

Vätgas - en brandfarlig gas

Gällande regler och pågående arbete inom
forskning, lagstiftning och vägledning

Marcus Runefors, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola

Carina Fredström, MSB



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

marcus.runefors@brand.lth.se

carina.fredstrom@msb.se



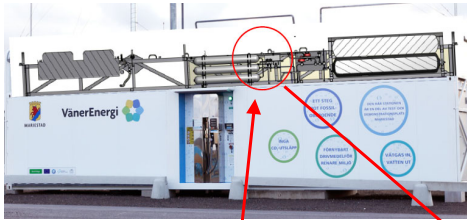
LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

1

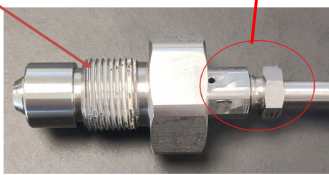


2

Sandvika 2.0? (Mariestad i mars 2022)



Monterad i tryckkärlet

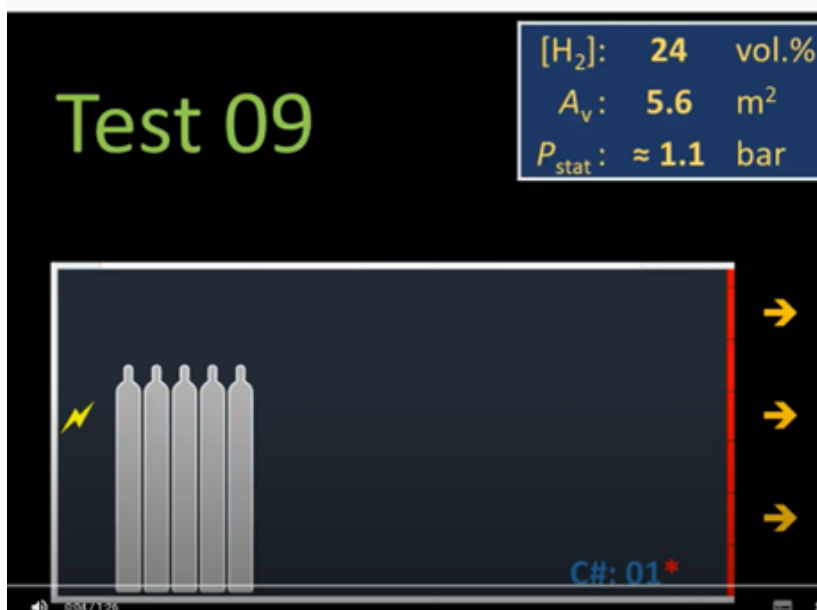


Källa: Erik Lyckebäck, RTOS



3

Containern i Mariestad om den hade antänt?

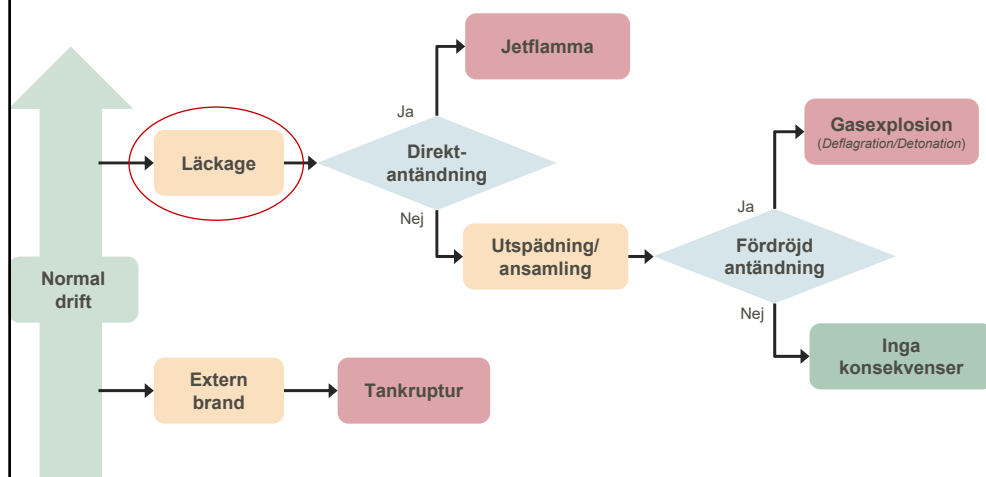


4

Olycksscenarier

Att tänka på:

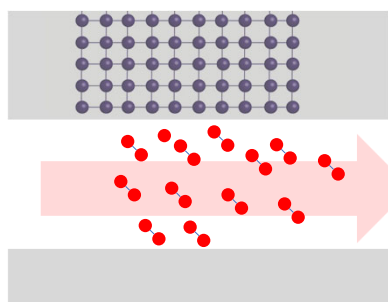
- Räkna alltid med (små) läckage
- Detektion i alla rum där det hanteras och magnetventil vid alla gasbehållare



5

Läckage - Väteförsprödning

1.

