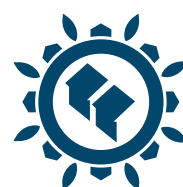


ATEX på kraftvarmeværker

Vejledning ved risiko for eksplosion



INDUSTRIENS
BRANCHEARBEJDSMILJØRÅD



INDUSTRIENS
BRANCHEARBEJDSMILJØRÅD

Industriens Branchearbejdsmiljøråd
Postbox 7777
1790 København V
E-mail: ibar@ibar.dk
www.ibar.dk

Medarbejdersekretariat



CO-industri
Vester Søgade 12
1790 København V
Telefon: 3363 8027
Telefax: 3363 8091
E-mail: ibar@co-industri.dk
www.co-industri.dk

Arbejdsgiversekretariat



Dansk Industri
H.C. Andersens Boulevard 18
1787 København V
Telefon: 3377 3377
Telefax: 3377 3370
E-mail: di@di.dk
www.di.dk

Henvendelser rettes til partssekretariatene. Materialer fra Industriens Branchearbejdsmiljøråd kan fås ved henvendelse til organisationerne og kan downloades på www.ibar.dk eller de kan købes hos Videncenter for Arbejdsmiljø, Arbejdsmiljøbutikken tlf. 3916 5230, www.arbejdsmiljobutikken.dk

Repro og tryk: Schultz Grafisk
Trykt på Nordisk Svanemærke



Oplag: 1.000
Bestillingsnummer: 102230
Februar 2008

EAN 978-87-91080-34-0-23.2.2007

Vejledning om ATEX på kraftvarmeværker

Denne vejledning angiver det niveau og den gode praksis, som parterne ønsker skal være til stede ved arbejde inden for kraftværksområdet, hvor der er risiko for eksplosion.



Der skelnes i vejledningen mellem ATEX-forhold under almindelig drift og ATEX ved reparation, vedligeholdelse og havari. I den forbindelse er bl.a. krav omkring zoneklassificering, valg af udstyr samt tekniske og administrative tiltag til forebyggelse af gas- og støvekspllosioner beskrevet.

I vejledningen er beskrevet, hvordan ATEX-APV og tilhørende risikovurdering kan gennemføres via eksempler og cases.

Arbejdstilsynet har haft vejledningen til gennemsyn og finder indholdet af den i overensstemmelse med arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og har ikke taget stilling til, om den dækker samtlige relevante emner inden for det pågældende område.

Vejledningen har endvidere været forelagt Sikkerhedsstyrelsen, hvis bemærkninger er indarbejdet.

Vejledningen er udarbejdet af Alectia People A/S.

Vejledningen indeholder følgende afsnit:

1. ATEX	side 4
1.1 Krav om ATEX-APV	side 4
1.2 Gas eller støvekspllosioner	side 5
1.3 Under hvilke forhold kan der typisk forekomme en eksplosion?	side 5
2. Almindelig drift og ATEX	side 7
2.1 Arbejde i eksplosionsfarlige områder	side 7
2.2 Ansvarlige for ATEX i virksomheden	side 7
2.3 Arbejdsprocedurer og arbejdstilladelser	side 8
2.4 Instruksjon og uddannelse	side 8
2.5 Skiltning og afmærkning	side 9
2.6 Rengøring	side 10
3. Reparation, vedligeholdelse og havari	side 10
3.1 Nyanlæg og større ændringer på eksisterende anlæg	side 11
3.2 Reparation/vedligeholdelse og mindre ændringer af eksisterende anlæg	side 12
3.3 Zoneklassificering	side 12
3.4 Valg af udstyrsdele og placering	side 13
3.5 Mærkning af mekanisk og elektrisk udstyr	side 14
3.6 Tekniske tiltag til forebyggelse af eksplosioner	side 15
3.7 Havari og eksplosioner	side 17
3.8 Beredskabsplaner	side 17
4. Overvejelser før gennemførelse af ATEX-APV	side 18
4.1 Gennemførelse af ATEX-APV	side 19
4.2 ATEX på kraftvarmeværker	side 20
5. Eksplosionsdata og risikovurdering	side 22
5.1 Gasser, væsker og tåger	side 22
5.2 Støv	side 22
Case 1: Vestforbrænding, ATEX Vurdering i lagerrum af aktivt kul (HOK) til dioxinfilter	side 24
Case 2: Vattenfall - Nordjyllandsværket, Risikovurdering og ATEX-APV	side 25



1. ATEX

ATEX betyder "Atmosphere explosible" – det er fransk og betyder "eksplosiv atmosfære".

ATEX-reglerne er vedtaget i EU og gælder alle europæiske virksomheder og trådte i kraft i Danmark i 2003. Indretningsdirektivet, som omhandler krav til udstyr, og anvendelsesdirektivet, som omhandler sundhed og sikkerhed for arbejdstagerne, blev på dette tidspunkt implementeret i dansk lovgivning. Med den nye lovgivning blev der i højere grad end tidligere fokuseret på støvekspllosioner og brug af EX-mærket (eksplosionssikkert) udstyr.

Det blev samtidig et krav, at danske virksomheder skal foretage en særlig vurdering af eksplosionsrisikoen også kaldet en ATEX-arbejdspladsvurdering (APV). Hvor den almindelige APV omhandler alle arbejdsmiljømæssige risici på arbejdspladsen, så fokuserer en ATEX-APV på risikoen for eksplosion.

