

# **Gasreglementets afsnit B-40**

**Forskrifter for gasturbineinstallationer**

**September 1991**

# Forord

Målsætningen med nærværende Gasreglements afsnit B-40 er at opstille de nødvendige gastekniske og brandtekniske krav til installationer for anlæg med gasturbiner.

Der er ved de enkelte bestemmelser udformning taget højde for de meget individuelt prægede anlægstyper, der må forventes, idet der er lagt op til, at bestemmelserne kan fraviges, såfremt det kan dokumenteres, at den valgte løsning opfylder de grundlæggende sikkerhedstekniske intentioner.

Forskrifterne er indplaceret i Gasreglementets afsnit B og benævnes B-40.

Det påhviler bygherren eller ejeren af anlægget at sørge for, at forskrifternes krav bliver opfyldt og koordineret med kravene i Gasreglementets afsnit B-4.

Bygherre/ejer har det fulde ansvar for anlægget og dets sikkerhedsmæssige opbygning.

Boligministeriet  
den 19. august 1991

# Indholdsfortegnelse

Afsnit	Side
1. Gyldighedsområde .....	7
2. Terminologi .....	9
3. Opstillingsstedet .....	11
4. Klassifikation og ventilation af turbine .....	13
5. Gasfremføring .....	15
6. Gasarmaturgruppe og flammekontrol .....	17
7. Brand- og gasdetektering, brandslukning .....	21
8. Udstødssystem og udstødskedler .....	23
9. Efterbrændere .....	25
10. Strømforsyning af anlægget .....	27
11. Styrings- og sikkerhedsautomatik .....	29
12. Ikrafttrædelse og overgangsbestemmelser .....	31

## 1. Gyldighedsområde

- 1.1. Disse forskrifter gælder for stationære gasturbineinstallationer på landjorden. De er fastlagt i medfør af §§15, 17 og 19 stk. 2 i lov nr. 250 af 8. juni 1978 og omfatter alle installationer på gassens vej fra stikledning til udmundning af skorsten eller udstødningsrør.  
Således er også eventuelle udstødskedler og efterbrændere omfattet.  
Forskrifterne omfatter desuden gasturbinernes hjælpeudrustning samt styrings- og sikkerhedsautomatik.
- 1.2. Gasturbineinstallationer skal, foruden nærværende forskrifter, opfylde Gasreglementets afsnit B-4, herunder de punkter, der er henvist til i teksten. Hvor der måtte være uoverensstemmelse i forhold til Gasreglementets afsnit B-4, er nærværende regler gældende.
- 1.3. Forskrifterne omfatter kun gasturbiner, der som brændstof anvender gas-kvaliteter, der opfylder Gasreglementets bestemmelser for henholdsvis 1., 2. og 3. gasfamilie.  
Bestemmelserne findes i bilag 1A til Gasreglementets afsnit A.  
For turbiner, der er forsynet med tilslutning for alternative brændsler, fastsætter DGP reglerens gyldighedsområde.
- 1.4. Forskrifterne gælder ikke for gasturbiner, der kobles til pumper, kompressorer eller andet udstyr for brandfarlige væsker eller gasser.  
De gælder heller ikke for gasturbiner, der opstilles i områder, hvor brandfarlige væsker, gasser eller støvfylt atmosfære normalt håndteres.
- 1.5. Forskrifterne indeholder ikke krav til projekternes kvalitetsstyring og til dokumentation.  
Der henvises til DGP's særlige retningslinier herom.
- 1.6. Overholdelse af nærværende forskrifter friholder ikke bygherren for at søge fornøden godkendelse hos andre myndigheder, som f.eks. bygnings- og miljømyndigheder samt lokale brandmyndigheder og arbejdstilsynets stedlige tilsynskreds, og efterkomme krav, der måtte blive stillet fra disse myndigheders side, herunder krav til trykbeholdere, støjniveauer m.v.

## 2. Terminologi

Den i forskrifterne anvendte terminologi svarer til Gasreglementets afsnit A, suppleret med følgende udtryk:

**DRIFTSSTOP** kan enten være en planlagt nedlukning, en hurtiglukning eller et nødstop.

**PLANLAGT NEDLUKNING** er en normal stopprocedure, der initieres manuelt eller af et forud fastlagt nedlukningsprogram for gasturbineaggregatet, hvor gasturbinens last først reduceres, hvorefter gaslukkeventilerne lukkes, og kun gastrykket mellem gaslukkeventilerne aflæses. Ventilationen af turbineindkapslingen fortsætter efter nedlukningen.

**HURTIGLUKNING** er en stopprocedure, der initieres af gasturbineaggregatets sikkerhedsautomatik, hvorved gastilførslen til gasturbinen momentan afbrydes af gaslukkeventilerne, og trykket mellem disse aflæses, så snart hurtiglukningssignal gives. Hurtiglukning afventer ikke, at turbinens belastning reduceres eller frakobles. Ventilationen af turbineindkapslingen fortsætter efter hurtignedlukningen.

**NØDSTOP** er en stopprocedure, der har samme forløb som hurtiglukning, men desuden omfatter momentan lukning af nødafspærringsventilen og nødafblæsning.

