



EVROPSKÁ UNIE  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI

# **Česká technologická platforma pro užití biosložek v dopravě a chemickém průmyslu**

## **ROAD MAP (2023-2050)**

Číslo projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/20\_369/0024021 (2020-2023)

Ing. Leoš Gál  
Předseda řídicího výboru ČTPB

V Praze květen 2023

Tento dokument byl zpracován Českou technologickou platformou pro užití biosložek v dopravě a chemickém průmyslu v rámci projektu podporovaného Ministerstvem průmyslu a obchodu v rámci OP Podnikání a inovace.

ROAD MAP vychází ze studie proveditelnosti, ve které jsou definovány 4 základní pilíře, kterým se platforma věnuje:

Pilíř č.1. ODPADY

Pilíř č.2. TRANSFORMACE CO<sub>2</sub>

Pilíř č.3. CO<sub>2</sub> a procesy POWER to X

Pilíř č.4. Projekt TIMES

I.	<b>ODPADY</b> BRKO - Plasty - Kaly ČOV
II.	<b>CO<sub>2</sub></b> Transformace
III.	<b>CO<sub>2</sub></b> Power to X
IV.	<b>TIMES</b> Upgrade TAČR (VŠCHT, IUI)

ROAD MAP společně s SVA (Strategickou výzkumní agendou) patří mezi základní mandatorní dokumenty. Dokumenty se navzájem doplňují a někdy prolínají. Z důvodu komplementarity se ROAD MAP v některých tématech odkazuje na SVA, kde jsou pak témata rozvedena podrobně. Výzkumné témata byly selektivně redukovány na ty, které považujeme za perspektivní a které by měli šanci zapojit ČR do mezinárodních projektů, což také koresponduje s povinností platformy. ROAD MAP bere v potaz i platné politické a legislativní aspekty v oblasti biopaliv, které jsou podrobně rozvedeny v SVA. Na základě těchto aspektů jsme vytvořili v grafu č.1. indikace budoucího vývoje v horizontech 2035 a 2050 v atributech:

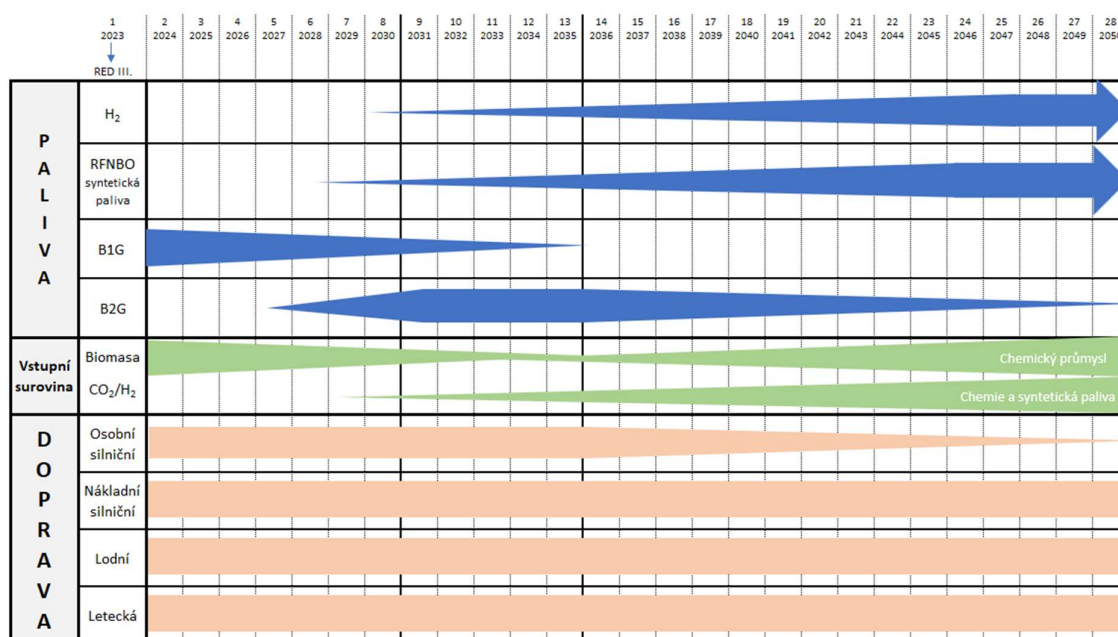
**PALIVA** - (vodík, syntetická paliva) – INTENZIFIKACE DRUHU DOPRAVY (modré šipky - rozvoj)

**B1G** (biopaliva první generace) – ukončení využívání do roku 2035 (modré znázornění útlumu)

**B2G** (biopaliva druhé generace) – ukončení využívání do roku 2050 (modré znázornění útlumu)

**VSTUPNÍ SUROVINA** – (biomasa, CO<sub>2</sub>) – perspektivní využití (zelená znázornění)

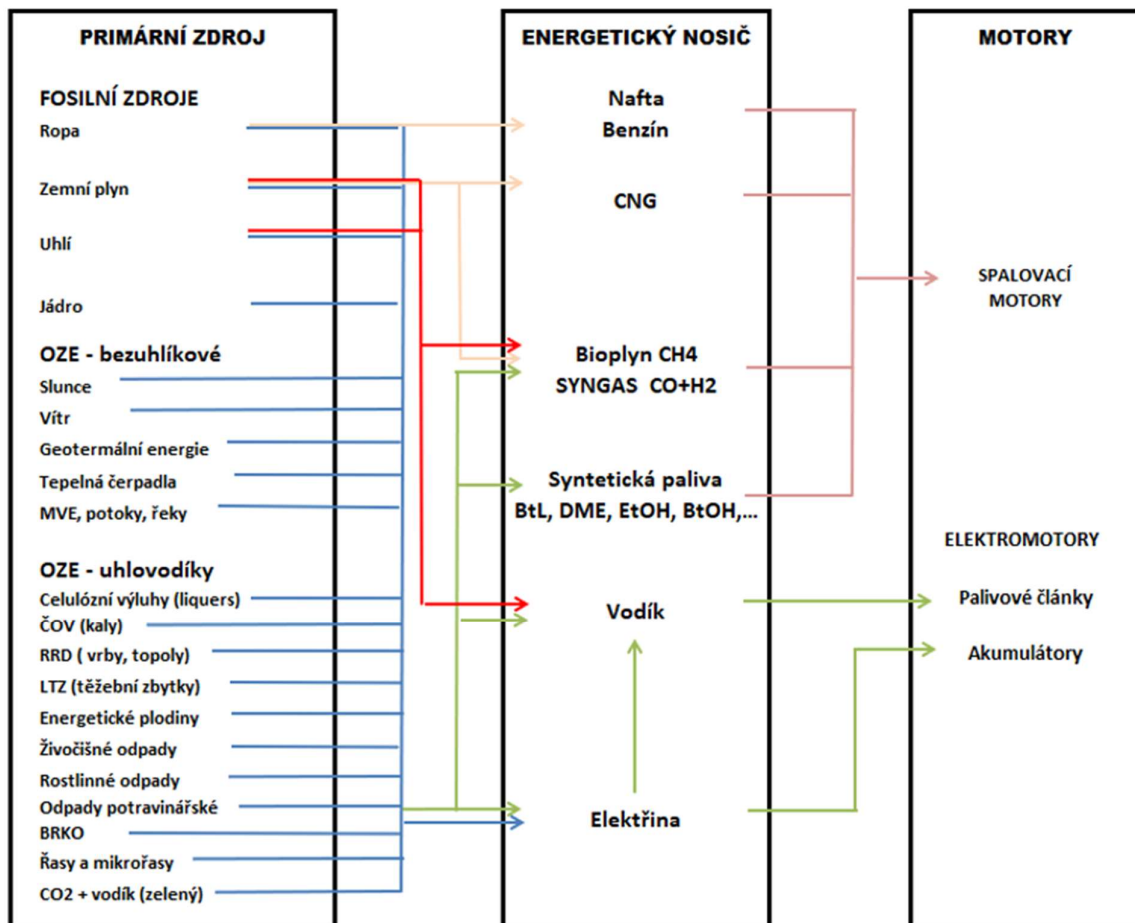
**VYUŽITÍ PALIV V DOPRAVĚ** - využití spalovacích motorů v dopravě (oranžová barva)