Sidste frist for at foretage denne vurdering var 30. juni 2006. Overtrædelse af reglerne kan medføre rådgivningspåbud fra Arbejdstilsynet.

I forbindelse med Arbejdstilsynets screeninger på kraftvarmeværker kan det forventes, at Arbejdstilsynet har fokus på ATEX de steder, hvor man finder det relevant. For kraftværksområdet kunne det evt. være forhold omkring kulstøv-, biostøv-, affald- og gasfyrede anlæg herunder gasturbiner samt områder, hvor der kan forekomme eksplosive gasser eller olietåge eller ammoniak/luftblandinger.

Selv ved mindre mængder eksplosive eller brandfarlige stoffer på virksomheden er virksomheden via arbejdsmiljøloven forpligtet til at forebygge mod, at de ansatte udsættes for eksplosioner.

1.1 Krav om ATEX-APV

Virksomheden er omfattet af ATEX-reglerne, hvis der kan opstå farlig eksplosiv atmosfære som følge af håndtering af brændbare stoffer både som væske og støv.

Først kortlægges de stoffer, som anvendes eller som opstår i produktionen, for at finde ud af, om der er noget som kan eksplodere og hvor dette forekommer.

Hvis virksomheden er omfattet af ATEX-reglerne, skal der udarbejdes ATEX-APV.

I ATEX-direktiverne kaldes en ATEX-APV for et "eksplosionssikringsdokument". Denne betegnelse bruges også af mange danske rådgivere, men i de regler, der implementerer ATEX-direktiverne i dansk lovgivning, anvendes kun betegnelsen APV eller særlig APV eller udvidet APV (fremover kaldet ATEX-APV).

En ATEX-APV ligner på nogle punkter den "almindelige APV". Virksomheden skal også her foretage en kortlægning og vurdering, udarbejde en handlingsplan og lave en plan for opfølgning. En ATEX-APV skal ligesom den almindelige APV fornyes mindst hvert 3. år eller hvis der sker væsentlige ændringer af anlæg, arbejdsrutiner, som kan påvirke sikkerheden, eller hvis der sker ulykker eller nærved-ulykker som følge af gas- eller støvekspllosion.

Desuden skal der laves ATEX-APV i forbindelse med uheld og forudsigelige driftsaktiviteter, som vil kunne medføre eksplosion.

ATEX-APV kan indgå i virksomhedens almindelige APV-arbejde. Den kan dog ikke erstatte den almindelige APV.

Virksomheden kan sjældent klare kortlægningen og vurderingen af eksplosionsrisici med de sædvanlige APV-redskaber, f.eks. ved at interviewe de ansatte –

her kræves der ofte eksperthjælp. Det anbefales derfor, at en ATEX-APV udarbejdes separat. Der kan så henvises til ATEX-APV fra den almindelige APV – f.eks. under punktet ”ulykker”.

En ATEX-APV skal være skriftlig og skal indeholde følgende:

- resultatet af kortlægningen og vurderingen
- hvilke foranstaltninger der er truffet
- oversigt over, hvor foranstaltningerne gælder
- oversigt over zoneklassificerede områder
- handlingsplan og opfølgning

Zoneklassificerede områder er områder med fare for eksplosion af støv og gasser, som er risikovurderet ud fra bl.a. udslipsgrad, ventilationsgrad og tilgængelighed og derved tildelt en zoneklasse efter farlighed i forhold til den konkrete eksplosionsrisiko.

En ATEX-APV skal være tilgængelig på arbejdsstedet, så ansatte og fremmede håndværkere, herunder servicefolk, der f.eks. skal undersøge, kontrollere eller reparere filteranlæg, kan læse relevante oplysninger i den.

Udarbejdelse af ATEX-APV er en god anledning til at sætte fokus på eksplosionsrisiko og få gennemgået, om arbejdsgange og indretning er tilstrækkeligt eksplosionssikret, samt sikre, at medarbejderne har den nødvendige instruktion.

1.2 Gas- eller støvekspllosion

En gas- eller støvekspllosion er en lynhurtig forbrænding. Tre betingelser skal være opfyldt for, at en eksplosion kan forekomme:

- brændbart stof
- ilt
- tændkilde

Alle 3 betingelser skal være til stede samtidig, før der kan ske eksplosion med gasser eller støv, mangler der bare en af disse, kan der ikke forekomme eksplosion.

Brændbart stof

En betingelse for eksplosion er, at der er brændbart stof til stede. Det brændbare stof kan være en væske, en gas eller støv. Mængden af brændbart stof skal dog være temmelig stor, for at der kan forekomme en eksplosion. Dette kan man vurdere ved hjælp af eksplosionsgrænserne.

Ilt

En betingelse for eksplosion er, at der er ilt til stede. Luften indeholder normalt ilt nok (ca. 21 %) til, at et brændbart stof kan eksplodere. I visse tilfælde er der så lidt ilt i luften, at et brændbart stof ikke kan eksplodere, typisk under 8%.

Tændkilde

Tændkilder dækker over alle former for gnister, gløder og åben ild samt varme overflader, varmt arbejde og atmosfæriske udladninger.