Nødstop udløses ved brand- eller gasdetektering samt ved manuelle nødstop og ved stop eller svigt af ventilationen af gasturbinens indkapsling.

**EFTERBRÆNDER** er en gasbrænder, der monteres i udstødningssystemet fra en gasturbine.

**GASTURBINEAGGREGAT** omfatter den samlede mekaniske installation af gasturbine med gasarmaturgruppe og hjælpeudstyr som f.eks. startudrustning og smøreoliesystem.

**GASTURBINE** omfatter gasgenerator og kraftturbine, uanset om disse er koblet med fælles aksel eller ej.

**INDKAPSLING** er det rum, hvori gasturbinen er opstillet, og som af gastekniske grunde skal ventileres særskilt. Indkapslingen kan være en del af en bygning.

**KRAFTTURBINE** er den del af en gasturbine, der omsætter energien i udstødsgassen fra forbrændingskamrene til mekanisk arbejde.

**LEL (Lower Explosion Limit)** angiver nedre grænse for eksplosionsintervallet af en gas/luftblanding.

**NØDAFBLÆSNING** er en afblæsning af gastrykket mellem nødafspærringsventilen og gasturbinens gasarmaturgruppe.

Nødafblæsning sker med en automatisk virkende ventil placeret uden for opstillingsrummet.

**NØDAFSPÆRRINGSVENTIL** er en automatisk virkende hurtiglukkeventil i gasfremføringen uden for opstillingsrummet.

Nødafspærringsventilen afbryder momentant gastilførslen til gasturbineaggregatet.

**OPSTILLINGSRUMMET** er den del af en bygning, hvori gasturbineaggregatet med indkapsling er opstillet.

**SIGNALFLANGE** eller brille (eng. Spectacular Blind) er en blindplade, der anbragt i en flangesamling tydeligt signalerer, om gennemstrømningen er afspærret.

**SIKKERHEDSTID VED START** er den tid, der går mellem signal til gaslukkeventilernes åbning og lukkeordren fra sikkerhedsautomatikken på grund af manglende registrering af flamme.

**SIKKERHEDSTID UNDER DRIFT** er den tid, der går fra flammesvigtidspunkt til sikkerhedsautomatikken giver lukkesignal til gaslukkeventilerne.

**ZONE 1** er områder, hvor der lejlighedsvis under normale driftsforhold kan forekomme eksplosiv atmosfære.

**ZONE 2** er områder, hvor der kun undtagelsesvis, og da kun i korte perioder, kan forekomme eksplosiv atmosfære.

### **3. Opstillingsstedet**

#### **3.1. Afstande til bygninger m.m.**

Udendørs opstillede gasturbineaggregater og bygninger, der er opstillingsrum for gasturbineaggregater, skal placeres i overensstemmelse med "Tekniske forskrifter for brandfarlige virksomheder og oplag" - Statens Brandinspektion, således at følgende afstandskrav opfyldes:

- afstand til naboskel mindst 5 m.
- afstand til andre bygninger eller oplag mindst 5 m plus den krævede afstand mellem pågældende bygning (oplag) og naboskel.

#### **3.2. Udendørs opstilling**

3.2.1. Opstilles gasturbineaggregatet udendørs, uden indkapsling, eller i en naturligt ventileret indkapsling, der opfylder kravene i pkt. 4.1.2., klassificeres opstillingsstedet som zone 2 indtil en afstand af 5 m fra aggregatet.

3.2.2. Opstilles gasturbineaggregatet udendørs i en mekanisk ventileret indkapsling, der opfylder kravene i pkt. 4.2., klassificeres opstillingsstedet ikke.

#### **3.3. Indendørs opstilling**

3.3.1. Opstilles gasturbineaggregatet indendørs, skal det omgives af en mekanisk ventileret indkapsling, der opfylder kravene i pkt. 4.2. Undladelse af denne indkapsling kan kun ske efter særlig godkendelse fra DGP på grundlag af en detaljeret redegørelse, der viser, at hele opstillingsrummet opfylder de sikkerhedsmæssige krav, der fremgår af pkt. 4.2.

3.3.2. Såfremt gasinstallationen i opstillingsrummet udføres for et tryk på max. 4 bar, klassificeres opstillingsrummet ikke.

Udføres gasinstallationen for højere tryk, klassificeres opstillingsrummet ikke, såfremt gasinstallationen ikke indeholder andre samlinger end svejesamlinger mellem husindføringen og indkapslingen. Indeholder gasinstallationen andre samlinger, klassificeres opstillingsrummet som zone 2.

3.3.3. For brænder- og efterbrænderinstallationer med et installationstryk højere end 4 bar gælder tilsvarende ventilations- og klassifikationskrav som for gasturbineinstallationer.

