ( $\text{CON}_2\text{H}_4$ ) a metanolu ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Významnou oblasťou využívania vodíka je petrochemický priemysel, kde je vodík základom hydrogenačných reakcií, podobne ako aj v metalurgickom priemysle. Vodík možno používať aj ako nosič energie<sup>1</sup>.

Využívanie vodíka je jednou z možností, ako prispieť zásadným spôsobom k zmene energetického hospodárstva SR z dôvodov, že vodík:

- je univerzálny nosič energie,
- poskytuje možnosti pre dekarbonizáciu v tých oblastiach, v ktorých je použitie iných uhlíkovo neutrálnych technológií nerealizovateľné alebo ekonomicky neefektívne,
- je možné efektívne využiť ako základnú surovinu v chemickom a petrochemickom priemysle, pri výrobe ocele ako náhradu za koks vyrábaný z čierneho uhlia, ako aj pri výrobe cementu,
- môže byť použitý ako palivo pre pohon dopravných prostriedkov prostredníctvom palivových článkov,
- využíva sa ako nosič energie vo výrobe tepla.

V EÚ sa očakáva rýchly nárast spotreby a využitia vodíka v relevantných oblastiach priemyselných technológií. Vláda SR schválila materiál *Národná vodíková stratégia „Pripravení na budúcnosť“*, kde si vytýčila za cieľ vytvoriť legislatívny rámec a finančné podmienky pre realizáciu vodíkových technológií na Slovensku. Stratégia vytvorí podmienky na to, aby sa SR stala jednou z krajín, v ktorých budú vodíkové technológie súčasťou opatrení na zabezpečenie konkurencieschopnosti s cieľom dosiahnuť uhlíkovo neutrálnu spoločnosť v roku 2050.

Možnosti využívania vodíka ako nosiča energie ponúkajú riešenia na dekarbonizáciu energetiky, priemyselných procesov aj dopravy, respektíve mobility v jej nových formách, a to najmä v prípadoch, kde sú obmedzené možnosti efektívnejšej priamej elektrifikácie.

***Aby využívanie vodíka reálne prispelo k dekarbonizácii priemyselných procesov a nahradilo fosílna palivá v doprave a energetike, musia byť všetky oblasti jeho efektívneho využívania riešené s minimálnymi alebo nulovými emisiami CO<sub>2</sub>. Ide o procesy výroby vodíka, jeho prepravy, skladovania a využitia v koncových technológiách a výrobkoch.***

Podľa národnej vodíkovej stratégie SR na základe spôsobu výroby rozoznávame:

1. Zelený vodík - vodík vyrábaný elektrolýzou vody pomocou elektrolyzéra, kde je napájanie zabezpečené elektrickým prúdom vyrobeným obnoviteľným zdrojmi (slnečná a veterná energia - vetrené turbíny, fotovoltické panely); emisie skleníkových plynov počas celého životného cyklu výroby obnoviteľných energie sa približujú k nule.
2. Sivý vodík - vodík vyrábaný prostredníctvom procesov využívajúcich fosílna palivá ako východiskovú surovinu (zemný plyn, splyňovanie uhlia); emisie skleníkových plynov v priebehu životného cyklu fosílného paliva sú vysoké.
3. Modrý vodík - vodík vyrobený na báze fosílnych palív so zachytávaním CO<sub>2</sub>; emisie skleníkových plynov sú podstatne nižšie ako u sivého vodíka vyrobeného z fosílnych palív.

---

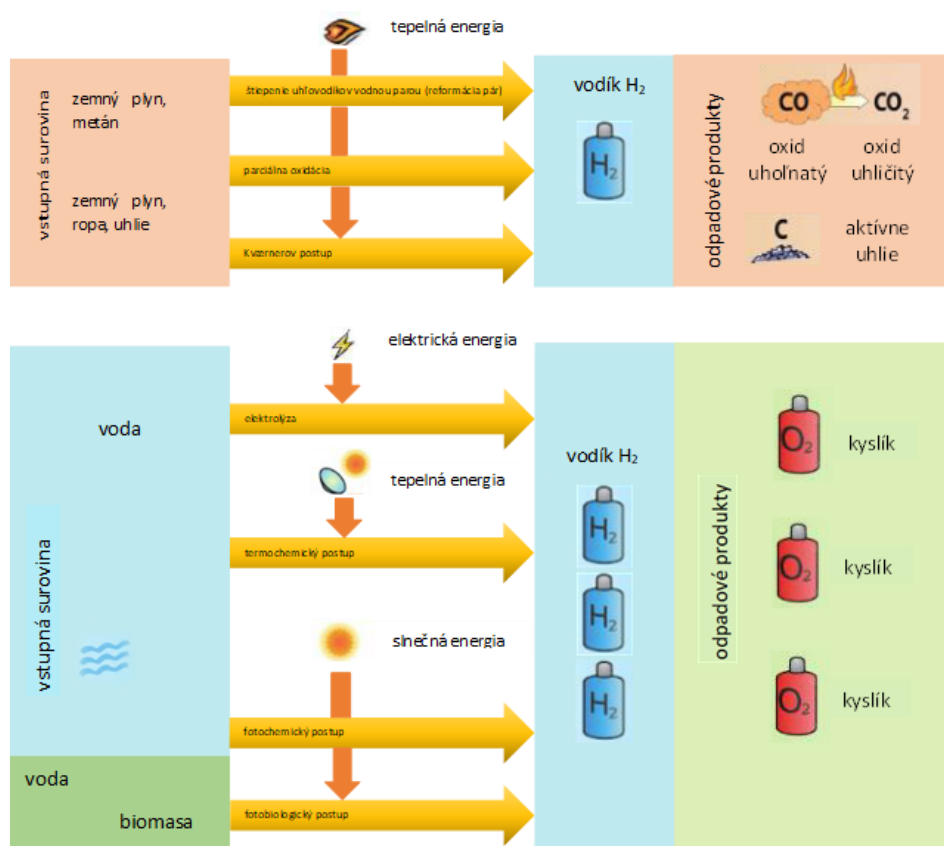
<sup>1</sup> Národná vodíková stratégia „Pripravení na budúcnosť“

