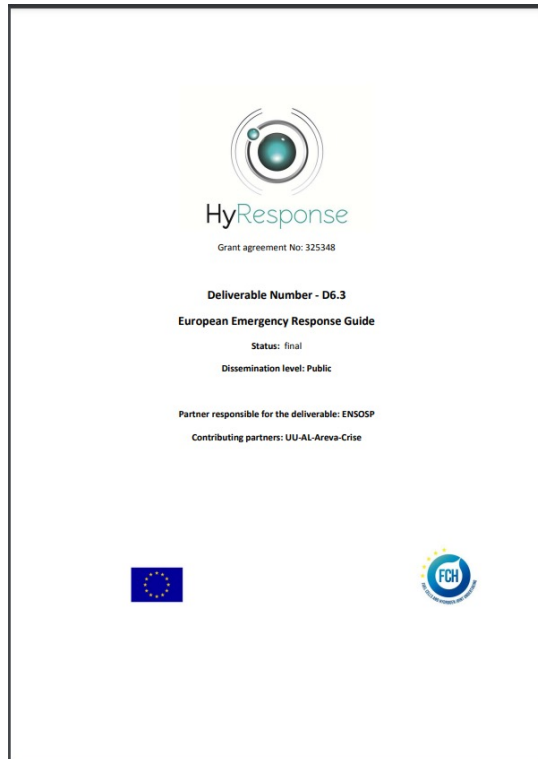


Vägledning- Räddningsinsatser vid händelser med gasfordon



Internationella erfarenheter och vägledning till räddningstjänst



2016



2016

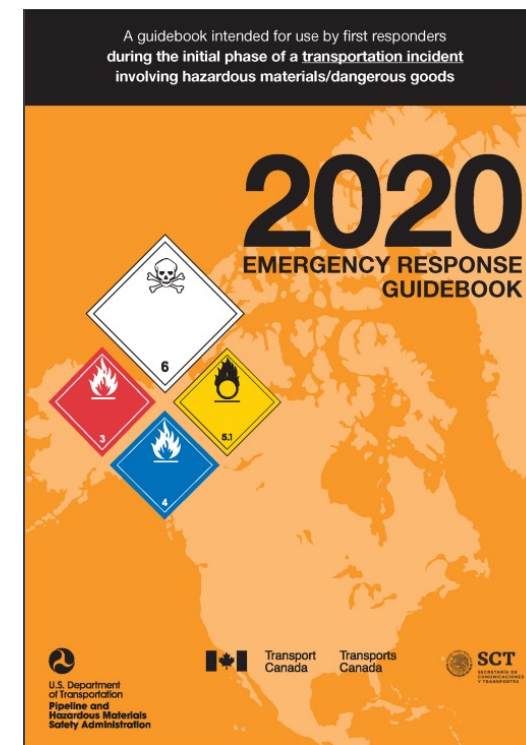


2020

Vetenskaplig grund...



2020



2020

Samarbete....



VOLVO Lastvagnar



Gasum



SCANIA



LUNDS
UNIVERSITET

LTH
LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA



RÄDDNINGSTJÄNSTEN
STORGÖTEBORG



Del 1: Bakgrund och faktaunderlag

Möjliggör fördjupad kunskap
och anpassningar lokalt

Del 2: Taktisk vägledning

Rekommendationer för **hela**
räddningsledningssystemet
(Före under och efter olyckor)

Del 3: Operativt metodstöd

Styrkeledarnivå

Uppgiftsledning

Skadeplatsnära ledning



Del 1: Bakgrund och faktaunderlag

- Kunskapsunderbyggnad
- Beskrivning av
 - drivmedelsgaser, bränslesystem och tankar samt erfarenheter
 - riskerna med gasfordon, definitioner av zoner, restriktioner, skyddsutrustning och regelverk
 - indikering av drivmedelsgaser

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):

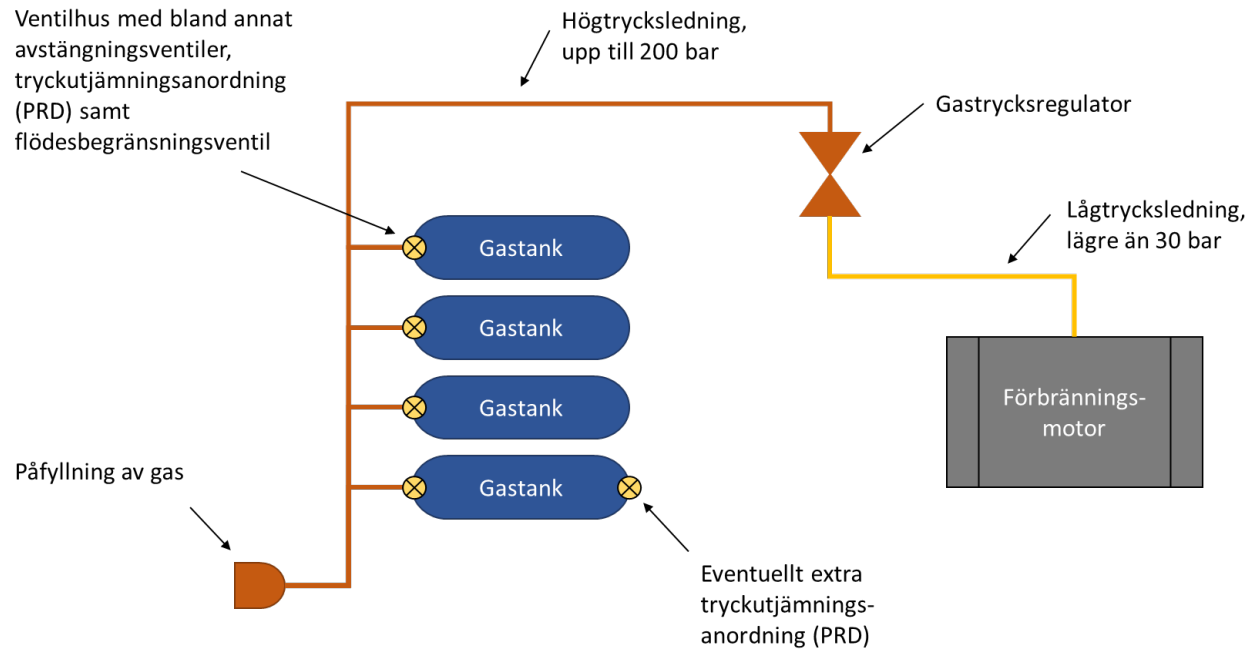
1. Fordonsgas
2. Naturgas
3. Biogas
4. CBG (compressed biogas)
5. CNG (compressed natural gas)

