



Българска асоциация по водород, горивни клетки и съхранение на енергия

Институт за устойчив преход и развитие – Тракийски университет

Институт по електрохимия и енергийни системи „Акад. Е. Будевски“

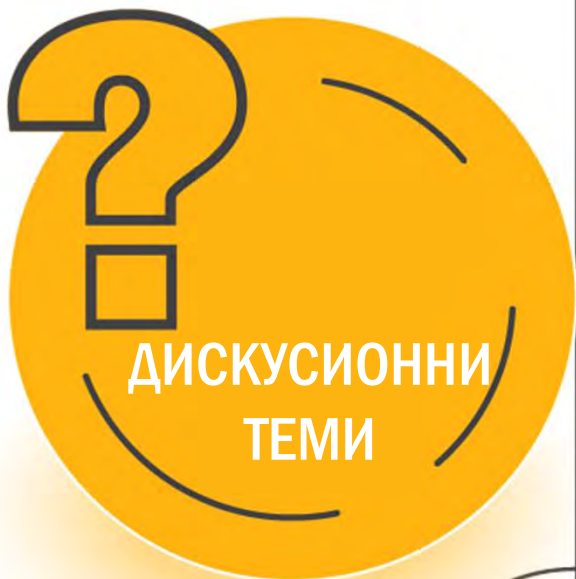
ВОДОРОДНИ ТЕХНОЛОГИИ В БЪЛГАРИЯ – НАСТОЯЩЕ И БЪДЕЩИ ПЛАНОВЕ

Дария Владикова

d.vladikova@iees.bas.bg



9ти ДЕН НА МЕНИДЖЪРА ПО УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ И ОКОЛНА СРЕДА
ЗА ЮГОИЗТОЧНА ЕВРОПА | гранд хотел „София“, София, България | 26.10.2023



- Защо водородна икономика
- Водород в Европа
- Водород в България

9ти ДЕН НА МЕНИДЖЪРА ПО УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ И ОКОЛНА СРЕДА
ЗА ЮГОИЗТОЧНА ЕВРОПА | гранд хотел „София“, София, България | 26.10.2023



Малко информация за водорода



- Най-лекият елемент на Земята

14 пъти по-лек от въздуха

- Най-ефективният енергиен склад: **3 пъти по-голямо енергийно съдържание на единица тегло от това на бензина**
- При употреба (електрохимична конверсия или изгаряне) отделя само вода
- **Гори без да се разпространява хоризонтално**





Пожар във водородна и бензинова кола

<https://vimeo.com/302628955>

CONTROLLED SIMULATION



Hydrogen



Gasoline

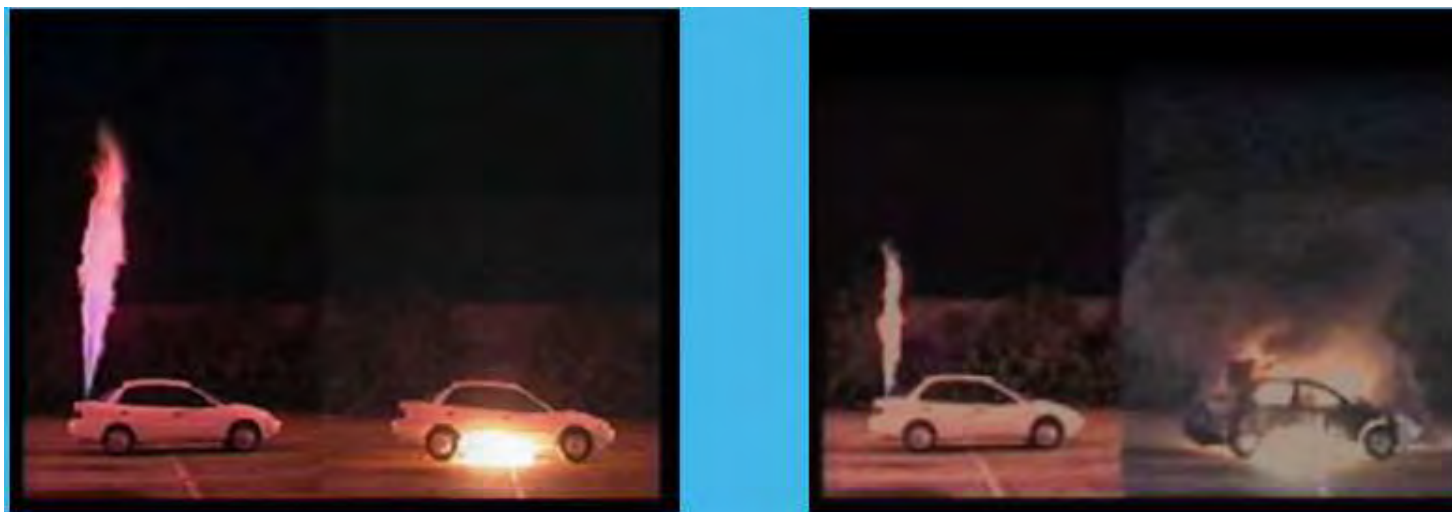
Департамент по енергия на САЩ

Пожар във водородна и в бензинова кола

3 секунди

60 секунди

след запалването





**BEK HA
BOДOPOДHATA
ИKOHOMИKА**



**ВЕК НА
ВОДОРОДНАТА
ИКОНОМИКА**

**ВОДОРОДЪТ Е НАЙ-ГОЛЕМИЯТ
СКЛАД НА ВЪЗОБНОВЯЕМА ЕНЕРГИЯ
И СУРОВИНА**

ВОДОРОДЪТ - СКЛАД ЗА ЕНЕРГИЯ ОТ ВЕИ
С ЕНЕРГИЕН ЦИКЪЛ „ОТ ВОДА ДО ВОДА“

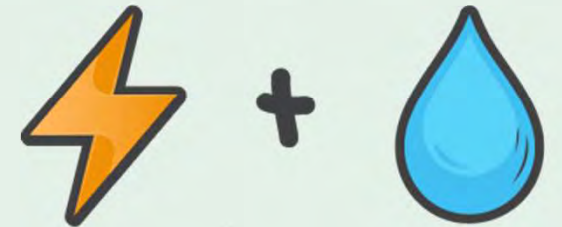




=



=

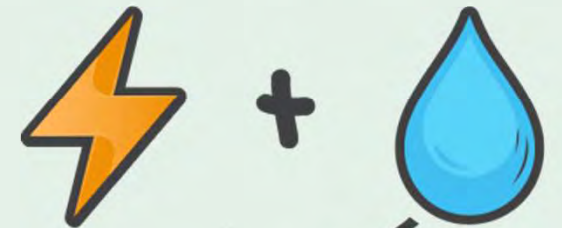




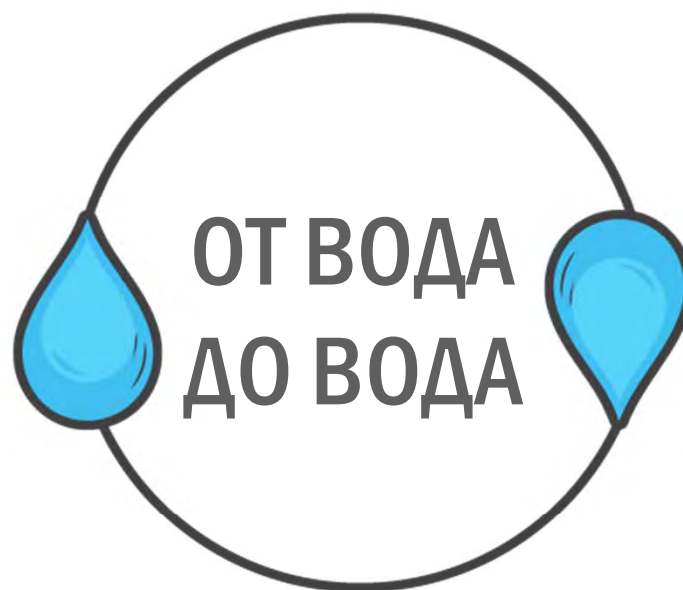
=



=



КРЪГОВА ИКОНОМИКА





СОФИЯ, МАЙ 2018



СОФИЯ, МАЙ 2018

СЕКТОРНА ИНТЕГРАЦИЯ



H_2

СЕКТОРНА ІНТЕГРАЦІЯ

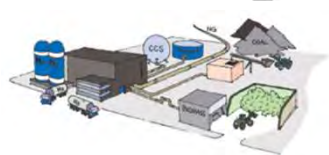
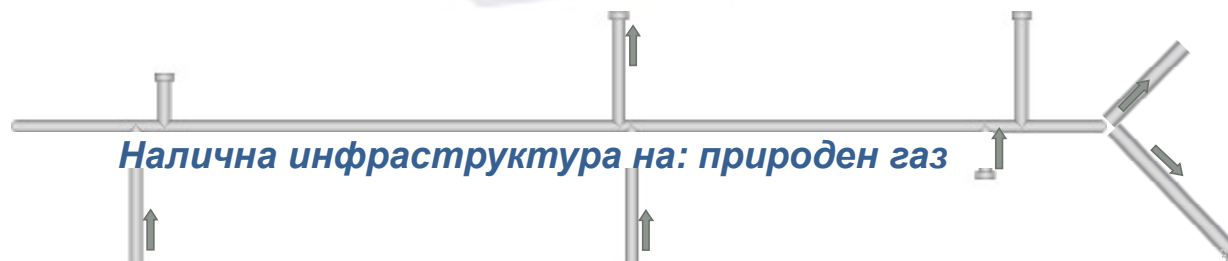
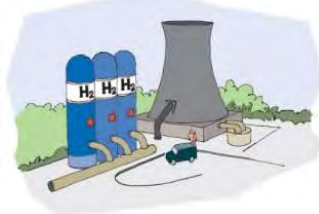


