

# Utredning av säkerhetskrav för gasdrivna bussar och uppföljning av säkerhetshöjande åtgärder



## Innehåll

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>5</b>
<b>1 INLEDNING .....</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Uppdraget .....	8
1.3 Genomförande .....	8
1.4 Länshänvisning .....	9
<b>DEL 1: UTVECKLADE KRAV PÅ SKYDDSKONSTRUKTION FÖR BUSSARS GASBEHÅLLARE ELLER ANDRA KONSTRUKTIONSKRAV FÖR GASDRIVNA BUSSAR .....</b>	<b>10</b>
1. Internationell utblick .....	10
2. Kollision med fast hinder.....	11
2.1 Omfattning av olyckor.....	11
2.2 Effekter vid kollision .....	12
3. Kravställande vid godkännande av bussar .....	14
3.1 Harmonisering genom EU-typgodkännanden .....	14
3.2 Inga retroaktiva krav .....	14
3.3 Funktionsbaserade krav .....	14
3.4 Den internationella regelgivningsprocessen .....	15
3.5 Tidsaspekter .....	15
3.6 Genomförbarhet .....	15
4. Gas och bussens gassystem.....	16
4.1 Gas och dess egenskaper.....	16
4.2 Gasbehållarnas placering och konstruktion .....	16
4.3 Regelverk .....	17
4.4 Utformningens inverkan på effekter vid kollision .....	18
5. Ändrad utformning av gasbussar.....	19
5.1 Placering av gasbehållare .....	19
5.2 Fastsättning av gasbehållare .....	20
5.3 Ikörningsskydd på busstak .....	21
5.4 Byte av gasbehållartyp .....	21
5.5 Automatisk tryckavlastning vid krock.....	21
5.6 Nödbromssystem vid kollisionsögonblicket .....	22
5.7 Slutsatser om ändringar av utformning .....	23
6. Framtidsscenario gasbussar.....	23
6.1 Miljömål och miljöegenskaper .....	24
6.2 CNG-drivna bussar .....	24

6.3	Vätgasbussar.....	25
7.	Slutsats och diskussion .....	25
<b>DEL 2: UPPFÖLJNING AV TRANSPORTSTYRELSENS UTREDNING OM TRAFIKSÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER FÖR GASBUSSAR.....</b>		
1.	Inledning .....	27
2.	Uppföljning av föreslagna åtgärder.....	27
2.1	Föreskrifter om yrkeskompetensbevis.....	27
2.2	Kunskapsprov för yrkeskompetensbevis samt körkort för buss .....	28
2.3	Föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande på vägar och gator.....	28
<b>REFERENSER.....</b>		<b>30</b>

## Sammanfattning

Förloppet vid en olycka i mars 2019, då en gasbuss körde in i en skyddsbarriär vid Klaratunnelns södra infart i centrala Stockholm och började brinna, visade att konsekvenserna kan bli mycket allvarliga om gasbehållare utsätts för kraftigt yttre våld som leder till att de penetreras.

Efter denna olycka fick Transportstyrelsen i uppdrag att utreda säkerhets-  
höjande åtgärder för gasbussar och har nu fått det uppföljande uppdraget att utreda möjliga utvecklade krav på skyddskonstruktioner för gasbehållare eller andra konstruktionskrav för gasdrivna bussar, vilka ska gå att arbeta in i internationella regelverk.

Transportstyrelsen har utrett olika krav på utformningen av en gasbuss som skulle kunna mildra effekter vid kollision med hinder. Utredningen har inte kunnat identifiera något specifikt krav att lyfta fram, men med anledning av de stora konsekvenser för passagerare och omgivning som kan uppstå, ses ett behov av att stärka krav relaterat till yttre våld på gasbehållare. Det bedömer Transportstyrelsen efter att ha utrett frågan inom ramen för det uppdrag som regeringen gav myndigheten den 11 juni 2020.

### **Få gasrelaterade olyckor har inträffat i Europa**

Enligt Transportstyrelsens kännedom har det inträffat få olyckor i Europa där gasbussar kolliderat med hinder och där gasen varit inblandad i händelseförloppet. I de flesta fall har olyckorna inte fått några större konsekvenser, men olyckan vid Klaratunneln i mars 2019 visade på att följderna kan bli mycket allvarliga.

### **Andra länder delar inte problembilden**

Majoriteten av de internationella aktörer som deltagit i en genomlysning som Sweco Energy AB har genomfört på uppdrag av Transportstyrelsen, anser att allvarliga risker med gasbussar har minskat tillräckligt med dagens regelverk. Istället nämns lösningar som fokuserar på att minska antalet olyckor som beror på mänskliga fel. Internationellt finns ingen samsyn om att kraven på gasbussars utformning behöver förändras.

### **Ändringar av bussarnas utformning riskerar att minska prestanda och konkurrenskraft**

Ändringar av utformningen på gasbussar som skulle kunna mildra effekterna vid kollision med höjdhinder, kan till exempel gälla gasbehållarnas placering, montering och material samt skyddskonstruktioner. Flera av ändringarna anses av tillverkare bli kostsamma och kunna påverka bussarnas egenskaper och prestanda negativt, vilket kan innebära att gasbussarna blir mindre konkurrenskraftiga än bussar med andra drivmedel. Det skulle i sin tur kunna innebära en risk för att

bussar som drivs av gas inte kommer att användas och fylla sin viktiga funktion i omställningen till fossilfri vägtrafik framöver. Ändringarna kan också leda till försämrad säkerhet i andra avseenden.

**Underlag för att föreslå förändrade krav**

Det finns idag inte tillräckligt kunskapsunderlag för att kunna förorda en specifik förändring av gasbussens utformning, framför någon annan. Kunskapsunderlaget för att kunna förstå när effekterna kan uppstå och hur en förändring av gasbussens utformning mildrar dessa effekter, är begränsat.

**Bedömning i tidigare utredning**

I Transportstyrelsens utredning om säkerhetshöjande åtgärder för gasbussar från 2019 ansågs åtgärder inom andra områden som mer effektiva och möjliga att genomföra. I den tidigare utredningen lyfts även att det behöver skapas mer forskning med inriktning på bussars krocksäkerhet utifrån gassystemets inverkan på säkerheten, för att kunna bedöma behov av åtgärder gällande utformning av gassystemet på en buss. Bedömningarna i den tidigare utredningen har bekräftats i arbete med nuvarande utredning.

**Tidigare åtgärdsförslag har genomförts i Transportstyrelsens föreskrifter och i Trafikverkets kunskapsprov**

I Transportstyrelsens förra regeringsuppdrag om gasbussars säkerhet gavs förslag på åtgärder inom tre olika områden där brister kan orsaka olyckor som är specifika för gasbussar: kunskap, infrastruktur och bussens utformning. De här åtgärderna har nu genomförts eller är på väg att genomföras. Det handlar dels om ändringar i föreskrifter om yrkeskompetensbevis och nya föreskrifter med egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor, dels om Trafikverkets kunskapsprov för yrkeskompetensbevis och körkortsbehörighet för buss, som har kompletterats med frågor om säkerhet för bussars gasdrift och om risker relaterade till bussars höjd.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Den 10 mars 2019 inträffade en olycka då en gasdriven buss körde in i en skyddsbarriär vid Klaratunnels södra infart i centrala Stockholm och började brinna. Det var en ovanlig och mycket allvarlig händelse. Med anledning av olyckan uppdrog<sup>1</sup> regeringen åt Transportstyrelsen att utreda behovet av trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasdrivna bussar och att föreslå åtgärder som kan vidtas för en förbättrad säkerhet avseende sådana bussar, till exempel regeländringar eller åtgärder i infrastrukturen.

### **Transportstyrelsens tidigare utredning om säkerhetshöjande åtgärder för gasbussar**

Utredningen redovisades den 28 november 2019. Där beskrevs att sannolikheten för en gasrelaterad olycka med buss är liten, men att konsekvenserna vid en sådan olycka kan bli mycket allvarliga.

I utredningen kom Transportstyrelsen fram till en rad förslag om ökad kunskap om gasbussar och förbättrad infrastruktur samt om bussens utformning. Förslagen innebär dels åtgärder för att förhindra olyckor, dels åtgärder för att minska konsekvenserna av olyckor som ändå inträffar, både vid själva olyckstillfällena och vid räddningsinsatser och hantering efter olyckorna.

Utredningen visade att riskerna vid kollisioner med höjdhinder skulle kunna minska med en konstruktion som med skydd eller på annat sätt gör att gasbehållare inte börjar läcka eller riskerar att tränga igenom fordonstaket. Utredningen omfattade dock inga förslag på krav på bussars utformning, eftersom åtgärder inom andra områden ansågs mer effektiva och även möjliga att genomföra.

Dagens utformning av gaskomponenterna i bussar ansågs generellt vara bra ur trafiksäkerhetssynpunkt. I utredningen pekade myndigheten dock på behov av fortsatt internationellt arbete med säkerhetsfrågor för gasbussar, exempelvis om övertrycksanordningar på behållare för CNG (Compressed Natural Gas). Detta är en brandrelaterad fråga och har inte direkt med säkerheten vid kollisioner med hinder att göra.

I utredningen lyfts också att det behövs mer forskning med inriktning på bussars krocksäkerhet utifrån gassystemets inverkan på säkerheten, detta för att kunna bedöma behov av ytterligare åtgärder för utformningen av bussars gassystem.

---

<sup>1</sup> Uppdrag att utreda säkerhetshöjande åtgärder för gasdrivna bussar, regeringsuppdrag från Infrastrukturdepartementet, diarienummer: I2019/02046/TM, I2019/00541/TM.

## 1.2 Uppdraget

Regeringen gav den 11 juni 2020 Transportstyrelsen i uppdrag att följa upp åtgärderna från den tidigare utredningen och att utreda säkerhetskrav för gasdrivna bussar.<sup>2</sup>

I uppdraget har det ingått att utreda möjliga utvecklade krav på skyddskonstruktion för bussars gasbehållare, eller andra konstruktionskrav för gasdrivna bussar som skulle kunna mildra effekterna av en kollision med hinder. Kraven ska gå att arbeta in i relevanta internationella regelverk om bussars och gasbehållares konstruktion.

Det har också ingått att redovisa hur några av de åtgärder som Transportstyrelsen föreslog i den förra utredningen om gasbussar har genomförts. Åtgärderna gäller justerade föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande av vägar och gator, justerade föreskrifter om yrkesförarkompetens samt justerade kursplaner och kunskapsprov för yrkeskompetensbevis och körkort med behörighet för buss.

Ytterligare ett led i uppdraget har varit att inhämta synpunkter från

- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), tillverkare av bussar och övriga relevanta aktörer i den del som gäller nya krav
- andra relevanta länder vad gäller krav för säkrare gasdrivna bussar
- Trafikverket i den del som avser genomförandet av tidigare förslagna åtgärder.

Dessutom skulle konsekvenserna av eventuella krav analyseras med de utgångspunkter som anges i förordningen (2017:1244) om konsekvensutredning vid regelgivning.

## 1.3 Genomförande

Utredningen har avgränsats till att omfatta krav som skulle kunna mildra effekter som kan uppstå om bussars gassystem skadas. Fokus har varit på kollision med fasta höjdhinder, eftersom det är den vanligaste kollisionstypen för gasbussar där gasen har varit inblandad i olyckan.<sup>3</sup> Sådana krav på bussens utformning som kan förebygga att olyckan inträffar eller minska risker vid efterarbete, till exempel vid räddningsinsatser, har inte ingått i detta uppdrag.

Initialt i uppdraget genomfördes en internationell genomlysning med analys av olyckor med gasbussar i andra länder. I genomlysningen ingick även att ta reda på vilken uppfattning myndigheter och branschrepresentanter från

<sup>2</sup> Uppdrag att följa upp åtgärder och utreda säkerhetskrav för gasdrivna bussar Regeringsuppdrag från Infrastrukturdepartementet, Dnr I2020/01673/TM, I2019/03176/TM.

<sup>3</sup> Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar, regeringsuppdrag. Transportstyrelsen TSG 2019-5092.



andra länder i Europa har om dagens krav på utformning av gasbussar och vilka problem de har identifierat.

Utöver den internationella genomlysningen har kontakt tagits med svenska och utländska busstillverkare, bussföretag och tillverkare av gasbehållare med avsikt att diskutera lösningar för gasbussars konstruktion som skulle mildra effekterna vid kollision med höjdhinder. Kunskap har sökts med hjälp av databaser med vetenskaplig information. Kontakt har tagits med MSB som har varit behjälpliga, både med information om inträffade olyckor och räddningsinsatser och med synpunkter inom ramen för uppdraget.

#### **1.4 Lëshänvisning**

Utredningen består av två delar. Den första omfattar en utredning om möjliga utvecklade krav på gasbussars konstruktion. I den andra delen finns en uppföljning av åtgärdsförslagen från tidigare utredning om trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar.

## **Del 1: Utvecklade krav på skyddskonstruktion för bussars gasbehållare eller andra konstruktionskrav för gasdrivna bussar**

I denna del av utredningen redovisas Transportstyrelsens utredning om möjliga utvecklade krav på skyddskonstruktion för bussars gasbehållare, eller andra konstruktionskrav för gasdrivna bussar som skulle mildra effekter av kollisioner med fasta höjdhinder.

Kapitlet innehåller en internationell utblick, en genomgång av effekter av, och erfarenheter från, gasbussars kollisioner med fasta höjdhinder samt förutsättningar för att kunna arbeta för regelförändringar internationellt. Vidare beskrivs några ändringar av gasbussars utformning, vilka eventuellt skulle kunna mildra effekter vid kollisioner med fasta höjdhinder.

### **1. Internationell utblick**

Inom ramen för regeringsuppdraget har en genomlysning av andra länders erfarenheter om säkerhet för gasdrivna bussar genomförts av Sweco Energy AB.<sup>4</sup> De har även inhämtat synpunkter på befintliga krav samt eventuella behov av nya krav för att uppnå ökad säkerhet för gasdrivna bussar.

I genomlysningen kombinerades en internationell litteraturstudie, inklusive statistikanalys av olyckor, med kontakter och intervjuer med utländska aktörer som fordonstillverkare, kollektivtrafikutvecklare, intresseorganisationer och internationella organ.

Här följer några av Swecos slutsatser från genomlysningen:

- Gasbussar har blivit allt säkrare. De olyckor som inträffar har mindre konsekvenser än tidigare. Gasbussar har inte högre olycksfrekvens än andra typer av bussar.
- Majoriteten av aktörerna har indikerat att inga ytterligare krav behövs utöver de som redan ställs på gasbussar. En aktör har lyft fram möjligheten att placera gasbehållarna under golvet på bussar som inte är låggolvsbussar. Två aktörer nämner skyddslösningar som kan ställas framför gasbehållarna på taket. Det bör vidare undersökas om dessa lösningar är dimensionerade för kollisioner.
- De flesta olyckorna sker på grund av okunskap hos förarna, exempelvis när de försöker köra genom tunnlar eller under andra höjdhinder. Det kan åtgärdas genom bättre utbildning och eventuellt med system som

---

<sup>4</sup> Internationell genomlysning gasbussar, PM Sweco Energy AB 2020-12-17.

med hjälp av GPS hindrar fordon från att trafikera vissa områden, så kallade geostaket.

- Skyltning och märkning kan förbättras, både i och utanpå bussen. Skyltar som informerar om bussens höjd kan hjälpa förarna att undvika missbedömningar.
- Gasbussar utgör bara en liten del av den europeiska bussflottan. Antalet ökar, men samtidigt minskar busstillverkarna sin satsning på utveckling av gasbussar till förmån för exempelvis elbussar.

Majoriteten av de aktörer som deltagit i genomlysningen anser att allvarliga risker med gasbussar har minskat tillräckligt med dagens regelverk. Det framkommer också att placeringen av gasbehållarna är säkrast på taket på bussarna. Möjligheter att förändra gasbussarnas konstruktion anses generellt vara begränsade. Kontakterna med de olika aktörerna visade att det är viktigt att ha en helhetssyn på gasbussar för säker drift, vilket även styrks av litteraturen och olycksutredningar.

Ett flertal intervjuade aktörer nämner andra områden att förbättra i stället för gasbussens konstruktion och tar exempelvis upp lösningar som minskar antalet olyckor som beror på mänskliga fel. De senaste åren har även allt fler rapporter skiftat fokus från de tekniska systemen till risker kopplade till kompetens och rutiner om exempelvis räddningsinsatser vid olyckor där gasbussar är inblandade.

I genomlysningen framkommer det att fordon och därmed även gasbussar körts in i höjdhinder även i andra länder. Ingen av dessa olyckor har inneburit lika allvarliga konsekvenser som den i Stockholm den 10 mars 2019.

## **2. Kollision med fast hinder**

Den vanligaste kollisionstypen för en gasbuss där gasen varit inblandad i olycksförloppet är kollision med ett fast höjdhinder.<sup>5</sup> Gasbehållarna på en gasbuss är placerade på taket. Vid kollision med ett höjdhinder, till exempel en höjdbegränsningsportal, en bro eller en tunnelmykning, finns det risk för att gasbehållarna slår direkt i hindret. I det här kapitlet beskrivs omfattningen av sådana typer av olyckor samt vad som kan ske när de inträffar.

### **2.1 Omfattning av olyckor**

MSB har bidragit med underlag utifrån fritextsökningar och beskrivningar i insats- och händelserapporter. På grund av begränsningar i kvalitet och omfattning av data, så utgör resultatet inte statistik i den meningen att det är systematiskt insamlad data om samtliga olyckor som inträffat med

---

<sup>5</sup> Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar, regeringsuppdrag. Transportstyrelsen TSG 2019-5092.

gasfordon. Det kan till exempel saknas insatser som inte hittats via fritextsökningen.

### **Nio kollisioner med fasta höjdhinder i Sverige sedan 2007 – sju av dem vid Klaratunneln**

Enligt MSB:s underlag<sup>6</sup> finns, från år 2007 till och med april 2021, nio identifierade trafikolyckor i Sverige där gasbussar kolliderat med fasta höjdhinder. Fem av olyckorna har medfört gasutsläpp, varav två i kombination med brand och i ett av dessa fall även med explosion (Klaratunneln den 10 mars 2019). Vid övriga fyra olyckor har gasbehållarna suttit kvar på taket, och kollisionen har troligtvis inte medfört gasläckage.

Sju av de nio kollisionerna har skett vid infarter till Klaratunneln i Stockholm. Vid den som inträffade i mars 2019 skadades föraren. Det är den enda kända olyckan som har orsakat personskador.

### **Olyckor i andra länder**

I Swecos internationella genomlysning har sju olyckor identifierats i andra länder än Sverige där gasbussar kört in i höjdhinder. Två av dem har skett i EU-medlemsstater (Nederländerna och Frankrike). Det finns inga uppgifter om dödsfall eller skadade vid olyckorna.

### **Omfattning av gasbussar**

I Sverige finns ca 3000 gasbussar i trafik (CNG, compressed natural gas) som år 2020 kördes närmare 20 miljoner mil, det motsvarar drygt 20 % av det totala trafikarbetet som utförs med buss i landet.<sup>7</sup> I Europa fanns enligt EAFO, European Alternative Fuels Observatory ca 22 000 bussar med CNG-drift år 2020.<sup>8</sup>

## **2.2 Effekter vid kollision**

I flera av händelserna<sup>9</sup> då en gasbuss kört in i ett höjdhinder har gasbehållarna slagits av från takinfästningen. I några av fallen har detta lett till gasläckage från behållarna. Det finns även exempel då gasläckage förekommit när gasbehållarna suttit kvar på taket. I merparten av de olyckor som inneburit gasläckage har läckaget varit av mindre storlek<sup>10</sup> med begränsad effekt på omgivningen direkt vid olyckstillfället.

---

<sup>6</sup> Olyckor med gasdrivna fordon – bussar, PM MSB 2019-12352 med kompletterande uppgifter via e-post från MSB 2021-04-28.

<sup>7</sup> [www.trafa.se](http://www.trafa.se) Statistik år 2020, om fordon på väg samt trafikarbete.