Kylkondenserad gas (vätske- och gasfas):

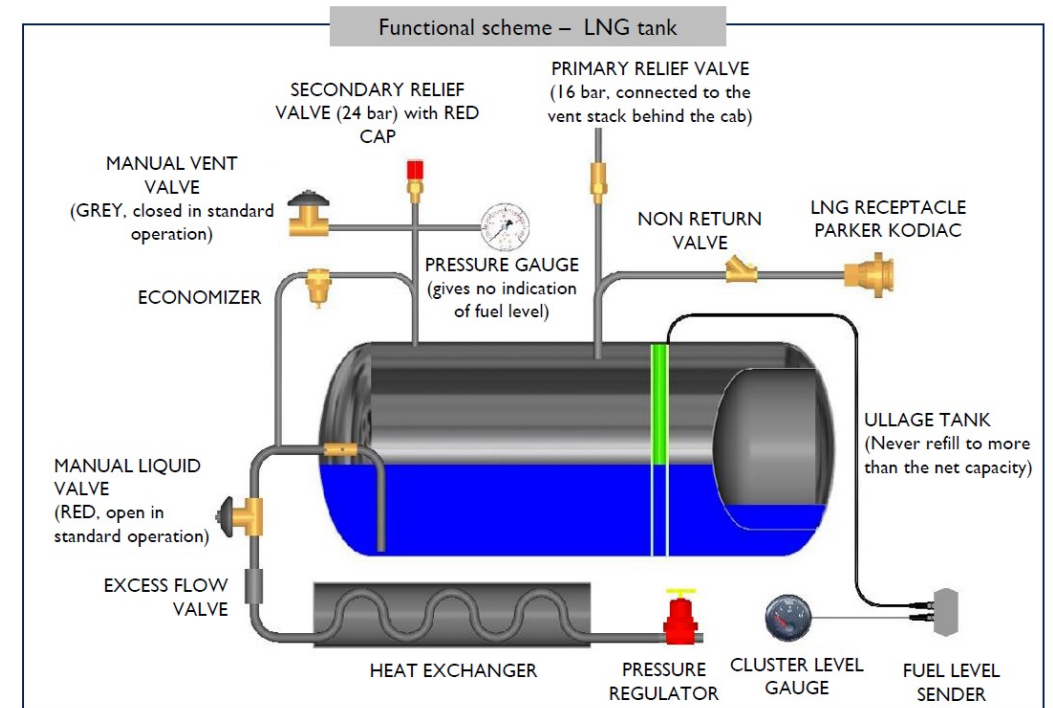
1. Flytande fordonsgas
2. Flytande metan
3. LNG (liquefied natural gas)
4. LBG (liquefied biogas)

CNG kontra LNG system

<200 bar

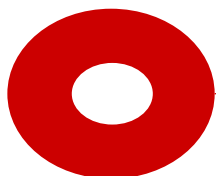


<24 bar



Propan-butanblandning

Kokpunkt	-42 °C
Brännbarhetsområde	1,7–10,1 vol. %
Termisk tändpunkt	450 °C
Densitetstal	1,6 (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

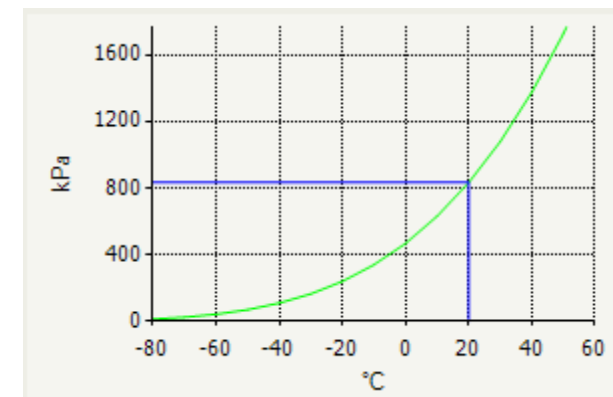


Stängventil
Flödesbegränsare — Motor
Magnetventil
Regulator

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

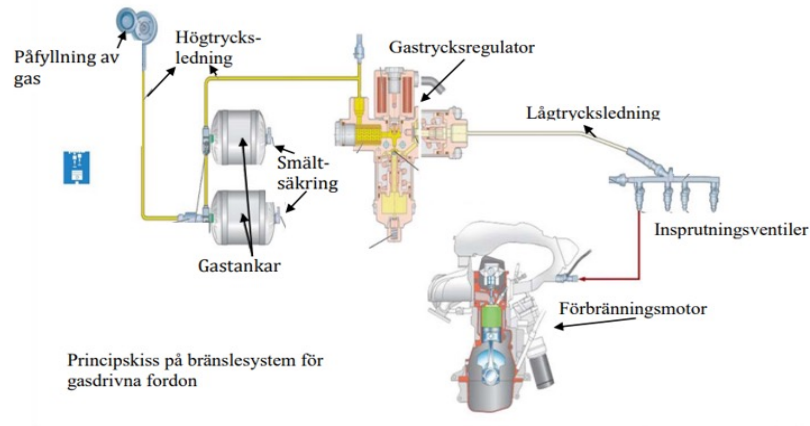
HANDELSNAMN FÖR VÄTGAS SOM DRIVMEDEL

Tryckkomprimerad gas (gasfas):

