

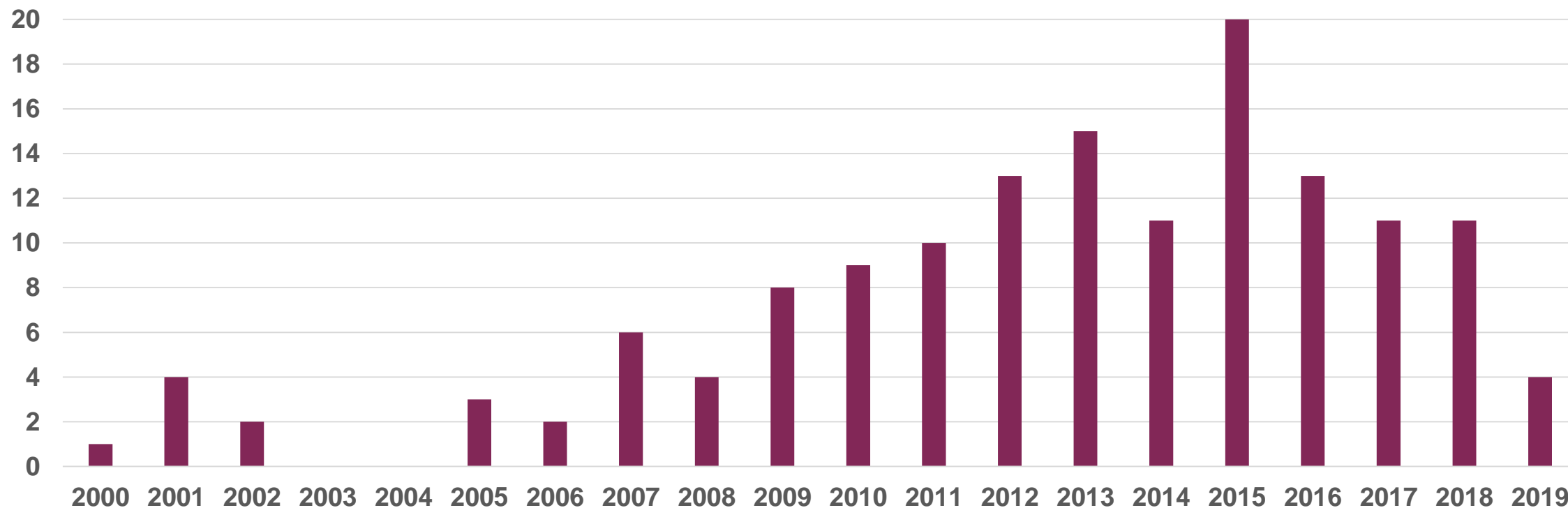
Olyckor med gasfordon

Erfarenheter från olyckor



Mattias Strömgren
Enheten för lärande från olyckor

Antal olyckor med gasdrivna fordon där gasen varit inblandad i händelsen (totalt 147 händelser), fördelade per år.



Olyckor med gasfordon – fordonstyper

jan 2000 – juli 2019*

Fordonstyp	Antal olyckor och tillbud
Personbil	81
Buss	40
Lastbil	23
Truck	3
Summa	147

* Preliminära siffror för år 2019

Fråga 1

Hur många räddningsinsatser med gasfordon inblandade har din räddningstjänst haft de senaste 5 åren?

Riskerna med gasfordon

- Explosion
 - Gasmolnsexplosion
 - Tryckkärlsexplosion
 - Spontant
 - Vid brand
 - Vid hantering efter olycka
- Brand
 - Jetflamma (risk för brandspridning, punktuppvärmning av angränsande gastankar)
- Gasläckage (risk för antändning och eskalering)
 - Fördröjd antändning

Risker med tryckkärlexplosion



Bild 12: Visar en översiktsbild över skadeplatsområdet. (Källa trafikledningscentralens övervakningskamera.)

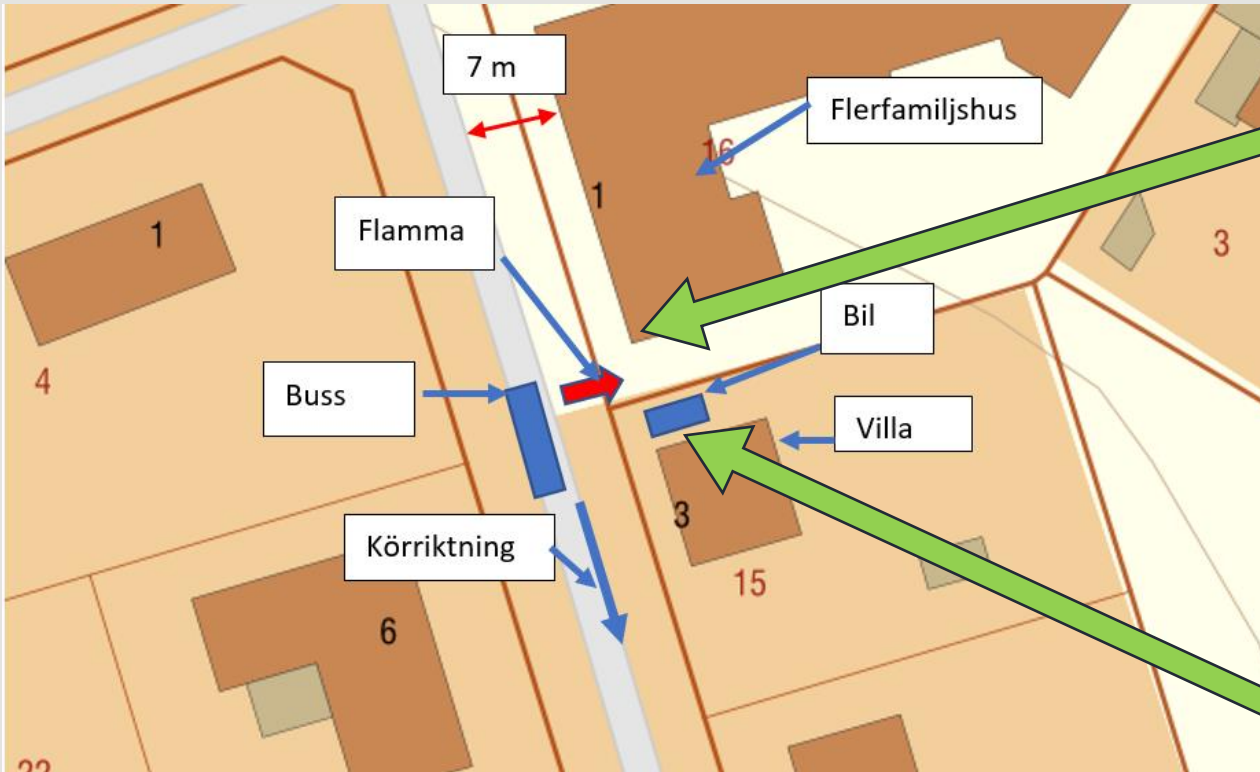


Gasbussbrand med jetflamma

Simrishamn 2015

”Framme på adress så är bussen helt övertänd, samtidigt går ventilerna på gasbehållarna på taket på bussen. Det blir en mycket kraftig gaslåga på ca 10-12 meter vågrätt mot en villa och lägenhet i flerfamiljshus.”

Mer om branden i Simrishamn



Erfarenheter från räddningsinsatser med gasfordon

Ofta...

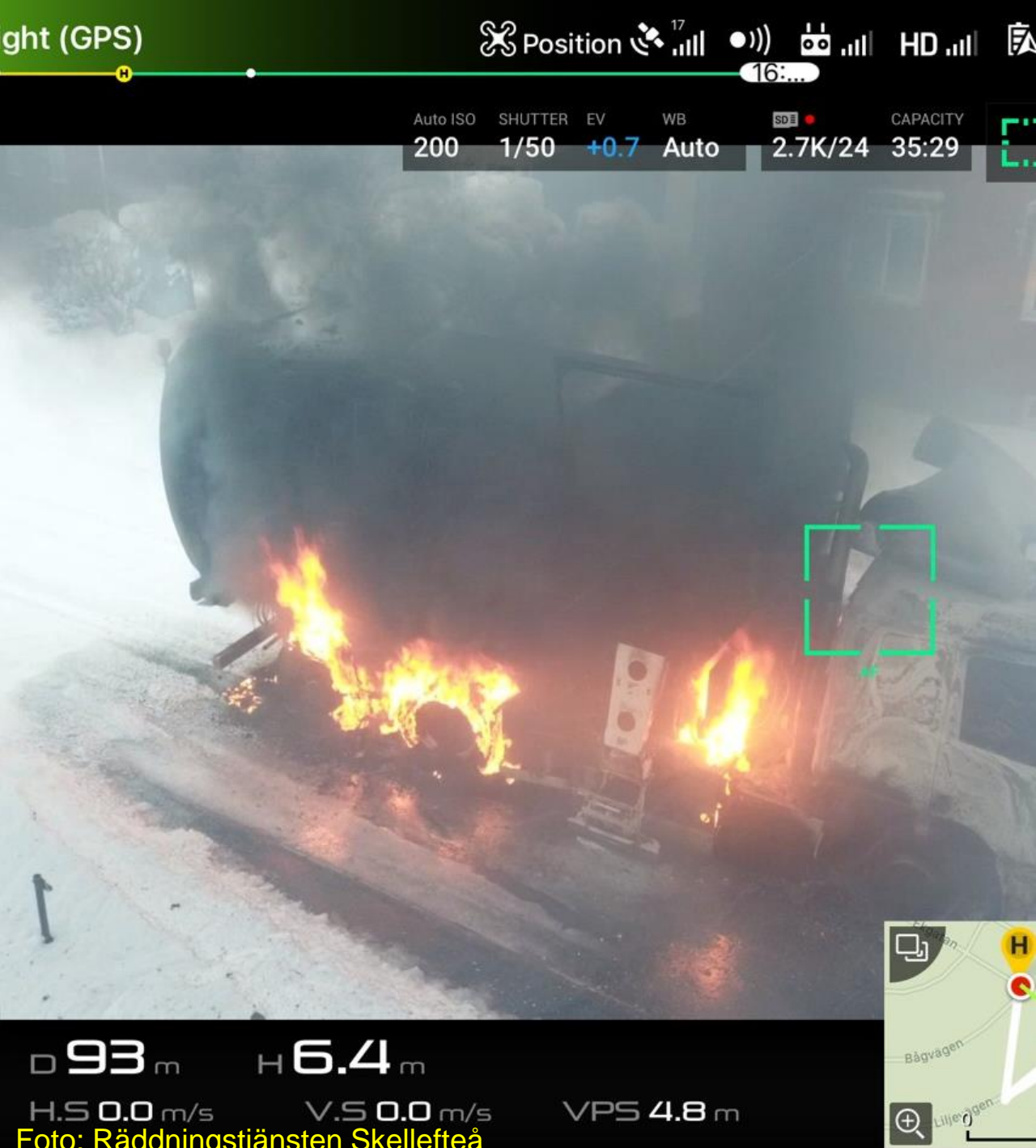
- långvariga insatser – flera timmar
- stora avspärrningar – flera kvarter/vägar
- långvariga avspärrningar
- samhällsstörningar (trafik, verksamhet, boende)



Klaratunneln

många olyckor med gasfordon...