Graf č.1. indikace budoucího vývoje v horizontech 2035 a 2050

# Základní schéma mobility

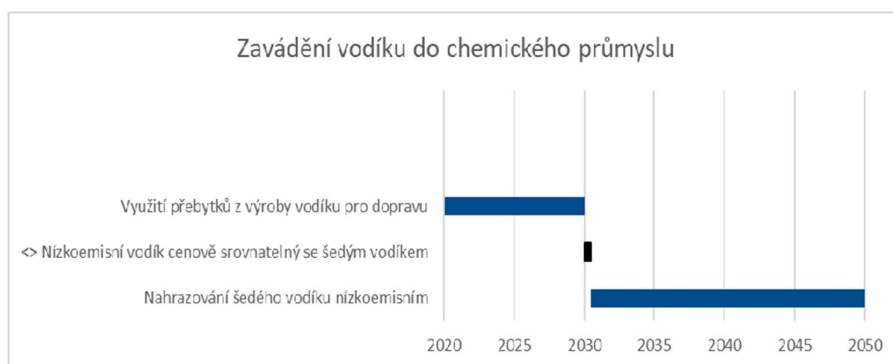
Členění dle primárního zdroje, který nabízí palivo k využití v transportním průmyslu.



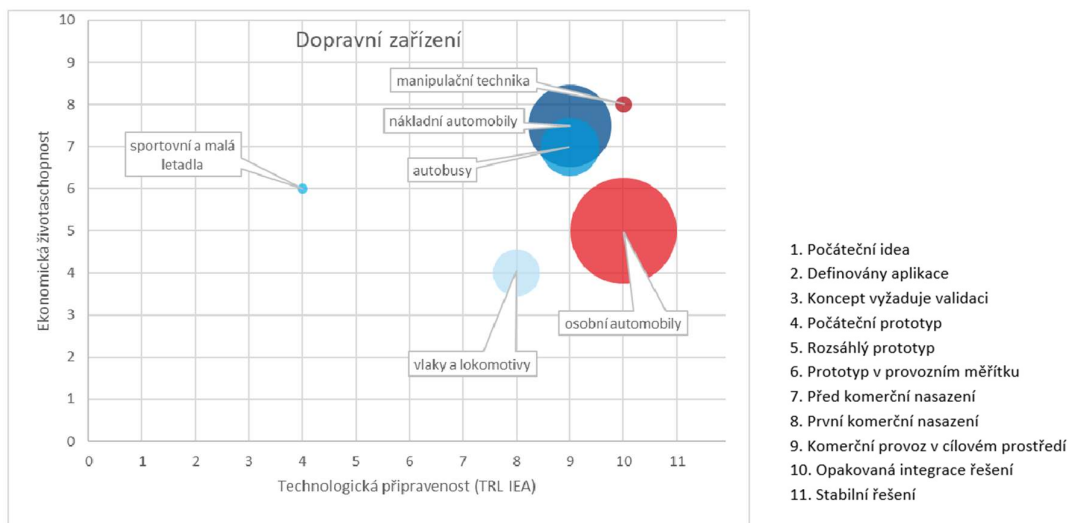
Mobilita všeobecně se odvíjí od vstupní suroviny. Tu definuje dnes platná RED II, platná již řadu let a očekává se přijetí RED III v

## H<sub>2</sub> – VODÍK

Využití vodíků se dnes v ČR věnuje značná pozornost - Národní vodíková strategie MPO <sup>1 2</sup>



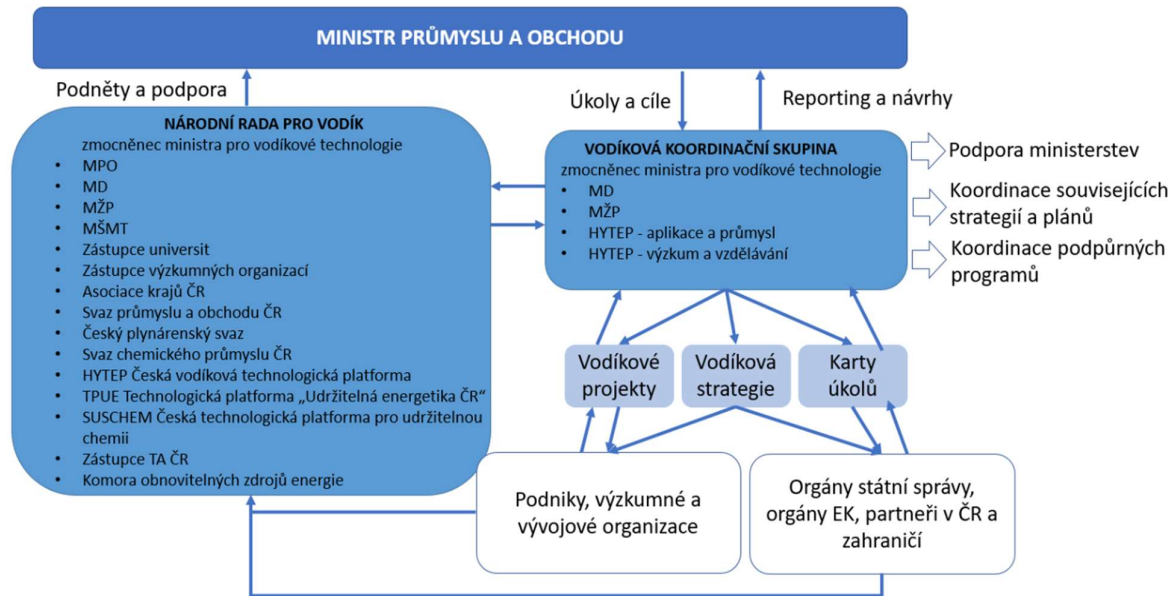
Vodíková strategie ČR je ve využití vodíku značně optimistická a indikuje, že ke stabilnímu řešení schází pouze poslední krok v 11 ti stupňové škále vývoje TRL:



<sup>1</sup> <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/strategicke-projekty/vodikova-strategie-cr-schvalena-vladou--262590/>

<sup>2</sup> [https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/strategicke-projekty/2021/7/Vodikova-strategie\\_Mervart\\_3.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/strategicke-projekty/2021/7/Vodikova-strategie_Mervart_3.pdf)