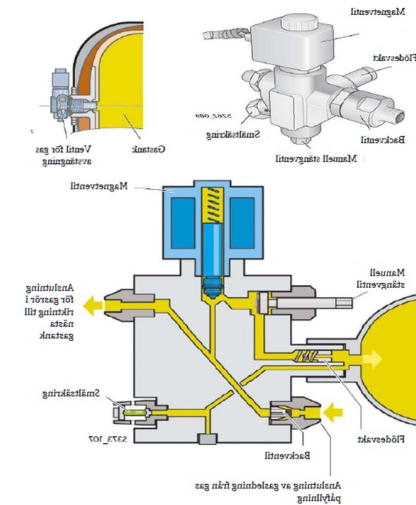
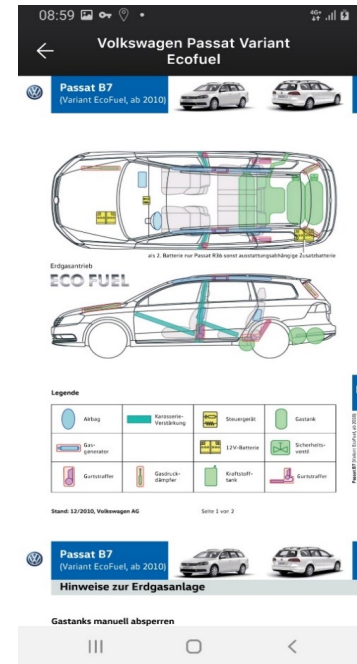
- Vätgas
- Hydrogen
- CGH2 700
- CGH2 350
- CHG

Fordonskännedom gassystemskännedom

- Personbil / lätt lastbil
- Tung lastbil
- Buss



I CHG bil är det förbjudet med flamma mot annan tank. Det finns gaslarm. Bränslecell och elmotor ersätter förbränningsmotorn.

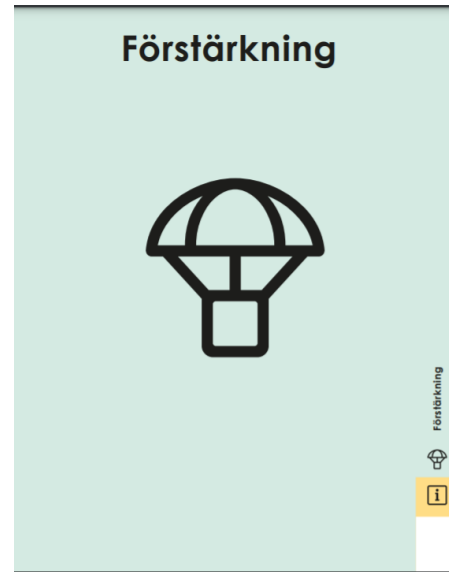


Del 2: Taktisk vägledning

- Målgrupp: Beslutsdomänen insatsledning
- Operativa-och taktiska överväganden
- Betonar vikten av att inleda insatsen brett och resursstarkt och i samverkan med andra aktörer
- Beslutsmodell – anpassad för händelser med gasfordon

Fas 1 Förberedelser

Fas 2 Utlarmning och framkörning



Fas 3 Framkomst och omedelbara åtgärder

Fas 4 Taktisk planering



Framme–bedömning och beslut

Ge en vindruterapport

- Beskriv vad du ser.
- Stämmer adressen eller platsangivelsen?
- Ta om möjligt ett foto.

Gör en riskbedömning

- Finns det människoliv att rädda?
- Går det att identifiera inblandande ämnen?
- Vilka risker finns?
- Hur stort blir det initiala riskområdet?
- Behov av skyddsutrustning?
- Behövs restriktioner för vem, var och hur länge personal får vistas inom riskområdet?
Till exempel förbjudet område på grund av otillräcklig skyddsutrustning.

Ge en lägesrapport

- Inom fem minuter efter att du har kommit fram.
- Beskriv läget och din egen situationsbedömning:
 - exakt plats
 - typ av händelse

fortsättning nästa sida →

- hot och risker
- ankomstväg
- antal drabbade
- behövs extra resurser?

Etablera samverkan med de andra aktörerna på skadeplats

- Upprätta gemensam ledningsplats.
- Fastställ samordningsansvar för arbetsmiljön.
- Samverka genom att dela lägesbild och planera åtgärder med övriga aktörer.

Skydd och säkerhet för insatspersonal

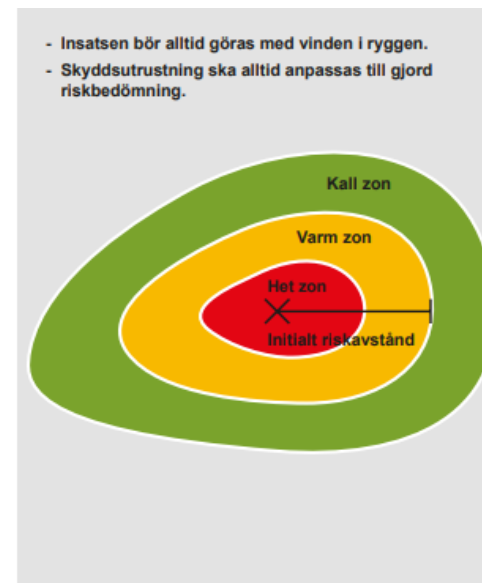
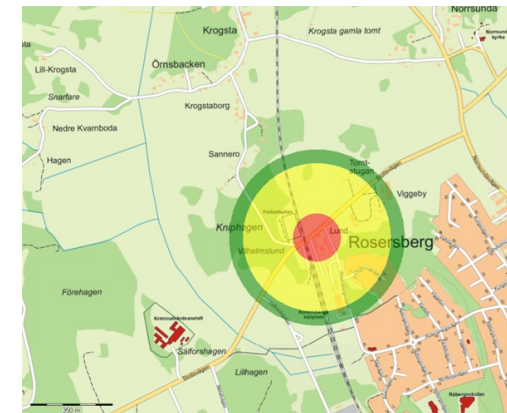
Räddningstjänst eller polis fastställer riskområdets indelning i zoner på skadeplats. Zonindelningen ligger till grund för restriktioner för personalens arbete inom zonerna samt för vilken skyddsutrustning personalen ska använda.

