

UDRŽITELNÁ LETECKÁ PALIVA

(SAF - Sustainable Aviation Fuels)

Pavel Šimáček



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2023/2405

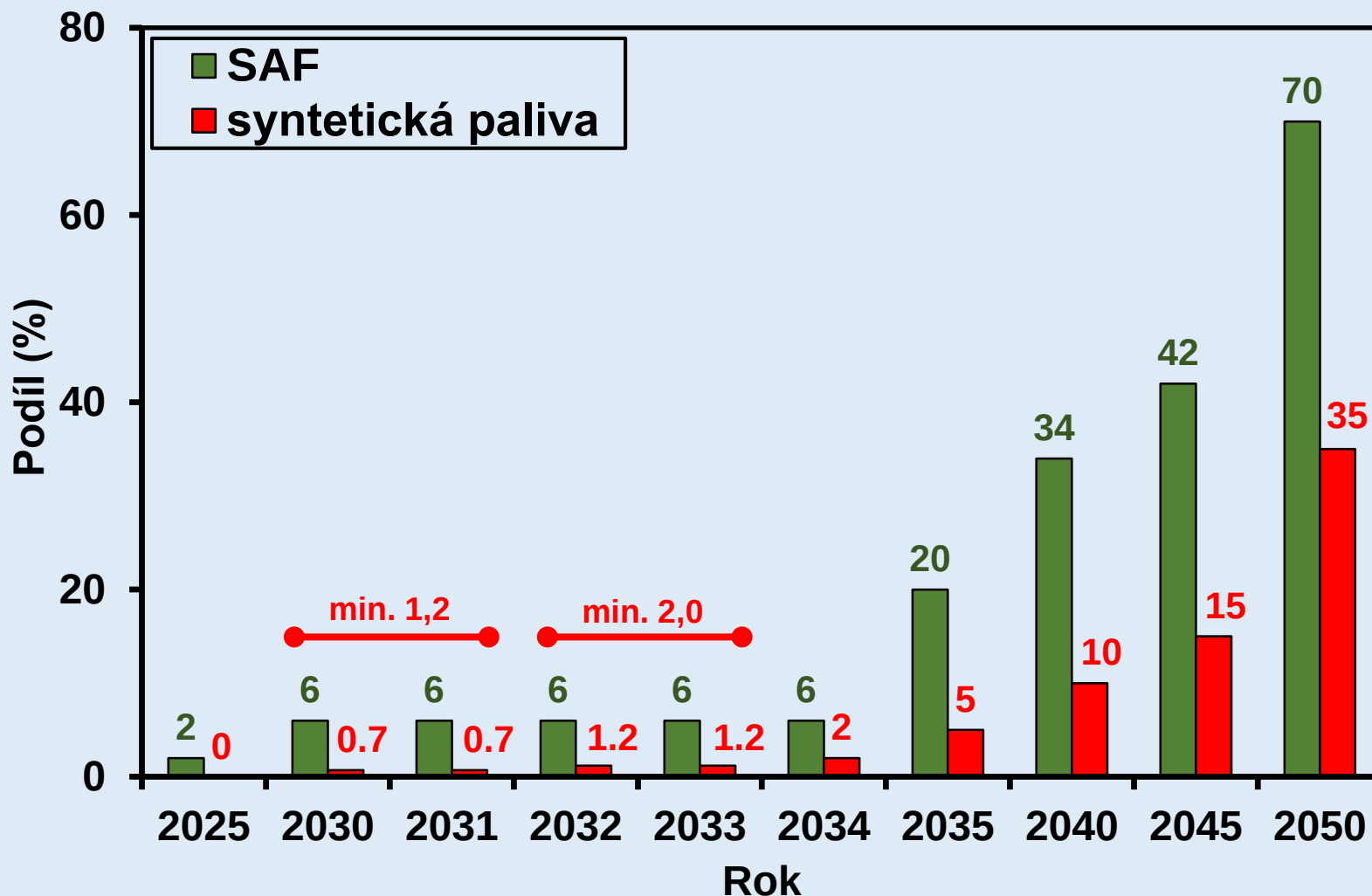
o zajištění rovných podmínek pro udržitelnou leteckou dopravu