## 2. Výroba vodíka

### 2.1 Všeobecne

Vodík je významným vedľajším produktom alebo súčasťou plynov odchádzajúcich z rafinérií, koksární, a z elektrochemickej výroby. V súčasnosti sa za perspektívne postupy výroby vodíka považuje *elektrolýza vody*, *termické štiepenie vody* a *splyňovanie odpadovej biomasy*<sup>2</sup>.

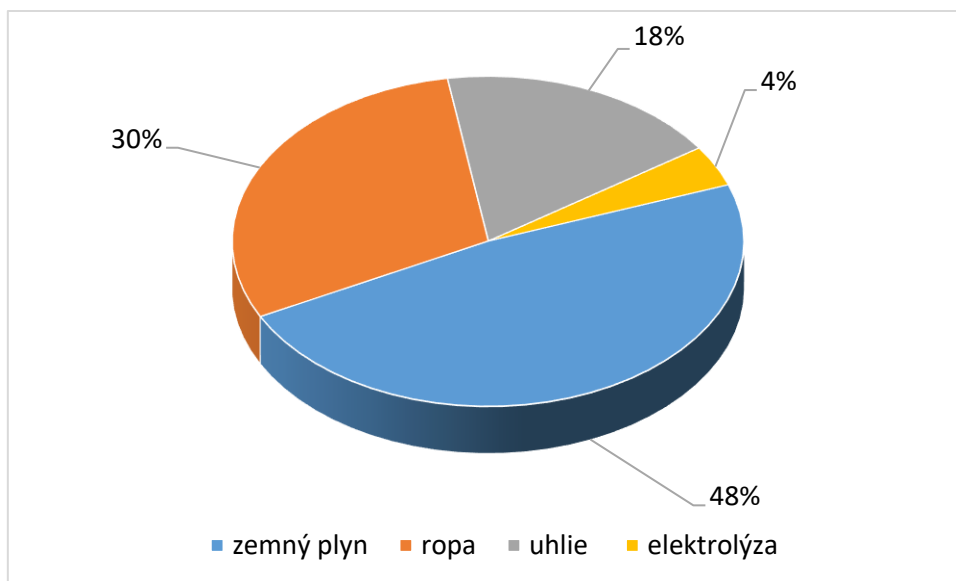
Z hľadiska príspevku vodíka k cieľu uhlíkovej neutrality má zásadný význam postupné „ozelenenie“ výroby vodíka, keďže väčšina vodíka vyrobeného v súčasnosti predstavuje tzv. „sivý vodík“ vyrábaný technológiou reformácie metánových pár. Aby emisie vznikajúce pri tomto procese výroby vodíka klesli na environmentálne prijateľnú úroveň, musí byť jeho súčasťou aj technológia zachytávania a ukladania uhlíka, ktorá tvorí cca. 45 % celkových nákladov. Avšak predpokladá sa, že v dlhodobom horizonte, z dôvodu ochrany klímy a životného prostredia, bude mať zmysel najmä výroba vodíka z obnoviteľných zdrojov energie.



Obrázok č. 1: Postupy výroby vodíka<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Kunický, O.: Výroba vodíku elektrolýzou, bakalárska práca, Brno, 2017

<sup>3</sup> Bližšie informácie o jednotlivých postupoch výroby vodíka je možné nájsť napríklad na internetovej stránke: [https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen\\_production](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_production)



Obrázok č. 2: Výroba vodíka v súčasnosti – rozdelenie podľa zdrojov

## 2.2 Perspektívy výroby vodíka na Slovensku

Podľa vízie prezentovanej v strategickom materiáli *Národná vodíková stratégia „Prípravení na budúcnosť“*, ktorý vypracovalo Ministerstvo hospodárstva SR sa očakáva, že spotrebu vodíka v SR budú v budúcnosti pokrývať vybudované elektrolyzéry a iné nízkoemisné spôsoby výroby vodíka. Potenciálnu produkciu bude ovplyvňovať kapacita inštalovaných elektrolyzéroov a dostupnosť zdrojov energie na ich prevádzku, ako aj aktuálna vyspelosť technológie.

