

VODÍKOVÁ STRATEGIE ČESKÉ REPUBLIKY V KONTEXTU CHEMICKÉHO PRŮMYSLU

MARTIN ŠILHAN

Centrum Výzkumu Řež s.r.o., Hlavní 130, 250 68 Husinec-Řež
martin.silhan@cvrez.cz

Došlo 5.8.21, přijato 16.8.21.

Klíčová slova: vodík, strategie, emise

Obsah

1. Kontext vzniku a existence strategie
2. Základní pilíře a struktura Vodíkové strategie
3. Analytická část Vodíkové strategie
 - 3.1. Legislativně-regulační bariéry
 - 3.2. Chemický průmysl
4. Strategická část Vodíkové strategie
 - 4.1. Snižování emisí skleníkových plynů
 - 4.2. Podpora ekonomického růstu
5. Implementační část Vodíkové strategie
6. Závěr

1. Kontext vzniku a existence strategie

Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) vypracovalo dokument Vodíková strategie České republiky (dále jen „Vodíková strategie“, cit.¹⁾, který byl 26. 7. 2021 schválen Vládou ČR. Dokument vznikl v návaznosti na Vodíkovou strategii pro klimaticky neutrální Evropu (cit.²⁾, která odráží cíl Zelené dohody pro Evropu (cit.³⁾ – dosažení klimatické neutrality do roku 2050. Hlavním důvodem, proč byla tato (česká) Vodíková strategie připravena, je snižování emisí skleníkových plynů a dekarbonizace dopravy, průmyslu, služeb, domácností a zemědělství a podpora hospodářského růstu. V tomto úsilí ČR koordinuje postup nejen se státy Evropské unie, ale i ve spolupráci s ostatními zeměmi, které již své vodíkové strategie naplňují nebo je teprve připravují. Cílovým stavem, ke kterému tato strategie přispívá, je dosažení klimatické neutrality. Té ČR plánuje dosáhnout postupnou transformací průmyslu a změnou technologií tak, aby nebyla ohrožena zaměstnanost, konkurenceschopnost a celková životní úroveň v ČR. Vodíkové technologie přinesou i celou řadu růstových stimulů a nových rozvojových příležitostí a podpoří tak růst ekonomiky.

Cílem strategie je urychlení procesu implementace vodíkových technologií při minimalizaci s tím spojených nákladů. Pro efektivní nasazení je nutné v každém kroku

citlivě vyvažovat požadavky na spotřebu a výrobu vodíku a zajistit tak maximální využití investičně náročné infrastruktury, jako jsou elektrolyzéry, plnicí stanice, skladovací nádrže, přepravníky a další zařízení. Strategickými cíli Vodíkové strategie jsou 1) snížit celkové množství skleníkových plynů vypouštěných do atmosféry v ČR a 2) podpora hospodářského růstu.

Cílem tohoto příspěvku je představit Vodíkovou strategii a zhodnotit její budoucí dopady na tuzemská průmyslová odvětví, včetně chemického průmyslu.

2. Základní pilíře a struktura Vodíkové strategie

Oba strategické cíle se dále rozpadají do čtyř specifických cílů: 1) objem výroby nízkouhlíkového vodíku, 2) objem spotřeby nízkouhlíkového vodíku, 3) připravenost infrastruktury na dopravu a skladování vodíku a 4) rozvoj výzkumu, vývoje a výroby vodíkových technologií.

Vodíková strategie je založena na čtyřech pilířích:

- VÝROBA NÍZKOUHLÍKOVÉHO VODÍKU – různé způsoby výroby vodíku
- VYUŽITÍ NÍZKOUHLÍKOVÉHO VODÍKU – využití vodíku v nejrůznějších odvětvích ve funkci paliva, chemické suroviny a média k ukládání energie
- DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ VODÍKU – různé způsoby dopravy, skladování a distribuce vodíku, tak aby místa výroby a využití byla efektivně propojena. Zahrnuje i dovoz a přepravu vodíku přes ČR
- VODÍKOVÉ TECHNOLOGIE – podpora výzkumu, vývoje a výroby technologií pro výrobu, využití, dopravu a skladování vodíku

Tyto pilíře jsou vzájemně provázány – výroba a spotřeba musí být v rovnováze, aby se dosáhlo ekonomického využití příslušných technologií, v opačném případě bude muset nerovnováhu kompenzovat import ze zahraničí. K masivním importům vodíku do ČR bude docházet v případě, pokud se v ČR dostatečně nerozvine síť malých jaderných reaktorů, což je pravděpodobně jediná neomezeně škálovatelná technologie pro výrobu nízkouhlíkatého vodíku. Vodík bude importován v plynovodech, kde bude přimíchán k zemnímu plynu, později bude plynovody přepravován čistý vodík.

