

T A
Č R



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU

ANALÝZA CEN VODÍKU

Prosinec 2023



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

ZPRACOVATEL

ORLEN UniCRE a.s.

EGÚ Brno, a. s.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Česká vodíková technologická platforma

AUTORSKÝ TÝM

Adam Giurg, Daniel Hrtus, Kateřina Svobodová, Jan Jenčík (ORLEN)

Ján Poláčik, Michal Kocůrek (EGÚ)

Bronislav Vahalík (CDV)

Jan Sochor (HYTEP)

PROJEKT

Národní centrum vodíkové mobility (TN02000007)

NÁZEV DÍLČÍHO PROJEKTU

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



OBSAH

| | |
|-----------------------|----|
| Úvod | 1 |
| 1 Rozklad ceny vodíku | 2 |
| 2 Podmínky modelu | 3 |
| 3 Analýza ceny | 4 |
| Závěr | 10 |
| 4 Seznam tabulek | 11 |



ÚVOD

Vodík má velký potenciál pro dekarbonizaci dopravy. Využití vodíku ve vozidlech s palivovými články je velmi efektivní a ekologické. Emise těchto vozidel jsou nulové. Výhoda vodíkové mobility spočívá především v rychlosti plnění vozidel a dobrém dojezdu. Vodíkové vozidlo může v případě rozvinuté vodíkové infrastruktury nahradit vozidlo na fosilní paliva bez omezení provozování. Na rozdíl od vozidel s bateriemi není nutné měnit zvyklosti tankování či speciálně upravovat režim provozu. Nicméně, aby byl přechod na vodíkový pohon možný, je potřeba vybudovat síť vodíkových stanic. Pro rychlejší rozvoj vodíkové mobility je ze začátku nezbytné využívat dostupný vodík, který nemá nulovou emisní stopu. S rozvinutou sítí a velkou poptávkou po vodíku bude v budoucnu ekonomičtější vyrábět nízkoemisní či bezemisní vodík, který zajistí plnění cílů Evropské unie na dekarbonizaci dopravy.

Pro každého provozovatele vozidla jsou podstatné investiční a provozní náklady na vozidlo. V této analýze se zaměříme na provozní náklady, tedy na možnou cenu vodíku na stanicích. Pro rozvoj vodíkové mobility bude tato cena klíčová. Provozovatelé nebudou motivováni provozovat bezemisní vozidla s výrazně vyššími náklady na provoz. Na druhou stranu výrobci vodíku a provozovatelé stanic nemohou realizovat prodělečné obchody. Proto je nutné rozvoj bezemisní dopravy dotovat, což vyplývá i z dalších kapitol této analýzy. K této analýze byl vytvořen model na výpočet ceny vodíku, kde lze zadat různé parametry. Tento model byl využit pro analyzování možné ceny vodíku na stanicích pro různé modelové případy.



1 ROZKLAD CENY VODÍKU

V článcích a odborných prezentacích se často objevuje budoucí cena vodíku na úrovni nízkých jednotek dolarů za kilogram. Nicméně tato cena je velmi zavádějící. Za prvé jsou použity jen naprosto optimální podmínky, které nezohledňují reálné zvýšení cen či soulad s legislativou. U výroby vodíku elektrolýzou je to např. nereálná cena elektřiny neobsahující některé poplatky, kontinuální výroba, vysoké dotace atd. U ceny elektřiny z obnovitelných zdrojů je dále problém v geografické poloze ČR. V našich podmínkách nejsou fotovoltaické ani větrné elektrárny tak účinné, což bude mít negativní dopad na konkurenceschopnost obnovitelného vodíku vyrobeného v ČR. Za druhé je prakticky vždy prezentována pouze výrobní cena. Je potřeba si uvědomit, že finální cena na stanici je zatížena celým řetězcem. Do ceny vodíku se promítne:

- Výroba
- Komprese do vodíkových trailerů
- Doprava
- Vodíková čerpací stanice včetně komprese
- Marže
- DPH