(Inciativa pro letecká paliva ReFuelEU)

- Od roku 2025 ukládá dodavatelům leteckých paliv povinnost, aby veškeré letecké palivo dostupné provozovatelům letadel na letištích v EU obsahovalo určitý **minimální podíl SAF**
- Od roku 2025 ukládá provozovatelům letadel povinnost načerpat **minimálně 90 %** potřebného množství paliva na letišti v EU (lety z letiště v EU)
- **Dodavatelům paliv** ukládá vykazovací povinnost (množství dodaného paliva, **množství SAF**, emise SAF, ...) → nesplnění povinností → **sankce**
- **Provozovatelům letadel** ukládá vykazovací povinnost (množství paliva, mn. „**nenatankovaného paliva**“, množství SAF) → nesplnění povinností → **sankce**



MINIMÁLNÍ PODÍL SAF DLE ReFuelEU



CO JSOU SAF DLE ReFuelEU?

➤ Letecká biopaliva

- nesmí být vyrobena z potravinářských a krmných plodin
- zahrnují **pokročilá biopaliva** (Příloha IX A, Směr. 2018/2001) a paliva vyrobená z **upotřebených kuchyňských olejů a živočišných tuků** (Příloha IX B, max. 3 %)

➤ Recyklovaná letecká paliva s obsahem uhlíku

= Paliva vyrobená z odpadu neobnovitelného původu a z výfukových plynů:

- pyrolýzní olej z odpadních plastů a pneumatik
- CO₂ z fosilních stacionárních zdrojů
- ...

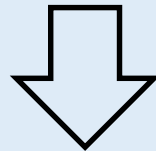
➤ Syntetická letecká paliva



CO JSOU SYNTETICKÁ LETECKÁ PALIVA?

➤ Paliva vyrobená z obnovitelných zdrojů nebiologického původu (RFNBO)

- musí být z obnovitelných zdrojů
- energetický obsah nesmí být získán z biomasy (~~biopaliva~~)



„E-fuel“ (PtL): vodík z OZE + CO₂ (ze vzduchu, ...?)

H₂ + CO₂ → FT syntéza → uhlovodíky

- „E-fuel“ (PtL): nízkouhlíkový vodík + CO₂ (ze vzduchu, ...?)
- Vodík z OZE a nízkouhlíkový vodík jako palivo (vyžaduje speciální pohony: turbínové motory, příp. palivové články)



KVALITA LETECKÉHO PALIVA JET A-1

- Mezinárodní přesah ➔ Kvalita JET A-1 se obvykle řídí podle:
 - **ASTM D1655 (USA)**
 - **Defence Standard 91-091**
 - JIG checklist - AFQRJOS (organizace JIG)
- Tyto specifikace uvádějí i množství a typy „**syntetických komponent**“, které se mohou přidávat do paliva s odkazem na Přílohy normy **ASTM D7566**
- **Syntetické komponenty**, resp. syntetizované uhlovodíky zahrnují obecně uhlovodíky vyrobené z alternativních (**neropných**) surovin: **uhlí, zemní plyn, biomasa, ... (udržitelná letecká paliva?)**



SYNTETICKÉ KOMPONENTY DLE ASTM D7566

1. HEFA-SPK: Synthesized Paraffinic Kerosine from Hydroprocessed Esters and Fatty Acids

- uhlovodíky vyrobené hydrogenací esterů a mastných kyselin
- **suroviny**: čisté a odpadní rostlinné olej a živočišné tuky, mastné kyseliny a podobné materiály
- neobsahuje aromáty
- obsah v palivu: max. 50 % obj.