Riskområdets storlek och utformning bestäms i första hand utifrån ämnets potentiella risk och det planerade arbetet inne i riskområdet. Det är förbjudet att sysselsätta gravid arbetstagare med åtgärder i en radiologisk olycka. Detsamma gäller vid arbete med rök- och kemdykning. Olika beslutsstöd kan vara till god hjälp för att avgöra vilken skyddsnivå som behövs.

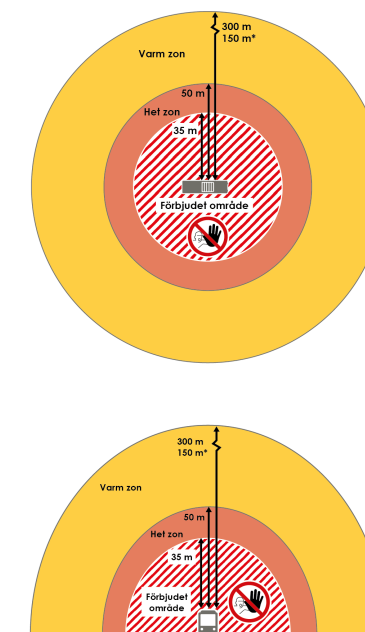


Fas 5 Implementering av taktisk plan

- Zonindelning av skadeområdet
- Skyddsutrustning i olika zoner (Personlig skyddsutrustning och övrigt skydd)
- Restriktioner
- Behov av forensisk hänsyn?
- Kommunicera och samverka
- Hantera media som resurs



CNG, Buss, Tryckkärlsexplosion



Fas 6 Utveckling och anpassning av insatsen

Fas 7 Avslutande av räddningsinsats och underrättelse till ansvariga aktörer

- Bedömning av om kriterierna för räddningstjänst är uppfyllda
- Risker som kan finnas kvar efter en räddningsinsats
- Behov av avspärrning och bevakning efter räddningsinsats.
- Skriftligt beslut om att räddningsinsatsen avslutats
- Underrättelse till ägare, innehavare samt miljö- och hälsoskydd samt länsstyrelse.
- Information till aktörer som har olika arbetsuppgifter

Fas 8 Åtgärder efter räddningsinsats

Del 3: Operativt metodstöd

- Betoning på riskbedömning och hantering
- Operativt stöd som kompletterar standardrutin för händelser med gasfordon
- Startpunkt för att skapa utbildning och övning?
- För arbete i skadeområdet men även övergripande ledning
- Viktigt med förförståelse för effektiv användning: även ledningsfunktioner del 2 och 3

Metodstöd utifrån typ av:

- Händelse
- Fordon
- Gas
- Plats

1. Brand	110	
1.1 Brand i personbil/lätt lastbil.....	111	
1.1.1 Brand CNG personbil/lätt lastbil	114	CNG
1.1.2 Brand LPG Personbil/lätt lastbil.....	119	LPG
1.1.3 Brand CHG Personbil/lätt lastbil	124	CHG
1.2 Brand i buss	129	
1.2.1 Brand CNG Buss.....	132	CNG
1.2.2 Brand LNG Buss.....	137	LNG
1.2.3 Brand CHG Buss.....	142	CHG
1.3 Brand i tung lastbil.....	147	
1.3.1 Brand CNG Tung lastbil.....	150	CNG
1.3.2 Brand LNG Tung lastbil.....	155	LNG
2. Trafikolycka	160	
2.1 Trafikolycka personbil/lätt lastbil	161	
2.1.1 Trafikolycka CNG personbil/lätt lastbil.....	164	CNG
2.1.2 Trafikolycka LPG personbil/lätt lastbil	169	LPG
2.1.3 Trafikolycka CHG personbil/lätt lastbil	174	CHG
2.2 Trafikolycka buss.....	179	
2.2.1 Trafikolycka CNG Buss.....	182	CNG
2.2.2 Trafikolycka LNG Buss.....	187	LNG
2.2.3 Trafikolycka CHG Buss.....	192	CHG
2.3 Trafikolycka tung lastbil.....	197	
2.3.1 Trafikolycka CNG Tung lastbil	200	CNG
2.3.2 Trafikolycka LNG Tung lastbil	205	LNG
3. Gasläckage	210	
4. Tunnlar.....	214	
5. Skydd	218	