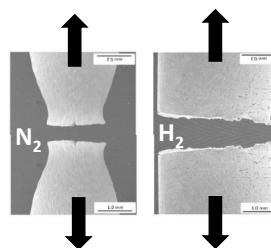
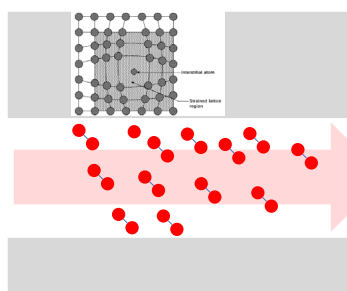


OK

Att tänka på:

- Använd material godkänt enligt ISO/TR 15916 och ISO 11114-4 eller liknande
- Minimera vibrationer, materialspänningar, osv
- Noga med god svetskvalitet

2.

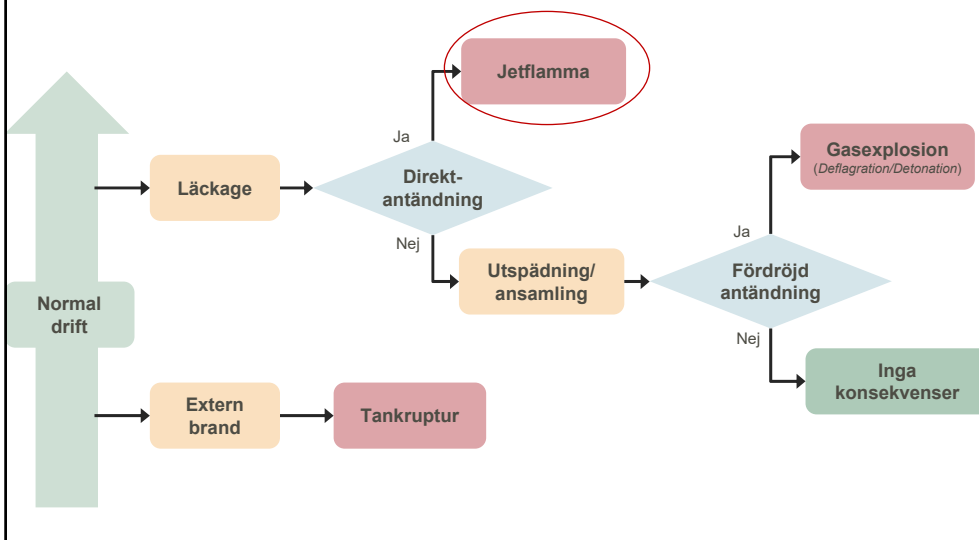


Ej OK



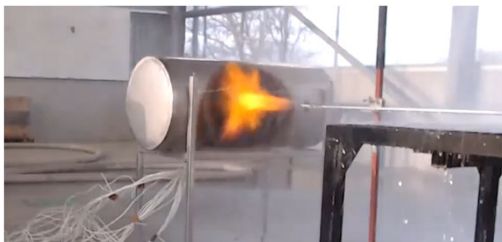
6

Olycksscenarier



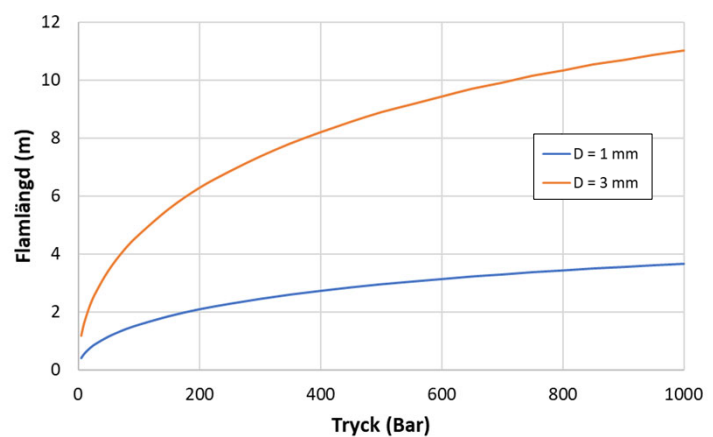
7

Jetflamma



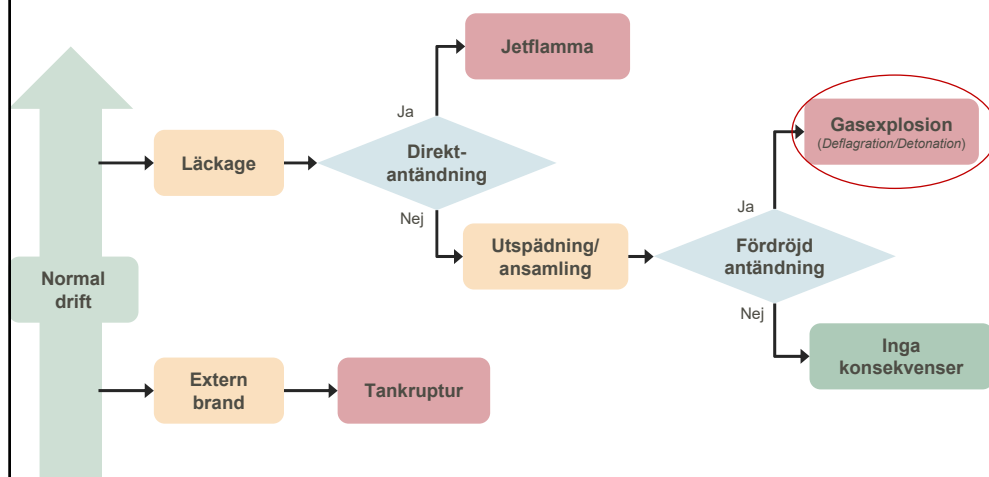
Att tänka på:

- Minimera rördimensioner
- Undvik att ev. jetflammar träffar känslig utrustning (t.ex. komposittankar)



8

Olycksscenarier



9

Gasexplosioner

~ 300 g H₂

Experiment från:

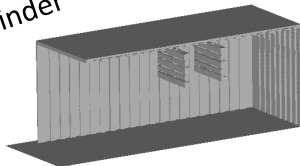
ISN

University of
South-Eastern Norway

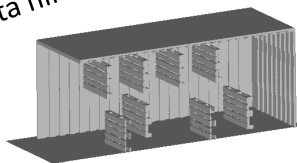
Inga hinder→



Två hinder



Åtta hinder



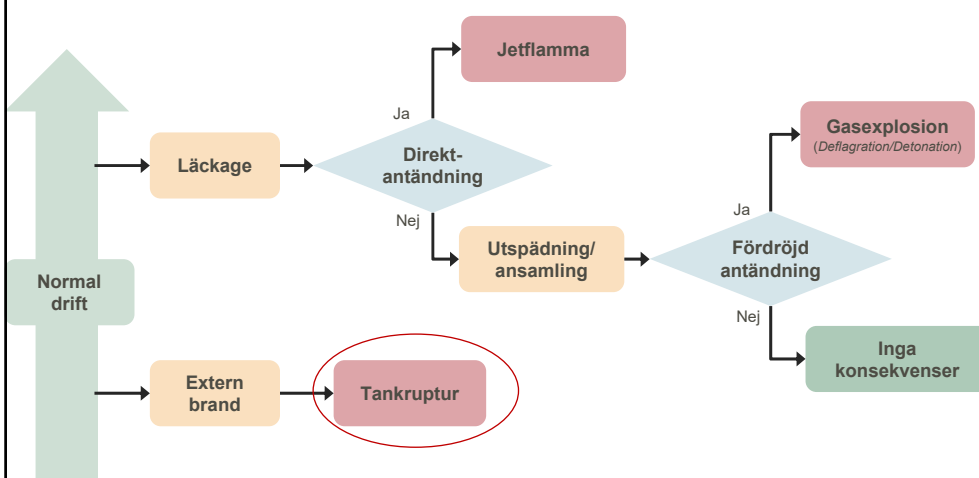
10

Gasexplosioner – Tänk på

- Ha så mycket utrustning som möjligt utomhus eller under platta skärmtak
- Undvik hinder (speciellt i tak)
- Minimera ansamling inomhus
- Tryckavlasta utrymmen där gasen hanteras

11

Olycksscenarier



12

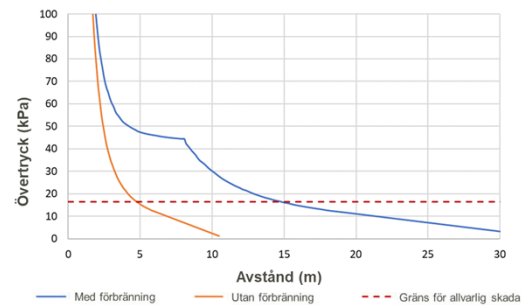
Tankruptur

Fordon (104 l @ 700 bar)

OBS! Smältsäkring (TPRD) inaktiverad



(22 meter från sin ursprungliga plats)



Att tänka på:

- Tankruptur måste förhindras!
- Ta bort ev brännbart material
- Rördragning så att jetflammar inte kan nå tankar
- Skyddsavstånd mot byggnader osv.
- Smältsäkring *eller* Leak-Not-Burst-tank

13

Sammanfattning

- Även olyckor med begränsade konsekvenser kan få stora **konsekvenser för branschen**.
- Vätgas **läcker lätt** i kopplingar → Detektion och automatiska ventiler nödvändiga
- Testade material behövs för att undvika **väteförsprödning**
- **Minimera rördimensioner** och tänk på vad ev. jetflammar kan träffa
- **Undvik hinder** som kan accelerera flammen
- **Tankruptur måste förhindras** → Hindra brandpåverkan och ha smältsäkring

14

Vätgas - en brandfarlig gas

Gällande regler och pågående arbete inom lagstiftning och vägledning

Energiforsks vätgasprogram - arbetsgrupp säkerhet

Stockholm, 1-2 december 2022

Carina Fredström, MSB

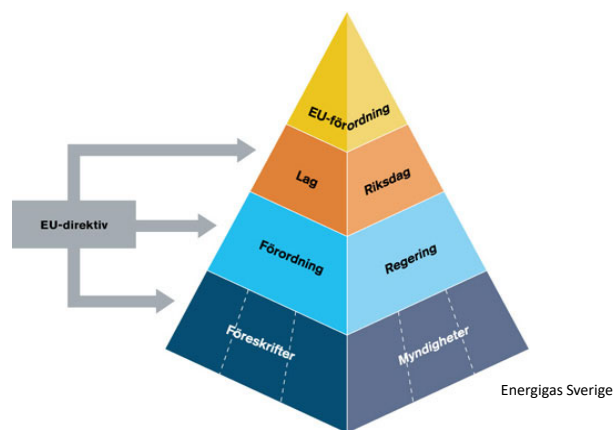
carina.fredstrom@msb.se

Marcus Runefors, LTH

marcus.runefors@brand.lth.se

15

Regelverk



Allmänna råd, handbok, vägledning

myndigheters rekommendationer om hur kraven i lagstiftningen bör/kan efterlevas

Normer, anvisningar och standarder

näringslivets exempel på hur komponenter och system kan byggas och kontrolleras

16

Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor

- 6 § Aktsamhetskrav
- 7 § Utredningskrav
- 8 § Kompetenskrav
- 9 § Föreståndarkrav
- 10 § Byggnads-, anläggnings- och anordningskrav
- 16 § Tillståndskrav