Samotná výroba má sice největší vliv na cenu vodíku, ale ostatní části řetězce mají společně také významný vliv na finální cenu. Proto je potřeba brát v úvahu všechny položky zmíněné výše. Komprese do vodíkových trailerů a doprava by se samozřejmě dala omezit, kdyby výroba a vodíkové čerpací stanice byly na stejném místě. Nicméně kvůli legislativě je prakticky nemožné vyrábět vodík přímo na stanicích a stavět vodíkové čerpací stanice jen u výroby by nevytvořilo dostatečnou infrastrukturu. Vždy bude potřeba hustější síť veřejných stanic než výroby. Navíc menší decentralizované výroby by měly vyšší výrobní cenu za kilogram vodíku. Podobný případ je i pro využití potrubí. To je pro dopravu velmi výhodné, ale je potřeba dopravovat obrovské množství, což je spíše pro chemické výroby než pro jednotlivé vodíkové čerpací stanice. Také investiční náklady na potrubí jsou značné. Takže v dohledné době nelze příliš předpokládat s levnou dopravou na vodíkové čerpací stanice pomocí potrubí.



2 PODMÍNKY MODELU

Model předpokládá optimální vodíkový řetězec. Předpoklad modelu je dostatečně velká výroba, aby cena vodíku nebyla negativně ovlivněna fixními náklady. Také je předpokládáno, že poptávka nelimituje výrobu vodíku. U komprese je počítáno s optimálním výkonem kompresoru s ohledem na výrobu a poptávku. U dopravy jsou předpoklady plného využívání tahače bez ohledu na počty závozu vodíku. Základní předpoklad pro vodíkovou čerpací stanici je výdej 250 kg H₂/den. Zde je důležité, že se jedná o reálný výdej, takže kromě výkonu kompresoru má stanice dostatečnou zásobu vodíku, kterou je možné doplňovat bez omezení výdeje vodíku. To je velmi důležitý parametr, jelikož většinou jsou uváděny celkové kapacity zásobníků, které se ale liší od disponibilního množství. U skladování stlačených plynů jsou tyto hodnoty podstatně odlišné. V zásobníku vždy zbývá velké množství plynu. To je způsobeno především minimálním vstupním tlakem do kompresoru. U plnění vozidel, které se děje pouze rozdílem tlaků je zase omezující vyrovnání tlaku v zásobníku a vozidle, případně provozními parametry zásobníku od výrobce na změny tlaku v zásobníku za čas (především pro kompozitní zásobníky). Proto reálný výdej 250 kg H₂/den je pro veřejné stanice optimistický ještě na dlouhou dobu.

Cena vodíku nezohledňuje návratnosti projektů. V modelu je pouze marže jako procento z ceny vodíku. Nicméně ani marže zde neříká, jestli doba návratnosti je pro investory přijatelná. To je závislé na přesných parametrech projektu, které v této analýze nejsou řešeny. Dále v modelu nejsou zohledněny nákupy pozemků, které v praxi mohou mít vliv na decentralizované výroby či investice bez vhodných pozemků pro vodíkovou infrastrukturu.

Nejzásadnější parametr je cena za elektřinu. V modelu byla stanovena na 2,9 Kč/kWh, což odpovídá prognózám ceny elektřiny po roce 2028. Jelikož se jedná jen o prognózu, tak zaokrouhlená cena směrem nahoru předpokládá i pokrytí distribučních poplatků. Cena za rezervovaný příkon je nastavena podle dnešních cen. Cena za přímé připojení k OZE byla nastavena na 2 Kč/kWh, což odpovídá dnešním cenám OZE a množství využitelné energie v elektrolyzáru při předimenzování OZE oproti elektrolyzáru.

Některé parametry jako dotace, využití elektrolyzáru, traileru a stanice lze v modelu nastavit na požadované parametry, což zajišťuje možnost nastavit i reálnější parametry. Nicméně model stále nepopisuje začátky vodíkové mobility, kdy bude poptávka významně limitovat množství prodaného vodíku. Ani to, že vodíkové čerpací stanice budou velmi malé kvůli investičním nákladům, a tedy zásoba vodíku bude tak malá, že cena dopravy bude v přepočtu na kg H₂ obrovská.