Najvýznamnejší podiel na raste spotreby vodíka v SR bude mať sektor energetiky, priemyslu a dopravy. Hlavným cieľom bude pokryť čo najväčšiu časť spotreby vodíka z domácich zdrojov, avšak vzhľadom na energetické nároky súvisiace s výrobou vodíka a jeho predpokladanú spotrebu v SR sa do budúcnosti počíta aj s dovozom zo zahraničia.

Na základe existujúceho využitia vodíka možno predpokladať, že sa v SR do roku 2030 spotrebuje 178 tis. ton vodíka ročne. Intenzívne využívanie vodíka predpokladá do roku 2050 nárast jeho celkovej spotreby na hodnotu 400 až 1 470 tis. ton, teda 18 – 66,2 TWh<sup>4</sup>. Vzhľadom na kapacitné limity elektrizačnej sústavy bude pre realizáciu najambicióznejšieho scenára výroby vodíka vyžadované zapojenie všetkých dostupných technológií výroby vodíka a spôsobov pre jeho prepravu a skladovanie.

V prípade, že by sa proces výroby ocele v SR zmenil na nízkoemisný s využitím vodíka, stúpila by spotreba vodíka v priemysle 2,8 - násobne. S využitím medzinárodnej metodiky McKinsey<sup>5</sup> by si ročná výroba 4,5 milióna ton nízkoemisnej ocele vyžiadala 324 tis. ton<sup>6</sup> vodíka.

<sup>4</sup> Predpoklad pri spotrebe 45 kWh elektriny na výrobu 1 kg vodíka

<sup>5</sup> Metodika výpočtu Decarbonization challenge for steel, McKinsey

<sup>6</sup> t. j. 45 kWh \* 324 000 000 kg = 14 580 000 MWh = 52,49 PJ

### 3. Potenciál výroby zeleného vodíka v EÚ

Podľa štúdie<sup>7</sup>, ktorú v novembri 2020 publikovalo Spojené výskumné centrum (JRC) je predpoklad, že najväčší potenciál vodíka pri dosahovaní cieľa uhlíkovej neutrality EÚ v časovom horizonte do roku 2050 sa očakáva predovšetkým v sektoroch, ktoré je v súčasnosti ťažké dekarbonizovať. Štúdia analyzuje, do akej miery je možné súčasnú do veľkej miery na emisie uhlíka náročnú výrobu vodíka nahradiť výrobou vodíka elektrolýzou vody s využitím elektriny vyrobenej z OZE.

Na základe rozdelenia krajín EÚ 27 a Veľkej Británie (ďalej aj EÚ 27 + UK) na 109 regiónov (úroveň NUTS2), celkom 88 regiónov (t. j. 81 %) vykazuje v súčasnosti rezervy v potenciáli výroby elektriny z OZE. Z toho 84 regiónov má dokonca viac ako 50 % - ný prebytok potenciálu výroby elektriny z OZE – a to po pokrytí celkovej spotreby elektriny, vrátane elektrolýzy vody. Ročná spotreba vodíka v EÚ je v súčasnosti cca 9,7 mil. ton, pričom takmer 96 % z tohto množstva predstavuje sivý vodík, ktorý je potrebné dekarbonizovať. Podľa Vodíkovej stratégie EÚ, bude na naplnenie tejto vízie potrebné vybudovať do roku 2025<sup>8</sup> v EÚ elektrolýzery na výrobu vodíka z OZE s celkovým inštalovaným výkonom okolo 6 GW, ktoré budú schopné vyrobiť 0,8 mil. ton čistého vodíka ročne. Na základe projekcií JRC je očakávaná spotreba vodíka v krajinách EÚ 27 + UK v roku 2030 na úrovni 665 TWh resp. 16,9 mil. ton. Celkový inštalovaný výkon elektrolýzerov na výrobu vodíka by mal do roku 2030 dosiahnuť 40 GW.

Podľa ambiciózných projekcií štúdie<sup>9</sup> Spoločnej iniciatívy pre palivové články a vodík (FCH JU), zameranej na trvalo udržateľné využitie vodíka v procese energetickej transformácie hospodárstva EÚ, by v roku 2050 energia obsiahnutá vo vodíku mala pokrývať 24 % celkového dopytu po energii v krajinách EÚ 27 + UK čo predstavuje v súčte 2 251 TWh, pričom v členení podľa sektorov pripadá na sektor dopravy - 675 TWh, sektor budov – 579 TWh, existujúci priemysel – 391 TWh, nový priemysel – 257 TWh, energetický priemysel – 237 TWh a na výrobu energie – 112 TWh.