Förordning (2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor

- 12 § Krav på rapportering av händelse till tillsynsmyndigheten

17

Föreskrifter MSB

- | | | |
|-------------------------|---|-----|
| MSBFS 2020:1 | Föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler | |
| MSBFS 2013:3 | Föreskrifter om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor | |
| SRVFS 2004:7
vätskor | Föreskrifter om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser | och |

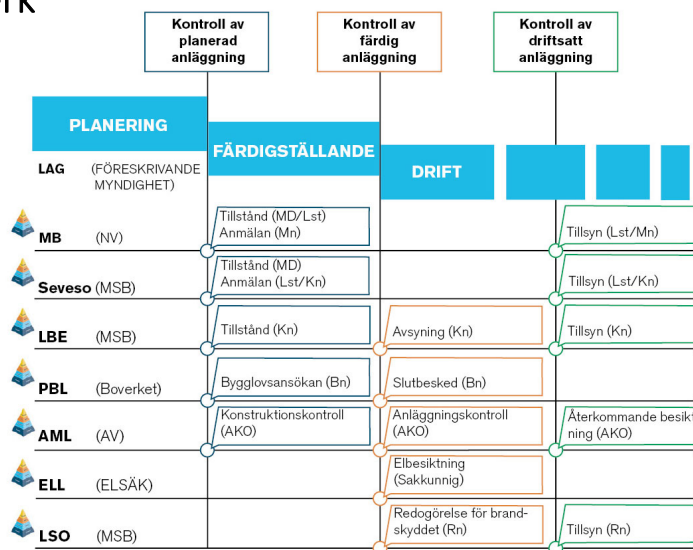
18

Handböcker och vägledning i tillståndsprocessen och vid hantering



19

Parallella regelverk



20

Länkar

Lag, förordning och föreskrifter

<https://www.msb.se/sv/regler/gallande-regler/brandfarliga-och-explosiva-varor/>

Handböcker och vägledningar

<https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/brandfarligt-och-explosivt/informationsmaterial-om-brandfarliga-och-explosiva-varor/>

Vätgas

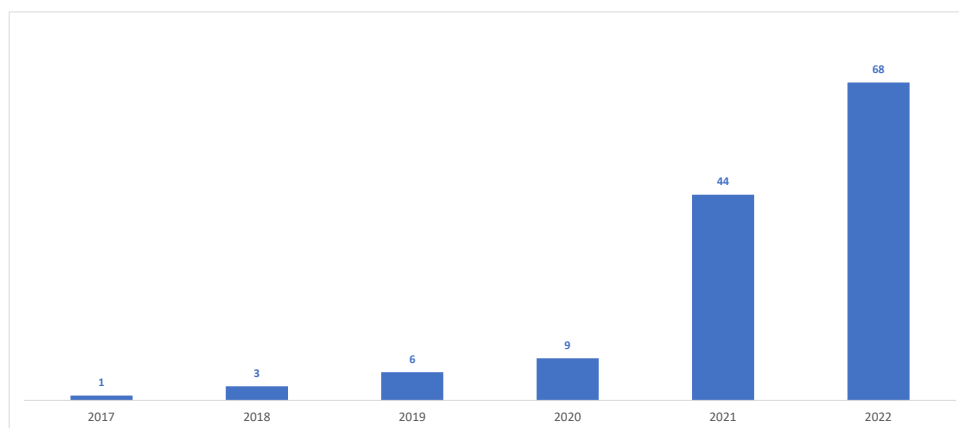
[Vätgas på msb.se](#)

21

Vätgas

22

Ärenden som berör vätgas



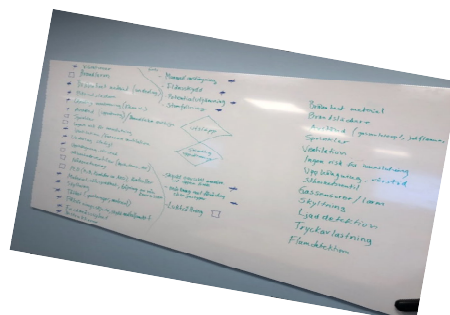
23



24

Vad gör MSB?

- Kunskapsuppbyggnad
- Omvärldsbevakning
- Behovsanalys
- Intern förankring
- Fördjupade studier
- Olycksutredning
- Seminarium för Rtj våren 2022



Underlag för utveckling av

- Befintliga regler
- Vägledning
- Informationsinsatser

25

Forskning



Marcus Runefors
Lunds tekniska
högskola

Faktablad

Publ.nr MSB1797 – juni 2021

Säker energilagring med vätgas

Forskare vid Lunds tekniska högskola ska under två år utreda säkerheten på väteanläggningar. Projektet ska utvärdera i en sammanhållen metodik för riskanalys för denna typ av anläggningar tillsammans med en uppsättning validerade riskreducerande åtgärder. Även räddningsinsatser på väteanläggningar kommer att behandlas.