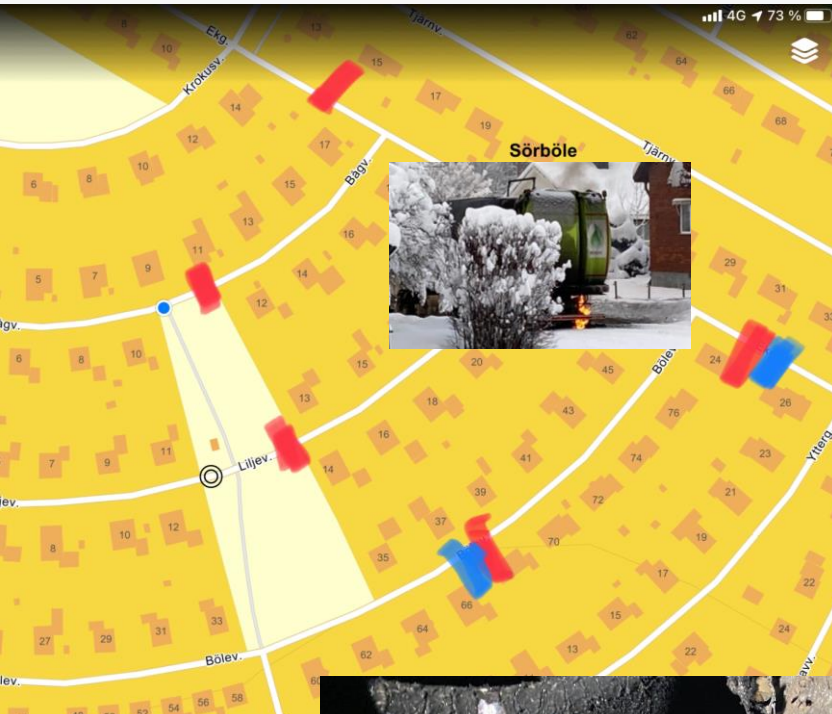
- Maj 2013
 - Gastankar på bussens tak slogs av och hamnade på vägbanan inuti tunneln. Gasläckage från tankar.
 - Avspärrning ca 11 tim (räddningsinsats 9 tim)
- Dec 2013
 - Liknande olycka.
 - Räddningsinsats 1 tim
- Nov 2020
 - Buss med gastankar kilas fast mot taket
 - Man förmodar att tankarna är tomma och avslutar räddningsinsats tidigt?!! (efter ca 40 min)



Brand i sopbil

Skellefteå 2021-01-11

- Larm ca 9:30
- Brand kring gastankarna när räddningstjänsten kom fram
- Defensiv insats, lät sopbilen brinna ut
- Mindre intensiv brand efter kl 14
- Brand fram till ca kl 16, släcker brand i däcken
- Beställer bärgare ca kl 17
- Sopbilen bärgas bort från bostadsområdet, ca 1 km till säker plats
- Klart ca kl 19



Brand i sopbil

Skellefteå 2021-01-11

- Riskbedömning (när ska vi våga göra någonting?)
- Skadade gastankar – risker vid hantering och bärgning
- Avspärrning av större område (huvudsakligen villaområde) - bussarna får ny sträckning
- Minskade avspärrningar något till ca 100-150 m i alla riktningar
- Totalt avspärrat ca 10 tim
- Avspärrningarna respekterades



Foto: Räddningstjänsten Skellefteå

Lite fler erfarenheter/exempel

- Örebro, brand i gasbuss
 - Allmänhet respekterade inte avspärrningarna
- Katrineholm 1, tryckkärlsexplosion
 - Större trafikled avspärrad omkring 20 timmar
- Katrineholm 2, gasläckage, långvarig avspärrning i centrala staden
 - Privatperson upprörd över att inte komma åt sin bil innanför avspärrningen
- Östersund, brand i sopbil
 - Riksväg avstängd i bortåt 6 timmar
- Malmö 1, brand i gasbuss i bostadsområde
 - Svårt att avgöra om alla gastankar var tomma efter branden, polishjälp med specialfordon, oklart hur lång tid??
- Malmö 2, brand i gasbuss i depå
 - Störningar i kollektivtrafiken, bärgning med eskort av polis och räddningstjänst till säker plats utanför staden

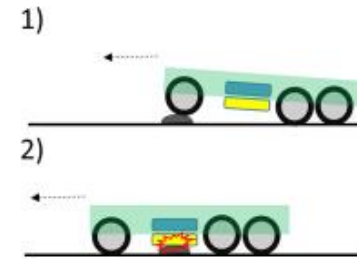
Fördröjd explosion (underbumpning, , dikeskörning, tidigare skador)

- Vid tankning
- Vid färd (vibrationer)
- Vid färd: uppslag av gatsten, brunnslöck

Kungsbacka 2021

- Explosion, sopbil skadad vid körning
- Förare såg lös plåt i backspegeln
- Tog bort plåt
- Körde vidare → tanken exploderar

Låg placeringen av gastankarna



Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Olyckor med gasfordon – Lastbilar

- 12 olyckor gäller gasdrivna sopbilar
- 2 olyckor med gasutsläpp av LNG (flytande naturgas), ej sopbil

Exempel: Olycka i Skövde 2018



Källa: Räddningstjänsten Östra Skaraborg



Kolfiber...

...är också en hälsorisk som:

- kan kräva särskild skyddsutrustning och försiktighetsmått
- kan försvåra bärgning och sanering
- kan ta mer tid





Brand i sopbil, Karlsborg, 3 juni 2021

- Larm 13:49
- Brand bakom hytten
- Bilar och villa skadades av värme
- Däckexplosioner



Brand i sopbil, Karlsborg, 3 juni 2021

- Avspärningar/inrymning, ca 200 m
- Förskola inom avspärning, problem vid hämtning av barn
- Avspärning under lång tid



- Kyla branden med hjälp av vattenkanon
- Göra gastankar trycklösa/ kontrollera gastankar
 - Beskjuta tankarna – fungerade ej
 - Avfackling – fungerade ej
 - Skruva bort ventilhus – fungerade ej
 - Inspektionkamera - fungerade
- Olika uppgifter om riskerna med bärgning
- Containerar för att skapa barriär mot bostadshus på kvällen
- Kontakter med fordonstillverkare
- Sköt tankarna på skjutfält
- Räddningsinsatsen avslutades efter 28 timmar

Brand i lastbil, Örebro, 6 dec 2021

- LNG, brand i motorutrymme, hytt
- Nytankad, pös vid tankningen (ispropp??)
- Vattenskyddsområde
- Släcker, undersöker tankarna, trycket stabilt
- Bevakar efter brand



Ytterligare händelser i närtid

- Stockholm 2021, explosion, sopbil kör emot betonghinder
- Norrköping, gasläckage vid tankning LNG (**film 90 sekunder**)
- Göteborg 2021, **dödsfall** vid explosion, hantering av gastank
- Göteborg 2021, kollision, tåg- gasbuss,

Det tar tid...

... om det ska ske säkert för personal och allmänheten

- Räddningsinsatsen
 - Offensiv – tid för släckning, kylning, gasmätning, etc
 - Defensiv – tid för branden att brinna ut, tid för gasen att läcka ut/tömmas
 - Avslut – kontroll att gastankarna är tömda/säkra, fordonet klart för bärgning
- Svårigheter med riskbedömning – både under räddningsinsatsen och vid avslut/överlämnande
- Svårt att förstå de gastekniska installationerna på fordonen
- Servicetekniker saknar viktig kunskap om hantering av skadade gastankar efter olyckor



Finns det risk för press på räddningstjänst, bärgare, teknisk personal?

- Risk att man häver avspärningar, bärgar bort fordon, etc. innan riskerna är tillräckligt undersökta och undanröjda?
- Press att ”öppna upp vägen” – jämförelse med vägledningen ”Säkerhet i vägtrafikmiljö”
 - Räddningstjänsten kände stor press att öppna vägen
 - Flera dödsolyckor/allvarliga tillbud
 - NU – OK att stänga av vägen för att säkra god arbetsmiljö



Risker vid insats vid brand i gasfordon

Del 1: Bakgrund och underbyggnad av rekommendationer

Metan

Kokpunkt	-162 °C
Brännbarhetsområde	4,4–16,5 vol. %
Termisk tändpunkt	540 °C
Densitetstal	0,6 (Luft = 1,0)
Vattenlöslighet	Ej lösligt i vatten
Indikeras via sensor med katalytisk förbränning, LEL (t.ex. explosimeter och läcksökare)	Ja
Indikeras/läcksöks med PID (fotojoniseringsdetektor)	Nej

Handelsnamn för metangas som drivmedel

Tryckkomprimerad gas (gasfas):

1. Fordonsgas
2. Naturgas
3. Biogas
4. CBG (compressed biogas)
5. CNG (compressed natural gas)

Kylkondenserad gas (vätske- och gasfas):

1. Flytande fordonsgas
2. Flytande metan
3. LNG (liquefied natural gas)
4. LBG (liquefied biogas)

^[1] Metan har en joniseringspotential på 12,98 eV.

Propan-butanblandning

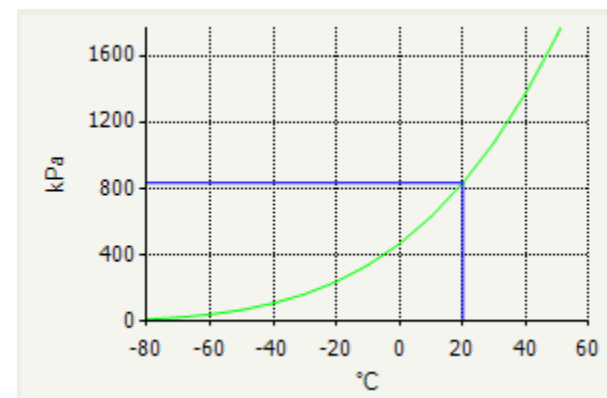
Kokpunkt	-42 °C
Brännbarhetsområde	1,7–10,1 vol. %
Termisk tändpunkt	450 °C
Densitetstal	1,6 (Luft = 1,0)
Vattenlöslighet	Svårlöslig i vatten
Indikeras via sensor med katalytisk förbränning, LEL (t.ex. explosimeter och läcksökare)	Ja
Indikeras/läcksöks med PID (fotojoniseringsdetektor)	Nej

[\[1\]](#) Propan-butanblandning har en joniseringspotential på 11,07 ev.

HANDELSNAMN FÖR PROPAN-BUTANBLANDNINGAR SOM DRIVMEDEL

Tryckkondenserad gas (vätske- och gasfas):

- Motorgas
- LPG (liquefied petroleum gas)
- (Gasol)



Vätgas

Kokpunkt	-253 °C
Brännbarhetsområde	4–75 vol. % Vid 18–58 % finns ökad risk för detonation
Termisk tändpunkt	560 °C
Densitetstal	0,1 (Luft = 1,0)
Vattenlöslighet	Svårslöslig i vatten
Indikeras via sensor med katalytisk förbränning, LEL (t.ex. explosimeter och läcksökare)	Ja
Indikeras/läcksöks med PID (fotojoniseringsdetektor)	Nej

^[1] 2-49 Light Water Reactor Hydrogen Manual 1983.

^[2] Vätgas har en joniseringspotential på 15,43 eV.