3 ANALÝZA CENY

Při analýze ceny vodíku byly vyhodnoceny různé scénáře a vlivy jednotlivých proměnných. Ceny v tomto dokumentu jsou **vždy bez DPH**. V ČR je nyní na vodík uplatňováno DPH ve výši 21 %. Legislativní návrhy EU hovoří o možnosti uplatňovat podstatně nižší DPH na obnovitelný vodík (RFNBO). Nicméně toto bude politické rozhodnutí na úrovni EU a ČR, takže toto téma není v tomto dokumentu více rozebíráno a je tedy počítáno s cenami bez DPH. Níže jsou rozebrány ceny především zeleného/obnovitelného vodíku.

Z modelu vyplývá, že nejnižší možná cena je **219 Kč/1 kg H₂**. Takto nízká cena vyšla při zadání těch neoptimističtějších parametrů, kterými jsou 100 % využití elektrolyzáru, 50 % dotace na alkalický elektrolyzáru, doprava na stanici do 100 km, doprava 250 kg vodíku na jednu stanici, 75 % dotace na vodíkové čerpací stanici, výdej 250 kg H₂/den a nulové marže. Dosažení takovýchto parametrů je prakticky nemožné, a to hlavně kvůli nejnovější legislativě ohledně RFNBO a návratnosti projektů. Legislativa EU požaduje napájení elektrolyzáru z OZE přímo nebo přes PPA kontrakty. Oba scénáře znamenají vypínání elektrolyzáru při nedostatku obnovitelné energie a tím snížení využití elektrolyzáru. Tento fakt dále podporuje PEM elektrolyzáru, který je více flexibilní.

Tabulka 1: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na dotaci na elektrolyzáru, typu elektrolyzáru a využití elektrolyzáru. Parametry vodíkové čerpací stanice jsou fixně nastaveny na 75 % dotaci a maximální využití stanice. Doprava 250 kg vodíku do vzdálenosti 100 km. V modelu není zohledněna marže.

| Využití Elektrolyzáru | Přímé připojením k OZE v závislosti na výši dotace | | | Připojení k síti v závislosti na výši dotace | | |
|--------------------------|---|------|-----|---|------|-----|
| | 50 % | 25 % | 0 % | 50 % | 25 % | 0 % |
| PEM | | | | | | |
| 100 % | 222 | 226 | 231 | 277 | 282 | 286 |
| 75 % | 226 | 231 | 237 | 283 | 289 | 295 |
| 50 % | 234 | 241 | 248 | 295 | 302 | 310 |
| 25 % | 255 | 267 | 279 | 329 | 341 | 353 |
| Alkalický | | | | | | |
| 100 % | 219 | 222 | 224 | 275 | 277 | 280 |
| 75 % | 224 | 227 | 230 | 281 | 285 | 288 |
| 50 % | 233 | 238 | 243 | 294 | 299 | 304 |
| 25 % | 260 | 270 | 280 | 333 | 343 | 353 |

Cena vodíku z modelu při různém využití elektrolyzáru a výši dotace je v tabulce 1. Z této tabulky je patrný nárůst ceny vodíku při nižší dotaci a využití elektrolyzáru. V případě využití sítě a PPA kontraktů je cena při nulové dotaci a využití 25 % až 353 Kč/kg H₂. Využití elektrolyzáru 25 % je v podmínkách ČR reálná hodnota. Případným využitím předdimenzovaného OZE či využitím energie vodního zdroje lze využitelnost elektrolyzáru



navýšit, ale souběžně dojde k nárůstu ceny elektřiny nebo v případě vodního zdroje lze tento zdroj využívat jako OZE jen do roku 2038. U dotace není situace v ČR výrazně lepší. Přímo na elektrolyzéry není příliš dotačních výzev. Pro výzvy EU jsou projekty v ČR malé, takže nejsou preferovány. Národní výzvy neumožňují získat dotaci na elektrolyzér. Lze získat dotace na OZE a elektrolyzér, nicméně v takovém případě je dotace z rozpočtu celého projektu velmi nízká.

Reálně lze říci, že bude možné získat dotaci až 25 % a provozovat PEM elektrolyzér při využití do 50 %, což z modelu odpovídá ceně **302 Kč/kg H₂**. Lepší situace je v případě přímého připojení, které znamená nižší cenu elektřiny díky eliminaci poplatků za distribuci a rezervovaný příkon. Tato cena vychází **241 Kč/kg H₂**. Nicméně znamená to stavbu OZE na pozemku, který není v modelu zohledněn. Např. fotovoltaická elektrárna zabírá obrovské plochy, a tudíž cena za pozemky může mít na ekonomiku projektu negativní vliv.

