

D 4.4

Насоки и добри практики за екипите за първа реакция



The project is supported by the Clean Hydrogen Partnership and its members.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Clean Hydrogen Partnership. Neither the European Union nor the Clean Hydrogen Partnership can be held responsible for them.

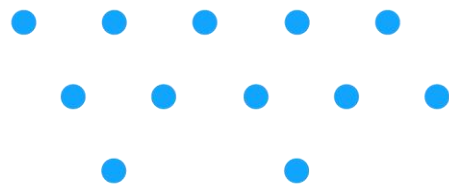


 www.hypop-project.eu

 info@hypop-project.eu

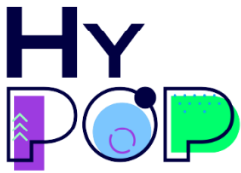
#HYPOPPROJECT





D 4.4	Насоки и добри практики за екипите за първа реакция
ВИД НА ДОКУМЕНТА	Доклад
МЕСЕЦ И ДАТА НА ДОКУМЕНТА	Месец 28, 30/09/2025
РАБОТЕН ПАКЕТ	WP 4
ЛИДЪР	ENVI
НИВО НА РАЗПРОСТРАНЕНИЕ	Публично
АВТОРИ	Матия Милиета
ПРОГРАМА	HORIZON EUROPE
ДОГОВОР ЗА БЕЗВЪЗМЕЗДНА ФИНАНСОВА ПОМОЩ	101111933
НАЧАЛО	Юни.2023
ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТ	28 Месеца





Съставители

ИМЕ	ОРГАНИЗАЦИЯ
Матия Милиета	ENVI

Рецензии от колеги

ИМЕ	ОРГАНИЗАЦИЯ
Илария Скиави	ENVI
Мария Панадеро	CNH2

История на преработките

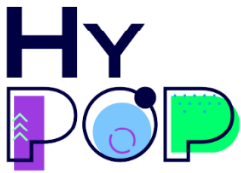
ВЕРСИЯ	ОРГАНИЗАЦИЯ	РЕЦЕНЗЕНТ	МОДИФИКАЦИИ
1	ENVI	Илария Скиави	Първа версия за преглед от консорциума
2	ENVI	Матия Милиета	Втора версия след коментари от CNH2

Информацията и възгледите, изложени в този доклад, са на автора(ите) и не отразяват непременно официалното становище на Европейския съюз, нито на институциите и органите на Европейския съюз, нито на каквото и да е лице, действащо от тяхно име.



Съдържание

1	За проекта HYPOP	10
2	HYPOP Документи с насоки	10
3	Как се използват насоките за безопасност на HYPOP	11
4	Основни принципи на безопасността на водорода и водородните технологии	13
4.1	Безопасност на водорода: свойства и сравнение с конвенционалните горива	15
4.1.1	Предимства по отношение на безопасността.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.1.2	Недостатъци по отношение на безопасността	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.2	Безопасност при инсталация: основни принципи на анализ на риска и потенциално експлозивни среди – АТЕХ	21
4.3	Взаимодействие с планирането: избор и характеризиране на мястото	23
4.4	Подходи за безопасност при водородни проекти: мерки за превенция и смекчаване	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.4.1	Производство на възобновяем водород чрез електролиза за промишлени приложения	25
4.4.2	Съхранение на компресиран водород за промишления и мобилния сектор	31
4.4.3	Водородни зарядни станции (ВЗС).....	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.4.4	Горивни клетки за енергийния и жилищния сектор.....	37
5	Методологии за оценка на риска	Errore. Il segnalibro non è definito.
6	препоръки и действия на HYPOP за ускоряване на процедурите по одобрение и безопасност.....	43
7	Методология.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
8	Закljučения	Errore. Il segnalibro non è definito.
9	Приложение А.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
i.	ЕС насоки.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
ii.	Доказателства за нормативни уредби за безопасност на H2 проекти в ЕС	62
iii.	Основни препратки към нормативни актове, кодекси и стандарти (RCS).....	70
iv.	HYPOP технически семинар	72
	Технически семинар: Испания.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
	Технически семинар: Италия.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
	Технически семинар: Белгия.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
	Технически семинар: България.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
	Технически семинар: Полша.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
v.	Технически анализ на изискванията за безопасност и бариери: допълнение от HYPOP D2.1	76



ХЪРВАТИЯ	Errore. Il segnalibro non è definito.
КИПЪР	Errore. Il segnalibro non è definito.
РЕПУБЛИКА ЧЕХИЯ	Errore. Il segnalibro non è definito.
ЛИТВА	Errore. Il segnalibro non è definito.
МАЛТА	Errore. Il segnalibro non è definito.
СЛОВАКИЯ	Errore. Il segnalibro non è definito.

Списък на таблиците

Таблица 1 Ръководство за съдържанието на Наоките за безопасност на HYPOP	11
Таблица 2 Основни свойства на водорода (допълнителен образователен материал).....	15
Таблица 3 Типични форми на водорода, работни условия и приложения	16
Таблица 4 Полезни параметри за безопасно разработване и управление на проекти (допълнителен образователен материал)	16
Таблица 5 Горими диапазони на горивата vs H ₂	20
Таблица 6 Неуспехи, рискове и мерки за превенция/смекчаване при електролизна клетка.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 7 Рискове, свързани с VoP компонентите при производството на водород, които засягат безопасността и приложимите мерки за превенция и смекчаване	28
Таблица 8 Рискове и мерки за превенция/смекчаване при съхранение на компресиран водород за индустрията и транспорта	32
Таблица 9 Потенциални повреди, методи за откриване и мерки за безопасност за компонентите на водородна зарядна станция (ВЗС).....	34
Таблица 10 Видове горивни клетки и приложения (допълнителен образователен материал)	38
Таблица 11 Рискове и мерки за превенция/смекчаване за горивни клетки, използвани в енергийни и жилищни решения	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 12 КАКВО, ЗАЦО и КОГА анализът на риска е важен за H ₂ проектите .	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 13 Качествени и количествени анализи на риска, идентифицирани въз основа на добрите практики на HYPOP	42
Таблица 14 Практически действия/препоръки на HYPOP и очаквани ползи	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 15 Силни и слаби страни на предписателните и базираните на резултат подходи.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 16 Ползи от ранното представяне на проекта пред публичните органи	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 17 Дейности, проведени в WP2 и 4 за събирането на информация за подходите за безопасност за H ₂ проекти	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 18 Сътрудници на HYPOP: ЕС проекти, публични власти и частни организации	Errore. Il segnalibro non è definito.
Таблица 19 Параметри за безопасност и разрешителни, използвани за извършване на анализ на силните и слабите страни	56



Таблица 20 ЕС насоки за безопасност, идентифицирани в HYPOP. Errore. Il segnalibro non è definito.	
Таблица 21 Съществуващи ЕС регулации за безопасност за H ₂ проекти	62
Таблица 22 Основни препратки към нормативни актове, кодекси и стандарти Errore. Il segnalibro non è definito.	
Таблица 23 Ограничени количества опасни вещества съгласно Регламента за предотвратяване на големи аварии, включващи опасни вещества. Errore. Il segnalibro non è definito.	
Таблица 24 Безопасни разстояния от стандарт NFPA-2/2020 (от Хърватия)	77
Таблица 25 Безопани разстояния, изисквани в Република Чехия. Errore. Il segnalibro non è definito.	

Списък на фигури

Фигура 1 HYPOP насоки за безопасност	45
Фигура 2 Географски обхват на изследването по теми, свързани с безопасността, разрешителните и сертификацията	56
Фигура 3 Карта на силните и слабите аспекти според параметрите за безопасност (вляво) и параметрите за разрешителните (вдясно) от WP2	Errore. Il segnalibro non è definito.

Съкратени имена на партньори

ENVI	Parco Scientifico Tecnologico Per L'ambiente Environment Park Torino Spa
IMI	Institute For Methods Innovation
IME	Fundacion IMDEA Energia
APRE	Agenzia per la Promozione della Ricerca Europea
CNH2	Centro Nacional Del Hidrogeno
RIGP	Regionalna Izba Gospodarcza Pomorza
CLUSTER TWEED	Cluster Tweed
BH2C	Balkanski Vodoroden Klaster

Съкращения

ATEX	<i>Atmosphères Explosibles</i> – Директиви на ЕС за оборудването и работните места в потенциално експлозивни атмосфери
BoP	Спомагателно оборудване на инсталацията
EES	Системи за аварийно изключване
HAZID	Идентификация на опасностите



HAZOP

IEC

ISO

LEL

LOI

LPG

PPE

PSV

WFMPТ

Проучване на опасностите и експлоатационната пригодност

Международна електротехническа комисия

Международна организация по стандартизация

Долна граница на взривяемост

Индекс на ограничение на кислорода

Състен нефтен газ

Лична защитна екипировка

Превключвател за безопасност под налягане

Влажен флуоресцентен магнитен дефектоскопски контрол



Резюме на ръководството

HYPOP бе създаден с проста, но амбициозна цел: да помогне на гражданите, публичните власти, производителите и ранните потребители да се доверят на водородните технологии, особено в нововъзникващи сектори като мобилността и битовото приложение, където преходът е по-сложен. По-конкретно, акцентът е върху безопасността, разрешителните и сертификацията на водородната технология, с цел да се разбере дали е възможен единен подход в цяла Европа. Въпреки това, вслушването в заинтересованите страни и анализът на примери в различни държави разкриват нееднородна картина по отношение на разрешенията за безопасност: правилата се тълкуват различно в различните региони; съществуват различни нива на техническа компетентност относно свойствата на H_2 и се наблюдават колебания между предписателни регулации и базирани на риска „производителни“ подходи. Това се отразява в дълги и непредвидими процеси на разрешаване, несъгласувани безопасни граници (понякога прекомерни, понякога може би недостатъчни), по-високи косвени разходи и, не рядко, обществено недоверие.

Ръководството за безопасност на HYPOP подкрепя общ подход и се основава на два стълба: **технически действия и пренос на знания за повишаване на обществената осведоменост.**

От техническа гледна точка, документът предоставя базова терминология и концепции за подход към безопасността на водорода и свързаните с него технологии, започвайки от общи принципи (основни свойства на газа, оценка на риска, избор на обект) до специфични точки на внимание за отделните водородни технологии. Понеже **запалимостта и експлозивността** на водорода представляват основна опасност, изрично се позоваваме на **рамката АТЕХ** (оборудване/операции в потенциално взривни атмосфери) и обобщаваме **най-често използваните методи за анализ на риска**, идентифицирани по време на взаимодействието с заинтересованите страни на HYPOP (от качествени HazID/HAZOP до количествени инструменти). Изграждайки върху тези основни блокове, очертаваме **основните рискове, превантивните и смекчаващите мерки** и—където е приложимо—**практическите ползи** за заинтересованите страни, които възникват.

Вторият стълб се отнася до **социалното измерение и приемането на технологията**, като предлага препоръки и практически действия за справяне с: (i) регулаторни пропуски или различни тълкувания (включително между региони/местни офиси); (ii) ограничен практически опит на органите с техническите стандарти, методите за оценка на риска и спецификите на водорода; (iii) защитно разчитане на правила, създадени за други горива (природен газ/СНГ) и частично прилагане на други правила, които не отговарят на водородните проекти; (iv) итеративни, бавни процедури поради ad hoc искания за данни; и (vi) обществено недоверие.

Тези препоръки са обединени в предложение за **стандартен, стъпка по стъпка път за безопасност**—от ранно включване на властите до пропорционална оценка на риска, АТЕХ зонироване, избор на бариери и планиране на аварийни ситуации—създаден да **ускори одобрението**, като същевременно гарантира **документиран и солиден случай за безопасност** на водородните проекти.





1 За проекта H2POP

H2POP – Hydrogen Public Opinion and Acceptance (Обществено мнение и приемане на водорода) е проект, финансиран от Партньорството за чист водород по програма „Хоризонт Европа“ на ЕС (GA №101111933). Общата му цел е да повиши обществената осведоменост и доверие към водородните технологии и техните системни ползи, със специален фокус върху мобилността и битовите приложения.

Резултатите, представени в този документ, се отнасят до един от основните предвидени резултати на проекта H2POP: изготвянето на насоки и добри практики, които ще подпомогнат по-ефективното определяне на начина, по който гражданите, потребителите/крайните ползватели и заинтересованите страни могат да бъдат включени в прилагането на водородните технологии.

Документът е създаден чрез анализ на текущите практики и взаимодействие с множество заинтересовани страни. Целевите групи на дейностите по включване бяха производителите на технологии, ранните потребители на такива технологии и публичните власти (например екипи за първа помощ, общини и др.), ангажирани с процедурите по безопасност, разрешителни и сертификация в различните държави от ЕС.

2 H2POP документ с насоки

Този документ е част от набор насоки, като всяка се фокусира върху една от следните теми:

- Безопасност (този документ),
- Разрешителни (D4.3) и
- Сертификация (D4.5).

Безопасността е един от стълбовете на рамката за разрешителни, разгледана в D4.3, но изисква специфичен фокус, тъй като обхваща както социални, така и технически въпроси. Процедурите за безопасност често се позовават на аспекти на сертификацията и/или стандарти, които са обхванати в D4.5. Поради тези съществуващи връзки, където е възможно, са внедрени препратки между трите насоки, за да се улесни използването им.

3 Как се използват насоките за безопасност на HYPOP

Потребителите на тези насоки трябва да се обърнат към таблицата по-долу за описание на съдържанието на този документ. Препоръчително е раздели 3 и 4 да бъдат прочетени изцяло поне веднъж, след което е възможно да се позовават само на конкретните приложения от интерес, описани в раздел 3.3. Раздел 5 предоставя общ подход, който може да подпомогне взаимодействието между различните заинтересовани страни.

Таблица 1. Ръководство за съдържанието на насоките за безопасност на HYPOP

Раздел	Съдържание
4 - Базови принципи за безопасността на водорода и водородните технологии	Документът описва характеристиките на водорода като вещество, като подчертава тяхното влияние върху безопасността. Познаването на тези свойства е от съществено значение за разбирането на основните превантивни и смекчаващи мерки. Описва какво трябва да вземе предвид заинтересованата страна при оценката на проект, включващ отделни водородни технологии (комбинацията от множество водородни технологии обикновено попада в индустриални приложения, мобилност и др., описани в Подраздел 4.3). Освен това се прави препратка към оценката на риска и се обръща специално внимание на директивата АТЕХ, която трябва да се взема предвид за всички технологии, използвани в среди, където се използва водород, тъй като тя се отнася до запалимостта и следователно до експлозивни явления, които могат да застрашат хора, присъстващи в индустриален обект с производство и/или съхранение на водород, в зареждаща станция, независимо дали е фиксирана или мобилна, както и в битови приложения.
<i>Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.</i> - Безопасен подход при водородни проекти: превантивни и смекчаващи мерки	Този подраздел обединява цялата информация за безопасността, започвайки с основните свойства на водорода, експлоатацията и безопасността на отделните технологии, АТЕХ анализите и методите за оценка на риска. Това знание се обединява, когато множество водородни технологии трябва да бъдат насочени към конкретен приложен контекст. Главите на този подраздел предоставят общ подход към безопасността за различни контексти, като производство на водород чрез електролиза за индустриални и други приложения, за фиксирани и мобилни зареждащи станции, както и за системи с горивни клетки, инсталирани в битови условия.
<i>Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.</i> - Методология за оценка на риска	Тази глава описва какво представляват анализите на риска, защо се използват и кога. След това предоставя обща информация за методологичните подходи, които винаги трябва да съпътстват един водороден проект, независимо от неговото приложение.

Раздел	Съдържание
<p>6 – Предложения и действия на Препоръки и действия на НУРОР за ускоряване на процедурите за приемане и безопасност</p>	<p>Той класифицира основните критични точки, практически действия и препоръки, както и ползите от тяхното адресиране. НУРОР предлага стандартна процедура („Насоки за безопасност на НУРОР“), създадена да улесни взаимодействието между публичните власти и проектантите. Така проектантите ще могат да представят водородни проекти, следвайки философия за безопасност, която е споделена, разбираема и приета от публичните власти (например екипи за първа помощ и др.) и гражданите за възможно най-кратко време..</p>
<p><i>Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.</i> – <i>Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.</i></p>	<p>Той описва методологическия подход, следван за събиране на данните, необходими за изготвянето на насоките. След това предоставя обзор на заинтересованите страни, които са допринесли, вида на проведените изследователски дейности и графично резюме на резултатите, получени от техническото изследване на изискванията за безопасност и идентифицираните бариери, описани в D2.1.</p>
<p><i>Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.</i> – Заключения</p>	<p>Той предоставя обобщение на изследванията на НУРОР, проведени за разработване на Насоките за безопасност.</p>



4 Основни принципи за безопасността на водорода и водородните технологии

Безопасността е нематериална концепция, податлива на тълкуване и следователно представлява ограничения както за научното разбиране, така и за практическото прилагане. В инженерството на безопасността се предлагат различни дефиниции на безопасността. По-долу са някои често цитирани дефиниции:

- “Свобода от неприемлив риск за външната среда от разглежданите функционални и физически единици” – от Онлайн електротехнически речник¹;
- “Свобода от риск, който не е поносим” – от ISO/IEC Guide 51:2014, където рискът е дефиниран като „комбинация от вероятността за възникване на вреда и сериозността на тази вреда“;
- “Свобода от неприемлив риск” – от ISO 11014:2009².

Безопасността на всяка инсталация е тясно свързана с понятието риск, който, както бе дефинирано по-горе, възниква от комбинацията на:

- **Вероятността** за настъпване на опасно събитие (случайно възникване) и
- **Сериозността** на неговите последици (колко тежки могат да бъдат потенциалните щети).

Тази вероятност не е само теоретична – тя също така отчита:

- Колко често се излага човек на опасната ситуация,
- Дали вредното събитие действително настъпва и
- Дали е възможно да се избегне или ограничи щетата (например чрез алармени системи, безопасни разстояния или обучение на персонала).