СЕКТОРНА ИНТЕГРАЦІЯ



ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ВОДОРОД В МОМЕНТА (БАЗА БЪЛГАРИЯ)

Индустрия:
рафинерия, амоняк,
стъктарска
(стоманодобиване)

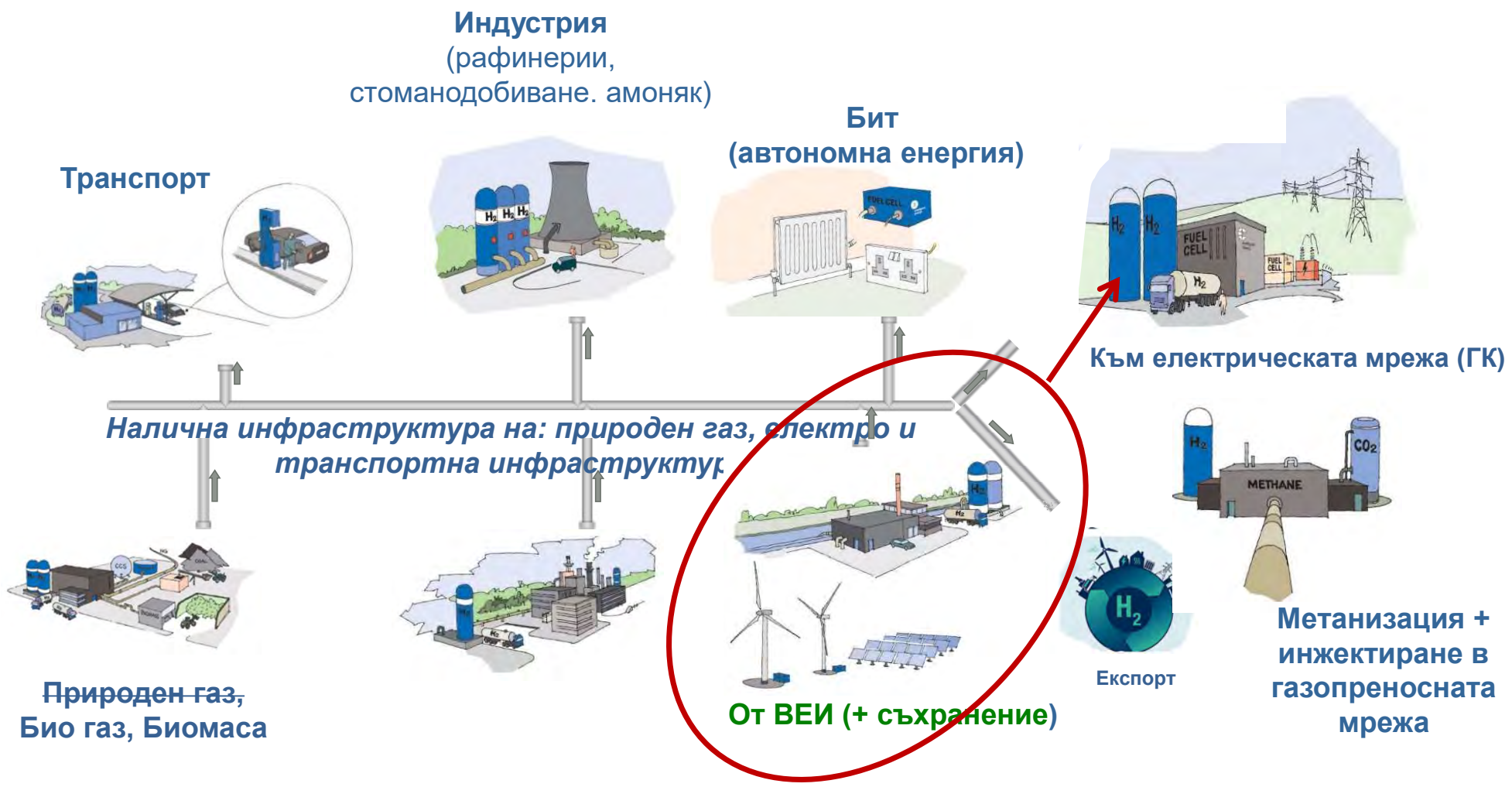


Природен газ



**Производство от
химическата
индустрия**

ВОДОРОДНА ИКОНОМИКА = КРЪГОВА ИКОНОМИКА + СЕКТОРНО ИНТЕГРИРАНЕ

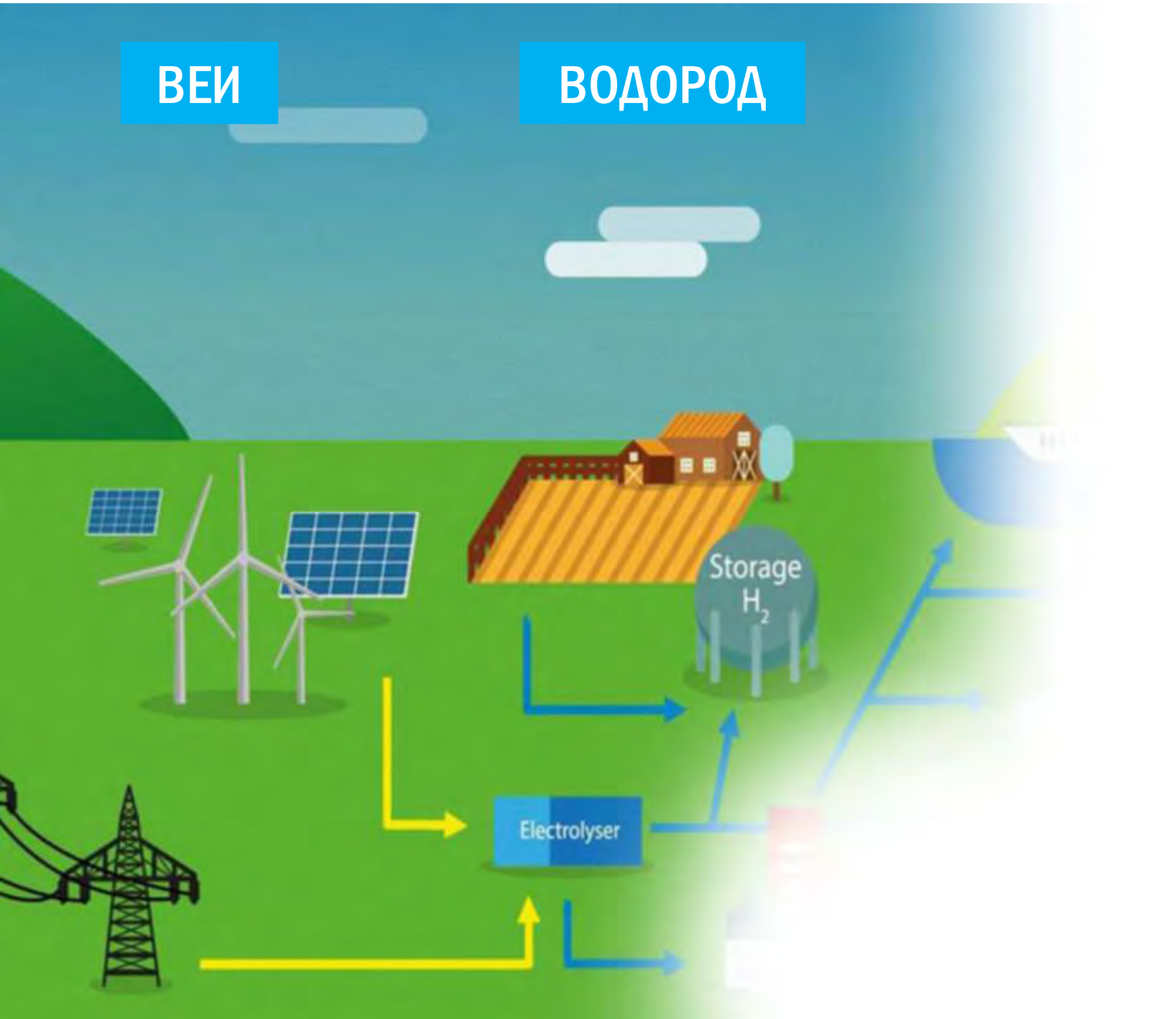


ВЕИ



ВЕИ

ВОДОРОД



ВЕИ

ВОДОРОД

ЕНЕРГИЯ В ДОМА, ИНДУСТРИЯТА



ВЕИ

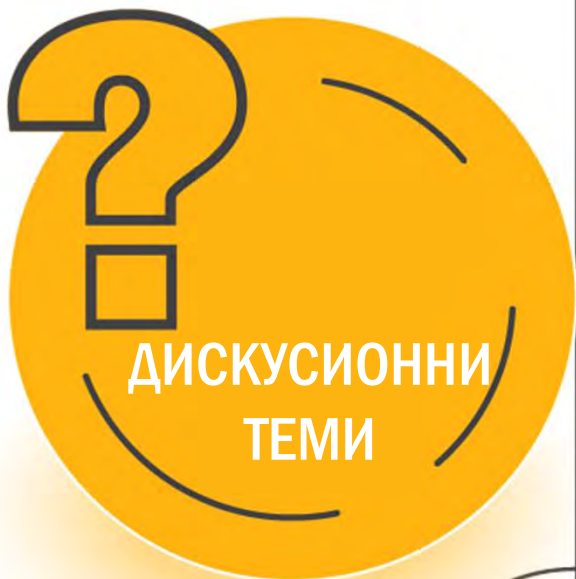
ВОДОРОД

ЕНЕРГИЯ В ДОМА, ИНДУСТРИЯТА
И ЗА ТРАНСПОРТ



ВОДОРОДНА ИКОНОМИКА = КРЪГОВА ИКОНОМИКА + СЕКТОРНО ИНТЕГРИРАНЕ





- Защо водородна икономика**
- Водород в Европа**
- Водород в България**

9ти ДЕН НА МЕНИДЖЪРА ПО УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ И ОКОЛНА СРЕДА
ЗА ЮГОИЗТОЧНА ЕВРОПА | гранд хотел „София“, София, България | 26.10.2023

