



## PŘIPOMÍNKY

k materiálu Ministerstva průmyslu a obchodu

### Vodíková strategie České republiky

V Praze dne 28. června 2021

Č. j.: 50/6000/2021

#### A. Zásadní obecná připomínka k předloženému materiálu

1. Domníváme se, že forma dokumentu je i přes provedené úpravy stále dosti složitá. Za vhodnější považujeme připravit stručnou strategii se zakomponováním hlavních strategických záměrů, cílů a úkolů vodíkové ekonomiky v České republice. Zbytek poté vložit nikoliv do samotné strategie, ale do jejích strukturovaných příloh.
2. Již v prvních letech je kladen důraz na výrobu zeleného vodíku z obnovitelných zdrojů (ve smyslu Vodíkové strategie EU), jsou zde uvedeny odhady výroby v tunách za rok. Domníváme se, že by bylo na místě zmínit strategické cíle pro ČR v MW (GW) elektrolýzy z obnovitelných zdrojů v letech 2024/2030/2050.
3. Požadujeme do dokumentu doplnit pro jednotlivé mezní roky kvantifikaci/odhad investičních prostředků do zeleného vodíku a předpokládané podpory státu a EU pro uvádění vodíkové ekonomiky do praxe, a to jak investiční, tak provozní.
4. V materiálu postrádáme důraz na podporu rozvoje vodíkové ekonomiky v regionech dotčených útlumem těžby uhlí jako jednoho z hlavních prvků jejich transformace.
5. Domníváme se, že se předkladatel dostatečně nezabýval otázkou zakomponování emisní dimenze do Vodíkové strategie ČR. Výroba vodíku se v některých případech stává zcela samoučelnou a pouze by zvýšila náklady dekarbonizace. Výroba a využití vodíků není cílem, ale jedním z prostředků k dosažení cíle, kterým je dekarbonizace celé ekonomiky. Využití vodíku je tak vždy potřeba posuzovat ve vztahu k dosažení uvedeného cíle a také jiných možností, které k tomuto cíli vedou. V dokumentu je sice uvedeno kolik vodíku vyrobit a spotřebovat, ale mělo by být rovněž explicitně uvedeno a v celém dokumentu akcentováno, že se jedná o výrobu pro dekarbonizaci.
6. Národní vodíková strategie není navázána na aktuálně platnou SEK z roku 2015, protože v době vzniku aktualizované SEK nebyla vodíková témata tak aktuální jako po představení Green Deal. Navrhujeme, aby se v rámci plánované aktualizace SEK upravily a zpřesnily odhady potřeby vodíku do roku 2050 v návaznosti na strategii celého energetického sektoru a zejména potřeby dekarbonizace ekonomiky.
7. Budoucí vývoj vodíkových technologií, zdroje vodíku v EU i třetích zemích, a uplatnění přístupu k vodíku v ostatních zemích EU nejsou prozatím zcela jasné. Proto navrhujeme, aby byly při analýze v rámci aktualizace SEK zpracovány různé variantní scénáře výroby/importu/spotřeby



i pro vodíkovou strategii. Scénáře posléze při pravidelném vyhodnocování ukáží, jaká cesta je realizována, a následně mohou být přijata odpovídající opatření.

**8.** V návaznosti na předchozí body a v tuto chvíli známém vývoji v dotačním programu RES+ Modernizačního fondu by bylo vhodné dále analyzovat možnosti výroby vodíku v ČR a jeho konkurenceschopnost vůči potenciálnímu dovozu ze zahraničí. Předpokládáme, že dovoz bude významně dominovat nad vlastní výrobou, což by mělo dopad na další pilíře strategie.

**9.** Podpora vodíku je definována velmi nezávazně – jednotlivé programy jsou v gesci různých ministerstev/řídicích orgánů, které podporu vodíku v rámci prioritizace svých programových priorit mohou zcela vyškrtnout, respektive klást akcenty na jiné priority. Navíc se domníváme, že popisná část časových etap v části 4.2 nestanoví sektorová kritéria či variantní cíle pro sledování pokroku v jednotlivých segmentech není dostatečným návodem pro cílenou podporu a prioritizaci projektů alespoň na národní úrovni ze strany řídicích orgánů, ani podkladem pro odečet pokroku při avizované budoucí revizi strategie.

**10.** Strategie na několika místech zmiňuje přebytek energie (většinou z OZE), např.: na str. 8, předposlední odstavec: „Je zřejmé, že v podmínkách ČR nebudou vznikat velké přebytky energie z obnovitelných zdrojů energie.“, dále na str. 9, první odstavec: „Dále je rozpracováno nasazení v průmyslu a skladování přebytků energie.“, v kapitole 1.2.1, prvním odstavci: „...V ČR zatím tento problém nemáme, protože podíl intermitentních OZE v soustavě zatím není vysoký. S rostoucím instalovaným výkonem obnovitelných zdrojů může být také problematické veškerou energii z obnovitelných zdrojů využít.“ či „Výroba vodíku z přebytku energie může být vhodnou alternativou.“. V kapitole 3.4, prvním odstavci: „Výroba vodíku z přebytku energie může být vhodnou alternativou.“ nebo kapitola 4.3.1 tvrdí: „Vzhledem k tomu, že v ČR nemáme žádné přebytky obnovitelné energie, které bychom nebyli schopni uplatnit přímo v elektrické síti, není tato technologie u nás zatím příliš perspektivní.“

Z našeho pohledu nelze s přebytky elektrické energie v ČR uvažovat dnes ani v budoucnu, a proto je text v tomto smyslu nutně upřesnit. Ubude výroby energie z fosilních paliv, která pravděpodobně nárůstem výroby jaderné energie a energie z OZE nebude nahrazena. Navíc se předpokládá masivní elektrifikace průmyslu, dopravy, atd., tudíž nároky na elektrickou energii budou stoupat a ČR se bude potýkat spíše s nedostatkem elektřiny. Z toho vychází, že výroba vodíku bude muset být spíše cílená, než aby byla vnímána jako vhodná možnost úschovy energie při jejím přebytku.