1.3 Under hvilke forhold kan der typisk forekomme en eksplosion?

Generelt gælder både for gasser og støv, at den eksplosive koncentration af disse i luften er væsentlig højere end de sundhedsmæssige grænseværdier.

Eksplosionens virkning er afhængig af bl.a. tryk, temperatur, indeslutning, mængde og type af eksplosiv atmosfære.

Mere end 10 liter eksplosiv atmosfære som sammenhængende mængde i luften skal altid betragtes som farlig eksplosiv atmosfære uanset lokalets størrelse.



Billedet viser det sted, hvor affaldet skuffes ind i ovnen på et affaldsforbrændingsanlæg, og det er et sted, hvor der tidligere har været eksplosion. Normalt skuffes gassen i affaldet foran affaldet ind i ovnen. Den efterfølgende ulykkesanalyse har vist, at der kom gas bag ved affaldet, og pga. utæthed i anlægget kom der ilt ind, som er blevet antændt til eksplosion.

I gasanlæg er der sjældent tilstrækkeligt ilt til stede til, at der kan ske en gaseksplosion. Gaseksplosioner opstår derfor typisk i lokaler uden for anlæggene ved udsivning eller i forbindelse med fyldning, tømning, unormale driftssituationer reparation og vedligeholdelse.

Gasalarmer kan advare om mulighed for eksplosion ved 25% af nedre eksplosionsgrænse.

I affaldsforbrændingsanlæg kan der opstå eksplosive gasser som følge af biologisk aktivitet, eller der kan være eksplosive ting, som er kommet med i affaldet og som kan eksplodere, når det kommer i ovnen.

Normalt giver støv med en partikelstørrelse større end 0,5 mm ikke anledning til eksplosion.

Almindeligvis opstår der hyppigt eksplosive støvkoncentrationer i luften ved siloer, filtre, møller og transportenheder som rullebånd og kopelevatorer, medmindre der er truffet forebyggende foranstaltninger.

En støvekspllosion kan forekomme på et splitsekund uden nogen form for advarsel. Man taler ofte om en primær eksplosion, som er den første eksplosion der sker, og en sekundær eksplosion, som kan optræde som følgevirkning af den første eksplosion, typisk ved ophvirvling af støv. En sekundær støvekspllosion kan have en meget kraftig virkning. Det er arbejdsmetoden samt materialets/støvet's finhed og øvrige egenskaber der er bestemmende for, om der er risiko for støv-eksplosion eller ej.

Se afsnit 5 om eksplosionsdata for gasser, dampe, væsker og støv, som kan anvendes ved en nærmere risikovurdering af, hvorvidt der kan være behov for forebyggende tiltag.

2. Almindelig drift og ATEX

Under almindelig daglig drift er der som udgangspunkt lavet zoneklassificeringer (risikovurderinger), som er "låst fast". Typisk indtil der laves ny ATEX-APV eller der laves ændringer i arbejdsmetoder, brug af brændsel eller ændringer/ombygning af anlæg. Der kan dog opstå nærved-eksplosionshændelser eller eksplosioner som gør, at det kan være nødvendigt at ændre på zoneklassificeringerne.



I de områder, hvor der er risiko for eksplosioner, er der særlige forholdsregler, som træder i kraft for at beskytte de personer, som skal arbejde eller færdes i disse områder.

2.1 Arbejde i eksplosionsfarlige områder

Eksplosionsfarlige områder skal være markeret ved skiltning og fremgå af ATEX-APV'en.

Den der skal arbejde i et eksplosionsfarligt område skal kende forhåndsreglerne for at undgå eksplosion.

Der skal være EX-skiltning og skilte med zoneklassificeringer i områder med eksplosionsfare.

Gnister dannes f.eks. fra skærebændere og vinkelslibere, og ved svejsning på ydersiden af en beholder, der indeholder pulver eller organiske opløsningsmidler, kan dette "varme arbejde" forårsage eksplosion. Det kan derfor ofte være nødvendigt at udarbejde særlige procedurer for varmt arbejde og adskillelse af anlæg.

Elektriske installationer kan give gnister og varme overflader, der kan fungere som tændkilder. Elektriske gnister opstår i forbindelse med slutning og brydning af strømkredse og er meget effektive tændkilder. Selv ved lave spændinger til f.eks. måleinstrumenter, mobiltelefoner, bærbare pc'er, radioer, høreværn/mp3-afspillere med musik, foto/videoapparater kan der dannes farlige gnister.

Virksomheden skal oplyse om, hvilken eksplosionsfarlig zone der er tale om, og opsætte afmærkning/skiltning hvor det er relevant. Endvidere skal virksomheden typisk med procedurer og instruktioner sørge for, at de ansatte og håndværkere, som arbejder i eksplosionsfarlige områder, kan udføre arbejdet uden risiko for eksplosion. Desuden er det nødvendigt med instruktion og oplæring eller uddannelse til ansatte og fremmede håndværkere om forholdsregler. Se afsnit 2.4.

Ansatte og fremmede håndværkere skal følge de anviste arbejdsprocedurer og instruktioner.

Det er særlig vigtigt at være opmærksom på rengøring, reparation og vedligeholdelse – det er ofte i sådanne situationer, der er ekstra stor risiko for eksplosioner.