**ВОДОРОДНА ИКОНОМИКА =
КРЪГОВА ИКОНОМИКА + СЕКТОРНО ИНТЕГРИРАНЕ**



СЕКТОРНА ИНТЕГРАЦИЯ: ВОДОРОД В СТОМАНОПРОИЗВОДСТВО

Shell Rhineland Refinery – (REFHINE– FCH JU Project)

ПЕМ електролизьор REFHINE I | 2017 г. – 10 MW | 1300 т H₂/г
REFHINE II | 2021 г. – 100 MW



СЕКТОРНА ИНТЕГРАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВО НА ЗЕЛЕН ВОДОРОД ЗА ИНДУСТРИЯТА

Португалия (Cines): слънце и вятър – (GreenH2Atlantic – FCH JU Project)

Алкален електролизьор 2021 – 100 MW |

- на мястото на въглищни мини
- за химическа индустрия и впръскване
- 49 kWh/kg
- 2030 – 1 GW

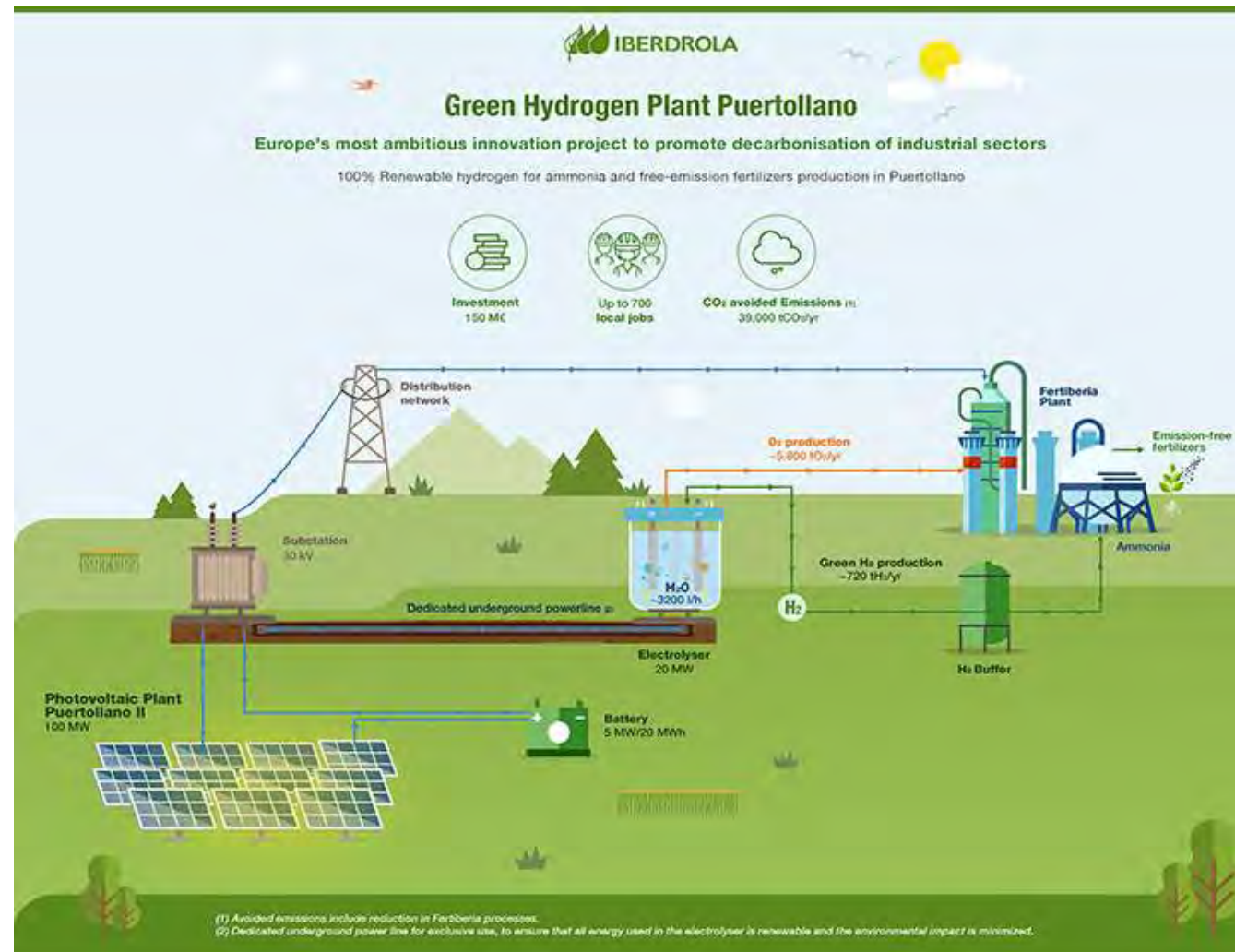
СЕКТОРНА ИНТЕГРАЦИЯ - АМОНИЯК

Завод в Puertollano (Испания): IPCEI

Зелен H₂ за амоняк
(N₂ + 3 H₂ = 2NH₃)

- 100 MW PV
- PEM Електролизьор 20 MW
- Батерия 20 MWh
- 150 млн. евро инвестиция

- ✓ Етап 1: Пускане в експлоатация: 2021 г.
- ✓ Етап 2: 800 MW (1,8 млрд. евро)



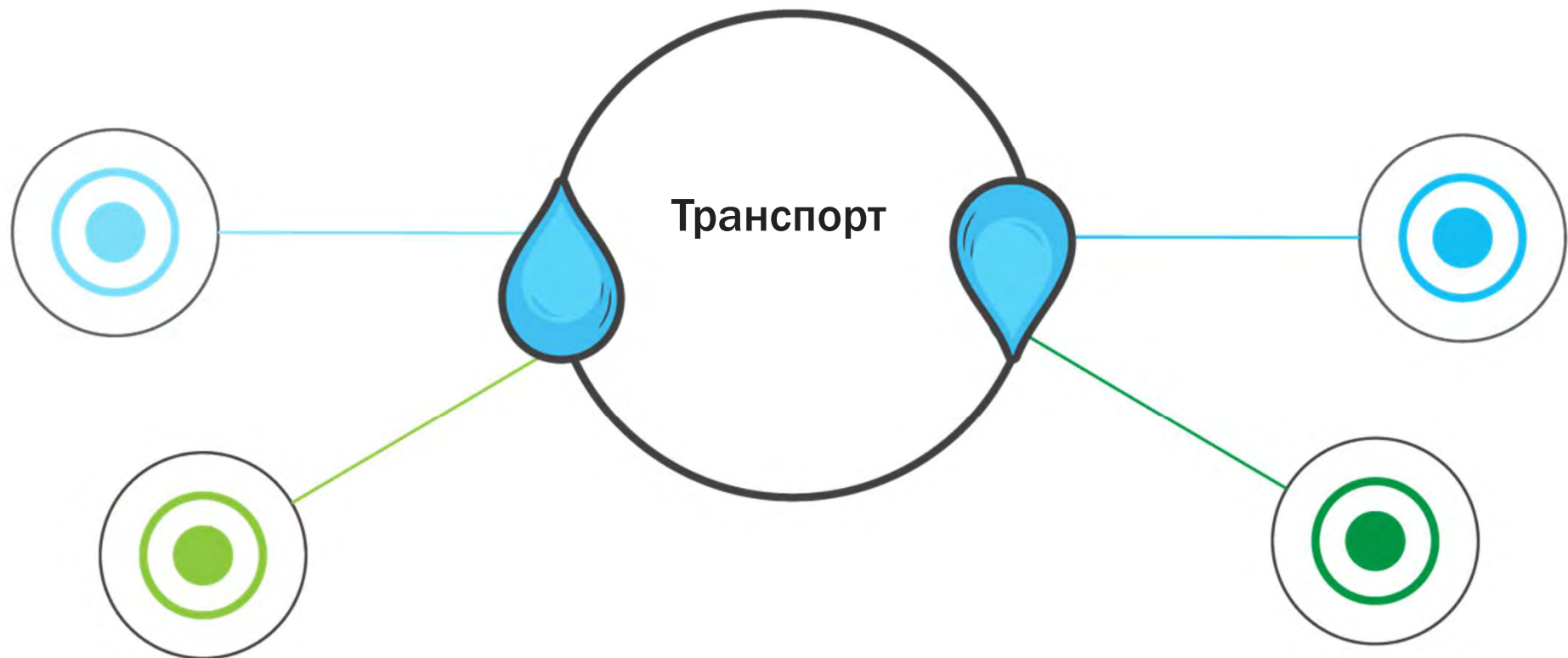
СЕКТОРНА ИНТЕГРАЦИЯ: СИСТЕМА НА ГОРИВНА КЛЕТКА ЗА ХИМИЧЕСКИ ЗАВОД

CG Demo – FCH JU Project

- ГК MW скала (Индуриална)
- Електрическа ефективност 50%
- Работен период: 40000 часа
- Цена: 300 000 евро
- Поддръжка: 4,5 цента/kW



**ВОДОРОДНА ИКОНОМИКА =
КРЪГОВА ИКОНОМИКА + СЕКТОРНО ИНТЕГРИРАНЕ**



Леки коли: 2 000



Европа

2022

*официални данни от НРАГ

КАК РАБОТИ ЕДНА ВОДОРОДНА КОЛА ?