Riskanalyser från befintliga väteanläggningar är väldigt olika ut. Detta kan dels innebära att säkerhetsnivåer varierar mellan anläggningar, men det innebär också en osäkerhet för byggherren kring vilka skyddsåtgärder som kommer att krävas. Det kan även innebära en låg och osäker tillräckningsgrad.

Målet med projektet i sin helhet är att bidra till att framtida anläggningar analyseras på ett mer likartat sätt och att relevanta åtgärder beaktas. Förförslagen är att detta ska leda till att fler anläggningar kan byggas och att tillräckningsgraden effektiviseras och förbättras.

Vätgas - Risker och möjligheter
Klimatförändringarna är en av vår tids största utmaningar och kräver en omställning till en större andel fossilfria energikällor. Produktionen från flera av dessa växer dock kraftigt över löst och många teknologier producerar minst nåt energiomställningen är som väntat.

På kortare sikt är den fossilfria energin är vägen mycket användbar i transportrytmen där stora energimängder behövs (t.ex. tung trafik och flyg) och för att minska fossila utsläpp från många industriella processer som t.ex. järn- och stålproduktion.

Vätgas är en utmanande gas säkerhetsmässigt som behöver extra åtgärder för att kunna hanteras på ett säkert sätt. Som exempel kan nämnas att vätgas är mer reaktivt än de flesta andra bränslebara gaser vilket kan innebära större explosionsstyrke och i vissa fall även övergång till detonation.

Kontakta oss:
Tel: 0771-240 240
regiforlor@msb.se
www.msb.se

Projektititel
Säker omställning av
energiproduktion
Småskalig väteanläggning i
byggnader och anläggningar

Genomförande
Forskningsprojekt utförs i form av
ett postdok-projekt och genomförs
mellan maj 2021 och april 2023

Forskare
Marcus Runefors, Dr.
Auktoriserad för Brandteknik
Lunds tekniska högskola (LTH)
Telefon 040-222 1767
marcus.runefors@lth.se

Kontakt MSB
Carina Fredriksson, handläggare
carina.fredriksson@msb.se
Amanda Lövenhamm, handläggare
amanda.lovenhamm@msb.se
Ertelnen för hantering av farligt
godis och brandfarliga varor, MSB

Det innebär också en låg antändningsenergi och att många utsläpp antänds spontant utan nödvärn av tändkälla.

Vätgasens smältpunkt är också att vätgas kan läcka genom material som vi normalt ser som helt tät och det kan även vägas med många material. De små molekylerna innebär också att energimängden per volym är låg (någon högt per volym) vilket innebär att vägas normalt lagras vid mycket höga tryck (typiskt 350-1000 bar).

Hur reducerar man riskerna?

På kortare sikt är det framtida en sammanhållen metodik för riskanalys för väteanläggningar. Syftet är att underlätta väteanläggningarna för byggherren och hur effektivt dessa är för väteanläggningar. Det finns till exempel resultat som tyder på att väteanläggningar i vissa fall kan öka explosionsstyrken genom den turbulensen som skapas i strömmen samt att tryckförändring i vissa fall kan vara för långsam för att kunna hantera de höga flammhastigheterna.

Således behandlar projektet räddningsinsatser på väteanläggningar. Syftet är att kartlägga utmaningar i utredning och underlätta vilka behov för utredning som finns utveckla utredningsmetoder och eventuella teknikutveckling.

MSB Myndigheten för
sambhallskydd
och beredskap

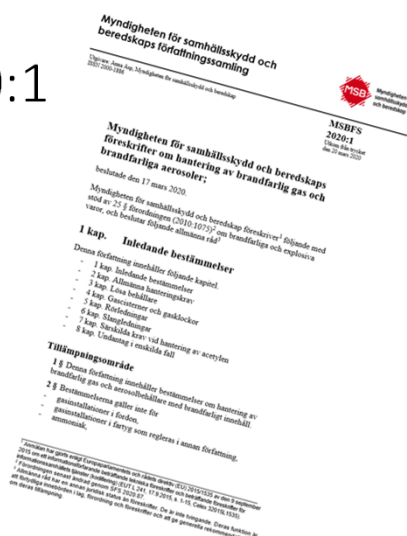
Kontakta oss:
Tel: 0771-240 240
regiforlor@msb.se
www.msb.se