Използването на водород носи определени рискове, свързани с характеристиките на самото вещество, както е описано по-долу. Въпреки това, при правилни протоколи за безопасност и мерки за смекчаване на риска, **водородът и технологиите на неговата основа не са по-опасни от конвенционалните горива или други устойчиви решения като алтернатива на изкопаемите горива**. Освен това тези рискове не зависят от конкретна държава. С други думи, **безопасността при работа с водород може и трябва да се гарантира по еднакъв начин във всички държави от ЕС**. Това дава възможност за прилагане на репликируеми решения през границите, водещи до опростен бюрократичен процес и намаляване на разходите за проекти.

Следващите подраздели имат за цел да предоставят базови основи за разбирането на това как да се работи общо с водорода и с конкретни водородни технологии.

¹ <https://www.electropedia.org/>

² <https://www.iso.org/standard/44690.html>



4.1 Безопасност на водорода: свойства и сравнение с конвенционалните горива

Водородът е най-лекият и най-малкият химически елемент и е газ при атмосферни условия (стандартни условия на температура и налягане, 25 °C и 1 atm). Водородът е безцветен, без мирис, безвкусен, нетоксичен и не е отровен. Той също така не е корозивен, но може да прави крехки някои метали. Типичните физикохимични свойства на водорода са представени в следната таблица.

Таблица 2. Основни свойства на водорода (допълнителен образователен материал³)

Свойство	Стойност	Мерна единица (SI)
Температура на samozапалване	500	°C
Температура на кипене (1 atm)	-252.9	°C
Плътност (NTP)	0.08375	kg m ⁻³
Коефициент на дифузия във въздуха (NTP)	0.610	cm ² s ⁻¹
Енталпия (NTP)	3858.1	kJ kg ⁻¹
Ентропия (NTP)	53.14	J g ⁻¹ K ⁻¹
Температура на пламъка във въздуха	2045	°C
Запалителен диапазон във въздуха	4.0 – 75.0	vol %
Енергия на запалване във въздуха	2 × 10 ⁻⁵	J
Вътрешна енергия (NTP)	2648.3	kJ kg ⁻¹
Молекулна маса	2.02	g mol ⁻¹
Относителна плътност (въздух = 1) (NTP)	0.0696	–
Специфичен обем (NTP)	11.94	m ³ kg ⁻¹
Специфична топлина, C _p (NTP)	14.29	J g ⁻¹ K ⁻¹
Специфична топлина, C _v (NTP)	10.16	J g ⁻¹ K ⁻¹
Топлопроводимост (NTP)	0.1825	W m ⁻¹ K ⁻¹
Вискозитет (NTP)	8.813 × 10 ⁻⁵	g cm ⁻¹ s ⁻¹

*NTP = 1 atm, 20 °C (Нормални условия на температура и налягане).

³ <https://www.h2euro.org/hyfacts/2014/06/26/training-material/>

Водородът може да съществува и в течна форма, когато са изпълнени специфични условия на температура и налягане (точката на кипене е при $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1 atm). Терминът криогенен водород често се използва по-общо за обозначаване на водород при изключително ниски температури (т.е. течният водород е криогенна форма).

В зависимост от конкретното приложение, водородът се произвежда и използва при различни условия и в различни физични форми.

Таблица 3. Типични форми на водорода, работни условия и приложение

Състояние	Температурен диапазон	Диапазон на налягане	Приложения
Газообразно (компресирано)	Околна среда (20-25 $^{\circ}\text{C}$)	До 700 бара	Горивни клетки за превозни средства; употреби в промишлеността
Течно (криогенно)	Под $-252.87\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 atm	Космическо задвижване; съхранение с висока плътност
Крио-компресирано	-240 до $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$	200 – 350 бара	Транспорт и доставка

Таблицата по-долу включва допълнителни свойства, полезни за безопасното развитие и управление на проекти, включително, например, АТЕХ зонироване на инсталационните обекти, безопасни разстояния, газови и течове детектори и защитни системи.

Таблица 4. Полезни параметри за безопасно разработване и управление на проекти (допълнителен образователен материал⁴)

Параметри	Дефлаграция	Детонация	Единица
Долна граница на запалимост	4.1	18.3	об %
	3.6	16.1	g m^{-3} въздух
Горна граница на запалимост	74.0	59.0	об %
	67	51.8	g m^{-3} въздух
Стехиометрична детонационна стойност във въздух	—	29.53	об %

⁴ <https://hyresponder.eu/e-platform/training-materials/educational-training/lecture-2-properties-of-hydrogen-relevant-to-safety/>



Параметри	Дефлаграция	Детонация	Единица
Температура на самозапалване	574	574	°C
Минимална енергия за запалване	0.02	$\geq 10^7$	mJ
Максимална енергия за запалване	2318	2318	K
Енергия за експлозия	—	2.02	kg TNT m ⁻³ (газ в NTP)
Скорост на горене във въздух (зависим от концентрацията)	102 - 325	—	cm s ⁻¹
Скорост на детонация във въздух	—	1.48 - 2.15	km s ⁻¹

Основните свойства на водорода, които влияят върху безопасността, включват:

- Относителна плътност на парите
- Емисивност и температура на пламъка
- Диапазон на запалимост
- Дифузионност
- Точка на кипене

H₂ свойства ще бъдат класифицирани по-долу въз основа на тяхното въздействие върху безопасността:

- Ако присъщо свойство на водорода осигурява по-голяма безопасност за околната среда и хората, ние го наричаме **предимство по отношение на безопасността**.
- Ако присъщо свойство на водорода изисква **мерки за смекчаване**, за да се постигне същото ниво на безопасност като традиционните горива, ние го наричаме **недостатък или недостатък по отношение на безопасността**.

4.1.1 Предимства по отношение на безопасността:

Относителна плътност на парите

Тя се отнася до това колко тежък е даден газ или пара в сравнение с въздуха.



- Ако стойността е **по-голяма от 1**, газът е **по-тежък от въздуха** → той има тенденция да се натрупва в ниски места (като мазета или траншеи).
- Ако стойността е **по-малка от 1**, газът е **по-лек от въздуха** → той има тенденция да се издига и разпръсква нагоре.
- Ако стойността е **равна на 1**, той се държи като въздух и има тенденция да се разпространява без предпочитана посока.

ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪРХУ БЕЗОПАСНОСТТА:

В контекста на безопасността на горивата, разбирането на относителната плътност на парата е от съществено значение за:

- Проектирането на подходящи вентилационни системи;
- Оценката на риска от натрупване в затворени пространства;
- Определянето на разположението на детекторите за газови изтичания (например, високо за леки газове като H_2 , ниско за по-тежки газове като пропан).

Водородът е молекула, която е значително по-лека от въздуха и другите конвенционални горива. По-конкретно, водородът е:

- **14 пъти по-лек от въздуха,**
- **6 пъти по-лек от природния газ и**
- **57 пъти по-лек от бензиновата пара.**⁵

При открити приложения (като водородни превозни средства и зареждащи станции) водородът има тенденция бързо да се разпръсква нагоре, намалявайки вероятността от контакт или взаимодействие с искра. В затворени пространства водородът се натрупва непосредствено под тавана. За сравнение, при изтичания на изкопаеми горива, които обикновено са по-тежки, те имат тенденция да се натрупват и образуват широки запалими облаци, което увеличава риска от пожар или експлозия.

Емисивност и температура на пламъка

Излъчваната от водородните пламъци радиационна топлина е ниска в сравнение с другите конвенционални изкопаеми горива. **По-ниската топлинна натовареност намалява вероятността от домино ефекти при пожари или структурни повреди на други компоненти, присъстващи на мястото.**

Въпреки това, ниската емисивност прави пламъците почти невидими с просто око и това, заедно с факта, че температурата на пламъка може да достигне $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$, представлява риск. Независимо от това, в настоящите съоръжения за производство, съхранение и използване на водород е малко вероятно да настъпи излагане без активиране на аварийните устройства. Нормалните мерки за смекчаване включват прилагане на минимални безопасни разстояния.

⁵ <https://h2tools.org/bestpractices/gaseous-gh2-and-liquid-h2-fueling-stations/hydrogen-compared-to-other-fuels>



4.1.2 Недостатъци по отношение на безопасност

Запалим диапазон и минимална енергия за запалване

Водородът притежава особеност, която го прави заслужаващ внимание от обществените органи, отговорни за безопасността и здравето на гражданите, както и от разработчиците на проекти, отговорни за експлоатацията на съседни или пряко свързани икономически дейности: неговата запалимост.

Важно е да се вземе предвид и лимитираният кислороден индекс (LOI) – минималната концентрация на кислород, която поддържа разпространението на пламъка в смес от гориво, въздух и азот. Никаква смес от водород, въздух и азот при нормални условия на температура и налягане (NTP) няма да поддържа разпространение на пламъка, ако сместа съдържа по-малко от 5% кислород по обем: $LOI_{H_2} = 5$.

Запалим диапазон се отнася до интервала на концентрациите на газа между **долния предел на запалимост (LFL)** и **горния предел на запалимост (UFL)**:

- **LFL (Lower Flammability Limit)** – минималната концентрация на горимо вещество в газов оксидант (обикновено въздух), при която е възможно разпространение на пламъка.
- **UFL (Upper Flammability Limit)** – максималната концентрация, при която все още може да настъпи горене.

Водородът (както и всеки друг газ) може да се запали, когато неговата концентрация във въздуха е **между LFL и UFL** и има **наличен източник на възпламеняване**.

ЗНАЧЕНИЕ ЗА БЕЗОПАСНОСТТА:

В контекста на безопасността при горивата е важно да се наблюдават различните източници на възпламеняване, които могат да причинят пламъци на водород:

- Електрически източници: мотори, ключове, релета или мобилни телефони
- Статично електричество
- Електрически заряд от работа на оборудване: от лошо заземени или неизолирани тръбопроводи
- Механични източници и удари: искри от удари
- Фрикционни явления: триене на повърхности
- Топлинни източници: горещи повърхности и др.
- Други източници на открит пламък: открити пламъци и искри от заваряване, горене или шлайфане
- Горещи повърхности (например изпускателен колектор)
- Изпускане от превозни средства
- Химически източници

Дадени такива източници на възпламеняване, едно свойство на водорода, свързано със запалимостта, е Минималната Енергия за Възпламеняване (MIE). Тя се определя като минималната електрическа енергия, необходима за възпламеняване на смес от



запалими вещества и може да варира според температурата и налягането: MIE=0,017 mJ. Това е по-малко от една десета от тази на други обичайни горива като метан, LPG или бензин.

Когато концентрацията на водород във въздуха достигне 4% до 75% (експлозивните граници), той може да дефлагрира при открит пламък, статично електричество или висока температура (≥ 500 °C). Този диапазон на запалимост е много по-широк от този на други конвенционални горива (например, бензин има диапазон на запалимост 1–7,6%, диапазонът на пропан е 2,2–9,6%, а на метан 5,3–15%).

Table 1 Flammability ranges of fuels vs H₂⁶

Гориво	Точка на възпламеняване (°C)	Възпламеним диапазон във въздух (об %)
Водород	-231	4 – 75
Метан	-188	5.3 – 15
Пропан	-104	2.2 – 9.6
Бензин	-45	1 – 7.6
Мртанол	11	6 – 36.5
Етанол (70 %)	17	3.3 – 19
Керосин	36	0.7 – 5
Самолетно гориво	60	0.7 – 5
Дизел	62	0.6 – 5.5
Биодизел	130	0.6 – 6

Температура на запалване: Най-ниската температура, при която горивото отделя достатъчно пари на повърхността си, за да образува запалима смес с въздуха (в този случай все още е необходим източник на запалване).

Дифузия

Тя количествено определя скоростта, с която молекулите на газа се движат от област с висока концентрация към област с ниска концентрация, следвайки концентрационен градиент. Въпреки че това свойство е свързано с ниската относителна плътност на водородната пара – което съкращава продължителността, през която експлозивната атмосфера може да съществува – то не може да се счита за общо предимство за безопасността.

⁶ <https://hyresponder.eu/e-platform/training-materials/educational-training/lecture-2-properties-of-hydrogen-relevant-to-safety/>



ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ БЕЗОПАСНОСТТА:

В контекста на безопасността на горивата, водородът може да прониква в много материали, което увеличава вероятността за образуване на експлозивни смеси дори в много ограничени пространства. По същия начин, след като такава смес се запали, фронтът на пламъка се разпространява много по-бързо именно поради високата дифузивност на водорода.

Точка на кипене

Точката на кипене е фундаментално свойство, което директно влияе върху безопасността и потенциалните здравословни рискове при пряк контакт с течен водород или водородни пари. **Нормалната точка на кипене (NBP)** на водорода е приблизително 20,3 К (-252,9 °С).

ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪРХУ БЕЗОПАСНОСТТА:

Негативните ефекти, произтичащи от бързите промени от течен водород към други форми на водорода, като газ, могат да бъдат:

- **Директен контакт с кожата** с течен водород може да причини **криогенни изгаряния**. По същия начин, **вдишването на водородни пари** може да доведе до **респираторни проблеми като задушаване**, поради изместване на кислорода в ограничени или слабо вентилирани пространства.
- Значителни разширения на водорода, водещи до рязко увеличение на налягането и възможно **хоризонтално разпространение** на изпуснатия водород.

Мярка за смекчаване: Правилната вентилация, системите за мониторинг на кислорода и топлинната изолация са основни мерки за смекчаване, за да се осигури безопасно боравене с течен/криогенен водород. Освен това, използвайте специални криогенни съдове, като двуслойни и вакуумно изолирани резервоари, и избирайте материали, способни да издържат на екстремни термични натоварвания, без да стават чупливи.

4.2 Безопасност при инсталация: основни принципи на анализ на риска и потенциално експлозивни среди – АТЕХ

За всяка инсталация, оценката на безопасността на проекта трябва да включва информация за проведените анализи на риска за:

- правилната работа на самите (водородни) технологии;
- потенциални повреди и каскадни ефекти върху друго оборудване;
- оборудване, разположено в зоната на инсталацията;
- процеси на стареене, които биха могли да компрометират правилното функциониране на оборудването;



- човешки грешки поради неправилна употреба и поддръжка на различните системи..

Важно е да се извършват Качествени Оценки на Риска (QRA) за случаи, които попадат под приложимите национални/местни разпоредби, както и целеви QRA за по-сложни ситуации по отношение на използваната технология, характеристиките на обекта или аспекти, които не са покрити от съществуващите правила за безопасност (ако има такива). За повече информация относно общите методологии за оценка на риска, идентифицирани в проекта HYPOR, вижте Раздел 5.

Анализът на риска трябва да бъде интегриран с класификацията на АТЕХ зоните, което включва:

- картографиране на Зони 1 / 2 около вероятни / случайни точки на освобождаване;
- определяне на ефективния обем въз основа на параметрите на вентилация;
- отделяне на оборудване, което не е Ex;
- оптимизиране на разположението, за да се минимизира припокриването между опасните зони и пътищата за евакуация.

Директива 2014/34/ЕС (АТЕХ) е регулацията, която най-често се прилага за предотвратяване и защита на обект срещу случайни експлозии⁷. Това е особено релевантно за всички инсталации, използващи газ, включително водородни технологии. Когато се комбинира с анализите на риска, описани в Раздел 5, АТЕХ документацията се фокусира върху класифицирането на зони с риск от експлозия. Тя е предпоставка за проектиране и инсталиране на електрически системи и, по-общо, е съществена за всяка обща оценка на безопасността. По тази причина—и предвид посочените по-горе характеристики—класификацията по АТЕХ присъства в различните доклади за безопасност, които инженерите по противопожарна защита подават на компетентните органи.

Целта на класификацията на опасните зони е:

- Да подпомогне оценката на риска от „експлозивна атмосфера“.
- Да определи основните изисквания за безопасност при експлозия за електрически и неелектрически продукти и за инсталирането им в опасна зона, като се гарантира, че те не могат да запалят идентифицираните експлозивни атмосфери.

⁷ https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/mechanical-engineering/equipment-potentially-explosive-atmospheres-atex_en

Кой се нуждае от класификация на опасните зони?

В зависимост от националната или местната административна структура, тази класификация е полезна за много заинтересовани страни, но обикновено се изисква от:

- Тези, които извършват оценката на риска от експлозивна атмосфера.
- Службата по здраве, безопасност и превенция.
- Всеки, който закупува оборудване (устройства, машини и др.) за тези зони.
- Всички служители, които работят в тези зони или ги посещават.
- Работници, които използват инструменти или оборудване там (например екипи за поддръжка).
- Регулаторни и инспекционни органи

По принцип експлозия може да възникне само когато следните три елемента съществуват на едно и също място едновременно:

1. **Запалим газ или горим прах (гориво);**
2. **Въздух, чиито кислород действа като окислител (окислител);**
3. **Източник на запалване** – например искра, електрическа дъга или висока повърхностна температура (запалване).

Безопасността при експлозии се постига, когато вероятността гориво, окислител и източник на запалване да съществуват едновременно бъде намалена до приемливо ниво. Около всяко оборудване в инсталация за водород зоните се класифицират чрез определяне на пространствения обхват на опасните зони и съответния риск от експлозия. Този риск се оценява и – при необходимост – се намалява до приемливи граници чрез действия върху източниците на емисии, върху околната среда (вентилация, мониторинг и др.) и върху потенциалните източници на запалване (електрически и неелектрически).

Зоните се делят на Опасни и Неопасни въз основа на произхода на опасността (например запалими газове, пари или мъгли; горими прахове) и на експлоатационни характеристики като системи за съдържане, технологично оборудване и процедури за поддръжка.

- **Зона 0:** Експлозивна атмосфера е налична непрекъснато, за дълги периоди или често.
- **Зона 1:** Експлозивна атмосфера вероятно ще възникне по време на нормална работа, но само от време на време.
- **Зона 2:** Експлозивна атмосфера е малко вероятно да възникне по време на нормална работа и, ако се появи, ще съществува само за кратки периоди.

Този метод на зонироване е също така съществен за избора на технологии, които сами по себе си няма да се превърнат в потенциални източници на запалване.