**11.** Ve strategii chybí možný dopad cílené výroby (zeleného) vodíku na konkurenceschopnost průmyslu a potřebu. Viz např. kapitola 1.4, kde je uvedeno: „V dalších fázích, kdy pravděpodobně dojde k převisu spotřeby nad výrobou, bude nezbytné zajistit ekonomicky efektivní dovoz nízkouhlíkového vodíku ze zemí s příhodnými výrobními podmínkami.“

Pro vytvoření udržitelného vodíkového ekosystému je nezbytné, aby výrobní cena nízkouhlíkového vodíku pro konečného spotřebitele byla srovnatelná se součtem ceny fosilních paliv a CO<sub>2</sub> povolenky a v budoucnu přinášela i ekonomickou výhodu. Strategie by například měla zdůraznit, že za cílem dosažení cenové konkurenceschopnosti nízkouhlíkového vodíku by nemělo být umělé navyšování ceny emisní povolenky, ale hledání způsobů snižování ceny tohoto vodíku. Stejně tak je reálné riziko že se zvyšováním poptávky po nízkouhlíkovém vodíku a závislosti české ekonomiky na jeho dopravě ze zahraničí se pravděpodobně navýší jeho cena. Takové náklady však nejsou energeticky náročná odvětví schopna promítat do ceny svých produktů – ztrácejí tak konkurenceschopnost na evropském i světovém trhu, kde se výrobky z EU, resp. ČR stanou neprodejnými. V souvislosti s přechodem na vodík je tedy nezbytné upozorňovat na potřebu dostatečné ochrany konkurenceschopnosti průmyslu.



12. Karty opatření by bylo vhodné dopřesnit o specifické úkoly (viz především u předložení návrhů revize nelegislativních materiálů – strategií) a přesný časový harmonogram tak, aby byla cesta vpřed naprosto zřejmá a úkoly pro jednotlivé subjekty jednoznačné.

13. Požadujeme předložený materiál v částech týkající se dopravy provázat s jinými strategiemi, v prvé řadě s hlavními zásadami Dopravní politiky ČR.

## B. Zásadní konkrétní připomínky k předloženému materiálu

### 1. Připomínka ke kapitole 1.1 Celkové shrnutí

Požadujeme z obrázku vyjmout výrobu vodíku z metanu.

Odůvodnění: Metan je cennější plyn než vodík, je mnohem univerzálněji použitelný než vodík. Tématem k řešení je výroba metanu z vodíku, nikoliv výroba vodíku z metanu.

### 2. Připomínka ke kapitole 1.4 Účel strategie

Požadujeme upravit text následovně:

*„Zatímco přeměna vodíku na čistou energii je relativně přímočará (avšak ne ideální: palivové články mají účinnost jen 60 %, vyžadují vodík s čistotou 99,97 %, nejsou snadno regulovatelné, tedy vyžadují vyrovnávací akumulaci, jsou investičně drahé a jejich životnost je omezená) a bez výrazných problémů, výroba, skladování a transport vodíku přináší celou řadu úskalí.“*

Odůvodnění: Není na místě přeměnu vodíku na čistou elektrickou energii idealizovat.

### 3. Připomínka ke kapitole 1.4 Účel strategie

Požadujeme upravit text následovně:

*„Pro vytvoření udržitelného vodíkového ekosystému je nezbytné, aby výrobní cena nízkouhlíkového vodíku pro konečného spotřebitele byla srovnatelná se součtem ceny fosilních paliv a CO<sub>2</sub> povolenky a v budoucnu přinášela i ekonomickou výhodu. Při výběru prioritních směrů rozvoje je tedy nezbytné se věnovat ekonomice dané vodíkové technologie. Dané technologie musí být hodnoceny z hlediska provozních a investičních nákladů. Avšak vždy je potřeba vnímat fyzikální realitu, tedy že účinnost energetické řetězce elektřina – vodík – elektřina je v ideálním (centralizovaném) případě (bez komprese, dopravy, přečerpávání a vyrovnávací akumulace) jen 39 % (elektrolyzér 65 % krát palivový článek 60 %) a v reálném (centralizovaném) případě (s kompresí, dopravou, přečerpáváním a vyrovnávací akumulací) jen kolem 25 až 30 %. Tedy proti přímému použití elektřiny zvyšuje ukládání do vodíku spotřebu energie na 3 až 4násobek.“*

Odůvodnění:

Není na místě vodíkový řetězec idealizovat.

