

Guide til indretning og drift af værksteder, der servicerer CNG-drevne køretøjer

Indretning
Sikkerhed
Uddannelse
Myndigheder
Love og regler

Projektrapport
August 2018

RAPPORT

Guide til indretning og drift af værksteder, der servicerer CNG-drevne køretøjer

Indretning
Sikkerhed
Uddannelse
Myndigheder
Love og regler

Lars Jørgensen og Henrik Iskov

Titel : Guide til indretning og drift af værksteder, der servicerer gasdrevne køretøjer

Rapport kategori : Projekt rapport

Forfatter : Lars Jørgensen og Henrik Iskov

Dato for udgivelse : 15.08.2018

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : 740-19; H:\740\19 CNG erfa gruppe\Vejledninger\Værksteder\Guide_Værksteder_ver10_Gasselskabsversion_Scania NYESTE LJO HIS rev 1408 2018_CRP.docx

Sagsnavn : CNG Erfa-gruppe

ISBN : 978-87-7795-407-8

Indholdsfortegnelse	Side
1 Forord.....	2
1.1 Introduktion til naturgas og CNG (myndigheder og rådgivere)	2
1.2 Etablering og modifikation af værksteder (ejere, operatører og rådgivere)	2
1.3 Daglig drift af værkstedet (værkstedsoperatører)	2
2 Forkortelser og definitioner	4
3 Naturgas som brændstof til køretøjer.....	5
3.1 Hvad er naturgas?	5
3.2 Hvad er CNG?	6
3.3 CNG i forhold til benzin og diesel – sikkerhedsmæssige aspekter.....	7
4 Risiko ved arbejde på værksted med CNG-køretøjer	9
5 Særlige forhold ved indretning af værksteder til CNG-drevne køretøjer	10
5.1 Myndighedskrav	10
5.2 ATEX-APV med risikoanalyse (udvidet APV).....	11
5.3 Bygningsindretning.....	12
5.3.1 Opdeling af arbejdsopgaver	12
5.3.2 Ventilation.....	12
5.3.3 Gasalarmer/gasdetektorer.....	13
5.3.4 Belysning, varmekilder, elmotorer.....	13
5.3.5 Skiltning og mærkning	13
6 Vejledende drifts- og sikkerhedsforskrifter ved arbejde på gasdrevne køretøjer	14
7 Uddannelse af værkstedspersonale	16
8 Tjekliste til indretning af værksted	17
9 Sammenhæng mellem udslipkilde, ventilation og klassifikation.....	18
10 Kilder og referencer	19

1 Forord

Formålet med denne guide er at informere om de grundlæggende forhold omkring indretning, sikkerhed og uddannelse, der skal overvejes i forbindelse med etablering af værksteder for gasdrevne køretøjer. Guiden er udarbejdet på baggrund af krav i dansk lovgivning, opbygget viden fra danske gas-selskaber samt erfaringer fra eksisterende værksteder i ind- og udland, hvor der gennem en årrække er serviceret og repareret CNG-drevne køretøjer.

1.1 Introduktion til naturgas og CNG (myndigheder og rådgivere)

Afsnit 3 og 4 henvender sig især til myndigheder, rådgivere og andre, der ønsker en kort introduktion til naturgas og CNG som brændstof for køretøjer. Afsnittene er især relevante for personer, som normalt beskæftiger sig med – og har deres baggrund i – almindelige værksteder til benzin- og dieseldrevne køretøjer.

1.2 Etablering og modifikation af værksteder (ejere, operatører og rådgivere)

Afsnit 5, 8 og 9 er henvendt til ejere, operatører og rådgivere, der skal bygge eller modificere værksteder til service og reparation af gasdrevne køretøjer.

1.3 Daglig drift af værkstedet (værkstedsoperatører)

Sidst er afsnit 6 og 7 henvendt til værkstedsoperatører i forbindelse med daglig drift af værkstedet.

Guiden giver information om naturgas som brændstof for køretøjer og de forholdsregler, man bør tage ved anvendelse af brændslet. Følges henvisningerne og tjeklisterne i guiden, kan de største faldgruber ved indretning og drift af værksteder til CNG-drevne køretøjer undgås.

FAKTABOKS 1

Indholdet i denne guide er vejledende. Påbud og anvisninger fra myndigheder samt gældende love og regler skal overholdes.

Leverandøranvisninger skal altid følges.