4.3 Взаимодействие с планирането: избор и характеризиране на мястото



Изборът на място за инсталация за водород става допълнителен фактор с значителна тежест, наред с мерките за безопасност за отделните технологии.

Следователно, изборът на място трябва да се базира на многокритериален анализ, който взема предвид:

- Назначения на земята и съвместимост с урбанистичното планиране, включително ограничения за защитени видове или други екологични ограничения.
- Разстояния от натоварени райони и обществени сгради. По-добре е да се избягват претъпкани зони.
- Наличие на електрическа енергия и вода. (Наличието на вода е рисков фактор, ако мястото е в зона с недостиг на вода.)
- Липса на препятствия, които биха могли да способстват за застой на газа.
- Проверка на достъпа на пожарни/спасителни превозни средства и местоположението на хидранти (свързано с безопасни разстояния).
- Оценка на възможни смущения: въздушни електропроводи, железопътни линии, голям трафик, съществуващи АТЕХ зони, други резервоари с гориво.

Повече подробности за някои от тези аспекти са включени в доклад D4.3.

4.4 Подходи за безопасност при водородни проекти: мерки за превенция и смекчаване

По-долу се разглеждат основните източници на рискове за безопасността, свързани с отделните технологии за производство, съхранение и използване на водород.

Разбирането на вътрешните свойства на водорода е от съществено значение за безопасната експлоатация на съоръженията. Целта на този раздел е да се подчертаят ключовите аспекти на безопасността, които трябва да се вземат под внимание.

Разделът съдържа преглед на следните водородни инсталации:

- Производство на възобновяем водород чрез електролиза за индустриални приложения (4.3.1)
- Съхранение на компресиран водород за индустриалния и мобилния сектор (4.3.2)
- Станции за зареждане с водород (4.3.3)
- Горивни клетки за енергийния и битовия сектор (4.3.4)

Водородната инсталация може да съдържа елементи от системите, описани в този раздел (например водородна зарядна станция със собствено производство и съхранение; електролизатор със собствено съхранение и т.н.), следователно предоставената в това ръководство информация за безопасност трябва да се комбинира, за да обхване всички включени елементи.



4.4.1 Производство на възобновяем водород чрез електролиза за промишлени приложения

Възобновяемият водород може да се произвежда чрез електричество, генерирано от възобновяеми източници като слънчева, вятърна и хидроенергия. Това променливо напрежение (AC) се преобразува в постоянно (DC), за да се подава на електролизъора с постоянен еднопосочен ток. Електричеството също така захранва всички компоненти на Баланса на инсталацията (BoP), които съпътстват електролитен модул, за да се осигури ефективна работа при проектните условия и обща безопасност на инсталацията.

Балансът на инсталацията може да се състои от:

- 1) Системи за управление на водата;
- 2) Система за енергийно захранване;
- 3) Системи за рецикулация и пречистване на електролита;
- 4) Системи за пречистване на газовете, продукти на електролизъора

В рамките на BoP също така се включват системите за наблюдение и контрол, които задействат защитни функции. Като цяло, системите за наблюдение, контрол и безопасност, като Системите за аварийно спиране (EES), са автоматизирано оборудване, което може да задейства процедури за изключване. В случай на засечен теч или други аварийни условия, автоматизираните системи могат да инициират незабавно изключване на съответните процеси и оборудване. Освен това операторите могат ръчно да задействат процедурите за изключване при необходимост, осигурявайки допълнителен слой контрол по време на извънредни ситуации.

Системата за електролиза има основен компонент, който е стек от електролитни клетки. Като пример, PEM електролизъорите работят при налягания между 15 и 30 бара и съдържат следните елементи:

- 1) Мембрана/Диафрагма;
- 2) Катализаторен слой;
- 3) PTL (порести транспортни слоеве);
- 4) Колектор на ток/поле на потока (решетки);
- 5) Биполярна плоча.

Няма технология без риск. Следователно вероятността от неизправност на компонент, водещ до изтичане на водород, не е нула, въпреки че е малка. Както производителите, така и интеграторите на системи са задължени да извършват собствени анализи и тестове, за да осигурят правилната работа на компонентите на системата, както и на алармените и защитните системи, чието предназначение е да се активират при различни видове опасности. По време на нормалната работа на електролизъора трябва да се вземат предвид няколко риска, които могат да произхождат от различни източници.

По-долу, като пример, са представени възможните източници на риск, тяхното описание и необходимите мерки за предотвратяване и смекчаване, които трябва да се приложат, когато разглежданият проект включва производство на водород на място

чрез електролиза за всички приложения – индустриални, мобилностни и жилищни. Фокусът е върху електролитната клетка, но информацията за BoP се разглежда по-долу като част от интегрираната система (BoP + Stack).

Таблица 6 Неуспехи, рискове и мерки за превенция/сметчаване при електролизна клетка

Произход на повредата	Описание на риска	Мерки за превенция и намаляване на риска
Вариация на налягането в системата	Високото налягане, произтичащо от повреди, може да предизвика опасни разкъсвания и изтичания	<ul style="list-style-type: none"> Оценка на резервните защитни клапани (PSV), оразмерени за сценарии като „запушен изход“, „излагане на пожар“ и „термично разширение. Разгледайте разкъсващите се дискове като втора линия на защита или паралелно с PSVs, на критични тръбопроводи и съдове Осигурете оттичните линии да се изпускат към вертикален вентилационен комин на височина, оборудван с размразител, възвратен клапан и пламъчен предпазител на изхода
Водородът и кислородът влизат в контакт, създавайки потенциално експлозивна смес	В този случай рискът произтича от неизправност на компонента, който поддържа двата газа разделени – мембраната. По време на определени преходни фази (например при стартиране на системата) може да възникнат разкъсвания или преминаване на кислород и водород през мембраната. Всички електролизни системи имат специфична селективност на мембраната, но тя не е абсолютна. Ефектите от проникването могат да доведат до възпламеняване или експлозии вътре в	<ul style="list-style-type: none"> Осигурете използването на системи за контрол на безопасността с предпазни спирателни клапани.

Произход на повредата	Описание на риска	Мерки за превенция и намаляване на риска
	електролизната клетка, в тръбопроводите и в системите за съхранение.	
Изтичане на водород извън системата	Водородът, който прониква извън електролизьора, трябва да се наблюдава непрекъснато, а рискът от експлозия трябва да се предотвратява чрез използване на принудителна циркулация на въздуха.	<ul style="list-style-type: none"> • Използвайте H_2 сензори, отнасящи се до долната граница на взривност ($\leq 25\%$ LEL) и O_2 сензори ($\geq 23\%$ обем), с аларми при 10% LEL и изключване (принудително спиране на инсталацията), когато параметърът надвиши, например, $> 25\%$ LEL • Осигурете принудителна вентилация, като посочвате необходимите промени на въздуха всеки час.
Изтичане на водород в отпадъчните потоци на електролизьора и свързаните с него системи (например сушилни...)	Водородът може да се отделя и извън електролизната система чрез отводнителни/вентилационни потоци от сушилната, електролита и вентилационните линии. Когато течната фаза бъде отстранена, газообразният водород може да се натрупа и да достигне границите на възпламенимост.	<ul style="list-style-type: none"> • Уверете се, че мястото, където се извършва източването, е добре проветрено и далеч от източници на запалване. • Определете размера и местоположението на вентилационните тръби, така че газът да се разсейва безопасно в атмосферата. • Потоците от електролитно източване също трябва да се обработват в проветрени помещения; освен това използвайте

Произход на повредата	Описание на риска	Мерки за превенция и намаляване на риска
		инструменти, които не предизвикват искри, и изхвърляйте каустичните отпадъци в съответствие с правилата за опасни отпадъци.
Електрически заряди/източници	Електрическите заряди, които се натрупват на повърхността на компонент на електролизьор, могат да действат като източник на запалване.	<ul style="list-style-type: none"> Използвайте оборудване, подходящо за зони АТЕХ (от съществено значение е да се провери дали всички системи носят маркировката СЕ).

По-долу са изброени различните рискове, свързани с потенциалните причини за отказ на компоненти на ВоР, които засягат безопасността, както и приложимите мерки за предотвратяване и смекчаване на последиците.

Таблица 7 Рискове, свързани с ВоР компонентите при производството на водород, които засягат безопасността и приложимите мерки за превенция и смекчаване

ВоР компонент	Потенциални причини за отказ и свързани рискове	Описание на риска	Мерки за превенция/смекчаване
Система за управление на водата	Наличие на замърсители, причиняващи разграждане/отказ на части с изпускане на газове и/или течности	<ul style="list-style-type: none"> Различни видове замърсители – йони, органични вещества, частици и др. – могат да се появят в резултат на неизправност на системите за филтриране, обратна осмоза или дейонизация. Тези замърсители предизвикват предимно разграждане на мембраните. Износването на системите за 	<ul style="list-style-type: none"> Мониторинг на качеството на водата (например, общ органичен въглерод – ТОС – за органични замърсители, проводимост за разтворени йони); Вторична защитна обвивка за резервоари, за да се предотврати изтичането на вода и

ВоР компонент	Потенциални причини за отказ и свързани рискове	Описание на риска	Мерки за превенция/смекчаване
		<p>управление на качеството на водата може да доведе до попадане на замърсители в електролизьора или до изтичане на газ и/или течност.</p> <ul style="list-style-type: none"> Корозивните явления също могат да повлияят на материалите на стека, увеличавайки риска от изтичане на водород/кислород и електролит. 	<p>електролит от съдове и тръбопроводи;</p> <ul style="list-style-type: none"> Използване на лични предпазни средства (ЛПС) в комбинация с ясни процедури за работа с химикали; Сензори за ниво на резервоари и резервоари за отпадни води, както и аларми, когато нивата се отклоняват от зададените граници.
<p>Система за енергоснабдяване, изправители, трансформатори</p>	<ul style="list-style-type: none"> Нарушения в електропреносната мрежа; Електрическо претоварване; Неправилно оразмеряване; Прегряване, лошо охлаждане; Стареене и влошаване на изолацията; Корозирали връзки; Вибрации, механични удари <p>Всички горепосочени фактори могат да предизвикат искри, къси съединения и други електрически явления.</p>	<p>Наличието на посочените като примери неизправности може да доведе до токови удари, искри и др. Тези явления са опасни за операторите, които влизат в контакт с инструментите, но още по-опасни са каскадните рискове (възникване на пожар или експлозия), особено в зони АТЕХ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Обмисляне използването на панели за неклассифицирани зони или с подходящ IP/Ex; Определяне периодични тестове за изолация; Обмисляне на подходящо заземяване и свързване.

ВоР компонент	Потенциални причини за отказ и свързани рискове	Описание на риска	Мерки за превенция/смякчаване
<p>Рециркулация на електролитите, ако е приложимо</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Замърсители; • Микропропуски; • Налягане над нормата; • Смесване на газове. <p>Всички горепосочени фактори могат да доведат до изтичане на течности/газове.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Разграждането на мембраната може да доведе до замърсяване на електролита и клетката, което да доведе до повишаване на температурата и отделяне на нежелани газове. • Микропропуските могат да причинят разливане на каустични разтвори, което може да доведе до изгаряния. • Налягането и смесването на нежелани газове могат да причинят вътрешни експлозии в клетката. 	<ul style="list-style-type: none"> • Извършване на непрекъснато наблюдение с подмяна на електролита. Същевременно проверяване на графици за подмяна на филтрите • Установяване на наличието на вторични защитни съоръжения и осигуряване на сензори за дебит/налягане с аларми • Проверка на работата на автоматичните спирателни устройства за евентуални течове на електролит от тръбите в случай на активиране на Т/Р детектори • Незабавно прочистване/инертизиране в случай на смесване и контролирано изпускане.
<p>Системи за пречистване на газ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Повреди • Налягане над нормата 	<ul style="list-style-type: none"> • Повредите могат да причинят микропропуски от газовите вериги (H₂/O₂), които могат 	<ul style="list-style-type: none"> • Провеждане на периодични проверки, за откриване на

ВоР компонент	Потенциални причини за отказ и свързани рискове	Описание на риска	Мерки за превенция/смекчаване
	<ul style="list-style-type: none"> Неправилна работа на сушилната система 	<p>да повлияят на безопасността на АТЕХ зоните.</p> <ul style="list-style-type: none"> Възможното свръхналягане може да доведе до счупване на клапани и фланци. Неправилното функциониране на сушилните/системите за сушене на газ може да включва и кондензирани течности, съдържащи водород.. 	<p>евентуални течове.</p> <ul style="list-style-type: none"> Уверяване, че компонентите имат сертифицирано уплътнение (PED + АТЕХ). Уверяване, че има предпазни клапани за налягане (PSV). Използване на материали, устойчиви на крехкост. Вентилирани канали и контролирани процедури за прочистване.

Безопасността трябва да бъде гарантирана по време на експлоатацията, за да се защитят неговите компоненти. **Затова се препоръчва да се извършва:**

- Редовна поддръжка:** Плановата поддръжка може да бъде превантивна и предсказуема с рутинно почистване на компонентите на електролизаторите и подмяна на компоненти, ако е необходимо. Това предотвратява замърсяването поради износване, корозия или повреда на компонентите, участващи в обработката на газ и вода/електролит.
- Протоколи за тестване:** Редовното тестване на съхраняваните газове гарантира, че те отговарят на изискваните спецификации за чистота, преди да бъдат използвани или разпределени.

4.4.2 Съхранение на състен водород за промишлеността и мобилността

Ако проектът за водород – независимо дали е промишлен или за зареждане на гориво – включва съхранение на водород, заинтересованите страни трябва да вземат предвид следните рискове и съответните превантивни/смекчаващи мерки.



Системите за съхранение на водород са компоненти на инсталацията, които обикновено работят при най-тежки условия по отношение на налягането (например налягане до 700 бара). Поради тази причина при тяхното конструиране се използват множество материали, проектирани да издържат на типични явления на разграждане, които биха могли да компрометират целостта на материала и по този начин безопасността на хората и съоръженията. Съхранението на водород може да бъде в газообразна, течна или твърда форма (например метални хидриди). По-долу представяме рисковете за безопасността и възможните превантивни и смекчаващи мерки за системи за съхранение на сгъстен водород, които са най-разпространената технология днес.

Предвид физикохимичните свойства на водорода и типичните условия на експлоатация на системата за съхранение – високо налягане и очакван дълъг експлоатационен живот – в таблицата по-долу са изброени трите основни риска, свързани със сгъстения водород, които трябва да бъдат отчетени, ако проектът за водород включва стационарна или мобилна (напр. комплекти водородни бутилки) система за съхранение.

Таблица 8 Рискове и мерки за превенция/смекчаване при съхранение на компресиран водород за индустрията и транспорта

Описание на риска	Мерки за превенция/смекчаване
<p>Водородната крехкост на металите се причинява от проникването на водород. При високо налягане молекулата на водорода (или атомът след дисоциация) е достатъчно малка, за да проникне в междините на решетката и дори да замести атомите в кристалната структура на метала. Този процес отслабва химичните връзки, влошава механичните свойства и по този начин води до крехкост.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Уверяване, че техническите спецификации, придружаващи документацията, изрично посочват поведението на използваните метали при водородна крехкост. Ако околната среда на мястото на инсталиране изисква допълнителни мерки за безопасност, обмисляне на промени в конструкцията на компонента, за да се предотврати създаването на нови източници на възпламеняване или повреда. Включване на мерки за безопасност при повреда, като автоматични системи за изключване, системи за вентилиране, вентилация и физически бариери, за да персоналът бъде защитен, заедно с близкото оборудване в случай на възпламеняване.

Описание на риска	Мерки за превенция/смекчаване
<p>Напукване, предизвикано от водород: Дефектите или пукнатините в материала могат да се усилват от водорода, особено когато той се съдържа в течности, които влизат в контакт с повърхността на материала и след това се разпространяват в него.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Това корозионно явление може да бъде предотвратено чрез инспекция и тестване с помощта на техники като (също и на място): тестване с мокри флуоресцентни магнитни частици (WFMP), ултразвукови методи за тестване и др.
<p>Високотемпературна водородна реакция: Когато работната температура надвиши 200 °С, материалите са склонни да реагират силно с водорода, който при високо налягане и температура прониква в структурата и заедно с примесите в материала образува газообразни съединения като метан. Като се разпространяват, тези газове оставят след себе си пори и други дефекти.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • От съществено значение е да се използват метални сплави, съответстващи на API RP 941 – Стомани за работа с водород при повишени температури и налягания. • Превенцията се основава на редовни проверки на повърхността и специални методи за тестване, като (също и на място): Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT); Time-of-Flight Diffraction (ToFD); and Full Matrix Capture/Total Focusing Method (FMC/TFM).

4.4.3 Водородни зарядни станции (ВЗС)

Водородните зарядни станции (ВЗС) са съоръжения, в които в съседни зони се използват различни водородни технологии. Поради това **превантивните и смекчаващи мерки, описани за технологиите за производство и съхранение, свързани с възможни рискови сценарии, се отнасят и за HRS, тъй като тези технологии могат да бъдат част от станцията.**

HYPOP предлага общ подход за безопасност, който може да се приложи, например, за:

- ВЗС с производство на място;
- ВЗС без производство на място;
- Стандартни ВЗС с фиксирано или мобилно съхранение (например водородни пакети, тръбни ремаркета);



- Мобилни ВЗС с интегрирано съхранение..

Следващите стълбове очертават общите стъпки, които трябва да бъдат следвани, за да се гарантира безопасността на проекта за водородна зарядна станция. В общи линии тези стъпки могат да бъдат приложени в различните споменати случаи; нивото на внимание зависи от броя на опасните елементи и от контекста около периметъра на обекта. **По-сложните проекти за управление на безопасността – като ВЗС с електролиза на място или контейнерни/мобилни решения – изискват по-голямо внимание и по-подробна техническа документация от доставчиците на технологии (например анализи на риска, протоколи за безопасност и поддръжка и т.н.), за да подпомогнат фазата на проектиране.** Във всеки случай базовите критерии за безопасност са посочените в таблица 9.