- 3.3.4. Forbrændingsluft til gasturbiner må ikke tages fra klassificerede rum. Hvis forbrændingsluften tages fra opstillingsrummet, skal der etableres friskluftforsyning i henhold til Gasreglementets afsnit B-4.
- 3.3.5. Rumventilationen for opstillingsrummet beregnes og udføres som angivet i Gasreglementets afsnit B-4.  
Der kan ses bort fra den installerede effekt til gasturbine, brændere og efterbrændere, når de omgives af en mekanisk ventileret indkapsling, og deres gasinstallation i opstillingsrummet alene udføres med svejesamlinger.  
Udføres rumventilationen som mekanisk ventilation, må den selv under de ugunstigste forhold ikke kunne skabe undertryk i opstillingsrummet i forhold til indkapslingen.
- 3.3.6. Dersom opstillingsrummet er klassificeret som zone 2, må turbinens udstødningsrør eller andre dele uden for turbinekapslingen ikke have en overfladetemperatur højere end 200°C.  
Nedbringes overfladetemperaturen ved isolering, skal isoleringen forsynes med en diffusionstæt kappe, der er udført således, at de varme dele ikke kan fungere som tændkilde.
- 3.3.7. Dersom opstillingsrummet klassificeres som zone 2, skal der i rummet opsættes et gasetektorsystem.  
Systemet skal opfylde kravene til zone 2 og være godkendt af SKAFOR eller have gennemgået anden af SKAFOR eller DGP godkendt afprøvning.  
  
Detektorsystemet skal udløse alarm ved en gaskoncentration, der overskrider 10% LEL, og nødstop ved en koncentration, der overskrider 25% LEL.
- 3.3.8. Uden for bygningen klassificeres områder, omkring udmundingen af udluftningsrør og ventilationskanaler fra gasturbineaggregatet, som zone 2 indtil en afstand af 3 m.
- 3.3.9. Kravene til klassifikation og ventilation ved indendørs opstilling fremgår af tabel 3.3.9.

**Tabel 3.3.9.** P = maksimalt tilladeligt driftstryk, bar.

tryk	samlinger	zone	ventilation	gasetektorer
p ≤ 4	ikke svejst	ingen	GR-B-4	ingen krav
	kun svejst	ingen	ingen krav	ingen krav
p > 4	ikke svejst	2	GR-B-4	ja
	kun svejst	ingen	ingen krav	ingen krav



## **4. Klassifikation og ventilation af turbinekapslingen**

### **4.1. Naturlig ventileret indkapsling**

4.1.1. Udføres turbineindkapslingen med naturlig ventilation, skal alle installationer under kappen mindst tilfredsstille kravene til zone 2.

Gasturbineaggregatets overfladetemperaturer må intet sted overskride 200°C.

Nedbringes overfladetemperaturen ved isolering, skal isoleringen forsynes med en diffusionstæt kappe, der er udført således, at de varme dele ikke kan fungere som tændkilde.

4.1.2. Indkapslingen skal forsynes med ventilationsåbninger, der sikrer mindst 20 luftsifter pr. time, når turbinen er i drift.

Ventilationen kan normalt regnes for tilstrækkelig, når der er åbninger i væggene ved såvel gulv- som lofniveau.

Åbningernes højde skal være mindst 0,3 m.

Den samlede længde af åbninger skal såvel ved gulv som ved loft svare til mindst 50% af indkapslingens omkreds.

Åbningerne skal fortrinsvis placeres i modstående sider.

Udstyret under indkapslingen skal placeres således, at den naturlige ventilation ikke hindres.

Ventilationsåbningerne kan forsynes med brandspjæld, der udløses af brandslukningsudstyret (pkt. 7.6.).

### **4.2. Mekanisk ventileret indkapsling**

4.2.1. Udføres turbineindkapslingen med mekanisk ventilation, skal denne sikre et undertryk i kapslingen på mindst 0,5 mbar i forhold til opstillingsrummet.

4.2.2. Rummet under turbinekapslingen skal ventileres med mindst 90 luftsifter pr. time, såfremt overfladetemperaturen under drift på noget sted kan overskride 200°C, eller der under kappen er placeret el-udstyr, der ikke mindst opfylder kravene til zone 2.

Nedbringes overfladetemperaturen ved isolering, skal isoleringen forsynes med diffusionstæt kappe, der er udført således, at de varme dele ikke kan fungere som tændkilde.

Dersom ingen overfladetemperatur overskrider 200°C, og al el-udrustning under kappen mindst opfylder kravene for zone 2, kan kravet til antal luftsifter under drift nedsættes til 20.

4.2.3. Ventilatoren for turbineindkapslingen skal forblive i drift, dersom der spores gas under kapslingen jfr. 7.1 og 7.4.

De dele af ventilatoren, der befinder sig i luftstrømmen, skal derfor udføres af gnistsikre materialer.

Ligeledes skal el-udstyr, der befinder sig i luftstrømmen, mindst svare til kravene for zone 1.