2. FT-SPK: FT hydroprocessed Synthesized Paraffinic Kerosine

- uhlovodíky vyrobené **FT-syntézou** ze syntézního plynu a následným hydrogenačním zpracováním
- **suroviny**: **zemní plyn, uhlí, biomasa, CO₂**
- neobsahuje aromáty
- obsah v palivu: max. 50 % obj.

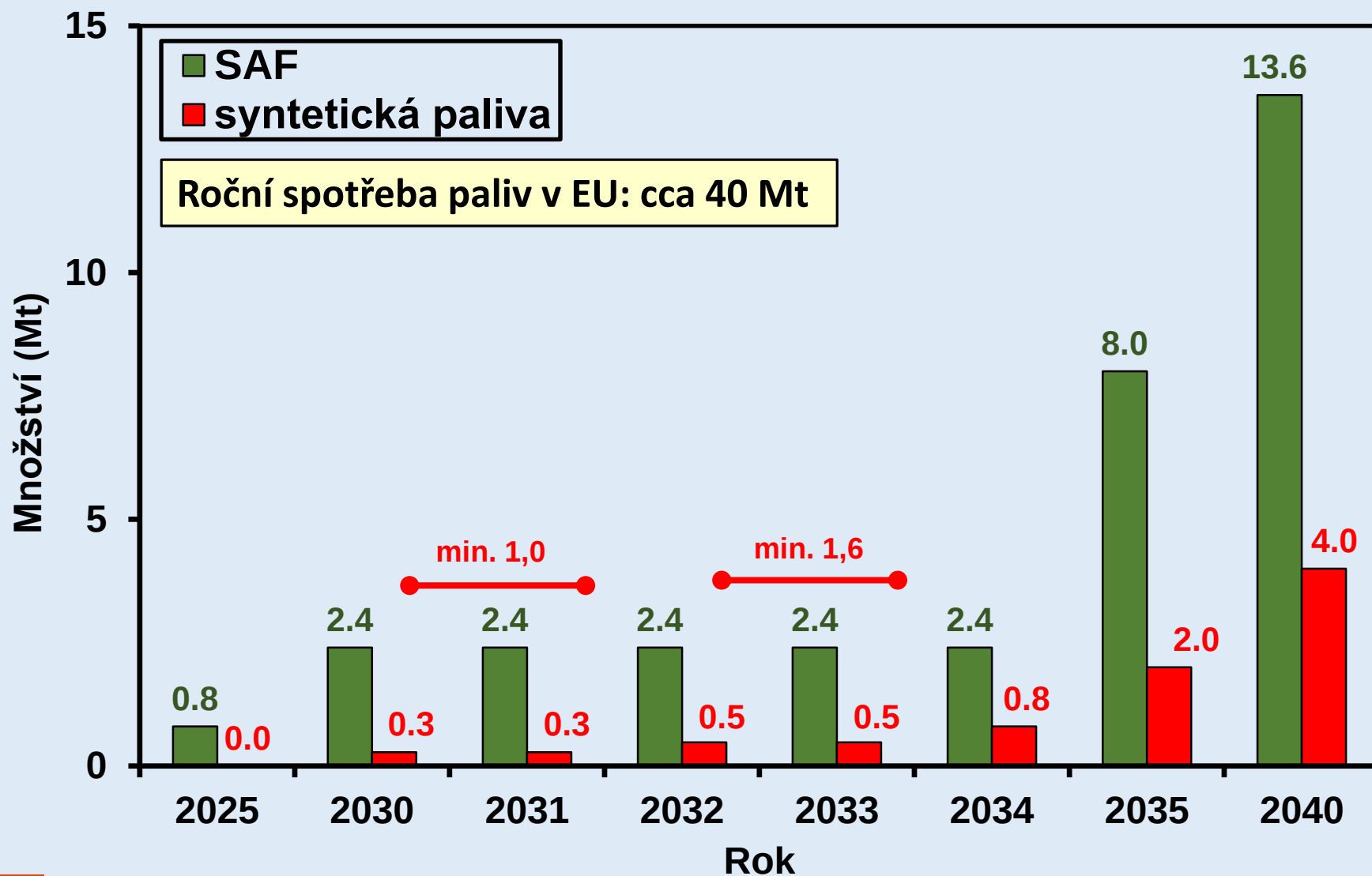


SYNTETICKÉ KOMPONENTY DLE ASTM D7566