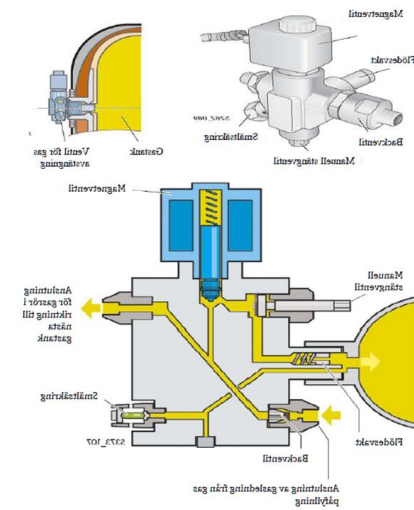
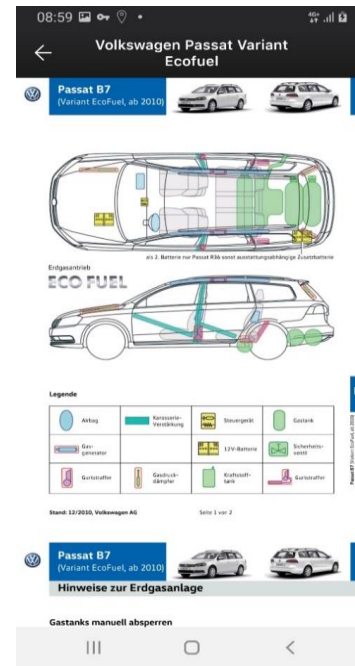
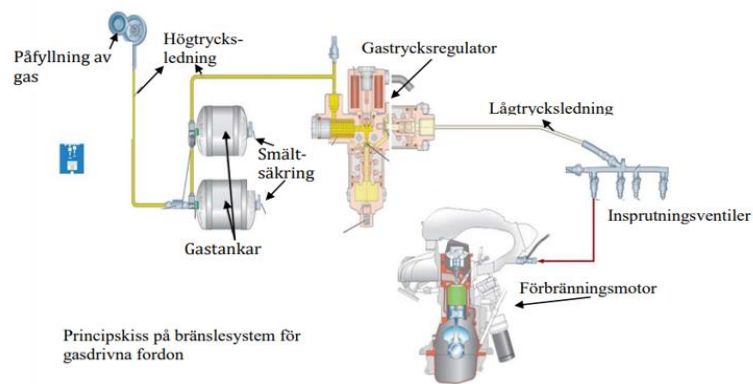
HANDELSNAMN FÖR VÄTGAS SOM DRIVMEDEL

Tryckkomprimerad gas (gasfas):

- Vätgas
- Hydrogen
- CGH2 700
- CGH2 350

Fordonskännedom gassystemskännedom

- Personbil / lätt lastbil
- Tung lastbil
- Buss



Tankar och tryck

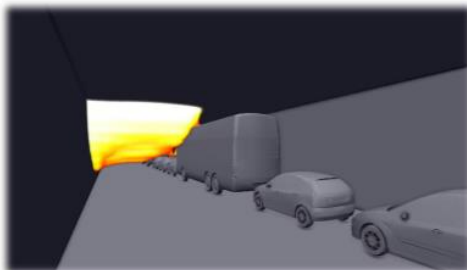
Fordonstyp	Volym	Arbetsstryck	Material
Personbil/ Lätt lastbil CNG <3500 kg	Daimler B200 NGT 89 liter	230 bar	4 Kolfiberkomposit har förekommit i samtliga bilar som MSB känner till har exploderat vid brand (Kramfors, Botkyrka, Seattle)
Lastbil CNG >3500 kg	100 liter Volvo (80 liter Scania)	230 bar	4 Kolfiberkomposit (Alla sopbilsexplosionerna)
Lastbil Buss LNG	550 liter Scania (456 liter Volvo)	<16 bar	1 Stål (finns bara stål)
Buss CNG	227 liter (Mercedes)	230 bar	3 eller 4 Kolfiberkomposit (Finns bara komposit)
Personbil Vätgas	156 liter (Toyota)	700 bar	3 eller 4 Kolfiberkomposit
Buss Vätgas	600 liter (Toyota)	700 bar	3 eller 4 Kolfiberkomposit

- Typ 1: Traditionella ståltankar.
- Typ 2: Ståltankar som har förstärkts delvis av fiberarmerad plast.
- Typ 3: Metalltankar helt inbäddade i komposit.
- Typ 4: Tankar uteslutande gjorda av kompositmaterial där gastätheten åstadkoms av ett termoplastskikt inuti tanken. Termoplastskiktet testas för att vara tätt upp till 100 °C.
- Kryotank: Specialtank för kylkondenserad gas. Dubbelväggig tank av lågtemperaturbeständigt rostfritt stål. I mellanrummet finns ett isolerande skikt och konstruktionen liknar en termos.

6.3.6 i UNECE R110.

Zonindelning vid räddningsinsatser mot fordon med alternativa bränslen

- Beräkningsunderlag



Kontroll mot



STUDIE

Räddningsinsatser vid olyckor med gasfordon

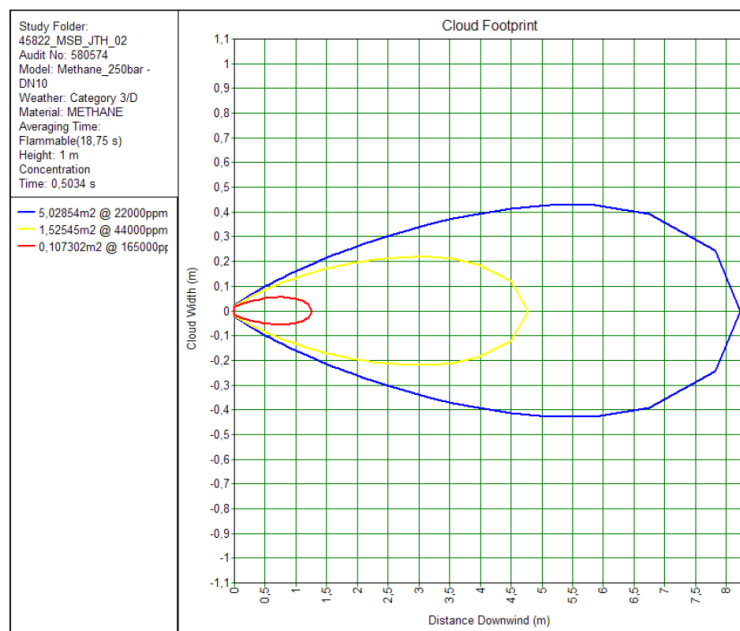
En omvärldsanalys av metodik och olyckor 2016-2019

Konsekvenser och zonindelning vid läckage

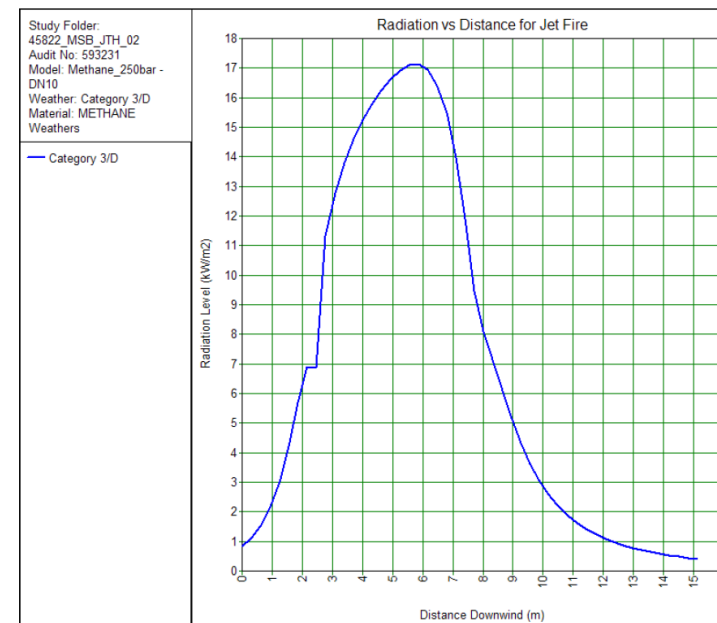
- Den vanligaste olyckstypen med personbilar är läckage från korrosionsskadade tankar.
- Vid brand i personbilar med LPG och CNG har vi fått jetflammar från säkerhetsventiler/ smältsäkringar på 7-10m. Här finns potential att vätgas kan ge längre flammar som dessutom inte är synliga utan värmekamera.
- Upp till 15-20 m från CNG och LNG-drivna bussar och lastbilar.

Bakgrund är beräkningar från Gexcon AS. Det är ett 3,2 mm diameter på hål och 250 bar. MSB rekommenderade 2015 10 m avspärrning för skydd mot antändning och för skydd mot personskada från flamstrålning vid antändning

INPUT DATA				
Gas Type	Reservoir Pressure [barg]	Hole size [mm ²]	Wind Speed [m/s]	Pasquill Class
Methane	250	7.9	3	D



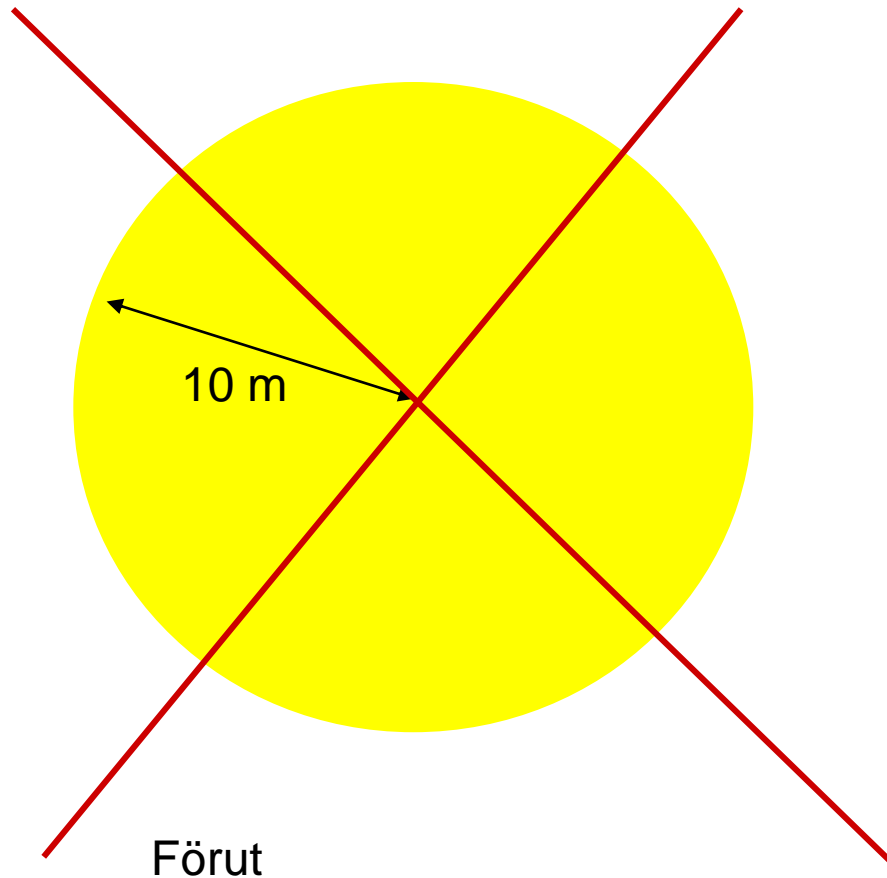
INPUT DATA			
Gas Type	Reservoir Pressure [barg]	Hole size [mm ²]	Wind Speed [m/s]
Methane	250	7.9	3



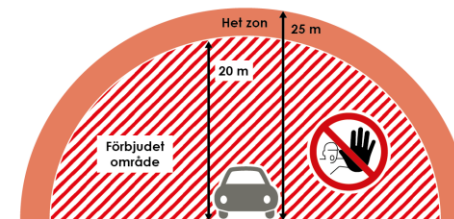
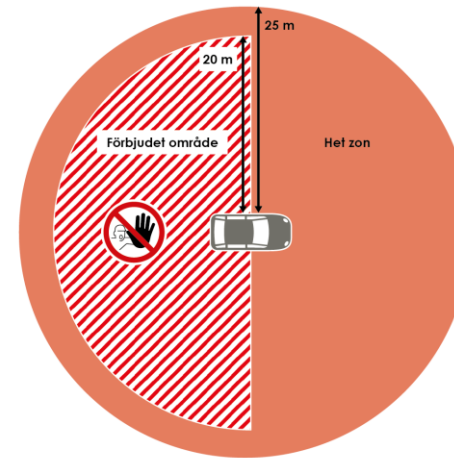
REPORT

Modelling of consequences of several releases of gaseous, liquefied and liquid flammable substances Gexcon