- 4.2.4. Ventilatoren skal kobles til gasturbinens styringssystem på en sådan måde, at fejl i gasturbinen eller dens styringssystem ikke kan medføre udkobling af ventilationen.
- 4.2.5. Ventilatorens funktion skal kontrolleres som anført i GR-B-4. Kontrollen skal omfatte såvel undertryk som antal af luftsifter. Stop eller svigt af ventilationen skal udløse nødstop.
- 4.2.6. Konstateret funktion af ventilationen af turbinekapslingen er en betingelse for, at nødafspærringsventilen kan åbnes.
- 4.2.7. Ventilationen af turbinekapslingen skal fortsættes efter turbinestop, indtil nødafspærringsventilen er lukket, og trykket i gasinstallationen er afblæst.
- 4.2.8. Dersom gasturbinen er koblet til en el-generator, skal generatoren anbringes uden for turbinens indkapsling, eller i sin egen del af kapslingen, forsynet med eget ventilationssystem. Alternativt kan det tillades, at el-generatoren befinder sig i samme rum som gasturbinen, dersom kravene i pkt. 4.2.2. opfyldes.
- 4.2.9. Turbinens gasarmaturgruppe kan anbringes i et separat rum, der er forsynet med separat ventilationssystem, der opfylder kravene i pkt. 4.2.1. til 4.2.7. Pkt. 4.2.6. og pkt. 4.2.7. er i dette tilfælde ikke gældende for turbinekapslingen, såfremt følgende vilkår er opfyldt:
- rummet skal være gastæt adskilt fra turbinekapslingen.
  - alle mekaniske rørsamlinger under turbinekapslingen er trykløse, når gasarmaturgruppen er afspærret.
- 4.2.10. Ventilationskanalerne for turbineindkapslingen skal forsynes med brandspjæld før og efter kapslingen. Spjældene skal lukke automatisk ved udløsning af brandslukningsudstyret under kapslingen.
- 4.2.11. Af hensyn til brandslukning må forbrændingsluft til turbinen ikke tages fra turbinekapslingen.

## 5. Gasfremføring

- 5.1. Dersom stikledningens maksimale driftstryk er højere end det tilladelige driftstryk for gasinstallationen eller for gasturbineinstallationen, skal trykket reduceres ved hjælp af en regulatorstation.

Regulatorstationen skal opbygges af trykregulatorer og tryksikringer som angivet i GR-B-4. Fedtsmurte haner må ikke anvendes i gasforsyningen til gasturbiner.

- 5.2. Dersom stikledningens maksimale driftstryk er højere end 4 bar, skal den i pkt. 5.1. nævnte regulatorstation placeres uden for bygningen.

- 5.3. Ved dimensionering af gasforsyningssystemet og udvælgelse af komponenter for regulatorstationen skal det iagttages, at turbinens gasforbrug kan veksle meget hurtigt.

Det skal således bl.a. sikres, at trykket i gasinstallationen ikke overskrider det maksimalt tilladelige driftstryk under hurtiglukning eller nødstop af turbinen.

- 5.4. Gasturbineleverandøren skal gøres bekendt med projektet for turbinens gasforsyning. Han skal skriftligt bekræfte, at den planlagte gasinstallation er egnet for turbinen og dens regulerings- og sikringsudstyr.

Ved denne vurdering skal han tage hensyn til gaskvalitet, filtreringsgrad, samt variationer i gastykket, der kan opstå på grund af gasinstallationens dynamik og reaktionstider.

- 5.5. Uden for bygningen skal der i stikledningen installeres en manuelt betjent hovedhane og en automatisk nødafspærringsventil af typen "fejl lukke".

Hovedhanen skal anbringes som angivet i GR-B-4.

Dersom nødafspærringsventilen er egnet for manuel betjening og er anbragt som angivet i GR-B-4, kan den separate hovedhane udelades.

- 5.6. Mellem den i pkt. 5.5. nævnte nødafspærringsventil og husindføringen skal der installeres en automatisk virkende nødafblæsningsventil, der kan afblæse trykket mellem nødafspærringsventilen og gasturbinen.

- 5.7. Dersom der i bygningen installeres flere gasturbiner, skal hver turbine have separat husindføring, nødafspærringsventil og nødafblæsningsventil.

- 5.8. Ved tilrettelæggelse af stopprocedurer skal der skelnes mellem planlagt nedlukning, hurtiglukning og nødstop således, at gasfremføringen afbrydes som angivet i tabel 5.8.

Funktion	Udløses af	Virkning
Planlagt nedlukning	Driftsprogram Manuelt stop Fejl ved egenkontrol af flammeovervågning	Gaslukkeventiler lukkes  Gastryk mellem gaslukkeventiler afblæses
Hurtiglukning	Sikkerhedsautomatikken Flammesvigt under start/drift	Gaslukkeventiler lukker momentant  Gastryk mellem gaslukkeventiler afblæses momentant
Nødstop	Gasdetektering over 25% LEL Branddetektering Manuelt nødstop Ventilationssigt/ventilationsstop	Som hurtiglukning  Lukning af nødafspærringsventil Åbning af nødafblæsningsventil

**Tabel 5.8. Stopprocedurer**

- 5.9. Såfremt opstillingsrummet ikke er klassificeret som zone 1 eller zone 2, og installationstrykket er højere end 4 bar, skal husindføringen ske over terræn.

Alternativt kan indføring ske gennem bygningens sokkel, dersom rørledningen på begge sider af soklen er placeret i åben og drænet grav.