Ако има електролизатори или системи за съхранение, моля, вижте раздели 4.3.1 и 4.3.2.

Инженерно проектиране и общи бариери

Проектирането на системата трябва да включва отворена, модулна структура, за да се гарантира безопасността.

Информацията за безопасността в следната таблица е синтез, който отчита функционалните и физическите връзки между различните компоненти, намиращи се в станция за зареждане с водород. За по-подробна информация относно отделните технологии, като електролизатори и системи за съхранение, вижте раздели 4.4.1 и 4.4.2, които се отнасят за случаи на ВЗС с производство на място и с мобилно/фиксирано съхранение.

Таблица 9 Потенциални повреди, методи за откриване и мерки за безопасност за компонентите на водородна зарядна станция (ВЗС)

Засегнат компонент на ВЗС	Възможна повреда	Мерки за откриване и безопасност
Производство (по-подробна информация за електролизатора в таблица 6 и ВоР в таблица 7)	<ul style="list-style-type: none"> • Нежелани колебания на налягането и прегряване на модула поради електрически заряди; • Замърсители от неизправности в системата за управление на водата; • Незначителни изтичания на H₂; • Нежелано смесване на газове 	<ul style="list-style-type: none"> • H₂, сензори за налягане и температура с настройки за изключване; автоматично изключване и изолиране на устройството; • Системи за мониторинг на качеството на водата, вторична защитна обвивка за

Засегнат компонент на ВЗС	Възможна повреда	Мерки за откриване и безопасност
		<p>резервоари, използване на ЛПС и сензори за ниво на резервоарите</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ефективна естествена и/или принудителна вентилация; • Планови инспекции и превантивна поддръжка; • Обучение на операторите за разпознаване на аномалии
<p>Газ под високо налягане (повече подробности за повреди, свързани с материалите, вижте таблица 8 – важи и за компресорите)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Прекомерно налягане в тръбата; • Течове в съединенията/клапаните; • Прегряване на компресора 	<ul style="list-style-type: none"> • Мониторинг на налягането и температурата; • Клапани за освобождаване на налягането към безопасна зона; • Автоматично изключване на компресора; • Откриване на изтичане на H₂; • Вентилация и потенциално външно охлаждане; • Превантивна поддръжка
<p>Диспенсер (зареждане на превозни средства)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Теч при свързването; • Неправилна употреба от страна на потребителя 	<ul style="list-style-type: none"> • Функционални проверки преди зареждане; • Локални детектори за H₂; • Незабавно изключване и прочистване при теч; • Ръководство за експлоатация;

Засегнат компонент на ВЗС	Възможна повреда	Мерки за откриване и безопасност
		<ul style="list-style-type: none"> Контролиран достъп за оторизирани потребители
Електрически и контролни системи за инсталацията и нейните части	<ul style="list-style-type: none"> Източници на запалване в класифицирана зона; Отказ на системата за безопасност 	<ul style="list-style-type: none"> ATEX сертифицирано оборудване; Физическо разделяне на панелите; Диагностика и самотестове; Селективно изключване и изолиране на дефектни вериги; Периодични инспекции и функционални тестове; Документирано управление на промените
Обща площ и хора (потребители, персонал)	<ul style="list-style-type: none"> Неразрешен достъп; Забавена реакция; Лоша координация при извънредни ситуации 	<ul style="list-style-type: none"> Заграждения и контрол на достъпа; Поставени актуални процедури за действие при извънредни ситуации; Редовни учения с пожарната служба; Дистанционно наблюдение и регистриране на събития; Непрекъснато обучение и квалификация; Непрекъснато преразглеждане на извлечените поуки



Наред с избора на дизайн, безопасността на HRS се осигурява от множество видове защиты, интегрирани в инсталацията и разположени на определени вътрешни разстояния за безопасност (електролиза → компресия → съхранение → разпределител).

Видове защиты:

Пасивни (използвани, когато е оправдано от QRA): подсилени бетонни стени, взривоустойчиви стени, огради за предотвратяване на достъпа на необучен/неупълномощен персонал и др.

Активни: Системи, които се задействат автоматично при превишаване на контролните параметри (сензори за температура/налягане/ сензори за дебит с изключване; комбинирано откриване на газ + пламък в зоните за компресия и съхранение; клапани за бързо изключване – ESD – и тръби за разхерметизиране към издигната вентилационна тръба за вертикално разпръскване).

Непрекъснати: Системи, които работят постоянно, за да поддържат условията в безопасни граници, например вентилационни системи, които предотвратяват възникването на експлозивни атмосфери.

4.4.4 Горивни клетки за енергийния сектор и жилищния сектор

Горивните клетки са електрохимични устройства, които, подобно на батериите, доставят електрическа енергия за различни крайни приложения – от мобилност до стационарни приложения в енергийния и жилищния сектор. Горивните клетки могат да работят, докато се захранват с водород (или горива, богати на водород) и докато компонентите им достигнат края на жизнения си цикъл.

Съществуват няколко вида горивни клетки, които работят при различни температури, използват различни материали и служат за различни цели. Те могат да се различават по естеството на електролита – течен (който може да бъде киселинен или алкален) или твърд – и по работната си температура.

Както и при други водородни технологии, трябва да се отчитат рисковете за безопасността, свързани с химичните вещества, когато даден проект включва горивна клетка за доставка на електроенергия в промишлени, енергийни или жилищни условия. Някои горивни клетки използват електролити, които съдържат корозивни или дразнещи вещества. Ако горивната клетка е повредена, тези вещества могат да представляват опасност за здравето. При правилно функционираща затворена система обаче вероятността от излагане на въздействието им обикновено е ниска.

Основните видове горивни клетки са изброени в следната таблица.

Таблица 10 Видове горивни клетки и приложения (допълнителен образователен материал⁸)

Горивна клетка	Вид електролит	Работна температура	Приложение
Полимерна електролитна мембрана (PEMFC)	Полимер на флуоровъглеродна основа (твърд)	60-90 °C	Мобилност/Стационарност
Горивни клетки с фосфорна киселина (PAFC)	Фосфорна киселина, съдържаща се във флуоровъглеродна матрица (течност)	>150 °C	Стационарно производство на електроенергия, микрокогенерация за жилищни сгради
Алкални електролитни горивни клетки (AFC)	Воден разтвор на калиев хидроксид (течност)	100 < T < 250 °C	Мобилност
Твърдооксидни горивни клетки (SOFC)	Проводима керамика (твърда)	600 < T < 1000 °C	Стационарни – Power-to-x
MCFC: Гореща карбонатна горивна клетка	Разтопени литиеви и натриеви/калиеви карбонати в матрица	600 < T < 1000 °C	Стационарни Промисленост

В таблицата по-долу са изброени рисковите сценарии и мерките за предотвратяване/смекчаване, които трябва да се вземат предвид – или конкретно да се търсят – при преглед на подхода към безопасността, предложен от разработчик на проект, който подава проект до публичен орган.

Таблица 11 Рискове и мерки за превенция/смекчаване за горивни клетки, използвани в енергийни и жилищни решения

Причина за повредата	Описание на риска	Мерки за превенция/ смекчаване
Теч на H ₂	Водородът може да изтече през микропропуски или повреди в уплътненията/тръбите, да се натрупа в затворени	Уверяване, че проектът включва: <ul style="list-style-type: none"> Газови детектори + принудителна вентилация

⁸ <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/learn-about-hydrogen/education-materials/hydrogen-basics>

Причина за повредата	Описание на риска	Мерки за превенция/ смекчаване
	<p>пространства → пожар/експлозия.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Сертифицирана херметичност на тръбопроводи, фланци, фитинги (ATEX/IECEX) <p>Процедурите за поддръжка трябва да включват инертизиране и прочистване преди интервенция.</p>
<p>Изпускане на окислители (O₂ или сгъстен въздух)</p>	<p>Както при общите течове, локалното повишаване на концентрацията на O₂ може да увеличи вероятността от възникване на пожар.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Резервни тръбопроводи и клапани за свръхналягане • Разстояния за отделяне от горими материали.
<p>Прегряване и горещи повърхности</p>	<p>Неправилното функциониране може да доведе до достигане на температури, които да причинят изгаряния или опасни пари (например > 120 °C за PEM и до 800 °C за SOFC).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Осигуряване на топлоизолация и защита. • Проверка на термостатите/предпазителите и автоматичното изключване при надвишаване на предварително зададените безопасни температури.
<p>Налягане над нормата в комини или съдове за газ/течности</p>	<p>Запушени клапани, образуване на лед в компоненти/тръбопроводи или неконтролирани реакции могат да причинят свръхналягане и механично разрушаване.</p>	<p>Проектът на инсталацията трябва да включва:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Калибрирани предпазни механизми и устройства за освобождаване на налягането (PRD) • Непрекъснато наблюдение на P/T за откриване на необичайни тенденции и задействане на изключване • Безопасни вентилационни тръби, извеждащи въздуха навън • За заледряване, проверка дали е осигурено управление на температурата/ влажността.
<p>Електрическа опасност</p>	<p>Риск от токов удар, електрически искри, къси съединения (особено при</p>	<p>Проверка за:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IPxxB заграждения и предпазни прекъсвачи

Причина за повреждата	Описание на риска	Мерки за превенция/ смекчаване
(ниско и високо напрежение)	високоэффективни инсталации).	<ul style="list-style-type: none"> • Прекъсвачи за заземяване (GFCI), които се задействат при mA заземяване, предотвратявайки токови удари и пожари • Периодични тестове на изолацията на кабели, намотки, оборудване.
Съвместимост на материалите спрямо проникването на H ₂	Неправилният избор на стомана може да доведе до водородна крехкост в високоякостните сплави.	Уверяване, че металните сплави са устойчиви (например неръждаема стомана 316L – на базата на Fe-Cr-Ni; Inconel – Ni Cr суперсплави; Hastelloy – Ni Mo и/или Ni Cr Mo суперсплави).

В HYPOP ангажираността на заинтересованите страни и прегледът на множество най-добри практики показаха, че приложенията в жилищния сектор все още се намират в затруднено положение в цяла Европа. **В резултат на това наличните данни все още не са достатъчни, за да се определи базов подход за безопасност за тези случаи (както беше направено за ВЗС). Необходими са повече демонстрационни проекти и по-широко споделяне на информация, за да се ускори интегрирането на водорода като балансиращ ресурс за енергопотреблението в домакинствата.**

Въпреки това, дискусиите с експерти от сектора и обменът на опит в рамките на HYPOP ни позволиха да очертаем общ подход към безопасността, извлечен от един от най-добрите практики, описани в Документи 2.1 и 2.2.

Като се има предвид инсталирането на система rSOC (обратима твърдооксидна клетка), способна да работи в режим SOEC за съхранение на излишната електроенергия чрез производство на водород, и в режим SOFC за производство на електроенергия и полезна топлина, беше приет следният метод.

Методологичен подход към безопасността

Управлението на риска трябва да следва логиката на HAZOP за отклонение – причина – последица – предпазна мярка:

1. Систематично идентифициране на отклонения в експлоатацията.
2. Анализ на причините (откази на инструменти, нежелани действия на клапани, грешки на оператора).
3. Оценка на последиците, без да се вземат предвид съществуващите защити (свръхналягане, изпускане на H₂, пожар/експлозия).
4. Списък на съществуващите предпазни мерки (PSV, блокировки, детектори за H₂, вентилация, компоненти с EX класификация).



5. Допълнителни препоръки, когато остатъчният риск надвишава критериите за допустимост.

Примери за критични събития, които трябва да бъдат разгледани за този тип приложение, са:

- **E1 – Запушен изпускателен клапан на компресора:** риск от свръхналягане в тръбопровода и изтичане на H_2 → смекчен чрез PSV към безопасно изпускане, блокировка на налягането, откриване на H_2 газ при 10% LEL с принудителна вентилация + аларма, автоматично понижаване на налягането към безопасно изпускане.
- **E2 – Отказ на охлаждането:** прекомерна температура на компресора, повреда на мембраната, вътрешен/външен теч на H_2 → сензори за температура и дебит с прекъсвачи, компоненти с EX класификация (Зона 2), детектори за H_2 .
- **E3 – Проникване на въздух (ниско налягане):** образуване на запалими смеси в съхранение под високо налягане → прекъсвач за ниско налягане, компресори, поместени в корпус REI клас I.
- **E4 – Малки течове (връзки):** локално изпускане на H_2 → детекция на газ + принудителна вентилация + аларма, компоненти EX Zone 2.

Кръстосани мерки

Естествена вентилация на високо ниво, детекция на газ (настроена на 10% LEL), селективно изключване, автоматична принудителна вентилация, дистанционно задействани вентилационни клапани, оптични/акустични аларми, оборудване с EX сертификат в класифицирана зона 2, системи за бързо понижаване на налягането.

5 Методологии за оценка на риска

Таблица 12 КАКВО, ЗАЦО и КОГА анализът на риска е важен за H_2 проектите

КАКВО?

Анализите на риска са методологични подходи, основани на технически познания и инструменти за моделиране/прогнозиране, които спомагат за предотвратяването и смекчаването на аварии, които биха могли да нанесат вреда на хора или имущество.

ЗАЦО?

Безопасността на компонентите може да бъде застрашена от неизправности или външни събития, което може да предизвика верижна реакция върху близките икономически дейности и обществени зони. Несигурността, дължаща се на пропуски в знанията и неясни регулации, често води до мислене от типа „колкото по-строго, толкова по-безопасно“, което може да забави иновациите и да направи проектите технически или икономически неосъществими. Поради тази причина се използват различни методи за анализ на рисковете от инциденти с различна вероятност и тежест. **Анализът на риска е следователно мощен инструмент, който може да се прилага на различни етапи от един водороден проект.**

КОГА?

Основните методи се разделят на две макрокатегории: качествени и количествени техники.

Качествените анализи на риска се използват предимно в ранните фази на проекта, за да се открият бързо очевидните опасности, когато все още не са налични подробни технически данни; те могат също да дадат предварителни разстояния за безопасност.

Количествените техники добавят числови данни – данни за честотата на откази, вероятности за възпламеняване, статистически данни за времето, данни за населението, валидирани модели – за да усъвършенстват и обосноват проекта за безопасност.

По-долу е представено кратко резюме на основните анализи на риска, които HYPOP е идентифицирала въз основа на най-добрите практики в Доклад 2.1 и на интервюта с различни заинтересовани страни и европейски проекти в областта на водорода.

Таблица 13 Качествени и количествени анализи на риска, идентифицирани въз основа на добрите практики на HYPOP

Качествени техники
<p>HAZOP (Hazard and Operability Study - Проучване на опасностите и експлоатационната годност):</p> <p>Систематична техника, която проверява по един елемент (или възел) в определен момент и описва последствията от неизправностите. Чрез идентифициране на отклоненията и техните причини – чрез ключови думи (например „не/не е“, „повече“, „по-малко“, „както и“) свързани с параметрите на процеса (например дебит, налягане, температура) – тя предлага коригиращи действия.</p>
<p>HAZID (Hazard identification - Идентифициране на опасности):</p> <p>Мултидисциплинарно упражнение на екипа за идентифициране на потенциални опасности в широк обхват – проектиране, строителство, инсталиране, извеждане от експлоатация и предложени промени в съществуващите операции. Често е предшественик или компонент на количествени анализи на риска.</p>
<p>Анализ „Какво, ако...“:</p> <p>Подход, който проучва потенциалните опасности и причини за неуспех, като поставя въпроси от типа „ами ако“ и оценява получените сценарии.</p>
<p>Failure Modes and Effects Analysis - Анализ на начините на отказ и последиците от тях (FMEA):</p> <p>Полуколичествен метод, който изброява възможните начини на отказ на даден процес/компонент и техните ефекти, обикновено един по един, без да се вземат предвид множество едновременни откази. Всеки отказ се класифицира (номер на приоритет на риска) според тежестта, честотата и откриваемостта, така че действията да могат да се насочат първо към най-критичните проблеми.</p>

Количествени техники

Quantitative Risk Assessment - Количествена оценка на риска (QRA):

Задълбочен анализ, комбиниращ резултатите от дървото на отказите с инструменти за моделиране, за да се определи количествено общият риск на водородно съоръжение или процес, като се обхващат честотата на отказите, вероятността от възпламеняване и последствията.

Fault Tree Analysis - Анализ на дървото на грешките (FTA):

Графичен метод, който картографира нежелани първостепенни събития и комбинациите от основни събития, водещи до тях, като определя вероятността от отказ.

По-широк набор от качествени, полуколичествени и количествени техники може да бъде разгледан в "EHSP Guidance on Hydrogen Safety Engineering – Guidance Document" („Насоки на EHSP за инженерна безопасност на водорода“), публикувани от Clean Hydrogen Joint Undertaking⁹.

6 Препоръки и действия на НУРОР за ускоряване на процедурите за приемане и безопасност

В НУРОР беше отбелязано, че **всеки проект, свързан с водорода, трябва да бъде оценен по отношение на множество фактори: мястото на инсталиране, околната среда около периметъра на завода и националната и местната нормативна уредба.** Предоставянето на насоки за безопасност, които предлагат ясен подход, като същевременно остават адаптивни към специфичните изисквания и бариери в страните от ЕС и приложенията, ще действа като двигател за ускоряване на приемането и развитието на проекти, свързани с водорода. Тези насоки служат и като стимул за заинтересованите страни в държавите, които са по-малко напреднали в практическото и регулаторното развитие на сектора на водорода и неговите промишлени, транспортни и битови приложения. Най-добрите практики, както и изискванията и пречките, изведени от различните регулаторни рамки на европейските държави, които са послужили за основа при разработването на тези насоки, могат да бъдат разгледани подробно както в приложението към настоящия документ, така и в D2.1.

