



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA



TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie

Potenciál využitia vodíka v metalurgickom priemysle SR s cieľom zníženia produkcie CO₂



LEGEMZA J., FINDORÁK R., BUĽKO B., DEMETER P., DŽUPKOVÁ M.,
MIŠKOVIČOVÁ Z., VASKOVÁ I., HUBATKA S., FOGARAŠ L.

Vodík ako kľúčový hráč



Obmedzenie
skleníkových plynov

Zníženie emisií

Alternatíva k fosilným palivám

Nosič energie

Chemický potenciál

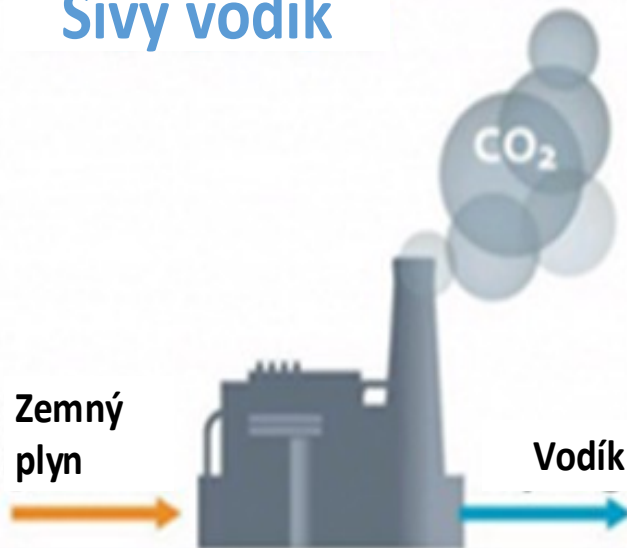
Technologický náskok

Druhy vodíka

Súčasnosť

2030

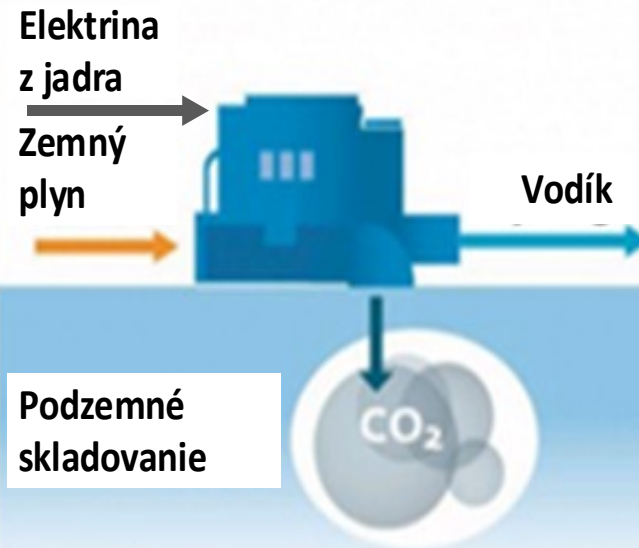
Sivý vodík



Modrý vodík

Elektrina
z jadra
Zemný plyn

Podzemné
skladovanie



Zelený vodík

Obnoviteľné
zdroje energie

Voda



Produkcia vodíka

90 mil. ton / 2021

93% fosílna palivá



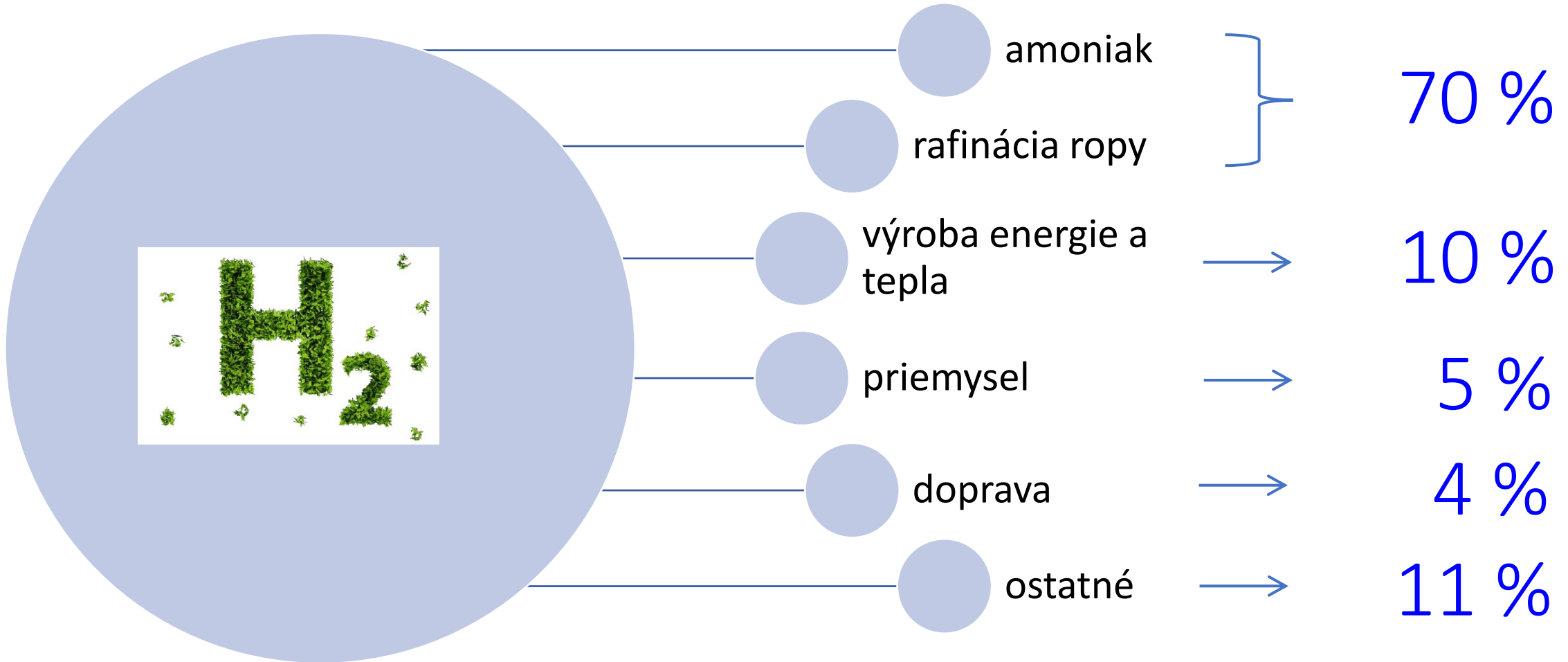
4% elektrolýza
vody

3% biomasa a
odpadový plyn



- 1 krakovanie uhľovodíkov parou
- 2 čiastočná oxidácia uhľovodíkov
- 3 konverzia vodného syntézneho plynu
- 4 degradácia biomasy baktériami
- 5 rozklad chloridov pomocou vodnej pary
- 6 reformovanie benzínu
- 7 reformovanie koksárenského plynu
- 8 elektrolýza vody a kyselín
- 9 štiepenie fotokatalytickej vody - extrakcia vodíka z molekúl vody
- 10 rozklad vodnej pary železom, resp. FeO
- 11 rozklad vodnej pary v plazme (ionizácia)
- 12 rozklad amoniaku alebo metanolu

Využitie vodíka (90 mil. ton / 2021)



Možnosti využitia vodíka v metalurgii

- Obohatenie vysokopecného vetra o H_2
- Využitie syntézneho plynu ($CO + H_2$) pri výrobe DRI
- Priama redukcia rúd s využitím 100 % H_2 ako redukčného činidla
- Výroba H_2 z koksárenského plynu
- Využitie ochranných atmosfér na báze H_2
- Redukcia železnej rudy vo vodíkovej plazme