### 4. Připomínka ke kapitole 1.5.1.1 Nízkouhlíkový vodík

Požadujeme text kapitoly doplnit o následující odrážku:

*„Vodík vyrobený plazmovým zplyňováním odpadu*

*Plazmovým zplyňováním organického odpadu bez přístupu vzduchu můžeme vyrobit vodík s minimální uhlíkovou stopou.“*

Odůvodnění: V rámci technologické neutrality výroby vodíku je text třeba doplnit o konkrétní technologii plazmového zplyňování, primárně s přihlédnutím k faktu již plně fungujících referenčních jednotek.

### 5. Připomínka ke kapitole 1.5.2.1 Vodík pro palivové články PEM



Požadujeme upravit text následovně:

*„Vodík pro palivové články PEM, které se hlavně využívají v dopravě, vyžaduje nejvyšší chemickou čistotu 99,97 %, aby bylo zajištěno, že ani při dlouhodobém provozu nedojde k degradaci a poškození palivových článků. Tento vodík se převážně vyrábí elektrolýzou vody, který dosahuje čistoty 99,999 %. Vodík z chemických procesů (destilace ropných zbytků, parní reforming metanu) dosahuje čistoty jen 98,5 % až 99,0 %, tedy má 30 až 50krát více nečistot, než je pro provoz palivových článků přípustné.“*

Odůvodnění: Je na místě uvést konkrétní hodnoty, stále ještě v ČR přetrvávají mylné představy o využití vodíku z chemické výroby v dopravě.

## 6. Přípomínka ke kapitole 2.1.1 Výroba vodíku

Požadujeme doplnit text následovně:

*„Chceme se proto nejprve soustředit na následující způsoby výroby nízkouhlíkového vodíku:*

- *z obnovitelných zdrojů,*
- *ze zemního plynu s CCS/U,*
- *v jaderných elektrárnách,*
- *pyrolýzním rozkladem různých typů organického odpadu nebo zemního plynu,*
- ***plazmovým zplyňováním organické složky různého typu odpadu včetně komunálního.“***

Odůvodnění: V rámci technologické neutrality výroby vodíku je text třeba doplnit o konkrétní technologii plazmového zplyňování, primárně s přihlédnutím k faktu již plně fungujících referenčních jednotek.

## 7. Přípomínka ke kapitole 2.1.1 Výroba vodíku

Požadujeme doplnit text následovně:

*„Nejdále na obou osách, tedy technologické připravenosti a ekonomické životaschopnosti, se v analýze dostala výroba z obnovitelných zdrojů (zejména fotovoltaika), ovšem podmínky v ČR nebudou patrně nikdy poskytovat dostatečně velký potenciál.“*

Odůvodnění: Bylo by chybou nyní tvrdit, že ČR nebude potřebovat ukládat elektrickou energii.

## 8. Přípomínka ke kapitole 2.1.2 Doprava a skladování vodíku

Požadujeme doplnit text následovně:

*„ČR má na domácí i evropské úrovni dobře propojenou a spolehlivou plynárenskou infrastrukturu. Vodík není pro odvětví plynárenství novým tématem. Plynárenské společnosti zahájily před více než 100 lety provoz potrubních systémů pro přepravu a distribuci koksárenského plynu /svítíplynu obsahujícího 50–60 % vodíku. S vodíkem se plynárenský sektor vrací zpět ke svým vlastním kořenům, ale v kombinaci s moderními technologiemi. Avšak je potřeba si uvědomit tři základní nevýhody vodíku vůči metanu:*

- ***vodík má jen 30 % objemovou výhřevnost (je nutné jej dopravovat a skladovat 3,3krát vyšší množství, než metanu),***
- ***molekula vodíku je 8krát menší než molekula metanu, což klade úplně jiné nároky na těsnost systému a způsobuje velké ztráty únikem,***
- ***vodík porušuje ocel (vodíková křehkost).“***



Odůvodnění: Je na místě upozornit na fyzikální vlastnosti vodíku.

## 9. Připomínka ke kapitole 2.1.2 Doprava a skladování vodíku

Požadujeme upravit text na základě níže uvedeného odůvodnění.

Odůvodnění: Domníváme se, že je třeba upozornit na nevhodnost dopravy vodíku. Vodík je rozumné produkovat v blízkosti místa spotřeby, protože válcová ocelová nádoba na přepravu 1 kg vodíku má (v zásadě nezávisle na velikosti tlaku) hmotnost 50 kg (netto 1 kg, tara 50 kg, brutto 51 kg) a zpět je dopravována prázdná (opět 50 kg). Tedy dopravní práce (brutto tkm) je stonásobkem přepravní práce (netto tkm). K dopravě 1 kg vodíku na vzdálenost 1 000 km automobilem činí spotřeba energie zhruba 24 kWh, což je 73 % výhřevné energie dopravovaného vodíku (33,2 kWh/kg). Při dopravě na vzdálenost 1 400 km se na pohon automobilu spotřebuje tolik energie, kolik jí je ve vodíku obsaženo.

## 10. Připomínka ke kapitole 2.1.3 Využití vodíku

Požadujeme upravit text na základě níže uvedeného odůvodnění.

Odůvodnění: Je potřeba realisticky ohodnotit jakou roli mohou vodíkové technologie v dopravě plnit ve srovnání s ostatními alternativami. A to jak energeticky a ekonomicky. V případě vodíku potřeba vnímat, že jde o provozně i investičně drahou technologii s velmi nízkou energetickou účinností a vedle ní existují již zavedené, levnější a energeticky úspornější technologie.