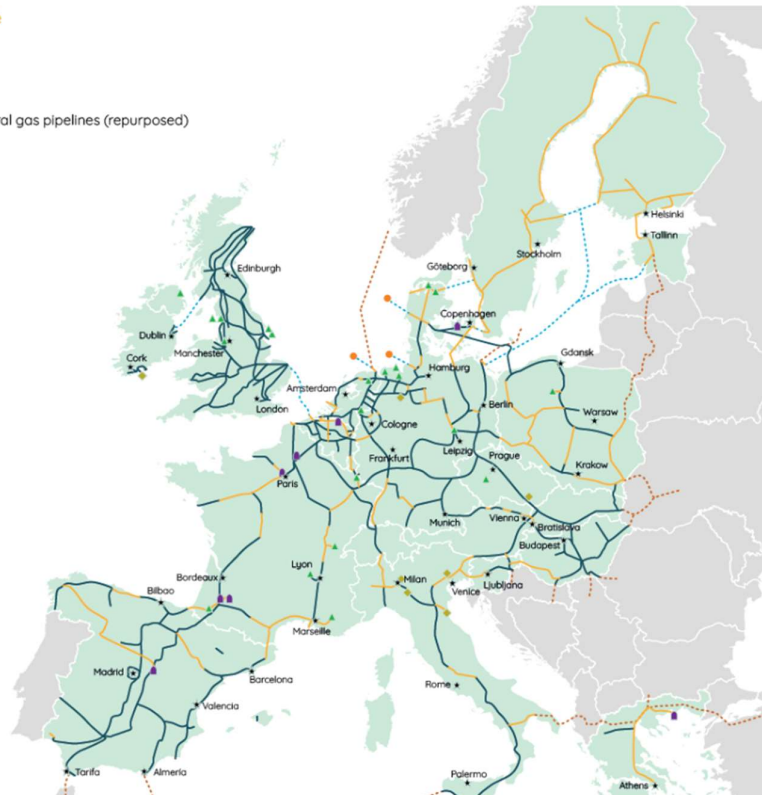
Přístup k problematice vodíku je v ČR systematizován a přístup je strukturální:



MPO předpokládá s významným zasítováním Evropy vodíkovody:

Mature European Hydrogen Backbone can be created by 2040

- H<sub>2</sub> pipelines by conversion of existing natural gas pipelines (repurposed)
- Newly constructed H<sub>2</sub> pipelines
- Export/Import H<sub>2</sub> pipelines (repurposed)
- Subsea H<sub>2</sub> pipelines (repurposed or new)
- Countries within scope of study
- Countries beyond scope of study
- ▲ Potential H<sub>2</sub> storage: Salt cavern
- Potential H<sub>2</sub> storage: Aquifer
- ◆ Potential H<sub>2</sub> storage: Depleted field
- Energy island for offshore H<sub>2</sub> production
- ★ City, for orientation purposes



## BIOPALIVA PRVNÍ a DRUHÁ GENERACE B1G a B2G

Zatímco existuje několik procesů přeměny biomasy na kapalná paliva, nejuniverzálnější z hlediska mixu vstupních surovin je zplyňování. Přesněji řečeno, vstupní surovina se při vysokých teplotách přeměňuje na SYNGAS.

### Biopaliva tzv. první generace (B1G)

obnovitelná syntetická paliva, která jsou již na trhu dostupná v rámci EU:

**Bioetanol** je alkohol vyrobený fermentací, většinou ze sacharidů produkovaných v cukrových nebo škrobových plodinách, jako je kukuřice, cukrová třtina, čirok apod.

Etanol lze použít jako palivo pro vozidla v jeho čisté formě (E100), ale obvykle se používá jako přísada do benzínu pro zvýšení oktanového čísla a zlepšení emisí vozidel.

**Bionafta** se vyrábí z olejů, olejnatých plodin nebo tuků pomocí trans-esterifikace. Může být použita jako palivo pro vozidla v čisté formě (B100), ale obvykle se používá jako přísada do nafty ke snížení úrovně částic, oxidu uhelnatého a uhlovodíků z vozidel poháněných naftou.

Přínosy B1G ale nejsou dostatečně přínosná a váže se na ně několik významných konfliktů:

- Konflikt s potravinovým řetězcem
- Konflikt biodiverzity – monokulturní vstupní suroviny v příliš velkém měřítku
- Nedostatečné benefity z hlediska LCA (Life cycle Assessment).



### Biopaliva tzv. druhé generace (B2G)

EU reagovala na uvedené konflikty definicí vstupní suroviny v tzv. RED II (Renewable Energy Directive) kde v příloze IX exaktně definuje vstupní suroviny pro výrobu B2G jako tzv. odpadní suroviny. V geografických podmínkách ČR se jedná v podstatě pouze o slámu, kaly z ČOV a organickou složku komunálních odpadů (resp. BRKO -biologicky rozložitelný komunální odpad).

## SLÁMA

Revidovaná studie (certifikovaná metodologie) MZe dostupnosti biomasy<sup>3</sup> kvantifikuje dostupnost v jednotlivých krajích ČR vzhledem na potřeby zemědělství, především návratu organického uhlíku do půdy. Dle této metodologie je **možnost využití slámy na výrobu B2G je pouze minimální**. Využití biomasy bude mnohem efektivnější a perspektivnější v chemickém či farmaceutickém průmyslu než v uhlovodíkové energetice (viz detailněji v SVA).

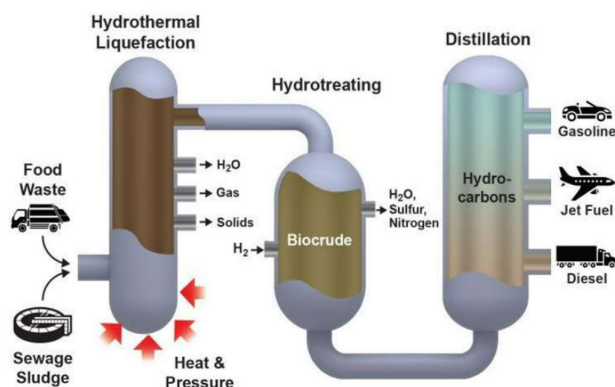
B1G již nevyžadují žádné extenzivní aktivity, naopak jejich útlum je plánován do roku 2035.

B2G dle RED II pouze na bázi KO a kalů z ČOV, případně regionálního mixu jiných reziduí s využitím především v odvětvích, kde je aplikace efektivnější než využití elektřiny (letecká, námořní a těžká priority nakládání s touto surovinou. Metodologie identifikuje dostupnost slámy v jednotlivých krajích ČR se zohledněním nároků agrárních priorit a zachování kvality půdního fondu. Jedná se především o návrat organického uhlíku do půdy (SOC -Soil Organic Carbon), potřeby podestýlky, krmiv...

Závěr této certifikované metodologie MZe velmi radikálně redukuje využití slámy k energetickým účelům a to do takové míry, že B2G v rámci ČR na bázi slámy nemá efektivní fundamentální logiku. Obdobně stav lesního hospodářství nenabízí dostatečné množství vstupní suroviny pro B2G (kůravec, priority pro kotlíkové dotace a výrobu tepla všeobecně, dlouhé vegetační období,...). Určitou perspektivou by mohlo být agroforestry – kombinace RRD (rychle rostoucích dřevin) a zemědělské produkce. Tato oblast ale prozatím není prakticky etablovaná a je ve stádiu R&D.