Riskavstånd, avspärning och avstånd befriat från tändkällor vid läckage



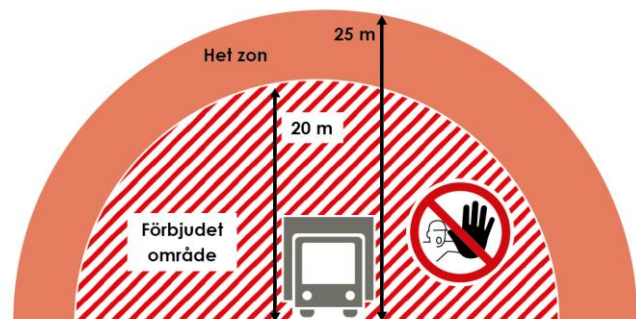
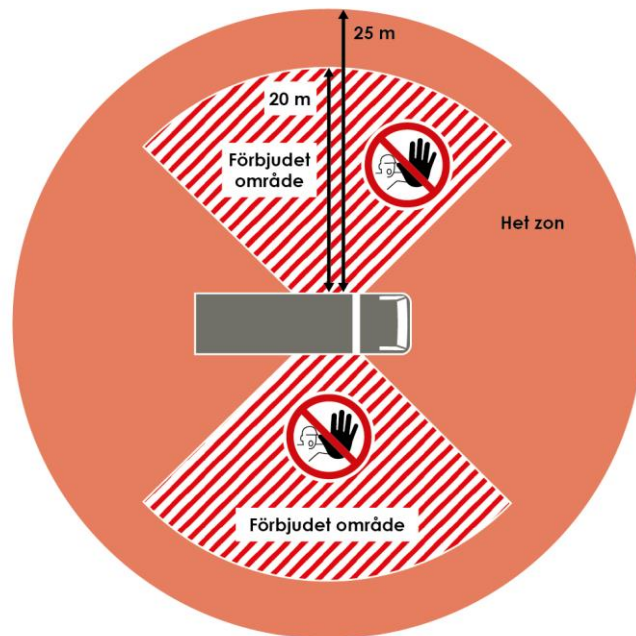
CNG, Personbil/lätt lastbil, Jetflamma



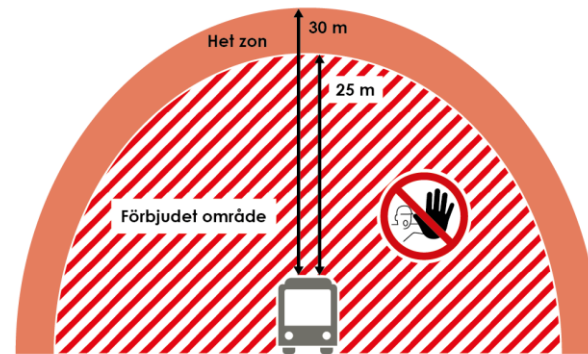
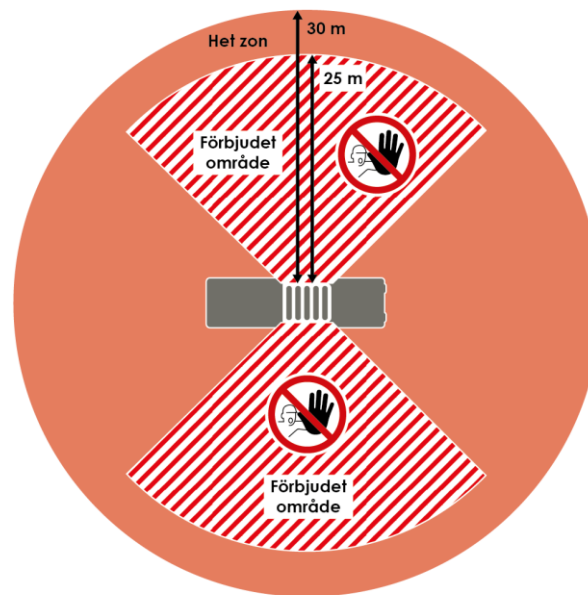
Nu

Nu spärrar vi av för att ta höjd för gasmolnsförbränning och aktivering av tryckutjämningsanordningar. Angrepp sker framifrån.

CNG, Tung lastbil, Jetflamma



CNG, Buss, Jetflamma



Konsekvenser och zonindelning mot tryckkärlexplosion

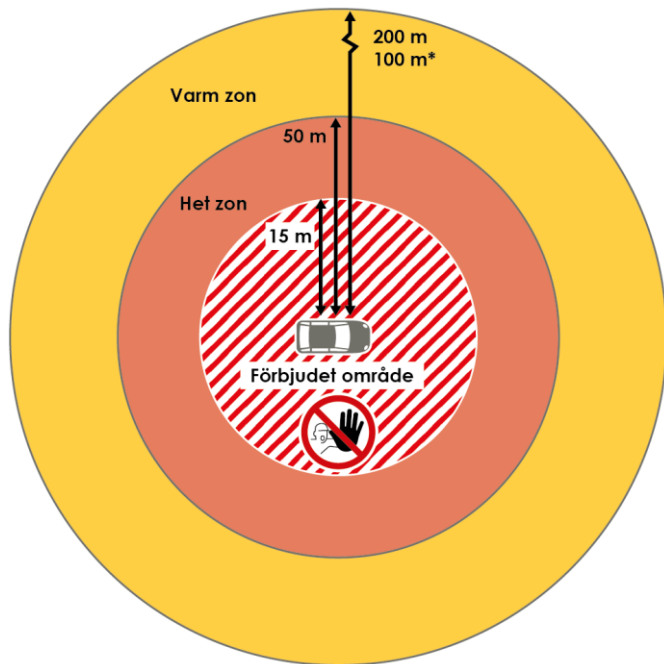
Komponenter i risken:

- Luftstöt våg motsvarar massa TNT (PXV kg/6700)
- Primärsplitter (Ursprung i tryckkärlet)
- Sekundärsplitter (Ursprung i sönderslitet fordon)
- Värmestrålning från eldklot eller gasmoln som driver i vinden och blandas med luft i rätt proportioner och hittar tändkälla
- Tryckverkan från detonerande drivande gasmoln

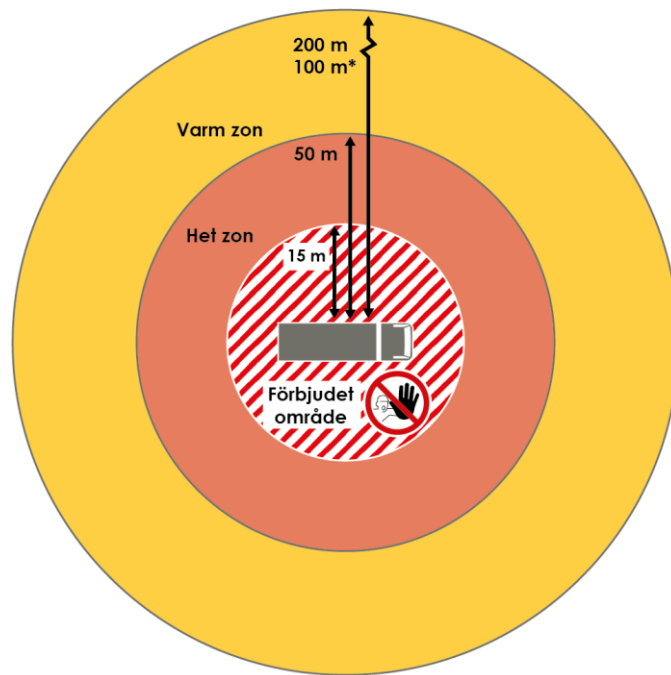
Slutsatser om verkan från tryckkärlsexplosioner personbil

- En polis har fått tinnitus på avstånd 60 m vid tankexplosion i en personbil i Botkyrka.
- Primärsplitter från personbil har flugit 50 m Seattle (Honda) och sekundärsplitter biltak ca 35-40 m Kramfors (Subaru) och 60m Botkyrka (Mercedes)
- Antändning av drivande gasmoln kan inte skada på större avstånd än 50 m. (Vätgas och metan är lätta gaser och en begränsad tankvolym.)

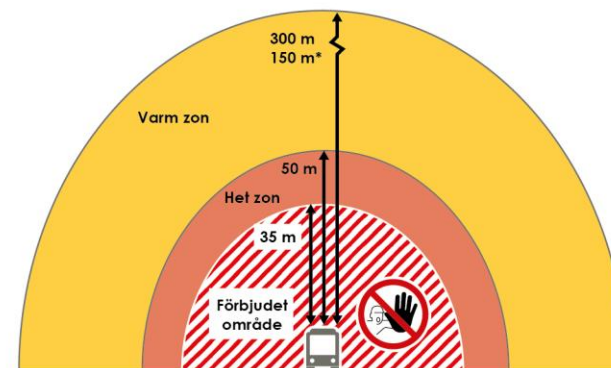
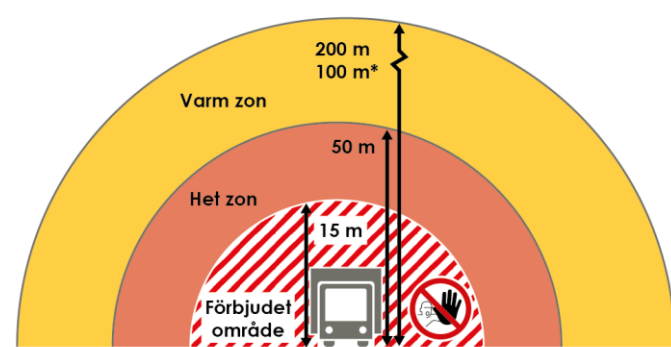
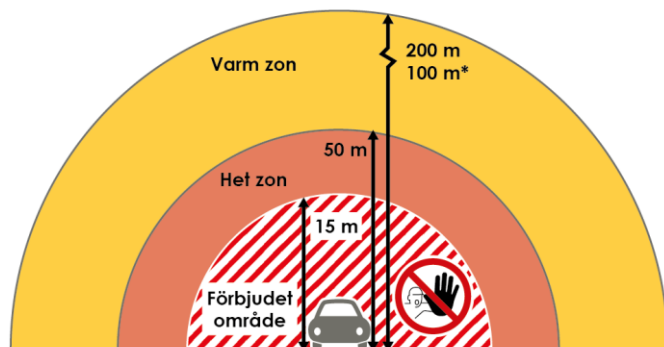
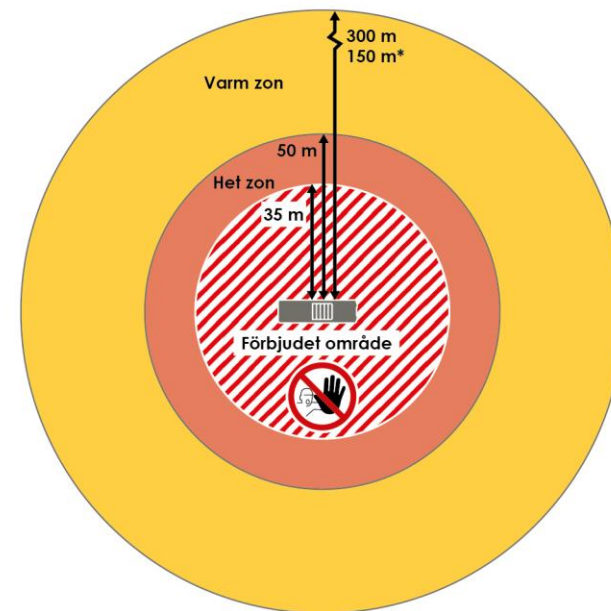
**CNG, Personbil/lätt lastbil,
Tryckkärlexplosion**



CNG, Tung lastbil, Tryckkärlexplosion



CNG, Buss, Tryckkärlexplosion



Varför spärra av 200-300 m mot tryckkärlsplitter?

80 % inom 80 m

90 % inom 90 m

99 % (2.5 -8 kg) flyger 150-250 m

Enstaka <2.5 kg flyger mer än 250 m

TAKTISK LÄRDOM:

- **Utrym snabbt 80 m**
- **Därefter ut till 300 m**



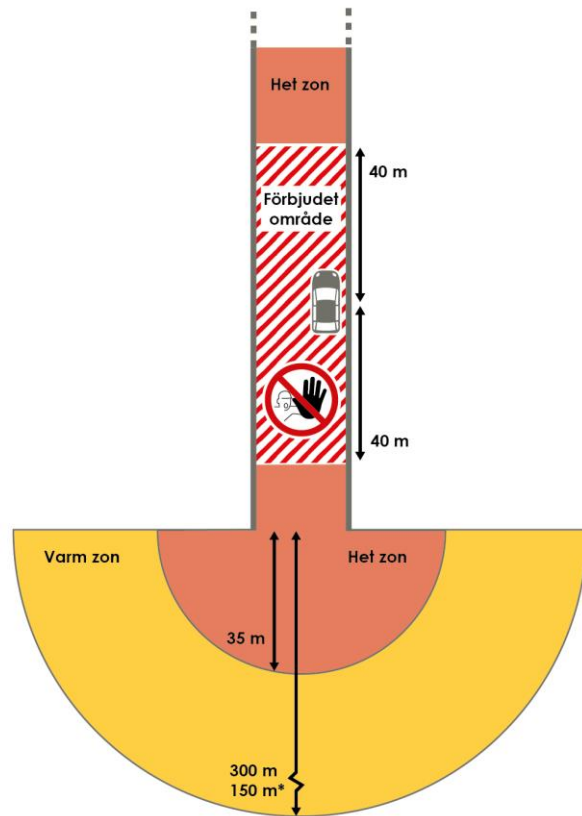
2.2 Analysis of fragments

Fragments and debris total mass was about 9400 kg, with 80% of the fragments within an 80 meters area around the truck. Ten more percents were lying between 80 and 100 meters around the truck. The fragments inventory is not complete, since some projectiles with unknown shapes and weights have clearly been witnessed flying. Some of them impacted further than 300 and 480 meters, a distance that corresponded to houses. Some fragments were even found at 8 or 900 meters.