V Evropě se prakticky všichni výrobci osobních automobilů, ve snaze splnit limity emisí podle Nařízení evropského parlamentu a rady č. 443/2009 přeorientovali na výrobu elektrických automobilů a technologicky ji zvládají. Sami již ohlašují konec vývoje a výroby spalovacích automobilů v horizontu roku 2030. Pole průzkumu, který pro MD ČR provedlo CDV Brno „Česko v pohybu“ používají obyvatelé ČR osobní automobil k jízdám na průměrnou vzdálenost 22 km a jen 3,9 % cest je delších než 100 km a pouhých 1,3 % cest je na vzdálenost nad 200 km. To zvládnou elektromobily zcela bez problémů, a to při dominantní roli levného pomalého domácího nabíjení. Tedy motivace k nákupu investičně a provozně dražších vodíkových automobilů moc silná nebude.

V silniční nákladní dopravě je nutno vnímat tři důležitá fakta:

- podle Sdělení Evropské komise COM(2019) 640 Green deal, kapitola 2.1.5, má být do roku 2050 převedeno 75 % nákladní dopravy ze silnice na železnici či vodu. V ČR je síť vodních cest velmi chudá (315 km), půjde tedy o přesun na železnice, tedy především do elektrické vozby (aktuálně je v ČR 95 % nákladní železniční dopravy zajišťováno na elektrifikovaných tratích),
- střední přepravní vzdálenost silniční nákladní dopravy v ČR je jen 81 km. To zvládnou v kombinaci se železnicí elektrické automobily,
- investičně drahý palivový článek je v dopravních prostředcích aplikován spolu s vyrovnávacím lithiovým akumulátorem (hybridní princip), což je výhodné pro dynamicky proměnlivý způsob jízdy (krátkodobě používaný maximální výkon je několikanásobkem výkonu středního, na který je dimenzován palivový článek. Režim jízd nákladního automobilu je však monotónní, trvale vyšším výkonem vyžadoval by proto palivový článek velkého výkonu, tedy investičně drahý.

## 11. Připomínka ke kapitole 2.2.1 Doprava

Požadujeme upravit text následovně:



*„V oblasti ~~Oblast~~ železniční dopravy je využití vodíku slibnou možností na neelektrifikovaných tratích s potřebou větší dojezdové vzdálenosti, a to i vzhledem k postupnému ústupu od provozování železničních kolejových vozidel s dieselovým pohonem. Železniční společnosti si totiž uvědomují, že pokud mají v roce 2050 plnit nároky na téměř bezemisní provoz musí se náhradou stávajících dieselových jednotek a lokomotiv zabývat již nyní. ~~bude muset být ještě upřesněna a~~ s leteckou a lodní dopravou zatím v odhadech vůbec nebylo počítáno.“*

Odůvodnění: Jedná se o upřesnění textu v části železniční dopravy.

## **12. Připomínka ke kapitole 2.3 Scénář spotřeby vodíku po odvětvích**

Požadujeme upravit text na základě níže uvedeného odůvodnění:

Odůvodnění: Hromadná aplikace vodíkových technologií v dopravě je velice investičně i provozně drahý extenzivní způsob, který by vedl k extrémním nárůstům spotřeby energie. Náhradu fosilních paliv v dopravě obnovitelnými zdroji lze provést mnohem efektivněji, a to nikoliv zvyšováním, ale snižováním spotřeby energie.

Cena vodíku se tak pro aplikace v dopravě dostává do sevření dvěma limity – musí být natolik levná, by se vyrovnala ceně elektrické energie dodávané vozidlům liniově nebo prostřednictvím elektrochemických akumulátorů, a musí být natolik vysoká, aby uhradila náklady na výrobu vodíku z elektrické energie. To je s ohledem na nízkou účinnost celého energetického řetězce (25 % až 30 %) a s celou řadou investičních a provozních nákladů neřešitelné, neboť k elektrolýze je na začátku řetězce potřebné nakoupit 3 až 4krát více elektrické energie, než se na konci řetězce z vodíku získá k pohonu vozidla. Téma okamžité výkonové bilance výroby a spotřeby elektrické energie je aplikací vodíkové technologie efektivněji řešitelné v energetice (stačí ukládat malou část energie), než v dopravě (je ukládána celá energie).

## **13. Připomínka ke kapitole 4.1.6 Domácnosti a ostatní odběratelé**

Požadujeme do kapitoly doplnit bezpečnostní hledisko ve smyslu níže uvedeného odůvodnění.

Odůvodnění: Převod rozvodu zemního plynu pro domácnosti na vodík není jen otázkou zajištění dostatku vodíku a ekonomiky. Je zde také bezpečnostní hledisko, které nelze ignorovat. Vodík je plyn s podstatně menší molekulou než metan a také podstatně větším rozsahem výbušnosti směsi se vzduchem (vodík je výbušný při podstatně nižších koncentracích ve vzduchu než metan). Je tedy potřeba velmi bedlivě zvážit také bezpečnostní hledisko případného provozu vodíkových zařízení v domácnostech, ale také celkové bezpečnosti provozu vodíkové infrastruktury v rámci městské aglomerace.