Den isolerende samling for den katodiske beskyttelse skal i begge tilfælde anbringes uden for bygningen.

Anbringes adskillelsen mindre end 50 cm over terræn, skal den være i vandtæt udførelse.

- 5.10. Gasinstallationen skal dimensioneres, udføres og afprøves i overensstemmelse med GR-B-4, dersom det maksimalt tilladelige driftstryk ikke overskrider 16 bar.

Gasinstallationer for højere tryk dimensioneres, udføres og afprøves i overensstemmelse med én af følgende standarder:

- DS 458
- DIN 2413
- ANSI B31.2, ANSI B31.3

eller anden norm, der kan accepteres af Direktoratet for Arbejdstilsynet.

## 6. Gasarmaturgruppe og flammekontrol

- 6.1. Turbinens gasarmaturgruppe skal placeres med henblik på at begrænse rørvolumenet mellem armaturgruppen og gasturbinens brændkammermanifold.

Er opstillingsrummet uklassificeret, skal gasarmaturgruppen placeres inden for turbinekapslingen eller i et separat rum som beskrevet i pkt. 4.2.9.

- 6.2. Gasarmaturgruppen skal mindst indeholde følgende komponenter:

- manuel afspærringsventil
- signaflange
- filter (jfr. 6.4)
- 2 gaslukkeventiler (jfr. 6.5)
- trykafblæsning og trykovervågningsarrangement (jfr. 6.6)
- gasreguleringsventil (jfr. 6.8)
- forbindelse til brændkammermanifolden (jfr. 6.9).

Komponenterne i gasarmaturgruppen skal være dokumenteret egnede til formålet.

Der skal især tages hensyn til varmepåvirkning og mekanisk svingningspåvirkning, som komponenterne kan blive udsat for.

Komponenterne i gasarmaturgruppen kan være mekanisk sammenbyggede, men deres funktioner skal være mekanisk uafhængige.

- 6.3. Regulering af gastrykket til turbinens tilslutningstryk skal ske inden husindføringen, hvis stikledningens driftstryk er højere end 4 bar.

- 6.4. Filtret skal være tilstrækkeligt til at sikre en for armaturgruppen og turbinen nødvendig renhed af gassen.

Filtret skal være forsynet med et lokalt manometer samt ventil for manuel trykafblæsning.

Trykafblæsningen skal være fast tilsluttet et udluftningsrør, der føres ud af bygningen.

Udluftningsrøret må ikke forsynes med andre ventiler.

Udføres filtret med et væskedræn, skal drænet forsynes såvel med manuel afspærringsventil som med blindflange.

- 6.5. Gaslukkeventilerne skal overholde følgende krav:

- a. De 2 gaslukkeventiler skal anbringes i serie.  
Ventilerne skal være i overensstemmelse med DIN 3394, del 1, klasse

- b. Gaslukkeventilerne kobles til styresystemet således, at der opnås følgende funktioner:
- Ventilerne må først åbne, når det under startproceduren er kontrolleret, at
    - \* indkapslingen er tilstrækkeligt ventileret,
    - \* udstødningssystemet er tilstrækkeligt gennemluftet,
    - \* lufttilførslen til brændkammerne er tilstrækkelig til en sikker forbrænding af startgasmængden,
    - \* flammesignal ikke afgives i forbindelse med styringssystemets egenkontrol,
    - \* tænding er etableret.
  - Ventilerne skal afspærre gasstrømmen:
    - \* under normale nedlukningsprocedurer inden kompressorens omdrejningstal bliver for lavt til at sikre forbrændingen,
    - \* ved begyndelsen af enhver hurtiglukning eller nødstop
- c. Gaslukkeventilernes tæthed skal kunne afprøves i forbindelse med vedligeholdelse af installationen.
- d. Gaslukkeventilerne skal være forsynet med aktuatorer af typen "fejl-lukke".

Gaslukkeventilernes funktion skal kontrolleres med stillingskontakter, der angiver ventilstillingen til styresystemet og til indikatorer i kontrolpulten, og/eller automatisk tæthedskontrol.

Dersom ventilernes aktuatorer er pneumatisk eller hydraulisk betjente, skal hver aktuator have separat styreledning og pilotventil.

- 6.6. Gasvolumenet mellem de 2 gaslukkeventiler skal ved ethvert turbinestop gøres trykfrit ved afblæsning.

Trykafblæsningen skal ske ved en automatisk virkende ventil, der er koblet til styringen for gaslukkeventilerne.

Ventilens funktion skal være "fejl-åbne".

Udluftningsrøret fra trykafblæsningsventilen skal føres ud af bygningen.

Udluftningsrøret må ikke forsynes med andre ventiler.

- 6.7. Trykket i gastilledningen skal overvåges af en pressostat, der medfører hurtiglukning, dersom trykket under normal drift er uden for de for turbinen sikre grænser.

- 6.8. Gasreguleringsventilen skal under turbinens drift kunne sikre hurtig og stabil regulering af gastilførslen i hele turbinens belastningsområde.

Gasreguleringsventilen skal være forsynet med en forindstilling, der sikrer korrekt gasmængde i tændingsøjeblikket, når gasgennemstrømningen frigives af gaslukkeventilerne.