### 4. Potenciál výroby vodíka na Ukrajine a jeho vývoz do EÚ

***Kedže Európska únia označila Ukrajinu za prioritného dodávateľa „zeleného“ vodíka, ktorý v súčasnosti často dostáva prívlastok „ropa budúcnosti“ na trh EÚ, Ukrajina teraz aktívne pracuje na projekcii svojej domácej spotreby, vývozných trás a spôsoboch rozvoja svojho vývozu vodíka<sup>10</sup>.*** Ukrajina má obrovský, ale zatiaľ do značnej miery nepreskúmaný potenciál vo výrobe vodíka Niektoré z prvých aplikovaných výskumov v oblasti využívania obnoviteľnej a zelenej energie na Ukrajine sa začali v 80. rokoch minulého storočia. Po páde Sovietskeho zväzu a následnej hospodárskej kríze sa však tieto sľubné iniciatívy zastavili a záujem sa znovu objavil až po roku 2019. V súčasnosti veľký potenciál Ukrajiny a svetlé vyhliadky v súvislosti s rozvojom využitia vodíka v energetike zdieľajú prakticky všetci ukrajinskí odborníci na energetiku.

<sup>7</sup> Green hydrogen in Europe – A regional assessment: Substituting existing production with electrolysis powered by renewables, Európska komisia, JRC, 2020

<sup>8</sup> Vodíková stratégia pre klimaticky neutrálnu Európu, KOM(2020) 301, v konečnom znení

<sup>9</sup> Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Hydrogen Roadmap Europe - a Sustainable Pathway for the European Energy Transition, Brusel, Belgicko, 2019

<sup>10</sup> <https://jamestown.org/program/hydrogen-production-in-ukraine-escape-from-energy-dependency-and-a-new-source-of-revenue-after-nord-stream-two/>

V rámci spolupráce EÚ a Ukrajiny v oblasti energetiky má na ukrajinskej strane rozhodujúci význam z hľadiska zásobovania EÚ projekt Čiernomorské vodíkové údolie (angl.: The Black Sea Hydrogen Valley), ktorého hlavným cieľom je využitie potenciálu južnej Ukrajiny v oblasti energie z OZE spolu a tiež existujúcej infraštruktúry na prepravu zemného plynu, za účelom exportu „zeleného“ vodíka do krajín EÚ v nasledujúcom období 2022 – 2050. Prebytok zelenej energie exportovanej do EÚ bude kľúčovým príspevkom k možnosti dosiahnuť prvé míľniky v oblasti klimatických cieľov, ktoré si EÚ stanovila, a to už pre prvú ako aj pre ďalšie dekády tohto obdobia.

Tabuľka č. 1: Plánované množstvo „zeleného vodíka“, ktorý sa bude na Ukrajine vyrábať

| Obdobie      | Množstvo vyrobeného vodíka<br>[mil. t/ročne] |
|--------------|----------------------------------------------|
| do roku 2030 | 0,4                                          |
| do roku 2040 | 1,2                                          |
| do roku 2050 | 2,7                                          |

Tabuľka č. 2: Plánovaný inštalovaný výkon na výrobu „zeleného vodíka“ na Ukrajine

| Rok  | Inštalovaný výkon elektrolyzéroov na výrobu "zeleného vodíka"<br>[GW] |             |       |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-------------|-------|
|      | Domáca spotreba<br>Ukrajiny                                           | Vývoz do EÚ | Spolu |
| 2030 | 30                                                                    | 40          | 70    |
| 2040 | 80                                                                    | 60          | 140   |
| 2050 | 85                                                                    | 105         | 190   |

## 5. Využitie plynárenskej infraštruktúry pre zásobovanie vodíkom

Popri znižovaní emisií v procese výroby vodíka, v súčasnosti predstavuje ďalšiu veľkú výzvu rozvoj infraštruktúry pre zásobovanie vodíkom. Ako jedna z možností sa javí preprava vodíka v zmesi so zemným plynom v existujúcej distribučnej sieti pre zemný plyn, čo by vzhľadom na skutočnosť, že v súčasnosti je na celom svete vybudovaných zhruba 16 000 km vodíkových potrubí v porovnaní s 2,91 mil. km potrubí na zemný plyn<sup>11</sup>, významne zvýšilo dostupnosť vodíka koncovým spotrebiteľom. Sektory elektriny, mobility vykurovania a chladenia (vrátane energie potrebnej pre chod priemyslu) sa pri postupnej dekarbonizácii stávajú zraniteľnými pre nepredvídateľnosť ich obnoviteľného, no nestáleho energetického zdroja<sup>12</sup>. Riešenie problému spočíva okrem iného v možnosti flexibilného uskladňovania a vzájomného prepožičiavania si prebytkov medzi jednotlivými sektormi. Centrálnu úlohu v budúcom

<sup>11</sup> <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/se/c9se00833k#!divAbstract>

<sup>12</sup> Slovgas 1/2020



prepojenom energetickom systéme (Smart Energy System) by mohlo zohrávať práve plynárenstvo so svojou vybudovanou veľkokapacitnou, dostatočne flexibilnou a ekologicky prevádzkovanou infraštruktúrou.

Na to, aby plynárenský sektor dokázal presvedčiť o svojej schopnosti byť dlhodobo kľúčovým aktérom energetického systému potrebuje mať víziu a stratégiu znižovania svojej uhlíkovej stopy v dlhodobom horizonte. Príkladom, že sa tak už u mnohých plynárenských hráčov deje, sú rôzne štúdie a plány.