MSB Myndigheten för
sambhallskydd
och beredskap

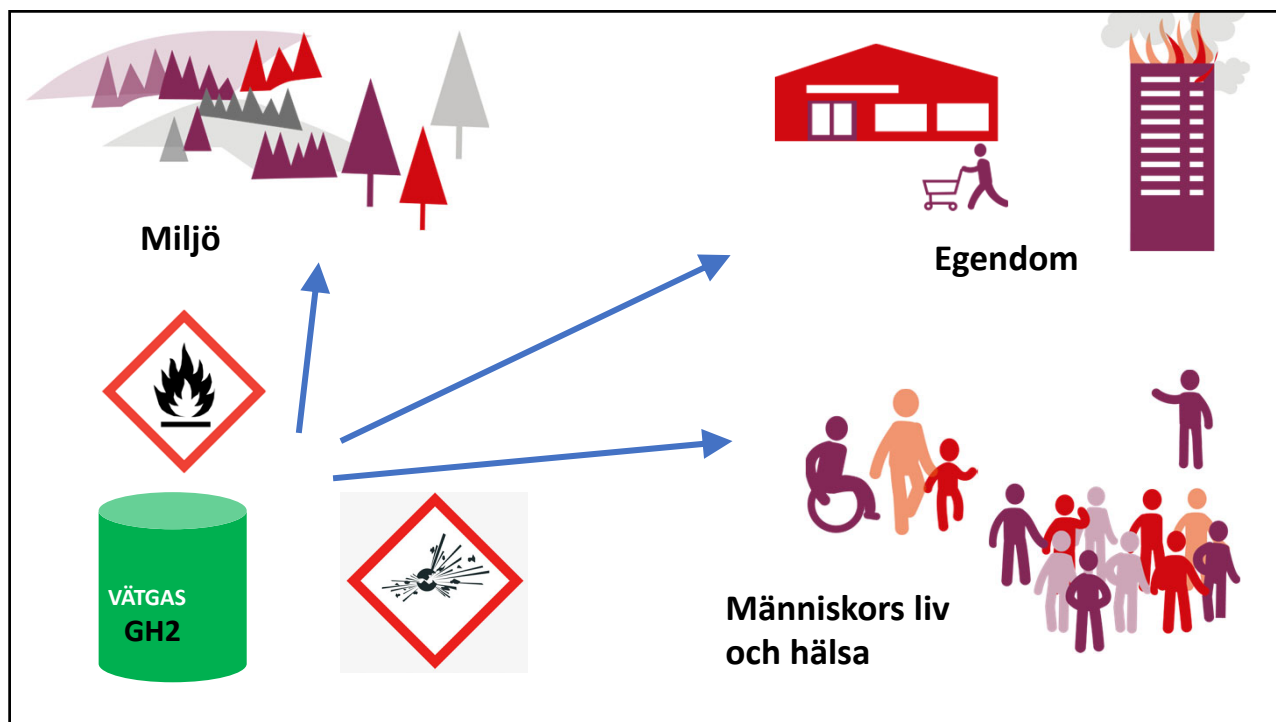
26

Förremiss av MSBFS 2020:1

- Lyssna av synpunkter
- Kommer runt årsskiftet
- Remisstid ca 1 månad
- Fyll i mallen!
- Senare skarp remiss inklusive gas-handboken



27



28

- CE-märkning - Inbyggd säkerhet minskar risken för felhantering,
- Certifierade gasinstallatörer?
- Säkra riktningar för potentiella utsläpp/jetflammar för skydd av människor



- Säkra riktningar för tryckavlastning från skåp, containrar och byggnader
- Fast förankrade byggnadsdelar och föremål

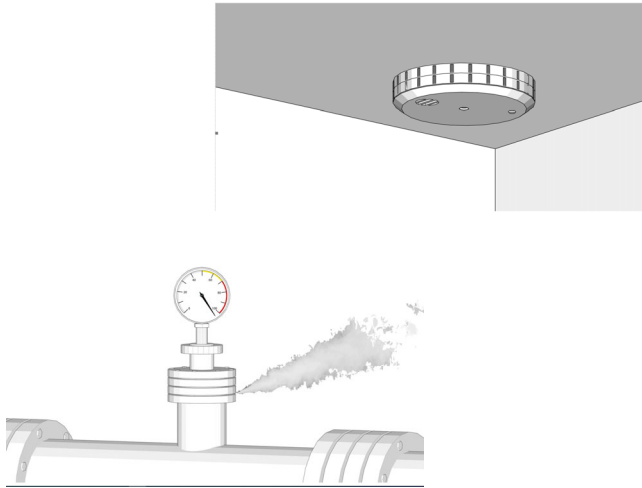
29

Anläggningens layout

- Ingen ansamling av ett vätgasutsläpp eller risk för inläckage i byggnad
- Ingen möjlighet för ett vätgasutsläpp att möta ett syrgasutsläpp
- Minimera risken för att ett potentiellt utsläpp får en riktning som innebär att turbulens uppstår och ger upphov till bildande av en explosiv luft-blandning med potentiell detonationsrisk
- Minimera potentiella tändkällor även utöver ATEX-zoner för oönskade händelser
- Risken för detonation ska minimeras genom anläggningens utformning

30

Gasdetektion



Automatiska ÅTGÄRDER

- Larm
- Snabbstopp / Isolering
- Konsekvensreducerande åtgärder

31

Inomhus

- Tryckavlastning (deflagration)
- Tillräcklig normalventilation
- Utformning av lokalen och placering av ventilationsdonen
- Att t.ex. rör förses med mantelrör som för ut ett läckage från inneslutningen
- Detektion med automatiska åtgärder (som tidigare bild visade)