Projekty na vodík - svet

Projekt

ULCOS

Hybrit

SALCOS

H₂ FUTURE

POSCO

COURSE 50

AISI

HYL/ENERGIRON

Štát

Štáty EÚ

Švédsko

Nemecko

Rakúsko

Južná Kórea

Japonsko

USA

USA

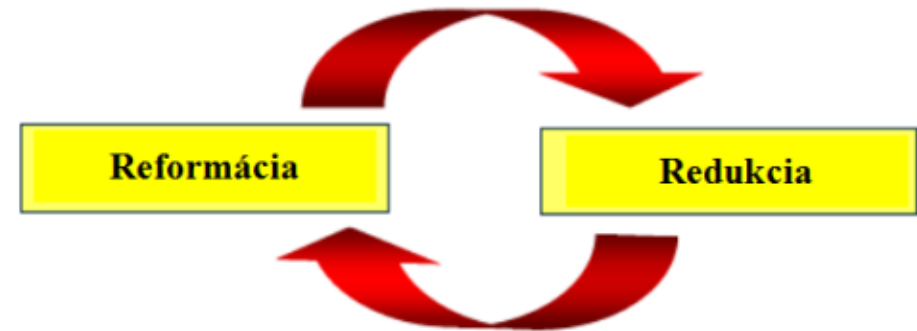
Proces Hyl/Energiron



prevádzková technológia



predchodca vodíkovej redukcie



Reformácia



Redukcia