Guiden er blevet til med basis i arbejdet i en arbejdsgruppe, CNG Erfa-gruppen, nedsat af gasselskabernes Teknisk Chef Gruppe, TCG. Følgende interessenter har deltaget i gruppen og bidraget med input til guiden:

- Carsten Rudmose og Per Persson, HMN GasNet P/S (tidl. HMN Natargas I/S)
- Carl-Christian Juul, Jesper Bundgaard og Niels Kr. Mortensen, Dansk Gas Distribution Fyn (tidl. NGF Nature Energy Distribution A/S)
- Bjarne Koch, Dansk Gas Distribution (tidl. DONG Energy A/S)
- Jørgen S. Jeppesen, HOFOR
- Michael Bruun, E.ON Danmark A/S
- Steffen Laursen, SCANIA Danmark A/S
- Allan Thomsen, Beredskabsstyrelsen
- Arne Hosbond, Sikkerhedsstyrelsen
- John Thestrup, Arbejdstilsynet
- Rene Ruusunen, Københavns Brandvæsen
(repræsenterende Foreningen af Kommunale Beredskabschefer)

Nærværende version af guiden er efter ønske fra TCG færdiggjort og udgivet efter arbejdsgruppens ophør. Guiden indeholder mindre rettelser og tilføjelser, som ikke er drøftet med de oprindelige deltagere i ERFA-gruppen.

2 Forkortelser og definitioner

NGV	Natural Gas Vehicle – naturgasdrevet køretøj. Køretøj fremdrevet af en motor, der anvender CNG som drivkraft.
CNG	Compressed Natural Gas (omfatter i denne guide også naturgasen ved atm. tryk efter lækage).
LNG	Liquified Natural Gas. LNG fremstilles ved at nedkøle naturgas i en LNG-kondensator til omkring minus 162 °C (afhængigt af gassens kvalitet), hvorved energitætheden øges.
TCG	Teknisk Chef Gruppe indgår i gasselskabernes samarbejde om drift og teknik. Gruppen varetager generelle problemstillinger som forsyningssikkerhed, gaskvalitet, standardisering, tværgående aktiviteter, FUD-projekter og ERFA-udveksling.
LEL	Lower Explosion Limit. Nedre eksplosionsgrænse: Den laveste koncentration af en gas i luft, der kan frembringe et flammepunkt i nærvær af en antændelseskilde (bue, flamme, varme).
UEL	Upper Explosion Limit. Øvre eksplosionsgrænse: Den højeste koncentration af stof i luft, som kan brænde eller eksplodere, hvis det antændes.

Eksplosionsgrænse (eller antændelsesgrænse)

I en blanding med luft kan naturgas antændes, hvis koncentrationen ligger imellem nedre og øvre eksplosionsgrænse (LEL og UEL), som for naturgas er ca. 5-16 volumenprocent.

Antændelsesenergi

Den energi, der skal udlades i en gnist i gasblandingen, for at denne kan antændes. Den nødvendige energi vil være afhængig af en række parametre, hvoraf de vigtigste vil være gas/luft-forholdet, trykket, turbulensen og gnistens ”udformning”.

Relateret til sikkerhed ønskes oplysninger om den minimale energiudlading, der kan give anledning til, at gas/luft-blandingen antændes.

Antændelsestemperatur

Den temperatur, hvor en gas/luft-blanding vil selvantænde.

3 Naturgas som brændstof til køretøjer

3.1 Hvad er naturgas?

Naturgas er en fællesbetegnelse for den gas, der findes i undergrunden på samme måde som råolie.

Naturgas består fortrinsvist af metan, men den indeholder også ethan, propan, butan og andre længere kulstofkæder samt en række sporstoffer, såsom SO_x-forbindelser, NO_x-forbindelser og CO_x-forbindelser. Naturgassens sammensætning og dermed kvalitet varierer meget ved forskellige felter, men naturgas fra danske felter i Nordsøen har historisk varieret meget lidt i kvalitet.

Generelt er naturgas fra den danske del af Nordsøen karakteriseret ved en meget høj kvalitet med omkring 90 % metan og meget få SO_x- og NO_x-forbindelser. Kvaliteten af naturgas måles ved hjælp af det såkaldte Wobbe-index, der beskriver energitætheden i gassen.

Naturgas er lettere end luft, usynlig, i sin naturlige form lugtfri, ugiftig og ikke-korrosiv. Ved forbrænding af naturgas dannes hovedsageligt vand og kuldioxid. Naturgassen tilsættes et odorantstof, som sikrer, at man kan lugte udstrømmende gas fra eventuelle utætheder/lækager.