Gasmængden skal i hele sikkerhedstiden svare til et lufttal (luftoverskuds-koefficient) på mindst 3.

- 6.9. Forbindelsen mellem gasarmaturgruppen og brændkammermanifolden kan udføres som en fleksibel forbindelse.

- 6.10. Krav til flammeovervågningssystemet og sikkerhedstider er følgende:

- a. Gasturbinen skal være udstyret med et egnet flammeovervågningssystem, som entydigt detekterer og giver styringssystemet signal om flammens tilstedeværelse.

Flammeovervågningen skal være omfattet af styringssystemets egenkontrol i forbindelse med hvert startforløb.

Således skal styringssystemet kontrollere, at der ikke afgives flammesignal, når der ikke er flamme til stede.

Egenkontrollen skal udføres så sent som praktisk muligt inden tænding, og for flammesensorer med udladningsrør skal disse samtidigt afprøves for ældning ved min. 15% overspænding.

- b. Ved flammesvigt under start eller under drift skal styringssystemet udløse hurtiglukning for gasturbinen samt sikkerheds- eller fejludkobling af eventuel efterbrænder.

Hvis der afgives flammesignal i forbindelse med styringssystemets egenkontrol under start, skal styringssystemet afbryde startforløbet.

- c. Ved kontinuert drift med driftsperioder af længere varighed end 24 timer skal flammedetektøringsudstyret være selvovervågende. Fejl skal medføre hurtiglukning eller planlagt nedlukning.

- d. Sikkerhedstiden under drift er maks. 1 sek. med tillæg af 1 sek. for selvovervågende flammedetektorer af hensyn til systemets interne kontrol.

- e. Sikkerhedstiden ved start skal være så kort som mulig og højst 20 sek.

## 7. Brand- og gasdetektering, brandslukning

- 7.1. Krav til detektorer og slukningsudstyr i opstillingsrummet og øvrige rum i bygningen samt placering af manuelle nødstop fastsættes af brandmyndigheden.

Systemerne for brand- og gasdetektering samt brandslukning skal godkendes af brandmyndigheden.

Brandmyndigheden skal endvidere godkende forskrifterne for vedligeholdelse og afprøvning af udstyret.

Brandmyndigheden kan stille skærpede krav til udstyrets omfang og installation.

- 7.2. Gasturbineaggregater, der opstilles under turbineindkapsling, skal overvåges af såvel branddetektorer som gasdetektorer. Detektorsystemerne skal være i drift, når gasinstallationen er under gastryk.

Alarmer fra detektorsystemerne skal indikeres på turbinekapslingen med tydelige alarmlamper.

Alarmer fra detektorsystemerne skal desuden overføres til et bemandet kontrolrum eller en bemandet vagtcentral, hvorfra betjeningspersonale kan tilkaldes.

- 7.3. Brand- og gasdetektorer samt brandslukningsudstyr skal kunne fungere under afbrydelser af strømforsyningen fra det offentlige net.

- 7.4. Gasdetektorernes antal og placering skal vælges således, at hele turbineaggregatet er overvåget.

Antallet af detektorer skal mindst være 2. Hvis turbineaggregatet er anbragt i en kapsling, der er delt i flere rum, skal der installeres mindst 2 detektorer i hvert rum.

Dersom turbineindkapslingen er mekanisk ventileret, skal den ene detektor placeres i afkastet for ventilationsluft fra indkapslingen.

Detektorernes placering skal vælges således, at signalafgivelsen ikke påvirkes af store lufthastigheder eller varmestråling.

Gasdetektorerne skal være justeret således, at de udløser alarm ved højst 10% LEL.

Ved højst 25% LEL skal de udløse nødstop.

Ventilationen af turbinekapslingen må ikke afbrydes under gasalarm.

Gasdetektorsystemer skal være godkendt af SKAFOR eller have gennem-



gået anden af SKAFOR eller DGP godkendt afprøvning.  
Detektorerne skal opfylde kravene til klassificering af el-udstyr under turbinekapslingen.

- 7.5. Branddetektorer skal være af UV-typen.  
Detektorantallet og detektorplaceringen skal vælges således, at hele turbineaggregatet er overvåget.  
Hvis turbineaggregatet er anbragt i en kapsling, der er delt i flere rum, skal der installeres branddetektorer i hvert rum.

Signal fra én detektor i systemet skal udløse nødstop.

Branddetektorsystemet skal være SKAFOR-godkendt og opfylde kravene til klassificering af el-udstyr under turbinekapslingen.

- 7.6. Turbineindkapslingen skal være forsynet med fast tilsluttet brandslukningsudstyr efter brandmyndighedens nærmere godkendelse.  
Det er en betingelse for ubemandet drift, at slukningsudstyret udløses automatisk ved branddetektering.  
Automatisk udløsning skal normalt ske ved signal fra én af de installerede detektorer i systemet.  
Dersom der i et rum er installeret to eller flere detektorer, kan det tillades, at brandslukningsudstyret først udløses ved signal fra to detektorer i rummet, såfremt de overvåger samme område.