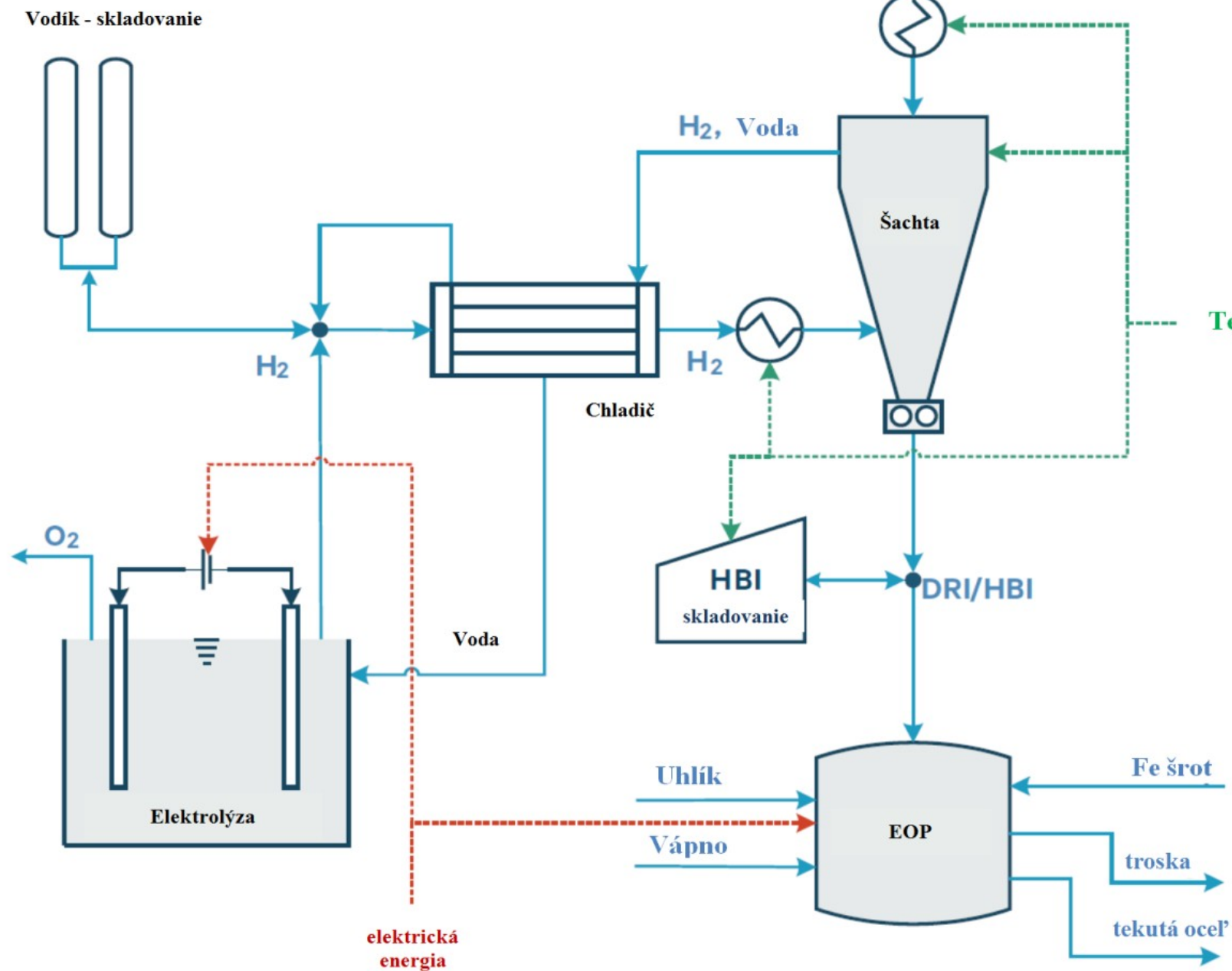


Proces Hybrit

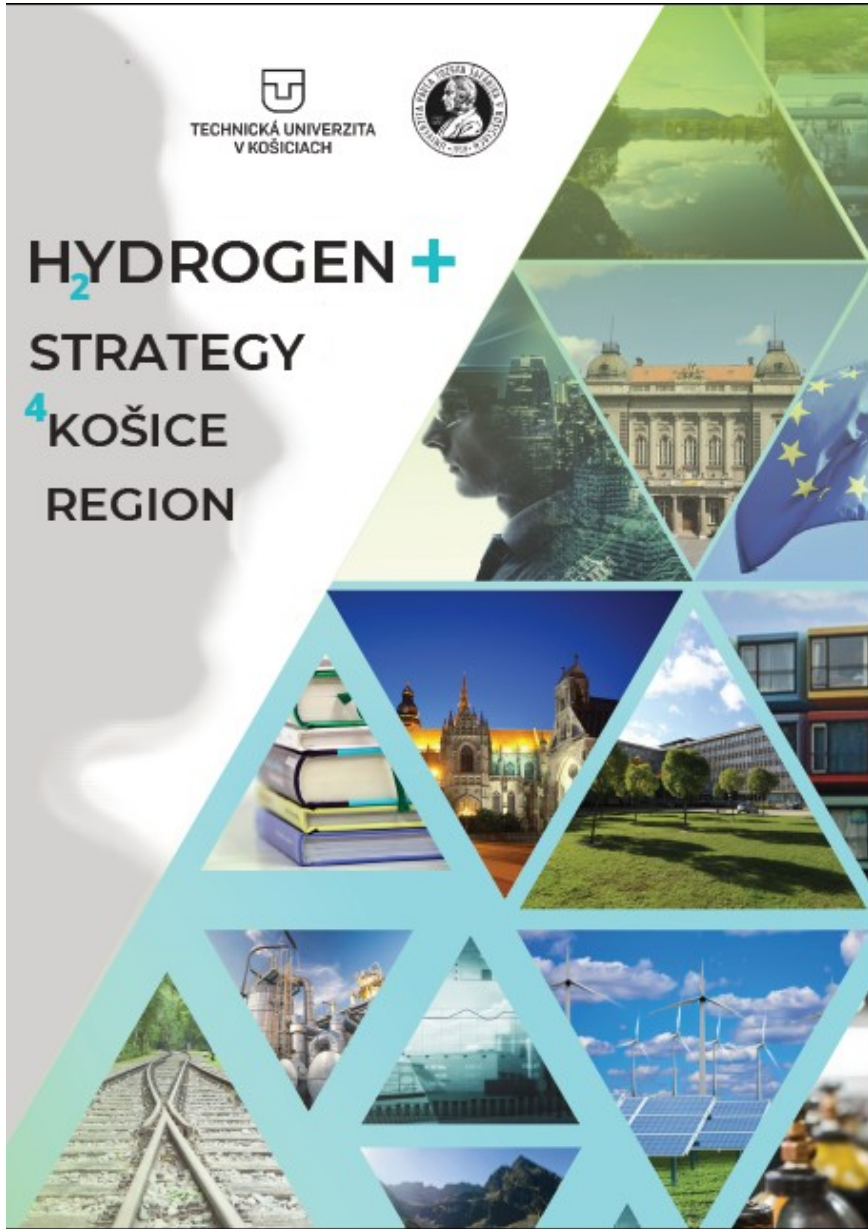


poloprevádzková technológia

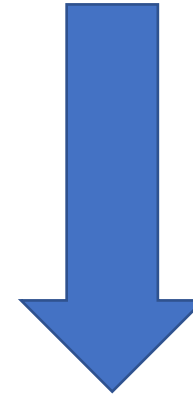
OZE



Realizované projekty



SPP + EUSTREAM



- Výskum a testovanie homogenity zmesi zemného plynu a vodíka
- Výskum a testovanie chemickej reaktivity vodíka s odorantmi