Леки коли: 2 000

Автобуси: 300



Европа

2022



*официални данни от НРАГ

Автобуси: 300

Европейски
производители

Европа

2022



ALEXANDER
DENNIS



CAETANOBUS

rampini



Safra



URSUS
BUS



VANHOOL



SOLARIS



DAIMLER
EvoBus



ebeEUROPA



VDL
BUS & COACH



ŠKODA



WRIGHTBUS



Леки коли: 2 000

Автобуси: 300

Влакове: 1-3



Европа

2021

*официални данни от НРАГ

Влакове: заявки

Alstom е единствената европейска фирма сертифицирана за влакове с основен клиент Германия

Европа

2020

Локация (брой влакове)	Компания	Дата на доставка
Германия		
Alstom's Coradia iLint		
Lower Saxony region (14)	14	2 през 2019, 12 през 2021.
Offenburg (14)	14	2022
Frankfurt (27)	27	2022
Pirmasens (50+)	50+	2023
Франция		
Alstom's Coradia Polyvalent (Regiolis)		
Clermont-Lyon line	3	2022-23
Bourgogne Franche-Comte	3	2022
Auvergne-Rhone-Alpes	3	2022
Великобритания		
Alstom'Breeze		
Undisclosed location	~20	2022



Леки коли: 2 000

Автобуси: 300

Влакове: 1-3

Камиони: 15 -20



Европа

2022

*официални данни от НРАГ

Леки коли: 2 000

Автобуси: 300

Влакове: 1-3

Камиони: 15

Кораби: 20

Зарядни
станции: 150



Европа

2022

*официални данни от НРАГ

2020

ВОДОРОД В ЕВРОПА



2021

ВОДОРОД В ЕВРОПА

2030

2 000

ЛЕКИ КОЛИ

1 235 000

300

АВТОБУСИ

5 200

15

КАМИОНИ

45 000

1-3

КОРАБИ

53

< 20

ВЛАКОВЕ

584

150

ЗАРЯДНИ СТАНЦИИ

> 11000

2 000

КО-ГЕНЕРАЦИЯ С ГОРИВНА КЛЕТКА

50 000

~ 300 MW

ПРОИЗВОДСТВО НА ЧИСТ ВОДОРОД

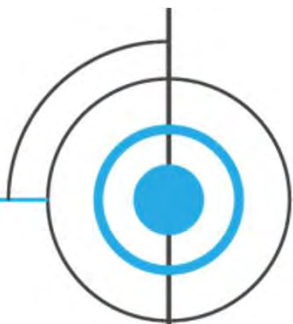
2 X 130 GW

Европейски водородни политики



20 януари

2004



Открита Европейската технологична платформа по водород и горивни клетки - стратегически приоритет за устойчиво развитие на Европа

„За да превърнем визията (водородна икономика) в реалност, Европа се нуждае от повече изследвания, мащабни демонстрационни и внедрителски проекти и обединени усилия за регулации и стандарти, подходящи за бъдещето развитие на водородната икономика. Тези усилия могат да бъдат успешни САМО ако националните и Европейските ресурси – публични и частни, се обединят по един координиран начин.”

Из речта на Романо Проди

Открито Съвместно предприятие «Горивни клетки и водород от 2021: «Партньорство за чист водород»



Clean Hydrogen Joint Undertaking

EU Institutional Public-Private Partnership (IPPP)



БГН2А

ИЕЕС-БАН
ИУПР-Тру

1 billion EURO from Horizon Europe* to implement R&I activities and facilitate the transition to a greener EU society through the development of hydrogen technologies

* additional 200 million EURO for Hydrogen valleys (under RePowerEU)

30 май

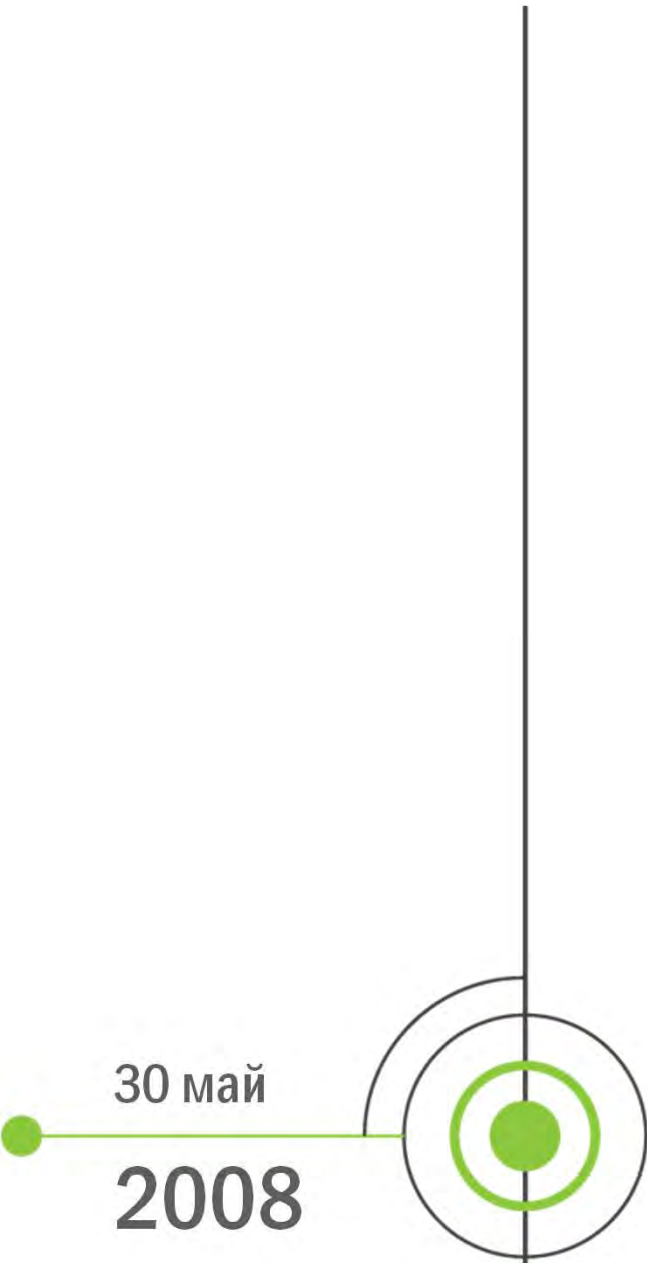
2008



Открито Съвместно предприятие «Партньорство за чист водород»

ЦЕЛ: да ускори комерсиализацията на водородните технологии

СРЕДСТВА: Публично-частно партньорство



2008 -
2022



2008 -
2021



2021 -
2027

Европейски Зелен Пакт

**ВОДОРОДЪТ ИЗЛИЗА КАТО СТРАТЕГИЧЕСКИ
ВОДЕЩ ФАКТОР**

Февруари
2020



Европейски Зелен Пакт

Европейски план за възстановяване и устойчивост

**ВОДОРОДЪТ ИЗЛИЗА КАТО СТРАТЕГИЧЕСКИ
ВОДЕЩ ФАКТОР**

27 Май
2020



Европейски Зелен Пакт

Европейски план за възстановяване и устойчивост

**ВОДОРОДЪТ ИЗЛИЗА КАТО СТРАТЕГИЧЕСКИ
ВОДЕЩ ФАКТОР**

Към Европейска водородна икономика – Стратегическа перспектива

Повечето Европейски държави разработиха за броени месеци своите водородни стратегии

12 юни
2020



Европейски Зелен Пакт

- Стратегически план “Подготвени за цел 55” - 5,6 мт/г Н2 (2030)

17 януари
2022



Европейски Зелен Пакт

- Стратегически план “Подготвени за цел 55” - **5,6 Мт/г H2 (2030)**
- **REPowerEU**: Европейската инициатива за чиста, безопасна и независима енергия
 - **10 Мт/г H2 ≈ 500 TWh** ВЕИ за електролиза
 - **10 Мт/г H2 ≈ 130 GW** електролизьори (2030)
 - ВГНБП = 75% в индустрия; 5,6% в транспорт
 - 42% от водорода в индустрията – от ВГНБП