Det skal være muligt at udløse brandslukningsudstyret manuelt.

Den automatiske udløsning af slukningsudstyret skal blokeres, når personale opholder sig inden for turbinekapslingen.  
Det skal ved tydelig skiltning tilkendegives, når slukningsudstyret er blokeret.

Mekanisk ventilerede indkapslinger skal forsynes med brandspjæld, der afbryder ventilationen, inden brandslukningsudstyret udløses. Som slukningsmiddel kan anvendes inaktive luftarter (eller halon).

For naturligt ventilerede indkapslinger, hvor ventilationsåbningerne ikke kan lukkes af automatiske brandspjæld, skal der ved dimensionering af slukningsanlægget tages hensyn hertil.  
Ved andre typer indkapslinger kan desuden anvendes inaktive luftarter (eller halon).

Det skal tydeligt tilkendegives, såvel i kontrolpulten som på indkapslingen, når brandslukningsudstyret er udløst.

## 8. Udstødssystem og udstødskedler

- 8.1. Udstødssystemet, inklusive udstødskedler, skal være konstrueret således, at det er egnet til de aktuelle driftsforhold, herunder de forekommende temperaturer og temperaturskift under start, drift og nødstop.

Ved valg af materialer til udstødssystemet skal der tages hensyn til, at turbinens forbrænding kan ske ved et højt luftoverskud.

- 8.2. Skorstensdimensioneringen og emissionsberegninger udføres som beskrevet i Gasreglementets afsnit B-4. Beregningerne skal forelægges miljømyndighederne til godkendelse som nævnt i afsnittets pkt. 5.1.4.

- 8.3. Under turbinens startprocedure skal udstødningssystemet gennemskylls med mindst 5 luftskifter, inden gaslukkeventilerne må kunne frigøres til åbning.

Dersom startforløbet afbrydes, inden belastning af turbinen er opnået, skal det sikres, at gennemskyllningen gentages inden næste startforsøg.

Luftskifterne beregnes på grundlag af det geometriske volumen af udstødssystemet mellem aggregatets kraftturbiner og skorstenstilslutningen.

Kan 5 luftskifter ikke opnås på grund af store volumener i udstødssystemet, kan DGP tillade mindre skylleluftmængder.

En sådan tilladelse vil kræve dokumentation for, at der under startproceduren ikke umiddelbart efter kraftturbinen kan opstå temperaturer, der giver mulighed for antændelse af en gasblanding.

Denne maksimale temperatur kan f.eks. sikres ved en blokering af gaskontrolventilens åbningsvandring.

Blokeringen må først ophæves, når udstødningssystemet er tilstrækkeligt gennemluftet med udstødsgas af lav temperatur.

- 8.4. Udstødskedler skal betragtes som direkte fyrede kedler. De skal opfylde Arbejdstilsynets krav til kedelanlæg.

- 8.5. Udstødskedlens sikkerhedsautomatik skal indgå i styringen af brændstofførslen til gasturbinen og eventuelle efterbrændere.

- 8.6. Lækager fra udstødskedlens vandside må ikke kunne medføre uønsket overtryk i udstødssystemet.

Anlægget skal derfor forsynes med et detekteringssystem for vandlækage til udstødssystemet eller trykovervågning af dette.

Sikringen skal kobles til anlæggets sikkerhedsautomatik således, at

## 9. Efterbrændere

- 9.1. Efterbrændere, hvis installationstryk ikke overskrider 4 bar, kan installeres og gasforsynes som beskrevet i Gasreglementets afsnit B-4.

For efterbrændere med installationstryk højere end 4 bar gælder samme krav til indkapsling, ventilation, klassifikation, gasforsyning, husindføring og automatisk hovedafspærring som for gasturbineinstallationer.

Efterbrænderens gasrampe skal ligeledes placeres under indkapslingen, dersom installationstrykket er højere end 4 bar.

- 9.2. Konstruktion og materialevalg for efterbrænderen skal være dokumenteret egnet for de mekaniske og termiske påvirkninger, der kan forekomme i turbinens udstødssystem.

- 9.3. Efterbrænderens konstruktion og instrumentering skal opfylde kravene i Gasreglementets afsnit C-1008 eller tilsvarende anerkendt norm i den udstrækning, disse krav er relevante for konstruktionen. Således skal kravene til flammesikring samt gaslukkeventiler og deres tæthedsprøvning opfyldes.

Såfremt flammesikringen er opbygget af UV-celler, skal det sikres, at der ikke kan detekteres falsk flammesignal fra turbinens brændkamre.

- 9.4. Reguleringen af gastilførslen til efterbrænderen skal være koblet til belastningsreguleringen for gasturbinen. Det skal herved sikres, at brænderen aldrig tilføres større gasmængde, end svarende til luftoverskudet i turbinens røggas.

Ved indregulering af gastilførslen skal det sikres, at forbrændingen forløber fuldstændigt, og at kravene i Gasreglementets afsnit B-4, er opfyldt. Indreguleringen skal tage hensyn til, at ændringer i turbinens luftoverskud på grund af den roterende masse er forsinkede i forhold til ændringer i den til turbinen tilførte gasmængde.