Zámer projektu APVV



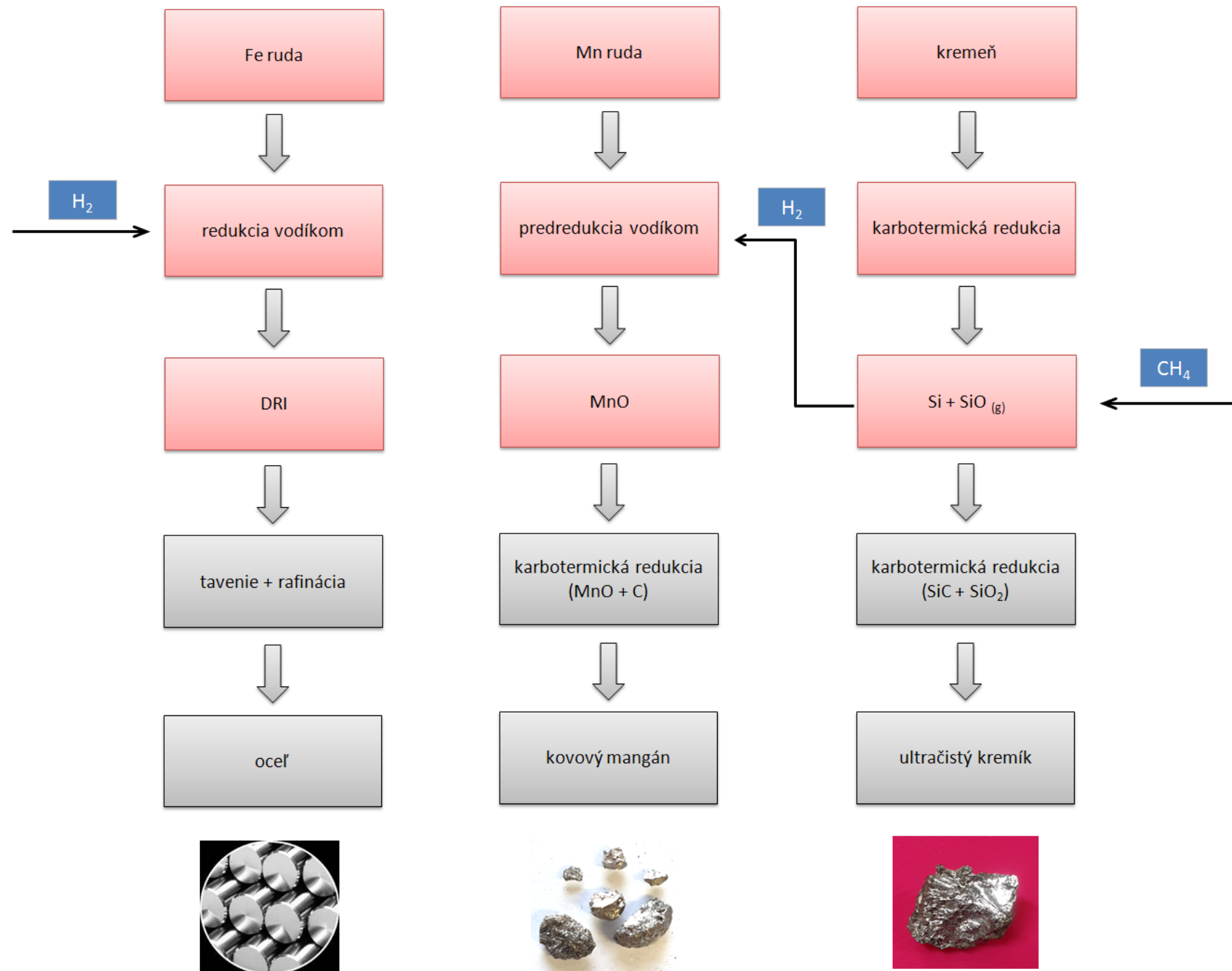
AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

- Projekt je zameraný na **výskum vodíka** ako alternatívneho zdroja energie a **redukčného činidla** pri výrobe železa, ocele a ferozliatin.
- Dôraz bude kladený na zníženie dopadu ekologickej záťaže na životné prostredie – **znižovanie emisií CO₂**
- **Nový projekt v rámci SR** – perspektíva aplikácie výsledkov do prevádzkových podmienok, kde sa vodík ako redukčné činidlo priemyselne nevyužíva (výroba Fe a Mn), alebo sa nevyužíva vôbec (výroba SiC a Si)

Hlavné výzvy projektu

- Vývoj nových technológií redukcie železných a mangánových rúd vodíkom v laboratórnych podmienkach (zameranie aj na menej kvalitné rudy).
- Výskum výroby ultračistého kremíka za pomoci vodíka.
- Vývoj počítačovej simulácie redukčných procesov za použitia vodíka, ktorá sa použije na tvorbu interaktívneho modulu s aplikáciou materiálovo - tepelnej bilancie a jej prepojenie s praxou.