Indhold	Enhed	Gns.	Min	Max
Metan	mol - %	89,19	81,53	96,61
Ethan	mol - %	5,95	2,35	10,25
Propan	mol - %	2,4	0,05	5,01
I-butan	mol - %	0,37	0,04	0,45
N-butan	mol - %	0,56	0,01	0,84
I-pentan	mol - %	0,12	0	0,17
N-pentan	mol - %	0,09	0	0,13
Hexan+	mol - %	0,04	0	0,07
Nitrogen	mol - %	0,31	0,25	0,63
Kuldioxid	mol - %	0,96	0,19	2,09
Øvre brændværdi	kWh/m _n ³	12,14	11,22	12,84
Øvre brændværdi	MJ/m _n ³	43,71	40,4	46,21
Nedre brændværdi	kWh/m _n ³	10,98	10,12	11,63
Nedre brændværdi	MJ/m _n ³	39,53	36,44	41,88
Wobbe index	kWh/m _n ³	15,21	14,81	15,47
Wobbe index	MJ/m _n ³	54,77	53,31	55,68
Norm. Dens.	kg/m _n ³	0,824	0,743	0,892
Rel. Dens.	[-]	0,637	0,574	0,69
Metantal	[-]	71,7	65,1	79,8
H ₂ O-dugpunkt	°C	-25,6	-43,4	-12,7
HC-dugpunkt	°C	-12,4	-16,9	-4,9
Svovlbrinte	mg/m _n ³	3,5	0,1	5,6
Svovl-total	mg/m _n ³	2,3	-	-
CO ₂ emissionsfaktor	kg/GJ	56,95	55,37	58,29

Figur 1 Dansk naturgas 2014

Siden 2010 er Danmark lejlighedsvist begyndt at importere naturgas/biogas fra andre europæiske felter via gasledningen fra Tyskland. Dermed varierer naturgaskvaliteten i Danmark mere end tidligere, men dette problem har

Sikkerhedsstyrelsen undersøgt og taget nødvendige forholdsregler for i regler og vejledninger.

De stigende miljøkrav i transportsektoren har medført en øget fokus på at anvende naturgas som brændstof til skibs- og landtransport i stedet for konventionelle brændsler som fuelolie, dieselolie og benzin.

3.2 Hvad er CNG?

CNG er en forkortelse for ”Compressed Natural Gas”. Det er naturgas, der er højt komprimeret for at reducere gassens volumen, så den kan anvendes i køretøjer i stedet for benzin og diesel. CNG fremstilles ved at komprimere naturgas til 250-300 bar, hvorved naturgassen fylder mindre end 0,5 % af den oprindelige volumen ved normalt tryk og temperatur. CNG kan opbevares i cylinder- eller kugleformede beholdere. Trykket i gaskøretøjernes tanke er 200 bar.

FAKTABOKS 2

CNG er højt komprimeret naturgas beregnet som brændstof i busser, person- og lastbiler. CNG-gassen opbevares i solide, godkendte og testede tryktanke.

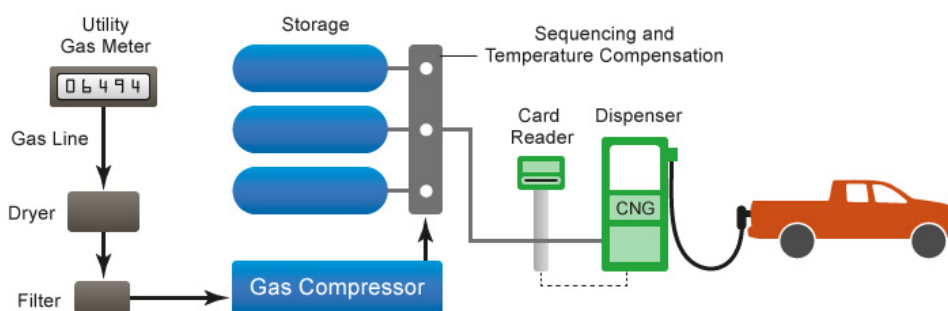
CNG distribueres fra gastankstationer, som kan være opbygget efter to grundlæggende principper:

- Fast-fill
- Slow-fill

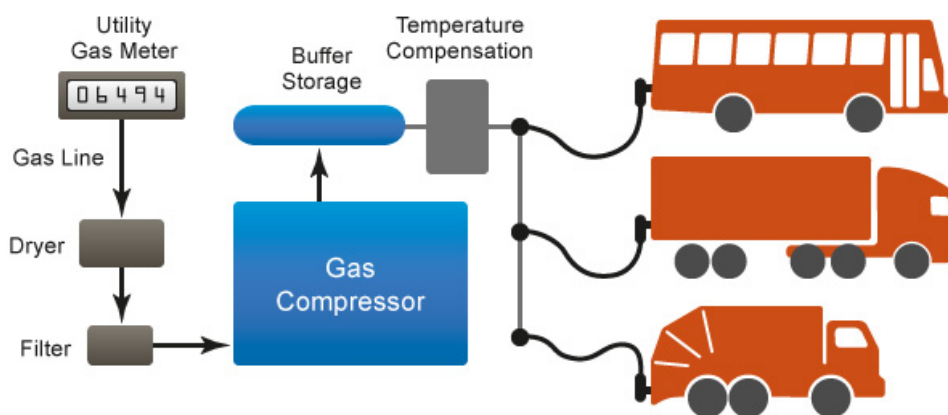
Den væsentligste forskel mellem de to systemer er mængden af tilgængelig lagringskapacitet og størrelsen af kompressoren. Disse faktorer bestemmer mængden af brændstof, der kan tankes, og den tid, det tager for at fylde køretøjets tank med CNG.