Strategie popisuje výchozí stav a odhaduje vývoj v časovém horizontu do roku 2050, který souvisí se strategickým horizontem Zelené dohody pro Evropu. Analyzuje jednotlivé pilíře pomocí SWOT analýz. Každá analýza ústí v identifikaci prioritních oblastí, které je třeba prioritně rozvíjet, a naopak těch, u nichž musíme čekat na další vývoj příslušných technologií nebo jejichž rozvoj spíše nelze doporučit. Analytická část kromě výsledků

analýz navíc pojmenovává průřezové oblasti, které jsou zásadní pro všechny čtyři pilíře, a také identifikuje bariéry rozvoje vodíkového hospodářství, které bude potřeba postupně odstraňovat. Strategická část podrobněji stanovuje, jak dosáhnout splnění specifických cílů, a odhaduje, jak bude vypadat výroba a spotřeba vodíku v následujících letech. Na ni navazuje implementační část, která popisuje fáze vývoje vodíkového hospodářství v ČR v horizontu do roku 2050. Je zřejmé, že v podmínkách ČR nebudou vznikat velké přebytky energie z obnovitelných zdrojů energie, pro něž by bylo třeba hledat využití. Lze předpokládat zvyšující se poptávku po vodíku jako důsledek postupného vnějšího tlaku na snižování emisí skleníkových plynů. Ta bude zpočátku uspokojována lokálními zdroji a později pravděpodobně různými formami dovozu. Implementační část dále určuje nástroje, které budou použity k naplnění jednotlivých cílů strategie.

V oblasti výroby jsou identifikovány nejperspektivnější způsoby, jak vodík vyrábět. V pilíři dopravy a skladování jsou vyjádřeny silné a slabé stránky různých forem přepravy (v tlakových nádobách nebo plynovody). Analýza pilíře využití vodíku zvažuje nasazení vodíku především v dopravě, která bude zřejmě první oblastí, kde se vodík stane konkurenceschopnou náhradou fosilních paliv. Dále je rozpracováno nasazení v průmyslu a skladování přebytků energie. Samostatná analýza má za cíl určit technologie, v jejichž rozvoji by se ČR mohla stát úspěšnou. ČR je zemí se silnou průmyslovou tradicí a vodíkové technologie představují příležitost pro transformaci průmyslu a zapojení se do nově vznikajících výrobních. Uvedené technologie nejsou mimořádně surovinově ani energeticky náročné, produkují výrobky s vysokou přidanou hodnotou, Česká republika má coby vysoce industrializovaná země dobrou šanci zaujmout významné postavení v této oblasti. ČR má navíc bohaté zkušenosti s výrobou a využíváním svítiplynu, který obsahoval významný podíl vodíku.

Mnoho futuristických vizí kolem vodíkových technologií je hnáno představou, že na začátku jsou obnovitelné zdroje sluneční a větrné energie, které jsou zdánlivě zadarmo, a na konci je energie uskladněná ve vodíku, s možností ji využívat kdykoliv a kdekoliv. Je nutné si ale uvědomit, že cena, kterou spotřebitel platí za tuto energii vázanou ve vodíku, je dána hlavně odpisy zařízení, která jsou v současnosti velmi drahá. Pro jejich zlevnění je nezbytně nutné, abychom v prvních fázích podporovali integrované projekty, kde výroba a spotřeba vodíku jsou velmi úzce provázány. Jen tak se dosáhne maximálního využití výrobních, skladovacích, distribučních a spotřebních zařízení a tím snížení ceny vodíku pro konečného spotřebitele. Velký potenciál pro zlevnění mají především všechny druhy elektrolyzérů, kde lze při výrobě výrazně zvýšit podíl automatizace a výrobu tak zjednodušit a zlevnit. V dalších fázích, kdy pravděpodobně dojde k převisu spotřeby nad výrobou, bude nezbytně zajistit ekonomicky efektivní dovoz nízkouhlíkového vodíku ze zemí s příhodnými výrobními podmínkami.

V současné době není možné nízkouhlíkový vodík vyrábět a spotřebovat za ekonomických podmínek srovnatelných s ostatními fosilními palivy. Ta jsou levnější,

protože v nich není zahrnuta cena emisí skleníkových plynů. V oblasti vodíku je nutné se rychle dostat do fáze, kdy díky úsporám z rozsahu bude nízkouhlíkový vodík cenově srovnatelný se stávajícími fosilními palivy. Vodíková strategie má za cíl ukázat, které oblasti jsou v daném čase z různých pohledů nejvhodnější pro nasazení vodíku. Očekáváme, že růst využití vodíku v jedné oblasti sníží výrobní, skladovací, dopravní a distribuční náklady a tím umožní nasazení vodíku i v dalších oblastech, kde ekonomické podmínky vyžadují nižší cenu vodíku.