Zameranie projektu



Nová technológia za použitia plazmovej pece

Karbotermická redukcia kremeňa

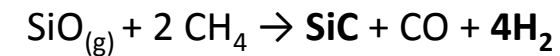
Vyparovanie $\text{SiO}_{(g)}$

Oxidácia v odlučovacom systéme pece

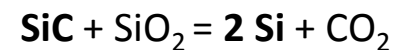
Vznik ultračistého SiO_2

Vyparovanie $\text{SiO}_{(g)}$

Reakcia s metánom



Redukcia v ekologickej plazmovej peci za vzniku ultračistého kremíka



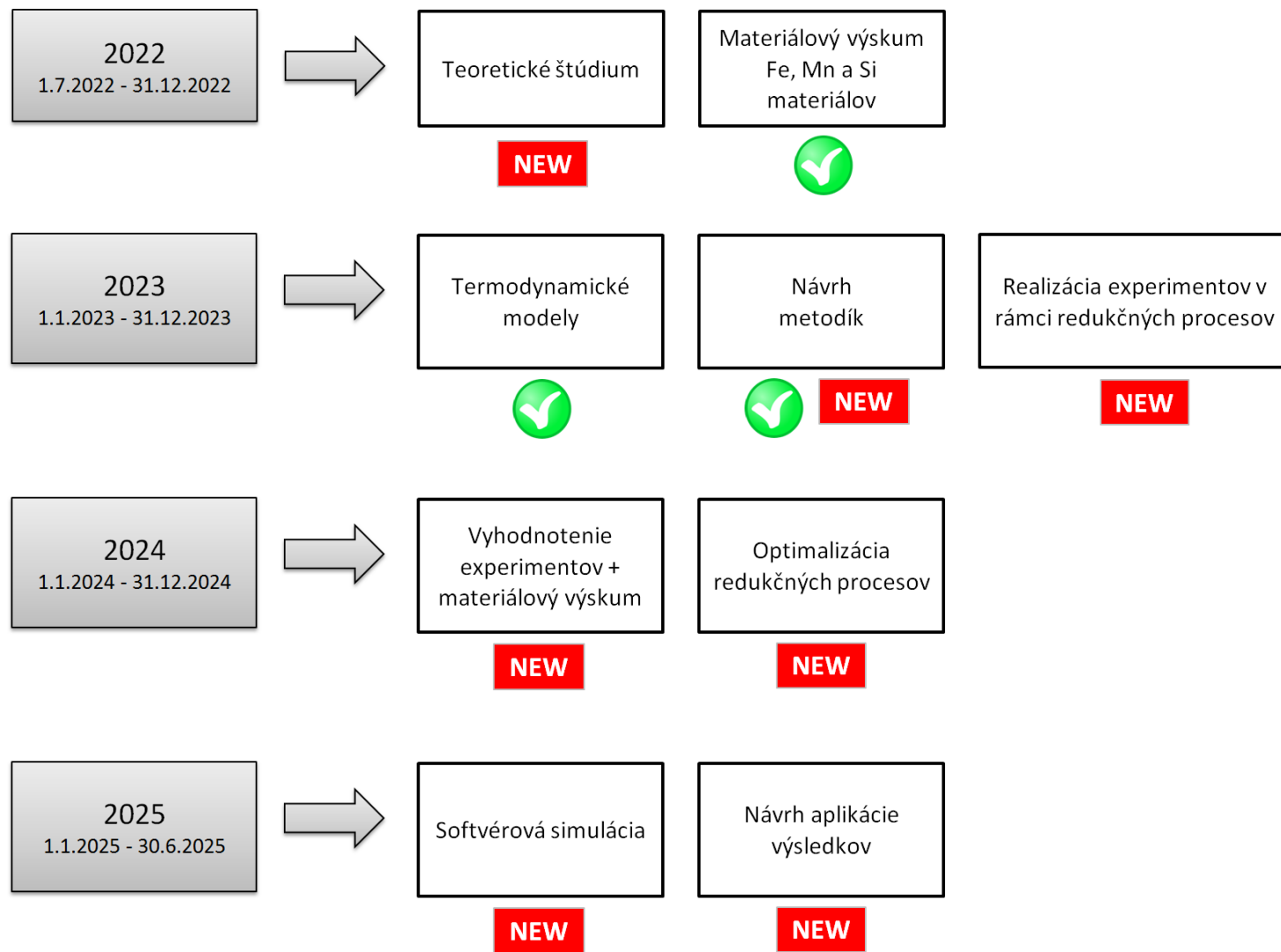
Využitie vzniknutého H_2 pri predredukcii mangánových rúd