Offentlige tankstationer, der betjener private køretøjer, fungerer efter fast-fill-princippet, hvor køretøjerne tankes fra et gaslager med et tryk på 250-300 bar. Derved sikres en tankning på typisk 5-10 min. Kompressor og gaslager dimensioneres efter forventet kundeunderlag.

Flådekøretøjer, som busser, tankes typisk fra slow-fill-stationer. Køretøjet tankes direkte fra gaskompressoren i løbet af natten, hvor det alligevel holder stille. Slow-fill-fyldestationer er udstyret med en mindre buffertank, der forhindrer unødigt mange kompressor-start/stop. Skraldebiler tankes normalt via fast-fill. Figur 2 og Figur 3 viser eksempler på layout af gastankstationer:



Figur 2 Fast-fill-gastankstation



Figur 3 Slow-fill- eller time-fill-gastankstation

3.3 CNG i forhold til benzin og diesel – sikkerhedsmæssige aspekter

Som med benzin og diesel er CNG et sikkert brændstof at anvende, hvis der tages hensyn til brændstoffets egenskaber.

CNG er kendetegnet ved:

- Højere antændelsestemperatur end benzin og diesel

- Højere antændelsesenergi end benzin og diesel
- Lettere end luft
- Ikke-korrosiv

Tabel 1 Forskellige brændstoffers egenskaber

Brændstof	Eksplodingsgrænse [vol. %]	Relativ densitet (gasfase)	Antændelsesenergi [mJ]	Antændelsestemperatur [°C]	Opbevaring i køretøj
CNG	5-16	0,6	0,29	465-585	Komprimeret 200-230 bar
Benzin	1,4-7,6	4	0,24	250	Væske, trykløs
Diesel	0,6-7,5	7	0,23	210	Væske, trykløs

4 Risiko ved arbejde på værksted med CNG-køretøjer

Risikoen ved arbejde på CNG-drevne køretøjer er bl.a. uopdagede lækager fra køretøjets gassystem eller brændstoftank, mens køretøjet opholder sig indendørs på værkstedet eller i garageanlæg. En gaslækage i lukkede rum kan medføre eksplosiv eller brandfarlig atmosfære.

Små og langsomt sivende gaslækager kommer typisk fra løse rustfrit stål-fittings og -ventiler i gassystemet. Disse lækager vil hurtigt fortyndes og bortsuges med værkstedets rumventilation. De vurderes ikke at udgøre en signifikant sikkerhedsmæssig risiko pga. den begrænsede gasmængde.

Hurtig frigivelse af større gasmængder kan ske ved katastrofalt/alvorligt brud på højtryksledningen. Det kan også forekomme ved udledning af gas via sikkerhedsventil eller smeltesikring på gassystemet.

De enkelte gaskøretøjsfabrikanter har udarbejdet interne vejledninger for arbejdet med gaskøretøjer. Et eksempel fra Scania er vist nedenfor i Tabel 2.

Tabel 2 Værkstedsarbejde på køretøjer afhængig af brændstoftype

Med brændstof påfyldt tanke	Reparation på tankanlæg og tilhørende rørsystemer	Reparation af øvrigt udstyr på køretøjet
Dieseltankbiler	Må foretages overalt på værkstedet	Må foretages overalt på værkstedet
Benzintankbiler	Må kun foretages ude i det fri	Må foretages overalt på værkstedet
Gastankbiler	Må kun foretages ude i det fri	Må foretages overalt på værkstedet
Uden brændstof i tanke og skyllet iht. forskrift	Reparation på tankanlæg og tilhørende rørsystemer	Reparation af øvrigt udstyr på køretøjet
Dieseltankbiler	Må foretages overalt på værkstedet	Må foretages overalt på værkstedet
Benzintankbiler	Må foretages overalt på værkstedet	Må foretages overalt på værkstedet
Gastankbiler	Må foretages overalt på værkstedet	Må foretages overalt på værkstedet
	Reparation på tankanlæg og tilsluttede rør (åbent til drivmidlet)	Reparation af øvrigt udstyr på køretøjet
Køretøjer, hvor <u>drivmidlet</u> er diesel	Må foretages overalt på værkstedet	Må foretages overalt på værkstedet
Køretøjer, hvor <u>drivmidlet</u> er gas	Må kun foretages ude i det fri	Må foretages overalt på værkstedet

5 Særlige forhold ved indretning af værksteder til CNG-drevne køretøjer

Der findes ingen specifikke vejledninger eller regler, der beskriver krav til indretning af værksteder, der servicerer og reparerer gasdrevne køretøjer. Nedenfor er samlet vigtige overordnede forhold, der skal iagttages ved etablering eller modificering af værksteder til gaskøretøjer. Afsnit 8 viser en tjekliste med punkter, der skal tages i betragtning ved processen.