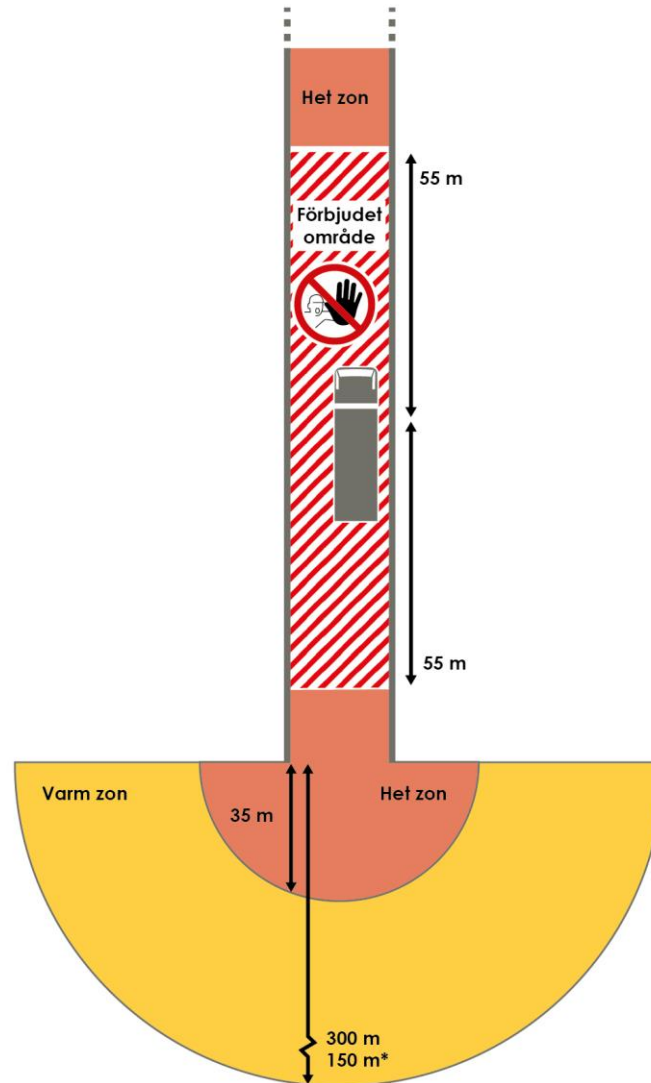
Plotting the mass vs. the projection distance for long range fragments (over 100 meters) displays a graph (Figure 1), that can be divided into three zones:

- The most important ones in terms of samples involves 7 on the 10 listed fragments from distances between 150 and 250 meters and mass comprised between 2.5 and 8 kg.
- Two other fragments with a mass lower than 2.5 kg are to be found beyond a 250 meters zone. Other fragments were reported at further distances, but, unfortunately, without describing their shapes.
- An heavy single fragment (12 kg) was registered inside the 150 meters zone. So far, many debris laid inside this zone since it is close to the accident, but they generally result from fragments impacts on neighbor bottles, and, as such, are of few interest in the present research.

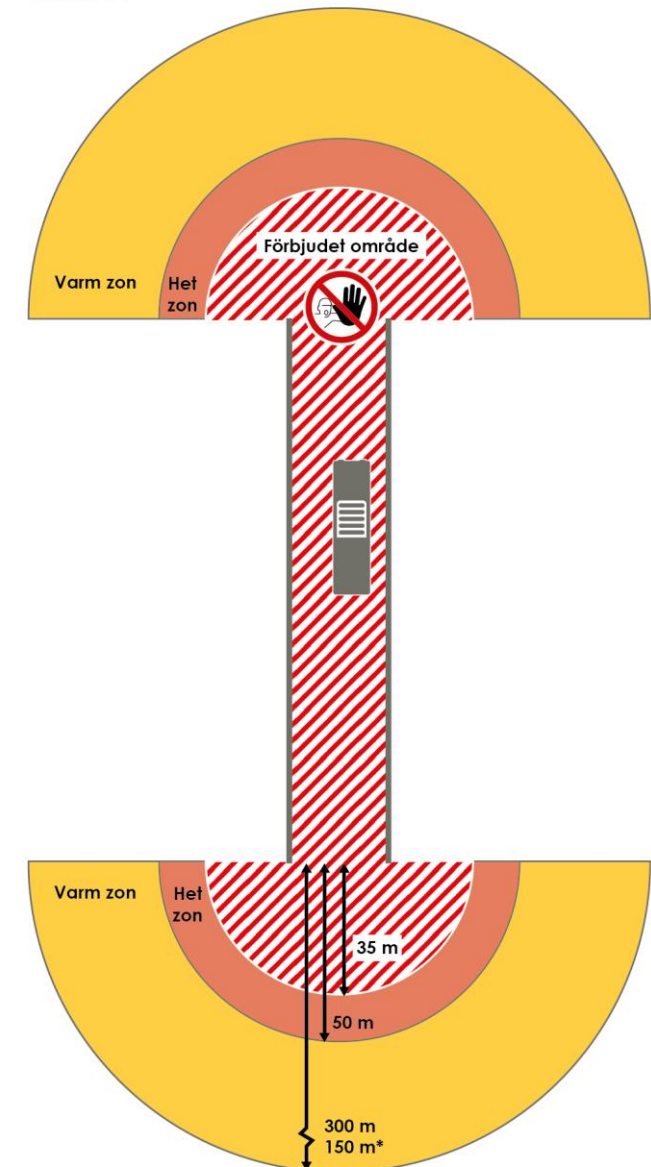
CNG, Personbil/lätt lastbil, Tryckkärlsexplosion, Tunnel



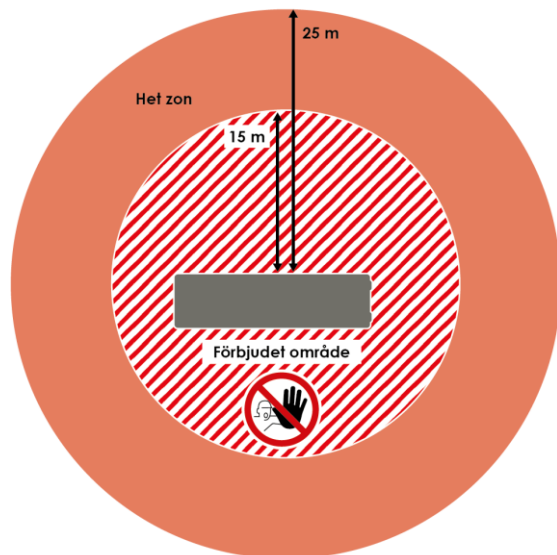
CNG, Tung lastbil, Tryckkärlsexplosion Tunnel



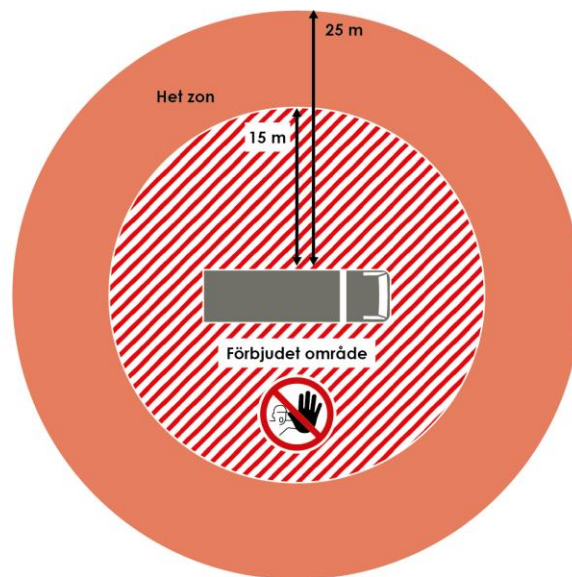
CNG, Buss, Tryckkärlsexplosion Tunnel



LNG, Buss, Jetflamma



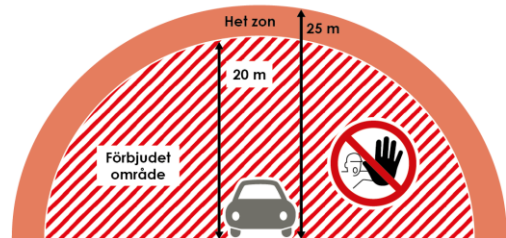
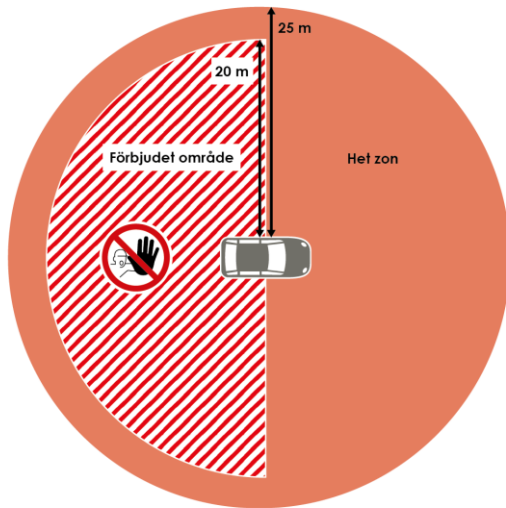
LNG, Tung lastbil, Jetflamma



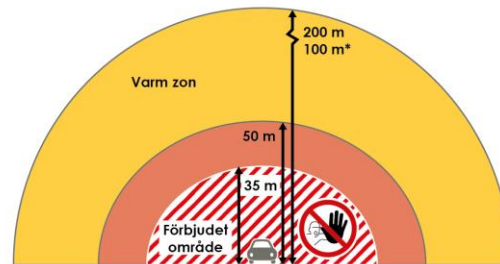
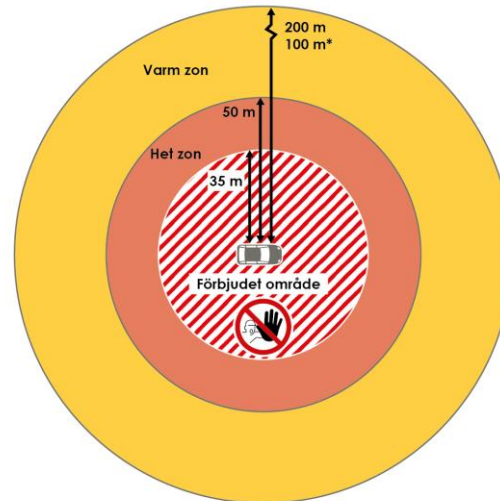
Samma tänk som vid läckage CNG vi tar höjd för antändning samt kylskador om fordon är på sidan eller upp och ner.