Spolupráca

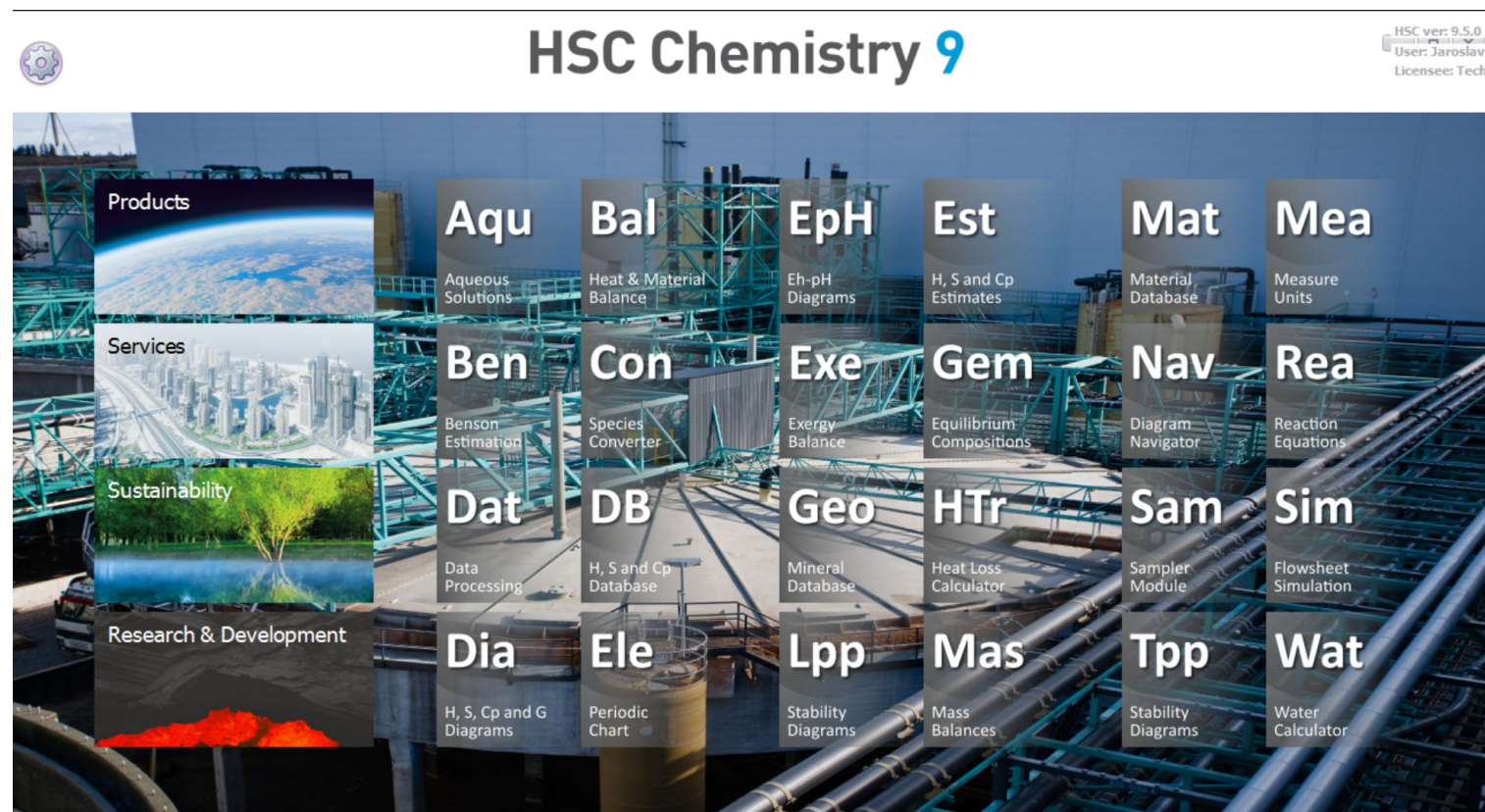
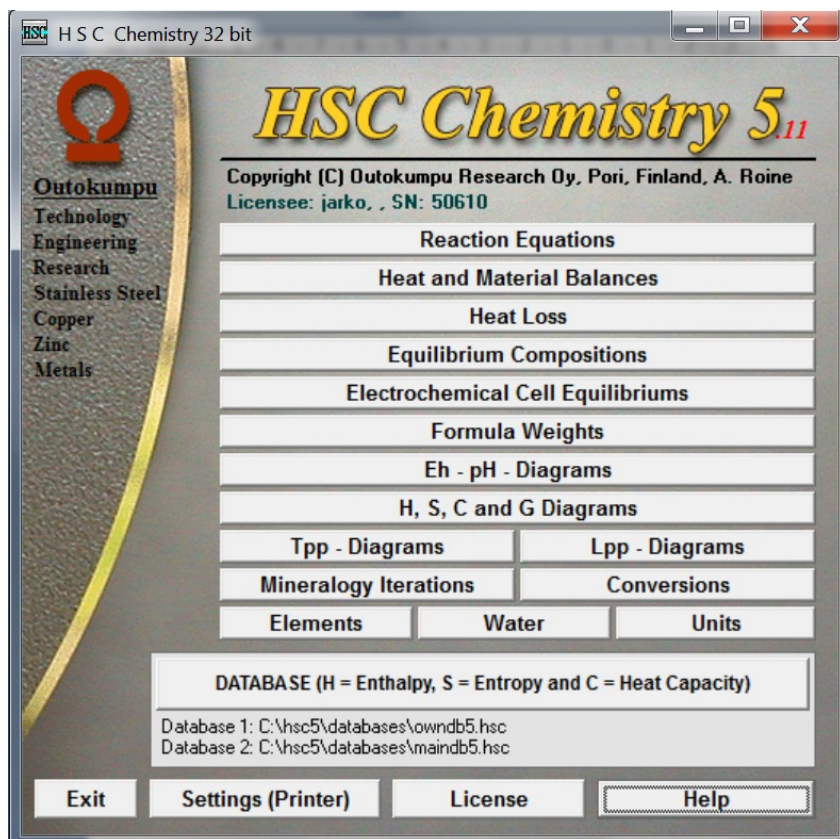
- V rámci projektu sa plánuje spolupracovať s domácimi univerzitnými a priemyselnými partnermi:
- **UPJŠ Košice**
- **SjF TUKE**
- **SAV Košice**
- **Silvergas Bardejov**
- **USSK**
- **OFZ**
- so zahraničnými univerzitnými a priemyselnými partnermi:
- **VŠB TU Ostrava (Česká republika)**
- **Norrbotten + MetLab + KTH (Švédsko)**
- **KU Leuven (Belgicko)**
- **ScanArcPlasma Technology (Švédsko)**
- **SICON GmbH (Nemecko)**