5.1 Myndighedskrav

Krav til værkstedet fra offentlige myndigheder kommer primært fra Arbejdstilsynet (AT) og i særlige tilfælde kommunen (det kommunale redningsberedskab).

Kravene fra AT fremgår af bekendtgørelser om arbejdspladsens indretning og arbejdets udførelse. Specielt henvises til: "Bekendtgørelse nr. 478 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære" og den dertil knyttede AT-vejledning C.0.9 fra august 2005: "Arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære". Heri henvises til Beredskabsstyrelsens vejledning om klassifikation af eksplosionsfarlige områder af 30. juli 2003 samt en række andre relevante vejledninger, hvoraf følgende skal fremhæves:

- Eksplosionsfarlige områder, Brandteknisk vejledning nr. 19, 2004 fra Brand- og Sikringsteknisk Institut.
- Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 696 af 18. august 1995 om indretning af tekniske hjælpemidler til anvendelse i eksplosionsfarlig atmosfære
- Boligministeriets bekendtgørelse nr. 697 af 18. august 1995 om elektrisk materiel og elektriske sikringssystemer til anvendelse i eksplosionsfarlig atmosfære
- Vejledning om forebyggelse af risici som følge af statisk elektricitet, DS/CLC/TR 50404

I AT-vejledning C.0.9 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære kræves, at der udarbejdes en arbejdspladsvurdering (APV) med en risikoanalyse. Målet er at få indrettet arbejdspladsen, så den er tilstrækkeligt sikker, dvs. med en acceptabelt lav risiko som følge af gasudslip.

Indretning af værksteder kræver som udgangspunkt ingen tilladelse efter beredskabslovgivningen. I tvivlstilfælde kontaktes kommunen (det kommunale redningsberedskab). Hvis der er særlige risikoforhold, kan kommunen (det kommunale redningsberedskab) stille krav efter beredskabslovens § 34, stk. 2.

Værkstedet skal dog overholde Indenrigs- og Sundhedsministeriets (nu Forsvarsministeriets) bekendtgørelse om klassifikation af eksplosionsfarlige områder.

5.2 ATEX-APV med risikoanalyse (udvidet APV)

ATEX-APV er typisk relevant for arbejdspladser, hvor der svejses, flammeskæres, males, slibes eller arbejdes med brandfarlige gasser eller stoffer som cellulosefortynder.

Det er vigtigt først og fremmest at fastslå, at man starter med at tage stilling til, om der overhovedet er eksplosionsfare på arbejdspladsen (risikoanalyse). Hvis svaret er 'nej', så ender processen her.

I ATEX-APV'en bør man være særlig opmærksom på:

- Sandsynligheden for, at der kan forekomme eksplosiv atmosfære og varigheden heraf.
- Sandsynligheden for, at der er elementer eller processer, fx elektrostatiske udladninger eller gnist- og varmfrembringende arbejde, til stede, som kan blive aktive og fungere som antændelseskilde.
- Anlæggene, de anvendte stoffer, processerne og deres mulige vekselvirkning.
- Omfanget af de forventede konsekvenser.

Følgende skal dokumenteres skriftligt:

- Resultatet af kortlægningen og vurderingen.
- Hvilke foranstaltninger der er truffet eller skal iagttages til at imødegå fare fra eksplosiv atmosfære.
- Oversigt over zoneklassificerede områder.

- Oversigt over, i hvilke områder de tekniske og administrative foranstaltninger gælder, herunder også foranstaltninger uden for zoneklassificerede områder.

5.3 Bygningsindretning

5.3.1 Opdeling af arbejdsopgaver

Risikoanalysen kan medføre, at det kan være en fordel at opdele værkstedet i separate områder, afhængig af service- eller reparationsarbejdets art:

- Vedligeholdelsesarbejde på køretøjet uden for gassystemet
- Reparationsarbejde uden for gassystemet
- Reparation af gassystemet. Her vil typisk kræves tvungen ventilation med luftskifte over et vist antal gange pr. time. Dette fastlægges ud fra det højest tænkelige gaslækageflow.

Hvis man ikke ønsker eller har mulighed for at indrette områder i værkstedet til arbejder på gassystemet, kan dette gøres uden for i en bygning med helt eller delvist åbne vægge.

5.3.2 Ventilation

I tilfælde af et CNG-udslip inde i en bygning vil gassen hurtigt stige til vejrs og samles under loftet, såfremt der ikke er ventilation, der bortsuger gassen.