8 март

2022



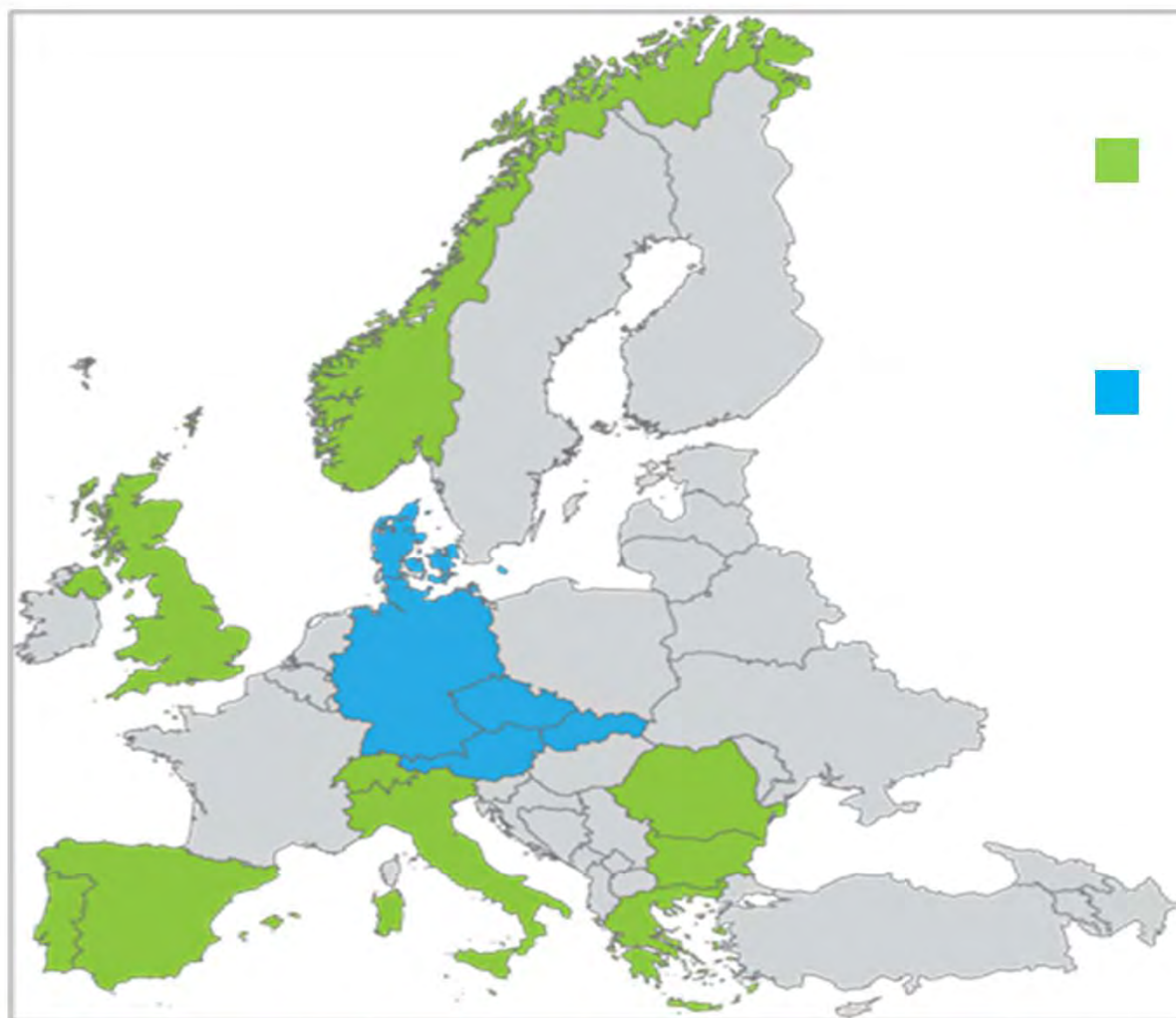
■ **Водороден Ускорител**

Agenda process Green Hydrogen



2021

2022



■ Экспорт

■ Импорт

https://www.bayfor.org/fileadmin/user_upload/BayFOR-pdfs/aktuelles/BayFOR-sria-green-hydrogen.pdf

REPowerEU

- **Водороден ускорител**

- Водородна банка
- Водородни долини: допълнително 200 м €

HEAVENN
20 M€ FCH JU
80 M€ локални
6 общини

17 май
2022



REPowerEU

■ Водороден ускорител

• Широка законодателна инициатива

- Директива за ВЕ (допълняемост, времева и географска корелация)
- Регламент за алтернативни горива (AFIR)
- Газов пакет
- Законодателен акт за критични суровини
- Законодателен акт за промишленост с нулеви емисии



17 май
2022



REPowerEU

Водороден ускорител

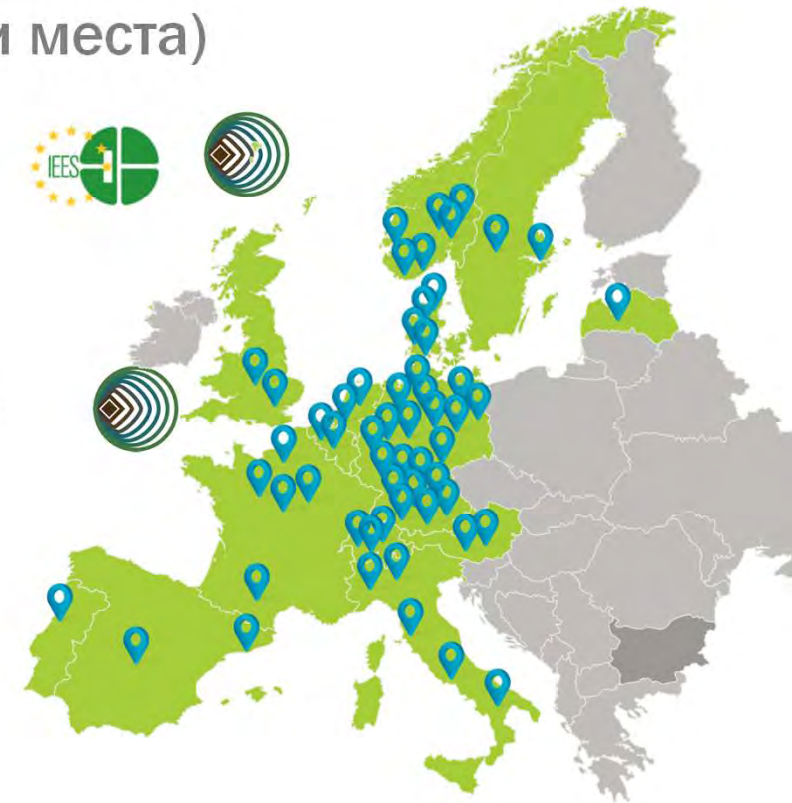
- Квалификация и преквалификация (2030 – 1 мил. нови работни места)

- Grenskills4H2 Erasmust+



- KICstart4H2 EIT 

- European Hydrogen Academy 



17 май
2022



REPowerEU

■ Водороден ускорител

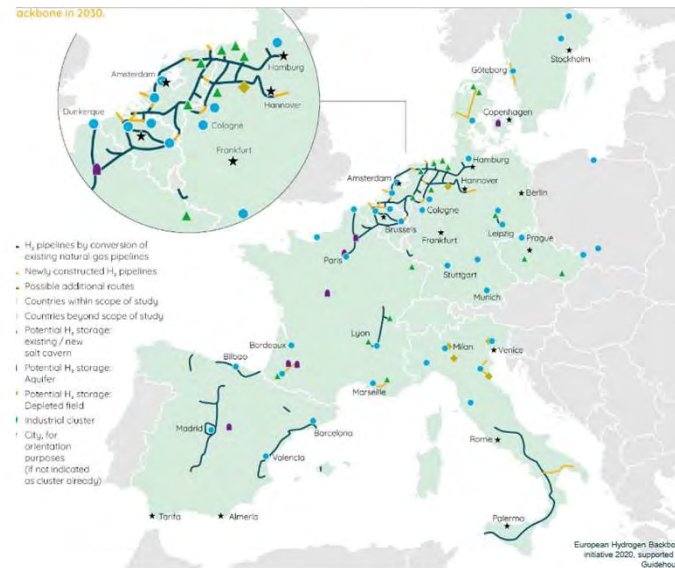
- Европейска мрежа за транспорт на водород

2020: 9 държави

11 газови компании

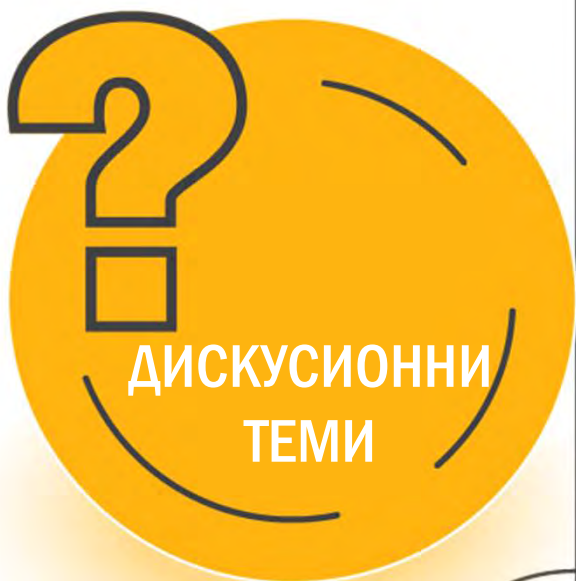
2022: 29 държави

31 газови компании



17 май
2022

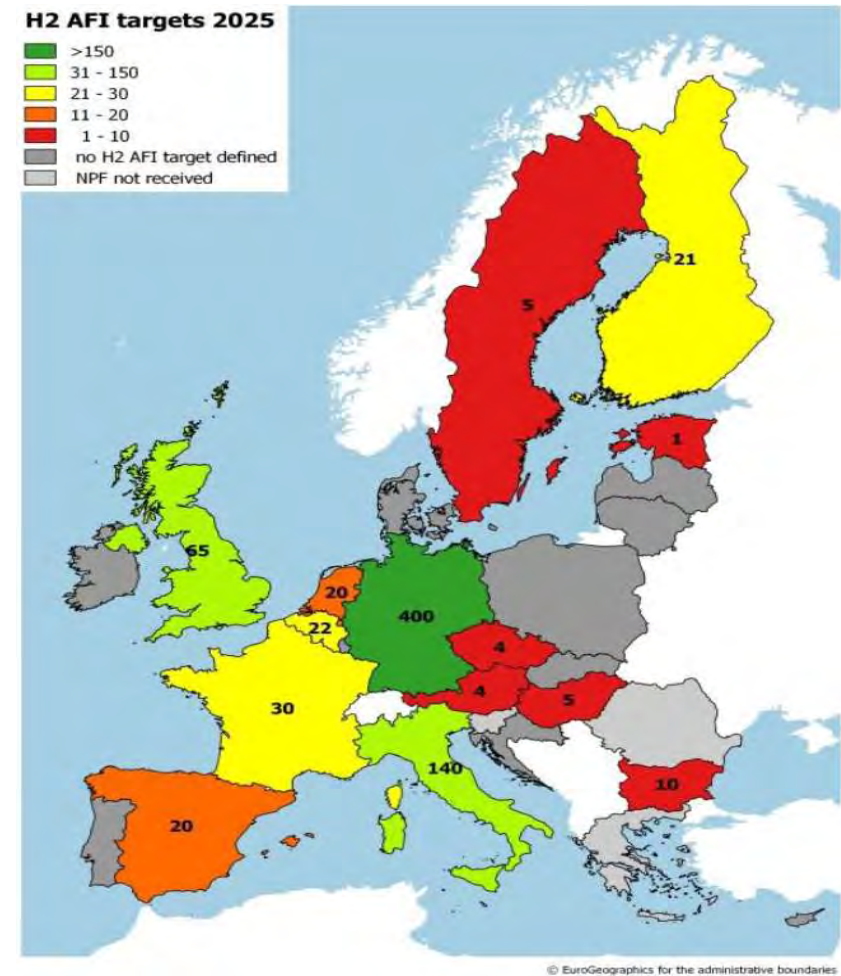




- Защо водородна икономика**
- Водород в Европа**
- Водород в България**

9ти ДЕН НА МЕНИДЖЪРА ПО УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ И ОКОЛНА СРЕДА
ЗА ЮГОИЗТОЧНА ЕВРОПА | гранд хотел „София“, София, България | 26.10.2023