Pro vytvoření udržitelného vodíkového ekosystému je nezbytné, aby výrobní cena nízkouhlíkového vodíku pro konečného spotřebitele byla srovnatelná se součtem ceny fosilních paliv a CO₂ 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.

Vzhledem ke skutečnosti, že se vodíkové technologie překotně rozvíjejí v nejrůznějších směrech, není Vodíková strategie omezena pouze na samotný vodík. Pokrývá i jeho sloučeniny, jako jsou methan (biomethan a syntetický methan), methanol, amoniak, kapalná syntetická paliva, hydridy a další vodíkové deriváty nebo směsi vodíku s methanem.

Vzhledem k tomu, že veškerý potřebný vodík nebude možné vyrobit pouze elektrolyzou vody pomocí obnovitelných zdrojů energie, zabývá se Vodíková strategie i jinými možnostmi výroby nízkouhlíkového vodíku, jakou jsou například využití elektřiny z jaderných elektráren, zpracování zemního plynu se zachycením a zpracováním CO₂ nebo pyrolýza organického odpadu.

3. Analytická část Vodíkové strategie

Analytická část se zaměřuje na hledání nákladově efektivního postupu využití vodíkových technologií ke snižování emisí skleníkových plynů a podpoře ekonomického růstu.

Celková úspora CO₂ je velmi obtížně měřitelná. Veškerý spotřebovaný nízkouhlíkový vodík nahrazuje fosilní paliva nebo uhlík jako redukční činidlo. Podle oblasti, kde je vodík využíván, je možné vypočítat úsporu emisí skleníkových plynů – ta bude odlišná v oblasti dopravy, kde vodík bude postupně nahrazovat naftu (benzin), v průmyslu, kde bude nahrazovat uhlí, zemní plyn, ropné frakce a další paliva, nebo v hutnictví, kde poslouží jako náhrada koksu coby redukčního činidla při výrobě železa.

Zavádění progresivních vodíkových technologií a transformace výzkumu, vývoje a výroby na tyto technologie pak bude důležitým stimulem hospodářského růstu a podporuje splnění druhého strategického cíle, podpory hospodářského růstu.

Jednotlivé dále popsané kroky spočívají v určování nákladově efektivního postupu dosažení maximální výroby a spotřeby vodíku tak, aby cesta k tomuto cíli byla dlouhodobě ekonomicky udržitelná a byly vynakládány pouze společensky přijatelné náklady. V rámci této strategie jsou

posuzovány různé postupy nebo technologie a rychlost jednotlivých kroků tak, abychom vždy optimálně využívali dostupné ekonomické a technické prostředky. Analytická část rozebírá mnoho sektorů, v tomto příspěvku se zaměřím jen na chemický průmysl.

3.1. Legislativně-regulační bariéry

Státní energetická koncepce ČR (SEK, cit.⁴) z roku 2015 prakticky s vodíkem nepracuje, což odpovídá datu její přípravy a podílu obnovitelných zdrojů, který SEK navrhuje. Jedním z hlavních bodů, které bude nutno do SEK doplnit, je podíl vodíku na celkovém energetickém mixu ČR, dále například akumulace energie ve formě vodíku. Nedá se ale očekávat, že by se tato technologie v ČR využívala ve větším měřítku v příštích 10 letech.

Není legislativně ukotveno vtlačení vodíku do plynárenské soustavy ani v omezeném množství. Nynější definice pojmu plyn, uvedená v novelizovaném zákoně č. 458/2000 Sb. (cit.⁵), § 2 odst. b9, neobsahuje vodík, vodík není zahrnut ani v bilancích Energetického regulačního úřadu, ani v klíčových vyhláškách.

Je patrná absence předpisů a norem: 1) pro přepravu a distribuci a samostatné využívání vodíku i pro běžné spotřebitele (tu je nutné vypracovat analogicky k současnému stavu zemního plynu), 2) pro instalaci vodíkových technologií ve veřejném sektoru, 3) pro instalaci vodíkových technologií v areálu jaderného zařízení, 4) legislativní omezení přepravovaného vodíku v tlakových lahvích po silnici, 5) návaznost na normy a legislativu v sousedních zemích (sousední země, např. Německo, jsou již dále v definování a zavádění norem, legislativních aktů a doporučení v oblasti výroby, skladování a přepravy vodíku). Pokud tuzemské normy a legislativní akty nebudou harmonizovány a včas zavedeny do praxe, může to omezit přeshraniční spolupráci.