32

Väteförsprödning och materialval

Kravet finns redan i 2 kap. 1§

Brandfarlig gas får endast hanteras i anordningar som är

- *täta i syfte att motverka läckage,*
- *motståndskraftiga mot den gas, de tillsatser och de föroreningar som kan förväntas förekomma, och*
- *lämpliga för de tryck och de temperaturer som de kan förväntas utsättas för.*
- Allmänt råd att väteförsprödning samt diffusion genom material särskilt bör beaktas för vätgas
- Handbokstext

33

Rörledningar

- Gascisterner och gasklockor ska vara skyddade mot att brand i en läckande fläns **eller koppling** orsakar skadlig temperaturpåverkan på behållaren.
- En rörlednings inre diameter ska vara anpassad till det flöde som behövs i det aktuella fallet.
- Anslutningar på rörledningar som kan förväxlas med andra anslutningar ska vara utformade och märkta för att motverka förväxling.
- Ett allmänt råd till reglerna mot påkörning och annan fysisk påverkan tar upp att rörledningar med kläna dimensioner särskilt ska beaktas.

34

Gashandboken



35

Placering - Avstånd

2 kap. 9 §

Lösa behållare, gascisterner, gasklockor och rötkammare **och andra anordningar** ska **vara placerade på ett betryggande sätt med hänsyn till**

- risken för brandpåverkan och annan skadlig uppvärmning från omgivningen till anordningarna,
- risken för skador på omgivningen genom brand eller explosion orsakad av läckage och antändning av den brandfarliga gasen, och
- möjligheterna att utrymma området kring anordningarna vid brand.



36

Avståndstabeller i allmänna råd i bilaga 1

Avstånd vid placering av lösa behållare

Behållarnas totala volym (liter)	Avstånd mellan lösa behållare och					
	- byggnad i allmänhet, - brännbart material eller - brandfarlig verksamhet		stor mängd brännbart material		utrymningssvårutrymning	
	meter		meter		meter	
	EI 30*	EI 60*		EI 60*		EI 60*
0 - ≤60	0**	0	0	0**	0	0
>60 - ≤250	3***	0	0			
>250 - ≤1200	3	3	0	12	0	
>1200 - ≤4000	6	6	3	12	6	
>4000 - ≤8000	12	12	6	25	12	

Brandteknisk avskiljning motsvarande

Inget avstånd från byggnaden behövs:

Upp till 60 liter vid utomhusförvaring minst 3 meter från öppningar till lokalens publika delar, lokal som används av någon annan eller till nödutgångar. Ex. på öppningar är öppningsbara dörrar, dörrar och ventilationsöppningar. Om flaskorna istället placeras i låst plåtskåp eller i ett skåp som är tillräckligt med 1 meter till samma typer av öppningar.

Arbetsplatser med svetsutrustning

Behållarna inte är större än 1 liter och behållarnas totala volym inte överstiger 120 liter.

Placeras dock minst 3 meter, för gasol-drivna kyl- och frysutrustningar.

37

Skyddsavstånd

Jetflamma som påverkar byggnad eller människor



Mycket skyddsvärt

Klass 1 – T.ex. Församling

Klass 2 – T.ex. Enstaka person

Klass 3 – T.ex. Industribyggnad

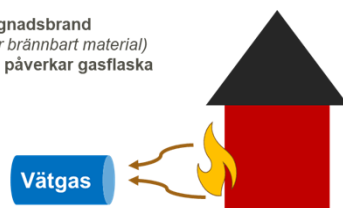
Mindre skyddsvärt

Vad påverkar avstånd

- Konsekvensens allvarighet
- Skyddsmålets motståndskraft
- Rördimension
- Tryck
- Automatiska ventiler
- Barriärer

Tabell och
Indata till egna beräkningar

Byggnadsbrand (eller brännbart material) som påverkar gasflaska



Vad påverkar avstånd

- Brännbar fasad
- Mängd och typ av brännbart material
- Skog

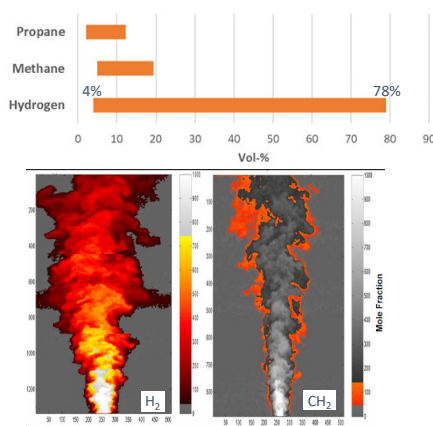
- Stål eller kompositbehållare
- Barriärer

38

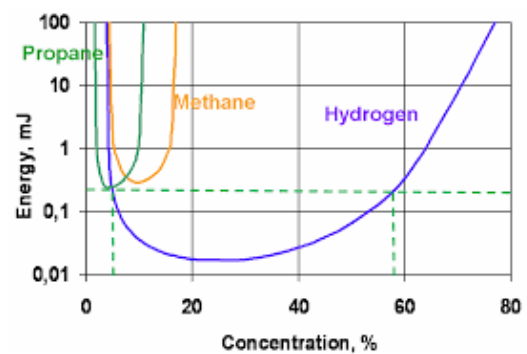
Tack för visat intresse!

39

Antändning av vätgas – Vad behövs?