<sup>8</sup> [www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m2-m3](http://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m2-m3)

<sup>9</sup> Olyckor med gasdrivna fordon – bussar, PM MSB 2019-12352 med kompletterande uppgifter via e-post från MSB 2021-04-28

<sup>10</sup> Olyckor med gasdrivna fordon – bussar, PM MSB 2019-12352 med kompletterande uppgifter via e-post från MSB 2021-04-28

**Läckage kan leda till splitter, explosion, brand och projektil**

Den allvarligaste effekten av en kollision kan antas ske då gasbehållarna utsätts för yttre våld och penetreras med kraftigt läckage som följd. Dels kan trycket från den läckande behållaren orsaka splitter från omkringliggande material som skyddskåpor och liknande, dels kan det kraftiga läckaget leda till ett explosionsartat brandförlopp när en stor mängd energi frigörs på kort tid. Ett större gasläckage kan dessutom skapa gasmoln som riskerar att detonera vid antändning. En gasmolnsdetonation skapar en luftstöt våg och flammor som kan påverka omgivningen. En läckande gasbehållare som lossnat kan även fara iväg med hög hastighet, likt en projektil.

När en gasbuss körde in i en höjdbegränsningsportal utanför Klaratunneln den 10 mars 2019<sup>11</sup> slog gasbehållarna i portalen och en av dem penetrerades av portalens kant. Gasbehållaren lossnade från sin infästning och gas började strömma ut under högt tryck. Framänden på gasbehållaren trycktes nedåt genom busstaket och fyllde passagerarutrymmet med gas, vilket föranledde en explosion. När gasbehållaren passerat under höjdbegränsningsportalen flög den iväg uppåt i bussens färdriktning och träffade en husfasad cirka 13 meter ovanför marken.

**Andra effekter än vid läckage**

En gasbehållare som lossnar från taket innebär även andra risker än sådana som uppstår genom gasläckage. När de lossnar finns en direkt risk för att de skadar exempelvis medtrafikanter. Vid en kollision med ett höjdhinder riskerar även övertryckventilernas riktning att ändras, vilket kan leda till att de så kallade jetflammorna som skapas vid tryckavlastning av gasbehållarna vid eventuell brand, riktas mot ett annat håll än förväntat.

**Särskilt allvarliga konsekvenser**

Konsekvenser för såväl personer som egendom kan bli särskilt allvarliga om kollisionen sker i en tunnel, i tätbebyggt område eller i en låg passage under viktiga transportleder. Konsekvenserna kan förstås bli ännu allvarligare om det finns passagerare på bussen vid kollisionen. Inga av de identifierade olyckorna där en gasbuss kolliderat med ett höjdhinder verkar ha inträffat när bussen varit i ordinarie trafik och haft passagerare ombord. Olyckorna har i stället skett när bussen körts utanför ordinarie rutt, till exempel för att förflyttas mellan olika bussgarage eller från en ändhållplats till en uppställningsplats.

---

<sup>11</sup> RISE Research Institutes of Sweden AB (2019). Utredning av händelse i Klaratunneln 2019-03-10.

### **3. Kravställande vid godkännande av bussar**

Fordonslagstiftningen är i hög grad harmoniserad och styrd av internationella rättsakter. Det gäller både krav på fordonens beskaffenhet och utrustning, och de kontrollformer som får användas för att undersöka om fordon är säkra och i övrigt lämpliga för trafik.

#### **3.1 Harmonisering genom EU-typgodkännanden**

Tyngdpunkten för harmoniseringen ligger på EU-typgodkännanden. Grunden i typgodkännandesystemet är att fordon som är EU-typgodkända och försedda med ett giltigt intyg om överensstämmelse ska kunna registreras och användas i en medlemsstat utan att behöva genomgå någon ytterligare teknisk kontroll.

Det harmoniserade systemet innebär att det finns begränsade möjligheter för Sverige att ställa andra krav än de som följer av de direktiv, förordningar och reglementen som gäller för EU-typgodkända fordon. Principen är att en medlemsstat inte ska införa åtgärder som förhindrar fri rörlighet av varor. Egna tekniska krav utgör i hög grad handelshinder. Ett nytt krav på utformningen av en buss behöver därför arbetas in i regelverket för EU-typgodkännande. Kravet gäller då endast nya fordon.

#### **3.2 Inga retroaktiva krav**

När ett fordon har registrerats och tagits i trafik kan i regel inte kraven på detta fordon ändras. Ett ändrat krav på ett redan ibruktaget fordon skulle kunna innebära dyra ombyggnationer som i vissa fall även är omöjliga att genomföra. Resultatet skulle kunna bli att fordonet i stället skrotas eftersom det inte blir möjligt att uppdatera till de nya kraven. Grundtanken är därför att fordonen godkänns mot de regler som gäller när de tas i bruk och att regelförändringar som sker på området framöver inte påverkar redan ibruktaga fordon.

Eftersom nya krav för ett typgodkännande gäller godkännande av nya buss-typer är det möjligt för tillverkare att använda sig av ett typgodkännande för en redan befintlig busstyp när man tillverkar och sätter en ny buss på marknaden. Det är därmed inte säkert att nya krav implementeras på alla nya fordon.

#### **3.3 Funktionsbaserade krav**

För att kraven ska möjliggöra olika tekniska lösningar så ska de vara funktionsbaserade, teknikneutrala och främja den tekniska utvecklingen. Regelverket inom EU omfattar i många delar funktionsbaserade krav. Med funktionsbaserade krav avses krav som är utformade utifrån att en eller flera funktioner eller mål ska uppnås, men överlämnar till den enskilde att avgöra

på vilket sätt detta ska ske. Detta är första steget i regleringen. Om det inte fungerar så förändras reglerna till mer detaljerade regler.

### 3.4 Den internationella regelgivningsprocessen

Ofta utgår kraven för ett EU-typgodkännande från UNECE-reglementen. Frågan om nya eller ändrade krav behöver därför initieras internationellt i UNECE-sammanhang. Det kan ske på olika sätt, till exempel genom att Transportstyrelsen får en inriktning eller ett uppdrag från regeringen eller ett departement, eller att myndigheten själv lyfter ett behov till förändring. Om det gäller ett tekniskt krav i FN-föreskrifter så lyfts frågan inom UNECE (Förenta nationernas ekonomiska kommission för Europa) och de grupperingar som samlas under WP29 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations). Inom ramarna för WP29 finns ett antal permanenta grupper som arbetar fram förslag till reglementen som antas av WP29.

### 3.5 Tidsaspekter

Det är svårt att bedöma hur lång tid det skulle ta att genomföra en förändring. Det är inte ovanligt att det tar 6–10 år från att ett förslag presenteras till dess att nya regler träder i kraft. Det kan även finnas tidsaspekter efter införlivandet om när de nya reglerna ska börja tillämpas och även övergångstider då de gamla reglerna får tillämpas. Den totala tid det kan ta för att införliva nya krav beror bland annat på följande:

- Synen på problematiken.
- Hur de olika medlemsländerna ställer sig till ett grundförslag.
- Hur omfattande grundförslaget är. Ändrar man inom många områden eller på många krav så tar det också längre tid.
- Hur pådrivande industrin är för att få till en förändring.
- Övergångsregler från gamla krav till nya.

Som snabbast skulle en mindre förändring kunna genomföras på 1,5–3 år, under förutsättning att konsensus finns bland medlemsstaterna och att industrin framhåller att ändringen behöver göras omgående och inte kräver någon teknikutveckling.

### 3.6 Genomförbarhet

Ett land behöver ha ett gediget underlag till den problematik som man vill lyfta internationellt. En grundläggande förutsättning för att nå framgång med att implementera nya krav är att andra länder delar samma problembild och att den är av tillräcklig dignitet. Det innebär att det måste presenteras underlag som visar på konsekvenser och sannolikhet att de inträffar. För att sedan införa en specifik regeländring behövs ett omfattande underlag som



visar hur regeländringen leder till förbättrad säkerhet och hur den påverkar olika intressenter.

## **4. Gas och bussens gassystem**

### **4.1 Gas och dess egenskaper**

I stort sett alla gasbussar som körs i Sverige drivs av CNG, komprimerad metangas. Ännu finns ingen vätgasdriven buss i trafik i landet, men sådana bussar förväntas komma framöver.

Metangas och vätgas är lättare än luft, vilket innebär att de stiger vid utsläpp. Båda gaserna är brandfarliga men har olika brännbarhetsområden. Brännbarhetsområdet anger intervallet från den lägsta till den högsta koncentrationen av gasen som krävs i luften för att gasen ska kunna antändas. Metangas har ett mindre brännbarhetsområde (4–15 volymprocent) än vätgas (4–77 volymprocent).

Ett CNG-system tankas med gas till cirka 200 bar. Trycket vid tankning kan temperaturkompenseras så att systemet tankas med ett högre tryck vid varmare väder. Motsvarande tryck i gassystemet hos en buss med vätgasdrift är 350 bar. Gastrycket sänks sedan i steg innan gasen leds in i motorn.

### **4.2 Gasbehållarnas placering och konstruktion**

En gasdriven buss har gasbehållarna placerade på taket, vilket anses vara den mest säkra placeringen.<sup>12</sup> Takplaceringen innebär dock att gasbehållarna är i ett utsatt läge vid kollision med höjdhinder. Ofta har behållarna en total volym av 1 200–1 900 liter fördelade på fem till tio gasbehållare som kan vara monterade i längsled eller vinkelrätt mot bussens färdriktning. Att ha gasbehållare på taket ger hög tyngdpunkt och utmaningar för busstillverkarna när det gäller viktfordelning och stabilitet.<sup>13</sup>

Gasbehållarna kan bestå av stål, aluminium eller kompositmaterial eller en kombination av materialen. Kompositmaterial är vanligast på bussar, eftersom det håller nere vikten.

Ofta är gasbehållarna täckta av väderskydd av plast eller tunn plåt. De har inte någon större funktion för att skydda behållarna vid en kollision.

Gasbehållarna är utrustade med så kallade flödesbegränsningsventiler som ska stänga gasflödet vid större läckage i gassystemet, till exempel när en gasbehållare slås av taket och lossnar från röranslutningen. De har även backventiler som hindrar gasutsläpp om påfyllningssystemet skulle skadas

<sup>12</sup> Internationell genomlysning gasbussar, PM Sweco Energy AB 2020-12-17.

<sup>13</sup> Möte med busstillverkare 2021-03-22



samt magnetventiler som öppnas när bussen startas eller tankas. Magnetventilerna stängs när strömmen bryts, till exempel genom att bussens tändning eller huvudströmbrytare slås av. Det finns även manuella avstängningsventiler på varje gasbehållare.

Varje gasbehållare har dessutom minst en värmeaktiverad tryckutjämningsanordning (smältsäkring) och kan också ha en tryckaktiverad tryckutjämningsanordning.

### 4.3 Regelverk

Ett CNG-drivet fordon som tas i bruk i Sverige ska uppfylla kraven i UNECE-reglemente 110<sup>14</sup> medan ett vätgasdrivet fordon som tas i bruk ska uppfylla kraven i UNECE-reglemente 134<sup>15</sup>. Konvertering av fordon till CNG-drift omfattas av UNECE-reglemente 115<sup>16</sup>. Reglementena innehåller enhetliga bestämmelser om typgodkännande av specifika komponenter och installation av gassystemen i motorfordon.

Kraven är i första hand formulerade med syfte att fordonet ska vara säkert under användning. Kraven är till stor del funktionsbaserade, vilket innebär utrymme för olika tekniska lösningar. Reglementena omfattar en rad olika krav och provmetoder för gasbehållare, till exempel slagskadeprov och spricktoleransprov.

Reglementena hänvisar även till många olika internationella standarder, bland annat ISO 11439:2013 Gasflaskor - Högtrycksflaskor för bränsletankar till naturgasdrivna motorfordon. Standarden ska säkerställa att om ett fel uppstår med gasbehållaren ska principen "leak-before-break" följas, det vill säga att behållaren ska börja läcka och trycket sänkas för att förhindra sprängning. Standarden berör inte yttre belastningar som kan uppstå vid till exempel kollisioner. Det finns inga större skillnader i de krav som ställs på fordonsmonterade gasbehållare i olika delar av världen.<sup>17</sup>

I reglemente 110 punkt 18.1.6 står att CNG-systemet ska installeras så att det får bästa möjliga skydd mot skador av olika slag. Bland annat nämns specifikt skador som orsakas av kollision. Det finns inga specifika krav på mekaniskt skydd för gasbehållare på tak.

<sup>14</sup> UNECE Regulation No. 110. Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific components of motor vehicles using compressed natural gas (CNG) and/or liquefied natural gas (LNG) in their propulsion system  
II. Vehicles with regard to the installation of specific components of an approved type for the use of compressed natural gas (CNG) and/or liquefied natural gas (LNG) in their propulsion system.

<sup>15</sup> UNECE Regulation No. 134. Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles and their components with regard to the safety-related performance of hydrogen fuelled vehicles (HFCV).

<sup>16</sup> UNECE Regulation No. 115. Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific LPG (liquefied petroleum gases) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of LPG in their propulsion system  
II. Specific CNG (compressed natural gas) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of CNG in their propulsion system.

<sup>17</sup> Möte med Brock Peterson och Milosz Szymaniak, Hexagon Agility 2021-10-13.

Det finns krav på fastsättningen av gasbehållare utifrån accelerationskrafter, inte krafter från direkt kollision. På en CNG-driven buss som väger över 5 ton och är fulltankad ska gasbehållarna vara fästa så att de klarar av en accelerationskraft på minst 6,6 g i färdriktningen utan att skador uppstår (reglemente 110, punkt 18.4.4). Det finns inga krav på vilken accelerationskraft en gasbehållare på en CNG-driven buss ska klara av bakåt i färdriktningen. För en vätagasdriven buss gäller kravet på 6,6 g både i färdriktningen och bakåt (reglemente 134, punkt 7.2).

#### 4.4 Utformningens inverkan på effekter vid kollision

Vid kollision med höjdhinder är det sannolikt att gasbehållarna får ta hela påkörningskraften om de sitter på taket, eftersom de oftast är placerade högst upp och långt fram på bussen.

##### **Fastsättning på tak**

De befintliga kraven på fastsättning av gasbehållare på tak syftar till att minska risken för att behållarna lossnar av retardationen vid en krock. Kraven har ingen koppling till säkerhet vid kollision med fast hinder. Om en buss kör in i ett fast höjdhinder och enbart gasbehållarna slår i hindret så innebär inte fastsättningskraven att behållarna kan motstå kraften från påkörningen i någon större grad.

Gasbehållarna kan förstås vara kraftigare fastsatta än vad som anges i kraven. Om de sitter hårt fastmonterade kan det antas att påfrestningen på dem blir större vid islagpunkten än om de är lösare fastsatta och lossnar. Transportstyrelsen har dock inte funnit några uppgifter om att en kraftigare fastsättning skulle öka sannolikheten för att gasbehållaren penetreras. Det fasta låga hindrets utformning och höjd kan likaväl påverka om gasbehållarna lossnar eller inte och vilka skador de får. Det finns exempelvis några händelser där bussen kilats fast under hindret och kraften på gasbehållarna riktats nedåt och tryckts hårdare ned mot busstaket. Vid den mycket allvarliga olyckan i Klaratunneln i mars 2019 penetrerades en gasbehållare av den vassa kanten på en fast höjdbegränsningsportal och trycktes ned genom busstaket.

##### **Flödesbegränsningsventiler**

När en gasbehållare lossnar från gassystemet ska gasflödet stängas automatiskt genom flödesbegränsningsventiler. I några av olyckorna med kollision med höjdhinder har mindre läckage ändå inträffat.

Risker med att gasbehållare slås av taket är att ventilpaket eller slang- och rörledningar skadas och börjar läcka om exempelvis flödesbegränsningsventilerna inte fungerar som de ska. Det finns dokumenterade händelser där gasbehållare slagits av från busstak och börjat läcka vid ventilpaketet. Om

de lossnar kan de även utgöra fara för omgivande trafikanter – en gasbehållare på en buss kan fulltankad väga 200 kilo.

#### **Placering av gasbehållare**

Gasbehållarna kan vara placerade i längsled eller vinkelrätt mot bussens färdriktning. Transportstyrelsen har i utredningen inte funnit några fakta eller erfarenheter om hur de två olika typerna av placering skulle påverka effekterna vid en kollision med höjdhinder. Något som kan påverkas av placeringen är hur många behållare som behövs. En vinkelrät placering kan innebära att det krävs fler gasbehållare för att uppnå samma tankkapacitet än om de placeras i längsled. Fler behållare innebär fler delar i gassystemet som kan gå sönder.

#### **Utformning av gasbehållare**

Gasbehållare delas in i fyra olika typer. Typ 1 består av metall, oftast stål, medan typ 2 och 3 består av både metall och kompositmaterial. Typ 4 är gjorda helt i kompositmaterial. Gasbehållarna på bussar är i dag av typ 4.

Största motståndskraften för yttre våld på en gasbehållare anses vara där behållarens vägg är som tjockast. Kompositbehållarens vägg är tjockast på kortsidan och tunnast i den välvda delen.<sup>18</sup>

### **5. Ändrad utformning av gasbussar**

För att gasrelaterade effekter ska kunna undvikas vid kollision med höjdhinder bör gasbehållarna utformas, skyddas eller monteras så att de klarar kollisionen utan att penetreras, läcka, tryckas igenom busstaket eller slås av taket med fara för omgivningen. De allvarligaste effekterna antas kunna ske om gasbehållarna penetreras.

Nedan följer en övergripande genomgång av sådana förändringar i gasbussars utformning som skulle kunna leda till att mildra effekter vid kollision med höjdhinder.

#### **5.1 Placering av gasbehållare**

Den mest säkra placeringen av gasbehållare på en buss anses vara på taket<sup>19</sup>, och i reglemente 110 ställs vissa krav utifrån att de monteras där. En annan placering kan minska risken för att behållarna slår i ett höjdhinder och går sönder, men det kan innebära ökade risker vid andra typer av händelser, till exempel krock med andra fordon eller brand.

#### **I golvnivå**

Att placera gasbehållarna i golvnivå skulle bli problematiskt, i synnerhet för så kallade låggolvbussar. Låggolvbussar har golvet nästan i samma plan

<sup>18</sup> Möte med Brock Peterson och Milosz Szymaniak, Hexagon Agility 2021-10-13.

<sup>19</sup> Internationell genomlysning gasbussar, PM Sweco Energy AB 2020-12-17.

som trottoarer, vilket ökar tillgängligheten för resenärer med rullstol, barnvagn eller rullator. I dag är en stor del av de gasbussar som går i stadstrafik låggolvsbussar.

#### **I passagerar- eller bagageutrymmet**

Att placera gasbehållarna i passagerar- eller bagageutrymme inkräktar mycket på utrymme och därmed även på gasbussarnas förmåga att konkurrera med bussar med andra drivmedel. Gassystem får inte placeras i passagerarutrymme utan att omslutas av ett gastätt hölje.<sup>20</sup> Trots höljet kan en sådan placering innebära ökade risker för passagerare, exempelvis vid gasläckage eller kärlsprängning.

#### **I nedsänkt tak**

Att placera behållarna i ett nedsänkt tak, exempelvis längs bussidorna, skulle innebära en helt ny busskonstruktion specifikt för gasdrivna bussar. Detta kan leda till ökade kostnader för utveckling och produktion vilket skulle fördyra gasbussarna så att de inte längre blir konkurrensförmåga.

#### **Längre bak på taket**

Gasbehållare, inklusive infästning och kåpa på ett busstak, kan väga upp till 1150 kilo.<sup>21</sup> I dag placeras gasflaskorna långt fram på bussen utifrån krav på axelbelastning och stabilitet. Att placera gasbehållare längre bak kan göra det svårt att uppnå godkännandekrav på axelbelastning samt påverka stabilitet och styrförmåga. Det anses redan i dag innebära utmaningar för busstillverkarna att konstruera en gasbuss så att den får en godtagbar fördelning av vikt utifrån kraven på axelbelastning och stabilitet.<sup>22</sup>

### **5.2 Fastsättning av gasbehållare**

Om gasbehållarna monteras så att de vid kollision med ett höjdhinder, lossnar utan att tryckas ned mot busstaket, skulle risken för kraftigare skador och läckage på gasbehållarna kunna minska. Skador kan dock uppstå på behållarna om de lossnar från bussen och slår i marken.

Gasbehållare eller andra fordonsdelar som slås av taket innebär risker för omgivningen. En lösning som innebär att gasbehållare lätt lossnar vid islag bör även omfatta en funktion som eliminerar riskerna med avslagna behållare. En lösning som diskuterats är att samtliga gasbehållare placeras i någon form av konstruktion, fäst i skenor som leder bakåt på busstaket. I samband med en kollision med ett höjdhinder ska konstruktionen lossna från sin infästning och på ett kontrollerat sätt skjutas bakåt på fordonet. Detta för att dämpa islagskraften på behållarna.

<sup>20</sup> UNECE Regulation No. 110. Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific components of motor vehicles using compressed natural gas (CNG) and/or liquefied natural gas (LNG) in their propulsion system

<sup>21</sup> E-post från Busstillverkare 2021-10-07.