Chybí certifikační nástroj záruky původu nízkouhlíkového vodíku, ev. jiná certifikační autorita vycházející ze směrnic EU, návrh jednotného přístupu bude předložen Evropskou komisí v roce 2021.

Je zřejmý nedostatek měřicích a laboratorních kapacit pro experimentální činnosti s vodíkem. Je evidentní nedostatečné vzdělávání v oblasti vodíkových technologií. Vodík nepatří mezi komodity sledované Českým statistickým úřadem a Energetickým regulačním úřadem.

3.2. Chemický průmysl

Chemický průmysl již dnes vodík produkuje a spotřebovává. V budoucnu se proto bude jednat v podstatě o náhradu jednoho typu vodíku za jiný (šedý, tj. vyrobený za vzniku emisí CO₂, bude nahrazen nízkouhlíkovým). Za stávajících podmínek představují v České republice nejrozšířenější využití vodíku rafinace ropy a výroba amoniaku. Výroba amoniaku bude pravděpodobně pokračovat i v budoucnu v podobném množství a dojde tak ke zvyšování podílu výroby amoniaku na výrobě hnojiv, která se bude v souladu s cíli Zelené dohody pro Evropu snižovat. S přechodem na čistou mobilitu se bude snižovat objem

rafinérské výroby benzínu a nafty a také spotřeby vodíku v této oblasti. Obdobně byly analyzovány možnosti využití vodíku v hutní výrobě, v hořácích velkých pecí a v energetice.

Chemický průmysl bude využívat vodík dvěma způsoby:

- Jako surovinu: v tomto případě strategie pracuje s množstvím vodíku, které se zpracovává nyní, s tím, že v budoucnu toto množství asi poklesne kvůli snížení výroby benzínu a nafty v rafineriích a snížení výroby amoniaku pro umělá hnojiva, které bude vyvoláno plněním cílů Zelené dohody pro Evropu. Snížení produkce amoniaku nicméně může být eliminováno rostoucími požadavky na výrobu syntetických paliv. Kromě využití vodíku pro rafinérské zpracování ropy lze očekávat koelektrolytickou výrobu kvalitních analogů ropných paliv z odpadního CO₂ a vodíku.
- Jako zdroj tepla – náhradu za zemní plyn a uhlí: neočekává se, že by vodíkem byla nahrazena veškerá současná energetická spotřeba zemního plynu. Ten bude nahrazován i biomethanem a elektrickou energií.

4. Strategická část Vodíkové strategie

Hlavními strategickými cíli a důvody pro přípravu Vodíkové strategie ČR jsou snižování emisí skleníkových plynů a podpora ekonomického růstu.

4.1. Snižování emisí skleníkových plynů

Snižování emisí skleníkových plynů je jasně definovaným cílem jak z hlediska Zelené dohody pro Evropu, tak z pohledu Evropské vodíkové strategie. V rámci politiky EU je vodík definován jako jeden z důležitých nástrojů pro dosažení klimatické neutrality a pro zajištění dekarbonizace v odvětvích, kde jiné způsoby redukce emisí skleníkových plynů není možné nasadit, např. na neelektrifikovaných železničních tratích, kde je možná poměrně snadná konverze motorové jednotky z motorové nafty na vodík.

Není možné z přímého měření znečištění ovzduší určit podíl vodíku na snižování emisí. Existuje však přímá úměra mezi snížením emisí skleníkových plynů a využíváním nízkouhlíkového vodíku. Čím více nízkouhlíkového vodíku bude používáno, tím více se sníží obsah skleníkových plynů v atmosféře. K vyhodnocování plnění tohoto strategického cíle proto MPO používá specifického cíle, kterým je množství spotřebovaného nízkouhlíkového vodíku.

4.2. Podpora ekonomického růstu

Vodíkové technologie, jejichž využití je nutné ke snižování emisí skleníkových plynů, jsou často technologicky velmi nezralé a vyžadují vysokou úroveň výzkumu, vzdělávání a průmyslové výroby. Budou vyžadovat mnoho nových specialistů a odborníků. Proto se klade ve Vodíkové strategii důraz nejen na využívání vodíku, ale i na vzdělávání, výzkum, vývoj, výrobu, nasazování a provozní podporu těchto technologií. Dá se očekávat, že

vodíkové technologie mohou přinést mnoho nových pracovních míst, která nahradí zanikající místa v sektorech, které jsou silně závislé na využití fosilních paliv.