## Kaly z ČOV

Hypotetická dostupnost v ČR je cca 2 mio tun ročně. Dnešní trend je využití spíš v BPS (bioplynových stanicích). Kaly z ČOV mají vysoký obsah vody a směs více sloučenin. Zhodnocení kalů z ČOV na cenné a užitečné produkty má ale potenciál efektivního transferu. Vysoký obsah vody v této vstupní surovině je překážkou efektivního využití dostupných thermochemických konverzních procesů (např. rychlá pyrolýza, zplyňování a spalování), které vyžadují suchou vstupní surovinu. Naproti tomu **HTL (hydrothermal liquefaction)** – hydrotermální zkapalňování nejen že vodu toleruje, ale také ji ve vstupní surovině vyžaduje. Jednou z hlavních výzev dneška pro technologii HTL je prokázání, že může konkurovat již vyspělým a zavedeným technologiím, jako je anaerobní digesce (AD) v BPS. Zásadní konkurenční výhoda HTL oproti AD spočívá ve velikosti a umístění potenciální technologie.



<sup>3</sup> <https://ekonomika.vumop.cz/metodika/Nmet-dostupnost-biomasy-B2G-web.pdf>

Dalším přínosem procesu HTL, je možnost zpětného získávání živin ze vstupních surovin, jako je fosfor a dusík, které by mohly být potenciálně znovu použity v širokém spektru aplikací od hnojiv po kosmetiku a elektroniku.

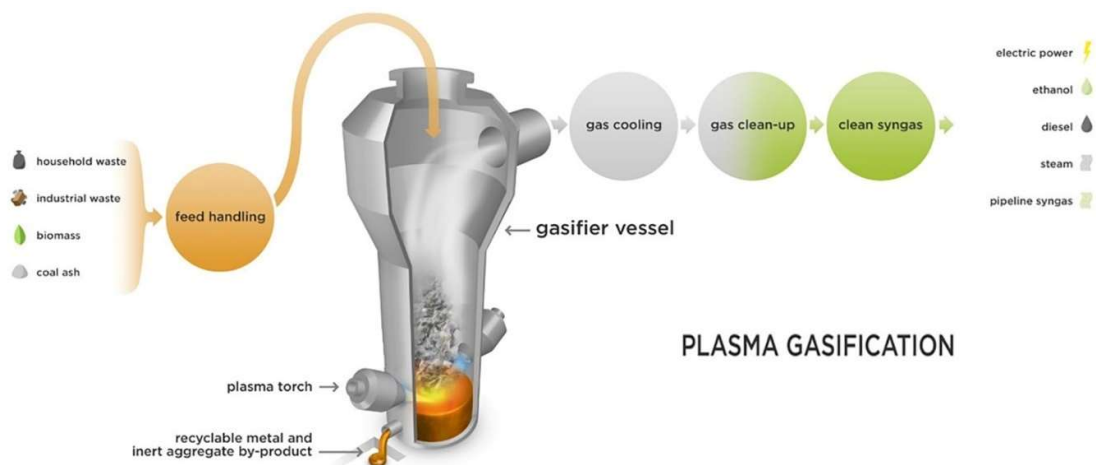
Výsledkem procesu HTL je tzv. biocrude (bio olej) vyšší kvality než je dosažitelné procesem mžikové pyrolýzy. Na dalším zušlechťování (hydrogenaci) pracuje několik významných projektů EU. Snahou je dosáhnout kvalitu vhodnou pro zpracování klasickým petrochemickým procesem na uhlovodíky přímo v rafinériích. NextGenRoadFuels, HyFlexFuel, Waste2Road, 4refinery, LowCarbFuels, Cat-HTRTM, Steeper Energy - Hydrofaction®...

HTL se jeví jako velmi slibná a rychle se rozvíjející technologie. Stále však existují technologické bariéry, které je třeba překonat. Důraz R&D musí být kladen zejména na demonstraci technologie v měřítku průmyslového využití.

### **Komunální odpady – BRKO (biologicky rozložitelný komunální odpad)**

Efektivní-cirkulární využití KO je velkou výzvou nejbližších let. Skládání či spalování nebudou přípustné způsoby nakládání s KO, jak z pohledu environmentálního, tak z pohledu cirkulární ekonomiky.

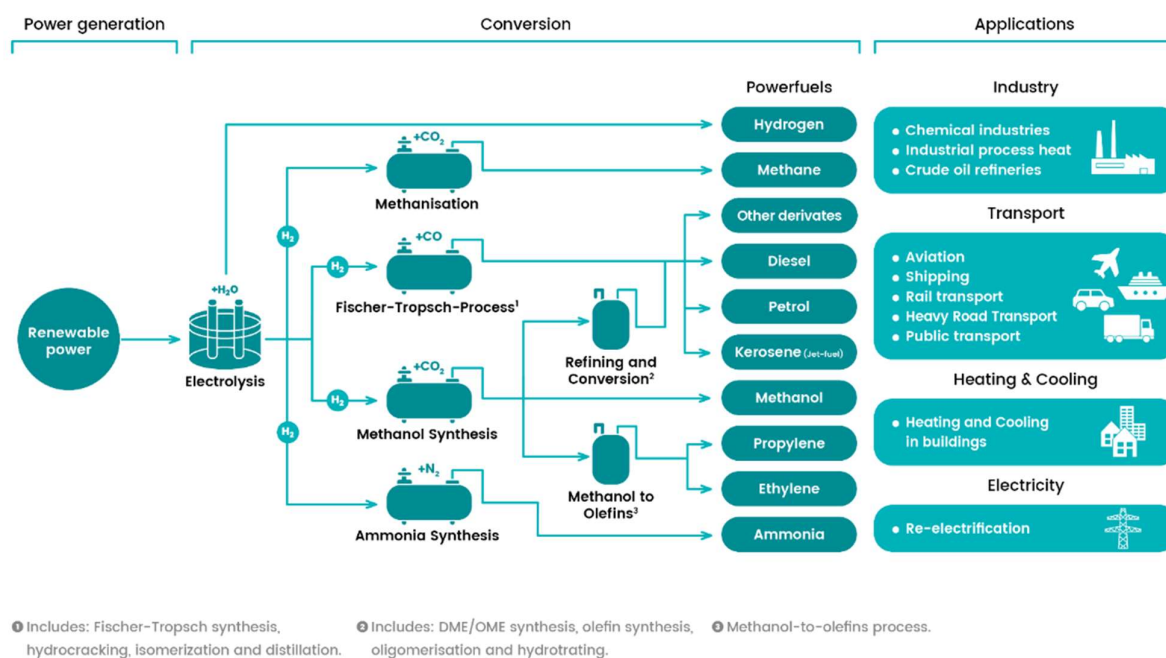
V této oblasti se jeví plazmová gasifikace jako efektivní způsob „unifikace“ heterogenních vstupních surovin (komponent KO) na velmi čistý SYNGAS s následnou možností širokého spektra využití dle aktuálních společenských potřeb:





## RFNBO - Renewable Fuels of Non-Biological Origin <sup>4</sup>

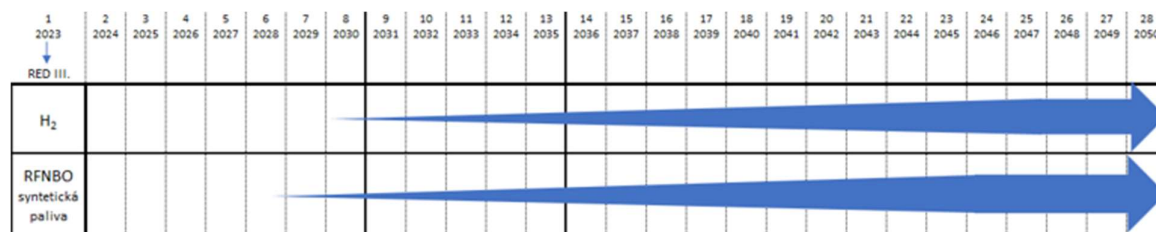
V roce 2021 začíná v Evropě nová fáze politiky v oblasti obnovitelných zdrojů energie v rámci revidované směrnice o obnovitelných zdrojích energie. Směrnice o obnovitelných zdrojích energie (RED II). Vedle podpory biopaliv se v rámci nové politiky klade nový důraz na typy alternativních paliv nebiologického původu (RFNBO). Vyrábějí se z jiných forem obnovitelné energie, především energie z obnovitelných zdrojů, a paliva z recyklovaného uhlíku.



Dle našeho názoru je všeobecně **podceňováno nepřímé využití vodíku** v uhlovodíkových sloučeninách. Budoucí excesy volatilních zdrojů OZE (období výrazných letních přebytků výroby elektrické energie) a následně efektivního využití vodíku řeší výzkumná oblast POWER to X. (kde X = celá široká škála možného uložení (skladování) elektrické energie do vodíku či do celé škály možného využití uhlovodíkových sloučenin. Cílem je substituce fosilních zdrojů (plynu a ropy). Zde obdobně jako v SVA, důrazně upozorňujeme, že identifikovaných cca 10 000 000 organických sloučenin které jsou dnes k dispozici z fosilních zdrojů bude k zelenému vodíku potřebovat uhlík. Bohužel je dnes uhlík celospolečensky (v laické veřejnosti) vnímán jako negativum, jelikož je po spalovacích procesech vázán v skleníkovém plynu CO<sub>2</sub>.

<sup>4</sup>[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1097045/rtfo-guidance-for-renewable-fuels-of-non-biological-origin.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1097045/rtfo-guidance-for-renewable-fuels-of-non-biological-origin.pdf)

Nicméně jsme přesvědčeni, že uhlík je stejně důležitou komoditu jako vodík. Bohužel se mu dnes nedostává adekvátní a žádoucí pozornosti.



## Příklady využití nové zdrojové báze (CO<sub>2</sub> a zelený vodík):

### 1. Projekt Sun-to-Liquid



Princip vychází z využití koncentrovaného slunečního tepla. V rámci EU je nejvýznamnější projekt **Sun to Liquid**.<sup>5</sup> **2016-2020**. Partnery projektu - ETH Zurich<sup>6</sup>, Lufhansa, Abengoa,...

Jako první na světě byl letecký petrolej syntetizován pomocí sluneční energie, vody a CO<sub>2</sub> v plně integrované sestavě solární věže. Řada 169 kulových reflektorů koncentruje sluneční záření na reaktor na věži poblíž Madridu ve Španělsku. Reflektory dodávají přibližně 50 kW sluneční radiční energie. Základním kamenem technologie je solární reaktor, který byl v roce 2021 testován ETH Zurich ve Švýcarsku. Solární reaktor tepelně redukuje redoxní materiál, oxid ceričitý, při teplotách kolem 1500 °C. Oxid ceričitý pak při vstupu do reaktoru redukuje oxid uhličitý a vodu, čímž vzniká oxid uhelnatý a vodík – SYNGAS – který se pak zpracovává na syntetické palivo pomocí běžně dostupné technologie.<sup>7</sup> **Sluneční záření je koncentrováno heliostatickým polem a účinně absorbováno ve slunečním reaktoru, který termochemicky transferuje H<sub>2</sub>O a CO<sub>2</sub> na SYNGAS, který je následně zpracován na uhlovodíkové palivo Fischer-Tropschovou syntézou.**

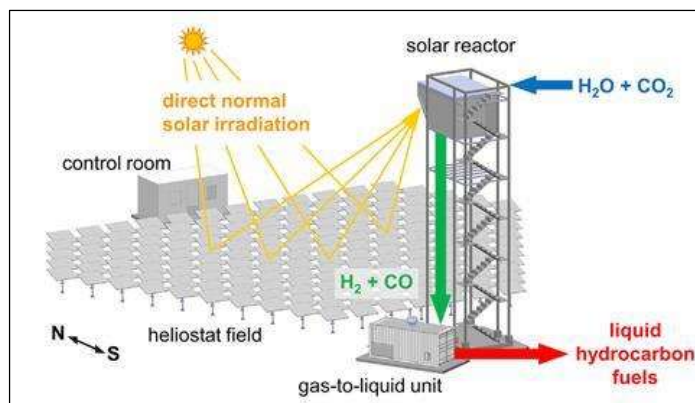
Účinnost transferu energie slunce na SYNGAS přesahuje 30 % a může být potenciálně realizována díky příznivé termodynamice při vysokých teplotách a využití celého slunečního spektra.

Termochemický proces - schematicky:

<sup>5</sup> <https://www.sun-to-liquid.eu/>

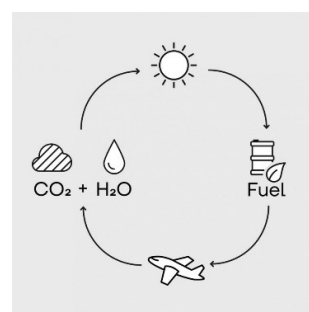
<sup>6</sup> <https://prec.ethz.ch/solarfuelsfromair.html>

<sup>7</sup> <https://www.chemistryworld.com/news/solar-jet-fuel-production-from-co2-and-water-scaled-up-in-field-demo/4016002.article>



Konstrukce systému sériově integruje samostatné jednotky <sup>8</sup>:

Výsledným produktem je uhlíkově neutrální syntetické palivo, protože uvolňují pouze tolik CO<sub>2</sub> při jejich spalování, kolik v procese výroby odsaje ze vzduchu. Švýcarská společnost Synhelion, odnož ETH Zurich, staví v německém Jülichu první průmyslové zařízení na výrobu uhlíkově neutrálního solárního paliva na světě. Swiss International Air Lines se stane v roce 2023 prvním zákazníkem solárního paliva vyráběného společností Synhelion <sup>9</sup>. Kromě toho SWISS a Lufthansa Group také pomohou společnosti Synhelion zřídit na výrobu komerčních paliv další výrobní závod ve Španělsku v roce 2025.



Společnost plánuje do roku 2030 vyrábět 875 milionů litrů solárního paliva ročně.

Letecká společnost vlastněná skupinou Lufthansa Group bude první, kdo bude používat solární paliva. V roce 2022 postaví první průmyslový závod na výrobu solárního paliva na světě a v roce 2023 zahájí jeho výrobu. Do roku 2030 plánují zvýšit výrobní kapacitu na 875 milionů litrů solárního paliva ročně, což by stačilo na pokrytí přibližně poloviny spotřeby leteckého paliva ve Švýcarsku.