<sup>22</sup> Möte med busstillverkare 2021-03-22.

Det råder osäkerhet om vilka krafter (storlek och riktning) som kan riskera att en gasbehållare av komposit penetreras, vilket gör det svårt att bedöma lämplig typ av montering och hur stark den behöver vara. Ett funktionsbaserat krav om att gasbehållarna ska slås loss på ett säkert sätt vid kollision med höjdhinder antas kräva omfattande tester för att tillverkaren ska kunna säkerställa en funktionell konstruktion.

### 5.3 Ikörningsskydd på busstak

En kraftig skyddskonstruktion som placeras framför gasbehållarna, längst fram på bussen, skulle kunna ha en skyddande funktion. Ett sådant ikörningsskydd skulle även kunna bromsa upp bussen när det slår i det låga hindret så att hindret aldrig slår i gasbehållarna.

Ett skydd på bussens framparti antas behöva vara mycket kraftigt och därmed ha en hög vikt för att klara av en kollision i hög hastighet med ett fast höjdhinder. Även busskarossen kan behöva förstärkas för att skyddet skulle kunna fungera på avsett sätt.<sup>23</sup>

Om vikten på taket ökar kan bussen bli mer instabil och få sämre köregenskaper, exempelvis vid en undanmanöver för ett oväntat hinder. Slitage på chassidelar såsom stötdämpare och krängningshämmare kan också öka.

### 5.4 Byte av gasbehållartyp

I dag används gasbehållare av komposit (typ 4) på bussar. Den främsta anledningen är vikten. I jämförelse med stålbehållare är kompositbehållare betydligt lättare, de kan väga 30 procent av motsvarande stålbehållare.<sup>24</sup> Det kan också finnas andra tekniska och ekonomiska avvägningar vid val av behållare.<sup>25</sup>

Det kan finnas skillnader i motståndskraft mot yttre våld mellan de olika typerna av gasbehållare, vilket i sin tur skulle kunna innebära skillnader i säkerhet vid kollision med ett fast hinder. Transportstyrelsen har dock inte fått kännedom om några verifierade uppgifter som styrker några skillnader mellan typerna i detta avseende.

### 5.5 Automatisk tryckavlastning vid krock

Konsekvenser av att gasbehållare penetreras, till exempel att de exploderar, och av att gasbehållare lossnar och skjuts iväg, skulle kunna minska om gas-systemet omedelbart tryckavlastas vid en kollision. Idén är att en sensor

---

<sup>23</sup> E-post från Busstillverkare 2021-10-07.

<sup>24</sup> <https://hexagonagility.com/advanced-fuel-storage-cylinders/>

<sup>25</sup> E-post från Busstillverkare 2021-10-07.

utlöser en tryckavlastande funktion vid en kollision. Det förutsätter att gas-systemet tryckavlastas omedelbart och på ett kontrollerat sätt. En hastig tryckavlastning innebär dock stora, direkta gasutsläpp, vilket i sig innebär betydande risker.<sup>26</sup> Specifika problem med detta kan uppstå i undermarks-anläggningar.

### 5.6 Nödbromssystem vid kollisionsögonblicket

Ett nödbromssystem som detekterar ett höjdhinder och agerar genom att bromsa, skulle kunna förhindra en kollision eller minska kraften av den. Ett sådant system kan även innebära risk för att passagerare skadas vid kraftig inbromsning, i synnerhet med stadsbussar som har stående och obältade passagerare.

#### **Automatiskt nödbromssystem (AEBS)**

En typ av nödbromssystem som är vanlig i många andra slag av fordon är AEBS (Advanced Emergency Braking System). I dag finns det regler för detta nödbromssystem i UNECE-reglemente 131<sup>27</sup>. Regelverket omfattar bussar.

Om det är möjligt ska systemet undvika eller mildra olyckstillbudet genom att automatiskt upptäcka potentiella olyckor framför fordonet. Systemet ska då ge föraren en varningssignal och sedan aktivera bromsarna för att minska hastigheten och därmed mildra effekterna av kollisionen, under förutsättning att föraren inte har reagerat på varningssignalen. Det finns inte något krav i reglementet att systemet är obligatoriskt på fordon, utan det ska följas om man har installerat ett sådant system.

Regelverket uppdateras genom att det tas fram nya testfall. Testfall är ett antal förutsättningar som systemet ska agera utifrån och fastställs utifrån möjliga scenarier. För att tillföra nya testfall behöver man ha underlag på antalet inträffade olyckor som stämmer överens med ett specifikt scenario, allvarlighetsgraden på dessa olyckor och förklaringar av de problem som har orsakat olyckorna.

Den största utvecklingen inom just AEBS sker på området personbilar (UNECE-reglemente 152<sup>28</sup>). Anledningen är att man har haft detta system på personbilar under längre tid, och man har arbetat fram flera testfall som är implementerade. Krav i reglemente 152 och som även är lämpliga för reglemente 131 ska föras in där och modifieras efter de fordon som omfattas.

---

<sup>26</sup> Möte med MSB 2021-10-18.

<sup>27</sup> UNECE-reglemente 131, Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the Advanced Emergency Braking Systems (AEBS).

<sup>28</sup> UNECE reglemente 152, Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the Advanced Emergency Braking System (AEBS) for M1 and N1 vehicles.



### 5.7 Slutsatser om ändringar av utformning

Samtliga ovanstående ändringar av en gasbuss utformning innebär att de internationella regelverken för bussar som drivs med gas behöver ändras. Förändringarna innebär försämrade säkerhet i andra avseenden och stora utmaningar för tillverkarna. Skyddskonstruktionerna skulle innebära ökad vikt och förändringar i viktfördelning, vilket till exempel kan påverka gasbussarnas köregenskaper, stabilitet, bränsleförbrukning, tankkapacitet och maximala passagerarantal. En förändrad placering av gasbehållare kan också inverka på viktfördelning och kan även innebära försämrade säkerhet vid andra olyckor än kollision med höjdhinder.

Fordonstillverkarna har inte några fordon med dessa lösningar i sitt sortiment i dag. Kostnaden för utveckling och utprovning för att säkerställa funktionerna antas bli stor och skulle kunna inverka på konkurrenssituationen på bussmarknaden, dels på grund av ökade produktions- och utvecklingskostnader, dels eftersom bussarnas egenskaper och prestanda kan påverkas.

Det finns en hög grad av osäkerhet över om, och i så fall hur, de olika förslagen på konstruktionsmässiga lösningar skulle mildra effekterna vid kollision med höjdhinder. Transportstyrelsen har i utredningen inte fått kännedom om några tester eller provningar av funktionen hos liknande typer av lösningar. Det är även osäkert vilka förhållanden som leder till att gasbehållare på busstak penetreras, vilket innebär svårigheter att bedöma vilka lösningar som skulle vara effektiva.

För att klargöra frågetecknen inom området kan det krävas forskningsinsatser.

## 6. Framtidsscenario gasbussar

Utvecklingen i Sverige och Europa går mot högre andel så kallade nollutsläppsfordon, i synnerhet i stadstrafik. Nollutsläppsfordon omfattar el- och bränslecellsdrivna vätgasfordon men inte CNG-drivna fordon enligt definitionen i EU-förordningen 2019/1242<sup>29</sup>. Kommuner i Sverige har redan börjat, eller planerar att, ställa om kollektivtrafiken i stadsmiljö till el-drift.<sup>30</sup> För att dra slutsatser kring gasbussarnas framtid krävs ytterligare analys av inköpstrenderna, särskilt med fokus på potentialen med vätgasbussar i stads- och regiontrafik.<sup>31</sup>

<sup>29</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/1242 av den 20 juni 2019, om fastställande av normer för koldioxidutsläpp från nya tunga fordon och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 595/2009 och (EU) 2018/956 och rådets direktiv 96/53/EG.

<sup>30</sup> <https://www.bussmagasinet.se/2020/01/stora-miljovinster-vid-overgang-fran-biogas-till-el/>;  
<https://www.ostersund.se/trafik-och-infrastruktur/hallbart-resande/kollektivtrafik/elbussar.html> ;  
<https://www.sll.se/verksamhet/kollektivtrafik/kollektivtrafiken-vaxer-med-stockholm/elbussar/>

<sup>31</sup> Internationell genomlysning gasbussar, PM Sweco Energy AB, 2020-12-17, sid 29

## 6.1 Miljömål och miljöegenskaper

EU:s klimatlag har ett bindande mål om att uppnå klimatneutralitet senast 2050. Klimatambitionerna innebär ett åtagande att minska utsläppen med minst 55 procent fram till 2030. EU-kommissionens paket med lagstiftningsförslag, Fit for 55, innebär en inriktning mot att stegvis elektrifiera fordonen till 2035, då det i praktiken inte ska säljas några andra nya fordon än nollutsläppsfordon.

CNG-drivna fordon bidrar inte till nettoutsläpp av koldioxid om den gas som tankas består av biogas, vilket är ett förnybart bränsle som även kan produceras lokalt i Sverige. Idag består gasen som tankas i CNG-drivna fordon i Sverige till mer än 95 procent av biogas.<sup>32</sup> CNG-drivna bussar släpper ut partiklar och kväveoxider till luften, vilket kan få negativa hälsoeffekter lokalt, men CNG-drift kan vara en del av omställningen till fossilfrihet av vägtrafik om gasen består av biogas.

## 6.2 CNG-drivna bussar

Merparten av gasbussarna i Sverige och övriga Europa körs i dag i lokal stadstrafik. Närmare 20 procent av det svenska bussbeståndet består i dag av CNG-bussar, och ungefär 25 procent av bussarna i kollektivtrafiken kan drivas av gas.<sup>33</sup> Nyförsäljningen av CNG-bussar i Sverige har de senaste åren legat på en andel av drygt 20 procent av den totala bussförsäljningen.<sup>34</sup> Samtidigt finns det stora busstillverkare som har slutat att saluföra CNG-bussar.

Internationellt finns kollektivtrafikmyndigheter som fortsätter att satsa på CNG-drivna bussar, till exempel i Spanien och Portugal, medan kollektivtrafikmyndigheter i till exempel Danmark och Finland lyfter att elbussar kan ersätta gasbussar framöver.<sup>35</sup>

I och med att utvecklingen går snabbt mot nollutsläppsfordon i stadstrafik och att biogas är en viktig del i omställningen mot fossilfrihet, kan CNG-bussar i stället flyttas ut i förortstrafik och regional trafik inom den närmaste framtiden. Tillverkarna utvecklar även gasbussar som drivs av nedkyld, flytande gas (LNG – Liquefied Natural Gas) idag. Eftersom LNG-drift förlänger bussarnas räckvidd jämfört med CNG-drivna bussar, kan LNG-bussar bli aktuella framöver som långfärdsbussar och i regiontrafik. Gasbehållare för LNG på bussar är oftast placerade i det utrymme som annars motsvarar bagageutrymmet.

<sup>32</sup> <https://www.energigas.se/fakta-om-gas/fordonsgas-och-gasbilar/vad-ar-fordonsgas/> uppdaterad 2021-04-23.

<sup>33</sup> SOU 2019:63 Mer biogas! För ett hållbart Sverige, Betänkande av biogasmarknadsutredningen, december 2019.

<sup>34</sup> <https://www.bilsweden.se/statistik/databas-nyregistreringar>.

<sup>35</sup> Internationell genomlysning gasbussar, PM Sweco Energy AB, 2020-12-17, s. 29.



### 6.3 Vätgasbussar

Nollutsläppsfordon i form av vätgasbussar kan bli en vanligare syn på vägarna – de finns i dag redan i kollektivtrafik i några europeiska länder. Fördelarna med vätgasdrift jämfört med dagens batteridrift är längre räckvidd och snabbare energifyllning. En nackdel kan vara sämre energieffektivitet. I skrivande stund finns ännu ingen vätgasbuss registrerad i Sverige.

## 7. Slutsats och diskussion

De olyckor i Europa som Transportstyrelsen har kännedom om, där gasbussar kolliderat med höjdhinder och där gasen varit inblandad i händelseförloppet, är få och har i de flesta av fallen inte inneburit några allvarligare konsekvenser. Förloppet vid olyckan i Klaratunneln i mars 2019 visade dock att konsekvenserna kan bli mycket allvarliga om gasbehållare utsätts för kraftigt yttre våld som leder till att de penetreras. Med anledning av de stora konsekvenser för passagerare och omgivning som en sådan händelse kan ge upphov till, ses ett behov av att stärka krav relaterat till yttre våld på gasbehållare.

Utredningen har tagit upp ett antal förändringar i bussarnas utformning som skulle kunna mildra effekterna vid kollision med låga hinder, men det saknas tillräckligt kunskapsunderlag för att förorda någon specifik lösning framför någon annan. Kunskapsunderlaget för att kunna förstå när effekterna kan uppstå och hur en förändring av gasbussens utformning mildrar dessa effekter, är begränsat. Tillverkare av gasbussar har angett att de lösningar i form av placering av gasbehållare på tak, olika skydd eller andra konstruktioner som tagits upp i utredningen, kan bli kostsamma och påverka bussens egenskaper och prestanda negativt. Krav som ställs på utformningen av en gasbuss, men inte på bussar med andra drivmedel, kan innebära att gasbussarna blir mindre konkurrenskraftiga och tappar marknadsandelar jämfört med bussar med andra drivmedel. Det skulle i sin tur kunna innebära en risk för att bussar som drivs av biogas eller vätgas inte kommer att få samma betydelse i omställningen till fossilfri vägtrafik.

För att kunna arbeta in utvecklade krav på utformningen av gasbussar i internationella regelverk, behöver det finnas en förståelse bland andra länder för den problematik som ligger till grund för förändringsförslaget. I den internationella genomlysning om gasbussar som utförts, anser majoriteten av de aktörer som deltagit att allvarliga risker med gasbussar har minskat tillräckligt med dagens regelverk. Kontakterna med de olika internationella aktörerna har visat att det är viktigt med helhetssyn för säker drift, vilket även styrks av litteraturen och olycksutredningar.

I Transportstyrelsens utredning om säkerhetshöjande åtgärder för gasbussar från 2019 ansågs åtgärder inom andra områden än bussens utformning ge större effekt för att uppnå ökad säkerhet, exempelvis åtgärder för att förhindra kollisioner med höjdhinder. I den tidigare utredningen lyftes även att mer forskning med inriktning på bussars krocksäkerhet utifrån gassystemets inverkan på säkerheten behövs, för att bedöma behov av åtgärder gällande utformning av gassystemet på en buss. Bedömningarna enligt den tidigare utredningen har bekräftats i arbetet med nuvarande utredning.

Transportstyrelsen har kännedom om elva olyckor i Europa där gasbussar kört in i låga hinder. Sju av dessa olyckor har inträffat i anslutning till Klaratunneln i Stockholm. Det tyder på lokala problem och att den mest effektiva lösningen inte är att ändra krav på utformningen av alla nya gasbussar som säljs i Europa.

Olyckor där fordon kolliderar med höjdhinder är inte specifika för gasbussar utan inträffar även för andra höga fordon, som dubbeldäckarbussar och lastbilar. För att komma tillrätta med sådana kollisioner, behöver det arbetas systemövergripande så att alltifrån kunskaper, förmågor och medvetenhet till barriärer, varningssystem och vägbyggnationer inkluderas.

## **Del 2: Uppföljning av Transportstyrelsens utredning om trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar**

### **1. Inledning**

I Transportstyrelsens utredning *Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar*<sup>36</sup> från 2019 presenterades nio förslag på åtgärder inom tre olika områden där brister kan orsaka olyckor som är specifika för gasbussar. Områdena är kunskap, infrastruktur och bussens utformning.

I det uppföljande uppdraget som redovisas i den här utredningen ingår att redogöra för hur tre av de föreslagna åtgärderna har genomförts, två inom området kunskap och ett inom området infrastruktur. Det gäller åtgärdsförelagena om

- justerade föreskrifter om yrkesförarkompetens
- justerade kursplaner och kunskapsprov för yrkeskompetensbevis och körkort med behörighet för buss
- justerade föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande av vägar.

Här följer redovisningen av hur åtgärderna har genomförts eller är på väg att genomföras.

### **2. Uppföljning av föreslagna åtgärder**

#### **2.1 Föreskrifter om yrkeskompetensbevis**

##### **Förelagena åtgärd**

För att uppnå en ökad kunskapsnivå inom olika funktioner föreslås att Transportstyrelsen i pågående arbete med föreskriftsändringar gällande yrkesförarkompetens, verkar för att yrkeskompetensutbildningens delar om bedömning av krissituationer, även ska omfatta fordon med alternativa drivmedel.<sup>37</sup>

##### **Genomförd åtgärd**

Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2020:29) om yrkesförarkompetens trädde i kraft den 23 maj 2020. I föreskrifternas

---

<sup>36</sup> Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar, utredningsuppdrag Transportstyrelsen 2019-11-26 (TSG 2019-5092).

<sup>37</sup> Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar, regeringsuppdrag. Transportstyrelsen 2019-11-26 (TSG 2019-5092). s 52.

bilaga 1 redovisas de ämnen som ska ingå i grundutbildning och i vissa fall fortbildning för att erhålla respektive behålla yrkesförarkompetensbevis.

Ämnesområde *3.1 Riskmedvetenhet och arbetsrelaterade olyckor* ingår i grundutbildningen och är även ett obligatoriskt område för fortbildning. I detta ämnesområde har ämnet *3.1.7 Risker med alternativa energikällor* lagts till. Tillägget är en nationell reglering.

## 2.2 Kunskapsprov för yrkeskompetensbevis samt körkort för buss

### **Föreslagen åtgärd**

För att uppnå en ökad kunskapsnivå inom olika funktioner föreslås att Trafikverket, utifrån gällande kursplaner, verkar för att frågor om specifika egenskaper för bussar med alternativa drivmedel tas med i kunskapsprov som avläggs för yrkeskompetensbevis samt körkort med behörighet D, DE, D1 och D1E.<sup>38</sup>

### **Genomförd åtgärd**

Trafikverkets provkonstruktörer har i samråd med Transportstyrelsen utvecklat ett tjugofemtal frågor som berör säkerhetsaspekter om bussars gasdrift samt risker relaterade till bussars höjd. Riskerna med gasbussars ikörning i låga hinder belyses därmed inom två olika områden för kunskapsproven. Frågorna omfattar kunskapsprov för yrkeskompetensbevis och körkortsbehörighet för buss.

## 2.3 Föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande på vägar och gator

### **Föreslagen åtgärd**

För att öka trafiksäkerheten på vägavsnitt med passager med begränsad höjd föreslås att det i Transportstyrelsens föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande på vägar och gator ska framgå att vägledning innan passager med begränsad höjd görs och hur höjdbegränsningsportaler utformas och placeras.<sup>39</sup>

### **Genomförd åtgärd**

Förslag till Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2021:XX) om egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor (byggregler) har skickats för notifiering till EU och beräknas träda i kraft i början av 2022. Notifiering innebär att när en myndighet ändrar i befintliga nationella tekniska föreskrifter och regler, ska de anmälas till EU-kommiss-

<sup>38</sup> Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar, regeringsuppdrag. Transportstyrelsen 2019-11-26 (TSG 2019-5092). s 52.

<sup>39</sup> Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar, regeringsuppdrag. Transportstyrelsen 2019-11-26 (TSG 2019-5092). s 53.

ionen så att andra medlemsländer har möjlighet att lämna åsikter på förslaget till förändring. Åtgärdsförslaget har tagits omhand i paragraferna 5–7 i föreskrifternas kapitel 5, Säkerhet vid användning av vägar:

**5 §** Vid höjdbegränsningar där vissa fordon inte kan föras ska vägutformningen, inklusive vid sista vägvalspunkten före begränsningen, anpassas för att ge trafikanterna tydlig vägledning och möjlighet att välja en alternativ väg. För att undvika påkörning av ett objekt ovanför vägen ska vägutformningen anpassas, veka eller styva höjdbegränsningsportaler installeras före objektet eller andra fysiska åtgärder vidtas.

**Allmänna råd**

*För att undvika påkörning av ett objekt ovanför vägen kan höjdbegränsningsportaler installeras före objektet.*

*En höjdbegränsningsportal bör ha högst samma fria höjd som den lägsta fria höjden på det objekt som ska skyddas.*

*En vek höjdbegränsningsportal bör utformas så att den varnar förare av för höga fordon. De delar som begränsar höjden bör vid en påkörning vika undan utan att falla ner samt alstra ett högt och tydligt ljud.*

*En styv höjdbegränsningsportal bör utformas så att den fysiskt hindrar att ett för högt fordon passerar. En bro som är dimensionerad för påkörningslast kan användas som styv höjdbegränsningsportal över väg.*

**6 §** Om en styv höjdbegränsningsportal som är lägre än 4,7 meter installeras före ett objekt ska den föregås av en vek höjdbegränsningsportal.