Autoværksteder skal have en frisklufttilførsel på 15 m³ pr. time pr. m² gulvareal¹. Det medfører typisk et luftskifte på 2,5-4 gange pr. time ved loftshøjder på 4-6 m. Ventilationen skal dog som minimum have det omfang, der er indbygget som forudsætning for værkstedets zoneklassifikationer efter ATEX-reglerne.

Udsugning og indblæsning bør placeres således, at der ikke opstår lommer i loftet, hvor der kan samles stillestående gas. Fejl på ventilationsanlæg skal indikeres med lys og lyd.

Etablering af tilstrækkelig ventilation kan medføre at et eventuelt behov for, at zoneklassifikation bortfalder, se Afsnit 9.

¹ Jævnfør Industriens Branchearbejds miljøråd "Luftforurening og ventilation i autobran-
chen"

5.3.3 Gasalarmer/gasdetektorer

Det skal monteres gasalarmer i loftet på relevante steder. Alarmerne skal aktiveres ved 10 % af nedre eksplosionsgrænse og medføre alarm med lys og lyd, automatisk portåbning og sms til vagttelefon.

5.3.4 Belysning, varmekilder, elmotorer

Området omkring loftet og 0,5-1 m ned er et risikoområde, da det er her naturgassen vil samle sig først ved et udslip. Disse installationer vil normalt ikke udgøre et zonomæssigt problem, når krav til lovpligtig ventilation og luftskifte samt installation af gasdetektorer er opfyldt.

5.3.5 Skiltning og mærkning

Værkstedet skal være forberedt på og udført med mulighed for nem og tilgængelig skiltning, når der arbejdes på gasdrevne køretøjer.

6 Vejledende drifts- og sikkerhedsforskrifter ved arbejde på gasdrevne køretøjer

CNG-drevne køretøjer adskiller sig fra konventionelle benzin- og dieseldrevne køretøjer ved brændstoffet, herunder brændstoftank, brændstoffledninger samt sikkerheds- og afspærringskomponenter i brændstofssystemet.

Der skal iagttages specielle procedurer og sikkerhedsforanstaltninger ved service- og reparationsarbejde på gasdrevne køretøjer.

Fakta om naturgasdrevne køretøjer:

1. Tanke monteret i køretøjer har et gastryk på op til 200 bar
2. Driftstryk i brændstofrørsystem på køretøjet er typisk 8-10 bar
3. Gastanke er udført i stål eller komposit og er forhåndsgodkendt og typegodkendt på basis af EU-norm.
4. Der er monteret rørbrudsventil for at minimere utilsigtet gasudslip
5. Der er monteret smeltesikring på alle gastanke (åbningstemperatur ca. 110 °C) for at undgå tanksprængning eller eksplosion ved brand.

Følgende vejledning er en oversigt over handlinger og forholdsregler, der bør iagttages ved service- og reparationsarbejde på gasdrevne køretøjer.

Vejledningen er retningsvisende, men ikke komplet i alle tilfælde, da ingen værksteder er ens. Relevante punkter skal tilføjes efter behov. De enkelte arbejdsstrin bør suppleres med billedmateriale af konstruktionsdetaljer, såsom placering af hovedhane, afspærrings- og sikkerhedsventiler etc. på køretøjet.

TRIN	VEJLEDNING
Generelle sikkerhedsforanstaltninger	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informer alt værkstedspersonel om lukkeventilernes placering på køretøjet 2. Arbejde på højtrykssiden af systemet må kun udføres af autoriseret personel 3. Svejsning, slibning og anden bearbejdning af metal, som medfører varme og gnister, må ikke udføres i nærheden af køretøjet 4. Brug kun gnistfrit eller klassificeret elværktøj i områder, hvor åben håndtering sker 5. Rygning er forbudt i nærheden af gastankene
Før du påbegynder arbejdet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gennemfør visuel kontrol, og udfør lækagesøgning uden for værkstedet 2. Sæt gule advarselsskilte på indgange og på porten 3. Tjek, at controlleren til gasdetektoren "lyser grønt" 4. Kør bussen/køretøjet ind 5. Sørg for sikring/afspærring af nærområdet, så uautoriserede ikke kan komme i nærheden af køretøjet 6. Luk hovedhanen på tanken 7. Kør systemet tom for gas 8. Udfør supplerende lækagesøgning
Under arbejdet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tjek, hvor gasrør og -komponenter ligger på tegningen over køretøjet, i forhold til det arbejde der skal laves 2. Ved montering og afmontering af komponenter i brændstofssystemet fjernes tændingsnøglen for at forhindre utilsigtet aktivering af magnetventiler mv. 3. Løsn ikke batteriets tilslutninger, hvis der skal arbejdes på gastankene
Ved "overnattende" køretøjer	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tjek, at alle gule advarselsskilte sidder på alle indgangsdøre
Ved endt arbejde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sikr inden åbning af hovedhane, at ingen antændelseskilder er til stede 2. Åbn hovedhanen, og fyld anlæg 3. Foretag lækagetest