## 6. Významné aktuálne medzinárodné iniciatívy v oblasti zásobovania EÚ vodíkom

### Stredoeurópsky vodíkový koridor

Slovenský prevádzkovateľ prepravnej siete zemného plynu eustream sa stal súčasťou medzinárodného partnerstva pre výrobu a dodávky zeleného vodíka H2EU+Store. Vodík vyrobený zo slnečnej a veternej energie na Ukrajine sa má v budúcnosti prepravovať cez tranzitnú sieť eustreamu do Rakúska a Nemecka, a uskladňovať pre sezónny dopyt v strednej Európe.



S výrobou vodíka na Ukrajine počíta iniciatíva<sup>13</sup>, od ktorej si plynári sľubujú vybudovanie rozsiahlych elektrolyzátorov. Existuje iniciatíva 2 x 40 GW, ktorá hovorí o tom, že v rámci EÚ sa má vybudovať 40 GW elektrolyzátorov na výrobu zeleného vodíka a ďalších 40 GW elektrolyzátorov má byť vybudovaných v okolitých krajinách EÚ, z toho tretina na Ukrajine.

<sup>13</sup> <https://www.energie-portal.sk/Dokument/zeleny-vodik-vyrobeny-na-ukrajine-ma-cez-slovensko-tiect-do-rakuska-a-nemecka-107426.aspx>



Tento vodík by mohol byť v budúcnosti prepravovaný do EÚ práve prepravnou sieťou, ktorá ide aj cez Slovensko a je pre Slovensko veľmi dôležitá.

### European Hydrogen Backbone (EHB)

Iniciatíva<sup>14</sup>, ktorej názov v slovenčine znie Európska vodíková chrbtica dnes predstavuje aktualizovanú verziu svojej vízie špecializovanej vodíkovej dopravnej infraštruktúry v celej Európe. Iniciatíva predpokladá v časovom horizonte do roku 2040 vybudovanie resp. úpravu siete existujúcich potrubí na prepravu vodíka v celkovej dĺžke 39 700 km, pričom ďalší rast sa očakáva po roku 2040. Táto sieť spája 21 európskych krajín. Dve tretiny tejto siete budú tvoriť technicky upravené existujúce potrubia na zemný plyn. Nové potrubia je potrebné vybudovať najmä za účelom pripojenia nových odberateľov, ktorí sa nachádzajú v krajinách, ktoré majú v súčasnosti slabo rozvinuté plynovými rozvodnými sieťami, ale predpokladá sa u nich v budúcnosti vysoký potenciál z hľadiska trhu s vodíkom.

#### *Nižšie investičné náklady na kilometer potrubia*

Iniciatíva počíta s celkovou dĺžkou potrubia na prepravu vodíka 40 000 km v časovom horizonte do roku 2040, čo si bude vyžadovať odhadované celkové investície 43 - 81 miliárd EUR. Investície na kilometer potrubia sú nižšie v porovnaní s minuloročnou správou EHB, pretože predchádzajúca správa zahŕňala iba odhady nákladov na potrubia s priemerom 48 palcov, pričom súčasná správa zohľadňuje, že veľkú časť dnešnej infraštruktúry zemného plynu a vodíkovej infraštruktúry zajtrajška budú tvoriť menšie potrubia. Menšie potrubia sú lacnejšie na opätovné použitie, pričom vedú k o niečo vyšším nákladom na dopravu na kilometer. Preprava vodíka na 1 000 km by v priemere stála 0,11 - 0,21 EUR za kg vodíka, čo by z EHB urobilo nákladovo efektívnu možnosť prepravy vodíka na dlhé vzdialenosti.

### Nordic Hydrogen Corridor

#### *Cieľ: Zabezpečiť dopravu s nulovými emisiami medzi krajinami Severnej Európy*

Nordic Hydrogen Corridor je štúdia<sup>15</sup>, ktorá v pilotnej fáze počíta s výstavbou a prevádzkou 8 nových vodíkových plniacich staníc, jedným závodom na výrobu vodíka a s využívaním elektromobilov s pohonom s vodíkovými palivovými článkami (FCEV) pozdĺž hlavnej siete TEN – T v Švédsku v období 2017 – 2022. Hlavným cieľom je zabezpečiť dopravu s nulovými emisiami medzi hlavnými mestami krajín Severnej Európy s využitím FCEV vozidiel. Sieť vybudovaných vodíkových plniacich staníc umožní plynulé cestovanie FCEV vozidlami medzi metropolitnými oblasťami z Nórska cez Švédsko do Dánska a Fínska smerom do Nemecka a ďalších častí Európy. Nárast využívania FCEV vozidiel považuje Európska komisia za dôležitý krok k dosiahnutiu bezemisnej dopravy.