### Zásadní podmínky pro úspěšné realizace Sun to Liquid pro ČR

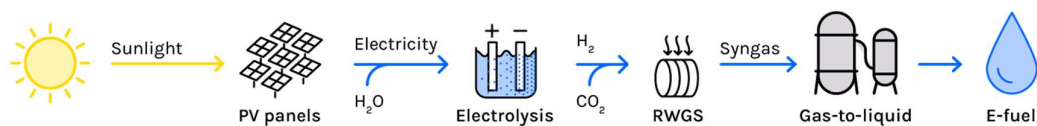
Ideální podmínky na výrobu se nacházejí v pouštních a vysoce slunečných oblastech po celém světě. Pro efektivní výrobu je potřebné přímé normální ozáření (DNI) nad 1 800 kWh/m<sup>2</sup>. <https://globalsolaratlas.info/map?c=11.523088,8.173828,3>

Pro ČR platí, že sluneční ozáření není dostatečné, v průměru je pouze cca 1 000 kWh/m<sup>2</sup>. Území ČR tedy pro tuto technologii nebude vhodné. Za úvahu ale stojí eventuální možnost výroby sun paliv na jihu EU.

<sup>8</sup> <https://prec.ethz.ch/solarfuelsfromair.html>

<sup>9</sup> <https://synhelion.com/>

## 2. Power-to-Liquid (CO<sub>2</sub> + vodík)

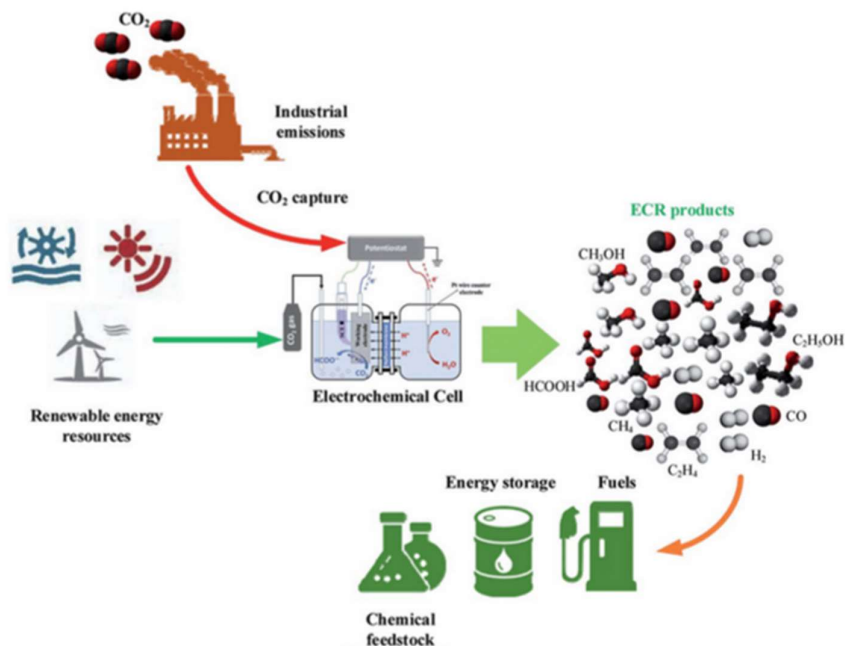


OZE pohání elektrolyzátor, který elektrolyzou separuje vodík a kyslík. Dále se vodík smíchá s oxidem uhličitým a za pomoci reakce ve vodní páře (RWGS) - procesu, který je prováděn při vysokých teplotách se vytváří SYNGAS.

SYNGAS, tak jako v předchozích procesech již nabízí další uplatnění jak v možnostech výroby tepla a elektrické energie, tak v oblasti „zelené“ chemie (uhlovodíky, plasty).

Další možností je dlouhodobé uložení elektrické energie v chemikáliích (metan, metanol

## 3. Power-to-Liquid (elektrochemická transformace CO<sub>2</sub>)



Umožňuje přímo přenášet elektrickou energii na chemickou energii-do vysokoenergetických organických sloučenin (olefiny, alkoholy) kde CO<sub>2</sub> je vstupní surovina.

Plynné CO<sub>2</sub> je zavedené do elektrochemického reaktoru, kde reaguje na katodový katalyzátor s protony (H<sup>+</sup>) a vysokoenergetickými elektrony za vzniku vysokoenergetických produktů, jako je ethylen. Protony a elektrony se tvoří na anodovém katalyzátoru. Katalyzátory jsou nutné k dosažení přiměřené míry výroby a selektivity produktu.

Ze všech zkoumaných metod transformace CO<sub>2</sub> je právě elektrochemická metoda považována za neslibnější jelikož nabízí několik zásadních výhod:

1. realizuje se za běžných podmínek (flexibilita s OZE)
2. výběrem elektro-katalyzátoru, elektrolytu a provozních podmínek je možné proces proměny řídit směrem k požadovaným produktům
3. elektrolyt může být recyklován
4. reakční systémy jsou kompaktní, modulární, tedy relativně jednoduše škálovatelné
5. elektrony se přímo podílejí na tvorbě produktu.

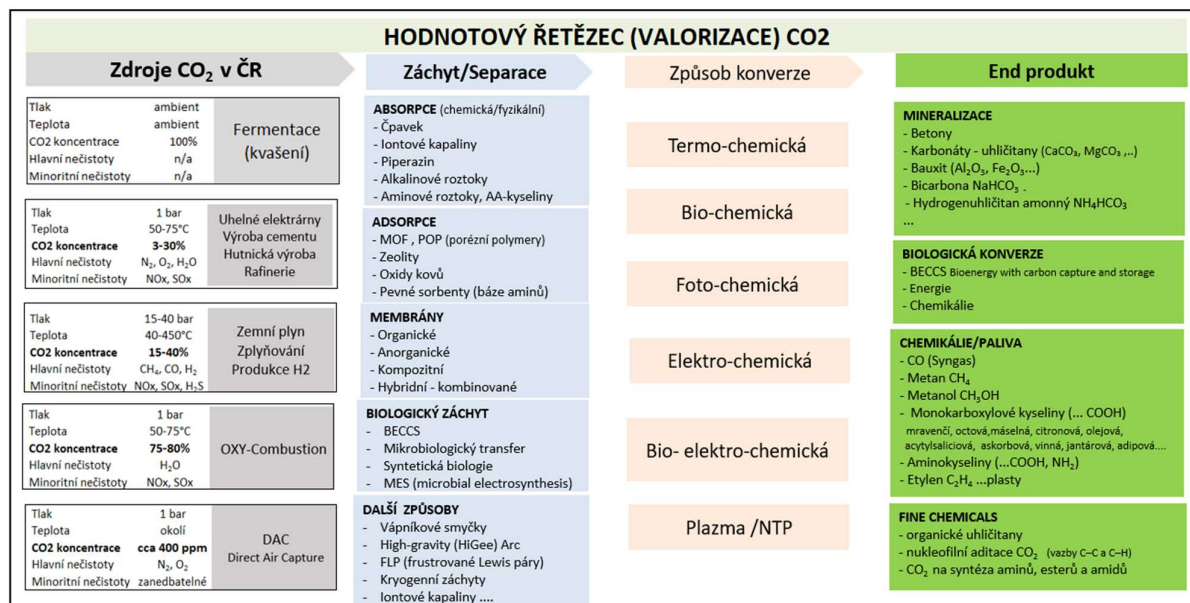
Jsou zde však stále bariéry – především vysoká cena elektrické energie, vysoké investiční náklady, často špatná selektivita a nízká konverze, nízká reakční rychlost, což vede k velkoobjemovým reaktorům. Stále je zde nejasné, jestli je „elektrifikace“ chemického průmyslu skutečně proveditelná.<sup>10</sup>

## SYSTEMATIZACE PŘÍSTUPU RFNBO

V zásadě vstupní suroviny RFNBO jsou CO<sub>2</sub> a voda. „Zelený“ vodík z OZE má svoji Národní strategii. V oblasti uhlíku z CO<sub>2</sub> je situace složitější.