Propan-butandblandning

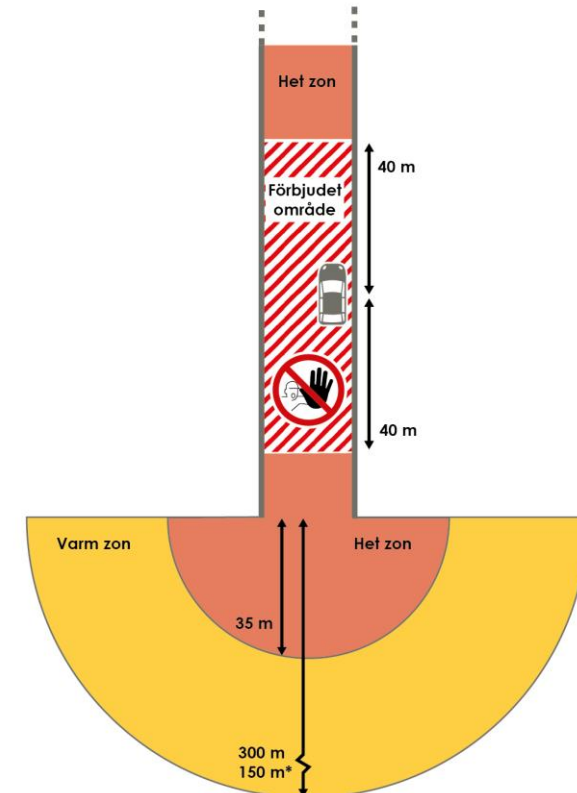
LPG, personbil/lätt lastbil, Jetflamma



LPG, personbil/lätt lastbil, Tryckkärlsexplosion

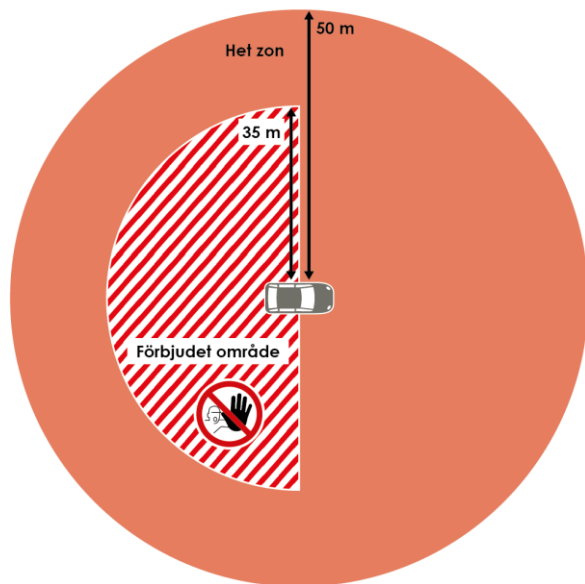


LPG, personbil/lätt lastbil, Tryckkärlsexplosion, Tunnel

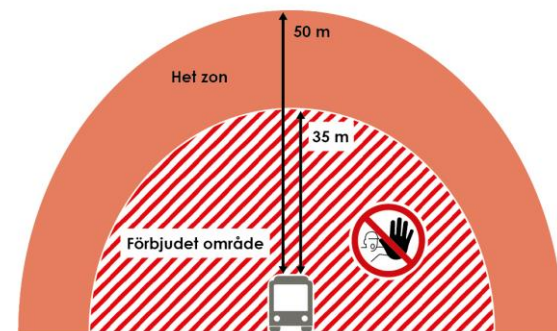
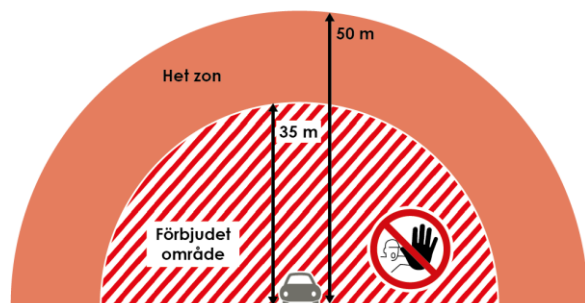
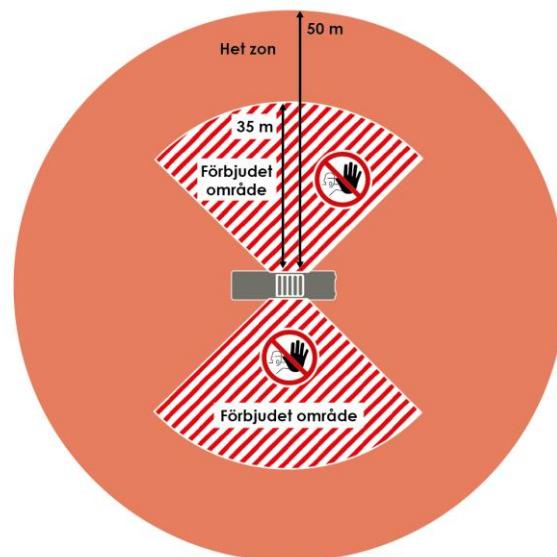


Vätgas jetflamma

Vätgas, Personbil/lätt lastbil, Jetflamma

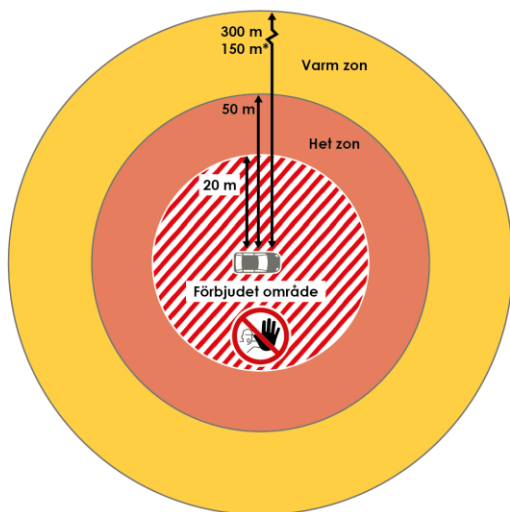


Vätgas, buss, Jetflamma

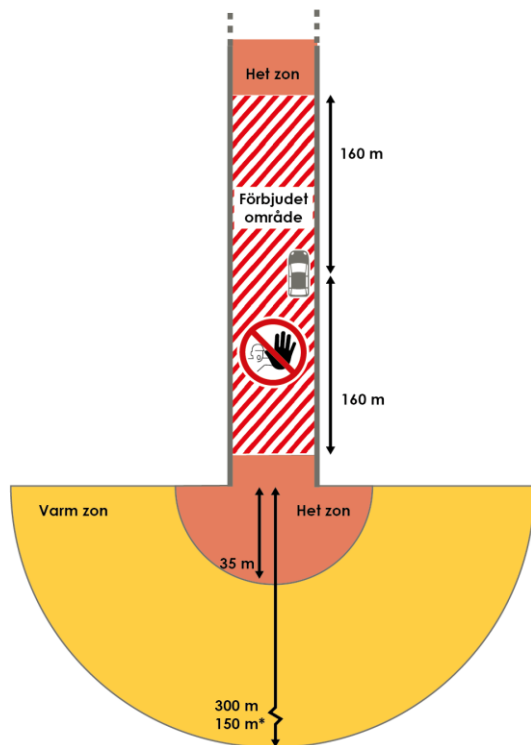


Vätgas tryckkärlexplosion

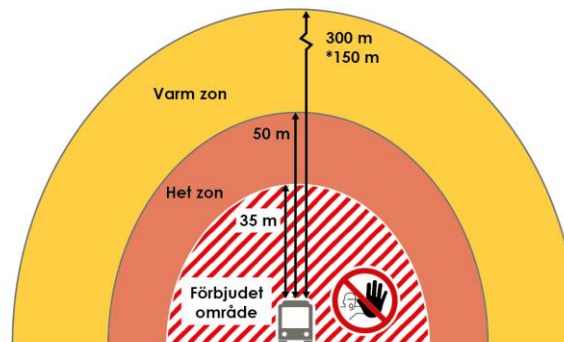
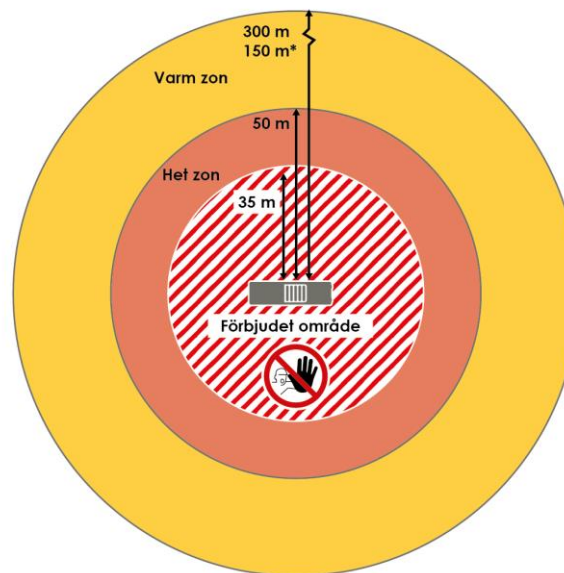
Vätgas, Personbil/lätt lastbil,
Tryckkärlexplosion



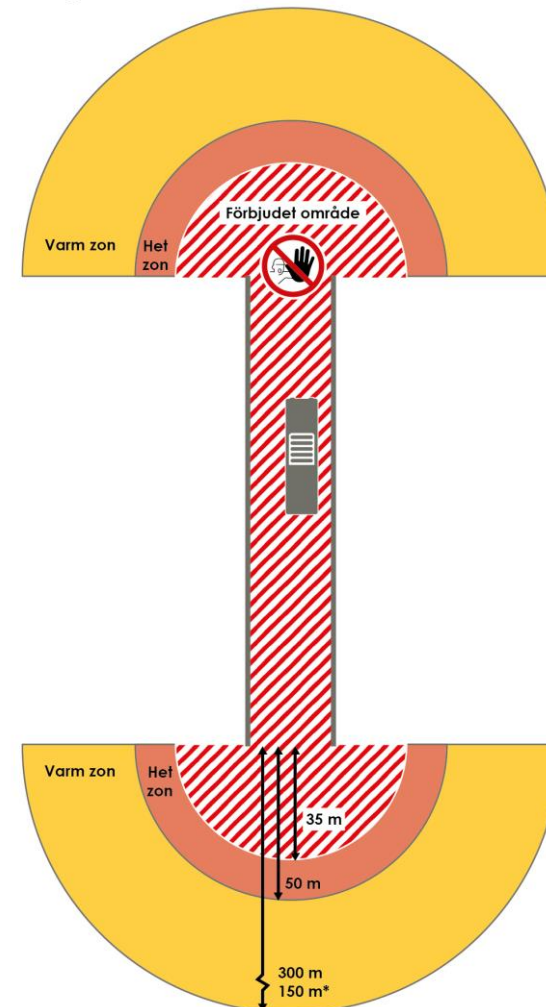
Vätgas, Personbil/lätt lastbil,
Tryckkärlexplosion, Tunnel