## **14. Připomínka ke kapitole 4.2.1 Etapa 1: 2021–2025**

Pyrolýzní rozklad organického odpadu nebo zemního plynu se těžko mohou stát významnými zdroji vodíku v období 2021-25. Požadujeme zvážit, zda dává smysl snažit se vyrábět vodík z organického odpadu, když tento může být mnohem efektivněji a levněji přeměněn na energii jinými technologiemi bez mezistupně v podobě vodíku. V případě pyrolýzního rozkladu zemního plynu je potřeba vyřešit otázku trvalého uložení vzniklého uhlíku. Měla by být věnována pozornost intenzivnímu výzkumu a vývoji různých vodíkových technologií.

Odůvodnění: Sami autoři uvádí, že je třeba překonat technologické překážky. K tomu je třeba doplnit, že tyto překážky jsou nemalé a především je potřeba zajistit zdroj tepla pro pyrolýzu, který by sám nebyl významným zdrojem skleníkových plynů, čímž by výroba nízkemisního vodíku byla fakticky zmařena. Překonání těchto problémů v horizontu roku 2025 se jeví jako velmi málo pravděpodobné. Navíc ovšem ani nedává smysl snažit se je překonat. Bioodpad je možné přeměnit na biometan nebo přímo na energii. Samočelná výroba vodíku, která bude z fyzikální



definice vždy méně efektivní než výše uvedené, nedává smysl. Je třeba mít stále na paměti, že smyslem je bezemisní ekonomika, nikoliv výroba vodíku, ta má být pouze jedním z prostředků k dosažení cíle. V případě výroby vodíky pyrolýzou zemního plynu je třeba vyřešit otázku trvalého uložení vzniklého uhlíku, která není vůbec triviální. Bez vyřešení tohoto problému nedává výroba vodíku pyrolýzou ze zemního plynu vůbec smysl, protože bude emise oproti přímému využití zemního plynu zvyšovat. V období 2021-2025 je potřeba podporovat především smysluplný výzkum a vývoj vodíkových technologií. I při tomto výzkumu je však třeba respektovat základní fyzikální zákonitosti a mít na paměti, že cílem je dekarbonizace celé ekonomiky. Výroba vodíku má být pouze jedním z prostředků k dosažení uvedeného cíle v případech, kde to bude vzhledem k jiným možnostem efektivní.

#### **15. Připomínka ke kapitole 4.2.2 Etapa 2: 2026–2030**

Požadujeme zvážit, zda dává smysl snažit se vyrábět vodík z organického odpadu, když tento může být mnohem efektivněji a levněji přeměn na dekarbonizovanou energii jinými technologiemi. V případě pyrolýzního rozkladu zemního plynu je potřeba vyřešit otázku trvalého uložení vzniklého uhlíku.

Odůvodnění: Bioodpad je možné přeměnit na biometan nebo přímo na energii daleko efektivněji a levněji, zavádění mezistupně v podobě vodíku jen zvyšuje náklady dekarbonizace. Samoučelná výroba vodíku, která bude z fyzikální definice vždy méně efektivní než výroba biometanu nebo přímé využití energie, nedává vůbec smysl. Je třeba mít stále na paměti, že smyslem je bezemisní ekonomika, nikoliv výroba vodíku za každou cenu. V případě výroby vodíky pyrolýzou zemního plynu je třeba vyřešit otázku trvalého uložení vzniklého uhlíku, která není vůbec triviální. Bez vyřešení tohoto problému nedává výroba vodíku pyrolýzou ze zemního plynu vůbec smysl, protože bude emise oproti přímému využití zemního plynu zvyšovat.

#### **16. Připomínka ke kapitole 4.2.3 Etapa 3: 2031–2050**

Požadujeme upravit text na základě níže uvedeného odůvodnění.

Odůvodnění: Další budoucnost vodíkových aplikací v dopravě bude určena zejména vývojem v oblasti vyvíjených nových typů elektrochemických akumulátorů.

V rámci principů multimodální udržitelné mobility dojde ke kooperaci veřejné dopravy (silné a pravidelné přepravní proudy) a individuální dopravy (slabé a nepravidelné přepravní proudy) a v oblasti liniově elektricky napájených vozidla a vozidel se zásobníky energie, zejména na bázi elektrochemických zásobníků energie. Je otázkou zejména vývoje v oblasti elektrochemických zásobníků energie, v jakém prostoru naleznou v dopravě smysluplné uplatnění vodíkové technologie.

Za posledních dvacet let (2000 až 2020) dospěly elektrochemické akumulátory od údržbově náročných olověných akumulátorů s měrnou energií 25 kWh/t a s účinností 65 % k současným bezúdržbovým lithiovým akumulátorům typu HE s měrnou energií 220 kWh/t a s účinností 90 %. Na straně vodíkové technologie je zatím výhodou vyšší měrný výkon (cca 900 kWh/t na výstupu palivového článku a při využití kompozitových nádob s hmotností 20 kg na 1 kg vodíku), avšak s výslednou účinností jen sotva 30 %, tedy s trojnásobnou spotřebou energie a s vyššími nároky na údržbu, oproti elektrochemickým akumulátorům. Je zejména otázkou zvládnutí průmyslové výroby již vyvíjených nových typů elektrochemických akumulátorů s vyšší měrnou energií, do jaké míry bude schopna se v dopravě vedle nich na trhu prosadit vodíková technologie. Skutečnost, že mnozí velcí výrobci automobilů trend vodíkových vozidel již zcela opustili, a věnují se naplno vozidlům s elektrochemickými akumulátory, je velmi zásadním signálem. Riziko, že vybudovaná vodíková síť pro dopravní prostředky ztratí význam, neboť bude překonána jinou účinnější technologií, nelze podceňovat.