## 7. Riziká a výzvy distribúcie vodíka plynovodmi

<sup>14</sup> <https://gasforclimate2050.eu/news-item/european-hydrogen-backbone-grows-to-40000-km/>

<sup>15</sup> <http://www.nordichydrogenpartnership.com/about-nordic-hydrogen-corridor/>

Fyzikálne a chemické vlastnosti zmesi vodíka a zemného plynu budú rozdielne oproti „čistému“ zemnému plynu. To môže predstavovať významný dosah na bezpečnosť distribúcie a životnosť plynových zariadení a spotrebičov (čo má opätovne vplyv na bezpečnosť).

***Negatívne dosahy pridávania vodíka do zemného plynu (zvlášť pre prevádzkovateľa distribučnej siete)<sup>16</sup>:***

- nutnosť upgradovať meraciu techniku (prepočítavače) už pri koncentráciách H<sub>2</sub> vyšších ako 6 %,
- vysporiadať sa so skutočnosťou, že zmes nebude stabilná, ale množstvo vodíka v nej bude kolísať (problematické z pohľadu merania skutočne dopravenej energie) – z toho plynúca nevyhnutnosť disponovať chromatografmi na meranie koncentrácie vodíka v zmesi a následný prepočet skutočne odobratého „spalného tepla“ odberateľom plynu,
- pri koncentráciách vodíka vyšších ako 3 % nutnosť vyčleniť predmetné územie a samostatne na ňom uskutočňovať kontinuálne merania a vyhodnocovania spalného tepla (prípadne zvoliť vhodný analytický model),
- meranie tesnosti plynárenských zariadení si vyžiada nové vysoko citlivé diagnostické prístroje schopné zachytiť únik vodíka už pri minimálnych množstvách.

***Všeobecné negatívne dosahy:***

- zhoršené vlastnosti spaľovania – zníženie energetickej hodnoty rovnakého množstva plynu, vplyv na množstvo vzduchu potrebného na dokonalé spaľovanie – objavujú sa argumenty, že pri spaľovaní vodíka vznikajú zvýšené koncentrácie NO<sub>x</sub> oproti spaľovaniu zemného plynu,
- iné medze výbušnosti (4 – 76 %) vs. metán (5 – 15 %) – dopad na jetfire (prúdový plameň),
- riziko vniknutia atomárneho vodíka do ocele – možné spôsobenie vodíkového krehnutia,
- vyššia miera priepustnosti jednotlivých materiálov (aj oceľ, aj plast), armatúr, tesnení, atď., z dôvodu omnoho menšej veľkosti molekuly H<sub>2</sub> oproti CH<sub>4</sub>.

## **8. Projekty a štúdie zamerané na primiešavanie vodíka do zemného plynu**

V zahraničí bolo za posledných 20 rokov uskutočnených viacero podporných štúdií, ktoré oprávňujú zamýšľať sa nad uskutočnením testovania vplyvov zmesi H<sub>2</sub> so zemným plynom do 10 % H<sub>2</sub> objemu:

### **Projekt NATURALHY (2009)**

Prvou väčšou štúdiou v EÚ zameranou na primiešavanie vodíka do zemného plynu bol projekt NATURALHY:

- zapojené krajiny: Francúzsko, Veľká Británia, Holandsko, Belgicko, Nemecko, Dánsko, Nórsko, Portugalsko, Írsko,
- rozpočet projektu: 17 mil.EUR (z toho 11 mil. EUR zdroje EÚ)