По-долу обобщаваме основните критични моменти, практическите действия и препоръки, както и ползите от тяхното решаване. Същевременно НУРОР предлага стандартна процедура („НУРОР Safety Guidelines“ – Насоки за безопасност на НУРОР), предназначена да улесни взаимодействието между публичните власти и проектантите. Последните ще могат по този начин да представят проекти за водород,

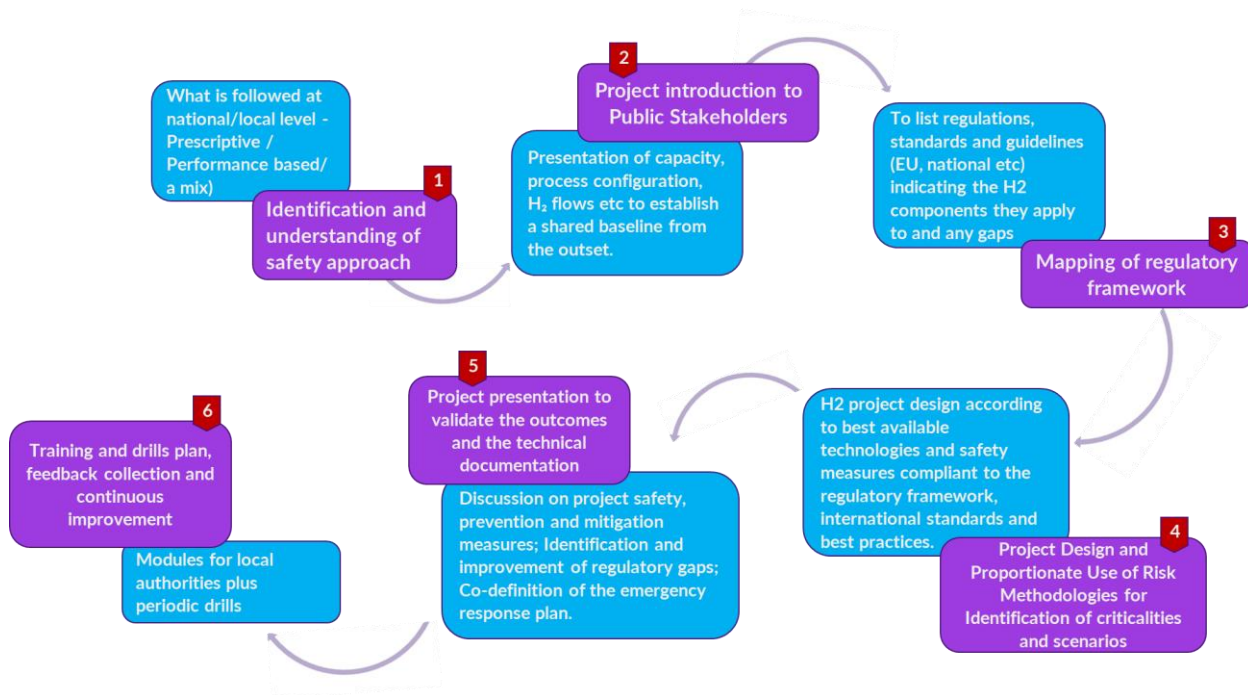
⁹ <https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2023-05/EHSP%20Guidance%20on%20Hydrogen%20Safety%20Engineering%20-%20v1-Final.pdf>

следвайки философия за безопасност, която е споделена, разбираема и приета от публичните власти и гражданите в най-кратки срокове.

Таблица 14 Практически действия/препоръки на НУРОП и очаквани ползи

Проблем	Практически действия/препоръки	Очаквана полза
Пропуски в нормативната уредба или разминавания в тълкуването (дори между региони или местни служби)	Споделен сборник с „еквивалентни практики“ (създаден съвместно с властите и операторите)	<ul style="list-style-type: none"> • Еднородност на базовата линия; • По-малко дискретност
Нисък практически опит на властите с технически стандарти, методи за анализ и спецификите на водорода.	Модулно обучение (правно/ техническо/ социално) за служители и пожарни екипи	<ul style="list-style-type: none"> • По-бързи и по-обосновани решения
Злоупотреба и защитна зависимост от регламенти за други горива (природен газ, втечен нефтен газ), които не винаги съответстват на характеристиките на водорода..	Сравнителни спецификации на имотите + указания за адаптиране	<ul style="list-style-type: none"> • Избягване на необосновано преувеличаване на проекта
Частично и непоследователно прилагане на елементите от Севезо към малки заводи под прага, което създава объркване.	Спазвайте общите принципи за безопасност (за случаи под прага на SEVESO) + контролен списък, основан на риска.	<ul style="list-style-type: none"> • Последователно третиране на малки предприятия
Итеративният и бавен процес води до удължаване на сроковете поради ad hoc заявки за данни и неструктурирани цикли на изясняване.	Официална предварителна консултация („среща за обсъждане на обхвата“) преди подаване на заявлението	<ul style="list-style-type: none"> • По-малко заявки за интеграция впоследствие
Недоверие на обществото	Ранно ангажиране (сесии с въпроси и отговори) с опростена карта на рисковете	<ul style="list-style-type: none"> • По-голяма социална приемливост, по-малко възражения

Насоките за безопасност на HYPOP са резултат от ангажираността на заинтересованите страни и са структурирани като поредица от стъпки, които трябва да бъдат следвани, придружени от указания за грешки и рискове, препоръки и практически действия. Цялата техническа информация относно безопасността на водорода, водородните технологии и свързаните с тях мерки за превенция/намаляване на риска, описани в настоящия доклад, е от значение за правилното управление на следните 6 стъпки (особено стъпки 2, 3 и 4).



Фигура 1 HYPOP насоки за безопасност

1) Първата стъпка е да се идентифицира и разбере общият подход към безопасността, следван на национално или местно ниво (нормативен/базиран на резултатите).

В някои контексти на мобилност и жилищно строителство, водородните проекти се третират от регулаторните органи или компетентните власти като индустриални проекти и се прилагат съответните изисквания и подходи. При липса на практически опит или конкретни регулаторни препратки е препоръчително да се потърсят други страни или установени регламенти за по-познати горива и да се адаптират тези изисквания. Въз основа на тази информация може да се определи подходящият подход към безопасността.

В рамките на HYPOP бяха идентифицирани казуси, в които се прилагат два вида подходи към безопасността – понякога като алтернативи, понякога като допълнение:

- **Предписателен подход:** установява фиксирани правила (някои примери са посочени по-долу). Той е типичен за зрели регламенти или правила, които



първоначално са били написани за други горива (природен газ, втечен нефтен газ) и след това са „адаптирани“ за водорода. Международните технически стандарти ефективно стават част от предписателния пакет, след като бъдат пренесени в закони или укази.

Примери за типични предписателни изисквания

- Минимални разстояния между H2 технологиите (главно производство на водород и съхранение под високо налягане) и границите на обекта.
- Ограничения на налягането или капацитета, които задействат нива на пасивна защита.
- Спецификация на сертифицирано оборудване в класифицирани опасни зони (ATEX).
- **Подход, основан на ефективността:** определя целта за безопасност (приемливо ниво на риск) и оставя свобода в начина на постигането ѝ. Тук влизат в игра анализите на риска: те идентифицират критични сценарии и подкрепят целенасочени избори за разположение, бариери и процедури.

Примери за типични изисквания, основани на експлоатационните характеристики

- Безопасни разстояния, определени с помощта на инструменти за моделиране и симулация.
- Използване на международни стандарти за оборудване, експлоатация и поддръжка.
- Използване на превантивни/смекчаващи мерки и материали, ако това е оправдано от специфичните характеристики на мястото на инсталиране или в резултат на оценки на риска.
- Оптимизиране на разположението чрез CFD симулация за намаляване на зоните на натрупване/застояване.

На практика двата подхода **съществуват едновременно**: HYPOP установи, че когато правилата са ясни, се прилагат таблични изисквания; когато има пропуски или иновативни случаи, се използва подход, основан на експлоатационни характеристики, за да се демонстрира равностойно ниво на безопасност.

Таблица 15 Силни и слаби страни на предписателните и базираните на резултат подходи

Аспект	Предписателен	Базирано на резултатите
Скорост на вземане на решения	Бързо, ако случаят е „стандартен“, анализът се ограничава до някои H2 технологии	По-бавно (анализът винаги е необходим за цялото предприятие)
Гъвкавост на иновациите	Ниска (строги ограничения)	Висока (адаптируема към нови технологии)

Аспект	Предписателен	Базирано на резултатите
Прозрачност за местните власти	Висока (прости правила)	Зависи от качеството на доклада за риска и изисква технически познания
Риск от прекомерно инженерство	Средно/Високо	Контролируеми (бариеи, съобразени с реалния риск)

Разбирането на този подход е от съществено значение за разбирането на това какъв може да бъде предпочитаният подход на националните/местните власти към проект за водород.

2) Представяне на проекта пред обществените заинтересовани страни

Втората стъпка включва кратко представяне (цел, капацитет, конфигурация на процеса, H₂ потоци, профил на потребителите), за да се установи обща отправна точка от самото начало.

Препоръчва се ангажиране на публичните власти още от най-ранните фази на проектирането, когато все още се определят типът на инсталацията, технологиите и мястото на инсталиране. Потенциалните технически критични моменти (например наличност на вода; наличие на други съоръжения, работещи с опасни вещества; близост до градски райони, които налагат ограничения за строителството или изискват допълнителни превантивни/смекчаващи мерки и т.н.) и въпроси, свързани с приемането – особено сред обществеността и местните власти (например пожарна безопасност, опазване на околната среда и т.н.) – трябва да бъдат разгледани на ранен етап.

Таблица 16 Ползи от ранното представяне на проекта пред публичните органи

Рискове/проблеми, които трябва да бъдат разгледани	Ползи от предприемането на действия
Ниска осведоменост и технически познания за водорода сред местните власти и гражданите;	Гражданите са информирани и осведомени за местните възможности и значението на местните дейности за устойчивостта.
Възражение срещу проект, подаден със закъснение. Неподаването на първоначална презентация преди подаването на заявлението до компетентните органи може да бъде рисковано.	Първоначалната обратна връзка от местните власти, дори в случаите на проекти, които отговарят на съществуващото законодателство, може да ускори цялата процедура, като се избегнат забавяния или критични проблеми по време на последващата процедура.
Трудности при тълкуването на нормативните актове или липса на познания за съществуващата нормативна уредба	Властите предприемат превантивни мерки, като събират информация и предлагат правила, които да бъдат взети под внимание –

Рискове/проблеми, които трябва да бъдат разгледани	Ползи от предприемането на действия
	нещо, което е от съществено значение в случай на пропуски в нормативната уредба.

Представянето на проекта е само първата стъпка за ангажиране на властите, която трябва да бъде последвана от по-нататъшни срещи с по-подробна информация за предлаганата философия за сигурност.

- 3) **Картографиране на регулаторната рамка (вероятно успоредно с етап 2)** Таблица с изброяване на регламенти, стандарти и насоки (на ниво ЕС, национално, местно, доброволно международно), в която се посочват компонентите, за които се отнасят, и евентуалните пропуски.

Настоятелно се препоръчва да се проучи съществуващата регулаторна среда. В повечето европейски страни има значителни пропуски и неясни тълкувания; в най-лошите случаи водородът дори не се споменава в регламентите, които прилагат националните и местните стратегически документи. Въпреки това, понякога съществуват допълнителни документи – понякога третирани от публичните власти като почти официални регламенти – които събират съответната рамка и изброяват документацията, необходима за приложенията на водорода в промишлеността, мобилността и жилищния сектор. Когато такива ресурси не са налични, на заинтересованите страни се препоръчва да се обърнат към публичните власти и да създадат работни групи, способни да изготвят еквивалентен документ. HYPOP установи, че:

- **Насоките осигуряват яснота**, като идентифицират пречките, определят ролята на властите и отстраняват пропуските в нормативната уредба.
- **Насоките са достъпни инструменти** за достигане и ангажиране на по-широк кръг от заинтересовани страни.
- **Насоките представят най-добрите практики** в целия ЕС, като насърчават доверието и повишават осведомеността сред местните власти.
- **Насоките укрепват сътрудничеството** между заинтересованите страни и властите, тъй като тяхното разработване изисква консенсус и сътрудничество.

Основно предимство: разработването на насоки укрепва отношенията с публичните власти, изгражда доверие и извежда на преден план пропуски в нормативната уредба, задължителни изисквания и предизвикателства, свързани с тълкуването. За примери и допълнителна информация относно някои от насоките, разгледани в HYPOP, читателите могат да се запознаят с приложението към настоящия документ и HYPOP D2.1.

- 4) **Технико-икономическо проектиране и пропорционално използване на методологии за оценка на риска за идентифициране на критични точки и сценарии:**

Проектиране на водородни проекти в съответствие с най-добрите налични технологии и мерки за безопасност, съобразени с нормативната уредба, международните стандарти и най-добрите практики.



Не всеки проект изисква пълна количествена оценка на риска (най-високо ниво на сложност, определено в НУРОП). Препоръчва се да се използва пропорционална скала, която избягва загуби и запазва достоверността:

- **Структуриран качествен скрининг** (HazID + матрица на риска) като минимална базова линия по подразбиране.
- **Полуколичествен анализ** (например между качествен и количествен подход, вж. раздел 5), ако остава несигурност при вземането на решение или възникват умерени сценарии.
- **Пълна QRA само ако:**
 - гъсто разположение/ограничено пространство;
 - оборудване под високо налягане;
 - искане за дерогация от фиксираните разстояния за безопасност, предвидени в регламентите;
 - близост до обществени сгради и места с голямо струпване на хора;
 - кумулативни рискове/потенциал за домино ефект.

5) Представяне на проекта за потвърждаване на резултатите от обратната връзка от първата среща и изготвената техническа документация.

Обсъждане на мерките за безопасност, превенция и смекчаване на риска по проекта; идентифициране и подобряване на пропуските в нормативната уредба; съвместно определяне на плана за реагиране при извънредни ситуации.

Обсъждането между органите и проектантите следва да се основава най-малко на следния **минимален набор от документи**: диаграма на технологичния процес (PFD)/диаграма на тръбопроводите и инструментите (P&ID), схема, класификация по ATEX, матрица на сценариите, доклад за риска, логика на контрола на безопасността зад системата за аварийно изключване (ESD) и философия на засичането, обосновани разстояния за безопасност и др.

Валидирането на подхода към безопасността и проекта може да включва **съвместно определяне на превантивни мерки и бариери**, където е необходимо. По-специално, може да бъдат поискани повече подробности относно мониторинга, откриването на параметри за безопасност и свързаните с тях инструменти, както и степента на вентилация. **Допълнителни бариери**, като например стени за ограничаване, може да бъдат необходими в посока към чувствителни зони и пренаселени обществени сгради.

Този етап е моментът, в който публичните органи могат да задават въпроси, да обсъждат и да събират пропуски и наблюдения от проектантите, за да подобрят своето разбиране и да изготвят по-ефективни бъдещи регламенти.

Препоръчва се органите да **валидират или съвместно да определят план за реагиране при извънредни ситуации**.



б) Т План за обучение и учения, събиране на обратна връзка и непрекъснато усъвършенстване

Модули за местните власти (физични свойства на H₂, разлики спрямо NG / LPG, безопасност на H₂ технологиите) плюс периодични учения (изтичане, ESD, пожар в околността).

Когато е необходимо, се препоръчва да се разработи план за обучение, който чрез разпространението на знания да има положително въздействие върху процедурите по издаване на разрешения като цяло. Оперативната подготовка обучава хората, периодично тества процедурите и системите (откриване, евакуация и др.) и създава цикъл на непрекъснато усъвършенстване, основан на реални доказателства и обратна връзка. Това усъвършенстване може да се измери чрез показатели като: средно време за допълнителни искания за информация, общо време за издаване на разрешителни; време за реагиране при извънредни ситуации, съвместен годишен преглед на експлоатацията, поддръжка и аварии и др.

Стъпки 5 и 6 са предназначени за тази преходна фаза, в която водородът и водородните технологии ще се използват в нововъзникващи сектори и в случаите, в които има малко практически познания за водородни проекти и ниска осведоменост. След като практическите познания се разпространят в различните страни от ЕС, ще има по-голяма конвергенция и по-хармонизиран подход към безопасността на водородните инсталации. Следователно тези стъпки могат да бъдат запазени само ако се сметне за необходимо, в противен случай това може да доведе до повтарящи се консултации и по-високи разходи по проекта.

7 Методология

НУРОР се основава на ангажираността на заинтересованите страни. Информацията, която допринесе за окончателните насоки за безопасност за екипите за първа помощ, беше събрана чрез резултатите от националните семинари на НУРОР и чрез прилагане на същата методология, използвана за събиране на информация за техническия анализ на изискванията за безопасност и бариерите на Work Package 2.

Националните семинари се проведоха в Испания, Италия, Белгия, Полша и България, а резултатите от тях са представени (виж приложението). Данните бяха събрани предимно чрез онлайн инструменти (например Google Forms, Slido) и – в Италия и Белгия – бяха допълнени с дискусии на кръгла маса. Целта беше да се съберат опитът на заинтересованите страни от цялата верига на стойността на водорода, да се изгради цялостна картина на този опит и да се сравнят сходствата и разликите между страните, участвали в семинарите, и другите страни, анализирани в проекта.