7 Uddannelse af værkstedspersonale

Værkstedspersonale til reparation og vedligeholdelsesopgaver på gaskøretøjer gennemgår i dag skræddersyede kurser udarbejdet af de respektive køretøjsfabrikanter. Fabrikanterne er ansvarlig for udarbejdelse af vedligeholdelses- og reparationsmanualer samt udarbejdelse af undervisningsmateriale for de nationale serviceorganisationers værkstedspersonale.

I Sverige udbydes mere generelle kurser til supplerende af fabrikanternes kurser for at opnå lidt bredere forudsætninger for at arbejde på gassystemet på gasdrevne motorkøretøjer². Kursusindholdet ses på Figur 4.

Hantering - gasdrivna fordon

Hantering av fordon drivna med fordonsgas CNG/Metan.

Utbildningen är baserad på BilSwedens branschpraxis för hantering av gasdrivna fordon som beskrivs i handboken "Hantering av fordon drivna med fordonsgas CNG/Metan".

BOKA UTBILDNING

■ **Utbildningen omfattar:**

- Under utbildningen lär du dig om
- gasens komposition och egenskaper
 - komponenter i och funktionen på fordonets gassystem
 - lagstiftning och praxis för hantering av gaser
 - krav på säkerhet
 - krav på utbildning
 - krav på lokal och företagets ansvar.

Dessutom får du tips och råd om rutiner och dokumentation för hantering av gasfordon.

■ **Mål:**

Efter genomförd utbildning skall deltagaren känna till vilka krav som ställs på verkstaden vid hantering av gasbilar.

■ **Målgrupp:**

Utbildningen inriktar sig mot de som driver verksamheter där fordon drivna med fordonsgas används, förvaras, hanteras eller repareras.

Framgångsfaktorer

- Lärarledd undervisning i både teori och praktik
- Lärarna har bred erfarenhet och aktuell kunskap
- Erfarenhetsutbyte mellan deltagarna
- Den praktiska undervisningen sker i verkstadsanpassad lokal
- Vår utbildning följer utvecklingen på marknaden
- Kvalitetssäkrade utbildningsrutiner

Figur 4 Kursusindhold for gaskøretøjsmekanikere/teknikere /23/

Noget tilsvarende er set i Tyskland.

² Baseret på Handbok för arbete med fordon drivna med fordonsgas (metan/CNG) /4/

8 Tjekliste til indretning af værksted

Bygning

	Hvilken ATEX-zone er der på værkstedet (0-1-2)?
	Er der skilte på døre og porte, så brandvæsenet kan se, at der befinder sig gasdrevne køretøjer inde bagved, når der arbejdes på gasdrevne køretøjer?
	Skiltes der på værkstedet, når der arbejdes på gasdrevne køretøjer?
	Er der lavet risikovurdering?
	Er ATEX-direktivet taget med i betragtning?
	Er udvidet APV foretaget?
	Er der godkendte brandslukkere inden for 25 meter fra arbejdsstedet?

Uddannelse

	Er medarbejderne uddannede?
	Er der lavet en instruktion til, hvordan væsentlige dele af jobbet skal udføres?
	Er der givet instruktion til øvrige ansatte?
	Er der udarbejdet en oversigt over, hvilke typer af arbejde der må udføres inde på værkstedet, og hvilke der skal udføres andre steder?
	Er der lavet procedure for arbejdets udførelse?

Myndighedskrav

	Har offentlige myndigheder haft bemærkninger (AT, beredskabet, kommunale myndigheder)?
	Husk, at AT's regler for arbejdsstedets indretning, arbejdets udførelse, indretning af tekniske hjælpemidler og lignende skal overholdes uanset ovenstående.

Andet

	Folder til eksterne håndværkere og andre fremmede personer, som i korte perioder færdes uledsaget på værkstedsområdet

9 Sammenhæng mellem udslipkilde, ventilation og klassifikation

Tabel 2.1: Sammenhæng mellem udslipkilde, ventilation og klassifikation.