**7 §** Höjdbegränsningsportaler ska utformas utan vassa eller utstickande delar.

På vägar som avses att trafikeras med bussar som drivs med gas ska installerade höjdbegränsningsportaler inte kunna deformeras på ett sådant sätt att vassa eller utstickande delar kan penetrera takplacerade bränsletankar för gas.

## Referenser

*Uppdrag att utreda säkerhetshöjande åtgärder för gasdrivna bussar, regeringsuppdrag från Infrastrukturdepartementet, diarienummer: I2019/02046/TM, I2019/00541/TM.*

*Uppdrag att följa upp åtgärder och utreda säkerhetskrav för gasdrivna bussar Regeringsuppdrag från Infrastrukturdepartementet, Dnr I2020/01673/TM, I2019/03176/TM.*

RISE Research Institutes of Sweden AB (2019). Utredning av händelse i Klaratunneln 2019-03-10.

Olyckor med gasdrivna fordon – bussar, PM MSB 2019-12352 med kompletterande uppgifter via e-post ”ikörningsolyckor gasbuss” från MSB 2021-04-28.

SOU 2019:63 Mer biogas! För ett hållbart Sverige, Betänkande av biogasmarknadsutredningen, december 2019.

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar, regeringsuppdrag. Transportstyrelsen TSG 2019-5092.

Internationell genomlysning gasbussar, PM Sweco Energy AB 2020-12-17.

### Elektroniska källor

<https://hexagonagility.com/advanced-fuel-storage-cylinders/>

<https://www.bilsweden.se/statistik/databas-nyregistreringar>

<https://www.bussmagasinet.se/2020/01/stora-miljovinster-vid-overgang-fran-biogas-till-el/> (Publicerad 2020-01-09)

<https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m2-m3>

<https://www.energigas.se/fakta-om-gas/fordonsgas-och-gasbilar/vad-ar-fordonsgas/> (uppdaterad 2021-04-23)

<https://www.ostersund.se/trafik-och-infrastruktur/hallbart-resande/kollektivtrafik/elbussar.html> (uppdaterad 2021-07-27)

<https://www.sll.se/verksamhet/kollektivtrafik/kollektivtrafiken-vaxer-med-stockholm/elbussar/> (information hämtad 2021-07-30)

<https://www.trafa.se> Statistik år 2020, om fordon på väg samt trafikarbete

### Möten och e-post

Möte med busstillverkare 2021-03-22.

E-post med information från insats- och räddningsrapporter, MSB 2021-04-28.

E-post från busstillverkare 2021-10-07.

Möte med Brock Peterson och Milosz Szymaniak, Hexagon Agility 2021-10-13.

Möte med MSB 2021-10-18.

### **UNECE-reglementen**

UNECE-Regulation No. 110. Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific components of motor vehicles using compressed natural gas (CNG) and/or liquefied natural gas (LNG) in their propulsion system II. Vehicles with regard to the installation of specific components of an approved type for the use of compressed natural gas (CNG) and/or liquefied natural gas (LNG) in their propulsion system.

UNECE-Regulation No. 115. Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific LPG (liquefied petroleum gases) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of LPG in their propulsion system II. Specific CNG (compressed natural gas) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of CNG in their propulsion system.

UNECE-Regulation No. 131, Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the Advanced Emergency Braking Systems (AEBS).

UNECE-Regulation No. 134. Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles and their components with regard to the safety-related performance of hydrogen fuelled vehicles (HFCV).

UNECE-Regulation No. 152, Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the Advanced Emergency Braking System (AEBS) for M1 and N1 vehicles.

### **EU-lagstiftning**

Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/1242 av den 20 juni 2019. om fastställande av normer för koldioxidutsläpp från nya tunga fordon och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 595/2009 och (EU) 2018/956 och rådets direktiv 96/53/EG.

**Bilaga  
Internationell genomlysning gasbussar**



PM

---

## Internationell genomlysning gasbussar



*Det här fotot av Okänd författare licensieras enligt CC BY-SA*

---

20-12-17

---

**Sweco Energy AB**

Maria Xylia, Anton Sjögren, Cecilia Wallmark, Linn Arvidsson, Bengt Ridell

---

---

## Sammanfattning

Sweco:s utredning omfattar en genomlysning av andra länders erfarenheter av och synpunkter på befintliga krav samt eventuellt behov av nya krav vad gäller gasdrivna bussar. Utredningen omfattar främst bussar som körs på CNG/CBG (komprimerad naturgas/biogas) men även vätgasbussar diskuteras. Rapporten kombinerar en internationell litteraturstudie, där dokumentation av säkerhetsrisker och krav för gasbussar har sammanställts och diskuterats, med en analys av utvalda olyckor med gasbussar i andra länder. Dessutom utvecklas analysen genom kontakt med diverse aktörer där frågor kring upplevda risker och möjliga åtgärder för att hantera riskerna ställdes. Av totalt 66 kontaktade branschorganisationer, operatörer, tillverkare, kollektivtrafikmyndigheter, myndigheter och specialister svarade 36 st, varav 3 intervjuades mer djupgående för att komplettera med ytterligare information. Totalt har 30 svar som har givit konkret information använts till analysen.

I 24 % av de 59 gasbussolyckorna som studerats har en gasexplosion förekommit, och i de fall de senaste 10 åren där man kunnat fastställa anledningen är det oftast till följd av mekanisk åverkan på tankarna vid kollisioner. Kollisioner med broar, tunnlar eller påkörningshinder står för ungefär 24 % av de olyckor som inkluderades i analysen i denna rapport. Utifrån insamlade data har det i 59 % av olyckorna uppstått någon form av brand och 31 % av olyckorna lett till jetflammar. Andra olyckor där gas endast läckt ut (17 % av fallen) har nästan uteslutande skett i samband med kollisioner med låga konstruktioner som tunnlar eller broar. Olycksanalysen visar att händelser som involverar gasbussar sker runt om i världen men enligt litteraturen inte med en högre frekvens jämfört med andra busstyper. Det befintliga regelverket anses ha minskat allvarliga risker tillräckligt enligt de flesta respondenterna som kontaktades inom utredningen. Framöver kan redundansskapande åtgärder bli allt viktigare.

Det finns generellt begränsade möjligheter till att väsentligt ändra gasbussarnas konstruktion. Den nuvarande placeringen av gastankarna på taket anses som den mest säkra eftersom gastankarna skyddas från kollisioner med t.ex. andra fordon. Risken för ikörning i låga hinder såsom tunnlar kvarstår men en alternativ placering t.ex. under bussen bör anses som omöjligt för låggolvsbussar som representerar den största andelen av bussar i stadstrafik. Ett flertal intervjuade aktörer nämner istället geostaket (eng. geofencing) som en potentiell lösning för att minska olyckor pga. mänskliga fel, samtidigt som andra aktörer diskuterar vikten av kontinuerlig utbildning av personalen gällande rutiner och risker. Sammanfattningsvis har följande slutsatser tagits fram från analysen av allt material:

- Gasbussar har blivit allt säkrare. De olyckor som inträffar har mindre konsekvenser än tidigare. Gasbussar har inte högre olycksfrekvens än andra typer av bussar.
- Säkerhetssystemen har utvecklats, där en viktig faktor är att tryckavlastningsventilerna numera skall rikta utsläppet av gas uppåt för att undvika eventuella jetflammar i horisontell riktning. Redundansskapande åtgärder blir ett komplement till befintligt regelverk; t.ex. kan risken för kärlsprängning ytterligare reduceras genom att installera fler tryckavlastningsventiler (både temperatur- och tryckstyrda) på respektive gastank, istället för endast en.
- Majoriteten av aktörerna har indikerat att inga ytterligare krav behövs utöver de som redan ställs på gasbussar. En aktör har lyft fram möjligheten att placera gastankarna under bussens golv för bussar som inte är låggolvsbussar. Två aktörer nämner skyddslösningar som kan ställas framför gastankarna på taket men det bör vidare undersökas om dessa lösningar är dimensionerade för kollisioner.
- De flesta olyckorna sker pga. okunskap hos förarna, exempelvis när de försöker köra genom tunnlar eller andra låga hinder. Detta kan åtgärdas genom bättre utbildning och eventuellt geostaket.
- Robusta och noggranna rutiner för inspektion och underhåll behöver genomföras kontinuerligt under bussens livslängd. Regelbundet underhåll utfört av utbildade tekniker i en certifierad verkstad är en viktig åtgärd för att se till att gassystem inklusive tankar och ventiler är oskadade och funktionsdugliga. Inspektion av gasbussar är inte harmoniserad varken vad gäller omfattning eller innehåll då denna del inte ingår i UN-ECE R110, men ISO-standarder ska uppdateras.
- Skyltning och märkning kan förbättras, dels inom och utanpå bussen. Skyltar som informerar om bussens höjd kan hjälpa förarna undvika missbedömningar av vilka höjder fordonet klarar av.
- Antalet gasbussar ökar men samtidigt minskar busstillverkarna sin satsning på utveckling av gasbussar till förmån för exempelvis elbussar. Gasbussar representerar ändå bara en liten andel av den europeiska bussflottan.
- Idag används ofta samma säkerhetskrav på vätgasfordon och tankstationer som för metan. Sannolikt behöver nya rutiner implementeras då vätgas har andra egenskaper.

---

## Summary

This report includes a review of other countries' experiences and views on existing requirements as well as the possible need for new requirements regarding gas buses. The analysis mainly covers buses that run on CNG / CBG (compressed natural gas / biogas), but hydrogen buses are also discussed. The report combines an international literature study, where documentation of safety risks and requirements for gas buses has been compiled and discussed, with an overview of selected incidents with gas buses around the world. Additionally, the analysis was expanded through contact with various actors where regarding perceived risks and possible measures to manage the risks. In total, 66 representatives from organizations in 13 different countries as well as international actors responded. Of these, 36 have responded and 30 have given concrete answers to be used as a basis for the analysis.

Gas explosion has occurred among 24% of the 59 gas bus incidents analyzed, and in the last 10 years it has often been due to mechanical damage to the tanks in collisions. Collisions with bridges, tunnels or collisions account for approximately 24% of the incidents included in this report. Based on the data collected, some form of fire has occurred in 59% of the incidents and 31% of the incidents have led to jet flames. Gas leakage occurred in 17% of all cases included in the analysis and has almost exclusively occurred in connection with collisions with low structures such as tunnels or bridges. The analysis shows that incidents involving gas buses have taken place all around the world, but according to the literature not at a higher frequency than other bus types. The existing regulations are considered to have reduced serious risks according to most of the respondents who were. In the future, redundancy-creating measures may become increasingly important.

There are generally limited opportunities to significantly change the design and construction of gas buses. The current location of the gas tanks on the roof is considered the safest since the gas tanks are protected from collisions with e.g. other vehicles. The risk of running into low obstacles such as tunnels remains, but an alternative location e.g. under the bus should be considered impossible for low-floor buses that represent the largest proportion of buses in urban traffic. A number of interviewed actors instead mention geofencing as a potential solution for avoiding incidents that can be attributed to human error, while other actors discuss the importance of continuous training of personnel regarding applicable routines and risks. In summary, the following conclusions can be drawn from the material:

- Gas buses have become increasingly safer. The incidents that occur have less consequences than before. Gas buses do not have a higher accident frequency than other types of buses.
- Safety systems have advanced, where an important factor is that the pressure relief valves should now direct gas upwards to avoid any jet flames in the horizontal direction. Redundancy-creating measures will be a complement to existing regulations; for example, the risk of vessel rupture can be further reduced by installing redundant pressure relief valves (both temperature and pressure controlled) on each gas tank, instead of just one.
- The majority of the contacted actors have indicated that no additional requirements are needed to those already existing for gas buses in line with international regulations. Only one actor has highlighted the possibility of placing the gas tanks under the bus floor for non-low floor buses. Two actors mention protection solutions that can be placed in front of the gas tanks on the roof, but it should be further investigated whether these solutions are dimensioned for collisions.
- Most accidents occur due to human error, for example when trying to drive through tunnels or other low obstacles. This can be solved through better education and possibly geofencing.
- Robust and accurate routines for inspection and maintenance need to be carried out continuously during the lifetime of the bus. Regular maintenance performed by trained technicians in a certified workshop is an important measure to ensure that gas systems including tanks and valves are undamaged and functional. Inspection of gas buses is not harmonized either in terms of scope or content as this part is not included in UN-ECE R110, but updates to the ISO standard are expected.
- Signage can be improved, both inside and outside the bus. Signs that inform about the height of the bus can help drivers avoid any misjudgment of what height the vehicle can handle, and markings on the outside of the bus can facilitate efforts for rescue personnel.
- The number of gas buses is increasing, but at the same time bus manufacturers are reducing their investments on research and development of gas buses in favor of e.g. electric buses.
- Today, the same safety requirements are often used on hydrogen vehicles and filling stations as for methane. New routines need to be implemented in the future as hydrogen has other properties.

---

## Innehåll

Sammanfattning	2
Summary	3
1. Introduktion	5
1.1 Syfte	5
1.2 Metod	5
2. Bakgrund	6
2.1 Statistik gasbussar	6
2.2 Litteraturstudie	11
2.3 Olyckor	16
2.4 Dokumenterade risker i EU-databaser	21
3. Analys	22
3.1 Danmark	22
3.2 Finland	22
3.3 Frankrike	22
3.4 Italien	23
3.5 Lettland	23
3.6 Norge	24
3.7 Portugal	24
3.8 Spanien	24
3.9 Tyskland	25
3.10 Polen	25
3.11 Övrigt internationellt	25
4. Diskussion	28
5. Slutsatser	30
Referenser	31

---

# 1. Introduktion

Transportstyrelsen har fått i uppdrag av regeringen att utreda möjliga utvecklade krav på skyddskonstruktion för gastankar och andra konstruktionskrav för gasbussar som skulle kunna mildra effekterna av kollision med hinder. Det internationella perspektivet och regelverk är av naturligtvis intresse i detta sammanhang.

## 1.1 Syfte

Denna utredning omfattar en genomlysning av andra länders erfarenheter av och synpunkter på befintliga krav samt eventuellt behov av nya krav vad gäller gasdrivna bussar. Fokus ligger på internationella erfarenheter, dokumentation av säkerhetsrisker och olyckor samt krav som andra länder ställer vilka kan vara av intresse i svensk kontext. Utredningen omfattar främst CNG/CBG (komprimerad naturgas/biogas). Fokus ligger på länder som uppfyller följande kriterier:

- Erfarenhet av gasbussar i kommersiell drift
- Gedigen erfarenhet av gasrelaterat säkerhetsarbete
- Reglerar med krav som är standardiserade och tillämpbara i Sverige

Dessutom omfattas vätgas i den mån som det är lämpligt (dvs. om vätgasbussar testas/har testats i de länder som analyseras i denna rapport) i syfte att säkerställa en framåtblickande karaktär med hänsyn till den pågående utvecklingen av teknik. Säkerhetsrelaterade aspekter kopplat till gasinfrastruktur i t.ex. bussdepåer ligger utanför utredningens syfte, som främst fokuserar på fordonens konstruktion. Begreppet gasbussar som används i rapporten omfattar således CNG- och CBG (komprimerad natur- och biogas) bussar och inte LNG (flytande naturgas), medan vätgasbussar diskuteras separat vid behov.

## 1.2 Metod

Utredningen kombinerar en internationell litteraturstudie, där dokumentation av säkerhetsrisker och krav för gasbussar har sammanställts och diskuterats, med en statistikanalys av olyckor med gasbussar i andra länder. Vi har fokuserat på olyckor som har hänt de senaste åren (efter år 2003) då äldre olyckor har skett med bussar som rent gastekniskt skiljer sig betydligt från de bussar som är i drift idag. Dessutom utvecklas analysen genom intervjuer med utländska aktörer från bl.a.:

- Respektive lands motsvarighet till Transportstyrelsen, SIS och MSB
- Kollektivtrafikmyndigheter
- Bussoperatörer
- Busstillverkare
- Forskare och specialister inom gassäkerhet

Frågorna skickades via mail under november 2020. Alla svar samlades digitalt och analyserades sedan fördelat på land och aktörsgrupp. Följande frågor var av särskilt intresse:

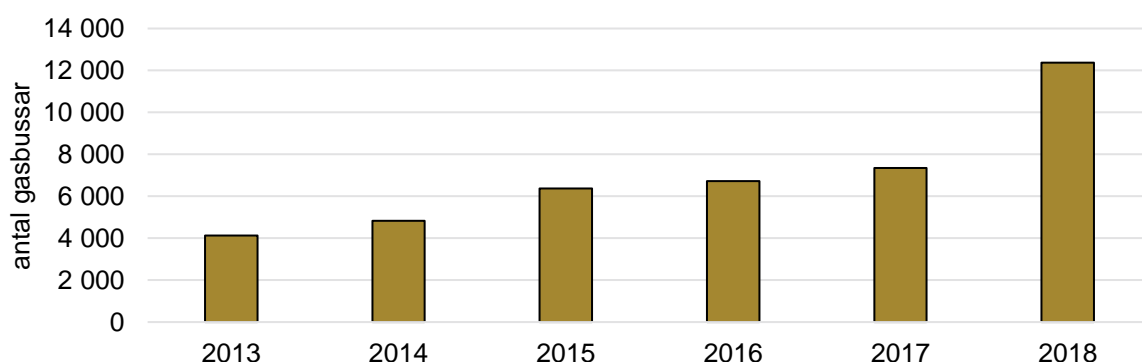
- Finns det behov av åtgärder för att minska någon specifik säkerhetsrisk? (grundfråga)
- Vilka risker har dokumenterats gällande gasbussar?
- Vilka åtgärder har tagits för att hantera riskerna?
- Kvarstod riskerna efter att åtgärder vidtogs?

I de fall där inga utökade krav fanns på plats i de utvalda länderna låg fokus på att få en förbättrad förståelse kring varför så var fallet, t.ex. om riskerna anses som små. Respondenterna har också delat med sig av relevanta rapporter och liknande material, som också inkluderats i analysen.

## 2. Bakgrund

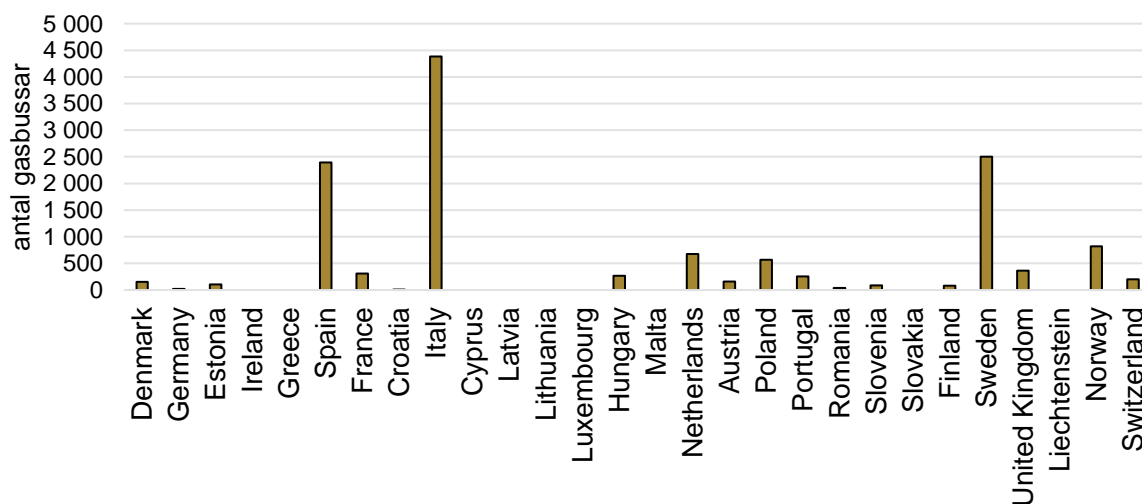
### 2.1 Statistik gasbussar

Antalet gasbussar i trafik ökar inom EU och har tredubblats mellan 2013 och 2018 enligt statistik från Eurostat (se Figur 1). Antalet gasbussar i trafik var relativt stabilt mellan 2015 och 2017 men ökade med ca. 68 % mellan 2017 och 2018. Anledningen till den betydande ökningen av gasbussar är mer ambitiösa mål för utsläppsminskning och förbättrad luftkvalitet i de europeiska städerna, vilket innebär att satsningar på biogas och biogasbussar ökat de senaste åren. Andel gasbussar är dock väldigt liten (endast 1 % av alla registrerade bussar) enligt Eurostats statistik för år 2018. Andel gasbussar är lite högre gällande nyregistreringar samma år (2 %) men är fortfarande väldigt liten jämfört med nyregistreringar av t.ex. dieselbussar.