Z tabulky 1 vyplívá zajímavý trend ceny vodíku pro PEM a alkalický elektrolyzér. Všeobecně je známo, že alkalické elektrolyzéry jsou podstatně levnější než PEM elektrolyzéry díky levným elektrodovým materiálům bez platinových kovů. Nicméně z modelu vyplívá, že toto má velmi malý význam na cenu vodíku. To je způsobeno dalšími náklady např. na separaci plynů, dočištění plynů, halu, zásobníky, rozvody atd. Díky tomu jsou celkové náklady na technologii PEM jen o trochu vyšší. Také PEM elektrolyzér má podstatně nižší náklady na údržbu a servis. To se významně projevuje při nižších využitích elektrolyzéro, kdy tyto náklady vztažené na menší produkované množství vodíku, zvrátí dopad vyšší investiční ceny.

Podobný vliv na cenu vodíku má i doprava. V tabulce 2 jsou ceny vodíku v závislosti na využití vodíkového traileru. Využití traileru znamená, jak využiji jeho maximální disponibilní kapacitu každý den. S rozvinutou vodíkovou infrastrukturou a velkou poptávkou po vodíku bude možné využívat vodíkový trailer prakticky nepřetržitě. Nicméně ještě mnoho let bude infrastruktura nedostatečná a poptávka bude omezená. Z tohoto důvodu bude vodíkový trailer využíván jen občas a ve většině případech nezaveze do stanice svou celou disponibilní kapacitu vodíku. To platí především pro trailery s kompozitními lahvemi, které mají vyšší kapacitu vodíku. Na druhou stranu jeden trailer může být využit k zavezení menšího množství vodíku do více stanic. To ale předpokládá více prázdných stanic v jeden okamžik. To bude nastávat až s hustější vodíkovou infrastrukturou. S dopravou vodíku na stanici je spojen parametr maximální kapacita stanice. Tento parametr ovlivňuje maximální množství, které může být vodíkovým trailerem zavezeno. Částečně je toto provázané s využitím traileru, nicméně díky možnosti závozu do více stanic, mohou být tyto parametry nezávislé.



Tabulka 2: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na využití vodíkového traileru a kapacity stanice (množství dopraveného vodíku). Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, maximální využití vodíkové stanice, 50 % využití PEM elektrolyzéry, 25 % dotace na elektrolyzér, přímé připojení k OZE a bez marže. Vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km.

| Využití traileru | Kapacita stanice | | |
|------------------|------------------|--------|--------|
| | 100 kg | 250 kg | 500 kg |
| 100 % | 282 | 241 | 227 |
| 80 % | 283 | 242 | 228 |
| 60 % | 285 | 244 | 230 |
| 40 % | 288 | 247 | 233 |
| 20 % | 298 | 257 | 243 |
| 10 % | 318 | 277 | 263 |

Cena vodíku se zvyšuje s klesající maximální kapacitou závozu a s klesajícím využitím traileru. Cena se v tabulce 2 liší o téměř **100 Kč/kg H₂** a to jen z důvodu limitace přepravovaného množství vodíku. Množství vodíku na stanici bylo zvoleno s ohledem na plnění AFIRu. Nyní není v ČR žádná stanice, která by měla disponibilní množství vodíku 100 kg. Miniaturní stanice budou trpět především vysokou cenou za logistiku vodíku. V případě kapacity stanice 30 kg vodíku by cena za stejných podmínek jako v tabulce 2 byla kolem **450 Kč/kg H₂** pro 50 % využití traileru. Další proměnou v logistice vodíku je vzdálenost zdroje vodíku a stanice. Jelikož v ČR není příliš zdrojů vodíku vhodných pro mobilitu a v dohledné době nebudou rovnoměrně po celé republice, tak je pravděpodobné, že se vodík bude dopravovat i na dlouhé vzdálenosti. Na vzdálenost přes 300 km to k ceně přidá dalších **40 Kč/kg H₂** oproti vzdálenosti 100 km pro případ závozu 250 kg. Pro závoz pouhých 100 kg by cena vzrostla o více než **100 Kč/kg**. Snížení vzdálenosti sníží cenu maximálně o **20 Kč/kg H₂** pro závoz 250 kg a o **50 Kč/kg** pro závoz 100 kg.