## 17. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 1.1 Výroba elektrolýzou

Požadujeme text upravit na základě níže uvedeného odůvodnění.

Odůvodnění: Polymerní membrána je běžnou součástí druhé poloviny přeměny vodíkového řetězce (palivových článků), tedy nemá logiku odmítat její použití v první polovině přeměny vodíkového řetězce, v elektrolýzéro.

## 18. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 1.1.1 Elektřina z obnovitelných zdrojů, tabulka příležitostí

Požadujeme opravit účinnost elektrolýzy 69 %, případně uvést podmínky pro její dosažení.

Odůvodnění: Účinnost elektrolýzy pro výrobu vodíku rozhodně nedosahuje 69 %. V kapitole 1.1 výroba elektrolýzou je uvedeno, že při teplotě 100 °C je pro elektrolýzu třeba 350 MJ na získání 1 kg vodíku, při teplotě 850 °C stačí pro výrobu stejného množství vodíku pouze 225 MJ. Ovšem 1 kg vodíku má výhřevnost cca 120 MJ. Účinnost elektrolýzy je tedy v prvním případě 34 %, ve druhém 53 %. Je ovšem samozřejmě potřeba počítat také se ztrátami procesního tepla.

## 19. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 1.3.1 Termální gasifikace – využití bioplynu/biometanu

Požadujeme kapitolu vypustit. Případně uvést, že je uváděna pouze pro úplnost a v praxi se s tímto způsobem výroby vodíku nepočítá.

Odůvodnění: Biometan nebo bioplyn je možné využít přímo pro výrobu dekarbonizované energie. Z těchto surovin tedy nedává vůbec smysl vodík vyrábět (dodatečná energetická přeměna znamená jen ztráty energie). Je třeba mít na paměti, že smyslem je dekarbonizace ekonomiky jako celku, nikoliv výroba vodíku jako taková. Výroba vodíku je pouze prostředek dekarbonizace, který musí zapadat do celkové efektivity energetických přeměn a dekarbonizační strategie.

## 20. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 1.4 Pyrolýzní výroba vodíku z odpadů

Požadujeme změnit název kapitoly tak, aby zněl:

*„Pyrolýzní a gasifikační výroba vodíku z odpadů“.*

Následně požadujeme doplnit text kapitoly takto:

*„V rámci projektů v menším měřítku je uplatňována technologie pyrolýzy za teploty do 1000 °C či technologie plazmového zplyňování za teploty až do 3500 °C. Na výstupu je získáváno více plynů (vodík, dusík, oxid uhličitý, oxid uhelnatý, metan, případně kyslík). Vodík je v další fázi separován.“.*

Odůvodnění: V rámci technologické neutrality výroby vodíku je text třeba doplnit o konkrétní technologii plazmového zplyňování, primárně s přihlédnutím k faktu již plně fungujících referenčních jednotek.

## 21. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 1.6 Pyrolýzní výroba vodíku ze zemního plynu

Požadujeme doplnit, jak bude vzniklý uhlík využit nebo skladován.

Odůvodnění: V kapitole se uvádí, že „Uskladňování a přeprava pevného uhlíku je přitom technologicky jednodušší než nakládání s plynným CO<sub>2</sub>“. To jistě může být pravda, pokud se jedná o krátkodobé uskladňování. Nicméně finální trvalé uskladnění samotného uhlíku může být naopak náročnější. Jeho využití např. v rámci geologických struktur je prakticky vyloučeno. Je tedy se seriózně zabývat otázkou, kde a jak bude tento uhlík trvale uložen.

## 22. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 1.10 Elektrolýza solanky

Navrhujeme kapitolu vypustit.





Odůvodnění: Tato technologie se již v ČR nepoužívá a její použití je vzhledem k nutnému používání rtuti velmi problematické. Dnes se pro tento účel používají membránové technologie.

### 23. Přípomínka k Přílohám, ke kapitole 2.1.2 Přeprava kapalného vodíku v nádobách po silnici či železnici

Navrhujeme text doplnit následovně:

*„Alternativní cestou, která by mohla výrazně zvýšit množství přepravovaného vodíku, je jeho zkapalnění. Kapalným vodíkem je skladován při teplotě  $-253^{\circ}\text{C}$ . S tím souvisejí zvýšené nároky na použité materiály a vysoké energetické nároky na zkapalnění, zásadní nevýhodou je tedy ztráta kolem 40 % energie při samotném zkapalňování (Devinn, Irena). Další ztráty vznikají odpařováním vodíku vlivem nedokonalosti termické izolace přepravní nádoby.“*

Odůvodnění: Navrhujeme zmínit i ztráty odparem, které mohou být významné.

### 24. Přípomínka k Přílohám, ke kapitole 2.1.3 Doprava vodíku plynovody ve směsi se zemním plynem

Navrhujeme text upravit na základě níže uvedeného odůvodnění.