ČR jako průmyslová země produkuje stále o cca 50% více CO<sub>2</sub>/obyvatele než je průměr EU. (cca 12 tun/osobu/rok). Kromě tohoto produkčního potenciálu je zde fakticky nevyčerpatelný (ale dnes velmi neekonomicky) zdroj přímo v ovzduší (ve velmi malé koncentraci cca 420 ppm). Identifikovali jsme celý hodnotový řetězec procesů :

- Emisní zdroje
- CCS (Carbon Capture Storage) – záchytu CO<sub>2</sub>
- CCU (Carbon Capture Utilization) – tedy konverze zachyceného CO<sub>2</sub> na komodity



<sup>10</sup> <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.557466/full>

## ZÁVĚR

### Využití bio-surovin a jiných OZE pro chemický průmysl dopravu a energetiku

#### BIOSUROVINY pro DOPRAVU

##### KAPALNÁ PALIVA

Životnost kapalných paliv pro spalovací motory je plánována do roku 2035 s následným útlumem do roku 2050. Stále se předpokládá využití uhlovodíkových paliv v letecké dopravě, námořní dopravě a těžké technice. Je pravděpodobné, že s rozvojem technologií CCS/CCU, která zajistí cirkulaci CO<sub>2</sub> dojde k benevolentnějšímu přístupu k uplatnění kapalných paliv ve spalovacích motorech.

Výroba těchto uhlovodíkových paliv se bude přesouvat k syntetickým či solárním palivům jak je uvedené v předchozích kapitolách a postupně se bude pravděpodobně odklánět od biomasy. Dostupné na regionální úrovni budou především různé mixy organických surovin (slámy, kaly ČOV, BRKO...) Tato heterogenita eliminuje možnosti efektivních enzymatických rozkladů a do popředí staví technologie, které umí heterogenitu vstupních surovin „unifikovat“ na intermediát – SYNGAS, kterého transfer na kapalná paliva jsou již relativně standardní proces.

#### BECCS (Bioenergy with carbon capture and storage)

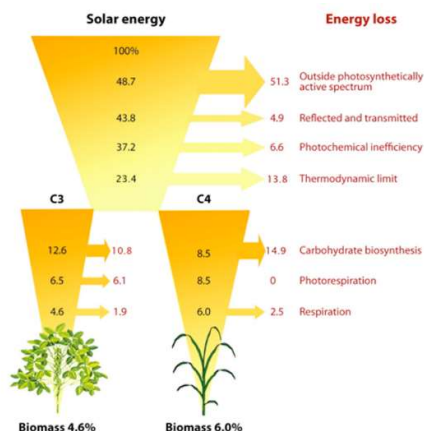
Z hlediska využití biomasy se za perspektivní považují procesy BECCS, kde může být z celkového pohledu energetická efektivita až cca 26% <sup>11</sup>

Hodnotový řetězec BECCS je složitý, s významnými energetickými a emisními dopady

a uhlíkovými vstupy. Lze očekávat, že BECCS bude

nezbytným, ale pouze omezeným příspěvkem k dosažení cílů v oblasti změny klimatu. V tomto smyslu budou perspektivnější plodiny

s fotosyntézou C4 (např. miscanthus)



#### VODÍK

S rozvojem vodíkového hospodářství se významně počítá po roce 2030. Vzhledem na problematické nakládání s vodíkem (skladování, transporty) je pravděpodobný vývoj směrem využití vodíku v palivových článcích případně uložení ve formě uhlovodíků (metan, metanol, kyselina mravenčí, amoniak) a jeho využití v čase (just in time)

<sup>11</sup>

<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/BECCS-deployment---a-reality-check.pdf>

## BIOPLYN

Jako náhrada zemního plynu bude hrát důležitou roli. Počet BPS je však limitní obdobně jako B2G dostupností vstupní suroviny.

## BIOSUROVINY pro CHEMII

Z hlediska hodnotové pyramidy je využití biomasy pro energetické účely nejméně vhodnou/efektivní formou využití. Odklonem od fosilních zdrojů bude biomasa muset plnit výrobní možnosti v deseti odvětvích viz tab. Niže, kde jsou dnes dominantními vstupními surovinami fosilní zdroje.

PRODUKTOVÁ KATEGORIE	CAGR Compound Annual Growth Rate (%)	Komentář
1 CHEMIKÁLIE – CHEMICALS PLATFORM	10	Petrochemikálie mají nízký CAGR, ale Bio-based předpokládají radikální nárůst a nové produkty (např. butandiol).
2 ROZPOUŠTĚDLA – SOLVENTS	1	Rozvoj zatím příliš nepokročil.
3 POLYMERY – POLYMERS for PLASTICS	4	Experti předpokládají 20 % nárůst za 5 let.
4 BARVY, NÁTĚRY, INKOSTY, BARVIVA	2	Předpokládá se nárůst, ale jen v řádu jednotek procent.
5 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY – SURFACTANTS	4	Jsou již na trhu. Předpokládá se střední úroveň rozvoje.
6 KOSMETIKA – COSMETICS & PERSONAL CARE	3	Výhodou jsou vysoké ceny, preference zákazníků na bio.
7 LEPIDLA – ADHESIVES	10	Předpokládá se vysoký nárůst.
8 MAZIVA – LUBRICANTS	1	Nepředpokládá se nárůst investic na zavedeném trhu maziv.
9 ZMĚKČOVADLA – PLASTICIZERS	3	Chybí expertní odhad. Odhad je pouze přibližný.
10 UMĚLÁ VLÁKNA – MAN-MADE FIBERS	3	Nižší až střední nárůst investic, ale předpokládá se navýšování kapacit výroby.

Jedná se o tzv. BIO-BASED produkty, které je možné vyrábět z celulózy, hemicelulózy a ligninu, jako základních složek každé biomasy. Velkou výzvou pro uhlovodíkovou chemii po odklonu od využití uhlí, ropy, plynu, biomasy je fakt, že hypoteticky a paradoxně hrozí nedostatek uhlíku na produkci cca 10 milionů organických sloučenin, kde je uhlík základním stavebním kamenem. Je pravděpodobné a významně se na tom v oblasti R&D pracuje, aby byl využit uhlík z molekuly CO<sub>2</sub>. Ze velmi nadějný a perspektivní se považuje především metanol, etylén apod.