Udslipsgrad	Ventilation									
	Høj (V _H)			Middel (V _M)				Lav (V _L)		
	Ventilationsgrad									
	Tilgængelighed			Tilgængelighed						
	God	Acceptabel	Dårlig	God	Acceptabel	Dårlig	God, acceptabel eller dårlig	Acceptabel	Dårlig	God, acceptabel eller dårlig
Kontinuerlig	(zone 0)	(zone 0)	(zone 0)	Zone 0	Zone 0	Zone 0	Zone 0	Zone 0	Zone 0	Zone 0
	Intet klassificeret område ¹⁾	Zone 2 ¹⁾	Zone 1 ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+
Primær	(zone 1)	(zone 1)	(zone 1)	Zone 1	Zone 1	Zone 1	Zone 1	Zone 1	Zone 1	Zone 1
	Intet klassificeret område ¹⁾	Zone 2 ¹⁾	Zone 2 ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+
Sekundær²⁾	(zone 2)	(zone 2)	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2
	Intet klassificeret område ¹⁾	Intet klassificeret område ¹⁾	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	og eventuelt Zone 0 ³⁾

(zone 0), (zone 1) og (zone 2) indebærer en teoretisk zone med meget lille udstrækning under normale forhold.

²⁾ Zone 2 området som opstår som følge af en sekundær udslipkilde kan blive større end det zone 2 område der opstår som følge af en primær eller kontinuerlig udslipkilde. I sådanne tilfælde skal den største afstand anvendes.

³⁾ Zone 0 kravet er gældende i de tilfælde hvor ventilationsgraden er så lav og udslippet er så stort, at en eksplosiv gasblanding praktisk taget vil være til stede kontinuerligt (forholdene nærmer sig en uventileret situation).

ANM - "+" angiver "omgivet af".

10 Kilder og referencer

- /1/ Iskov, Henrik 2012. Krav til NGV-værksteder og personale. Dansk Gasteknisk Center a/s.
- /2/ Indretning af serviceværksted for naturgasbusser. PP præsentation. HMN Naturgas. 201x.
- /3/ Guide til indretning af værksteder, hvor der serviceres gasdrevne køretøjer. Notat. HMN Naturgas. 201x.
- /4/ Handbok för arbete med fordon drivna med fordonsgas (metan/CNG). Guide. BIL Sweden. 2012
- /5/ Godkendelse af værksteder. PP præsentation. Scania Danmark A/S. 201x.
- /6/ Sikkerhedsforskrifter ved håndtering af køretøjer med gasmotor. PP præsentation. Scania Danmark A/S. 201x.
- /7/ Risikovurdering – Gasdrevne køretøjer på værkstederne. Notat. Scania Danmark A/S. 2014.
- /8/ Krav til værksted og personale. PP præsentation. Arriva Danmark. 201x.
- /9/ Vejledning om klassifikation af eksplosionsfarlige områder. Vejledning. Beredskabsstyrelsen. 2003.
- /10/ Bekendtgørelse om klassifikation af eksplosionsfarlige områder, BEK nr 590 af 26/06/2003. Bekendtgørelse. Forsvarsministeriet. 2003.
- /11/ Bekendtgørelse om indretning m.v. af materiel og sikringssystemer til anvendelse i eksplosiv atmosfære, BEK nr 682 af 10/06/2013. Bekendtgørelse. Beskæftigelsesministeriet. 2013.
- /12/ Arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære. At-Vejledning C.0.9. Arbejdstilsynet. 2005.
- /13/ Luftforurening og ventilation i autobranchen. Branchevejledning og checkliste. Industriens Branchearbejdsmiljøråd. 2001.
- /14/ ATEX i autobranchen. Minivejledning. Industriens Branchearbejdsmiljøråd. 200x.

-
- /15/ Facilities Modification for Natural Gas Vehicles. Notat. Natural Gas Vehicle Institute (NGVi). 201x.
 - /16/ Vehicle Maintenance Facilities Requirements for CNG and LNG Vehicles. Notat. Natural Gas Vehicle Institute (NGVi). 201x.
 - /17/ CNG & LNG Fleet Facility Modifications 101. PP præsentation. IMW Industries, NGV America, Clean Energy Fuels. 201x.
 - /18/ How Safe are Natural Gas Vehicles? Technology Committee Bulletin. Clean Vehicle Education Foundation. 2010.
 - /19/ Guideline for Determining the Modifications Required for Adding Compressed Natural Gas and Liquefied Natural Gas Vehicles To Existing Maintenance Facilities. Guideline. 2012.
 - /20/ Eksplosionsfarlige områder, Brandteknisk Vejledning nr. 19. Dansk Brandog sikringsteknisk Institut. 2004.
 - /21/ Bekendtgørelse om elektrisk materiel og elektriske sikringssystemer til anvendelse i eksplosionsfarlig atmosfære, BEK nr 697 af 18/08/1995. Erhvervs- og Vækstministeriet. 1995.
 - /22/ Elektrostatik – Vejledning om forebyggelse af risici som følge af statisk elektricitet. DS/CLC/TR 50404:2012.
 - /23/ <http://www.cab.se/se/fordon/utbildningar/specialistutbildningar/hantering---gasdrivna-fordon.html>