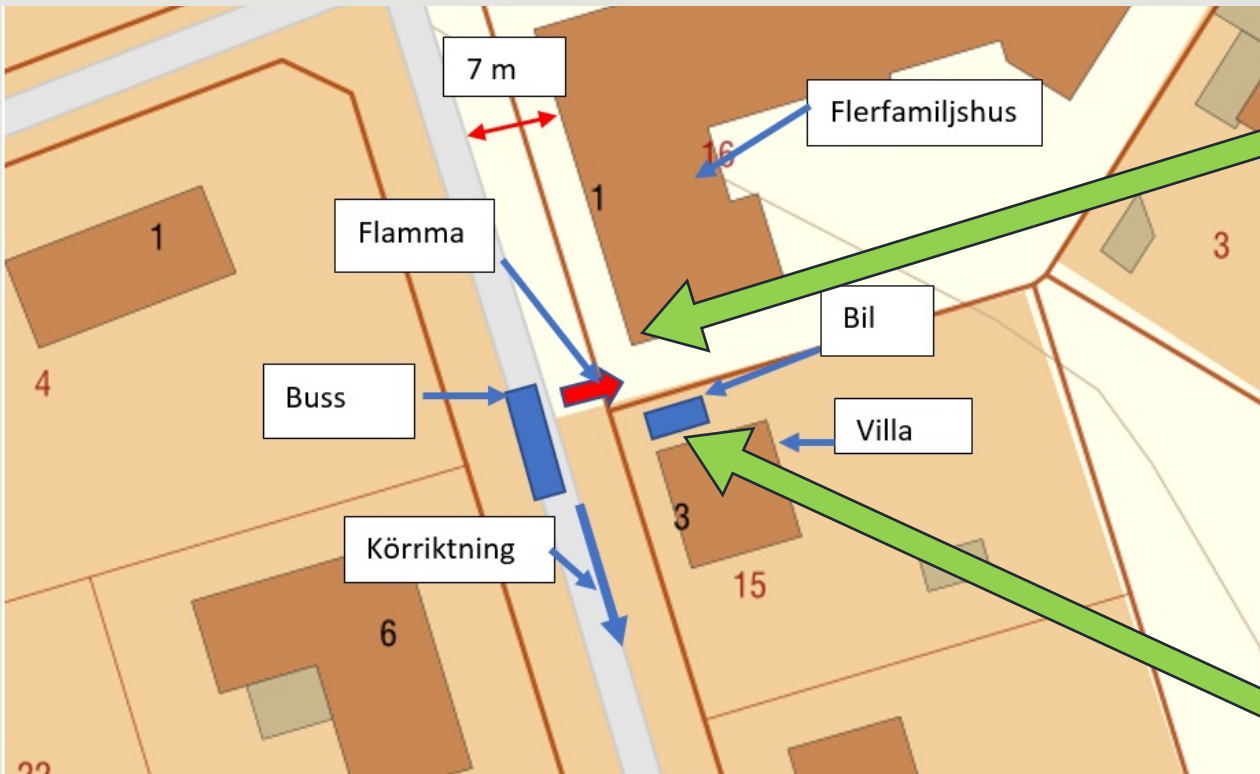


Gasbussbrand med jetflamma

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



Tryckkärlexplosion i samband med en bussbrand i Göteborg 2016



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

Scenario: Brand CNG buss

1. Brand	110	
1.1 Brand i personbil/lätt lastbil	111	
1.1.1 Brand CNG personbil/lätt lastbil	114	CNG
1.1.2 Brand LPG Personbil/lätt lastbil	119	LPG
1.1.3 Brand CHG Personbil/lätt lastbil	124	CHG
1.2 Brand i buss	129	
1.2.1 Brand CNG Buss	132	CNG
1.2.2 Brand LNG Buss	137	LNG

1.2 Brand i buss

Riskbedömning och riskmedvetenhet

- Beakta förekommande risker vid arbete i vägtrafikmiljö.
- Använd registreringsnummer för att hitta räddningskort för fordonet och rapportera registreringsnummer i lägesrapport.
- Försök med hjälp av räddningskort och ägare fastställa drivmedelstyp, tankarnas placering på fordonet och drivmedelstankarnas material för fordonet samt skapa överblick över skadeområdet.
- Sök info från trafikledningscentral, kameror i tunnel, info från förare eller inringare.
- Arbeta med vind/ventilation/mobil fläkt i ryggen.
- Lyssna efter pysande eller visslande ljud.
- Var uppmärksam på eventuella jetflammar eller uppflammande gasmoln.
- Tänk på att även små läckage som antänds kan aktivera jetflammar.
- Använd värmekamera för att bättre se jetflammar i dagsljus och ta med explosimeter (främst för att indikera gas efter släckning).



CNG

LPG

CHG



CNG

LNG

CHG



CNG

LNG



Taktiska överväganden

Är gastankar påverkade av brand eller mekaniskt våld?

NEJ

JA

Offensiv taktik som utgångspunkt

Utgå ifrån zonindelning och angreppsvägar för jetflamma.

- Prioritera snabb släckning av fordon. Snabb släckning skyddar gastankar från att påverkas av brand.
- Använd vatten eller pulver för att släcka gasfordon. Undvik fordonsbrandfilt.
- Undvik att släcka jetflamma då släckning leder till okontrollerat gasutsläpp.
- Kyl ej tryckutjämningsanordningar.
- Var uppmärksam på eventuella förändringar av gastankarnas status.
- Se till att zonindelningen är anpassad till situationen och att avspärningar upprätthålls.

Defensiv taktik som utgångspunkt

Utgå ifrån zonindelning och angreppsvägar för såväl jetflamma som tryckkärlexplosion.

- Om riskbedömning medger arbete nära fordonet – minimera tiden i riskområdet och prioritera utrymning av riskområdet. Ge vård utanför riskområdet.
- Någon minuts flammor mot tankar innebär inte explosionsrisk.
- Om släckning övervägs – använd bakande tankbil eller höjdfordon med obemannad vattenkanon utanför *förbjudet område*.
- Hindra och begränsa brandspridning till närliggande objekt/byggnader – arbeta från skydd/obemannad kylning.
- När branden är släckt och tankar enbart blivit mekaniskt påverkade, se flik [trafikolycka](#).
- Omvärdera riskbedömning och zonindelning kontinuerligt utifrån eventuellt eskalerande förlopp, tillkommande information, effekt av insatståtgärder etc.