Harmonogram projektu:

Legenda:  čiastočne realizované **NEW** nové poznatky a riešenia



Počítačové simulácie – termodynamické modelovanie

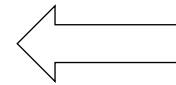


Predikcia podmienok redukcie, simulácia rovnováhy sústavy za definovaných podmienok, predikcia vplyvu teploty, koncentrácie a prietoku H_2 na výsledné zloženie.

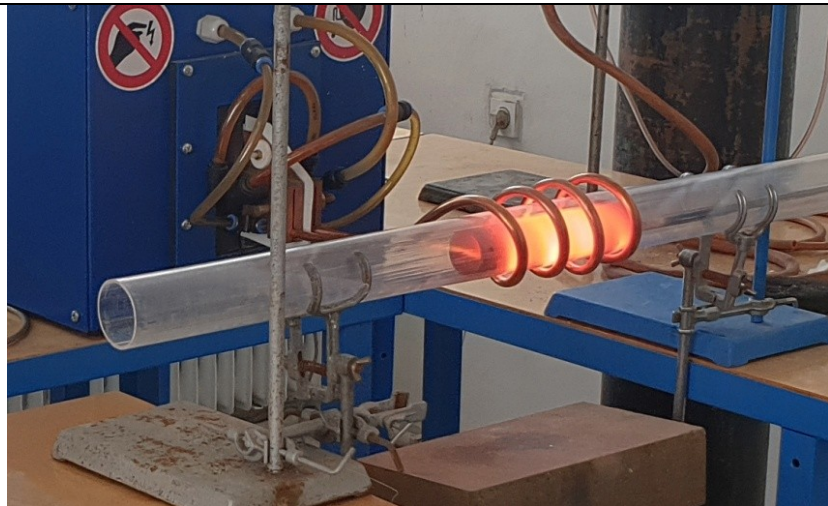
Laboratórne experimenty – redukcia vodíkom



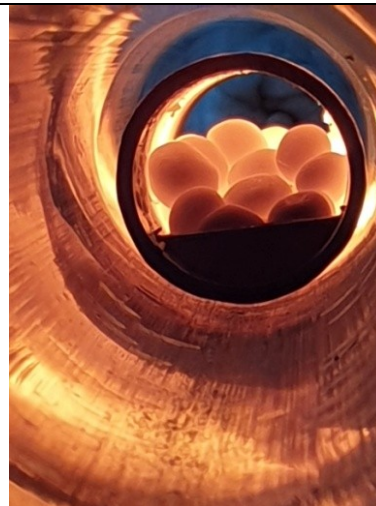
a)



vývoj novej metodiky



b)



c)

- a) laboratórna aparatúra na vysokoteplotnú redukciu rúd v EIP
- b) retorta s induktorom
- c) redukované pelety v retorte

Predpokladané prínosy projektu



Nové vedecké poznatky

Termodynamické modely

Nové metodiky

Inovácie laboratórnych zariadení

Experimentálne verifikácie

Počítačové simulácie



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA



TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie

Ďakujeme za pozornosť