Současně nastavené cíle snižování emisí skleníkových plynů povedou k útlumu technologií silně závislých na fosilních palivech. Strategickým cílem Vodíkové strategie je nastartovat rozvoj technologií a průmyslových odvětví, která nahradí utlumovaná odvětví. Příkladem může být požadavek na kvalifikaci opraváře vozidel s palivovými články.

Cílem je, aby vývoj národního hospodářství, reprezentovaný hrubým domácím produktem (HDP), rostl nebo byl jen ovlivněn obvyklými hospodářskými cykly. HDP je součtem dvou ekonomik. První je založená na emisně náročných technologiích, ta se vlivem omezení daných Zeleňou dohodou pro Evropu bude postupně zmenšovat, což bude dáno hlavně neustále rostoucí cenou emisních povolenek a výrazně ztíženými podmínkami pro financování projektů emisně náročných technologií. Druhá ekonomika, založená na moderních nízkoemisních technologiích, se bude naopak stále rychleji rozvíjet a starou ekonomiku nahrazovat. To bude dáno cíleným výzkumem a podpůrnými programy. MPO chce vytvořit prostředí pro rozvoj moderních nízkoemisních technologií tak, aby celkový vývoj HDP byl stále rostoucí, nebo jen s minimálními cyklickými poklesy. Vodíková strategie považuje za důležité zahájit rozjezd nízkoemisní ekonomiky co nejdříve, aby její postupný nárůst byl schopen překrýt pokles ekonomiky založené na technologiích s vysokou emisní stopou.

5. Implementační část Vodíkové strategie

Pro každou strategicky důležitou oblast jsou stanoveny milníky, které od sebe oddělují jednotlivé etapy. Milníky jsou závislé na ceně a dostupnosti nízkouhlíkového vodíku, proto je jejich umístění na časovou osu jen odhadem a bude se při aktualizacích Vodíkové strategie upravovat a zpřesňovat v závislosti na skutečném cenovém vývoji.

K efektivnímu nasazení vodíku je vždy nutné dosáhnout milníku, kdy dochází k cenové paritě s nahrazovaným fosilním palivem. Milníky vycházejí ze současných cen, které se do roku 2050 mohou změnit. Dřívější dosažení cenového milníku, které urychlí nasazování vodíku v daném sektoru, může nastat buď zvýšením ceny fosilního paliva (zvýšení daní a poplatků), nebo snížením výrobní ceny nízkouhlíkového vodíku (formou podpory výzkumu, vývoje a inovací a investičními dotacemi). V této kapitole Vodíkové strategie se uvažuje s milníky vycházejícími ze současných cen nahrazovaných paliv. Ve skutečnosti je důležitý rozdíl mezi cenou nízkouhlíkového vodíku a nahrazovaného paliva, který se musí blížít nule při výpočtu provozních nákladů. Při určování milníků není možné určovat vývoj

ceny nafty a zemního plynu a Vodíková strategie jej také není schopna ovlivnit, ačkoliv lze pravděpodobně očekávat, že tyto ceny se budou postupně zvyšovat (vlivem započítávání uhlíkové daně nebo obdoby emisních povolenek). K dosažení milníku tak může dojít dříve. Cílem Vodíkové strategie je nalézt a podpořit takové technologie, které sníží cenu nízkouhlíkového vodíku a tím posunou níže uvedené milníky do dřívějších termínů.

6. Závěr

Implementace Vodíkové strategie způsobí významné změny v mnoha oblastech hospodářství. Obecně se očekává, že nízkouhlíkový vodík postupně nahradí fosilní zdroje energie, do značné míry překreslí zažité modely ve výrobě a distribuci energie, v osobní i nákladní dopravě, a v neposlední řadě v chemickém průmyslu, který je s vodíkem významně spjatý.

LITERATURA

1. Vodíková strategie České republiky, verze 30, Ministerstvo průmyslu a obchodu, <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/strategicke-projekty/vodikova-strategie-cr-schvalena-vladou--262590/>, staženo 3. 8. 2021.
2. Sdělení komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů, COM(2020) 301, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301>, staženo 15. 7. 2021.
3. Sdělení komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů, COM(2019) 640, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640&qid=1626343292352>, staženo 15. 7. 2021.
4. Státní energetická koncepce, Ministerstvo průmyslu a obchodu, <https://www.mpo.cz/dokument158059.html>, staženo 3. 8. 2021.
5. Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5944>, staženo 3. 8. 2021

M. Šilhan (*Reserach Centre, Řež*): **Hydrogen Strategy of the Czech Republic in the Context of Chemical Industry**

The article describes main principles of the hydrogen strategy of the Czech Republic.

Keywords: hydrogen, strategy, emission