Освен това, мерките за превенция и смекчаване на последиците, събрани от най-добрите практики и общите подходи за безопасност, подобриха окончателните препоръки и практически действия на насоките на НУРОР, описани в раздел 6. Това беше възможно

благодарение на постоянното прилагане на изследването, започнато в Work Package 2 относно „Изисквания и бариери за безопасност“ (допълнение към данните от WP2 е предоставено в приложението). Така че същата методология беше приложена и за този документ. Тя се основава главно на литературното проучване на конкретни национални/местни регламенти и насоки, на синергиите с други проекти, работещи по регулаторни теми (например проект HYLAW, GA № 737977 и др.), и на опита на заинтересованите страни, ангажирани от партньорите на HYPOP. **Следващата таблица обобщава основните дейности, които характеризират споменатата методология, при която безопасността и сертифицирането на водородните технологии обикновено са свързани, и са подчертани заинтересованите страни, които могат да се възползват от всяка дейност и тема.**

Таблица 17 Дейности, проведени в WP2 и 4 за събирането на информация за подходите за безопасност за H2 проекти

Вид активност	Заинтересовани страни	Референтна тема
Анализ на регулаторните рамки в целевите страни от ЕС за изпълнението на водородни проекти (полезен за технически препоръки и практически действия)	Производители, ранни потребители, разработчици на проекти, публични власти	Безопасност
Преглед на литературата и стандартите за водородните технологии	Производители	Безопасност и Сертификация
Интервюта със заинтересовани страни за получаване на информация относно националните/местните подходи към безопасността, лични преживявания (например пилотни и реални проекти), мнения и възприятия.	Производители, ранни потребители, разработчици на проекти, публични власти	Безопасност и Сертификация
Анализ на ограничен брой ключови проекти/най-добри практики (описани в D2.1)	Производители, ранни потребители, разработчици на проекти, публични власти	Безопасност и Сертификация
Организиране на национални семинари и международен семинар (дейност, свързваща WP2 и WP4)	Производители, ранни потребители, разработчици на проекти, публични власти	Безопасност и Разрешителни

Анализът е извършен в следните страни от ЕС, а в таблицата по-долу са посочени видовете заинтересовани страни и опитът, внесен в насоките на HYPOP.

Таблица 18. Сътрудници на HYPOP: ЕС проекти, публични власти и частни организации

Държава	Вид заинтересовани страни	Референции и опит
<i>HYPOP държави</i>		
Белгия	Водороден клъстер; Частна компания	<ul style="list-style-type: none"> • Waterstofnet – безопасност, разрешителни и сертифициране; • Летище Брюксел – координатор на проекта STARGATE; • Technifutur – участва в няколко проекта, свързани с водорода (Green SKHy, KnowWHY, HySCHOOL и др.); • VITO – проучване BAT за станции за зареждане с водород; • Sertius, орган за издаване на разрешителни в Белгия; • RESA, оператор на газоразпределителна и електроразпределителна мрежа; • Университет в Брюксел (ULB); • Colruyt group, администрация на валонския регион (отдел за разрешителни и околна среда)
Италия	Публична власт; Частна компания; Университет	<ul style="list-style-type: none"> • Пристанище Триест – безопасност и разрешителни, проект RENEWPORT; • RINA Consulting – експерти по безопасност и сертифициране; • Tecnodelta – партньор по проекта HUCARE – сертифициране; • ATENA Scarl – сертифициране – партньор по проекта H2ports; • Uniparthenore – сертифициране – партньор по проекта FuelSOME; • Компания A2A – безопасност и разрешителни – проект Valcamonica за водород; • Tepova – безопасност и разрешителни – проект GrInHy 2.0; • Fondazione Bruno Kessler – безопасност, разрешителни и сертифициране – координатор на проекта SWITCH;

Държава	Вид заинтересовани страни	Референции и опит
		<ul style="list-style-type: none"> UNI – Ente Italiano Normazione – сертифициране – партньор в проекта e-SHYIPS; SAGAT – безопасност, разрешителни и сертифициране – партньор в проекта TULIPS
Испания	Частна компания, Асоциация на компании	<ul style="list-style-type: none"> Redexis (проекти OCEANH2, GREEN HYSLAND); Tecnalia (проект ARENHA) TECNIBERIA Андалуски клъстер за водород; Испанска технологична платформа за водород
<i>EU-13 държави</i>		
България (HYPOP държава)	Водородна асоциация	<ul style="list-style-type: none"> Балкански водороден клъстер – безопасност и разрешителни
Полша (HYPOP държава)	Частна компания	<ul style="list-style-type: none"> TUV SUD Полша – експерти по безопасност и сертифициране
Хърватия	Изследователски център; Публична власт	<ul style="list-style-type: none"> Институт по енергетика „Хрвое Позар“ – издаване на екологични разрешителни – проекти по програма „Интеррег“; Министерство на икономиката – безопасност; Институт по енергетика и опазване на околната среда (EKONERG) – издаване на разрешителни; Green Sustainable Solutions – издаване на разрешителни.
Кипър	Частна компания; Публична организация	<ul style="list-style-type: none"> Future Fuels Ltd – координатор на проекта GreenH2CY – безопасност и разрешителни; Кипърска енергийна регулаторна агенция – безопасност и разрешителни; Trinomics
Република Чехия	Частна компания; Водороден	<ul style="list-style-type: none"> ORLEN Unipetrol – експерт по безопасност и разрешителни;

Държава	Вид заинтересовани страни	Референции и опит
	клъстер; Регионални енергийни агенции; Регионална агенция	<ul style="list-style-type: none"> Национална чешка платформа за водородни технологии – експерт по безопасност и разрешителни; Енергиен център на регион Усти; Енергийна агенция на регион Злин (EAZK); Икономически и социален съвет на регион Усти; Компания DEVINN – безопасност, разрешителни и сертифициране – системни интегратори;
Естония	Изследователски център	<ul style="list-style-type: none"> Институт по метрология Metrosert – координация на Hydrogen valley
Унгария	Частна компания	<ul style="list-style-type: none"> PBN Advanced Management – партньор по проекта SMART-HY-AWARE – безопасност и разрешителни
Латвия	Няма информация	Няма информация
Литва	Изследователски център; Публична власт	<ul style="list-style-type: none"> Литовски институт за възобновяема енергия; Управление на държавното пристанище в Клайпеда – безопасност и разрешителни; Представител на Министерството на транспорта – информация за нормативната уредба; Изследователски съвет на Литва;
Малта	Национална агенция	<ul style="list-style-type: none"> Малтийски съвет за наука и технологии;
Румъния	Асоциация за компетентност в областта на водорода	<ul style="list-style-type: none"> Устойчива НПО – Разрешителни;
Словакия	Изследователски център; Публична власт	<ul style="list-style-type: none"> Институт за развитие на публичната администрация – партньор в проекта H2CE; Регионална администрация на Кошице – координатор на проекта EASTGATEH2 – споделяне на информация относно

Държава	Вид заинтересовани страни	Референции и опит
		безопасността и издаването на разрешителни;
Словения	Изследователски център; Частна компания	<ul style="list-style-type: none"> • Kemijski inštitut - проект H2GreenFuture Interreg; • Holding Slovenske elektrarne d.o.o. - координатор на NAHV, Северна Адриатическа водородна долина - разрешения за безопасност и сертифициране;
<i>Водещи страни</i>		
Франция	Публична власт; Национална асоциация; Частна компания	<ul style="list-style-type: none"> • Регион Център Вал де Лоар – обществено приемане; • France Energies Marines – фокусиран върху безопасността, разрешителните и обществено приемане за морския сектор; • ENGIE – експерти по безопасност и сертифициране – пренормативно проучване в проекта Thyga; • France Hydrogen
Германия	Частна компания	<ul style="list-style-type: none"> • Летище Хамург – координатор на проекта HyAirport – безопасност и разрешителни; • Експерти по безопасност и сертифициране – информация, споделена по време на срещите за закуска на Hytruck; • NOW GmbH
Нидерландия	Публична власт; Частна компания	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrogen hub Noord Holland – координатор на Hydrogen Hub Noord-Holland valley – безопасност и сертифициране; • New Energy Coalition – проект LIHYP – безопасност и разрешителни; • Nedstack fuell cell technology BV – безопасност и сертифициране – партньор по проекта GRASSHOPPER; • KIWA – сертифициране; NL Hydrogen
Швейцария	Национална асоциация	<ul style="list-style-type: none"> • H2Mobilität - разрешителни

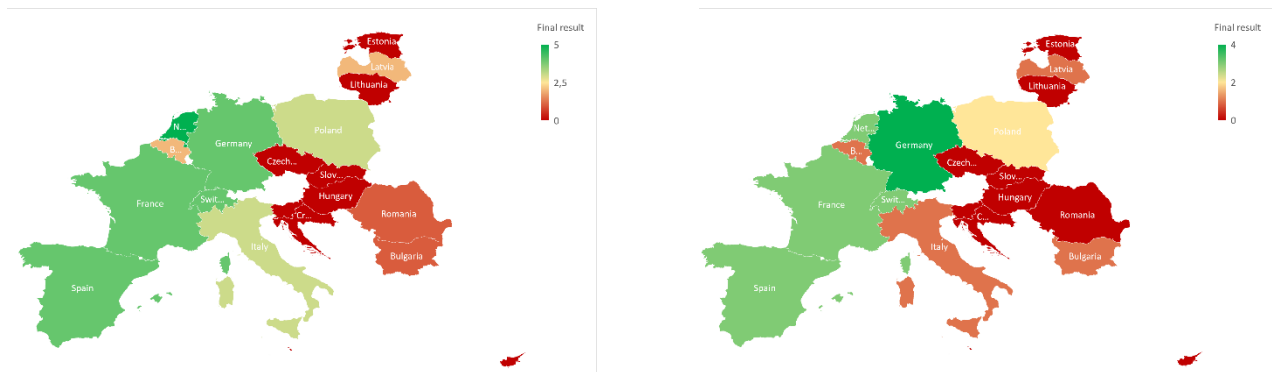


Фигура 2 Географски обхват на изследването по теми, свързани с безопасността, разрешителните и сертификацията

Следните параметри са използвани за извършване на анализ на силните и слабите страни, които да даде цялостна представа за текущата готовност на регулаторната рамка на ЕС. Основните резултати от WP2 са представени в таблицата. Допълнителна информация е включена в HYPOP D2.1 „Изисквания и бариери за безопасност“ и D2.2 „Изисквания и бариери за издаване на разрешения“.

Таблица 19 Параметри за безопасност и разрешителни, използвани за извършване на анализ на силните и слабите страни

Параметри за безопасност	Параметри за разрешаване
Наличност на насоки за оценка на безопасността	Доказателство за съществуването на регулаторна рамка за издаване на разрешения
Доказателства за прилагане/приемане на методологии за оценка на риска	Наличие на специфични процедури за H2
Доказателства за регламенти, кодекси и стандарти, които ръководят подхода към безопасността на водорода	Доказателства за насоки за разрешаване (за H2 технологии)
Приложение/приемане/доказателство за подход, основан на резултатите, и съответните изисквания	Доказателства за сътрудничество с публичните власти и общо положително отношение към водорода от тяхна страна
Приложение/приемане/доказателство за предписателен подход и произтичащи от него изисквания	



Фигура 3 Карта на силните и слабите аспекти според параметрите за безопасност (вляво) и параметрите за разрешителните (вдясно) от WP2

8 Заключение

Водородните технологии все повече се признават като стълб на пътя на Европа към декарбонизацията в промишлеността, мобилността и битовото потребление, като допълват електрификацията и енергийната ефективност. Данните, събрани от НУРОР – анализи на най-добри практики, семинари със заинтересовани страни, казуси за издаване на разрешения – показват обаче фрагментирана картина на безопасността: разминаващи се тълкувания, неравномерна запознатост с отличителните свойства на H_2 и колебания между предписателни и основани на резултатите подходи.

Възприятието и познанията на заинтересованите страни, участващи в процедурите по безопасност и издаване на разрешения, се считат за движещи сили за изпълнението на водородни проекти. Използването на водород се възприема от мнозина като ново, но водородните технологии се използват безопасно в редица промишлени приложения от миналия век. Разработват се нови приложения и нововъзникващи водородни технологии за мобилност и жилищни приложения. В тези случаи подходите за безопасност, на които се основава регулаторната рамка, трябва да следват темпото, определено от научните изследвания и иновациите, а това не е лесна задача. Всъщност общите подходи за безопасност, свързани с водородните технологии и самия водород като гориво, не са напълно разработени. Тази несигурност се отразява както на национално, така и на местно равнище в ЕС, където изискванията за безопасност могат да доведат до бариери, които възпрепятстват частните инвестиции и усложняват работата на заинтересованите страни, участващи в процедурите за издаване и получаване на разрешителни (например публични органи срещу предприятия).

Настоящ проблем: Настоящата фаза се характеризира с ограничен практически опит с водорода: много местни власти (преди всичко пожарните служби и техническите служби, отговарящи за опазване на околната среда, градоустройство и предотвратяване на инциденти) не разполагат с подкрепата на регулаторна рамка и затова се затрудняват да тълкуват съществуващите разпоредби (често създадени за други горива) при оценката на иновативни решения.



Цел: Намаляване на несигурността и сроковете за издаване на разрешения и повишаване на знанията и осведомеността – при гарантиране на документиран, равностойни нива на безопасност – чрез структуриран, възпроизводим път за взаимодействие между инициатора на проекта/проектанта на HSE и публичните власти.

Фрагментираната среда в областта на безопасността води до:

- По-дълги и по-трудно предвидими срокове за издаване на разрешения.
- Неравномерни и разнообразни изисквания за безопасност в ЕС (прекомерни или недостатъчни инженерни изисквания).
- Повишени „непреки разходи“ за разработване (повторящи се цикли на преразглеждане, повтарящи се консултации).
- Отслабено доверие на обществеността при ниска прозрачност.

Препоръките, включени в насоките на НУРОП, могат да бъдат обобщени в два оперативни стълба, които могат да стимулират ежедневното прилагане и възпроизводимост.

- **Технически действия:** от картографиране на регулаторните пропуски до целенасочено адаптиране и трансфер на най-добри практики от подходите на ЕС; от различни технически изисквания (например сертифициране и съответствие с АТЕХ, инженеринг на разположението и контейнеризация, ранно откриване и адаптивна вентилация и др.) до постепенна стандартизация на методологиите за оценка на риска и общ подход към безопасността.
- **Трансфер на знания и повишаване на осведомеността:** процес на непрекъснато усъвършенстване, основан на модулно обучение за властите и операторите; създаване на широка, стандартизирана екосистема за участие, която укрепва взаимодействието между заинтересованите страни с цел изграждане на приемане и противодействие на дезинформацията; организиране на семинари между технически експерти и публични власти за обмен на мнения и съгласуване на гледните точки по отношение на безопасността; и съвместно създаване на протоколи за извънредни ситуации с пожарната служба.

Прилагането на този модел ще ускори безопасното внедряване, ще намали административната тежест и ще укрепят доверието на обществеността, като ще постави началото на един благотворен цикъл между иновациите и управлението на риска.



9 Приложение А

i. ЕС насоки

Следващата таблица включва някои насоки за безопасност, идентифицирани по време на НУРОР, които могат да бъдат взети под внимание, за да се проучат различни подходи и да се започне разработването на свои собствени насоки въз основа на собствения подход към безопасността и чрез въвеждане на промени или адаптации от други най-добри практики.

Таблица 20 ЕС насоки за безопасност, идентифицирани в НУРОР

Държава	Въздействие	Теми	Сектори	Субекти	Изводи
Швейцария ¹⁰	Национално	Безопасност/разрешителни	H ₂ производство	Асоциация на производителите на H ₂ , компании, национални органи	Рамката за издаване на разрешения се основава на опростени взаимодействия между публичните органи, при които обменът на информация за различни видове разрешения се ръководи от един главен орган. Необходими са две основни разрешения – за строителство и за електрозахранване. Разрешението за строителство включва

¹⁰

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11554&ved=2ahUKewiEu47S3N-OAxU8cvEDHQm-Hv4QFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw2qMyiJ0ZB6GKrH3iWeuf5f>



Държава	Въздействие	Теми	Сектори	Субекти	Изводи
					<p>екологични разрешения като оценка на въздействието върху околната среда, ако:</p> <ul style="list-style-type: none"> Съхранението на газ надвишава 50 000 м³ или в случай на съхранение на течности, ако то надвишава 5000 м³; Оперативната площ на завода надвишава 5000 м² или ако синтезираните химични продукти надвишават 1000 тона годишно. <p>Аспекти, свързани с безопасността:</p> <ul style="list-style-type: none"> Хармонизирани стандарти на междукантонално равнище като предотвратяване на пожари; Правна референция за потенциално експлозивни атмосфери, VUV (еквивалент на ATEX 1999/92/EC)
Нидерландия ¹¹	Национално	Безопасност	Мобилност (Водородни станции за зареждане)	H2 експерти, ангажирани от властите	Насоките за безопасност на ВЗС (оценени от общината или провинциите) действат като регламент. Вътрешните безопасни разстояния (до 8,5 метра) се изчисляват чрез прилагане на количествена методология, базирана на оценка на риска, софтуер (SAFETI-NL NL v6.5.4) и дефиниции и концепции за безопасност от Европейската асоциация за индустриални газове (EIGA) IGC Doc

11

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS35/PGS%252035%2520voor%2520website%2520ondertekend.pdf&ved=2ahUKewiuzPrr3N-OAxW4Q_EDHcHUMjYQFnoECBcQAQ&usg=AOvVaw05GoR5M1E9FmV_6igboHzr



Държава	Въздействие	Теми	Сектори	Субекти	Изводи
					75/07/E „Определяне на безопасни разстояния“. Регламентът (или насоките) също така препоръчва да се обмислят мерки за смекчаване на последиците, като например противопожарни прегради за намаляване на ескалацията, или промяна в конструкцията на оборудването и/или условията на експлоатация, за да се намали тежестта и/или вероятността от инцидент, ако получените разстояния за безопасност са прекалено големи за конструкцията на ВЗС.
Испания ¹²	Национално	Безопасност	<p>H2</p> <p>Производство</p> <p>Мобилност</p> <p>Жилищно строителство</p>	Асоциация на компаниите	<p>В насоките се посочва испанският подход към безопасността, основан на резултатите, като се описват:</p> <ul style="list-style-type: none"> • най-подходящите методики за анализ на риска, тяхната функция и цели, както и етапът на прилагане в проекта; • идентифицирането на потенциални регулаторни пропуски на национално равнище, препоръки от експерти и представяне на международни регламенти, кодекси и стандарти (RCS) за безопасността на водородните инсталации. <p>Докладват се ключовите елементи, които влияят върху безопасността на водородните инсталации (включително за производство на H2 на място):</p>

¹² <https://bequinator.org/general/guia-de-seguridad-del-hidrogeno-de-bequinator/>



Държава	Въздействие	Теми	Сектори	Субекти	Изводи
					<ul style="list-style-type: none"> • определяне на зони за изключване, където достъпът е ограничен; • безопасни разстояния и мерки за смекчаване на последиците при сценарии на експлозия; • изтичане на H₂ във въздуха, което изисква подходящи вентилационни системи за всички зони АТЕХ; • системи за откриване на газ и пожар..

ii. Доказателства за наличието на регламенти за безопасността на проектите за H₂ в ЕС

По-долу са посочени някои правила за безопасност, определени в HYPOP, класифицирани според вида на подхода към безопасността и изброяващи основните изисквания за сигурност. За допълнителна информация, моля, вижте D2.1 на HYPOP.