Jako další významný parametr, který má vliv na celkovou cenu vodíku je vodíková čerpací stanice. Stanice jsou velmi drahé kvůli nízké hustotě vodíku, kdy je potřeba mnoho zásobníků a využití vysokých tlaků. Vysoké tlaky prodražují jak materiál zásobníků, tak kompresory. U vodíkových stanic naštěstí fungují dotační výzvy, které alespoň částečně dělají projekty ekonomicky schůdné. Maximální dotace jsou 85 % z uznatelných nákladů. Jelikož jsou v projektech vždy i nějaké neuznatelné náklady a vícepráce, tak pro modelaci byla zafixována dotace na 75 %, což více odpovídá reálné maximální dotaci z celkové ceny. I přes takto významné dotace je stále zásadní míra využití stanice, respektive poptávka po vodíku v dané lokalitě.

V tabulce 3 jsou ceny vodíku při různém využití stanice, kde 100 % znamená prodej veškerého disponibilního vodíku (uvažováno 250 kg) každý den. To znamená každý den závoz 250 kg vodíku a jeho vytočení do aut, autobusů a nákladních vozidel. Nižší využití



znamená, že dané množství vodíku je prodáno za delší dobu. Pro využití stanice 10 % je to 10 dní. Z tabulky 3 je patrné, že při nižším využití stanice cena vodíku výrazně roste i přes vysoké dotace. To je dáno vysokými fixními provozními náklady, které při vytočení malého množství vodíku mají významný vliv na cenu za 1 kg vodíku. Nízká poptávka lze očekávat v dalších několika letech či na méně příhodných lokalitách. Např. cena vodíku pro 20 % využití vodíkové stanice vzroste o **98 Kč/kg H₂** oproti 100% využití. Pro porovnání cen výše byl spočítán i případ pro reálné výtoče vodíku v první veřejné vodíkové stanici v ČR. V modelu to odpovídá přibližně 6 % využití stanice, z čehož vychází navýšení ceny o více než **380 Kč/kg H₂** oproti 100% využití.

Tabulka 3: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na využití vodíkové čerpací stanice při různých výrobcích vodíku. Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, 100 % využití vodíkového traileru, 25 % dotaci na PEM elektrolyzátor, vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km, kapacita stanice 250 kg a bez marže.

| Využití stanice | 100 % využití elektrolyzátoru, připojení k síti | 50 % využití elektrolyzátoru, přímé připojení k OZE |
|-----------------|---|---|
| 100 % | 282 | 241 |
| 90 % | 284 | 244 |
| 80 % | 288 | 247 |
| 70 % | 292 | 251 |
| 60 % | 298 | 257 |
| 50 % | 306 | 265 |
| 40 % | 318 | 278 |
| 30 % | 339 | 298 |
| 20 % | 380 | 339 |
| 10 % | 502 | 461 |

V případě 100% využití stanice má dotace nižší vliv na celkovou cenu vodíku. Nicméně při využitích pod 50 % je dotace zásadní. U využití stanice 50 % a nulové dotaci by cena vodíku bylo podle modelu **337 Kč/kg H₂** oproti **265 Kč/kg H₂** s dotací. U 20% využití stanice by to bylo **517 Kč/kg H₂** oproti **339 Kč/kg H₂** s dotací. A to celková cena vychází z ideálních podmínek pro další části vodíkového řetězce.