- 9.5. Under turbinestart må gas ikke kunne frigives til efterbrænderen, før en stabil belastningstilstand er nået, og eventuelle spjæld mod hjælpeskorsten eller by-pass for udstødskedlen er lukkede.
- 9.6. Ved starten af enhver stopprocedure for gasturbinen skal gastilførslen til efterbrænderen afbrydes.
- 9.7. Efterbrændere, der udstyres med et system for tilførsel af frisk forbrændingsluft, skal yderligere opfylde følgende krav:

- under stilstand af efterbrænderen skal det sikres, at forbrændingsprodukter fra turbinen ikke kan trænge tilbage gennem efterbrænderens forbrændingsluftsystem,
- under stilstand af gasturbinen skal det sikres, at forbrændingsprodukter fra efterbrænderen ikke kan trænge tilbage gennem gasturbinen.

## 10. Strømforsyning af anlægget

- 10.1. Dersom funktionen af gasturbinens sikkerhedssystem eller hjælpeudstyr er afhængig af den offentlige strømforsyning eller andet eksternt el-net, skal nødstop af turbinen udløses direkte, dersom denne strømforsyning svigter eller udkobles.
- 10.2. Dersom gasturbinen er koblet til en el-generator, der leverer strøm til den offentlige strømforsyning eller andet eksternt el-net, kan driften af turbinen og hjælpeudstyret fortsættes ved egen el-produktion, selv om forbindelsen til det ydre el-net svigter eller udkobles.  
Det skal dog sikres, at turbinens reguleringsudstyr tillader stabil regulering ved den reducerede belastning.
- 10.3. Gasturbinens ventilationssystem skal uden afbrydelse kunne fortsætte driften efter nødstop, også selv om det skyldes svigt i den normale strømforsyning.  
Disse systemer skal derfor sikres ved nødstrømforsyning.

Som grundlag for dimensionering af batteriinstallationen skal de nødvendige effekter og kapaciteter oplyses af leverandøren af gasturbineinstallationen.

Nødstrømforsyning til ventilationssystemet kan udelades, såfremt det ved beregning kan godtgøres, at en gaslækage under turbineindkapslingen ikke kan frembringe en gaskoncentration højere end 50% LEL i tidsrummet fra strømsvigtet til trykket i gasrørføringen er afblæst.

Beregningen skal forudse en lækage af en størrelse, der netop kan forekomme udetekteret under turbinens normale ventilationsforhold.

- 10.4. Strømforsyningen til brand- og gasdetekteringsystemerne skal være sikret af nød batterier.
- 10.5. Krav til opstillingsrum for nød batterier, herunder ventilation af sådanne rum, fastsættes af brandmyndigheden efter vurdering af batteritype, kapacitet og ladeeffekt.

## 11. Styrings- og sikkerhedsautomatik

- 11.1. Gasturbineinstallationer skal omfatte automatiske systemer for styring og sikkerhedsovervågning af installationen.

For de automatiske systemer skal der foreligge en beskrivelse af systemernes sikkerhedstekniske idégrundlag og en funktionsspecifikation, som gør rede for systemernes evne til at håndtere kritiske fejl og driftssituationer.

Beskrivelsen skal bl.a. omfatte:

- for styringsautomatikken: et logikdiagram for styringsfunktionerne vedrørende start- og stopprocedurer,
- for sikkerhedsautomatikken: et "årsag/virkning" skema.

- 11.2. Styrings- og sikkerhedsautomatikken skal omfatte en overvågning af alle parametre med sikkerhedsmæssig betydning og skal udløse stopprocedure, inden en kritisk situation opstår.

De kritiske parametre skal vurderes i forhold til turbinens konstruktion, installation og bemandingsforhold.

De kritiske parametre skal specificeres af leverandøren(-erne) sammen med en redegørelse for konsekvensen af en kritisk situation.

Den udløste stopprocedure skal medføre, at anlægget går i en sikker tilstand.

Den udløste stopprocedure skal omfatte de i tabel 5.8. nævnte situationer.

- 11.3. Sikkerhedsautomatikken skal mindst omfatte overvågning af:

- skylletider for systemet før enhver start, herunder genstart,
- flammeovervågningens funktion og sikkerhedstider for såvel gasturbine som efterbrændere,
- gasturbinens omløbstal,
- kritiske spjældstillinger,
- ventilation af turbinekapslingen,
- gasdetektering,
- branddetektering,

- 11.4. Styrings- og sikkerhedsautomatikken skal være konstrueret således, at mulige enkeltfejl i automatikken, evt. i forbindelse med passive fejl (ikke-detekterede fejl), ikke fører til en kritisk situation. Der henvises til f.eks DIN-VDE O116 eller tilsvarende.

**12. Ikrafttrædelse og overgangsbestemmelser**

- 12.1. Disse forskrifter træder i kraft den 1. september 1991.
- 12.2. DGP kan fastsætte fornødne overgangsbestemmelser for anlæg, der efter 1. september 1991 allerede er projekteret og/eller er under udførelse.