2.2 Ansvarlige for ATEX i virksomheden

Virksomheden er ansvarlig for, at ATEX-reglerne overholdes og ATEX-APV gennemføres. Virksomheden er også ansvarlig for, at sikkerhedsorganisationen inddrages i ATEX-arbejdet.

For at sikre, at der til stadighed er styr på ATEX, er det praksis at der er nogle få personer, typisk personer fra teknisk afdeling eller/og sikkerhedsorganisationen, har et særligt ansvar for, at ATEX-reglerne følges i det daglige arbejde. Det vil og-så typisk være disse som foranlediger, at der gennemføres den særlige ATEX-APV minimum hvert 3. år.

2.3 Arbejdsprocedurer og arbejdstilladelser

Det kan ofte være nødvendigt at udføre arbejde i nærheden af et eksplosionsfarligt område, f.eks. reparations svejsning på et anlæg eller en maskine. Så skal der gives en særlig tilladelse til "at arbejde med tændkilder", "varmt arbejde" eller "gnisttilladelse" eller "adskillesestilladelse". En sådan tilladelse skal være skriftlig. Et forslag til formular findes i Arbejdstilsynets vejledning C.0.9: Arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære.

Tilladelsen til arbejde med tændkilder skal gives af en særlig udpeget person i virksomheden og skal bl.a. omhandle, hvor i virksomheden arbejdet skal udføres, hvad der skal udføres, hvad farerne er, hvordan man skal forhindre eksplosion osv. Typisk er det rekvirenten, ofte teknisk afdeling/vedligeholdelsesafdelingen, der internt på virksomheden håndterer disse formularer.

Tilladelsen gælder både ansatte på virksomheden og fremmede håndværkere, der ikke kender til eksplosionsfaren. Under udførelsen kan der være anlæg som bliver lukket, aflåst eller afspærret.

Hvis flere fremmede håndværkere skal arbejde i den eksplosionsfarlige zone på samme tid skal virksomheden sørge for, at arbejdet koordineres, så alle forholdsregler er sat i værk og alle udfører deres arbejde, så der ikke er fare for eksplosion.

Nogle større virksomheder anvender elektroniske arbejdstilladelser for at få elektronisk overblik over alle de arbejder der er i gang og sikre bedre koordinering. De forskellige typer af arbejdstilladelser og sikkerhedsforanstaltninger er sat i system. Samtidig kan arbejdstilladelserne hænges op på opslagstavler i de områder, hvor der arbejdes, også for at synliggøre over for den aktuelle afdeling, hvilket arbejde der er i gang og hvorfor der f.eks. er foretaget afspærring og aflukning af anlæg.

Nogle virksomheder har også udarbejdet elinstallationsguide og mekanisk installationsguide for at gøre det lettere at formidle virksomhedens procedurer til ansatte og fremmede håndværkere.

2.4 Instruktion og uddannelse

For at forholdsreglerne virker, er det vigtigt at alle der opholder sig i de eksplosionsfarlige områder er instrueret i og klar over de særlige forholdsregler som alle skal leve op til i disse områder. Instruksen skal bl.a. indeholde forholdsregler ved arbejde i eksplosionsfarlige områder, hvordan man kan forebygge en eksplosion og hvad man skal gøre, hvis der skulle opstå en eksplosion.

Som med alle typer af arbejde skal arbejdsgiveren sørge for, at de ansatte får nødvendig oplæring og instruktion i at udføre arbejdet på en farefri måde. Dette gælder naturligvis også, når der er tale om f.eks. betjening, reparation eller rengøring af et rør, pakninger, filtre eller lign. Der skal også gives instruktion om nødvendige sikkerhedsforanstaltninger, som medarbejderne skal have kendskab til for at kunne udføre arbejde på en sikker måde, f.eks. mærkning, gasalarmer, forebyggelse af støv- og gaseksplosioner, gnistsikring og hvordan de skal forholde sig ved en evt. eksplosionsfare og eksplosion.

En måde at instruere på er ved sidemandsoplæring, hvor den der skal instrueres følger en erfaren medarbejder over en periode. Det giver mulighed for en mere praktisk instruktion i forhold til de konkrete arbejdsmetoder, udstyr og håndtering af de evt. unormale driftssituationer som opstår under sidemandsoplæringen.

Hvor der er risiko for eksplosion, skal de ansatte uddannes og instrueres, og hvis de ansatte via deres arbejde kan øge risikoen for eksplosion, f.eks. ved maskinbetjening, så skal der udarbejdes skriftlige instrukser. Disse skal også følges af evt. fremmede håndværkere.

En skriftlig instruks kan med fordel hænge på væggen hvor arbejdet udføres.

Uddannelse i førstehjælp kan være relevant. For ansatte i eksplosionsfarlige områder er det en god idé at alle medarbejdere har gennemgået førstehjælpskursus.

2.5 Skiltning og afmærkning

Når et anlæg eller en arbejdsplads er zoneklassificeret, så skal der opsættes skilte, der fortæller, at her er der risiko for eksplosion (advarselsskilt) og at der ikke må ryges eller bruges åben ild eller lignende (forbudsskilte). Advarselsskiltet skal være et EX-skilt.