Zonindelning/avspärning/ utrymning och inrymning

- Utgå ifrån zonindelningsexempel för aktuell risk, anpassa *varm zon* utifrån rådande omständigheter på skadeplats till exempel: bebyggelse inom riskområdet.
- Vid risk för tryckkärlexplosion: Går det att tillämpa skydd från höga byggnader? Se flik [skydd](#).
- Utrym het, *varm* och *kall zon*.
- Lägenheter eller andra brandceller som vetter mot olyckan och är i *het* eller *varm zon* utryms. Inrymning kan övervägas till andra brandceller inom *varm* och *kall zon* om man kan bevaka området.
- Omvärdera riskbedömning kontinuerligt och anpassa avspärning/utrymning/ inrymning vid behov.



CNG

LPG

CHG



CNG

LNG

CHG



CNG

LNG



CNG

LPG

CHG



CNG

LNG

CHG



CNG

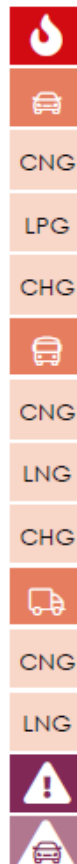
LNG



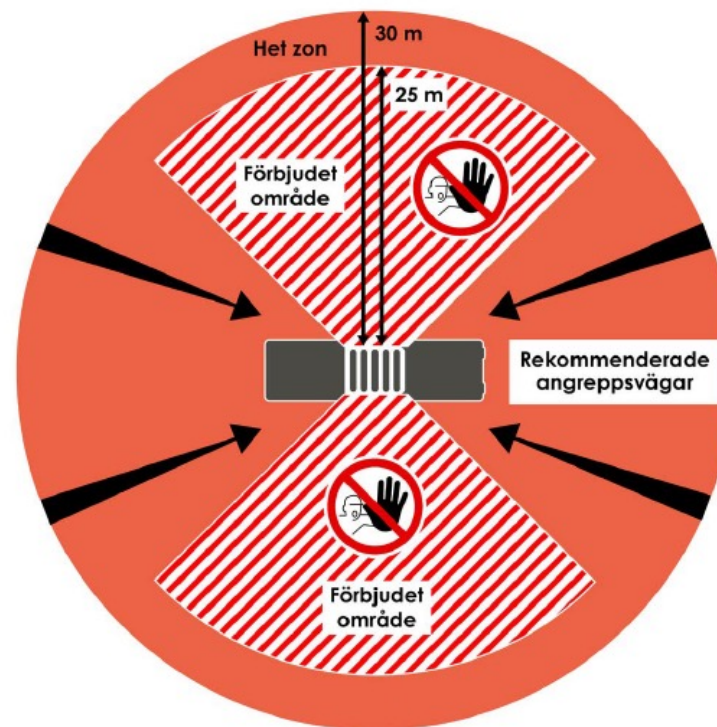
1.2.1 Brand CNG Buss

- Flera tankar, 200 bar arbetstryck och volym på 200–340 liter styck och ca. 1 600 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 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 bättre förutsättningar till aktivering av smältsäkring och tryckavlastning än då tankarna är placerade i fordonets längdriktning.

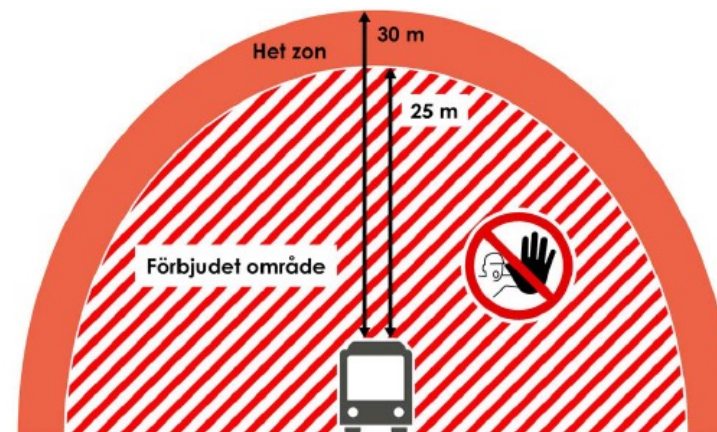
Riskavstånd och angreppsvägar



Figur 61. CNG, buss, jetflamma (ovanifrån)



Figur 62. CNG, buss, jetflamma (framifrån)



Brand i lastbil, Örebro, 6 dec 2021

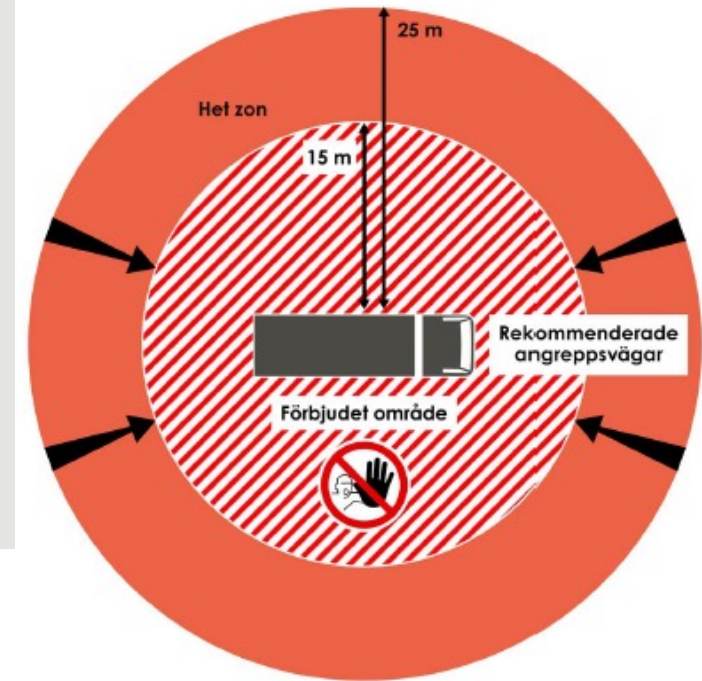
- LNG, brand i motorutrymme, hytt
- Nytankad, pös vid tankningen (ispropp??)
- Vattenskyddsområde
- Släcker, undersöker tankarna, trycket stabilt
- Bevakar efter brand