Table 2 Existing EU safety regulations for H₂ projects

Държава	Приложение на H ₂	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
Италия	Производство на H ₂	Постановление от 7 юли 2023 г. на Министерството на вътрешните работи: „Технически правила за предотвратяване на пожари за определяне на методологии за анализ на риска и мерки за пожарна	• Безопасни разстояния от 3 m до 5 m (P<10 бара)	Предписителен



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
		безопасност, които трябва да се приемат при проектирането, строителството и експлоатацията на инсталации за производство на водород чрез електролиза и техните системи за съхранение.” ¹³	• Безопасни разстояния от 15 m до 30 m (700 <P<1000 бара)	
Италия	ВЗС	Постановление от 23 октомври 2018 г. на Министерството на вътрешните работи: „Технически правила за пожарна безопасност при проектирането, строителството и експлоатацията на инсталации за разпределение на водород за моторни превозни средства“; ¹⁴	Безопасни разстояния от 12 m до 30 m	Предписителен
Испания	ВЗС	Кралски указ 919/2006 от 28 юли (ITC-ICG 5) ¹⁵	ISO/TS 19880-1:2020 „Газов водород – Станции за зареждане – Част 1: Общи изисквания“	Производителност

¹³ <https://www.vigilfuoco.it/media/notizie/gu-decreto-7-luglio-2023-impianti-di-produzione-di-idrogeno-mediante-elettrolisi-e-relativi-sistemi>

¹⁴ <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2018/11/05/18A07049/SG>

¹⁵ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-15345#itcicg05>



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
Испания	Жилищен сектор	Кралски указ 656/2017, Наредба за съхранение на химични продукти и допълнителни технически инструкции MIE APQ 0 до 10 ¹⁶ (MIE APQ-1; MIE APQ-5; MIE APQ-10).	<ul style="list-style-type: none"> В зависимост от количеството на съхраняваните продукти; Безопасни разстояния между опасните съоръжения – 3 м / 6 м или разделителна стена 	Предписителен
Полша	ВЗС	Наредба на министъра на климата и околната среда от 21 октомври 2022 г. относно подробните технически изисквания за водородни станции (Държавен вестник 2022, брой 2158) ¹⁷	<ul style="list-style-type: none"> стандарти ISO 1988-1 и EN ISO 17127 стандарти ISO 19880-2 и EN ISO 17268 	Производителност

¹⁶ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2017-8755>

¹⁷ <https://www.gov.pl/web/klimat/rozporzadzenie-ministra-klimatu-i-srodowiska-w-sprawie-szczegolowych-wymagan-technicznych-dla-stacji-wodoru>



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
България	ВЗС + производство на H2 на място	Наредба № RD-02-20-2 от 28 септември 2020 г. относно „Условията и процедурата за проектиране, строителство, въвеждане в експлоатация и контрол на станции за зареждане на превозни средства с водороден гориво” ¹⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Безопасни разстояния до 15 м. • BDS ISO 16111 „Преносими устройства за съхранение на газ. Водород, абсорбиран в обратими метални хидриди • BDS EN ISO 17268 „Устройства за свързване за зареждане на пътни превозни средства с газообразен водород (ISO17268:2012)“. 	Предписителен

¹⁸ <https://lex.bg/bg/laws/ldoc/2137206003>



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
			<ul style="list-style-type: none"> • BDS EN 17127 „Външни пунктове за зареждане с водород, разпределящи газообразен водород и включващи протоколи за зареждане“; • BDS EN 60079-10-1 „Взривоопасни атмосфери. Част 10-1: Класификация на зоните. Взривоопасни газови атмосфери“ 	



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
Република Чехия	ВЗС	Методология за изграждане и експлоатация на станции за зареждане с компресиран водород за мобилни устройства ¹⁹ (официално прилагана насока)	Безопасни разстояния от 3 м до 8 м	Предписителен
Франция	ВЗС	Наредба от 22 октомври 2018 г. относно общите изисквания, приложими за класифицираните съоръжения за опазване на околната среда, подлежащи на деклариране под рубрика № 1416 (станция за разпределение на водороден газ) ²⁰	Безопасни разстояния от 6 m до 14 m (намалени максимално до 10 m)	Предписителен/ Производителност
Франция	Жилищен сектор	Решение от 12 февруари 1998 г. „Общи изисквания, приложими за класифицирани инсталации за опазване на околната среда, подлежащи на	<ul style="list-style-type: none"> • Безопасни разстояния в закрити помещения 5 m • Безопасни разстояния в 	Предписителен

¹⁹ <https://hzscr.gov.cz/clanek/metodika-vystavby-a-provozu-plnicich-stanic-stlaceneho-vodiku-pro-mobilni-zarizeni.aspx>

²⁰ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037519292/>



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
		деклариране съгласно рубрика № 4715). ²¹	открити помещения 8 m	
Германия	B3C	Ръководство за разрешителни за водородни станции за зареждане ²²	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 19880-1:2020 Газов водород – Бензиностанции – Част 1: Общи изисквания • TRGS 720: Опасни взривоопасни смеси – Обща информация • TRGS 727: Избягване на опасности от възпламеняване поради 	Производителност

²¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000571176>

²² https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2022/03/NOW_Genehmigungleitfaden_H2-Tankstellen.pdf&ved=2ahUKewibqrl0vt-OAxU_V6QEHabPPCEQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw1DDVCWjEDp6w9zjCd4ybOy



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
			<p>електростатични заряди</p> <ul style="list-style-type: none"> • TRGS 745: Преносими контейнери за състен газ – Пълнене, съхранение, вътрешен транспорт и изпразване 	
Нидерландия	ВЗС	PGS35 „Водородни инсталации за доставка на водород до превозни средства и машини” ²³	<ul style="list-style-type: none"> • Безопасни разстояния от 2 m до 8,5 m • софтуеър (SAFETI-NL v6.5.4), • Концепции за безопасност от Европейската асоциация за 	Производителност

²³ <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/pgs35/>



Държава	Приложение на H2	Референция	Основни изисквания	Безпасен подход
			индустриални газове (EIGA) • IGC Doc 75/07/E “Определяне на безопасни разстояния”	
Хърватия	Промисленост, ВЗС, жилищен сектор	Въз основа на NFPA-2/2020 „Кодекс за водородните технологии“ (не е национален регламент)	• Безопасни разстояния от съхранение на сгъстен водород между 1,5м и 14м в зависимост от използваното оборудване	Производителност

iii. Основни препратки към регламенти, кодекси и стандарти (RCS)

Следващата таблица включва някои основни RCS, които могат да бъдат проверени. За повече подробности относно стандартите се препоръчва да проверите както D2.3, така и D4.5 Сертификационни насоки на HYPOP.

Таблица 22 Основни препратки към нормативни актове, кодекси и стандарти

Полезни стандарти и регламенти за безопасността на водорода
Защита от експлозия: IEC/EN 60079 и ISO/IEC 80079;



ISO 22734 – Генератори на водород чрез електролиза на вода – Промислени, търговски и битови приложения: изисква от производителите на електролизьори да извършват оценка на риска. В зависимост от окончателното местоположение на оборудването, собствениците/операторите на инсталации може да се наложи да извършат своя собствена допълнителна оценка на генератора на водород, като прилагат класификация на зоните съгласно IEC 60079-10-1 или подходящ национален стандарт.
ISO 19880 - Газов водород – Бензиностанции
Класификация на зоните и методи за защита от възпламеняване съгласно IEC 60079, ISO/IEC 80079 и NFPA 2
ISO/TR 15916 – Основни съображения за безопасността на водородните системи
Допълнителни ресурси (с препратки)
База данни с кодекси и стандарти за водород и горивни клетки: https://h2tools.org/fuel-cell-codes-and-standards?search_api_fulltext=
Ръководство на EIGA: Системи за водородни тръбопроводи https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.eiga.eu/uploads/documents/DOC121.pdf&ved=2ahUKEwja-_uC4d-OAxVmVqQEHaObHnkQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw2Xm3-VobjG-Flg0-Bkki3n
Ръководство на EIGA: НАСОКИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ВОДОРОД В МАЛКИ РАЗМЕРИ https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.eiga.eu/ct_documents/doc246-pdf/&ved=2ahUKEwja-_uC4d-OAxVmVqQEHaObHnkQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw1ue2JTdruiEf8Qz9O5yME
NFPA ръководство: основни предпазни мерки за производството, инсталирането, съхранението, транспортирането, използването и боравенето с водород в състояние на сгъстен газ https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-2-standard-development/2&ved=2ahUKEwi-1L724d-OAxW4KvsDHU5HlzYQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw3X4ls3hYFY0_tlrRBlw7D8



iv. Технически семинари на HYPOP

Технически семинар: Испания

Двата семинара, организирани в Испания от Centro Nacional de Hidrogeno, включваха презентации на проекта HYPOP и дискусии с аудиторията, съставена предимно от представители на компании. Най-значимите резултати от тези семинари се отнасяха до основните предизвикателства/пречки, срещнати при демонстрирането на безопасността на водородните технологии.

Основните предизвикателства и пречки са обобщени в следните категории:

- **Знания:** липсата на информация и осведоменост (обикновено от страна на администрациите), наличието на предишни инфраструктури и липсата на прецеденти също бяха посочени като проблем.
- **Обществено мнение:** доверие, социална осведоменост (борба с фалшиви митове, повишаване на осведомеността в обществото, че H₂ е с нас от десетилетия) и социални проблеми.
- **Регулиране и сертифициране:** липса на конкретно регулиране, липса на единно конкретно регулиране, сертифициране, стандартизирани най-добри практики, хомогенност.
- **Предотвратяване на замърсяването на околната среда.**
- **Технико-икономически въпроси:** разходи, икономически въпроси, търсене, използване на технологията, работни часове на машините, предвиждане на износването на съоръженията за съхранение, проектиране на съоръженията, съхранение, разпределение, приближаване на H₂ до хората чрез ВЗС.
- **Безопасност:** ниското ниво на осведоменост относно безопасността и трудността при откриването на изтичане на водород бяха другите теми, които бяха обсъдени. Общи аспекти по тази тема, като зони с опасност от експлозия, обхват на



възпламенимост на H₂, стойности на налягането при генериране и съхранение на H₂, липса на данни за предишни инциденти (за валидиране на нивото на безопасност). Разработване, разпространение и прилагане на пасивни и активни мерки за безопасност.

Технически семинар: Италия

Италианският семинар се проведе по време на Hydrogen Expo Piacenza. Семинарът беше организиран от ENVIPARK в сътрудничество с Италианската асоциация за водород и горивни клетки (H₂IT) и в него участваха частни компании и публични власти.

Беше проведена кръгла маса, на която се обсъдиха основните пречки, с които се сблъскват заинтересованите страни в сектора на водорода в Италия. Основните критични точки, които бяха идентифицирани, бяха ниският опит и възприятие на публичните власти по отношение на водорода и несигурността относно тълкуването и прилагането на съществуващите правила за безопасност на национално ниво.

Чрез дискусиите бяха събрани основните изводи от лекторите и аудиторията, за да се разработи вероятна дискусия за ангажиране на органите по безопасност. Основните стъпки са описани тук:

- **Представяне на проекта (безопасност):** Представяне на проекта на командването на пожарната служба, за да се улесни разбирането му и да се ускори процеса на одобрение.
- **Нормативни препратки:** Преглед с пожарните служби на министерските укази и регламенти, които се прилагат за всеки раздел на инсталацията.
- **Критични въпроси:** Анализ на потенциалните критични моменти на проекта и идентифициране на подходящи мерки за смекчаване на риска.
- **Нужди:** Прилагане на съществуващите правила за безопасност, въвеждане на специфични условия за всеки възможен размер на проекта и инсталирани технологии.



- **Инструменти:** Изискване на оценка на риска и уточняване на желаната методология.
- **Подход:** Разсъждение върху вероятните сценарии на инциденти, вместо върху тежестта им.

Технически семинар: Белгия

CLUSTER TWEED организира онлайн семинар с участието на компания, специализирана в услуги в областта на околната среда и безопасността; частна компания, която реализира проект за водород във **верига магазини за храна**, компания, занимаваща се с разпределителна мрежа за газ и електроенергия; и **Свободния университет в Брюксел**. CLUSTER TWEED проведе презентация, фокусирана върху настоящата ситуация в Белгия и съседните страни. В края се проведе кратка сесия за въпроси и отговори, която подчерта, че основният проблем при разглеждането на безопасността на водородните проекти не е техническият аспект, а по-скоро приемането от страна на заинтересованите страни, за да се направи той приемлив. Във връзка с неясната административна рамка във Валония, публичните власти като цяло се страхуват от тази нова технология. Тъй като администрацията няма опит в областта на водорода, тя често се позовава на регламентите SEVESO, дори и за малки проекти. Тъй като няма конкретни критерии за приемане, те следват критериите SEVERO, които са много ограничителни за проекти, свързани с водород, като станциите за зареждане с водород. Всички участници се съгласиха, че **обучението и повишаването на осведомеността сред властите е от съществено значение** и че индустрията може да се включи в този процес.

Технически семинар: България

Българският семинар се проведе в Българската академия на науките в София. Някои от участниците бяха представители на следните организации: Държавната агенция за метеорологичен и технически надзор, Българската академия на науките, различни университети, общини и Националната служба за пожарна безопасност и гражданска защита.



Поради значителните пропуски в нормативната уредба в България, семинарът разгледа в общи линии основните нужди, които трябва да бъдат удовлетворени. Националната служба за пожарна безопасност и гражданска защита информира участниците за всички правни и нормативни изисквания и практически примери, свързани с производството, съхранението и използването на водород. Участниците изразиха мнението, че държавните органи трябва да предприемат проактивен подход и да въведат по-бързо законодателни норми, за да дадат възможност на предприятията да внедрят водорода в голям мащаб. Като пример за следващите стъпки, които ще видим в България, ще бъде създадена работна експертна група, специално за разрешителни за водородни проекти. Участниците изразиха надежда, че тази група ще даде положителен импулс на водородните проекти и разрешителните за тях.

Технически семинар: Полша

Целта на семинара беше да запознае аудиторията с проекта HYPOP (Hydrogen Public Opinion and Acceptance) и да инициира задълбочена и конструктивна междурегионална дискусия относно потенциала и предизвикателствата, свързани с водородната икономика. На срещата се събраха представители от различни сектори – промишленост, публична администрация и експерти по околната среда. Това междусекторно присъствие гарантира цялостен поглед върху развитието на водородната икономика.

По време на дискусията участниците споделиха опит, нужди и предизвикателства, свързани с изпълнението на проекти за водород. Бяха идентифицирани следните ключови проблеми:

- Сложност и липса на прозрачност в административните процедури; липса на единни местни стандарти;
- Недостатъчна административна компетентност в техническите и правните аспекти на водородните инсталации;
- Липса на съгласувани инструменти за обществено общуване и механизми за ангажиране на гражданите;
- Неизползван потенциал за синергия с проекти, финансирани от ЕС;
- Необходимост от единни насоки за Поморския регион.



v. Технически анализ на изискванията и бариерите за безопасност: допълнение от HYPOP D2.1

Информацията, предоставена в тази част от приложението, има за цел да допълни техническия анализ на изискванията за безопасност за водородни проекти, който се съдържа в D2.1. Тази работа беше извършена (включително в случая с издаването на разрешения) успоредно с организирането на семинари за ангажиране на заинтересованите страни. **Допълнителна информация, резултати и сравнения за други страни можете да намерите в HYPOP Deliverable 2.1.**

ХЪРВАТИЯ

Хърватия понастоящем не разполага със специална правна рамка за водорода в промишления, транспортния или жилищния сектор. Прилагат се съществуващите регламенти, свързани с възпламеними газове, безопасност на строителството и енергетика, често в комбинация с директиви на ЕС. За транспортното и промишленото използване се спазват правилата на ЕС, докато в жилищния сектор водородът все още е в пилотна фаза.

Основните предизвикателства, с които се сблъскват заинтересованите страни при работа с разрешителни, свързани с водорода, включват:

- липса на ясна и конкретна правна рамка;
- допълнителни изисквания за безопасност;
- различни тълкувания и процедури между общините и окръзите.