Måske er det hele lokalet, der er blevet klassificeret som eksplosionsfarligt område, og så skal skiltene placeres på dørene ind til lokalet. Hvis det kun er en del af et lokale, der er klassificeret som eksplosionsfarligt område, så kan området markeres ved at sætte gul/sorte advarselsstriber på gulvet, men der skal stadig opsættes advarsels- og forbudsskilte, så alle kan se, at her er der risiko for eksplosion.

EX-skilt kan også anbringes på produktionsanlæg, f.eks. på det sted, hvor man normalt skal lave indgreb på maskinen, for at vise, at man skal være specielt opmærksom her.



Skilt 1: Eksempel på almindeligt ATEX-skilt



Skilt 2: Eksempel på ATEX-skilt med forbud mod rygning og åben ild



Skilt 3: Eksempel på ATEX-skilt med forbud mod rygning, brug af åben ild, mobiltelefoner og elektrisk værktøj

Mulig niveauopdeling i skiltningen:

Skilt 1 f.eks. på anlæg, hvor der er EX-område på anlægsdelen (kulmøller, kulrør). Hvorvidt der skal anvendes skilt 3 eller 4 afhænger af den nødvendige læsbarhed.

Skilt 2 f.eks. ved adgangsveje til EX-områder (NH₃, støv og olie)

Skilt 3 f.eks. ved adgangsveje til EX-områder (gastanke, brint/batterirum, benzinstationer)



Eksempel på ATEX-mærkning med skilt 1 på anlæg på det sted, hvor man kan komme ind til eksplosiv atmosfære

2.6 Rengøring

Hypig og effektiv rengøring af arbejdspladsen for støv er vigtig for at forebygge støvekspllosioner.

Ligger der så meget støv, at man kan se det, kan der være en risiko for eksplosion, hvis dette støv ophvirvles i luften f.eks. ved gennemtræk og støvet antændes af en gnist.

Hvis der sker en primær eksplosion et andet sted i lokalet, som medfører at støvet på gulvet ophvirvles, kan det antændes til en sekundær eksplosion som kan være meget kraftig.

Støvlag på f.eks. varme anlægsdele kan antændes ved temperaturer på lavere end 100 °C alt afhængig af støvtype og lagtykkelse.

Så det er vigtigt at få fjernet støvet hurtigt f.eks. med en eksplosionssikker støvsuger.

3. Reparation, vedligeholdelse og havari



De fleste eksplosioner sker som følge af manglende vedligeholdelse af materiel eller i forbindelse med reparations- og vedligeholdelsesarbejder. Løbende rengøring, eftersyn og vedligeholdelse af materiellet er vigtigt for at undgå tændkilder og eksplosiv atmosfære. Alle forhold, der er nødvendige for at sikre eksplosionsbeskyttelse, skal opretholdes. Ligeledes kræver sikringssystemerne også regelmæssig rengøring, eftersyn og vedligeholdelse, for at de kan fungere efter hensigten.

Der skal udarbejdes instrukser for rengøring, reparation og vedligeholdelse, hvis der er fare for brand og/eller eksplosion.

Ved reparationer af beholdere/rør, der indeholder et brand- og/eller eksplosionsfarligt stof eller materiale, er det vigtigt at undgå at svejse, at bruge skærebrænder og lignende.

Ligeledes er det vigtigt at undgå at bruge gnistdannende værktøj.

Hvor der kan opstå tændkilder skal der udarbejdes en instruktion om, hvordan brand- og/eller eksplosionsfare kan imødegås f.eks. ved rengøring af rør og beholdere.

Inden påbegyndelse af vedligeholdelsesarbejder skal alle implicerede underrettes herom, og der skal gives tilladelse til arbejdet, hvilket hensigtsmæssigt kan være ved et system med særlige tilladelser til arbejde med tændkilder mv. Vedligeholdelsesarbejder må kun udføres af kvalificerede personer.

Inden påbegyndelsen samt under og efter afslutningen af arbejdet skal det derfor omhyggeligt påses, at alle fornødne sikkerhedsforanstaltninger er truffet.

I forbindelse med vedligeholdelsesarbejder med risiko for antændelse i det eksplosionsfarlige område skal det udelukkes, at der er farlig eksplosiv atmosfære til stede. Denne tilstand skal sikres i hele den periode, hvor vedligeholdelsesarbejderne udføres, og om nødvendigt i en begrænset periode derefter (f.eks. i forbindelse med afkøling). Bortset fra særlige tilfælde, hvor der er truffet andre passende og fyldestgørende beskyttelsesforanstaltninger, skal de anlægsdele, hvor arbejdet skal udføres, alt efter behov tømmes, afspærres, rengøres og vaskes og være fri for brændbare stoffer. Under arbejdets udførelse må disse stoffer ikke forekomme på arbejdsstedet.

I forbindelse med arbejder, hvor der må påregnes gnistregn (f.eks. svejsning, brænding, slibning), skal der træffes egnede afskærmningsforanstaltninger. I givet fald skal der sættes brandvagt.

Den arbejdsgiver, der har ansvaret for arbejdsstedet med det eksplosionsfarlige område, er ansvarlig for at koordinere iværksættelsen af alle foranstaltninger vedrørende ansattes sikkerhed og sundhed med alle andre arbejdsgivere på arbejdsstedet.