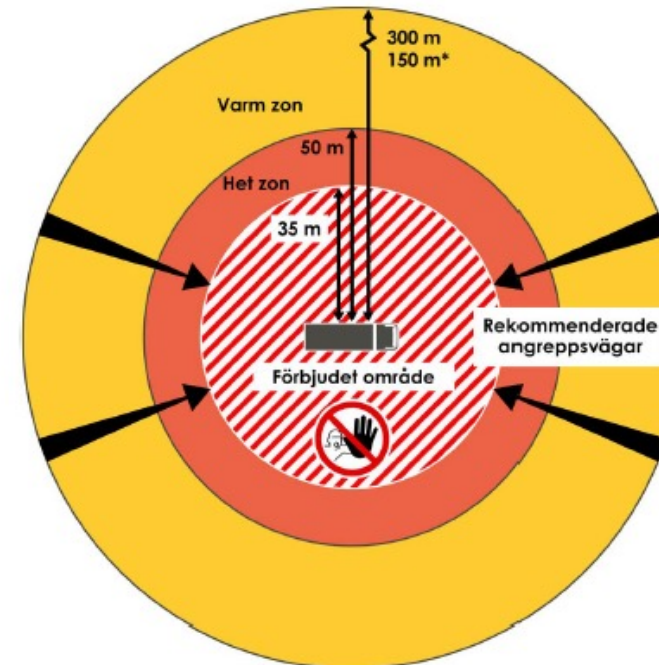
Scenario: Brand LNG Tung lastbil

1. Brand	110	
1.1 Brand i personbil/lätt lastbil	111	
1.1.1 Brand CNG personbil/lätt lastbil	114	CNG
1.1.2 Brand LPG Personbil/lätt lastbil	119	LPG
1.1.3 Brand CHG Personbil/lätt lastbil	124	CHG
1.2 Brand i buss	129	
1.2.1 Brand CNG Buss	132	CNG
1.2.2 Brand LNG Buss	137	LNG
1.2.3 Brand CHG Buss	142	CHG
1.3 Brand i tung lastbil	147	
1.3.1 Brand CNG Tung lastbil	150	CNG
1.3.2 Brand LNG Tung lastbil	155	LNG
2. Trafikolycka	160	
2.1 Trafikolycka personbil/lätt lastbil	161	

Figur 85. LNG, tung lastbil, jetflamma (ovanifrån)



Figur 87. LNG, tung lastbil, tryckkärlsexplosion (ovanifrån)



Tryckkärlsexplosion efter mekanisk skada på tank – fördröjd explosion

Kungsbacka 2021

- Sopbil skadad vid dikeskörning
- Förare såg lös plåt i backspegeln
- Tog bort plåt
- Körde vidare → tanken exploderar
- Fler skadade tankar under fordonet

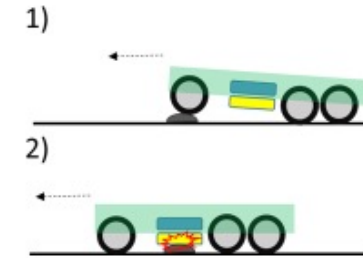


Tryckkärlexplosion efter mekanisk skada på tank – ibland fördröjd explosion

Explosion har oftast skett:

- Vid tankning
- Vid färd – vibrationer
- Vid färd – t.ex. gatsten, brunnslöck, betongsuggor

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

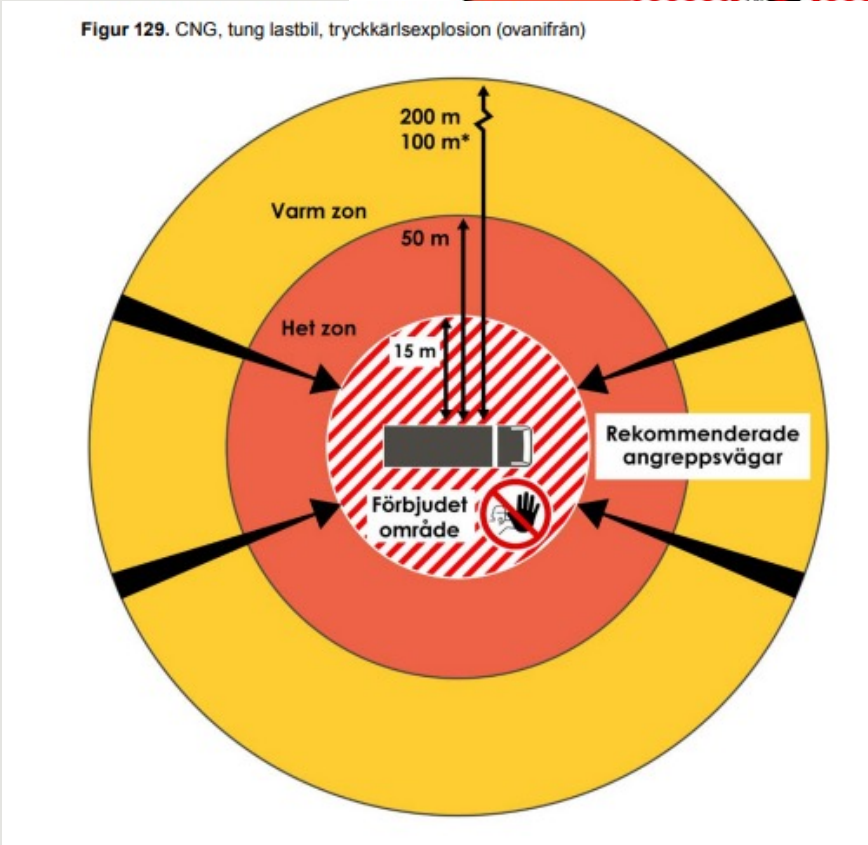
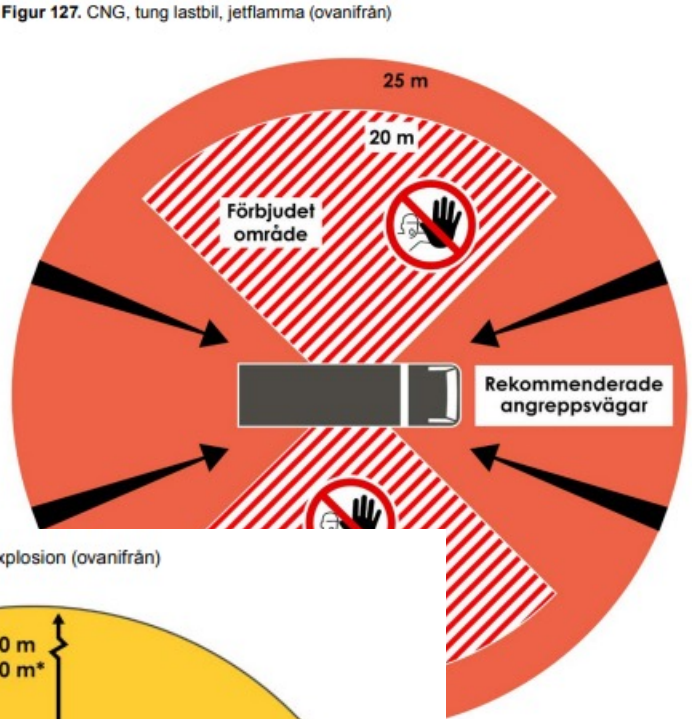