Figur 1: Totalt antal gasbussar i trafik inom EU<sup>1</sup>, 2013 - 2018. Källa: Eurostat (ROAD\_EQS\_BUSMOT)

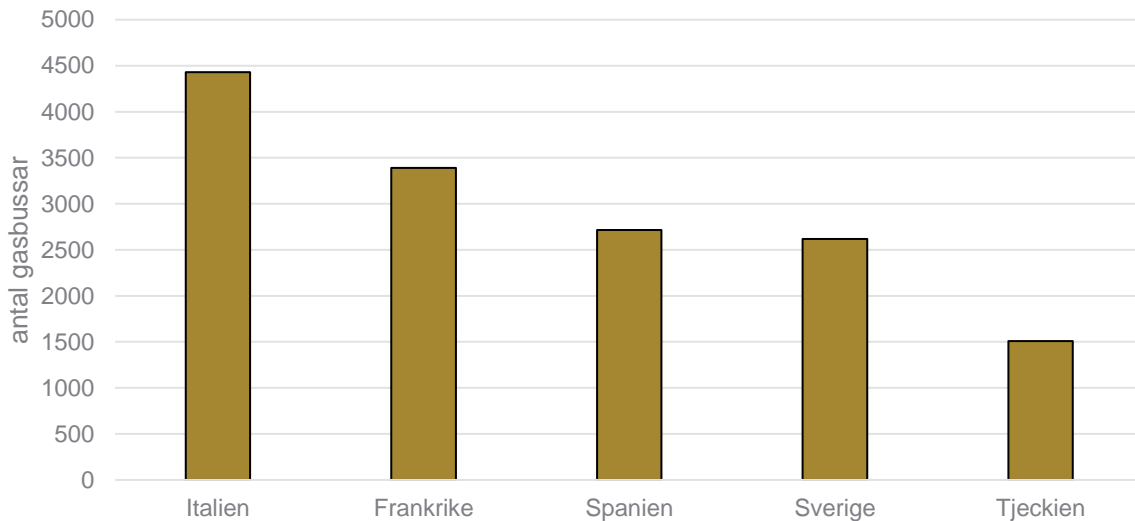
Italien är det land i Europa med största antalet gasbussar år 2018 (se Figur 2). En tredjedel av alla europeiska gasbussar finns i Italien (ca 4 400 bussar). Sverige kommer på andra plats (2 500 bussar) och Spanien följer med 2 394 bussar. Norge, Nederländerna, Polen, Storbritannien och Portugal har också relativt stora gasbussflottor jämfört med andra länder inom Europa.



Figur 2: Antal gasbussar i EU-länder, 2018. Källa: Eurostat (ROAD\_EQS\_BUSMOT)

<sup>1</sup> Inkl. Storbritannien, Norra Makedonien, Norge, Liechtenstein, Kosovo, Turkiet och Schweiz.

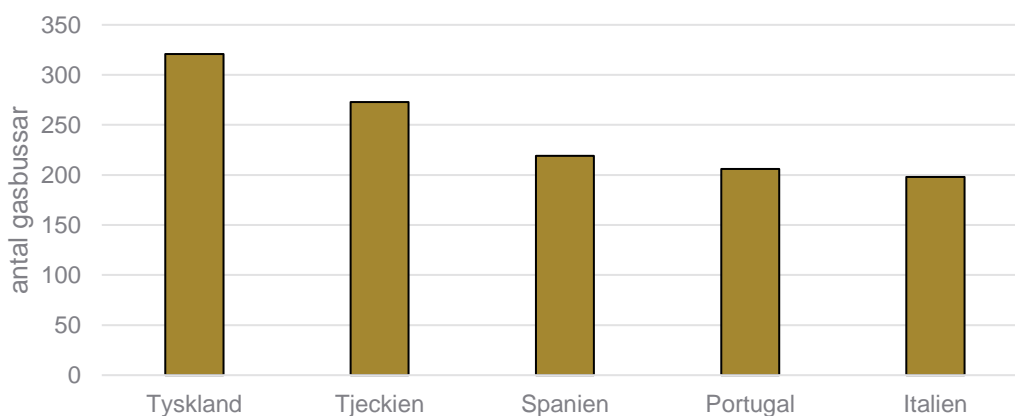
Statistiken som visas i figurerna ovan sträcker sig fram till år 2018 men EAFO (European Alternative Fuels Observatory) har nyare statistik kring fordon som använder alternativa bränslen. Det bör noteras att det kan finnas skillnader i rapportering mellan olika länder. EAFO:s statistik visar att Italien fortfarande har flest gasbussar i Europa, men Frankrike har näst flest följt av Spanien och Sverige (se Figur 3).



Figur 3: Fem största gasbussflottor inom EU, 2019. Källa: EAFO.

Flera länder inom Europa har börjat skaffa sig gasbussflottor och enligt Figur 4 hade Tyskland köpt 321 gasbussar år 2019. Italien och Spanien fortsätter expandera sina flottor med nyregistreringar av gasbussar. Tjeckien och Portugal kompletterar bilden över de fem länder med flest nyregistrerade gasbussar under år 2019.

#### topp-5 EU länder, nyregistreringar CNG-bussar (2019), EAFO



Figur 4: EU-länder med flest nyregistrerade gasbussar, 2019. Källa: EAFO.

Baserat på den statistik som redovisats ovan samt på kriterierna för val av länder som diskuterades i sektion 1.2 har följande länder valts för ytterligare analys:

- Italien
- Frankrike

- Spanien
- Portugal
- Tyskland
- Danmark
- Norge
- Finland
- Polen
- Lettland
- Nederländerna

Tabell 1 visar organisationer som kontaktades fördelat på land, aktörgrupp, och stad (om lämpligt och relevant). Även internationella organisationer och branschorganisationer kontaktades inom ramen för utredningen. Fokus ligger på europeiska länder men specialister i USA har kontaktats som del av utredningen.

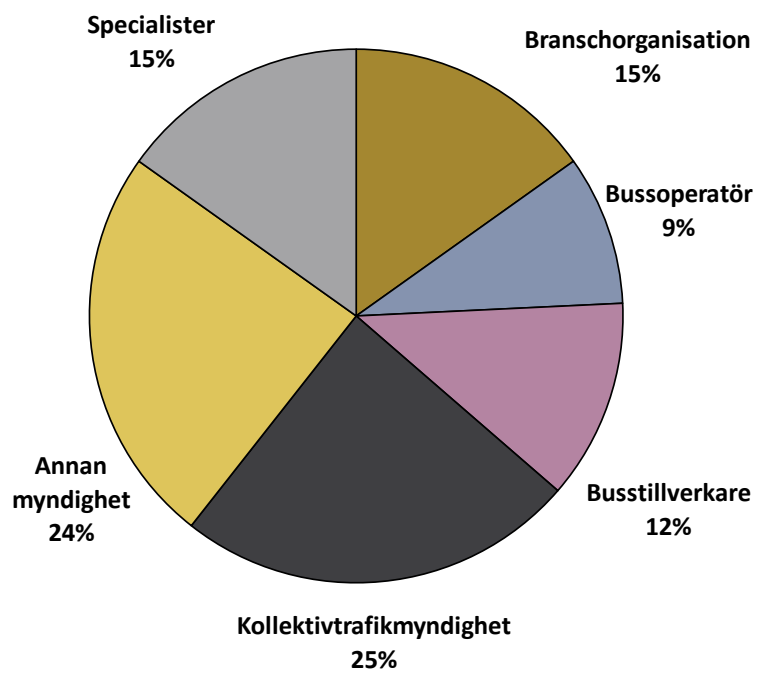
Tabell 1: Organisationer som kontaktades under utredningens ram: aktörgrupp, land, stad (om lämpligt) och organisationsnamn.

Kategori	Land	Stad (om relevant)	Organisation	
Bransch-organisation	EU		Confederation of Organisations in Road Transport Enforcement - CORTE	
			EReg	
			European Transport Safety council	
	Frankrike		GNV Frankrike	
	Internationell			International Motor Vehicle Inspection Committee - CITA
				NGVA Europe
				UITP
				OECD-ITF
Tyskland		VDV		
Bussoperatör	Frankrike		RATP DEV	
	Internationell		Arriva UK	
			Keolis	
			Transdev	
	Nederländerna		QBUZZ	
Spanien		Avanza Grupo		
Busstillverkare	Internationell		Mercedes	
			VDL	
			Caetano	
			MAN	
			Solaris	
			Scania	
			Volvo	
Kollektivtrafikmyndighet	Danmark	Köpenhamn	Movia	

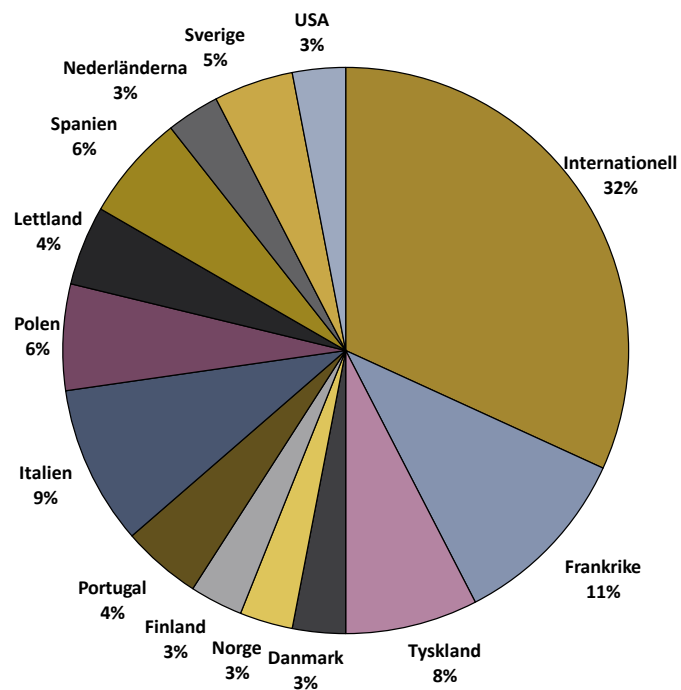


Kategori	Land	Stad (om relevant)	Organisation
	Finland	Helsingfors	HSL
	Frankrike	Paris	RATP
	Italien	Bologna	TPER
		Brescia	Brescia Trasporti
		Rom	ATAC
		Turin	GTT
	Venedig	ACTV	
	Lettland	Riga	Rigas satiksme
	Norge	Oslo	Ruter
	Portugal	Lissabon	CARRIS
		Porto	STCP
	Spanien	Barcelona	TMB
Madrid		EMT	
Myndighet	Danmark		Danish Transport Authority
	Finland		Transport and Communication Agency
	Frankrike		Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre - BEA TT
			CETU (Technical Department on Tunnels, en del av den franska Trafikverket)
	Italien		Ministry of economic development
	Lettland		Latvian Traffic Safety Directorate
	Nederländerna		Dutch Safety board
	Norge		Statens Vegvesen
	Polen		Ministry of Infrastructure and Development, Department of Road Transport
	Portugal		Instituto da Mobilidade e dos Transportes
	Spanien		Dirección General de Tráfico (DGT)/Ministerio d'Interior
Tyskland		German Road Safety Council	
		KBA - Federal Motor Transport Authority	
Specialister	International		CTIF
	Lettland		Latvian Hydrogen Association
	Polen		Polish Motor Transport Institute
	Sverige		DAFO

Figur 5 och Figur 6 nedan visar fördelningen av aktörer som kontaktades per aktörgrupp och land. Kollektivtrafikmyndigheter och andra myndigheter representerar störst andel av kontakterna (nästan 50 % totalt). De flesta aktörer som kontaktades bedriver internationell verksamhet (32 %), vilket inkluderar t.ex. busstillverkare eller internationella och europeiska branschorganisationer. I övrigt är fördelningen mellan resterande länder relativt jämn.



Figur 5: Fördelning av aktörerna som kontaktades inom uppdragets ram per aktörgrupp.



Figur 6: Fördelning av aktörerna som kontaktades inom uppdragets ram per land.

---

## 2.2 Litteraturstudie

I Europa styrs utformningen av gasbussar med CNG eller LNG genom UN-ECE R110. Regelverket reglerar och klassar specifika komponenter samt installationen av bränslesystem för CNG i motorfordon, oavsett fordonsslag. Det medför att det kan och ska appliceras på gasbussar. Regelverket hänvisar till en lång rad olika och specifika ISO-standarder, komponent för komponent. Av särskilt intresse för denna studie kan nämnas ISO 11439:2013 Gasflaskor - Högtrycksflaskor för bränsletankar till naturgasdrivna motorfordon. Denna standard ska säkerställa att om ett fel uppträder i tanken ska den följa principen "leak-before-break" under normal belastning. För fordon som i efterhand är ombyggda för gasdrift gäller istället UN-ECE R115.

Motsvarande reglering av komponenter och system för vätgasdrivna bussar finns i UN-ECE R146. Denna är inte inkorporerad i EU-förordningar utan där pågår fortfarande arbete. Idag gäller EU-förordningarna 79/2009 och 406/2010 för typgodkännande av en vätgasdriven buss.

Inspektion av gasbussar är inte harmoniserad varken vad gäller omfattning eller innehåll då denna del inte ingår i UN-ECE R110. En ISO-standard för inspektion av gastanken finns dock ISO 19078:2013 Gasflaskor - Kontroll av gasflaskinstallation och förnyad kvalificering av högtrycksflaskor för mobila bränsletankar till naturgasdrivna motorfordon. Ett revideringsarbete pågår inom ISO/TC58 Gas Cylinders att tydligare specificera innehåll och krav för dessa regelbundna inspektioner.

Generellt indikerar tidigare studier en osäkerhet kring gasbusstekniken där den omnämns som mer riskabel än andra, mer konventionella bränslen såsom diesel[1]. Det fanns även en viss oro kring tryckavlastningsventiler (eng. pressure relief device, PRD) som inte löser ut[2][3], brist på automatiska brandsläckningssystem[2] samt hur gasen förvarades generellt[4].

I takt med att gasbussarnas popularitet växt runt om i världen har även osäkerheterna kopplat till de tekniska systemen hanterats. Tekniken har under åren utvecklats och i allt större grad kommersialiserats. Erfarenheter från gasbussolyckor (se mer under kapitel 2.3 nedan) har föranlett förbättrade tekniska system, skarpare regelverk och nya rutiner. Generellt anses därför gasbussar inte längre innebära högre risk eller vara farligare än bussar med andra drivmedel [5][6][7]. Enligt statistik från MSB finns det exempelvis ingen oproportionellt hög andel utryckningar för alternativa drivmedel eller gasbussar[7]. Det finns även litteratur som indikerar att gasbussar kan vara säkrare än bensin och diesel, under förutsättning att bränslet hanteras korrekt, att de tekniska systemen är välfungerande och att det finns tillräckliga kunskaper hos de som arbetar med fordonen[6].

De senaste åren har allt fler rapporter skiftat fokus från de tekniska systemen till risker kopplat till kompetens och rutiner kring räddningsinsatser gentemot gasbussar. Generellt belyses en oro för vad som händer om gasbussar börjar brinna, särskilt om det skulle ske under mark[7]. Det finns en bild av att det råder viss kunskapsbrist kopplat till insatser gentemot gasbussar[8], och fler utbildningsinsatser rekommenderas för att busspersonal ska ha bättre kunskap om betydelsen av initial evakuering och släckning[9].

För att möta denna typ av risker har allt fler institutioner tagit fram rapporter där rekommendationer lämnas om hur insatser gentemot gasbussar bör genomföras på ett säkert sätt [8][10][11]. Dock belyses att dessa underlag inte bedöms vara tillräckliga, utan vidare studier efterfrågas för att kunna ge välgrundade rekommendationer för insatser vid olyckor med gasdrivna fordon<sup>2</sup>. I Tabell 2 presenteras en överblick över relevanta datakällor avseende säkerheten i gasbussar. Utöver de som presenteras nedan finns fallspecifika incidentrapporter vilka hänvisas till i kapitel 2.3.

---

<sup>2</sup> Värt att notera är att de flesta rapporter som tillkommit på området på senaste tiden är skrivet av organisationer med nära koppling till räddningstjänsten, vilket kan medföra att tonvikten hamnar mer på insatser vid olyckor än tekniska lösningar.

Tabell 2. Sammanställning av relevant litteratur gällande säkerhet i gasbussar.

<b>Titel</b>	<b>Författare och Datum</b>	<b>Nyckelord</b>	<b>Kort beskrivning</b>	<b>Kommentarer</b>
<i>Räddningsinsatser vid olyckor med gasfordon</i> [11]	Stenius, C. et al. FOI och MSB. (2020)	Kartläggning av olyckor, räddningsinsatser	Studiens syfte var att ta reda på hur andra länder med likartat regelverk som Sverige genomför räddningsinsatser, samt vilka vägledningarna och utbildningsmaterial som finns.	Rapporten sammanställer erfarenheter från olyckor med gasfordon i primärt västvärlden. Olyckorna har kategoriserats på typ av händelse (ex. brand), och vägledningarna har fördelats på respektive land. Ger tydlig bild av hur ex. släckningsarbete bedrivs i olika länder men efterfrågar även vidare studier för att kunna ge välgrundade rekommendationer för insatser vid olyckor med gasdrivna fordon.
<i>Zonindelning vid räddningsinsatser mot fordon med alternativa bränslen</i> [8]	Marcus Runefors, Lunds universitet och MSB. (2020)	Räddningsinsatser	Beräkningar samt genomgång av litteratur och inträffade händelser har använts för att ta fram rekommendationer för zonindelning vid räddningsinsatser mot fordon med alternativa bränslen (CNG, LNG, vätgas, batterier)	Rapporten undersöker en bredd av alternativa drivmedel för att ge förslag till zonindelning vid räddningsinsatser mot fordon. Studien visar på att tankruptur är vanligt vid brand i gasfordon. Det finns även betydande brister i nuvarande kunskapsnivå, vilket gör vidare studier angelägna.
<i>Trafiksäkerhetshöjande åtgärder för gasbussar</i> [12]	Kjell-Olof Matsson, Transportstyrelsen. (2019)	Kartläggning av olyckor, tunnel, busskonstruktion	Rapporten resulterar i ett antal förslag på åtgärder som kan vidtas för en förbättrad säkerhet i gasbussar.	Kunskapsöverblick och beskrivning av nuläget. Dokumenterar historiska olyckor och presenterar konkreta åtgärdsförslag.
<i>Selvitys metaanilla toimivien kaasujoneuvojen käyttörajoituksista maanalaisissa tiloissa</i> [13]	Raivio, T., et al. (2018)	Kartläggning av olyckor, tunnel	Rapporten sammanställer ett antal olyckor med gasfordon i Finland, bland annat för gasbussar. Det har dock inte gått att utläsa exakt när dessa olyckor skett eller omfattningen på dem. Ger också rekommendationer kring risker för gasbussar i underjordiska eller annars slutna utrymmen.	Gasbussar bedöms inte medföra några signifikanta risker utöver de som observerats för bensinbussar i underjordiska eller annars slutna utrymmen. Det finns en viss ökad risk relativt dieselbussar, men inget som bedöms kräva omfattande lagändringar.
<i>Fire and explosion hazards of alternative fuel vehicles in tunnels</i> [14]	Ying Zhen Li, Brandforsk. (2018)	Tunnel, kartläggning av olyckor	Rapporten presenterar risker associerade med fordon som drivs av olika drivmedel. Dessa	Tidigare gasbussolyckor i bland annat Göteborg presenteras och förklaras. En av riskerna som lyfts kring gasbussar är de jetflammar som kan uppkomma i de fall PRD löses ut. Dessa brinner