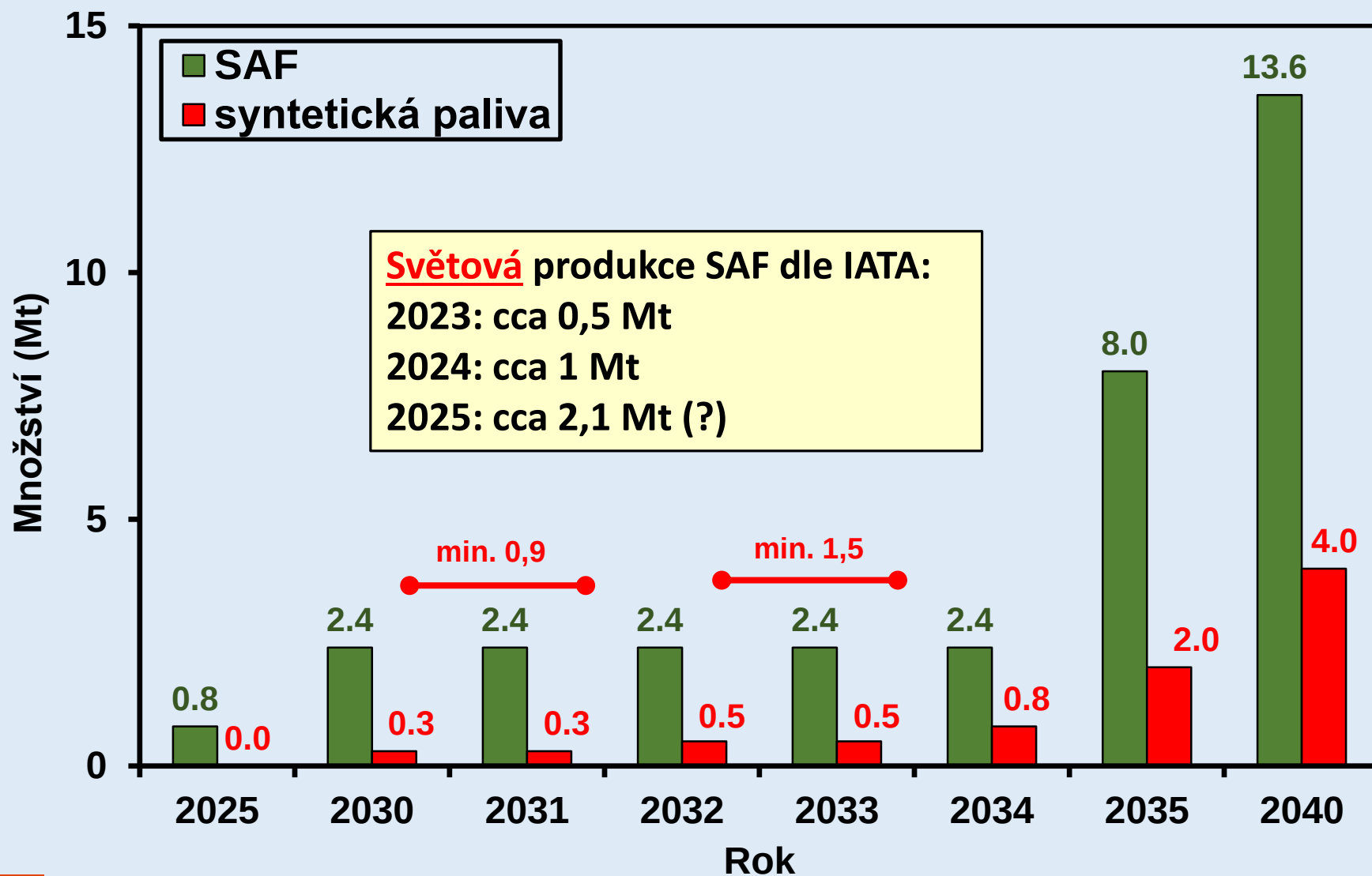
3. SPK/A: Synthesized Paraffinic Kerosine with Aromatics
 - uhlovodíky typu FT-SPK s přídavkem **aromátů**
4. SIP: Synthesized Iso-Paraffins from hydroprocessed fermented sugars
 - **cukry** → farnesenu → farnesan (2,6,10-trimethyldodekan)
5. ATJ/SPK: Alcohol-To-Jet Synthetic Paraffinic Kerosine
 - **alkoholy** (etanol, i-butanol) → → nas. uhlovodíky
6. ATJ-SKA: ATJ Synthetic Kerosene with Aromatics
 - uhlovodíky typu ATJ-SPK s přídavkem **aromátů**
7. CHJ: Catalytic Hydrothermolysis Jet (from FAE and FA)
 - rostlinné oleje, ... → → uhlovodíky (s obsahem **aromátů**)
8. HC-HEFA SPK: SPK from hydrocarbons and HEFA
 - **řasy** (*Botryococcus braunii*) → → nas. uhlovodíky