Odůvodnění: Navrhujeme uvést vlastnosti vodíku při substituci za metan. Energetický obsah plynojemů klesá při náhradě metanu vodíkem na 30 %. Samostatnou otázkou je těsnost plynové soustavy. Molekula vodíku je 8krát menší než molekula metanu, tedy přidaný vodík se z běžného metanového porubí postupně ztrácí. Závažným tématem je i rozrušování oceli vodíkem (vodíková křehkost), která se týká nejen rozvodného systému, ale i spotřebičů.

### 25. Přípomínka k Přílohám, ke kapitole 3.1.3 Městská autobusová doprava

Požadujeme text dané kapitoly upravit tak, aby zněl následovně:

*„Segment městských autobusů byl jedním z prvních, na které se soukromá sféra v oblasti vodíku zaměřila. Kromě naléhavé potřeby redukce emisí ve městech a příměstských oblastech mají autobusy signální efekt, protože jsou velmi dobře viditelné. Podobně jako v silniční nákladní dopravě vychází náhrada nafty ekonomicky výhodněji. V momentě, kdy cena nízkouhlíkového vodíku dosáhne 4 euro/kg, se vodík stane jako palivo konkurenceschopným vzhledem k naftě podobně jako v silniční nákladní dopravě. K využití vodíku jakožto úložiště energie v městské autobusové dopravě je vhodné přistoupit u těch výkonů, kde nelze zajistit průběžné nebo příležitostné nabíjení a požadovaný dojezd s pomocí elektrobuses včetně bateriových (např. z důvodu nemožnosti výstavby nabíjecí a napájecí infrastruktury).“*

*Podle dosavadních studií a s ohledem na jiné možnosti aplikace vodíku i relativně nižší nízké investiční náklady v prvních fázích realizace strategie povedou k výrazným úsporám emisí. Současně je většina dopravních společností ve větších městech v rukách municipalit, což usnadňuje iniciační fázi.*

*Vzhledem k nižšímu množství odpadního tepla u elektromotorů bývá u osobní autobusové dopravy zpravidla zřízeno topení, které je řešeno jako elektrické, případně je zajišťováno spalováním nafty, které spotřebovává buď naftu, nebo je doplněno jiným zdrojem. Zůstává zatím otázkou, jak by vypadala celoroční bilance provozu vodíkových autobusů se započtením zimního období.“*

Odůvodnění: Vodík vychází aktuálně oproti naftě v projektech, které jsou považovány za úspěšné, dražší. Je třeba proto zpřesnit navrhovaný text do podoby, kterou navrhujeme.

### 26. Přípomínka k Přílohám, ke kapitole 3.1.3 Městská autobusová doprava



Požadujeme doplnit SWOT analýzu. Silné stránky navrhuje doplnit o dva body:

**„Delší dojezd vozidel na jedno natankování oproti nabití bateriových vozidel;**

**Rychlost natankování oproti nabití bateriových vozidel.“**

Slabé stránky navrhuje doplnit do finální podoby takto:

**„Topení v zimě – vysoká energetická náročnost a nutnost dostatečně dimenzovat energetický systém vozidel;**

**Vysoké investiční náklady na pořízení vozidel – přibližně čtyřnásobné oproti naftovým vozidlům (jedná se o bateriový elektrobus doplněný palivovými články a tlakovými nádobami na stlačený vodík, palivové články mají kratší životnost oproti vozidlu);**

**Vysoké provozní náklady – přibližně dvojnásobné oproti naftovým vozidlům);**

**Chybějící infrastruktura plnicích stanic – pro provozovatele flotily vozidel znamená nutnost vybudovat plnicí stanice a nejlépe zajistit výrobu nízkouhlíkového vodíku;**

**Omezená nabídka autobusů;**

**Pro kapacitní verze vozidel (např. kloubový autobus) zatím není na trhu sériové řešení;**

**Cena vodíku (náklady na dopravu a kompresi);**

**Vyšší náklady na servis vozidel“.**

Odůvodnění: Považujeme za vhodné zpřesnit stávající body ve SWOT analýze o podstatné informace.

## **27. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 3.1.6 Železniční doprava**

Požadujeme text dané kapitoly upravit tak, aby zněl následovně:

**„Cílem dohody je dosažení klimatické neutrality v Evropské unii do roku 2050. Jde o obecnou iniciativu, která se postupně promítá do sektorových zákonů na evropské úrovni včetně dopravy. Z pohledu emisí tedy budou železniční dopravci muset plnit požadavky na provoz i po roce 2050. Tou dobou již bude vnímán provoz vlaků na dieselový pohon podobně, jako dnes vnímáme provoz parních vlaků – energeticky a ekonomicky nevýhodný.**

**V posledních letech proto dochází k vývoji vozidel s alternativním provozem. Železniční společnosti si totiž uvědomují, že pokud mají v roce 2050 plnit nároky na téměř bezemisní provoz musí nahradit stávající dieselové jednotky a lokomotivy jiným zdrojem energie. Řada dopravců tak bude postupně kolem roku 2025 úplně ustupovat o poptávce železničních vozidel s dieselovým pohonem (pokud počítáme s provozem vozidla max. 30 let). Nyní se v podstatě rozvíjejí dva typy pohonu – bateriový a vodíkový. Obě technologie jsou považované za nízkoemisní a liší se pouze rozdílným typem nabíjení/plnění, výkonem nebo požadovanou dojezdovou vzdáleností a samozřejmě rozdílnými bezpečnostními předpisy.**