## BIOSUROVINY pro ENERGETIKU

### Krátkodobý horizont

Efektivita využití sluneční energie v případě fotosyntézy - znamená vydělit energetický obsah biomasy, kterou lze ročně sklídit, množstvím energie, kterou získá ze slunce. Takto přepočteno je účinnost fotosyntézy pouze kolem 1 %. I při zohlednění životního cyklu rostlin v jejich neúčinnějším vegetačním období může jejich účinnost dosahovat pouze 7 % (v závislosti na rostlinách). U fotovoltaiky je výpočet složitější (volatilita denní, roční), ale ve výsledku se jedná o cca 10-11%.

Z tohoto pohledu je z dlouhodobého čistě energetického hlediska (především výroby elektrické energie a tepla) **výhodnější orientace na sluneční energii než na biomasu.**

Biomasa (především dendromasa) najde využití v stávajících procesech KVET a v podporovaných projektech zelená úsporám – kotlíkové dotace.

Transfery KO, regionálních odpadů na SYNGAS s možností transferu na zemní plyn, elektrickou energii, teplo a chemikálie, dle koncepcí a aktuálních potřeb společnosti.

### **Střednědobý horizont**

Rozšiřování počtu BPS, s ohrožením návratu organického uhlíku do půdy. Uprade bioplynu na kvalitu zemního plynu. Masivnější aplikace zplynování kde SYNGAS bude produktem z organických odpadů s možností transferu na zemní plyn, elektrickou energii, teplo a chemikálie, dle koncepcí a aktuálních potřeb společnosti.

### **Dlouhodobý horizont**

- CO<sub>2</sub>RR – elektrolýza CO<sub>2</sub> na syntetická paliva a uhlovodíky všeobecně
- Syntetická biologie - Zvyšování/zlepšování efektivity přirozené fotosyntézy pro zvýšení účinnosti přeměny sluneční energie je předmětem výzkumu syntetické biologie. Syntetická biologie (výroba umělých chloroplastů -cyklus CETCH) ) by také mohla přinést výrobu čisté energie pomocí kvantové energie a CO<sub>2</sub>.<sup>12</sup>

### **POTENCIÁLY BIOSUROVIN pro ČR a doporučení**

Biomasa – cca 1,3 mil tun/rok – mnoho konfliktů dle metodologie MZe

Kaly z ČOV – cca 2 mil tun/rok – s nízkým TRL, dnes bez komerčních realizací

Komunální odpady – cca 5,7 mil tun/rok – s perspektivou zplynování a využití syngasu

**CO<sub>2</sub> z průmyslové produkce – cca 120 mil tun/rok**

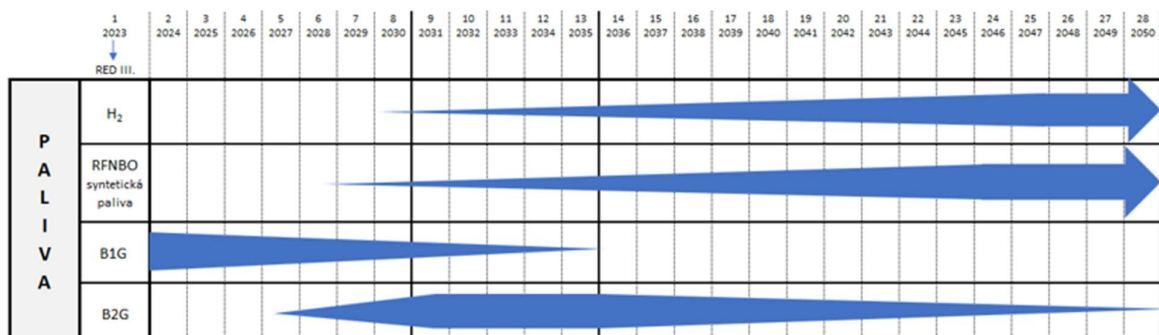
**V post-fosilní době v dlouhodobém horizontu považujeme CO<sub>2</sub> jako nejvhodnější zdroj uhlíku pro „zelené uhlovodíky“ pro náhradu dnešní petrochemie a syntetických paliv.**

---

<sup>12</sup> <https://www.labiotech.eu/trends-news/synthetic-biology-photosynthesis/>



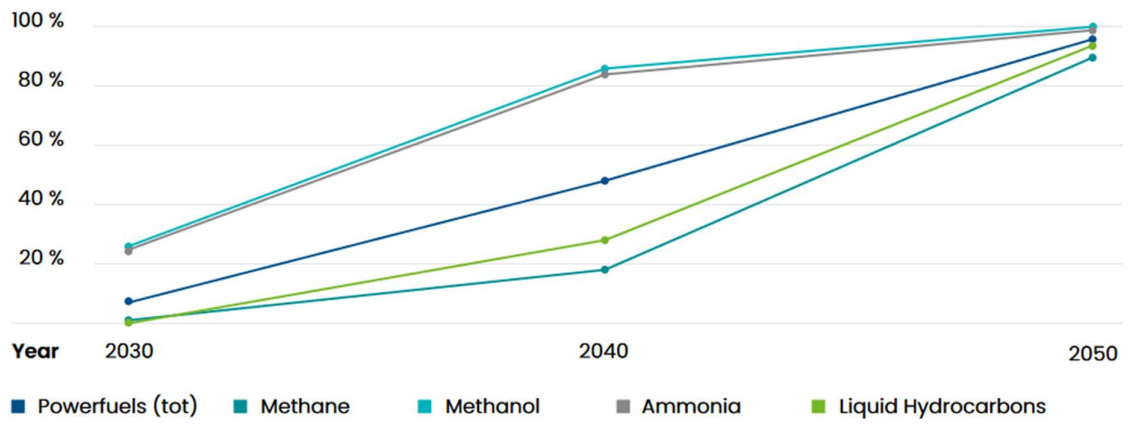
## Časová osa 2023-2050 paliv pro mobilitu



1. Vodík H<sub>2</sub> časové horizonty využití v dopravě definovány v Národní strategii ČR
2. Vodík H<sub>2</sub> pro chemický průmysl definován v Národní strategii ČR
3. Biopaliva B1 a B2
  - B1G zavedená, limitní, v útlumu - významné bariéry a konflikty
  - B2G není k dispozici vstupní surovina – rozvoj pouze v oblasti využití KO a ČOV
4. Paliva RFNBO -syntetická/sun/ alternativní paliva na báze CO<sub>2</sub> v ranné fázi R&D
5. Výroba uhlovodíků BIOPETROCHEMIE SYNGAS – Etylen, HCOOH v ranné fázi R&D
6. Akumulace energie

Zároveň předpokládáme vývoj CCS/CCU. Tedy záchytu CO<sub>2</sub> a syntézu uhlíku z této molekuly na tvorbu „zelených“ uhlovodíků pro materiálové využití, syntetická paliva pro letectví ale i pro ukládání elektrické energie či vodíku.

Odhad vývoje dekarbonizace 2030-2050:<sup>13</sup>



Možná termín výroby EtOH – zmínka o podaném projektu a přípravě nového – timeline??

[https://www.powerfuels.org/test/user\\_upload/Global Alliance Powerfuels Study Powerfuels in a Renewable Energy World final.pdf](https://www.powerfuels.org/test/user_upload/Global_Alliance_Powerfuels_Study_Powerfuels_in_a_Renewable_Energy_World_final.pdf)