Både arbejdsgiveren, virksomhedens egne ansatte og ordremodtageren/-modtagerne samt alle øvrige personer, der arbejder på virksomhedens område, skal rettidigt give arbejdsgiveren eller dennes koordinator oplysninger om:

- det arbejde, der skal udføres
- forventet påbegyndelse af arbejdet
- forventet afslutning af arbejdet
- arbejdssted
- personaleforbrug
- planlagt arbejdsmetode samt sikkerhedsforanstaltninger
- navnet på den eller de ansvarlige

Koordinatoren skal sikre, at der sker koordination af sikkerhedsforanstaltningerne og om nødvendigt fastsættes fælles arbejdsforskrifter og forholdsregler. Endvidere skal beredskabs-, evakuerings- og øvelsesplaner samordnes i nødvendigt omfang.

Koordinatoren skal endvidere sikre, at de fremmede arbejdsgivere får sådanne oplysninger om arbejdsstedets indretning og drift, at de kan tilrettelægge og udføre arbejdet korrekt. I praksis skal virksomhedernes APV om arbejde med eksplosiv atmosfære stilles til rådighed for de fremmede arbejdsgivere.

3.1 Nyanlæg og større ændringer på eksisterende anlæg

Alle væsentlige og større ændringer, som foretages efter 2003 på eksisterende anlæg, ny- eller ombygning af anlæg skal følge indretningsdirektivet. Det vil sige,

at der i forbindelse med planlægningen skal foretages zoneklassifikation, ligesom der skal anvendes EX-mærket udstyr i eksplosionsfarlige områder.

Ved ombygning af anlæg, ændring af funktion og kapacitet, ændringer af stoffer og håndtering er arbejdet omfattet af indretningsdirektivet.

Som virksomhed med eksplosionsfarlige områder kan det også være relevant at have beskrevet de ATEX-forhold som skal sikres, i udbudsmateriale eller ved indhentning af tilbud.

Hvis ikke leverandøren kan oplyse de nødvendige data for brændsel, kan det desuden være nødvendigt at få foretaget støvanalyser af det konkrete støv.

Ved nye anlæg eller områder med eksplosiv atmosfære skal eksplosionssikkerheden som helhed kontrolleres før ibrugtagning. Denne kontrol skal foretages af personer med den nødvendige kompetence på eksplosionssikringsområdet opnået ved erfaring eller faglig uddannelse.

3.2 Reparation/vedligeholdelse og mindre ændringer af eksisterende anlæg

For anlæg etableret før 2003 kræves ikke, at udstyr er ATEX-mærket, men at udstyret er sikkert at anvende. Så længe udstyret er vurderet sikkert i den pågældende zone, skal det ikke udskiftes.

Hvis virksomheden ud fra en risikovurdering af anlæg fra før 2003 når frem til, at anlægsdele er tilstrækkelig sikre, er det ved vedligeholdelse og reparation tilladt at udskifte med samme type og fabrikat fra samme leverandør, dvs. 1:1, da den mindste afvigelse kan have betydning for sikkerheden. Reglen for udskiftning af reservedele gælder også for EX-mærket materiel.

Hvis virksomheden ved risikovurdering ikke når frem til, at anlægget er tilstrækkeligt sikkert, skal der anvendes EX-mærket udstyr, som er beregnet til de zoner, som udstyret skal placeres i.

3.3 Zoneklassificering

Zoneklassificeringer bestemmes på baggrund af Beredskabsstyrelsens vejledning efter:

- udslipkilde (gas eller støv) og hvor den er
- udslipsgrad (hvor ofte og hvordan udslippet forekommer)
- ventilationsgrad (hvor effektivt og hurtigt ventilationen kan fjerne den eksplosive atmosfære)
- ventilationens tilgængelighed (hvor stor en del af tiden ventilationen forventes at være til stede)

Ved risiko for "eksplosive atmosfærer" skal anlægget eller lokalet zoneklassificeres (teksten i tabellen er forkortet):

Gasser og dampe	Støv	Beskrivelse
Zone 0	Zone 20	Eksplosiv atmosfære forekommer hele tiden eller ofte.
Zone 1	Zone 21	Eksplosiv atmosfære forekommer lejlighedsvis ved normal drift.
Zone 2	Zone 22	Eksplosiv atmosfære forekommer sjældent ved normal drift.

Zoneinddelingen gælder for normal drift, herunder opstart og nedlukning af anlæg.

I zone 2 og zone 22 regner man ikke med, at der forekommer eksplosiv atmosfære ved normal drift, men hvis det skulle ske, er det kun i korte perioder.

Det kan være forskelligt, hvilken strategi og metoder der anvendes til risiko-vurdering og zoneklassificeringen, bl.a. afhængig af de stoffer og arbejdsprocesser der arbejdes med samt risiko for eksplosion.