**S rozvojem vodíkové železniční dopravy počítají i dosavadní strategické dokumenty v některých zemích, zejména v Německu. Zatím však neexistuje dostatečná zkušenost s takovýmto provozem, v ČR vůbec žádná. Je vhodné využít dosavadní zkušenosti a dostupná data z provozu ze zahraničí (např. Německa, Rakouska, Japonska). Oproti silniční dopravě, kde již první společnosti vynalezily značné prostředky, se železniční vodíková doprava rozvíjí spíše ve stádiu koncepcí a plánů. ČR disponuje jednou z nejhustších sítí železnic v Evropě, na druhou stranu jen menší část je elektrizovaná, velké rezervy jsou v severní polovině území. Vodíková železniční vozidla je vhodné nasazovat na neelektrizovaných tratích, jejichž elektrizace by vzhledem k charakteru provozu nebyla ekonomicky efektivní (např. nízký denní počet vlaků, absence nákladní dopravy) a zároveň**



tyto tratě ani není možné obsloužit akumulátorovými vozidly BEMU (příliš dlouhé vzdálenosti bez elektrizace). Jednou z perspektivních oblastí z hlediska nasazení vodíkových vozidel je severní část ČR, např. Liberecko, které není v současnosti napojeno na elektrizovanou železniční síť.

**Že vodík je atraktivní technologií svědčí i fakt, že v poslední době přibývá výrobců kolejových vozidel, kteří vyvíjejí vlak na vodíkový pohon.** Významným hráčem na trhu je zde francouzský výrobce prostředků hromadné dopravy Alstom, který po zhruba dvouletých provozních zkušenostech na tratích Dolního Saska plánuje v Německu pravidelný provoz ~~vodíkových souprav~~ v celkovém objemu 81 milionů EUR, které by měly začít jezdit v prosinci 2021. Také ve Francii již existují první objednávky na větší množství souprav. Dalšími společnostmi, které sledují tento trend jsou Siemens a nyní nejnověji španělský výrobce CAF, který získal pro vývoj prototypu grant od Evropské komise. Z toho důvodu je zřejmé, že brzy přibudou i další výrobci, kteří budou nabízet vozidla s vodíkovým pohonem, a to povede k dalšímu snížení cen.

Vlaky na vodíkový pohon se v minulých letech úspěšně otestovaly v několika evropských zemích jako např. Německo, Rakousko, Itálie nebo Nizozemsko. V běžném provozu jich jezdí v Německu už celkem 14, dalších 27 je pro Německo objednáno. Tyto vlaky si objednala již i Itálie, kde začnou jezdit zhruba za 3 roky. Další dopravci o využití těchto vlaků uvažují. Lze očekávat, že s postupným rozvojem celého trhu vodíku bude docházet ke snižování pořizovacích a provozních nákladů a další zvyšování energetické účinnosti.“.

Odůvodnění: Doplnění a upřesnění textu dané kapitoly.

## 28. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 3.4 Energetika

Požadujeme opravit udávanou účinnost cyklu elektřina-vodík-elektřina, případně uvést podmínky, za kterých udávaná účinnost platí.

Odůvodnění: Účinnost výroby vlastního vodíku bude těžko překračovat 50 %. Pokud bude tento vodík následně využit pro výrobu elektřiny na bázi spalování, pak se s ohledem na termodynamická omezení těžko podaří překročit účinnost 50 %. To celkově dává účinnost cyklu elektřina-vodík-elektřina maximálně 25 %. Reálně to bude ještě méně s ohledem na ztráty elektřiny v síti při jejím transportu k výrobně vodíku a následně ke konečným uživatelům. Není tedy jasné, jak autoři dospěli k udávané účinnosti 30-40 %.

## 29. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 3.4.1 Power to gas (P2G)

Požadujeme opravit udávanou účinnost výroby vodíku pomocí elektrolýzy 95 % případně uvést podmínky, za kterých platí.

Odůvodnění: V praxi tato účinnost nepřekračuje 50 %.

## 30. Připomínka k Přílohám, ke kapitole 4.2.3 Zařízení na pyrolýzu odpadu

Požadujeme změnit název kapitoly tak, aby zněl:

„Zařízení na pyrolýzu **a plazmové zplyňování odpadu**“.

A dále požadujeme doplnit text kapitoly takto:

„Velká pozornost je v řadě zemí (Německo, Francie, Nizozemsko, **Norsko, USA, Austrálie**) věnována projektům zaměřeným na výrobu vodíku ze zbytků organických sloučenin v odpadu.“.

Odůvodnění: V rámci technologické neutrality výroby vodíku je kapitolu třeba doplnit o konkrétní technologii plazmového zplyňování, primárně s přihlédnutím k faktu již plně fungujících referenčních jednotek. Dále považujeme za účelné doplnit výčet zemí, které mají s danou problematikou zkušenosti.



---

**HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY**

zapsaná v obchodním rejstříku vedeném Městským soudem v Praze dne 17. června 1993, oddíl A, vložka 8179  
FLORENTINUM (recepce A), Na Florenci 2116/15, 110 00 Praha 1, IČ: 49 27 95 30  
e-mail: [prpominkovani@komora.cz](mailto:prpominkovani@komora.cz), telefon: + 420 266 721 415, fax: + 420 266 721 692  
[www.komora.cz](http://www.komora.cz)