V tabulce 4 je cena vodíku při zohlednění reálných podmínek pro vodíkový řetězec v dalších několika letech. V případě využití obnovitelného vodíku vychází celková cena z modelu ve výši **494 Kč/kg H₂** bez DPH. To je cena, která by rozvoj vodíkové mobility příliš nepodporovala. Navíc z reálných dat vyplývá, že podmínky v tabulce 4 nejsou nyní naplňovány (především na straně poptávky), což znamená, že reálné náklady jsou ještě podstatně vyšší i přes využívání levnějšího šedého vodíku. Dokud nebude vodíková infrastruktura v ČR rozvinutá bude nutné dělat plno finančně náročných investic a tyto investice musí být významně podporovány ze strany státu v podobě dotací či různých úlev. U dotací je na místě zaměřit se na části řetězce, které nemají nyní možnost získat



dotaci. Dále je potřeba jasně nastavit velikost DPH pro obnovitelný vodík, které by mělo být oproti šedému vodíku výrazně nižší.

Tabulka 4: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH pro neideální scénář vodíkového řetězce. Vzdálenost stanice a zdroje vodíku 100 km a kapacita stanice 100 kg vodíku. Přímé napojení OZE a PEM elektrolyzér.

| Využití elektrolyzérů | Využití trailerů | Využití stanic | Dotace na stanici | Dotace na elektrolyzér | Marže | Cena za 1 kg vodíku |
|-----------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------------|-------|---------------------|
| 20 % | 20 % | 20 % | 75 % | 0 % | 10 % | 494 Kč |

Tabulka 5: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na ceně elektrické energie. Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, 50 % využití vodíkové stanice, 50 % využití vodíkového traileru, 25 % dotaci na PEM elektrolyzér, využití elektrolyzérů 50 %, vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km, kapacita stanice 100 kg a bez marže.

| Cena elektrické energie | Cena 1 kg vodíku |
|-------------------------|------------------|
| 500 Kč/MWh | 219 |
| 1000 Kč/MWh | 251 |
| 2000 Kč/MWh | 315 |
| 3000 Kč/MWh | 379 |
| 4000 Kč/MWh | 443 |
| 5000 Kč/MWh | 507 |
| 7000 Kč/MWh | 634 |
| 9000 Kč/MWh | 762 |

V předchozích částech byla cena elektrické energie fixně stanovena podle prognóz a investiční nákladů na stavbu OZE a provozních nákladů na jejich provoz. Nicméně skutečný vývoj cen elektrické energie může být podstatně odlišný, jak jsme se již přesvědčili podle nárůstů cen energií po začátku války na Ukrajině. Jelikož válka stále není u konce, není možné přesně určit vývoj cen energií kvůli nepředvídatelným událostem. V tabulce 5 jsou celkové ceny vodíku pro různé ceny elektrické energie. Ostatní parametry v modelu jsou nastaveny na optimální dosažitelné úrovni. Kdyby cena elektrické energie byla podstatně nižší než nyní či jaké ceny v prognózách na úrovni 500 Kč/MWh, tak cena z modelu vychází pouze na **219 Kč/kg H₂**. Nicméně v případě zastropované ceny elektřiny (9000 Kč/MWh) skončíme bez marže a bez DPH na hodnotě **762 Kč/kg H₂**. Z tabulky 5 je patrné, že při ceně elektřiny vyšší než v prognózách, bude vodík oproti ostatním palivům nekonkurenceschopný. Je tedy potřeba zajistit energetickou soběstačnost ČR a udržitelné ceny energií, aby se mohla vodíková mobilita rozvíjet.



Na začátku rozvoje vodíkové mobility je potřeba počítat s již nyní dostupným vodíkem vyráběným z fosilních paliv. Cena výroby tohoto vodíku bude prakticky vždy levnější než výroba obnovitelného vodíku. Asi jediná výjimka byla v době začátku války na Ukrajině, kdy cena zemního plynu a ropy několikanásobně vzrostla. V tabulce 6 je porovnání ceny při využití vodíku z různých výrobních procesů. I přes naprosto optimální podmínky pro elektrolyzéry vychází z modelu celková cena vodíku z fosilních paliv (parní reforming a parciální oxidace) nižší než u obnovitelného vodíku jak z PEM elektrolyzy, tak i z levnější alkalické elektrolyzy. Samozřejmě se započtením reálných podmínek pro zbytek řetězce a přičtení marže, budou celkové ceny vyšší. Nicméně rozdíl v cenách mezi výrobou šedého a obnovitelného vodíku je zřejmý.