Afsnit	Anlægsdel / lokation	Zone	Sandsynlighed			Konsekvens			Risiko			Kommentar
			Personer	Anlæg	Personer	Anlæg	Sekundær	Personer	Anlæg	Sekundær		
2.1.2	Kulldeler B2	22	III	III	III	D	D	E	Zoneangivelsen knytter sig til situationen efter et udfald, samt situationen ved gennembrænding til kulstøen. Sekundær risiko knytter sig til sekundær eksplosion i kulstøen			
2.1.2	Kulnåle B2	20	III	IV	III	C	D	D	Sekundær risiko knytter sig til kompensatorer og PA-kanaler			
2.1.2	Kuldevarer B2	20	I	III	II	E	E	-	Sekundær eksplosion forårsaget af ovennævnte primære eksplosion			
2.8.1	Støvsuger anlæg Forskellige	22	II	II	II	E	E	-	Zoneangivelsen knytter sig til situationer hvor der støvsuges fint kulstøv i større mængder			
2.8.1	Slinger og rør	22	I	I	I	E	E	-	Zoneudstrækning 0,25 m fra sugespids, Ø 0,25 m			
2.2.1	F-gasstation B2	2	I	II	I	E	E	-	Zonen knytter sig til situationen ved flaskehals.			
2.2.1	Fløktabel slange v. brændler B2	2	I	I	I	E	E	-	Zonen knytter sig til situationen ved drift af brændere.			
2.2.1	Afbløsning over lag B2	2	I	I	I	E	E	-				

Tabellen viser eksempler på zoneklassificeringer for støv og gasser samt, hvordan der kan foretages risikovurdering ud fra sandsynlighed for eksplosion, konsekvens af eksplosion for personer og udstyr samt risikoniveau. Metoden er nærmere beskrevet i case 2.

For at gøre det mere håndgribeligt i forhold til zonebeskrivelserne, hvornår der er tale om de forskellige zoner, anvender nogle virksomheder følgende tidsintervaller med eksplosiv atmosfære:

- Zone 0 og 20: kontinuert eller mere end 1000 timer om året
- Zone 1 og 21: intermitterende mellem 10 og 1000 timer om året
- Zone 2 og 22: abnormt og da under 10 timer om året

Kilde til tidsinddelingerne: Electrical Apparatus and Hazardous Areas, Robin Garside, Hexagon Technology 4ed, ISBN 0951684833.

Ofte vil det være muligt at få områder ned i en mindre risikofyldt zone ved indførelse af forebyggende tiltag, hvorved den oprindelige zoneklassificering kan nedklassificeres. Se case 1.

Udover de nævnte zoner vil der være områder omkring eller ved et anlæg, der kan beskrives som værende ikke-klassificerede. Her er det vurderet, at der ikke er risiko for eksplosiv atmosfære.

Risikovurdering og zoneklassificering er beskrevet i case 2.

3.4 Valg af udstyrdele og placering

Områder, hvor der forekommer eksplosive gasser, dampe eller støv i luften, skal klassificeres i zoner. Mekanisk og elektrisk materiel skal installeres ud fra zoneklassifikationen. Tekniske hjælpemidler skal ikke zoneklassificeres, men de skal være egnede til brug i den eller de zoner, hvor de skal anvendes.

Udstyr til brug i eksplosive atmosfærer er inddelt i 3 forskellige kategorier (1, 2 og 3) :

- udstyr i kategori 1 må installeres i zone 0, 1 og 2 samt 20, 21 og 22
- udstyr i kategori 2 må installeres i zone 1 og 2 samt 21 og 22
- udstyr i kategori 3 må installeres i zone 2 og 22.

Det er vigtigt at vide, hvilken zone udstyret skal installeres i, når dette købes og installeres i forbindelse med reparation og vedligeholdelse. Det er virksomhedens ansvar at zoneklassificeringen er foretaget korrekt, mens leverandøren skal sørge for, at det materiel der anvendes svarer til det udstyr der må anvendes i den givne zoneklassifikation. I praksis er der ofte et samarbejde omkring dette, hvor også leverandørens erfaringer inddrages.

Hvis virksomheden skal installere nyt materiel og elektrisk udstyr inden for den eksplosionsfarlige zone, skal det være EX-mærket til brug i den aktuelle zone. Det betyder, at udstyret (f.eks. lysarmaturer, el-motorer og pumper) ikke virker som tændkilde, f.eks. ved at afgive gnister eller ved at blive meget varmt på overfladen. Hvis virksomheden ud fra en risikovurdering af eksisterende anlæg når frem til, at anlægsdele er tilstrækkelig sikre, må virksomheden ved vedligeholdelse og reparation udskifte med samme type og fabrikat fra samme leverandør.

Alle produkter produceret efter 30. juni 2003 skal være i overensstemmelse med indretningsdirektivets krav til produkter og materiel. Reglen for udskiftning af reservedele gælder også for EX-mærket materiel, 1:1, samme type og fabrikat, da den mindste afvigelse kan have betydning for sikkerheden.

Der er ikke krav om, at eksisterende elektriske eller mekaniske installationer, der var lovlige på udførelsestidspunktet, skal bringes i overensstemmelse med de nye ATEX-krav, så længe ATEX-APV'en ud fra en risikovurdering konkluderer, at sikkerheden er opretholdt med det eksisterende materiel. Regler for udførelse af elektriske installationer findes i DS/EN 60079-10 og DS/EN 61241-14 for henholdsvis eksplosionsfarlige områder med gas og støv. Disse standarder er supplement til stærkstrømsbekendtgørelsen.