Европейски политики в България



Директива
94/2014/ЕС



**Национална Рамка за инфраструктура
за алтернативни горива: приема
водорода**

2017



Директива
94/2014/ЕС



**Национална Рамка за инфраструктура
за алтернативни горива: приема
водорода**

Национален доклад

в изпълнение на разпоредбите на чл. 10,
параграф 1 от директива 2014/94/ес на
европейския парламент и на съвета от 22
октомври 2014 г. за разгръщането на
инфраструктура за алтернативни горива

https://www.mtirc.government.bg/sites/default/files/national_report_bulgaria_alternative_fuels_3-01-2020-final.pdf



2020



ВОДОРОДНИ
ПРЕВОЗНИ
СРЕДСТВА

0

120

600

НАЦИОНАЛНА РАМКА

2020

2025
прогнози

2030
прогнози

ВОДОРОДНИ
ЗАРЯДНИ
СТАНЦИИ

0

5

14

ПРОЕКТ ЗАКОН ЗА ЕЛЕКТРОМОБИЛНОСТТА

ВОДОРОДНИ
ПРЕВОЗНИ
СРЕДСТВА

0

1

120

600



ВОДОРОДНИ
ЗАРЯДНИ
СТАНЦИИ

0

5

14

1

Център по компетентност ХИТМОБИЛ

ВОДОРОДНИ
ПРЕВОЗНИ
СРЕДСТВА

0

120

13

600

НАЦИОНАЛНА РАМКА



Водородна долина

ВОДОРОДНИ
ЗАРЯДНИ
СТАНЦИИ

0

5

14

3

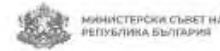
Европейски политики в България:

Национален план за възстановяване и
устойчивост

Национален план за
възстановяване и устойчивост



НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ



Национален план за
възстановяване и устойчивост

Актуализиране

НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ



Национален план за възстановяване и устойчивост

- Зелен преход (2.Б.1 Нисковъглеродна икономика)
53.66% от (3,7 млрд. €)
 - 20 реформи и инвестиции – 2 за водород
 - H2 Пътна карта (след плана) – 0 €
 - 40 MW зелен водород (35 m€ с 50% грант)
 - Водородната електромобилност не е включена

2020

2022



Европейски политики в България:

Водородна пътна карта





Национална водородна пътна карта

- От първоначалния вариант остана само анализът на състоянието в България
- **Документът ще търпи периодично актуализиране**
- В управленската структура има експертна група

**Спешна
актуализация**

март
2023

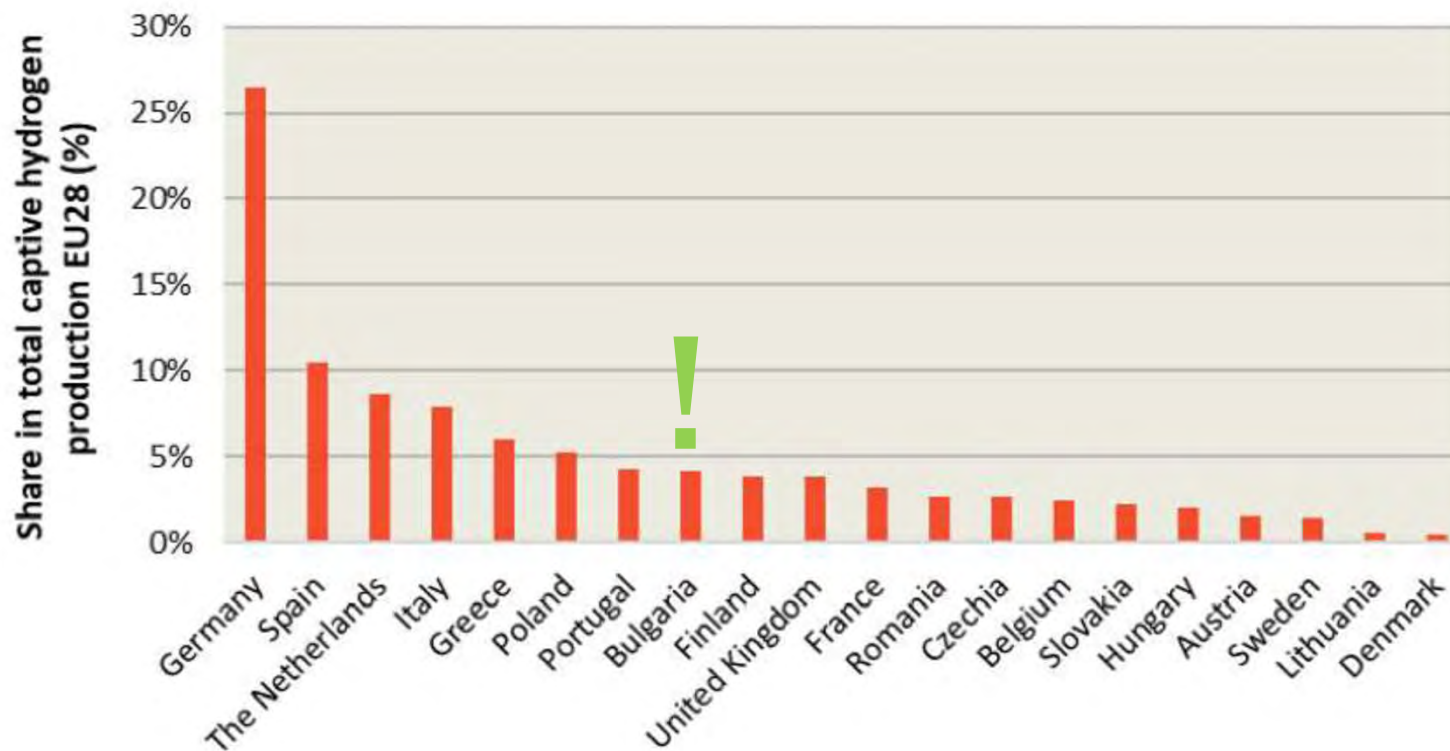


Какво има:



Анализ на нуждите от зелен водород

Получаване/потребление: получаване от природен газ (5% в ЕС)



Анализ на нуждите от зелен водород

- ИНДУСТРИЯ
 - Рафинерия (Лукойл) 80000 т/г = 720000 т/г CO₂ (40% от общия CO₂)
 - Амоняк (Димитровград) 55000 т/г H₂ = 503000 т/г CO₂
 - Стъкларска индустрия и други
 - Високотемпературни производства – 300000 т/г CH₄ = 65000 т/г H₂ = 605000 т/г CO₂
- ТРАНСПОРТ (Национална рамка за алтернативни горива) 10000 т/г
- ОБЩО ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЗЕЛЕН H₂ до 2033 – над 200000 т/г
 - БЕЗ ИЗНОС, който може да е 50%;
 - БЕЗ впръскване в газови турбини и газова мрежа

Какво няма :





Актуализирани прогнози за въвеждане на водородна електромобилност (махнати)

Финансова оценка на актуализираната програма

Сценарий 1	КАПЕКС (общо) к€	Сценарий 2	КАПЕКС (общо) к€
Двуколесни (50) Коли (120) Автобуси (480) Камиони/ванове (140) Влакове/ретрофит (2) Кораби/ретрофит (3) Общ брой 790 ВЗС (19)	470707	Двуколесни (80) Коли (260) Автобуси (520) Камиони/ванове (690) Влакове/ретрофит (5) Кораби/ретрофит (10) Общ брой 1575 ВЗС (40)	780 980
Производство на водород (4900т/г; 39 МВт)	45000	Производство на водород (12610 т/г; 89 МВт)	115 000
Общо:	515707		895 980



Прогнози за използване на зелен водород в българската икономика – по сектори (махнати)

Сценарий 1 (до 2033)

Сектори	2028 г.	2033 г.	Общо	Мощност на електролизаторите МВт	Капиталови разходи за електролизатори (мил. €)
	Количество водород в т/г	Количество водород в т/г	Количество водород в т/г		
Индустрия	4500	60000	64500	454	590
Транспорт	500	4400	4900	34	45
Енергетика	4000	9000	13000	91	119
Отопление	1000		1000	7	9
Износ	1000	40000	41000	288	375
Общо	51500	113400	124400	875	1 137



Прогнози за използване на зелен водород в българската икономика – по сектори (махнати)