<b>Titel</b>	<b>Författare och Datum</b>	<b>Nyckelord</b>	<b>Kort beskrivning</b>	<b>Kommentarer</b>
			jämförs bland annat avseende brand, giftighet, explosion, varaktighet och liknande.	intensivt, men under relativt kort period. Risken vid denna typ av bränder är att den kan sprida sig snabbt.
<i>Förändringar – Omvärldsanalys Bussar</i> [10]	MSB. (2017)	Kartläggning av olyckor, busskonstruktion, räddningsinsatser	Studiens syfte var att öka förståelsen av vilka konsekvenser förändringar i ex. busskonstruktion kan få för räddningsinsatser. Därför kartlades sådana förändringar och viktiga trender som på sikt kan förändra arbetssätt för räddningstjänsterna.	Datinsamling i form av litteraturstudie, intervjuer och workshops. Resultaten är analys av olika omvärldstrender kring ex. miljökrav, förändringar av bussmodeller, konstruktion, förändrade drivmedel, säkerhetssystem och informationskällor. Rekommendationer finns bland annat för hur man bör kyla brand i gasbuss.
<i>Fire Safety of CNG Buses – Proper Experiences</i> [15]	Milojevic, S. et al, University of Kragujevac. (2016)	Kartläggning av olyckor, räddningsinsatser	Artikeln presenterar en överblick över hur gas används i fordon. Konsekvenserna av gasolyckor beskrivs, även metoder för att förbättra brandsäkerheten i gasbussar.	Rapportens resultat indikerar att bussbränder är vanligare än i lastbilar. Rekommendationer lämnas på hur brandrisker kan minimeras, men även hur konsekvenserna vid brand kan reduceras.
<i>Gasdrivna fordon – händelser och standarder</i> [9]	Mats Lindkvist, Umeå Universitet, MSB. (2016)	Kartläggning av olyckor, räddningsinsatser, busskonstruktion	Kartläggning av säkerhet och räddningsinsatser i gasfordon. Avser bland annat standarder och avtal för gasfordonens konstruktion, men även vilka typer av gasfordon som finns samt vilka incidenter som skett i ett antal länder.	Rapporten presenterar antal standarder och avtal kopplat till gasfordon. Den hänvisar bland annat till rapport om att det vid en enkät i USA år 2005 framgick att det sker ungefär en incident per 100 gasbussar per år, där det i 69 % av fallen behövs insats från räddningstjänst. Kunskapsbrist finns kring insatser vid gasbussar. Fler utbildningsinsatser rekommenderas för att busspersonal ska ha kunskap om betydelsen av initial evakuering och släckning.
<i>Bussar och brandsäkerhet</i> [7]	Sveriges bussföretag. (2016)	Kartläggning av olyckor, räddningsinsatser	Rapporten har tagits fram för att förbättra kunskapsläget och reducera antalet bussbränder i Sverige. Rapporten är en uppdatering från tidigare rapport publicerad år 2012 med samma namn. Rekommendationer presenteras om förbättrad detektering av gas, kylning vid brand	Ca 25 % av alla bränder beror på olje- eller drivmedelsläckage. Avseende alternativa drivmedel syns ingen ökande risk ur brandsynpunkt. Däremot finns en viss oro för konsekvenserna om en gasbuss börjar brinna, särskilt under mark.  Räddningstjänsterna anser sig sakna tillräckliga kunskaper för att hantera brand i gasfordon. Sverige

<b>Titel</b>	<b>Författare och Datum</b>	<b>Nyckelord</b>	<b>Kort beskrivning</b>	<b>Kommentarer</b>
			och digitala stöd med information om dokumenterande metoder.	anses ha relativt hög brandsäkerhet i bussar till följd av bla. automatiska släcksystem samt utbildade och handlingskraftiga bussförare.
<i>Additional information for ECE/TRANS/WP.15/2015/6e – Use of Liquefied Petroleum Gas (LPG) and Compressed Natural Gas (CNG) as fuel for vehicles carrying dangerous goods: Focus on CNG safety [6]</i>	Inland Transport Committee, Economic Commission for Europe. (2015)	Busskonstruktion, kartläggning av olyckor	Rapporten går igenom metans egenskaper och hur det används i fordon. De huvudsakliga komponenterna i säkerhetssystem presenteras parallellt med regelverk. Även olycksstatistik och säkerhetsaspekter i drift diskuteras.	En av rapportens slutsatser, vilket baseras på studier av litteratur och rådande säkerhetsstandarder, är att gasfordon kan anses vara lika säkra i drift som andra konventionella drivmedel. Viss litteratur indikerar även att gas som drivmedel är säkrare än bensin eller diesel vid olyckor. Det bygger dock på att bränslet hanteras korrekt, välfungerande tekniska system och att det finns tillräckliga kunskaper hos de som jobbar med fordonet.
<i>Clean Buses – Experiences with Fuel and Technology Options[4]</i>	Evans, N. et al (2014)	Busskonstruktion	Rapportens syfte är att dokumentera erfarenheter från olika kollektivtrafikmyndigheter runt om i Europa vad gäller drift av bussar med alternativa drivmedel. Det gäller både tekniker som anses marknadsreda, och de som vid rapportens författande inte ansågs mogna.	Slutsatserna kring gasbussar är att det finns vissa säkerhetsaspekter som skapar oro. Det gäller bland annat hur gasen förvaras, där riskerna med att förvara den på taket och låga konstruktioner långsamt körsträckan upplevs som en risk. Dock varierar åsikterna från olika länder.
<i>Fire Risks Related to the use of CNG Buses[5]</i>	Victor Bjälke, Luleå Universitet. (2013)	Busskonstruktion, räddningsinsatser	Rapportens syfte är att klargöra vilka risker CNG-bussar medför och hur dessa risker ska bemötas för att undvika framtida tillbud. Rapporten går igenom gasbussens tekniska funktion och säkerhetssystem, olika typer av gasformiga bränslen och deras egenskaper samt riskerna associerade med att använda gasformiga bränslen i bussar.	CNG är inte nödvändigtvis mindre säkert än andra drivmedel. Istället bör rutinerna för att hantera brand i dessa typer av fordon anpassas beroende på bränslet, för att säkerställa säkra rutiner. Generellt efterfrågas mer information om bränder i gasbussar, särskilt från räddningstjänsten. Vidare studier på ämnet rekommenderas.
<i>Compressed Natural Gas (CNG) Transit Bus Experience Survey[3]</i>	Adams, R., Horne, D.B. NREL (2010)	Kartläggning av olyckor, busskonstruktion	Rapportens syfte var att samla erfarenheter inom USA vad gäller gasbussar, för att förstå vad som varit framgångsrikt samt var mer	Några risker som identifierats i rapporten är om gasbussarna körs/transporteras utanför deras vanliga körsträcka och krockar på ett sådant sätt som skadar gastuberna. Även gamla PRD riskerar att inte

<b>Titel</b>	<b>Författare och Datum</b>	<b>Nyckelord</b>	<b>Kort beskrivning</b>	<b>Kommentarer</b>
			insatser behövs nationellt för att öka teknologins framtidsutsikter.	lösa ut, vilket ökar risken för tankruptur. PRD bör också installeras så att gas ventileras från bussen. Även andra system för minskad brandrisk presenteras.
<i>Bus Fire Safety</i> [16]	Hammarström, R. et al. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. (2008)	Kartläggning av olyckor, busskonstruktion, räddningsinsatser	Rapporten togs fram för att minska antalet bussbränder och deras konsekvenser. Utredningen bestod av statistisk analys, brandtester på material och buss, simuleringar och litteraturstudie. Rekommendationer lämnas avseende bussarnas materialval, konstruktion och rutiner.	Detaljerad rapport om brandsäkerhet i bussar, med simuleringar och tydliga rekommendationer. Gasbränslen blandas lätt med luften och brinner därför intensivt.
<i>CNG buses fire safety: Learnings from recent accidents in France and Germany</i> [2]	Perrette, L., Wiedemann, H.K. (2007)	Kartläggning av olyckor, busskonstruktion	Artikeln sammanställer erfarenheter från (då) nyliga gasbussolyckor. Exempel på olyckor och konsekvenser av dessa presenteras, parallellt med praktiska erfarenheter och lärdomar.	En av artikelns huvudsakliga lärdomar från fallstudierna är att PRDs inte är en helhetslösning för att undvika gastanksruptur, då de riskerar att inte lösa ut av olika anledningar. Artikelns föreslår ett antal förändringar i förbättrade brandsäkerhetsrutiner i gasbussar, bland annat avseende automatiska brandsystem.
<i>Compressed Natural Gas Bus Safety: A Quantitative Risk Assessment</i> [1]	Chamberlain, S., Modarres, M. (2005)	Kartläggning av olyckor, busskonstruktion.	Säkerheten i gasbussar utvärderas utifrån en skolbuss i USA, med hjälp av tillvägagångssättet "probabilistic risk assessment", då det vid tillfället fanns relativt få olyckor med gasbussar.	Artikeln resultat indikerar att gasbussar riskerar dubbelt så många brandolyckor jämfört med dieselbussar. Riskerna var som störst vid ventiler, gaslagringen och rörsystemet för bränslet.

---

## 2.3 Olyckor

Generellt anses gasbussar inte vara överrepresenterade i olycksstatistiken jämfört med bussar med andra drivmedel [7], men i de fall där en olycka sker och eventuell brand uppstår skiljer sig förloppet mellan olika drivmedel [17]. För gasbussar är det i huvudsak tre risker som är relativt unika [12]:

- **Gasläckage** – Läckande gas riskerar att antändas om gasblandning inom rätt brännbarhetsområde kommer i närheten av en antändningskälla, ex. heta detaljer i motorrum eller elektriska installationer. Gasmoln som antänds kan skapa luftstötsvåg och flammor som påverkar omgivningen. En läckande gasbehållare vid en sönderslagen ventil kan antändas och skjutas iväg som en projektil. [12]
- **Kärlsprängning** – Kärlsprängning (gasexplosion etc.) innebär att gasbehållare sprängs. Kombinationen av högt tryck och energin i själva bränslet gör att en stor mängd energi frigörs vid en kärlsprängning, med potentiellt stora konsekvenser för person och egendom. Vid risk för kärlsprängning på en gasbuss motiveras ofta ett större riskavstånd än vid motsvarande risk för andra gasdrivna tunga fordon som inte har tankarna placerade på taket. Om en gasbuss övertänds måste gasen i gasbehållarna släppas ut för att undvika kärlsprängning orsakad av tryckökning i gasbehållaren pga. brandvärmen. Då riskerar jetflammar att uppstå. [12]
- **Jetflammar** – För att förhindra kärlsprängning pga. tryckhöjning i en gasbehållare kan tryck- eller temperaturberoende övertrycksanordningar öppna eller utjämna trycket i behållaren. När gasen strömmar ut från behållaren riskerar den antändas, vilket under höga hastigheter kan skapa kraftiga jetflammar. För en gastank på buss kan jetflamman bli upp mot 20 meter lång och ha en varaktighet på 30 sekunder upp till några minuter. Jetflammar har hög temperatur och kan öka risken för vidare brandspridning. För vätgas tillkommer att jetflamman inte alltid är synlig för blotta ögat vilket innebär risk att någon går in i den. [12]

Händelserna som nämns ovan kan uppkomma i ett antal olika scenarier, där de mest framträdande anledningarna är i samband med brand eller kollision med andra fordon eller objekt i trafikmiljön (ex. tunnlar, påkörningsbalkar). 59 exempel på olika gasbussolyckor som skett runt om i världen sedan år 2003 presenteras i Tabell 3. I 24 % av fallen som studerats har en gasexplosion förekommit, och i de fall de senaste 10 åren där man kunnat fastställa anledningen är det oftast till följd av mekanisk åverkan på tankarna vid kollisioner. Undantagsfallet är en incident i Göteborg, där smältsäkringar bedöms ha kylts ner och därför inte löst ut [12]. Kollisioner med broar, tunnlar eller påkörningshinder står för ungefär 24 % av de olyckor som dokumenteras nedan.

I de flesta fall där bränder i gasbussar ökat trycket i gastankarna så pass mycket att tryckavlastningsventiler löst ut har det uppstått någon form av jetflamma. Det är ett något vanligare scenario än kärlsprängning, där 31 % av olyckorna lett till jetflammar. Utifrån insamlat data har det i 59 % av olyckorna uppstått någon form av brand. Generellt uppstår bränderna sällan till följd av ett fallerande gassystem, utan främst till följd av värmeutveckling i hjul, hjulhus eller i oljor i motorrummet. Att tryckavlastningsventiler löses ut för att reducera trycket i gastankarna och minska risken för en kärlsprängning är en nödvändig åtgärd i det tekniska systemet.

Andra olyckor där gas endast läckt ut (17 % av fallen) har nästan uteslutande skett i samband med kollisioner med låga konstruktioner som tunnlar eller broar. Även fall av fallerande komponenter har registrerats enligt nedan.

Under projektets arbete har det framkommit att fler olyckor än vad som sammanställts i tabellen nedan har inträffat, men på grund av att de oftast inte har lett till kraftiga bränder eller explosioner har de inte fått så stor uppmärksamhet internationellt, vilket gör det svårt att hitta dokumentation om specifika händelser. Flera gasbussolyckor har skett i bland annat Turkiet, Pakistan och Italien. Särskilt en bro i Ankara är olycksdrabbad, vilken redan år 2015 haft ett tiotal incidenter där bussar med olika drivmedel kolliderat med den [18]. Anledningen tros kunna vara en höjning av vägbanan till följd av markarbeten.



Två av dessa incidenter är beskrivna i tabellen nedan (se för år 2015). Det har även skett ett flertal olyckor i ett antal länder längre tillbaka i tiden än år 2003.

*Tabell 3. Sammanställning av ett antal kända gasbussolyckor som skett runt om i världen sedan år 2003. Sammanställningen kan vara ofullständig då mindre olyckor som inte har inneburit kraftiga bränder eller explosioner, inte har fått någon större uppmärksamhet internationellt. Denna typ av olyckor, ex. då bussar kört in i låga broar eller tunnlar utan allvarliga konsekvenser kan därför ha inträffat utan att det uppmärksammats annat än i lokala medier på lokala språk.*

Datum och plats	Händelse					Beskrivning
	Inget läckage	Gas-läckage	Brand	Jet-flamnor	Gas-explosion	
2020, Stockholm Sverige	✓					Kollision med tunnel. [19]
2020, Orsay Frankrike	✓					LPG-buss i kollision med bro, tankar kunde tömmas säkert. [20]
2019, Bergen Norge	✓		✓			Brand, tankarna påverkades ej. [21]
2019, Malmö Sverige			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [8]
2019, Stockholm Sverige					✓	Kollision med påkörningsbalk som påverkade tankarna. [22] [12] [23]
2019, Rom Italien			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [24]
2018, Milano Italien			✓	✓		Brand som påverkade tankarna. [18]
2018, Franeker Nederländerna		✓				Kollision med låg bro. [8]
2017, Bari Italien			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2017, Rom Italien			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2016, Göteborg Sverige			✓		✓	Brand som sedan påverkade tankarna. [12] [25]
2016, Stockholm Sverige	✓					Gasbuss kolliderar med tunnel, inget läckage förekommer. [12]

Datum och plats	Händelse					Beskrivning
	Inget läckage	Gas-läckage	Brand	Jet-flammor	Gas-explosion	
2016-11-23, Trondheim Norge			✓			Tankar påverkades ej.[11]
2016-12-17, Trondheim Norge			✓			Tankar påverkades ej.[11]
2015-09-20, Ankara Turkiet					✓	Kollision med låg bro som påverkade tankarna. Samma bro som 2015-06-01. Ett flertal liknande olyckor har inträffat vid denna bro. [18]
2015-06-01, Ankara Turkiet					✓	Kollision med låg bro som påverkade tankarna. Samma bro som 2015-09-20. Bron har varit med om fler liknande olyckor. [18]
2015-06-20, Ankara Turkiet	✓					Buss körde av vägen och voltade. Inget läckage förekommer. [18]
2015, Bergen Norge	✓		✓			Brand i motorrummet, tankar påverkades ej. [26]
2015, Stockholm Sverige	✓					Gasbuss kolliderar med tunnel, inget läckage förekom.[12]
2013-12-16, Stockholm Sverige		✓				Kollision med tunnel. [12]
2013-05-28, Stockholm Sverige		✓				Kollision med påkörningsbalk. [27]
2013, Napa USA		✓				O-ring fallerade, ledde till gasläckage. [18]
2013, Moskva Ryssland					✓	Tank exploderar av okänd anledning. [18]
2013, El Paso Texas USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2013, Perth Australien	✓		✓			Brand i fordonet, gassystemet bedöms ej ha påverkats. [18]

Datum och plats	Händelse					Beskrivning
	Inget läckage	Gas-läckage	Brand	Jet-flammor	Gas-explosion	
2013, Birmingham Alabama USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2012, Wassenaar Nederländerna			✓	✓		Började brinna under färd av annat än gasrelaterat skäl.[12] [28]
2012, Lund Sverige			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [29]
2012, Helsingborg Sverige			✓	✓		Brand som inte påverkade tankarna [30]
2012, Bangkok Thailand		✓				Kollision med skylt, tankar hamnade på vägen. Endast gasen läckte ut. [18]
2012, Georgia USA	✓		✓			Brand i fordonet, gassystemet påverkades ej. [18]
2012, Brisbane Australien		✓			✓	Tank exploderar av okänd anledning. [18]
2010, Seoul Sydkorea					✓	Tank exploderar på grund av skador i tanken och fallerande ventiler. [31]
2010, Singapore			✓			Brand i gasbuss, oklart om PRD löste ut eller ej. [18]
2009, Perth Australien			✓		✓	Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2009 Gwinette County USA	✓		✓			Brand i fordonet, gassystemet påverkades ej. [18]
2009, San Clemente USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2008, Phoenix USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2008, okänd stad Bangladesh					✓	Explosion till följd av dålig tank i mikrobuss. [18]
2008, stad okänd Indien		✓			✓	Explosion till följd av dålig tank i mikrobuss. [18]

Datum och plats	Händelse					Beskrivning
	Inget läckage	Gas-läckage	Brand	Jet-flammor	Gas-explosion	
2008, Boston USA		✓				Taket kolliderar med objekt, skadar gasledningar och gas läckte ut. Inga övriga skador. [18]
2008 Los Angeles USA		✓				Kollision med tåg, gasledningar skadades och gas läckte ut. Tankarna opåverkade. [18]
2008, Santa Barbara County USA	✓		✓			Brand i fordonet, gassystemet påverkades ej. [18]
2007, Stockholm Sverige	✓					Gasbuss kolliderar med tunnel, inget läckage förekommer. [12]
2007, Boise USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2007, Atlanta USA	✓		✓			Brand i fordonet, gassystemet påverkades ej. [18]
2007, Sydkorea			✓		✓	Brand som sedan påverkade tankarna. PRD löstes ej ut. [18]
2006, Gujarat Indien	✓		✓			Brand i fordonet, gassystemet påverkades ej. [18]
2006, Atlanta USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2006, Kansas City USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]
2006, stad okänd USA	✓					Bil kör av bro och kolliderar med taket på buss. Inga kända skador till gassystemet på bussen. [18]
2005, Sacramento USA	✓		✓			Brand i fordonet, gassystemet påverkades ej. [18]
2005, Nancy Frankrike			✓			Tankar påverkades ej. [32]
2005, Bordeaux Frankrike			✓	✓	✓	Brand som sedan påverkade tankarna[8] [2]

Datum och plats	Händelse					Beskrivning
	Inget läckage	Gas-läckage	Brand	Jet-flammor	Gas-explosion	
2005, Montbéliard Frankrike			✓	✓	✓	Började brinna under färd av annat än gasrelaterat skäl. Inte byggd i enlighet med UN-ECE reglemente nr 110.[12] [2] [32]
2004, Washington DC USA		✓				Kollision med överliggande konstruktion, skadade cylindrar och ventiler vilket fick gas att läcka. [18]
2003, Saarbrücken Tyskland			✓		✓	Började brinna på uppställningsyta av annat än gasrelaterat skäl. Inte byggd i enlighet med UN-ECE reglemente nr 110.[12] [2]
2003, St Louis USA	✓					PRD-ventil skadades under tvätt. Ingen skada på person eller egendom. [18]
2003, Atlanta USA			✓	✓		Brand som sedan påverkade tankarna. [18]

#### 2.4 Dokumenterade risker i EU-databaser

Systemet "Safety Gate Rapid Alert System"<sup>3</sup> möjliggör utbyte av information mellan EU och EES-länder, samt Storbritannien om farliga icke-livsmedelsprodukter som utgör en risk för konsumenternas hälsa och säkerhet. Genom en sökning i databasen hittades 13 st inlägg som är relaterade till gasbussar. Fritextsökningen var "bus" och kategorin var "motorfordon" och databasen inkluderar inlägg fr.o.m. 2005. De 13 st gasbussrelaterade inläggen rapporterades mellan år 2017 och 2020. De representerar endast 11 % av alla bussrelaterade inlägg i säkerhetsdatabasen. De vanligaste säkerhetsriskerna som registrerats i databasen är kopplade till ventilerna. Det inkluderar risker för brand och skada på både person och egendom. Bland defekter som lett till återkallelser listas följande:

- Defekta gastrycksregulatorer kan medföra att gastank spricker (kärlsprängning). Om kärlsprängning uppstår kan personer i närheten av tanken skadas till följd av gasens höga tryck.
- Ett smörjmedel använt för att smörja mekaniska komponenter i tryckavlastningsventilerna kan härda om de exponeras mot hög värme under längre perioder. Härdat smörjmedel förhindrar kontrollerad ventilering av gas i nödfall, vilket i värsta fall kan leda till att gastanken exploderar. Om så blir fallet går det inte att utesluta skador på person eller egendom.
- Sprickor som bildas på gastrycksregulatorn kan medföra att gas läcker.
- Olämplig kabeldragning och material under gastankarna kan leda till förslitningar på eller mellan tankarna samt på fordonet.