POTŘEBNÉ MNOŽSTVÍ SAF PRO EU



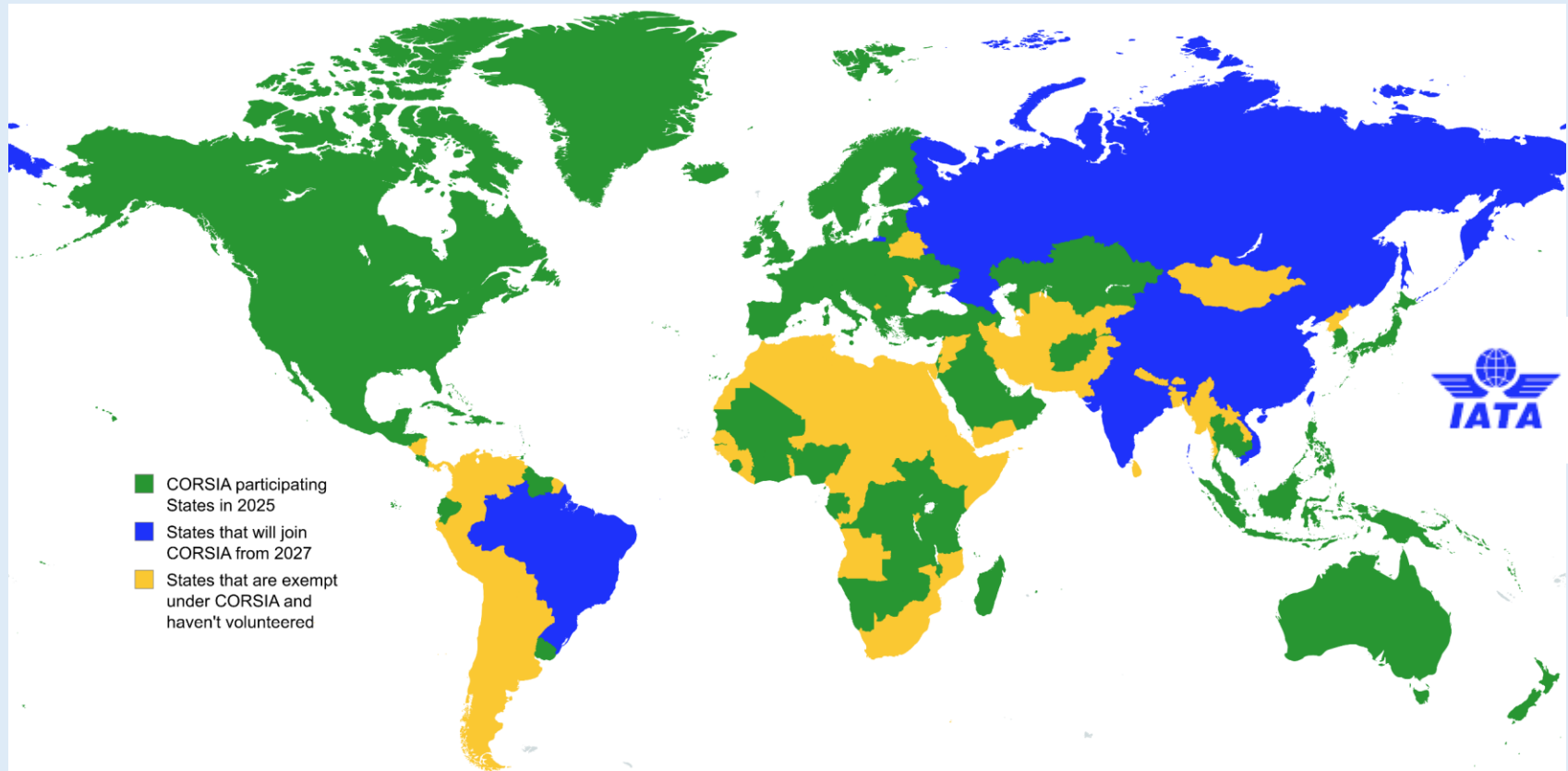
POTŘEBNÉ MNOŽSTVÍ SAF PRO EU



NEJEN EU POUŽÍVÁ SAF

CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation)

- Snižování emisí CO₂ v letecké dopravě (přijato ICAO)
- Jeden z nástrojů je použití SAF



HEFA VS. HVO

➤ HEFA - Hydroprocessed Esters and Fatty Acids

- Hydrogenačně zpracované estery a mastné kyseliny
- Biosložka pro letecká turbínová paliva (SAF)
- Název naznačuje technologii a lépe vystihuje suroviny
- V současnosti se jedná v podstatě o jediný SAF

➤ Pro výrobu HVO a HEFA se používá stejná technologie, jejímž nastavením/modifikací lze optimalizovat poměr produktů