Сценарий 2 (до 2033)

Сектори	2028 г.	2033 г.	Общо	Мощност на електролизаторите МВт (общо)	Капиталови разходи за електролизатори (мил. €)
	Количество водород в т/г	Количество водород в т/г	Количество водород в т/г		
Индустрия	60000	85000	145000	1 020	1325
Транспорт	2370	10240	12610	89	115
Енергетика	6000	21000	27000	190	247
Отопление	2000		2000	14	18
Износ	3000	80000	83000	584	759
Общо	73370	196240	269610	2400	2640



Потенциални финансови източници (махнати)

Финансови източници	Общо финансиране м € (2022-2030)	Дял за водорода %/ м €
Европейски фондове през България		
План за възстановяване	11800	600
Фонд Справедлив преход	485	97
Модернизационен Фонд	14000	300
Оперативни програми (6)	10661	1037
Общо:	36946	5,4% / 2034
Директно Европейски финансиране (по програми и др.): Interreg, Horizon Europe, CH JU, CEF, EIB		100
Национално финансиране		600
Частно финансиране		1500
Общо		4234



Първите водородни проекти в България

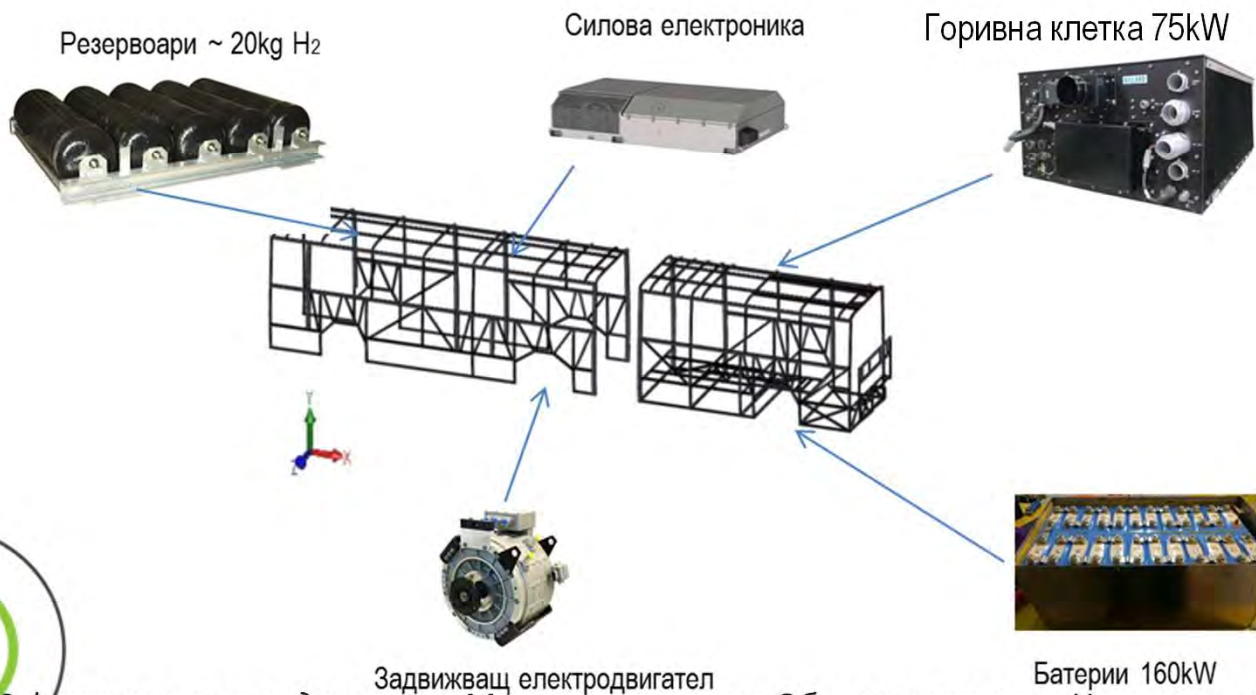




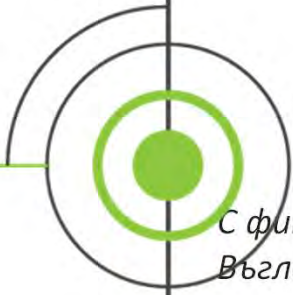
ПЪРВИЯТ БЪЛГАРСКИ ДЕМО ПРОЕКТ



Ретрофит на тролей с удължител на пробег 100 км с хибридна система „горивна клетка/батерия“



2019
2023



С финансовата подкрепа на Министерство на Образованието и Науката по проект Ниско Въглеродна Енергия за Транспорта и Бита – E+, РМС № 577 на Министерския съвет от 2018 г.



ПЪРВИЯТ БЪЛГАРСКИ ДЕМО ПРОЕКТ

Ретрофит на тролей с удължител на пробег 100 км с хибридна система „горивна клетка/батерия“

Горивна клетка 75kW

СЪЗДАВАНЕ НА УНИКАЛНА зЗА БЪЛГАРИЯ ЕКСПЕРТИЗА ВЪВ ВОДОРОДНИЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТ

2019
2023



С финансовата подкрепа на Министерство на Образованието и Науката по проект Ниско Въглеродна Енергия за Транспорта и Бита – E+, РМС № 577 на Министерския съвет от 2018 г.



PROJECT DEVELOPMENT ASSISTANCE FOR REGIONS

elementenergy

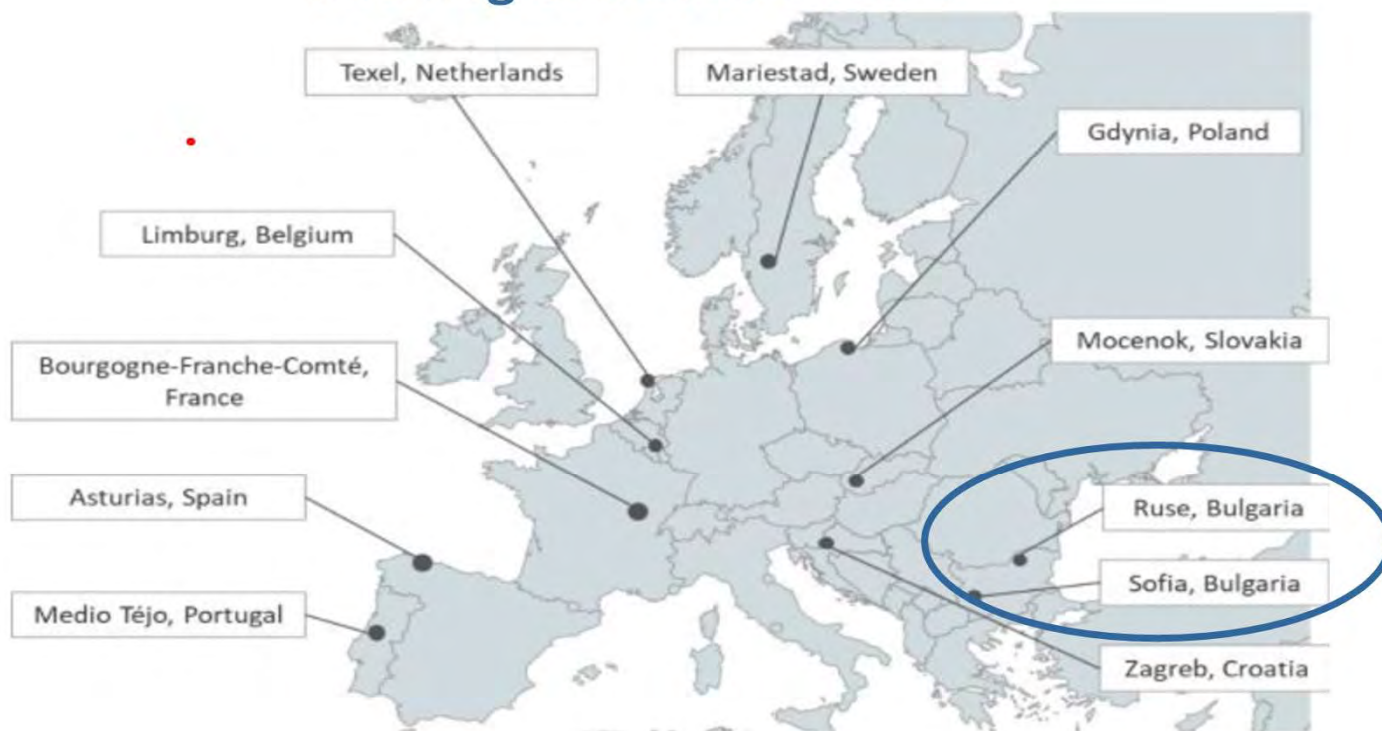
TREZORS

2020
2021



ПОДГОТВЕНИ ПРОЕКТИ: ОБЩИНИ РУСЕ И СОФИЯ

FCH JU2 initiative:
“Project Development Assistance for Cities and Regions 2020-2021”:





PROJECT DEVELOPMENT
ASSISTANCE FOR REGIONS

elementenergy

TREZORS

2020

2021



ПОДГОТВЕНИ ПРОЕКТИ: ОБЩИНИ РУСЕ И СОФИЯ

FCH JU2 initiative:
“Project Development Assistance for Cities
and Regions 2020-2021”:

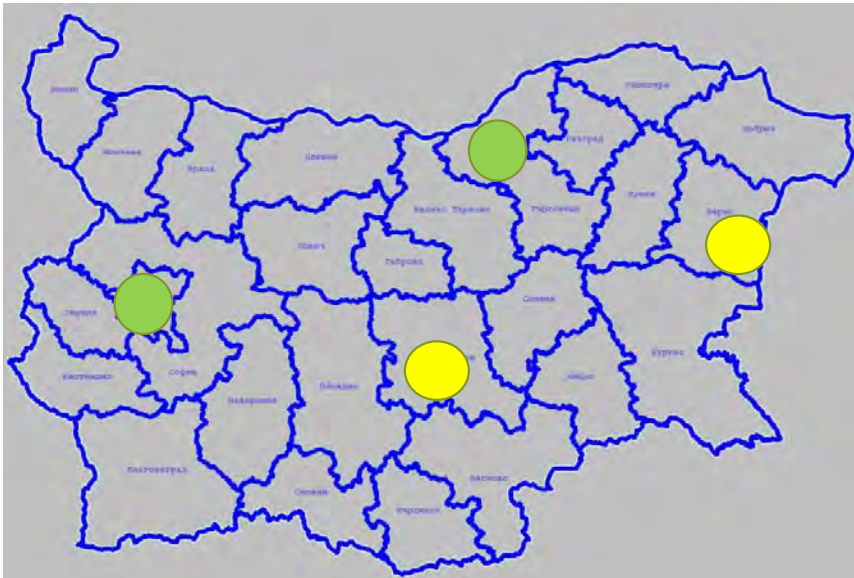
Водородна транспортна инфраструктура	София	Русе
Водородни автобуси	30	20
Ретрофит тролеи	30	
Ретрофит корб-тласкач		1
Зарядна станция с производство на водород	4 МВт	2,4 МВт
Цена	45 млн. евро	22 млн. евро

2021

АЛИАНС ЗА ЧИСТ ВОДОРОД («CLEAN HYDROGEN ALLIANCE»)

CHA Project pipeline

- Bulgarian Hydrogen for Buses (BGH2B) – подаден от БГН2А
- Инфраструктурата може да се реализира чрез CEF проект



Item/unit	Sofia	Burgas	Stara Zagora	Ruse	Total
Bus/No	65	20	20	35	140
Trolleybus/H2 range extender	40	8	8	8	68
Electrolyzer MW	6,3	2	2	3, 3	13,6
H2 t/y	747	224	224	368	1563

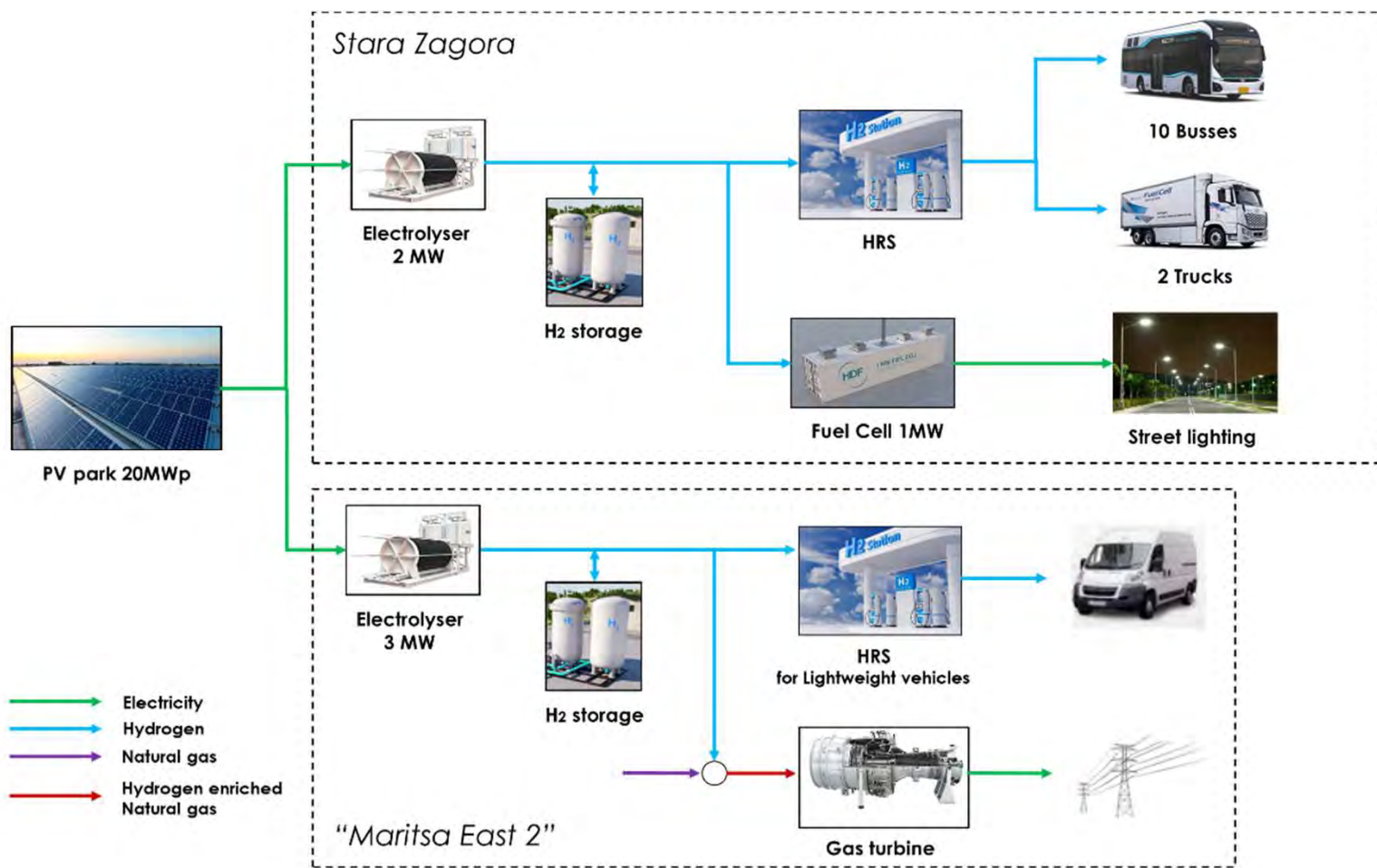
Различни
финансови
инструменти:

8 мил.€- СН ЈУ
8 мил.€ - ПВУ

17 партньора:
10 български фирми
(в т.ч. Марица 2)

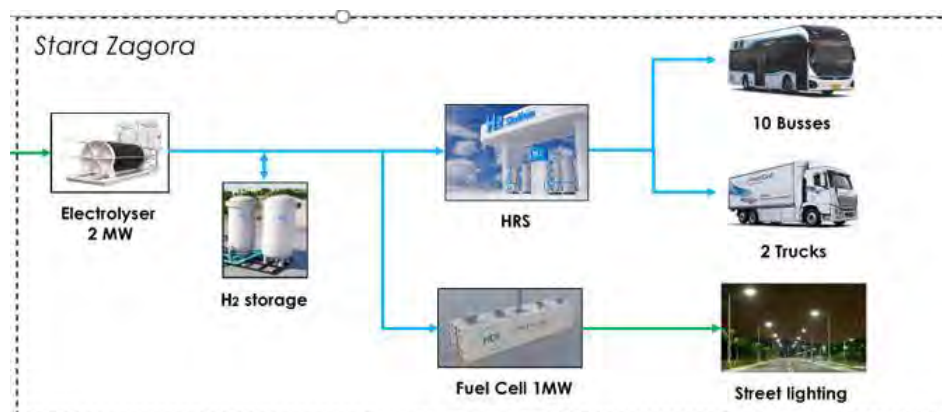
2024
2028

проектът ZAHYR – ВОДОРОДНА ДОЛИНА В СТАРА ЗАГОРА СН ЈУ – конкурс AWP 2022



Колко вода ще
изразходва
ZAHYR
в Стара Загора

проектът **ZAHYR** – ВОДОРОДНА ДОЛИНА В СТАРА ЗАГОРА СН ЈУ – конкурс АWP 2022



- 2 MW електролизьор
- 200 т/г = 600 кг/ден
- 10-12 л вода/кг водород (10 л) = 6 кубика/ден
- 4 членно семейство – 1 кубик/ден

2024
2028



Колко вода ще
изразходва
ZAHYR
в Стара Загора

проектът ZAHYR – ВОДОРОДНА ДОЛИНА В СТАРА ЗАГОРА СН ЈУ – конкурс AWP 2022



Водата за ZAHYR в Стара Загора =
Водата за 6 четиричленни семейства =
Един триетажен блок с по 2 апартамента на етаж

2024
2028



Водородни
коридори

проектът ZAHYR – ВОДОРОДНА ДОЛИНА В СТАРА ЗАГОРА СН JU – конкурс AWP 2022

- Реплициране и скалиране
 - В рамките на Старозагорския регион (ZAHYR)
 - Пет нови водородни долини
 - Бизнес модели и техно-икономически анализи
 - Hydrogen Valley development Group: Бургас, Русе, Н Асоциации Хърватско, Румъния, ARCHES (САЩ, СА)
- Образование, квалификация, преквалификация



2024

2028



Теснолoneйката Септември - Добринище с водороден локомотив

Водороден влак с
нулеви емисии с
експертизата и
обществената
инициатива на
ZAHYR



Благой Бурдин
b.burdin@iees.bas.bg



Тодор Маджаров
todor.madzharov@iees.bas.bg

Вярвам, че един ден ВОДАТА ще бъде използвана като гориво, че ВОДОРОДЪТ и КИСЛОРОДЪТ, които я съставят, използвани заедно или поотделно, ще предоставят неизчерпаем източник на топлина и светлина с интензивност, на която въглищата изобщо не са способни.....

ВОДАТА ЩЕ БЪДЕ ГОРИВОТО НА БЪДЕЩЕТО

Жул Верн
„Тайственият Остров
1874г.

БЛАГОДАРЯ ЗА ИНТЕРЕСА И ВНИМАНИЕТО