+



Tändkälla

Luft/vätgasblandning med "rätt" koncentration

= Antändning mycket mer sannolik än för andra gaser

40

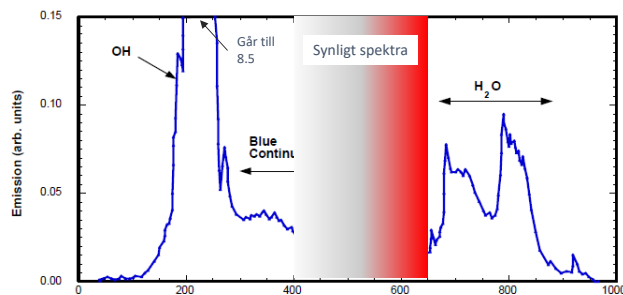
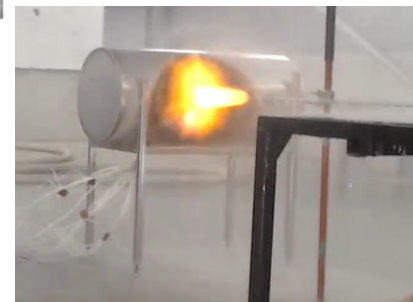
Flammans synlighet?



Utan sprinkler

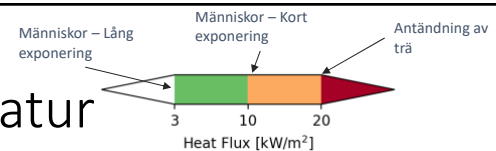


Med sprinkler

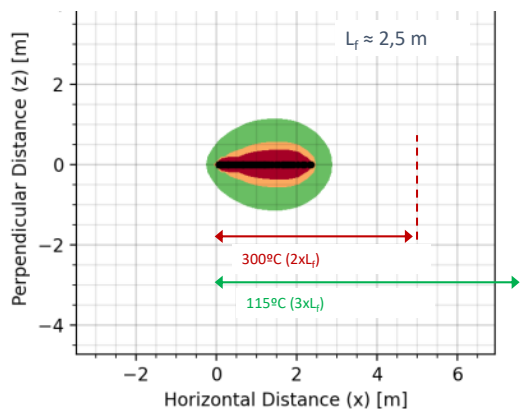


41

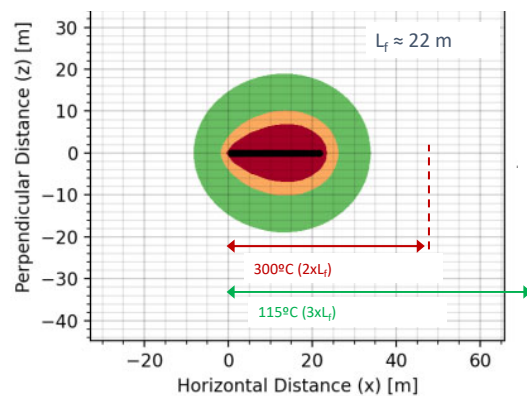
Värmestrålning och Temperatur



Litet läckage
(1 mm och 200 bar)



Stort läckage
(6 mm och 700 bar)

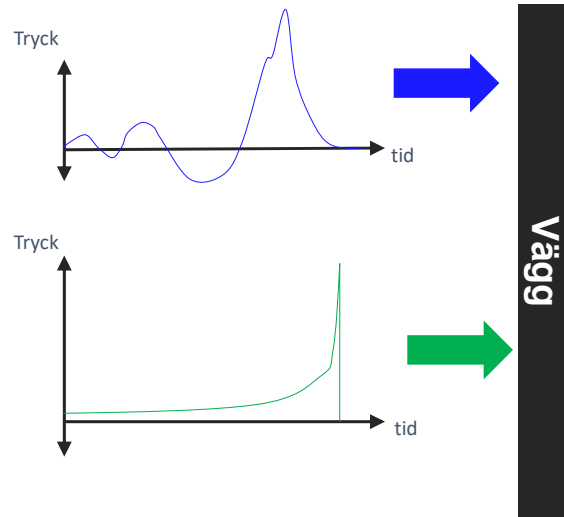


42

Tryckvågor

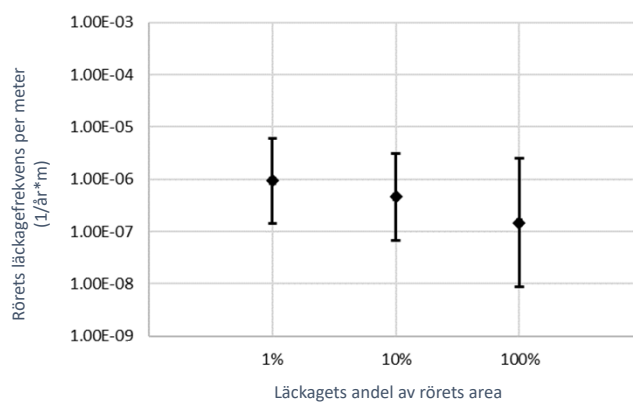
Deflagration

Detonation



43

Nu vet vi att läckagestorleken är viktig –
så hur stor är den?



Osäkerheten är större än skillnaden
mellan 1% och 100% av arean!

Största problemet för
säkerhetsanalyser av
vätgasanläggningar!

Source: State-of-the-art leak frequencies from Sandia in the US as implemented in HyRAM

44