Tabulka 6: Modelová cena 1 kg vodíku v závislosti na typu výroby vodíku. Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, 100 % využití vodíkové stanice, 100% využití vodíkového traileru, 25 % dotaci na elektrolyzéry, využití elektrolyzéry 50 %, přímé připojení k OZE vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km, kapacita stanice 250 kg a bez marže.

| Výroba | Cena za 1 kg vodíku na vodíkové čerpací stanici |
|-----------------------|---|
| PEM elektrolyza | 241 |
| Alkalická elektrolyza | 238 |
| Parciální oxidace | 202 |
| Parní reforming | 149 |



ZÁVĚR

Pro rozvoj vodíkové mobility bude cena vodíku na stanicích zásadní. Na začátku rozvoje s nedostatečnou sítí stanic a omezené poptávce je při započtení celého vodíkového řetězce prakticky nemožné dostat se na příznivou cenu vodíku. Proto je nezbytné, aby prvotní rozvoj byl dotován a podporován. K již fungujícím výzvám by měli přibýt další výzvy, které budou dotacemi pokrývat další části řetězce jako jsou elektrolyzéry, komprese, doprava vodíku atd. Rozvoji by také pomohla provozní dotace, která by měla největší přínos v několika dalších letech, kdy cena za kg vodíku bude vycházet příliš vysoká. V neposlední řadě je potřeba vyřešit výši DPH na obnovitelný vodík, jelikož při započtení dražší výroby a zároveň stejného DPH bude cena vycházet neúměrně vysoká pro potřeby rozvoje vodíkové mobility.

Z modelu vyplývá, že nejdůležitějšími faktory pro celkovou cenu vodíku jsou cena elektrické energie, kapacita vodíkových stanic a poptávka po vodíku. Cena elektrické energie má přímý vliv na výrobní cenu zeleného vodíku. Kapacita stanic má vliv na množství zavezeného vodíku, což ovlivňuje cenu dopravy za kg vodíku. Poptávka po vodíku má přímý vliv na využití stanice a nepřímý vliv na intenzitu zavážení vodíku, takže vlastně na cenu dopravy. Kvůli nejisté poptávce po vodíku jsou nejzásadnější dotace na vodíkové čerpací stanice, které alespoň částečně mohou zlepšit ekonomiku.



4 SEZNAM TABULEK

- Tabulka 1: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na dotaci na elektrolyzátor, typu elektrolyzátoru a využití elektrolyzátoru. Parametry vodíkové čerpací stanice jsou fixně nastaveny na 75 % dotaci a maximální využití stanice. Doprava 250 kg vodíku do vzdálenosti 100 km. V modelu není zohledněna marže. 4
- Tabulka 2: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na využití vodíkového traileru a kapacity stanice (množství dopraveného vodíku). Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, maximální využití vodíkové stanice, 50 % využití PEM elektrolyzátoru, 25 % dotace na elektrolyzátor, přímé připojení k OZE a bez marže. Vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km. 6
- Tabulka 3: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na využití vodíkové čerpací stanice při různých výrobcích vodíku. Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, 100 % využití vodíkového traileru, 25 % dotaci na PEM elektrolyzátor, vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km, kapacita stanice 250 kg a bez marže. 7
- Tabulka 4: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH pro neideální scénář vodíkového řetězce. Vzdálenost stanice a zdroje vodíku 100 km a kapacita stanice 100 kg vodíku. Přímé napojení OZE a PEM elektrolyzátor. 8
- Tabulka 5: Modelová cena 1 kg vodíku bez DPH v závislosti na ceně elektrické energie. Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, 50 % využití vodíkové stanice, 50 % využití vodíkového traileru, 25 % dotaci na PEM elektrolyzátor, využití elektrolyzátoru 50 %, vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km, kapacita stanice 100 kg a bez marže. 8
- Tabulka 6: Modelová cena 1 kg vodíku v závislosti na typu výroby vodíku. Zafixované parametry jsou 75 % dotace na vodíkovou stanici, 100 % využití vodíkové stanice, 100% využití vodíkového traileru, 25 % dotaci na elektrolyzátor, využití elektrolyzátoru 50 %, přímé připojení k OZE vzdálenost zdroje vodíku a stanice 100 km, kapacita stanice 250 kg a bez marže. 9