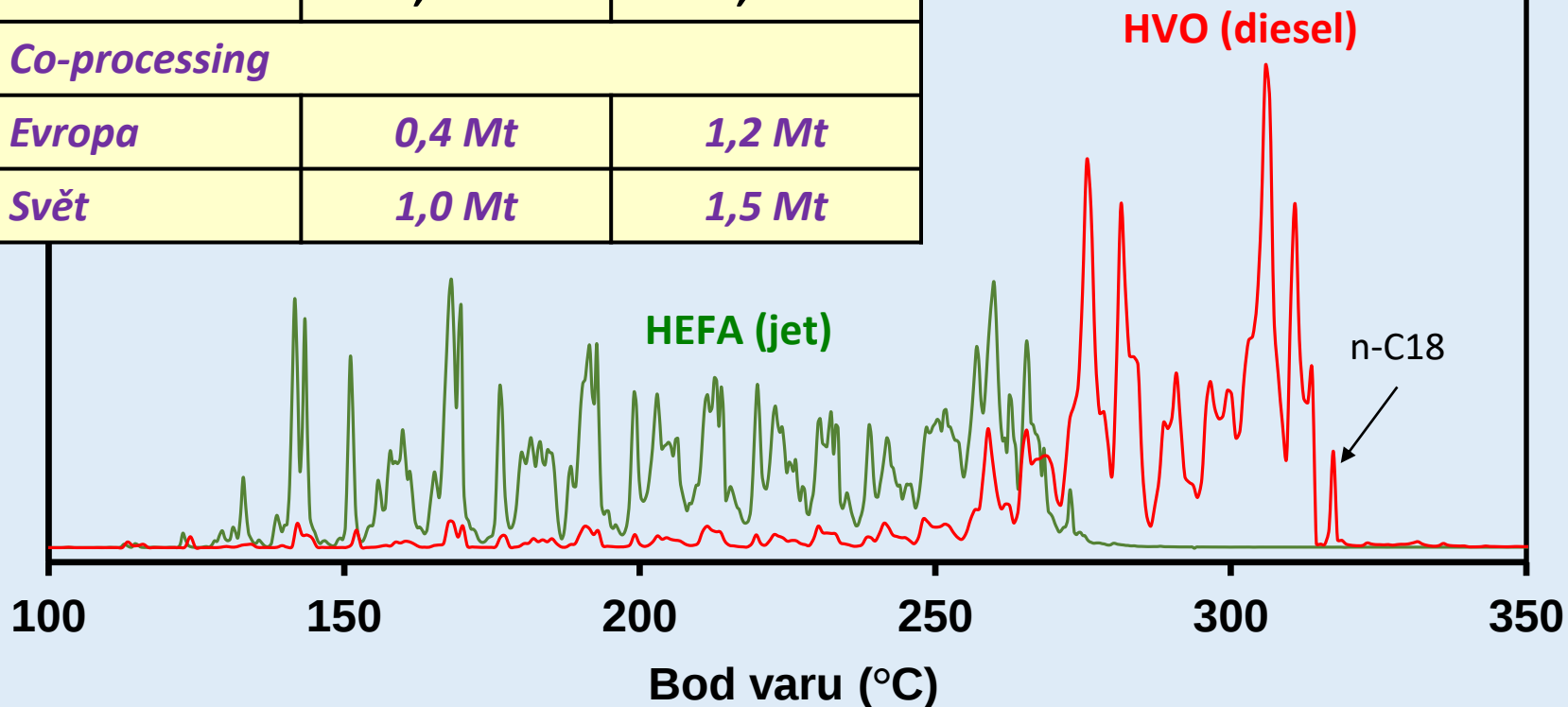
➤ HVO - Hydrotreated Vegetable Oil

- Hydrogenovaný rostlinný olej
- Běžné označení, které označuje biopalivo pro vznětové motory (XTL), resp. biosložku pro výrobu mot. naft (B7,...)
- Název naznačuje technologii, surovinová základna je širší (stejná jako pro HEFA)



HEFA VS. HVO

Kapacity výroby dle Argus Media group (2024/2025)			Požadavky na SAF v EU (Mt)		
	SAF	← ? → HVO	2030	2035	2040
Evropa	1,1 Mt	3,8 Mt	2,4 (0,3)	8,0 (2,0)	13,6 (4,0)
Svět	4,9 Mt	16,7 Mt			
<i>Co-processing</i>					
<i>Evropa</i>	<i>0,4 Mt</i>	<i>1,2 Mt</i>			
<i>Svět</i>	<i>1,0 Mt</i>	<i>1,5 Mt</i>			



ZÁVĚR

- Budou dostatečné **kapacity** pro výrobu **SAF**?
(**HEFA** a obecně)
- Budou dostatečné **kapacity** pro výrobu **syntetických paliv**?
(**RFNBO**: letecká a automobilová paliva)
- Bude dostatek „**vhodných**“ **surovin** pro výrobu HEFA a HVO?
(různá omezení: potravinářské plodiny, Příloha IX.B, ...)
- Jak ovlivní poptávka po SAF (**HEFA**) nabídku **HVO**?



DĚKUJI ZA POZORNOST