Källa: Räddningstjänsten Östra Skaraborg



Scenario: Trafikolycka CNG tung lastbil

2. Trafikolycka	160	!
2.1 Trafikolycka personbil/lätt lastbil	161	🚗
2.1.1 Trafikolycka CNG personbil/lätt lastbil.....	164	CNG
2.1.2 Trafikolycka LPG personbil/lätt lastbil	169	LPG
2.1.3 Trafikolycka CHG personbil/lätt lastbil	174	CHG
2.2 Trafikolycka buss	179	🚌
2.2.1 Trafikolycka CNG Buss.....	182	CNG
2.2.2 Trafikolycka LNG Buss.....	187	LNG
2.2.3 Trafikolycka CHG Buss.....	192	CHG
2.3 Trafikolycka tung lastbil.....	197	🚚
2.3.1 Trafikolycka CNG Tung lastbil	200	CNG
2.3.2 Trafikolycka LNG Tung lastbil	205	LNG



Gasläckage vid tankning Norrköping 2020



Gasen syns inte.
Det vita är kondens.

<https://90sekunderplay.msb.se/#>

Scenario: Gasläckage (LNG tung lastbil)

2.2.2 Trafikolycka LNG Buss.....	187	LNG
2.2.3 Trafikolycka CHG Buss.....	192	CHG
2.3 Trafikolycka tung lastbil.....	197	
2.3.1 Trafikolycka CNG Tung lastbil	200	CNG
2.3.2 Trafikolycka LNG Tung lastbil	205	LNG
3. Gasläckage	210	
4. Tunnlar	214	
5. Skydd	218	

3.1 Gasläckage samtliga fordons- och gastyper

Riskbedömning och riskmedvetenhet

- Beakta förekommande risker vid arbete i vägtrafikmiljö.
- Försök fastställa drivmedelstyp, tankarnas placering på fordonet och drivmedelstankarnas material för fordonet samt skapa överblick över skadeområdet.
- Utgå ifrån riskavstånd och angreppsvägar för jetflamma.
- Dimbildning eller moln är en indikation på gasläckage. Brännbarhetsområdet kan vara större än ett synbart gasmoln.
- Lyssna efter pysande eller vislande ljud.
- Använd explosimeter i riskområdet.
- Använd värmekamera för att skapa överblick över temperaturavvikelser. Tänk på att endast använda EX-klassad utrustning där gasblandning i luft kan förekomma.
- Vattenbegjut marken som ska beträdas i riskområdet, tillför vattendimma in i dimmoln för att minska risken för gasmolnsexplosion.
- Särskilt om vätgas, CHG och gasläckage*.
- Särskilt om LNG och LPG och gasläckage**.
- Där explosimeter varnar eller visar mer än 10 procent av LEL går gränsen för förbjudet område.
- Gasens densitet i förhållande till luft (densitetstal) påverkar hur gasen sprids och var den ansamlas.
- Densiteten påverkas av temperaturen och därför kan kall gas ibland initialt vara tyngre än luft.
- Undvik att spänningssätta elektrisk utrustning i fordon eller byggnader. Exempelvis dörrbelysning i personbilar samt ventilationsanordningar i byggnader.
- I vissa situationer kan gasmolnsexplosion leda till att tryckkärl skadas så att hot för tryckkärlsexplosion tillkommer som risk.
- Ha beredskap för snabb släckinsats om brand uppstår, se flik **brand**.
- Omvärdera riskbedömning och zonindelning kontinuerligt utifrån eventuellt eskalerande förlopp, tillkommande information, effekt av insatsåtgärder etc.

**LNG, LPG och gasläckage:

- För LNG-och LPG drivna fordon: Undvik att påföra vatten på tank och avblåsningsledning p.g.a. risk för frysning av tryckutjämningsanordning.
- För LNG drivna fordon: Läckage vid påfyllnadsrör p.g.a. frysning kan avhjälpas genom att påföra varmt vatten. **OBS!** Viktigt att vatten inte kommer i direktkontakt med tank och tillhörande delar – använd vattentät duk, plast eller liknande.