<sup>16</sup> Vodík v sieti SPP – distribúcia, Slovgas 1/2020

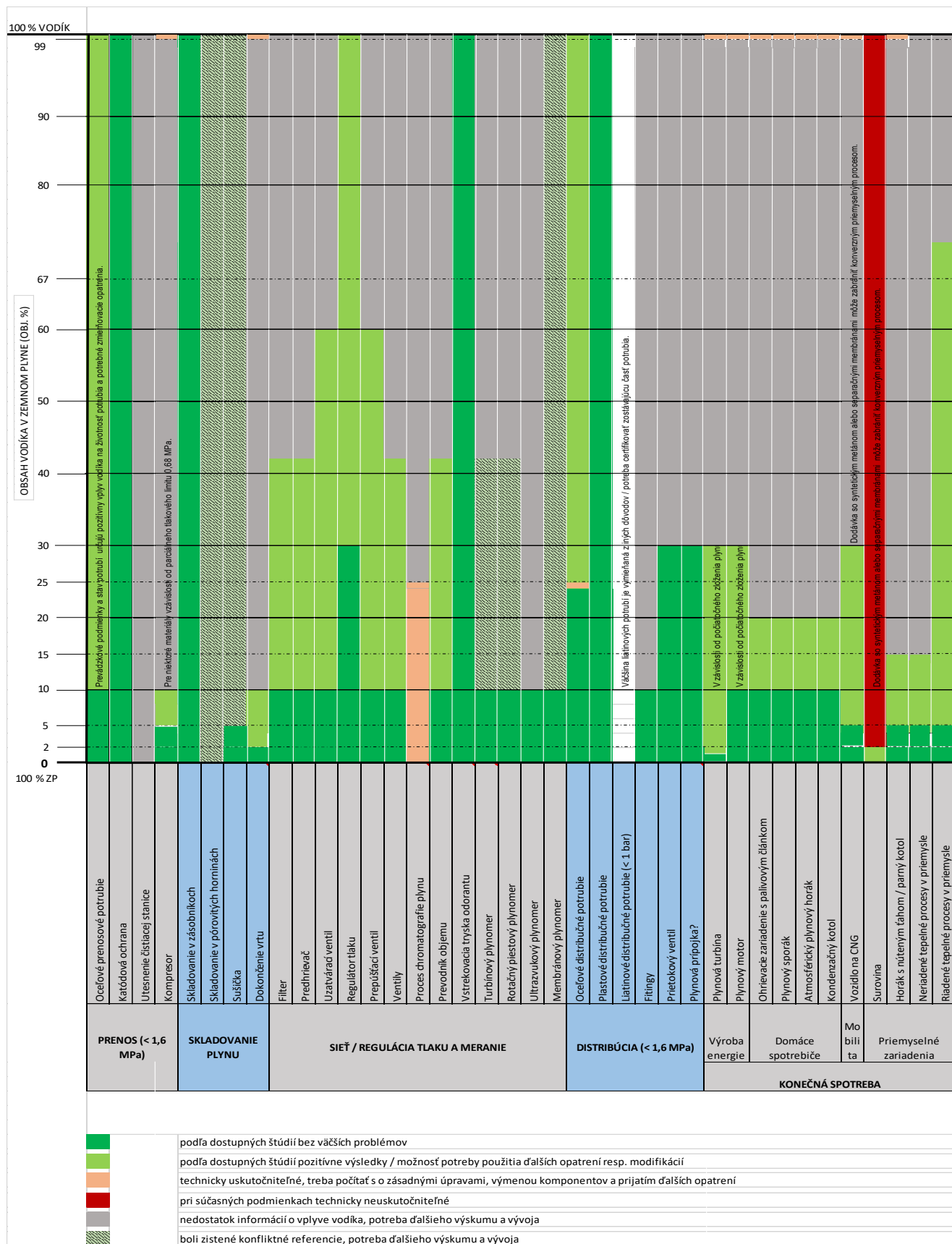
- trvanie projektu: 2004 – 2009,
- partneri projektu: 39 partnerov (15 plynárenských spoločností, plynárenské asociácie, európske univerzity a združenia),
- cieľ projektu: určiť podmienky, za ktorých je možné pri akceptovateľných dopadoch pridávať do existujúcej plynárenskej infraštruktúry vodík,
- oblasti riešenia: bezpečnosť, integrita infraštruktúry, vplyv na odberné miesta a spotrebiče a meranie kvality plynu (výhrevnosti dodanej energie).

**Blending Hydrogen into National Gas Pipeline Networks: A Review of Key Issues (2013):**

Americká štúdia: „*Blending Hydrogen into National Gas Pipeline Networks: A Review of Key Issues*“ (National Renewable Energy Laboratory, 2013) sumarizuje výhody primiešavania vodíka do zemného plynu, dopady na koncové odberné zariadenia a spotrebiče, bezpečnosť, vplyv na materiály a riadenie integrity siete, únikovosť a možnosť opätovnej separácie vodíka od zemného plynu na konci distribúcie.

**Overview of available test results and regulatory limits for hydrogen admission into existing natural gas infrastructure and end use (2019):**

Technická asociácia európskeho plynárenstva Marcogaz v predmetnom prehľade zosumarizovala závery z vyše 60 štúdií zameraných na toleranciu vodíka existujúcou plynárenskou sieťou a koncovými odbernými zariadeniami. Na základe analyzovaných štúdií sa dá vysloviť predpoklad, že *hlavné prvky prepravnej, distribučnej siete a rezidenčných plynových spotrebičov sú schopné akceptovať 10 % obj. H<sub>2</sub> bez akýchkoľvek úprav.*



Obrázok č. 3: Sumarizácia výsledkov prehľadu spracovaného asociáciou Marcogaz

**Projekt SPP – distribúcia, a. s. – H<sub>2</sub>PILOT**

Spoločnosť SPP-D ako najväčší prevádzkovateľ distribučnej siete plynovodov na Slovensku sa už dlhodobo zaujíma o dianie na poli distribúcie prímiesí obnoviteľných plynov, okrem iného aj vodíka. Rozhodnutím vedenia spoločnosti bol v apríli 2020 odštartovaný vlastný trojročný projekt. Realizáciou projektu H<sub>2</sub>PILOT spoločnosť sleduje splnenie nasledovných cieľov:

- určiť pre jednotlivé prvky prevádzkovej infraštruktúry možnosti a obmedzenia distribúcie zmesi zemného plynu s vodíkom,
- získať prehľad o:
  - chemických a fyzikálnych vlastnostiach zmesi a potenciálnych zmenách jej zloženia,
  - vplyve na odorizáciu a meranie tesnosti,
  - aktuálnych technológiách zmiešavania zemného plynu s vodíkom,
  - meraní kvality a energetickej hodnoty distribuovanej zmesi,
- zvýšiť povedomie pracovníkov SPP-D a širokej verejnosti o výhodách i bezpečnostných rizikách distribúcie zmesi zemného plynu s vodíkom,
- získať súhlas autorít v oblasti bezpečnosti technických zariadení a ochrany zdravia pri práci.