Vätgas, buss, Tryckkärlexplosion

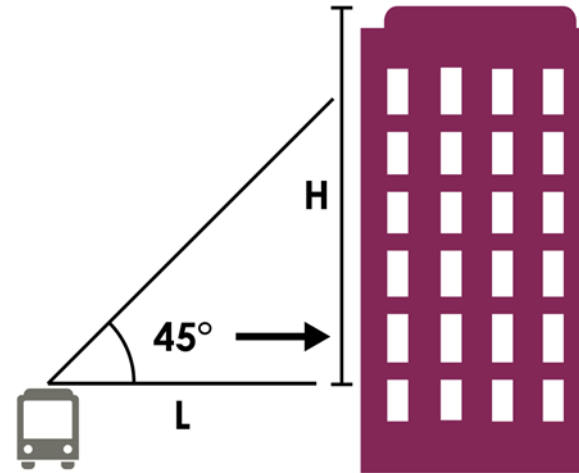


Vätgas, buss, Tunnel



Zon	Risker/restriktioner/skydd	Personlig skyddsutrustning
Förbjudet område	Allvarliga risker för liv och hälsa föreligger oavsett val av skyddsutrustning. Förbjudet område kan utgöras av hela eller delar av het zon som inte får beträdas.	Skyddsutrustning ger inte tillräckligt skydd för att förhindra skador. Rekognosering och åtgärder inom förbjudet område sker med obemannad teknik. (UAS och UGV om det är möjligt vid beaktande av hot från explosiv atmosfär eller hetta)
Het	Allvarliga risker för liv och hälsa föreligger normalt. Personal bör inte vistas här mer än nödvändigt. Få personer och kort tid. Särskild skyddsutrustning kan behövas för att kunna vistas här på ett säkert sätt. Särskild vaksamhet krävs. Utöver personlig skyddsutrustning bör skydd mot splittrisk komplettera skyddet om risk finns för tryckkärlexplosion eller gasmolnexplosion i slutet utrymme.	<i>Exempel på särskild skyddsutrustning utöver det som gäller för varm zon:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Andningsapparat med helmask SS-EN443 Typ 2 • Hörselkåpor med medhörning som uppfyller bullerclass H i SS-EN 352-3:2002 • Brandhandskar SS-EN 15090:2006 • Skyddshandskar (mot blodsmitta, kroppsvätskor, etc.) • Explosimeter kalibrerad för metan ATEX II 2G IIC T2 eller högre <p>All utrustning som används i het zon ska vara klassade enligt lägst ATEX II 2G IIC T2.</p> <ul style="list-style-type: none"> •
Varm	Risker för liv och hälsa kan föreligga. Personal bör inte vistas här mer än nödvändigt. Utöver personlig skyddsutrustning bör skydd mot splittrisk komplettera skyddet om risk finns för tryckkärlexplosion eller gasmolnexplosion i slutet utrymme.	<i>Minst följande skyddsutrustning bör användas i normalfallet:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Larmkläder (SS-EN 469 eller motsvarande) med underställ. • Skyddsskor med spiktrampskydd och täskydd (t.ex. skyddsklass S3 eller S5 enligt SS-EN 15090:2012) • Hjälms (SS-EN443 eller motsvarande)

Skydd från höga byggnader: $H > L$



$$H = 3 \text{ meter} \times \text{antal våningar}$$

Halvering av varm zon

25 mm stålplåt förankrad mot luftstötväg

1,3 m vattenfylld tank

Skydd för personal

Tack från mig!

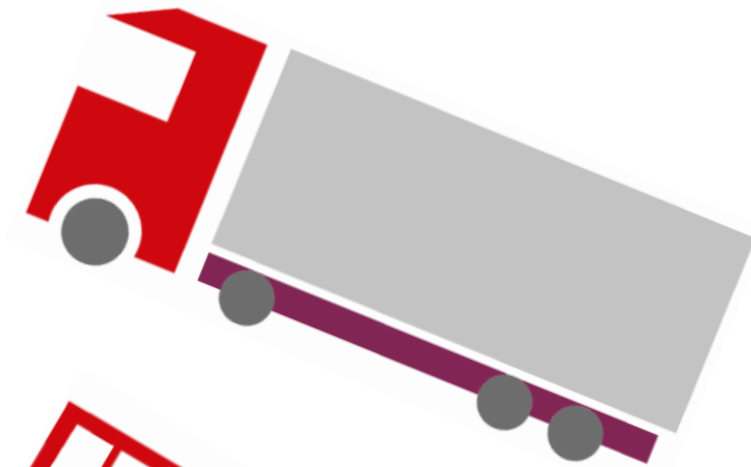
Erik Egardt, brandingenjör RO-BR

Gasfordonsvägledningen del 2 och 3

Del 2: Operativ-taktisk del

- Omsättning av information och underbyggnad i del 1 till operativa riktlinjer och åtgärdsförslag.
- Betoning på kortfattad information med fokus på stöd i det skadebegränsande arbetet vid händelser med gasfordon.
- Olika drivmedelsgaser, fordonstyper, förutsättningar samt operativa-och taktiska överväganden
- Beslutsmodell-anpassad för händelser med gasfordon
- Stor tonvikt på bilder och kortfattad information- Bakre ledning främsta målgruppen!

Fordonsbeskrivningar



Tryckkomprimerad vätgas (CH₂)



- ➔ Ofta flera tankar i samma fordon, vanlig tankvolym upp mot ca.120 liter styck
- ➔ Tankarna består av en kombination av stål-och kompositmaterial alt. enbart av kompositmaterial med ca 700 bar arbetstryck.
- ➔ Tankarnas höga tryck och krav på täthet mot vätgas kräver kraftigare godstjocklekar, upp till 30 mm Tankarna inneslutna i nedre delen av fordonet. Över bottenplattan är dock inte vanligt i svenskregistrerade bilar.
- ➔ På grund av det mer än dubbla drifttrycket blir en tryckkärlexplosion i en vätgastank dubbelt så kraftfull som för motsvarande tank för tryckkomprimerad metangas.
- ➔ Om gasläckage uppstår i ett vätgasfordon finns gasvarningssystem som varnar föraren visuellt vid 3 volymprocent (75 procent av LEL)
- ➔ Om vätgaskoncentrationen i luft överstiger 4 volymprocent i ett vätgasfordon (100 procent av LEL) ska huvudavstängningsventilen stängas automatiskt
- ➔ Den vätgas som släpps ut från avblåsningsanordning på vätgasfordon riktas nedåt, uppåt, snett bakåt eller åt sidorna (risk för jetflamma i främst de riktningarna)
- ➔ Riktingen för avblåsningsanordningen kan påverkas om tankarna flyttats eller påverkats vid t.ex. en krock
- ➔ Vätgas avger bara vattenånga vid förbränning. Detta medför att flammor som uppstår när jetflamma utlöser kan vara svåra att uppfatta utan värmekamera

Fråga 2

Har din räddningstjänst rutiner för olyckor med gasdrivna fordon?

Del 3: Beslutsstöd

- Ytterligare koncentration av delarna från del 1 och 2
- Scenarier utgör grunden- Brand, trafikolycka, gasutsläpp
- Klickbar PDF med olika navigeringsmöjligheter
- Samma utseende och upplägg med flikar som åtgärdskalendern
- Ledning på skadeområdet främsta målgruppen

DEL 1

DEL 2

DEL 3



CHG

Vägar

LPG



CHG

LNG



CHG

Vägar

LNG



UTKAST

Del 1

Del 2

Del 3

Brand i personbil

CHG

Vägar

LPG

Brand i lastbil

CHG

LNG

Brand i buss

CHG

Vägar

LNG

Trafikolycka

Gastöckage

DEL 1

DEL 2

DEL 3



CHG

Vägar

LPG



CHG

LNG



CHG

Vägar

LNG



Brand i personbil

Brand i personbil

Riskbedömning



Ta reda på bränsletyp, genom reg nr, ägare eller märkning/ symbol
CNG vanligaast
LPG utländska bilar
GH2 störst riskavstånd

Zonindelning utifrån risk för jet-fästexplosion
Om tankarna är påverkade av branden, zoniindela även utifrån tryckkärsexplosion
Utösa defensiv eller offensiv insats, utifrån riskenhotade värden

Zonindelning



Ta reda på bränsletyp, genom reg nr, ägare eller märkning/ symbol
CNG vanligaast
LPG utländska bilar
GH2 störst riskavstånd

Zonindelning utifrån risk för jet-fästexplosion
Om tankarna är påverkade av branden, zoniindela även utifrån tryckkärsexplosion
Utösa defensiv eller offensiv insats, utifrån riskenhotade värden

Restriktioner och skyddsutrustning



Ta reda på bränsletyp, genom reg nr, ägare eller märkning/ symbol
CNG vanligaast
LPG utländska bilar
GH2 störst riskavstånd

Zonindelning utifrån risk för jet-fästexplosion
Om tankarna är påverkade av branden, zoniindela även utifrån tryckkärsexplosion
Utösa defensiv eller offensiv insats, utifrån riskenhotade värden

Åtgärder



Ta reda på bränsletyp, genom reg nr, ägare eller märkning/ symbol
CNG vanligaast
LPG utländska bilar
GH2 störst riskavstånd

Zonindelning utifrån risk för jet-fästexplosion
Om tankarna är påverkade av branden, zoniindela även utifrån tryckkärsexplosion
Utösa defensiv eller offensiv insats, utifrån riskenhotade värden

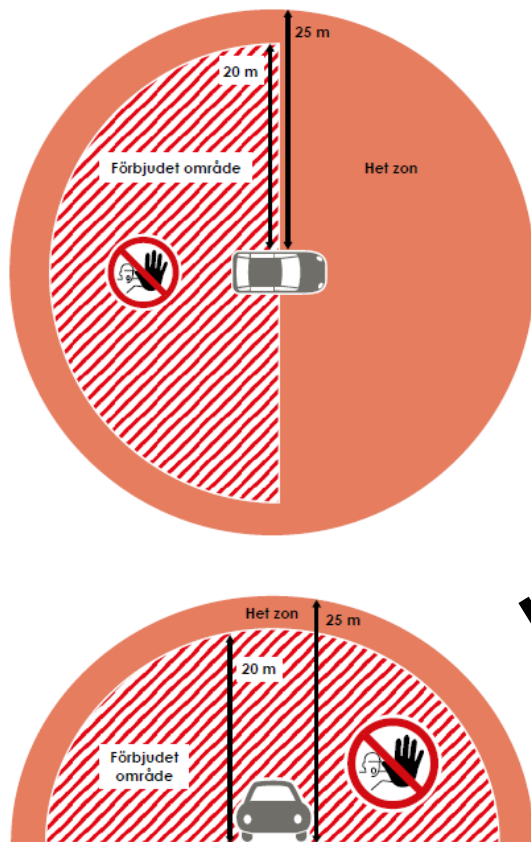
Avslutande åtgärder



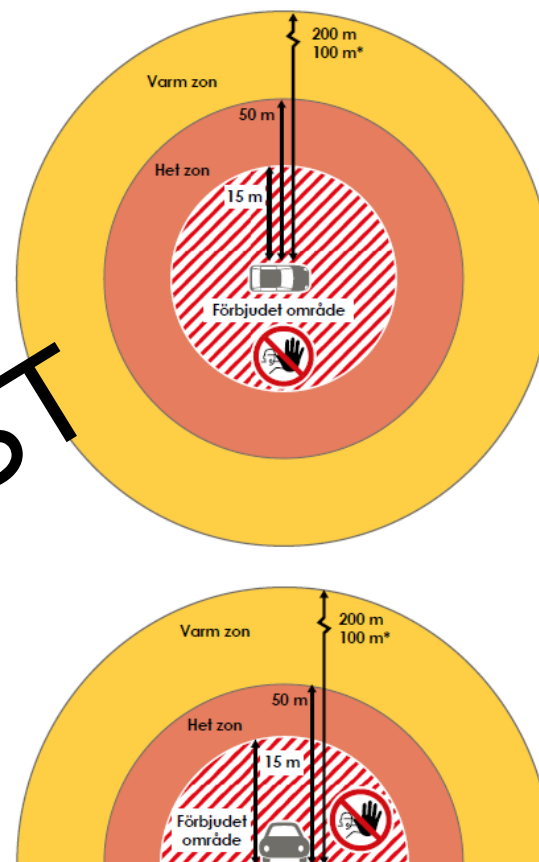
Ta reda på bränsletyp, genom reg nr, ägare eller märkning/ symbol
CNG vanligaast
LPG utländska bilar

GH2 störst riskavstånd
Zonindelning utifrån risk för jet-fästexplosion
Om tankarna är påverkade av branden zoniindela även utifrån tryckkärsexplosion

Figur 1. Personbil/lätt lastbil, CNG, Jetflamma



Figur 2. Personbil/lätt lastbil, CNG, Tryckkärsexplosion



UTKAST

DEL 1

DEL 2

DEL 3



CNG

Välgas

LPG



CNG

LNG



CNG

Välgas

LNG



DEL 1

DEL 2

DEL 3



CNG

Välgas

LPG



CNG

LNG



CNG

Välgas

LNG



Riskbedömning

- **Koncentrat från del 1 och del 2:**
- Egenskaper för Gas-och fordonstyper
- Skapa bild av förutsättningar på platsen. Tankar påverkade?
- Eskalerande förlopp?
- Risker och förhållningssätt- utomhus, tunnel, inomhus

Tryckkomprimerad metangas (CNG)



- ➔ Flera tankar- 200 bar arbetstryck och volym på 200-340 liter styck och ca 1600 liter totalt
- ➔ Tankarna består av kompositmaterial med aluminium eller plast inuti
- ➔ Tankarna finns under en kåpa på taket ca. 3 meter över mark. Därmed utsatta vid höjdhinder som tunnel och viadukt
- ➔ Kåpan är av plast eller kompositmaterial
- ➔ Komposittankar (särskilt utan innettätning av aluminium) har sämre värmetålighet än stålflaskor vilket gör dem mer känsliga för skador vid brand
- ➔ Tankarnas placering på taket gör dem utsatta vid brand inne i bussen
- ➔ Tankarna kan vara placerade tvärs fordonets längdriktning, eller i fordonets längdriktning, beroende på fordonets fabrikat och utförande
- ➔ Då en brand går igenom sidorutorna medför tankar placerade på taket tvärs fordonets längdriktning större chans till aktivering av smältsäkring och tryckavlastning än då tankarna är placerade i fordonets längdriktning.