Det är således av stor betydelse att noggranna processer för underhåll och inspektion genomförs kontinuerligt under hela bussens livslängd, så att risker snabbt kan identifieras och åtgärder vidtas.

<sup>3</sup> Databasen nås via länken nedan:

[https://ec.europa.eu/consumers/consumers\\_safety/safety\\_products/rapex/alerts/?event=main.search&lng=en](https://ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/alerts/?event=main.search&lng=en)

---

## 3. Analys

Nedan presenteras en sammanställning av svaren som samlades från kontakter som tagits runt om i världen, primärt inom Europa (se Sektion 1.2). Av totalt 66 kontaktade branschorganisationer, operatörer, tillverkare, kollektivtrafikmyndigheter, myndigheter och specialister svarade 36 st, varav 3 intervjuades mer djupgående för att komplettera med ytterligare information. Totalt har 30 svar som har givit konkret information använts till analysen nedan.

### 3.1 Danmark

Det totala antalet gasbussar i drift för de danska kollektivtrafikmyndigheterna uppgår idag till 167 st, varav 44 stycken sköts av Movia i Köpenhamnsområdet. Movias kravställning gentemot operatörerna är emissions- eller fossilfria fordon, där HVO-drivna dieslbussar ofta föreslås i avtalen. Movia ser inte särskilt många anbud som innehåller gasbussar, och ser inte heller att det krävs några ytterligare säkerhetskrav kopplat till gasbussar då de följer EU- och UNECE-lagstiftning. Movia ser inte heller att det är några unika risker kopplat till gasbussar. Utmaningar kopplat till att bussförare inte följer sina linjer och kolliderar med broar eller tunnlar är ett generellt problem som inte bara är ett problem för gasbussar. Generellt för bussar ser dock Movia utrymme för förbättringar avseende säkerheten för föraren vid frontalkollision.

Færdselsstyrelsen i Danmark har inte detaljerad info om specifikt gasbussar och olyckor, men generellt händer det nu och då att höga fordon kolliderar med låga broar då förarna inte reagerat på varningsskyltar om höjden. Færdselsstyrelsen sätter även in extra varningsmarkeringar vid behov, samt påkörningshinder med kedjor som slår i fordonet och varnar föraren ifall ex. bussen är för hög för att köra under en bro. De anser att risken för gasspecifika olyckor vid ikörning i låga konstruktioner kvarstår så länge gastankarna är lokaliserade på taket. Det kan adresseras om det etableras en internationell standard för gastankarnas placering, exempelvis under golvet i fordonet där Færdselsstyrelsen bedömer konstruktionen som starkare. En sådan placering skulle inte gälla för låggolvbussar dock, enligt Færdselsstyrelsen. Ett ytterligare förslag är att placera luftkonditioneringssystem vid framsidan av bussen så att tankarna kan skyddas vid kollision med låga hinder såsom broar och tunnlar.

### 3.2 Finland

Kollektivtrafikmyndigheten i Helsingfors (HSL) har för närvarande 17 gasbussar i drift, vilket motsvarar 1,4 % av hela deras flotta. De ser att endast en tillverkare erbjuder gasbussar, och HSL ställer därför inte specifika krav på gasbussar i sina upphandlingar av kollektivtrafiken. De ser dessutom att elbussar kommer ersätta gasbussar i stadstrafik. Specifikt i Helsingfors är det förbjudet för gasbussar att köra vid övertäckta bussterminaler/shoppingcenter, vilket medfört att operatörerna inte köper fler gasbussar till sina avtal. I en rapport framtagen för statsrådets gemensamma utrednings- och forskningsverksamhet[13] bedöms gasbussar inte medföra några signifikanta risker utöver de som observerats för bensinbussar i underjordiska eller annars slutna utrymmen. Det finns en viss ökad risk relativt dieslbussar, men inget som bedöms kräva omfattande lagändringar.

### 3.3 Frankrike

Bussoperatören Keolis i Dijon ska köpa in 27 st 12-meters vätgasbussar, vilka ska tas i drift andra halvåret 2022. I förberedelse för bussarna ser de risker främst kopplat till läckage, brand och explosion. För att möta riskerna anpassar de främst sina verkstäder, samt nämner att alla vätgasbussarna kommer vara utrustade med automatiska brandsläckningssystem och kollisiondetektorer. De hänvisar även till branschframtagna rekommendationer för gasbussar i drift och depå[33].

Avdelningen för utredning av landtransportolyckor (Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre, eller BEA-TT) har publicerat ett antal rapporter vad gäller säkerheten i gasbussar, varav en gäller olyckorna i Montbéliard och Nancy[32] under mitten av 2000-talet. På grund av utvecklingen av regelverket är de flesta tekniska rekommendationerna föråldrade, men rapporten innehåller även rekommendationer om hur bussarna bör användas i trafik samt hur förare bör utbildas gällande säkerhet i gasbussar. En annan, nyligen publicerad rapport[34] från BEA-TT gällande en kollision mellan gasbuss

---

och spårvagn utreder säkerhetsfrågor med gasbussar, men poängterar inga extraordinära risker med tekniken.

BEA-TT säger att bussexplosionen som skedde i Klaratunneln är den enda som de känner till av sitt slag. Dock är bränder betydligt vanligare, vid en olycka är det viktigt att tankarna töms på ett säkert sätt för att förhindra ett ökande tryck och explosion. Den här typen av gastömning medför ofta att jetflamnor uppstår, vilket är en risk ifall PRD ventilerna är orienterade i sidled vilket är fallet för ett antal bussar i drift. Nytt regelverk fastställer att ventilen ska vara riktad rakt uppåt på nya bussar som typgodkänns. Dock kräver regelverket endast en ventil som är temperaturstyrd. Det finns inga krav på tryckstyrda ventiler. Det finns fördelar enligt BEA-TT med att installera ventiler på båda sidor om cylindern för att minimera riskerna ifall en ventil skulle falla, vilket inte är något som krävs idag.

BEA-TT påpekar att gasbussar är en del av kollektivtrafikens större system, och att det därmed finns andra risker utöver bussens konstruktion. Två framträdande risker är avsaknaden av utbildning för bussförarna gällande säkerhet i gasbussar, samt gasbussar som framförs i tunnlar.

Centret för studier av tunnlar (Centre d'Études des Tunnels) i Frankrike arbetar med att ge underlag för att öka säkerheten i tunnlar, bland annat gällande hanteringen av nya drivlinor för olika typer av fordon. Det gäller bland annat metan, vätgas och el. Enligt CETU finns det relativt få gasbussar i drift varför det är svårt att få en bra bild över olycksfrekvensen. Dock bedömer de att gasläckage som därefter antänds, jetflamnor och kärlsprängning är de tre vanligast förekommande typerna av konsekvenser vid olyckor med gasbussar där gassystemet är involverat. Konsekvenserna av en brand i en gasbuss är inte mer omfattande än bussar med andra drivmedel enligt CETU, undantaget jetflamorna som kan komma att uppstå. Dessa medför större risker om jetflamorna riktas horisontellt, vilket inte är fallet i nyare busstyper. Dock finns det gasbussar i drift som fortfarande har tryckavlastningsventiler orienterade i horisontell riktning.

Gasläckage som sedan antänds under ett explosionsliknande förlopp är mycket farligt, där intressenter i Frankrike nu försöker utreda hur man bäst minimerar dessa risker. Det resoneras bland annat kring att initiera jetflamnor vid gasläckage för att undvika en större gasansamling, eller sätta in lufttryck vid tryckavlastningsventilen för att forcera bort antändlig gas.

I de fall där kärlsprängning skett som följd av en fallerande tryckavlastningsventil vid brand kan det dröja ca 8-20 minuter från bussen övertänts till dess att gastankarna exploderat. Det finns därmed tid att sätta människor i säkerhet vid den här typen av förlopp.

CETU nämner att de senaste bussmodellerna kompletterat sin temperaturstyrda tryckavlastningsventil med en tryckstyrd ventil, som släpper ut gasen när tanken nått ett för högt tryck. På så sätt skapas en redundans vilket reducerar sannolikheten för en kärlsprängning. CETU rekommenderar denna typ av system för att förbättra säkerheten i gasbussar. I de fall där en felaktig tryckavlastningsventil inte löser ut kan gastanken komma att explodera. I en studie genomförd av CETU anser de att mekanisk åverkan på tankarna osannolikt kan leda till en tankruptur med tanke på nuvarande säkerhetsregelverk för gastankar.

### 3.4 Italien

Kollektivtrafikmyndigheten GTT i Turin har i dagsläget 300 gasbussar, både stadsbussar och ledbussar. De planerar för fler gasbussar i form av ledbussar och intraregionala bussar. De risker som är mest framträdande för gasbussar som drivs av metan är enligt GTT gasläckage och säkerställd cylindersäkerhet. För att hantera risken med gasläckage är det extra viktigt att implementera gassensorer i motorrummet på bussen samt i verkstaden. För att säkerställa cylindersäkerheten är det viktigt enligt GTT att kontinuerligt kontrollera de automatiska säkerhetsventilernas funktion, samt göra löpande inspektioner av gastankarna.

### 3.5 Lettland

I hela Lettland finns det ungefär 10 st gasbussar i drift idag, och utöver det finns det sedan mars 2020 även 10 st nya trådbussar i Riga utrustade med vätgasbaserade räckviddsförlängare. Systemet möjliggör att bussarna kan köra på de sträckor där det inte finns trådinфраstruktur. Lettland är det land

---

som, enligt EAFO, tillsammans med Tyskland har störst antal nyregistreringar av vätgasbussar. Det verkar som att räckviddsförlängare gör att trådbussarna klassificeras som vätgasbussar. Kollektivtrafikmyndigheten Rigas Satiksme är öppna för elbussar, vätgasbussar och gasbussar när deras avtal förnyas år 2027 och år 2030, men har inte bestämt sig för någon specifik lösning ännu. De ser inte några risker kopplat till användningen av gasbussar generellt, särskilt inte avseende risken för kollision med låga broar eller tunnlar då inga tillräckligt låga sådana finns i Riga. De risker som Rigas Satiksme främst har arbetat med den senaste tiden är kopplade till det nyligen implementerade vätgassystemet i trådbussar. Där är de viktigaste delarna främst ventilation i verkstaden, att förhindra statisk elektricitet samt säkerheten vid tankning.

### 3.6 Norge

Statens Vegvesen (SVV), som är den norska vägmyndigheten, har inte något register över olyckor som endast orsakat materiel skada. Då inga gasbussolyckor har skett i Norge som medfört allvarlig personskada eller dödsfall har de inga sådana statistiska underlag. Inte heller DSB (Norges motsvarighet till MSB) har den typen av databas.

Då Norge är i överenskommelse med EU om att använda typgodkända fordon har SVV inte möjlighet att införa regler som skulle kunna begränsa användningen av den typen av fordon. Generellt anser dock SVV att gasbussar är lika säkra som andra drivmedelstyper, och de bränder som uppstått i gasbussarna beror inte på själva gassystemet. Däremot har kommunerna i Norge stor självständighet, och det är möjligt att de har gjort riskanalyser på området som SVV inte är medvetna om.

Ruter, kollektivtrafikmyndigheten i Oslo, har ingen direkt översikt över säkerhetsåtgärderna på biogasbussar i Oslo, eftersom det är bussoperatörerna som ansvarar för säkerheten på bussar och bussdepåer. Ruter beställde dock en säkerhetsbedömning av biogasinфраstruktur som används i depåer innan ett nytt avtal som inkluderade gasbussar tillkännagavs.

Ruter har även testat vätgasbussar under flera år och nämnde att där är risken störst om vätgas läcker ut från bussarna inomhus eller vid ett okontrollerat läckage vid tankning. Ruter har tidigare testat vätgasbussar vilka hade egen verkstad med vätgasdetekterings- och ventilationssystem. Dessutom var vätgasdetektorer installerade i biltvätten och i vätgasstationen för att upptäcka eventuella läckage.

### 3.7 Portugal

Kollektivtrafikmyndigheten i Porto (STCP) har i dagsläget 316 gasbussar i fordonsflottan, varav 307 är stadsbussar och 29 är ledbussar. Total flotta i hela staden är 420 bussar. Under nästkommande år kommer flottans komposition att förändras till att bestå av 333 gasbussar, 67 dieselbussar och 20 elbussar.

Generellt har STCP inte upplevt några större olyckor med sina gasbussar sedan en olycka för 8 år sedan då motorrummet på en buss började brinna vilket ledde till att fordonet övertändes. Tryckavlastningsventilerna löste ut, vilket gjorde att gasen kunde evakueras utan att någon kom till skada eller att det skedde en explosion.

En av anledningarna till att STCP lyckats undvika olyckor är att de kontinuerligt arbetar med att identifiera de vägar där bussarna inte kan köra på grund av begränsad höjd från tunnlar eller överliggande konstruktioner. Framöver ställer de höjkrav på sina fordon, för att säkerställa att låggolvsbussar inte överstiger 3,2 meter och att lågtrébussar inte överstiger 3,4 meter.

### 3.8 Spanien

Kollektivtrafikmyndigheten i Madrid, Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT Madrid) anser att det inte behövs några fler åtgärder på gasbussar än de som krävs enligt lag vid godkännandet av fordonet. De arbetar med att värdera riskerna, och förutom de risker som även finns kopplat till dieseldrivna bussar är det främst gasläckage och risken att den ska antändas som de observerat. Risken bedöms främst uppkomma i lokaler och stängda utrymmen som verkstäder och garage, vilka utrustas med gasdetektorer och brandsäkerhetssystem. Även bra ventilationssystem är av stor vikt för att föra bort den gas som eventuellt läckt ut.



---

### 3.9 Tyskland

Association of German Transport Companies (VDV) kontaktade sina medlemmar som använder gasbussar, varav de som återkopplade ansåg att det kan finnas en potential i att använda GPS-baserade system såsom geostaket, som ser till att fordonen inte hamnar i situationer likt den i Klaratunneln år 2019. I övrigt ansågs det inte behövas vidare säkerhetssystem för gasbussar.

### 3.10 Polen

I Polen används gasbussar i många städer, t.ex. har Warszawa ca. 100 ledbussar som körs på gas. Ansvarig för bussarnas drift i Warszawa är det kommunalägda bolaget Miejskie Zakłady Komunikacyjne. Enligt kommunikation med det Polska Motortransportsinstitutet finns det inga polska databaser om incidenter med gasbussar. Det finns inte heller någon diskussion kring ytterligare åtgärder som skulle behövas för att öka säkerheten av gasbussar, trots att Warszawa och andra städer med äldre tunnlar och brokonstruktioner hotas av potentiella incidenter med inkörning i låga hinder. Det påpekas att tankinfrastrukturen och underhållsrutiner kräver särskilt fokus, speciellt vid framtida införande av vätgasbussar. En incident som nämndes handlade om brand i en gashybridbuss år 2015. Branden påverkade dock inte gastankarna.

Busstillverkaren Solaris har i sina vätgasbussar installerat ett antal säkerhetssystem i form av bland annat fyra vätgasdetektorer i vätgassystemets huvudkomponenter samt inne hos passagerarna. Dessutom har de ett flertal säkerhetsventiler på varje gastank (solenoidventil, temperatursensor och tre temperaturstyrda tryckavlastningsventiler) för att säkerställa att gasen kan ventileras om trycket blir för högt. De har även kollisionssensorer i fronten av fordonet som stänger av vätgasen om de aktiveras.

### 3.11 Övrigt internationellt

Inom denna kategori inkluderas kontaktade aktörer som inte är tydligt knutna till ett specifikt land, utan verkar i ett flertal länder.

Busstillverkare, myndigheter och andra gasbussrelaterade organisationer bör kontinuerligt analysera de olyckor som sker för att förbättra konstruktionen av och rutiner kring gasfordon [35]. Ett exempel på sådant ges från DAFO Vehicle fire protection, där riktningen på den gas som ventileras från tryckavlastningsventilerna varit huvudsakligen horisontell i Europa, medan den riktats vertikalt uppåt i USA. Vilken riktning som är bäst ur säkerhetssynpunkt har länge debatterats enligt NGVA, men regelverket R110 från UNECE har från och med år 2016 fastställt att alla nya busstyper ska orientera ventilriktningen vertikalt rakt uppåt för att undvika jetflammar i horisontell riktning, vilka kan skada person och egendom.

Dock fastställer inte lagkravet att riktningen på tryckavlastningsventilerna i bussar som redan rullar på gatorna ska justeras, enligt NGVA. Reglerna för ombyggnation av fordonskomponenter varierar bland EU-länderna och olika politiska inriktningar finns [36].

Nytt regelverk kring bussarnas konstruktion, exempelvis förändrad riktning på tryckavlastningsventiler (PRD), bör implementeras även vid ombyggnation av äldre modeller av bussar enligt en av intervjuerna [35]. Dock upptäckts den typen av behov ofta vid interna inspektioner. För gasbussar är det inte säkert att bussinspektörerna har tillräcklig kunskap om vilket regelverk som gäller för gassystemets cylindrar, ventiler och funktion. Det kompliceras ytterligare av att vissa förändringar i regelverk har övergångsperioder där det gamla regelverket kan vara tillämpligt parallellt med det nya. Det är därför viktigt att denna typ av uppföljning och kravställning sker av kollektivtrafikmyndigheter gentemot bussoperatörerna och deras fordon, innan de tillåts fortsätta i drift.

Det finns generellt begränsade möjligheter till att ändra gasbussarnas konstruktion, då gastankar på taket är ett av de säkraste alternativen som finns idag [35]. Däremot föreslås enklare åtgärder, såsom t.ex. att sätta skyltar inuti fordonet som indikerar dess höjd, ifall denna typ av lösning inte redan är implementerad. Det möjliggör för bussföraren att kontrollera snabbt huruvida fordonet klarar av att passera under exempelvis en bro. Scania lyfter att det finns olika typer av fysiska barriärer som kan skydda gastankarna, men att dessa främst är dimensionerade för att ge skydd från nedhängande grenar eller liknande längsmed fordonets linje.

---

Även International Association of Fire and Rescue Services (CTIF) nämner att märkning av fordonet kan förbättra säkerheten med gasfordon. De nämner bland annat att standarden för hur man märker upp vilka drivmedel ett fordon använder (ISO 17840) är ett bra sätt att förbättra eventuella insatser mot fordonen. Även UITP lyfter vikten av att ISO 17840 implementeras. CTIF anser att då inget tungt fordon är det andra likt kan märkning om vilket bränsle som används, var det är lokaliserat samt vilka system som finns i fordonet underlätta räddningstjänstens insatser. Standardisering, märkning, insatskort och utbildningsmaterial anses vara viktigt för alla typer av insatser gentemot olika tunga fordon, inte bara gasbussar. International Motor Vehicle Inspection Committee (CITA) lyfter att kollektivtrafikmyndigheterna skulle kunna ställa högre krav om önskat. Exempelvis ställer Barcelonas TMB högre krav på sina bussar som använder olika typer av nya tekniska lösningar [36].

Olyckor där bussar kör in i låga broar eller tunnlar sker runt om i världen hela tiden, och beror inte nödvändigtvis på bussens konstruktion, utan snarare på otillräcklig utbildning av föraren, dåligt uppmärksatta broar och tunnlar samt allmän okunskap i frågan. Den mest effektiva lösningen måste vara att se till att bussarna inte hamnar på fel plats. Ett sätt att göra detta (förmodligen det billigaste) är att utbilda förarna. Även om konstruktionen är en viktig komponent i det hela kan man inte endast titta på en del av ett helt system, som innefattar bland annat bussen, föraren, varningssystem, underhåll och utbildning. Den mänskliga faktorn är av stor betydelse vid den här typen av olyckor [35].

Det styrks av resonemang från CITA, vilket ser att transportsäkerhet för alla typer av fordon är ett pussel kopplat till föraren, infrastrukturen och fordonet där alla bitar måste falla på plats för att det ska fungera säkert [36]. Kontakten med busstillverkare Scania pekar också på att olyckor som den i Klaratunneln 2019 beror på att bussen var på en plats där den inte borde vara. Därför skulle geostaket kunna vara en möjlig lösning för att undvika sådana olyckor i framtiden. Bland annat Scania håller på att utveckla den här typen av funktionalitet för sina bussar.