Pre úvodnú fázu projektový tím definoval za účelom získavania vlastných skúseností potrebu vykonať nasledujúce laboratórne testy:

- testovanie homogenity zmesi vodíka a zemného plynu vo vertikálnom potrubí,
- overenie chemickej reaktivity vodíka s odorantmi,
- vplyv zmesi zemného plynu a vodíka v rôznych pomeroch (aj viac ako 20 % vodíka) na bežne používané koncové plynové spotrebiče – bojler, kotly, sporáky,
- materiálové testy na vzorkách bežne používaných potrubí v SR (plynárenské zariadenia, odberné plynové zariadenia),
- tesnosť bežne používaných meracích, regulačných a iných technologických zariadení.

Po nadobudnutí potrebných skúseností a na základe získaných výstupov, potrebných povolení externých autorít pre overovanie plnenia požiadaviek bezpečnosti technických zariadení a ochrany zdravia pri práci by sa v ďalšej fáze mohlo pristúpiť k testu v teréne. V rámci neho sa navrhuje vo vybranej obci preukázať technickú spôsobilosť a bezpečnosť distribúcie zmesi zemného plynu s vodíkom (až do úrovne 10 %) potrubiami SPP – distribúcia, a.s.:

- monitorovanie homogenity zmesi v rôznych častiach nadväzujúcej siete: vo vybraných koncových bodoch, v bodoch s najvyššou / najnižšou nadmorskou výškou, v ulici bez odberov (stojatá sieť), v ulici s veľkým prietokom a pod.,
- kontrola PZ a OPZ citlivým detekčným prístrojom na meranie únikov H<sub>2</sub> (cielené tiež na armatúrach, spojoch, tesneniach),
- vyhodnotenie vplyvu zmesi na výsledky čuchových skúšok kvality odorizácie,
- vyhodnotenie vplyvu zmesi na kvalitu spaľovania koncových plynových spotrebičov,
- vyhodnotenie možnej degradácie bežne používaných materiálov / tesnení (zvýšené opotrebovanie oproti štandardu).

Vykonanie testu v teréne bude smerované na obdobie počas letných mesiacov a to z nasledujúcich dôvodov:

- rádovo menšia potreba vodíka (dopad na financie a logistiku),
- možné otestovať správanie sa zmesi v tzv. stojatých potrubíach (ulice bez odberu, prípadne OPZ v stúpačkách), či si zmes udrží homogenitu,
- funkčnosť koncových spotrebičov vrátane kotlov je možné overiť pri akejkol'vek teplote v miestnosti,

- prípadný neočakávaný problém / mimoriadna udalosť, zapríčinená prímiesou vodíka v distribuovanom plyne, vyžadujúca odstávku ulice / celej obce od plynu, by mala ďalekosiahle nižšie negatívne dôsledky, ako počas vykurovacieho obdobia.

## Záver

Na základe skúseností z aplikačnej praxe Ministerstvo hospodárstva v roku 2022 pripravuje novelu vyhlášky s cieľom zlepšiť transparentnosť a spravodlivosť pri rozpočítavaní tepla.

Pri príprave nových pravidiel sa zohľadňujú skúsenosti zo zahraničnej praxe, pričom veľká pozornosť bola venovaná českému modelu rozpočítavania. Ďalším dôležitým faktorom môže byť obmedzenie voliteľného pomeru medzi základnou a spotrebnou zložkou. Mimoriadne dôležité je však posúdenie mimoriadnych situácií súvisiacich s maximálnou a minimálnou spotrebou konečných spotrebiteľov v bytových domoch a viacúčelových budovách.

## Zoznam použitej literatúry

- [1] Národná vodíková stratégia „Pripravení na budúcnosť“
- [2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen\\_production](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_production)
- [3] Metodika výpočtu Decarbonization challenge for steel, McKinsey
- [4] Green hydrogen in Europe – A regional assessment: Substituting existing production with electrolysis
- [5] powered by renewables, Európska komisia, JRC, 2020
- [6] Vodíková stratégia pre klimaticky neutrálnu Európu, KOM(2020) 301, v konečnom znení
- [7] Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Hydrogen Roadmap Europe - a Sustainable Pathway for the European Energy Transition, Brusel, Belgicko, 2019
- [8] <https://jamestown.org/program/hydrogen-production-in-ukraine-escape-from-energy-dependency-and-a-new-source-of-revenue-after-nord-stream-two/>
- [9] <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/se/c9se00833k#!divAbstract>
- [10] Slovgas 1/2020
- [11] <https://www.energie-portal.sk/Dokument/zeleny-vodik-vyrobeny-na-ukrajine-ma-cez-slovensko-tiect-do-rakuska-a-nemecka-107426.aspx>
- [12] Iné zdroje údajov, uvedené v poznámkach pod čiarou