Metan

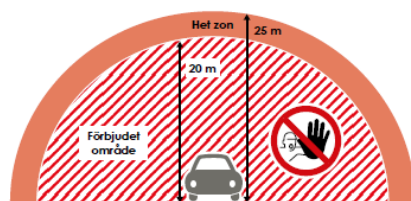
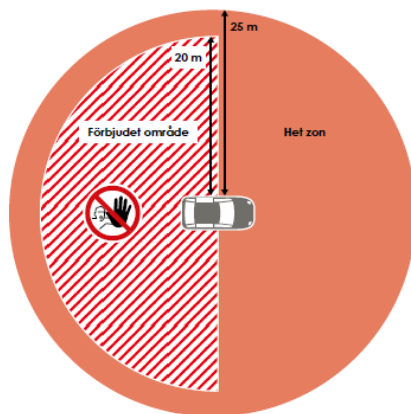
Tabell 1. Egenskaper för metan

Kokpunkt	-162 °C
Brännbarhetsområde	4,4–16,5 vol. %
Termisk tändpunkt	540 °C
Densitetstal	0,6 (Luft = 1,0)
Vattenlöslighet	Ej lösligt i vatten
Indikeras via sensor med katalytisk förbränning, LEL (t.ex. explosimeter och läcksökare)	Ja

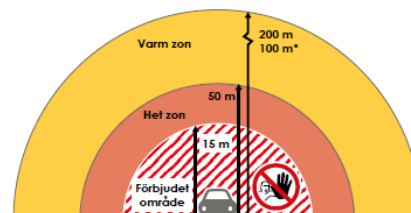
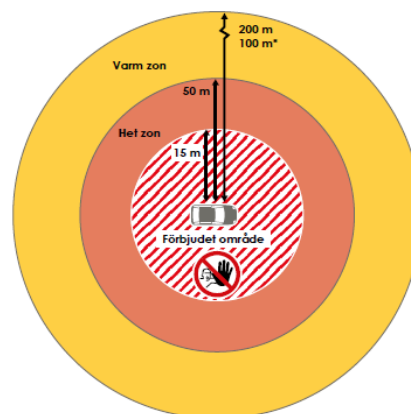
Zonindelning

- **Koncentrat från del 1 och del 2:**
- Riskavstånd
- Skyddsvärden-offensiv-defensiv insats
- Omständigheter- ute, tunnel, inomhus

Figur 1. Personbilla lastbil, CNG, Jetflamma



Figur 2. Personbilla lastbil, CNG, Tryckkärsexplosion

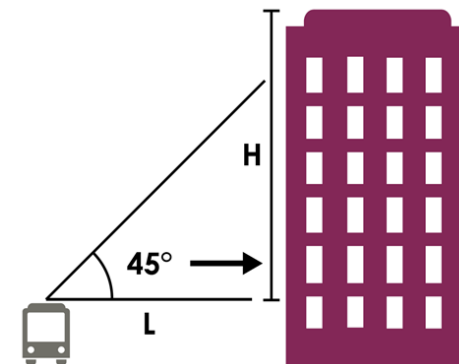


Restriktioner och skyddsutrustning

- **Koncentrat från del 1 och del 2:**
- Enhetlig beskrivning av restriktioner och skyddsutrustning- Skapa utgångsläge för vidare bedömning
- Utgångsläget är "Worst case"- förutsättningar på plats avgör om avsteg kan göras (kontinuerlig riskbedömning)

Zon	Risker/restriktioner/skydd	Personlig skyddsutrustning
Fortjudet område	Allvarliga risker för liv och hälsa föreligger oavsett val av skyddsutrustning. Fortjudet område kan utgöras av hela eller delar av het zon som inte får beträdas.	Skyddsutrustning ger inte tillräckligt skydd för att förhindra skador. Riskgränsering och åtgärder inom fortjudet område sker med oberoende teknik (UAS och UGV om det är möjligt vid beaktande av hot från explosiv atmosfär eller hetta)
Het	Allvarliga risker för liv och hälsa föreligger normalt. Personal bör inte vistas här mer än nödvändigt. Få personer och kort tid. Särskild skyddsutrustning kan behövas för att kunna vistas här på ett säkert sätt. Särskild vakanshet krävs. Utöver personlig skyddsutrustning bör skydd mot splitterrisk komplettera skyddet om risk finns för tryckvåldsexplosion eller gasolnsexplosion i slutet utrymme.	<i>Exempel på särskild skyddsutrustning utöver det som gäller för varm zon:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Andningsapparat med hjälm SS-EN443 Typ 2 • Hörselöppor med m-skärning som uppfyller bullerklass H i SS-EN352-3:2002 • Brandhandskar SS-EN 15090:2006 • Skyddshandskar (mot blodsmitta, kroppsvätskor, etc.) • Explosimeter kalibrerad för minst en ATEX II 2G IIC T2 eller högre All utrustning som används i het zon ska vara klassade enligt lägre ATEX II 2G IIC T1.
Varm	Risker för liv och hälsa kan föreligga. Personal bör inte vistas här mer än nödvändigt. Utöver personlig skyddsutrustning bör skydd mot splitterrisk komplettera skyddet om risk finns för tryckvåldsexplosion eller gasolnsexplosion i slutet utrymme.	<i>Minst följande skyddsutrustning bör användas i normalfall:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Lärmkläder (SS-EN 469 eller motsvarande) med underskall. • Skyddsskor med spiktrampskydd och täskydd (t.ex. skyddsklass S3 eller SS enligt SS-EN 15090:2012) • Hjälmar (SS-EN443 eller motsvarande)

Skydd från höga byggnader: H > L

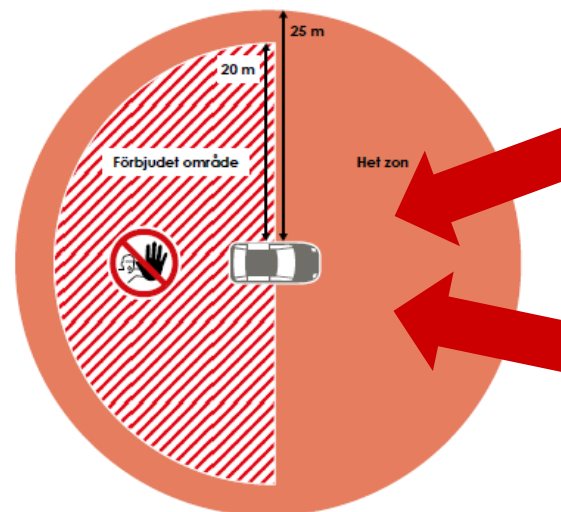


$H = 3 \text{ meter} \times \text{antal våningar}$

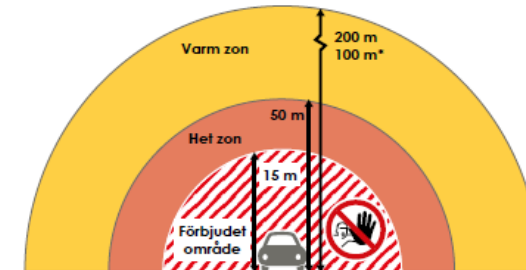
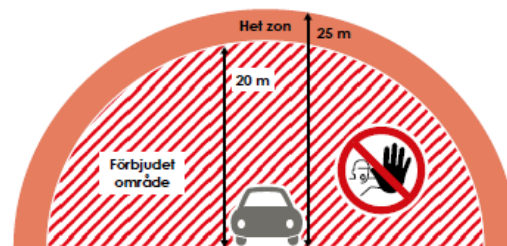
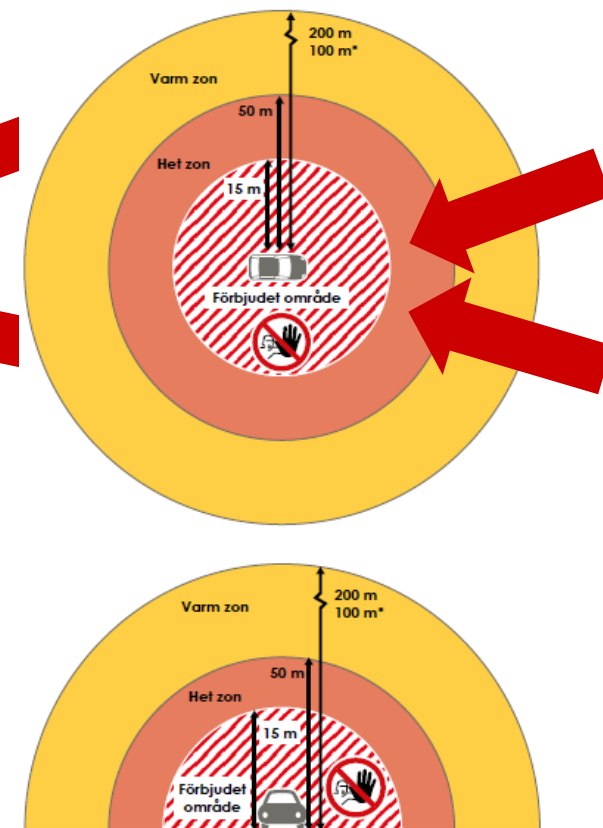
Åtgärder

- Riskbeskrivningar
- Angreppsvägar
- Riskminimerande åtgärder
- Skadebegränsande åtgärder

Figur 1. Personbil/lätt lastbil, CNG, Jetflamma



Figur 2. Personbil/lätt lastbil, CNG, Tryckkärlexplosion



Fråga 3

Har din räddningstjänst genomfört utbildning eller övning för gasfordon med räddningspersonalen någon gång de senaste 5 åren?

Ledning och ledningsstöd

- Utökade ledningsresurser – högre befäl
- Stora avspärrningar – polisresurser
- Taktisk reservstyrka
- Insatskort för aktuellt fordon
- Kontakt med ägare/tillverkare/expert
- Förbered för lång insats – avlösning, depå

Särskilda larmplaner för olyckor med gasfordon

- Brand i fordon
- Explosion/gasläckage
- Trafikolycka



Taktisk inriktning – Offensiv insats

När

- **Gastankarna inte är akut påverkade av brand* eller mekanisk skada →**
Små risker för räddningspersonalen
- Liv att rädda
- Om eskalering av händelsen kan förhindras

Förutsättningar

- Snabb insats
- Kan kräva mycket räddningsresurser

* **Offensiv insats** vid brand i LNG-fordon även om tankarna är påverkade av brand → små risker

Taktisk inriktning – Defensiv insats



När

- **Gastankarna är akut påverkade av brand eller mekanisk skada → Stora risker för räddningspersonalen**
- Inget liv att rädda

Förutsättningar

- Arbete i skydd
- Vänta ut händelseförloppet
- Begränsa följdverkningar
- Lång insats – tar ofta många timmar

Avslutande åtgärder

- Tidig och etablerad samverkan med berörda aktörer skapar bättre förutsättningar
- RVR, kollektivtrafikföretag, trafikledare, bärgare, etc.
- Skriftlig bekräftelse från ansvarig: Riskfritt att påverka eller flytta fordon med skadade eller påverkade tankar- Kvitto för avslutande av räddningstjänst
- Åtgärder efter det akuta händelseförloppet behöver utvecklas- Tillsammans med specialister, företag och tillverkare- vi jobbar vidare!