CITA anser att geostaket kan vara ett bra komplement i gasbussarnas tekniska system för att undvika att fordonet hamnar där det inte bör vara. Dock anser CITA att det finns vissa utmaningar med att implementera geostaket i verkligheten. Bland annat nämner de att det finns risker kopplat till vad som händer om man tappar GPS-signalen, eller om någon påverkar systemet på ett sätt som försämrar fordonets och systemets funktion. Ytterligare tester och implementering i verkliga trafikförhållanden behövs för att säkerställa att systemen funkar i praktiken och att högsta möjliga datasäkerheten uppnås.

Gasbussar anses i grunden inte vara farligare än bussar som nyttjar andra drivmedel, och Scania anser att en viktig aspekt gällande säkerhet i fordonet är att löpande tillsyn och underhåll sköts på rätt sätt enligt tillverkarens anvisningar. Exempelvis nämner Scania att reglerna för kontrollbesiktning av gastankar har skärpts på senare år. CITA för ett liknande resonemang, där de anser att alla beslut ur fordonets konstruktion måste se till att säkerhetsaspekten är adresserad under hela fordonets livslängd. Det medför bland annat att alla komponenter ska möjliggöra inspektion av tredje part. CITA nämner att det visserligen redan finns krav kring det, men att det är viktigt att bära med sig även framöver.

CITA tog även kontakt med sina medlemmar i Georgien, Frankrike, Ungern, Kosovo, Slovakien, Norra Irland, Luxemburg, Spanien och Serbien, där flera inte ser något behov av att sätta in extra åtgärder för ökad säkerhet med gasbussar. De förslag som nämns är att löpande inspektera gastankar, genomföra riskanalyser och installera gasdetektorer.

Enligt EReg (Association of European Vehicle and Driver Registration Authorities) har det i kontakt med representanter från Lettland och Schweiz framkommit att det inte satts in ytterligare åtgärder för att öka säkerheten med gasbussar. Representanterna från Lettland anser att det går att sätta in fler åtgärder, men att det behöver ske på EU-nivå. Särskilt fordon som byggts om till gasdrift anses vara de mest riskfyllda. I Schweiz finns det flera gasbussar i drift, men representanterna är inte medvetna om några olyckor med fordonen som medfört gasläckage, bränder eller explosioner. De har därför inte satt in extra åtgärder för att göra gasbussar mer säkra annat än att harmonisera sin lagstiftning med EU:s direktiv (2007/46/EC) vilket inkluderar UN-ECE R110.

Busstillverkaren VDL anser att gasbussar inte är någon betydande produkt för dem i framtiden, då utvecklingen kring räckvidd och total ägandekostnad (Total cost of ownership, TCO) för elbussar är så pass snabb. De har därför inga avsikter att ha några sådana produkter i sina produktprogram som det

---

ser ut framöver. Vad gäller vätgasbussar tittar VDL i några mindre projekt på att använda vätgas som räckviddsförlängning i deras elbussar. Volvo har också slutat producera gasbussar de senaste åren medan många satsningar görs på elbussidan. Statistiken för gasbussar som presenterades i Sektion 2.1 visar en ständig ökning t.o.m. år 2018 vilket är sista året som Eurostat har publicerat statistik för alla EU-länder. Men utvecklingen av elbussmarknaden har varit stark senaste åren och detaljerad statistik mellan 2018 och 2020 ska rapporteras av Eurostat. Trenderna bör ytterligare analyseras och hänsyn bör tas till att det finns skillnader mellan olika EU-länder och olika busstillverkare gällande den strategiska inriktningen framåt. Detta visar att intresse för gasbussar som ett miljövänligt - och i det fallet som biogas används fossilfritt - alternativ för busstrafiken kommer ersättas av elbussar i framtiden, vilket innebär en annan kombination av säkerhetsrisker som borde tas till hänsyn utifrån ett bussutformningsperspektiv.

---

## 4. Diskussion

Tidigare studier om gasbussar indikerar att tekniken är farligare än etablerade tekniska system, men litteraturen som tillkommit de senaste 5–10 åren säger att gasbussar generellt inte är mer riskfyllda än andra tekniker. Samma slutsats kan dras från intervjuerna, där gasbussar inte anses vara farligare än bussar med andra drivmedel. EU-databasen innehållande information om återkallade gasbussmodeller som undersöktes i utredningen visar att det fortfarande finns vissa tekniska utmaningar. Defekta system, illa valda komponenter och liknande kan medföra ökade risker. Mer fokus på räddningsinsatser och studier på hur man kan göra räddningsinsatser gentemot bussar säkrare behövs enligt litteraturstudien.

Senaste versionen av UN-ECE reglemente nr 110 har adresserat allvarliga risker som identifierats under de senaste 10 åren, bland annat avseende riktningen som gas bör ventileras i de fall tryckavlastningsventilen löser ut. Framöver kan redundansskapande åtgärder bli allt viktigare. Ett exempel givet av den franska myndigheten BEA-TT för att ytterligare minska risken för tryckökning i bränsletankar med explosion som följd är att installera två tryckavlastningsventiler på respektive gastank, istället för endast en.

En betydande andel av olyckorna som skett har uppstått till följd av att fordonet körts på sträckor där det funnits framkomlighetshinder. Ett flertal intervjuade aktörer nämner geostaket som en potentiell lösning, samtidigt som andra aktörer diskuterar vikten av kontinuerlig utbildning av personalen gällande rutiner och risker. Den mänskliga faktorn är den huvudsakliga anledningen till händelser som involverar t.ex. inkörning i låga hinder såsom tunnlar och broar. Slutna utrymmen som tunnlar ansågs vara särskilt olämpliga för gasfordon av ett par kollektivtrafikmyndigheter.

Kontakterna med olika aktörer i projektet visade att det är viktigt att ha ett systemperspektiv kring gasbussar för säker drift, vilket styrks från litteraturen och olycksutredningar. Åtgärderna som sätts in för att öka säkerheten med gasbussar bör inte endast beröra fordonets konstruktion, utan även aktiviteter i depå, verkstad, vid tankning samt gällande personalen i och kring fordonet. Den typen av åtgärder har dock inte omfattats av denna utredning. Skyltning och märkning bör förstärkas på fordonet och där riskfyllda situationer kan uppstå, och innovativa verktyg som geostaket eller liknande bör användas så att förarmisstag kan minimeras. Det bör även noteras att de flesta gasbussmodeller generellt sett är något högre än motsvarande dieselbussmodeller, vilket kan leda till att förarna missbedömer vilka höjder fordonet klarar av.

Det finns generellt begränsade möjligheter till att väsentligt ändra gasbussarnas konstruktion. Den nuvarande placeringen av gastankarna på taket anses som den mest säkra då gastankarna skyddas från kollisioner med t.ex. andra fordon. Enligt busstillverkare som kontaktats finns det skyddslösningar som kan skydda gastankarna på taket från grenar och liknande, men ingen aktör har givit indikationer på att skydd dimensionerade för kollisioner med broar eller tunnlar är en aktuell lösning. Därför kvarstår riskerna vid inkörning i låga hinder såsom tunnlar. En alternativ placering av gastankar t.ex. under bussen bör anses som omöjlig för låggolvsbussar som representerar den största andelen av bussar i stadstrafik, där de mest allvarliga konsekvenserna av en händelse kan uppstå. En aktör har dock föreslagit detta för bussar som inte har låggolv. Att placera luftkonditioneringsystem före gastankarna på taket för att skydda tankarna från kollision har föreslagits av en myndighet, men ingen busstillverkare har indikerat det som en möjlig lösning. Denna aspekt bör därför ytterligare undersökas.

Övriga konstruktionsändringar som tagits upp för minskad explosionsrisk vid gasläckage är initiering av jetflammar eller lufttryck vid tryckavlastningsventilerna för att forcera bort antändlig gas. Även flera tryckavlastningsventiler (både tryck- och temperaturstyrda) per gastank lyfts som ytterligare säkerhetsåtgärd, för att skapa en redundans ifall någon ventil inte skulle lösa ut vid en tryckhöjning i gastankarna.

För regionbussar utan låggolv finns det fler möjligheter till alternativa placeringar av gastankarna. En möjlig utveckling av bussflottan framåt kan vara att elbussar successivt trafikerar större andelar av stadstrafiken, medan gasbussar flyttas till regiontrafiken. Det skulle dock inte eliminera riskerna med gasbussar. Det bör också noteras att införande av elbussar i stadstrafik innebär egna risker som borde utredas separat och i detalj.

---

Kollektivtrafikmyndigheterna som kontaktades i denna utredning anser generellt att inga ytterligare lagkrav behövs för gasbussar, samt att UN-ECE reglemente nr. 110 räcker. Det finns kollektivtrafikmyndigheter som fortsätter satsa på gasbussar (t.ex. EMT och TMB i Spanien, STCP i Portugal) medan andra lyfter att elbussar kan ersätta gasbussar framåt (Movia i Danmark, HSL i Helsingfors). Ytterligare analys av inköpstrenderna behövs för att ta slutsatser kring gasbussars framtid, särskilt med fokus på potentialen med vätgasbussar i stads- och regiontrafik.

Robusta och noggranna rutiner behöver etableras för att inspektion och underhåll ska genomföras kontinuerligt under bussens livslängd enligt tillverkarens anvisningar. På så sätt kan åtgärder vidtas vid behov och fordonen kan nyttjas på ett säkert sätt. Personalen som genomför inspektionerna av gasfordonen måste ha rätt utbildning och erfarenhet och känna till aktuellt regelverk. Med andra ord bör alla krav på fordonets konstruktion och service gälla under hela fordonets livslängd.

Det finns endast ett fåtal aktörer av de som kontaktades som jobbar aktivt med vätgasbussar. En av de busstillverkarna som kontaktades nämnde att de implementerar flera säkerhetssystem i sina vätgasbussar, bland annat avseende fler ventiler per tank samt olika typer av sensorer som stänger av vätgastillförseln vid kollision eller gasläckage. Ruter i Norge nämner att läckagedetektionssystem blir ännu viktigare för vätgasbussar jämfört med CNG-bussar. Automatiska brandsläckningssystem och kollisiondetektorer inkluderas i nya vätgasbussar enligt Keolis i Dijon. Aktörerna som sätter vätgasbussar i trafik jobbar med säkerhetshöjande åtgärder i verkstäder och depåer.

Generellt bedöms vätgas kräva nya rutiner relativt metan, då gasens egenskaper är annorlunda. Det medför att redan implementerade gassäkerhetsåtgärder för att reducera risker i depåer, i tunnlar eller andra miljöer där fordonet förväntas vistas regelbundet behöver ses över och anpassas för de nya förutsättningarna. Idag används ofta samma säkerhetskrav på vätgasfordon och tankstationer som för metan.

---

## 5. Slutsatser

Erfarenheter från gasbussolyckor har de senaste åren föranlett förbättrade tekniska system, skarpare regelverk och nya rutiner. Olycksanalysen visar att händelser som involverar gasbussar sker runt om i världen, men enligt litteraturen inte med en högre frekvens jämfört med andra busstyper. Det är viktigt att notera att konsekvenserna av olyckor tycks ha minskat på senare år.

I rapporten sammanställs 59 exempel på olika gasbussolyckor som skett i runt om i världen sedan år 2003. I 24 % av fallen som studerats har en gasexplosion förekommit, och i de fall de senaste 10 åren där man kunnat fastställa anledningen är det oftast till följd av mekanisk åverkan på tankarna vid kollisioner. Kollisioner med broar, tunnlar eller påkörningshinder står för ungefär 24 % av de olyckor som inkluderades i analysen i denna rapport. Utifrån insamlat data har det i 59 % av olyckorna uppstått någon form av brand och 31 % av olyckorna lett till jetflammar. Andra olyckor där gas endast läckt ut (17 % av fallen) har nästan uteslutande skett i samband med kollisioner med låga konstruktioner som tunnlar eller broar.

Det anses generellt finnas begränsade möjligheter till att väsentligt ändra gasbussarnas konstruktion. Den nuvarande placeringen av gastankarna på taket anses som den mest säkra då gastankarna skyddas från kollisioner med t.ex. andra fordon. Risken för ikörning i låga hinder såsom tunnlar kvarstår men en alternativ placering t.ex. under bussen bör anses som omöjligt för låggolvsbussar som representerar den största andelen av bussar i stadstrafik. För regionbussar finns det fler möjligheter till alternativa placeringar av gastankarna. Sammanfattningsvis har följande slutsatser tagits fram från analysen av allt material:

- Gasbussar har blivit allt säkrare. De olyckor som inträffar har mindre konsekvenser än tidigare. Gasbussar har inte högre olycksfrekvens än andra typer av bussar.
- Säkerhetssystemen har utvecklats, där en viktig faktor är att tryckavlastningsventilerna numera skall rikta utsläppet av gas uppåt för att undvika eventuella jetflammar i horisontell riktning. Redundansskapande åtgärder blir ett komplement till befintligt regelverk; t.ex. kan risken för kärlsprängning ytterligare reduceras genom att installera fler tryckavlastningsventiler (både temperatur- och tryckstyrda) på respektive gastank, istället för endast en.
- Majoriteten av de kontaktade aktörerna har indikerat att inga ytterligare krav behövs utöver de som redan ställs på gasbussar. Endast en aktör har lyft fram möjligheten att placera gastankarna under bussens golv för bussar som inte är låggolvsbussar. Två aktörer nämner skyddslösningar som kan ställas framför gastankarna på taket men det bör vidare undersökas om dessa lösningar är dimensionerade för kollisioner.
- De flesta olyckorna sker pga. okunskap hos förarna, exempelvis när de försöker köra genom tunnlar eller andra låga hinder. Detta kan åtgärdas genom bättre utbildning och eventuellt någon form av geostaket.
- Robusta och noggranna rutiner för inspektion och underhåll behöver genomföras kontinuerligt under bussens livslängd. Regelbundet underhåll utfört av utbildade tekniker i en certifierad verkstad är en viktig åtgärd för att se till att gassystem inklusive tankar och ventiler är oskadade och funktionsdugliga. Inspektion av gasbussar är inte harmoniserad varken vad gäller omfattning eller innehåll då denna del inte ingår i UN-ECE R110, men arbetet för att uppdatera ISO-standarder pågår.
- Skyltning och märkning kan förbättras, dels inom och utanpå bussen. Skyltar som informerar om bussens höjd kan hjälpa förarna undvika eventuell missbedömning av vilka höjder fordonet klarar av, och markeringar utanpå bussen kan underlätta insatser för räddningspersonal vid en olycka. En av de kollektivtrafikmyndigheterna som kontaktades nämner att de ställer specifika krav på busshöjden.
- Antalet gasbussar ökar men samtidigt minskar busstillverkarna sin satsning på forskning och utveckling av gasbussar till förmån för bland annat elbussar. Gasbussar representerar ändå bara en liten andel av den europeiska bussflottan.
- Idag används ofta samma säkerhetskrav på vätgasfordon och tankstationer som för metan. Sannolikt behöver nya rutiner implementeras då vätgas har andra egenskaper.

---

## Referenser

- [1] S. Chamberlain och M. Modarres, "Compressed natural gas bus safety: A quantitative risk assessment", *Risk Anal.*, vol. 25, nr 2, s. 377–387, 2005.
- [2] L. Perrette och H. K. Wiedemann, "CNG buses fire safety: learnings from recent accidents in France and Germany", *Soc. Autom. Eng. world Congr. 2007*, s. NC, 2007.
- [3] R. Adams och D. B. Horne, "Compressed Natural Gas (CNG) Transit Bus Experience Survey April 2009 — April 2010", *Transit*, nr April 2009, 2010.
- [4] N. Evans, S. Clement, F. Wimmer, och V. Chesterton, "Clean Buses – Experiences with Fuel and Technology Options", 2014.
- [5] V. Bjälke, "Fire Risks Related to the use of CNG Buses A Technical Overview", 2013.
- [6] Inland transport committee, "Additional information for ECE / TRANS / WP . 15 / 2015 / 6e - Use of Liquefied Petroleum Gas (LPG) and Compressed Natural Gas (CNG) as fuel for vehicles carrying dangerous goods", 2015.
- [7] Sveriges Bussföretag, "Bussar och brandsäkerhet", 2016.
- [8] M. Runefors, "Zonindelning vid räddningsinsatser mot fordon med alternativa bränslen - Beräkningsunderlag", 2020.
- [9] M. Lindkvist, "Gasdrivna fordon – händelser och standarder En nationell och internationell utblick", 2016.
- [10] Y. Näsman, "Förändringar – Omvärldsanalys Bussar", 2017.
- [11] C. Stenius, J. Nordström, J. Svensson, och M. Olsén, "Räddningsinsatser vid olyckor med gasfordon", MSB, FOI, 2020.
- [12] K. Matsson, "Trafiksäkerhethöjande åtgärder för gasbussar", 2019.
- [13] T. Raivio *m.fl.*, "Selvitys metaanilla toimivien kaasuaajoneuvojen käyttörajoituksista maanalaisissa tiloissa", 2018.
- [14] Y. Z. Li, *Study of fire and explosion hazards of alternative fuel vehicles in tunnels*, vol. 110. 2019.
- [15] S. Milojević, R. Pešić, och D. Taranović, "Fire Safety of Cng Buses – Proper Experiences", *Mobil. Veh. Mech.*, vol. 43, nr 4, s. 23–37, 2017.
- [16] R. Hammarström, M. Försth, J. Axelsson, M. Försth, P. Johansson, och B. Sundstrom, "Bus Fire Safety", 2008.
- [17] Y. Z. Li, "Study of fire and explosion hazards of alternative fuel vehicles in tunnels", 2018.
- [18] J. M. Seisler, "Databas - Clean Fuels Consulting". 2020.
- [19] S. Kallyny, "Buss med gastank fastnade i Klaratunneln", *SVT Nyheter*, 2020.
- [20] "Orsay : un bus rempli de gaz coincé sous un pont, le RER B coupé", *Le Parisien*, 2020.
- [21] L. Nilsen och M. Trellevik, "Brann i gassdrevet buss ved Oasen", *Nettavisen Nyheter*, 2019. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.nettavisen.no/nyheter/brann-i-gassdrevet-buss-ved-oasen/s/12-95-3423643943>. [Åtkomstdatum: 15-dec-2020].
- [22] J. Blom och M. Rosengren, "Utredning av händelse Klaratunneln 2019-03-10", 2019.
- [23] A. From och G. Wiberg, "Kompletterande händelserapport Brand i biogasbuss", 2019.
- [24] L. Nicolini, "Due autobus in fiamme all'Eur: bruciano vetture Atac e RomaTpl", *Roma Today*, 25-

---

jan-2019.

- [25] M. Hagberg, J. Lindström, och P. Backlund, "Olycksutredning - Brand i gasbuss", 2016.
- [26] R. Stølås, "Brann i gassbuss på Birkelundstoppen", *Bergens Tidende*, 2015. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/v36Xj/brann-i-gassbuss-paa-birkelundstoppen>. [Åtkomstdatum: 15-dec-2020].
- [27] A. From och G. Wiberg, "Gasutsläpp till följd av trafikolycka med biogasbuss", 2013.
- [28] T. H. J. Joustra, E. R. Muller, och P. L. Meurs, "Fire in a CNG bus", 2013.
- [29] T. Skeppland, "Förundersökning - Brand i buss Tornavägen , Lund", 2012.
- [30] J. Bäckstrand och P. Dahlberg, "Slutrapport RO 2013:01 - Brand med två biogasbussar i stadstrafik i Helsingborg, Skåne län, den 14 februari 2012", 2013.
- [31] Okänd, "After blast, officials order lower gas pressure in buses", *The Korea Herald*, 10-aug-2010.
- [32] BEA-TT, "Rapport d'enquête technique sur les incendies d'autobus fonctionnant au GNV notamment les incendies survenus en août 2005 à Montbéliard et à Nancy", 2006.
- [33] ADEME och GRDF, "Bus au gaz naturel véhicule (NGV) - Guide des bonnes pratiques d'aménagement des locaux et d'exploitation", 2017.
- [34] BEA-TT, "Rapport d'enquête technique sur la collision entre un tramway de la ligne T7 et un autocar survenue le 27 février 2019 à Paray-Vieille-Poste (91)", 2020.
- [35] Sweco, "Intervju Dr. Jeffrey Seisler". Digital communication, 2020.
- [36] Sweco, "Intervju CITA". Digital communication, 2020.