Общи изисквания за безопасност



Ограничените количества опасни вещества, които трябва да се съхраняват на мястото на инсталацията, трябва да се проверяват в съответствие с приложение IA към Регламента за предотвратяване на големи аварии с опасни вещества (OG, 44/14, 78/15, 31/17, 45/17):

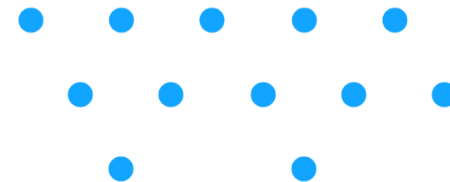
Таблица 23 Ограничени количества опасни вещества съгласно Регламента за предотвратяване на големи аварии, включващи опасни вещества

Сериен номер	Опасно вещество	Допустими минимални количества опасни вещества (в тонове)	
		Малки количества	Големи количества
Приложение IA, част 2			
15	Водород	5	50

Освен това, тъй като водородът е определен като опасно вещество, което при изтичане може да доведе до възникване на експлозивна атмосфера и възможни експлозии, са определени опасни зони и безопасни разстояния. Тъй като хърватското законодателство понастоящем не съдържа разпоредби, определящи безопасните разстояния на резервоари за сгъстен водород от други сгради и източници на пожар, се прилага **стандартът NFPA-2/2020**, чиито стойности са посочени по-долу.:

Таблица 24 Безопасни разстояния от стандарт NFPA-2/2020 (от Хърватия)

ВИДОВЕ ПОТЕНЦИАЛНИ ОБЕКТИ В БЛИЗОСТ ДО ТАНКЕР ЗА СГЪСТЕН ВОДОРОД („ТРЪБНО РЕМАРКЕ“)	МИНИМАЛНО РАЗСТОЯНИЕ ОТ РЕЗЕРВОАР ЗА СГЪСТЕН ВОДОРОД (m)
ПОЖАРОУСТОЙЧИВИ СГРАДИ	5,8
ВЪЗПЛАМЕНИМИ ИЛИ С НИСКА ВЪЗПЛАМЕНИМОСТ СГРАДИ	5,8
ПАРКИРАНИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА	7,3



ВИДОВЕ ПОТЕНЦИАЛНИ ОБЕКТИ В БЛИЗОСТ ДО ТАНКЕР ЗА СГЪСТЕН ВОДОРОД („ТРЪБНО РЕМАРКЕ“)	МИНИМАЛНО РАЗСТОЯНИЕ ОТ РЕЗЕРВОАР ЗА СГЪСТЕН ВОДОРОД (m)
ПУБЛИЧНИ МАГИСТРАЛИ, ЖЕЛЕЗОПЪТНИ ЛИНИИ И ДРУГИ ПОВЪРХНОСТИ, СОБСТВЕНОСТ НА ТРЕТИ СТРАНИ	14
РЕЗЕРВОАРИ ЗА ТЕЧЕН ВОДОРОД	1,5
МЕСТА ЗА ОБЩЕСТВЕНИ СЪБРАНИЯ	14
OPEN CALLS	14
РЕЗЕРВОАРИ ЗА ТЕЧЕН КИСЛОРОД	5,8
РЕЗЕРВОАРИ СЪС ЗАПАЛИМИ ТЕЧНОСТИ	5,8
UNDERGROUND TANKS BREATHING VALVES - ДИХАТЕЛНИ ВЕНТИЛИ ЗА ПОДЗЕМНИ РЕЗЕРВОАРИ	5,8
ТЕЧНИ ГОРИВА	5,8
ВЪЗПЛАМЕНИМИ ТВЪРДИ МАТЕРИАЛИ (СКЛАДИРАНЕ НА ГОРИВА) ТВЪРДИ МАТЕРИАЛИ	14
ВЪЗДУШНИ КОМПРЕСОРИ	14
ДРУГИ СТРУКТУРИ	14



КИПЪР

Участието на заинтересованите страни допринесе за анализа на основния проект за водород, реализиран в Кипър. Проектът **GreenH2CY** е една от малкото инициативи в Кипър, която интегрира **производството, съхранението и използването на възобновяем водород специално за автомобилния транспорт**. Финансиран по поканата за кандидатстване за **Иновационния фонд за 2022 г.**, проектът има за цел да включи на едно и също място:

- Инсталирането и експлоатацията на **2-мегаватов (MW) електролизьор с протонно-обменна мембрана (PEM)**, състоящ се от два електролизни стека с мощност 1 MW (производствен капацитет 150 тона/година);
- **Съоръжение за съхранение на водород**, състоящо се от две съхранилища (2 × 500 kg);
- **Станция за зареждане с водород** на същото място.

Заинтересованите страни по проекта са ангажирани в процеса на **издаване на разрешителни от над две години**, като се сблъскват със значителни предизвикателства поради **липсата на образование в областта на водорода сред властите**, както на местно, така и на национално равнище. В контраст с това, **общественото възприятие и ангажираността на общността са много положителни**, като проектът се описва като възможност за декарбонизация на транспортния сектор.

Future Fuels Ltd, координаторът на проекта, допринесе с тези познания за проекта HYPO по отношение на **процедурите за безопасност и издаване на разрешителни**.

От гледна точка на **безопасността, пожарната служба** е компетентният орган за издаване на разрешителни, свързани с безопасността. Тъй като **няма специфични технически насоки или регламенти за водорода**, единственият известен нормативен документ е **Директивата SEVESO**. Въпреки това, поради **неприложимостта ѝ към малки пилотни проекти (под прага от 5 тона)** и **строгите ѝ изисквания за безопасност**, в крайна сметка тя беше разгледана, но **не беше приложена**.



Вместо това процедурата включваше анализ на **съществуващите насоки за конвенционалните горива** и представяне на **доклад за безопасност** на пожарната служба, включващ **результатите от оценка на риска**, подчертаваща риска от **експлозия при съхранение на водород** и **необходимите разстояния за безопасност** между съоръжението за съхранение и външните граници на обекта.

РЕПУБЛИКА ЧЕХИЯ

Регионалните пожарни служби (на областно ниво) са компетентните органи по безопасността. Към момента не съществуват специфични работни групи или инициативи, насочени към събиране на най-добри практики и споделяне на опит. На практика всеки проект се разглежда като отделен случай.

В момента практическят опит за водородна мобилност в страната се основава на четири водородни станции за зареждане с налягане 700 бара: една в Острава, експлоатирана от VÍTKOVICE, a.s., две (една в Прага и една в Литвинов), експлоатирани от ORLEN Unipetrol, и една близо до Прага, експлоатирана от ČEPRO, a.s.

В Чешката република съществуват насоки за разработването на водородни станции за зареждане. Те могат да бъдат проверени на следния линк: <https://hzscr.gov.cz/clanek/metodika-vystavby-a-provozu-plnicich-stanic-stlaceneho-vodiku-pro-mobilni-zarizeni.aspx>.

Основните характеристики на насоките за водородни станции за зареждане са както следва.

Тези насоки са изготвени при липса на официална регулация и следователно служат като де факто стандарт. Те определят методология, която установява основните условия за изграждане на нови станции за зареждане с компресиран водород за мобилно оборудване, по-специално за транспортни средства.

Те описват и редица методи, които се използват поотделно или в комбинация, за предотвратяване на инциденти, ограничаване на щетите и процедури за реагиране при извънредни ситуации в случай на възникване на запалима или експлозивна атмосфера. Документът е изготвен в сътрудничество между публични и частни органи, заедно с независимата сертификационна организация TÜV NORD, и съдържа разпоредби както за пожарната безопасност, така и за процедурите за издаване на разрешения.



За избора на място, проектирането, строителството, пускането в експлоатация, експлоатацията и поддръжката той се основава на опита на сходни инсталации и на регламентите за CNG и LPG, както и на поуките от проектирането, строителството, експлоатацията и поддръжката на първата (и досега единствена) станция за зареждане със сгъстен водород в Нератовице и на международно признатите технически стандарти, приети от Чешката република. Документът **не** обхваща производството на водород на място или използването на течен водород. Въпреки това, методологията се отнася за различни типове станции – публични или частни, с възможност за бавно или бързо зареждане.

Структура на насоките

- **Определения, терминология и приложими нормативни позовавания**
- **Технически и административни изисквания за подаване на проект за станция за зареждане с гориво**
- **Препоръки относно характеристиките на обекта и проектирането на станцията**
- **Тестове за валидиране на системата**

Тази структура отразява **предписателен подход към безопасността**, като дава ясни указания на проектанта. Основните справочни материали за пожарна безопасност при разработването на водородна станция за зареждане са:

- **ČSN 73 0802** (пожарна безопасност на непроизводствени сгради)
- **ČSN 73 0804** (пожарна безопасност на производствени сгради)

Допълнителен ключов справочен материал: **ISO/TS 19880-1 – Газообразен водород – Станции за зареждане – Част 1: Общи изисквания.**

- **Минималното разстояние между дозаторите** трябва да предотвратява припокриването на опасни зони на експлозия.
- **Всички компоненти на станцията** трябва да бъдат защитени от механични повреди, причинени от работата на моторни превозни средства.



- Тръбопроводите за водород трябва да отговарят на EN 13480-3 – Промислени метални тръбопроводи, част 3: Проектиране и изчисление.
- Съдовете за съхранение под налягане трябва да отговарят на EN ISO 11114-4 – Газови бутилки за транспортиране на газове, част 4: Методи за изпитване за избор на стомани, устойчиви на водородна крехкост.
- Диспенсърите трябва да бъдат инсталирани на открито под навес, изработен изцяло от незапалими материали (включително покрив).

Таблица 25 Безопасни разстояния, изисквани в Република Чехия

Категория разстояние	Разстояние (m)
От източници на топлина и открит пламък	5
Зона с риск от пожар и експлозия, създадена от съоръжения за съхранение и оборудване под налягане	5
От обществени пътища и паркинги	8
От сгради с открит огън, запалими повърхности/сгради и вентилационни отвори	8
От резервоари и складове за втечен нефтен газ	8
От оборудване за CNG и LNG	8
От компресора	3



Необходимите документи за планиране и одобрение на строителството (подробният списък е даден в насоките; основните препратки включват):

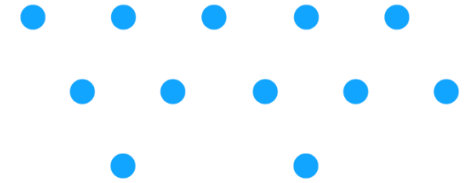
- Закон № 133/1985 Сб. за противопожарна защита (с изменения)
- Закон № 505/1990 Сб. за метрологията (с измененията)
- ČSN 1127-1 – Взривоопасни атмосфери – Предотвратяване и защита от взривове – Част 1: Основни понятия и методология
- Указ № 499/2006 Сб. за строителната документация (с измененията)
- Указ № 169/2016 Coll. относно обхвата на документацията за договори за обществени поръчки и инвентаризацията на строителни работи, доставки и услуги, изменен с Указ № 405/2017 Coll.
- ISO 26142 – Апарати за откриване на водород – Стационарни приложения
- IEC 61000 – Електромагнитна съвместимост (EMC)
- ČSN 73 0810 – Пожарна безопасност на сградите – Общи разпоредби

Вместо това, няма доказателства за наличието на насоки или конкретни правила за заводите за производство на водород, както е посочено на следния линк: <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/policies-and-standards/national-policy>

Въпреки това, в страната се предвиждат някои процеси за производство на водород: Green Mine (2027 г., Мост, регион Усти над Лабем), където ще бъде построен електролизьор като част от проекта Green Mine (годишно производство от 360 тона); проект, при който водородът, произведен от електролизьора, се свързва с излишъка от енергия, произведена от фотоволтаични панели. Проектът трябва да стартира през 2027 г. и се управлява от ORLEN Unipetrol (годишно производство от 4500 тона).

В момента в Чешката република има само няколко активни проекта, свързани с водорода. Има няколко водородни станции за зареждане, които са построени и функционират, както и проект за производство на водород чрез електролизьори, захранвани от фотоволтаичен парк. Тези проекти обаче имат общата характеристика, че са разположени в индустриални зони, често на частни терени на компании, особено в **химическия сектор**. Това оказва влияние както върху **вида на участващите публични органи**, така и върху техния опит и възприятие по отношение на такива проекти, като същевременно подчертава **общата липса на опит** в публичен или градски контекст.

Проектът за производство на водород, който в момента е в процес на одобрение, не среща големи затруднения по отношение на процедурите за безопасност, главно защото се намира в близост до райони, където химическите компании рутинно работят с други



взривоопасни газове. **Единственото предизвикателство**, с което се сблъска, беше необходимостта от **въвеждане на допълнителни стандарти и мерки за безопасност**, за да се отговори на опасенията, изразени от **пожарникарите** поради близостта на обекта до **железопътни линии**.

Понастоящем в Чешката република **няма специфични национални или регионални правила за безопасност** за проекти, свързани с водород – нито за ВЗС без производство на място, нито за съоръжения за производство на водород. За съществуващите ВЗС се спазват **стандартните правила за станции за зареждане с природен газ и втечнен нефтен газ** (заедно с насоките, които функционират като методология). Освен това се изисква инсталирането на **газови детектори**, подходящо **зониране по АТЕХ и анализ на риска**. Прилагат се някои **предписани безопасни разстояния**, но те **могат да бъдат отменени след обсъждане с пожарната служба**, при условие че **минималните критерии за безопасност** все още са спазени. Това обикновено е възможно благодарение на **техническата компетентност и отвореността на пожарните служби**, които са свикнали да работят в промишлени условия.

ЛИТВА

Един от основните представители на проекта „Пристанище Клайпеда“, който в момента е най-напредналата инициатива в областта на водорода в Литва, се включи и сподели своето мнение. Проектът **предвижда изграждането на завод за производство на водород и станция за зареждане с гориво в рамките на пристанището**. Оборудван с електролизьор с мощност 1,25 MW, заводът ще произвежда около 531 кг водород на ден и ще разполага с хранилище за 1500 кг. Водородът ще се разпределя чрез две единици: една отворена за обществено ползване и една, предназначена за зареждане на собствените превозни средства на пристанището (хибридни кораби, използвани за събиране и обработка на отпадъци).

Тази инициатива даде възможност и за създаването на работна група, чиято цел е да изготви национална регулаторна рамка за водорода в Литва.

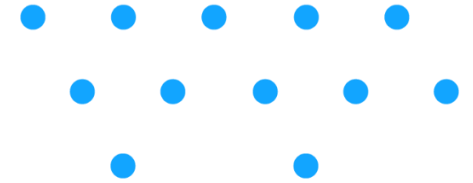


Понастоящем Литва няма специфични правила за водорода. Вследствие на това всички процедури за издаване на разрешения – обхващащи безопасността, околната среда и други аспекти – се разработват ad hoc в консултация с компетентните органи. Цялата процедура по издаване на разрешения отне повече от 2,5 години и сега е в заключителната си фаза.

Когато пристанищната администрация започна процеса през 2023 г., тя предложи два възможни места за инсталиране. Едното от тях беше отхвърлено от пожарната служба, защото беше твърде близо до зона, използвана за обработка на торове, и следователно беше счтено за опасно.

Ключови моменти относно безопасността:

- За използването на германските стандарти за безопасно строителство на съоръжения и безопасно управление на работата беше необходимо подаване на официално заявление. По-конкретно, по-рано тази година министърът на енергетиката издаде наредба, разрешаваща използването на германските стандарти за техническото проектиране на проекти, свързани с водорода. Приложимите стандарти са следните:
 - **Насоки за инсталиране на водородни станции за зареждане** (на немски език: Genehmigungslaufplan Wasserstoff-Tankstellen);
 - **Общи изисквания за безопасност за водородни станции за зареждане** съгласно ISO 19880-1:2020 (*Газов водород – Бензиностанции – Част 1: Общи изисквания*);
 - **Приложение 1 към немската Наредба за опасните вещества** (на немски: Gefahrstoffverordnung);
 - **TRGS 720: Опасни взривоопасни смеси – Обща информация** (на немски: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines);
 - **TRGS 727: Избягване на опасност от възпламеняване вследствие на електростатично зареждане** (на немски: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen);
 - **TRGS 745: Преносими контейнери за състен газ – пълнене, съхранение, вътрешен транспорт и изпразване** (на немски език: Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren).



- Беше поискана количествена оценка на риска (QRA); сред другите резултати, тя доведе до изискване за безопасно разстояние от около 5 м около специалните водородни тръбопроводи. Съществуващите правила в Литва обхващат само налягания от 200 бара, така че QRA беше необходима за зони с водородни услуги с по-високо налягане.
- Не бяха поставени специфични изисквания за бетонни кутии или стени за разделяне на оборудването, с изключение на стена за смекчаване на взрива, която защитава терминала.
- Допълнителни безопасни разстояния са в процес на обсъждане.
- Беше необходимо проучване HAZOP, за да се идентифицират всички потенциални опасности.
- Бяха организирани публични презентации, за да се отговори на въпросите на общността. Много от тях дойдоха от екологични групи, загрижени за консумацията на вода и риска от експлозия. Местните власти бяха многократно консултирани и бяха представени примери от Обединеното кралство и Япония.

МАЛТА

В случая с Малта не е намерена информация за конкретни процедури за водород, нито за обща процедура. Намерени са следните елементи за безопасност:

- Закон XXVII от 2000 г., с измененията, Закон за органа по здраве и безопасност при работа, глава 424 от Законите на Малта;
- S.L. 424.15 Наредба за работното място (минимални изисквания за здраве и безопасност);
- S.L. 424.19 Наредба за контрол на риска от големи аварии;
- S.L. 424.29 Наредба за работното място (минимални изисквания за здраве и безопасност при работа на строителни обекти), отменена с правно уведомление 88 от 201

СЛОВАКИЯ



HYPOР ангажира представител на региона Кошице в Словакия. Регионалната власт започна да работи по въпросите, свързани с водорода, преди около пет години и помогна за изготвянето на регионална стратегия за водорода. Заинтересованата страна се присъедини като координатор на наскоро финансираната **EASTGateH₂ Valley**, чиято цел е да инсталира общо **4 MW за електролитно производство на водород, заедно с водородна станция за зареждане.**

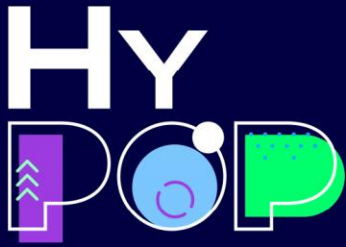
График на проекта

Долината ще бъде реализирана в две основни фази:

1. **Фаза 1** – инсталиране на първия електролизьор с мощност 2 MW (разрешителните са в напреднала фаза) и първи стъпки за изграждане на HRS на същото място;
2. **Фаза 2** – инсталиране на втория електролизьор с мощност 2 MW.

Ключова информация по теми, свързани с безопасността:

- **Все още не съществува специален национален кодекс за безопасност на водорода.** Поради това е необходим индивидуален подход за всеки проект.
- Секторните асоциации и Министерството на икономиката работят по ново законодателство.
- За настоящата долина изискванията за безопасност се оценяват от **Техническата инспекция** и **Общинския съвет**, с подкрепата на **Пожарната служба**, която помага за изготвянето на Плана за управление на безопасността и Оценката на риска, включени в техническото досие.



 www.hypop-project.eu

 info@hypop-project.eu

#HYPOPPROJECT



Let's make
the hydrogen
revolution