Stærkstrømsbekendtgørelsen, afsnit 6 omhandler bl.a. valg af elektrisk udstyr i forskellige zoner, regler for beskyttelse mod farlige gnister, elektrisk beskyttelse mod overbelastning og adskillelse. I samme afsnit er regler for ledningssystemer og forskellige beskyttelsesmåder i de forskellige zoner.

Det betyder ofte, at virksomheden skal have bistand fra en kyndig leverandør eller installatør. En nemmere løsning er at placere udstyr og materiel (f.eks. elektriske styretavler eller kontrolalarmer for ventilation) uden for det eksplosionsfarlige område.

Måske kan virksomheden installere ventilation i området, således at dampe eller støv fjernes og det eksplosionsfarlige område kan gøres mindre. Så kan lysarmaturet eller styretavlen måske være et almindeligt armatur eller en almindelig styretavle, da de så er placeret uden for det eksplosionsfarlige område. Ventilation kan mindske udstrækningen af de eksplosionsfarlige områder.

Hvis risikoen for eksplosion herefter ikke er helt elimineret, så skal virksomheden sørge for, at skaderne som følge af en eksplosion er begrænset. Det kan være der skal etableres aflastningsåbninger til det fri, at et filteranlæg skal flyttes helt ud i det fri eller der skal etableres gnist-detektorer, der lynhurtigt starter en slukning med forstøvet vand eller slukningsmiddel i anlægget, så evt. gnister ikke kan virke som antændelseskilde.

3.5 Mærkning af mekanisk og elektrisk udstyr

Mærkningen af elektrisk eller mekanisk udstyr til eksplosive områder kan indeholde følgende mærkninger ud over leverandøroplysninger:

- temperaturklasse
- eksplosionsgruppe/materielgruppe
- beskyttelsesmåde
- mærkninger omkring eksplosionsbeskyttelse



Eksempel fra batterirum
 El-installationer er
 EX-mærkede og godkendt
 i materielkategori 2G (zone
 1-materiel).

1. eksempel på mærkning af egensikret udstyr: EEX d IIC T5

EEX: Betyder europæisk standardiseret og eksplosionsbeskyttet

d: Tryksikker indkapsling. Beskyttelsesmåde (o,p,q,d,e,ia,ib,m,n)

IIC: Eksplosionsgruppe efter gastype (eksplosionsfarlige gasser er inddelt i gruppe I, IIA, IIB eller IIC efter hvor let de er at antænde)

T5: temperaturklasse med en maks. Overfaldetemperatur på T5 = 100 °C.

Udstyr til brug i zone 1 eller 2.

Der er følgende temperaturklasser:

Temperaturklasse maks. overfladetemperatur på udstyr

Ved normal omgivelsestemp. på 40 °C

T1 450 °C

T2 300 °C

T3 200 °C

T4 135 °C

T5 100 °C

T6 85 °C

2. eksempel på mærkning:

CE  II 3 G

CE: europæisk CE mærkningsordning



: Symbol som viser at udstyret er EX-mærket

II: Materielgruppe 2

3: Kategori 3 udstyr dvs. der kun må anvendes i zone 2

G: Gas (G=gas eller D=dust)

3. eksempel på mærkning:

CE  II D EEX IP65 T2

Eksempel 3 er materiel med materialegruppe 2 til støv (D) og til anvendelse i zone 21 eller 22. Eksplosionssikret med tæthedsklasse IP65 til anvendelse op til 300 °C = T2 .

3.6 Tekniske tiltag til forebyggelse af eksplosioner

Hvis det viser sig, at der er eksplosionsfarlige områder på virksomhedens eksisterende anlæg eller ved ny-, og ombygninger, så skal eksplosioner og virkningerne heraf forebygges ved såvel administrative (undervisning, instruktioner m.v.) som tekniske løsninger.

For at forebygge eksplosioner er det nødvendigt at:

1. forhindre at der dannes eksplosive atmosfærer
2. undgå antændelse (fjern tændkilder)
3. begrænse virkningerne af en evt. eksplosion

Ofte er der behov for en mere detaljeret gennemgang og risikovurdering af mekaniske dele og eludstyr for at kunne afgøre, hvor der er tilstrækkelig sikring eller behov for ekstra sikring af udstyr.

Ved ny- og ombygninger er det ofte interne/eksterne projektgrupper, som står for planlægningen og zoneklassificeringen, evt. med hjælp fra erfarne medarbejdere eller sikkerhedsorganisationen til at udpege eksplosionsfarlige områder.

På eksisterende anlæg foretages denne gennemgang og zoneklassificeringen typisk af teknisk afdeling eller anlægs- og vedligeholdelsesafdelingen. Nogle virksomheder laver særlige skemaer til gennemgang af elektriske og mekaniske komponenter for at finde ud af, hvor der er behov for tiltag.



Billedet viser eksempel på eksplosionsafgrænsning og retningsbestemt aflastning med metalplader. I tilfælde af evt. eksplosion ved filteret oppe i venstre hjørne afskærmes mod de områder, hvor der kan opholde sig personer.

Tekniske løsninger kan f.eks. være:

- substitution (udskiftning) af brandfarlige stoffer, støv og arbejdsmetoder
- vedligeholdelse og udskiftning af ikke-sikkert udstyr med EX-sikkert udstyr
- overvågningsudstyr, f.eks. gas- og gnistdetektorer, termistorer, trykfølere
- gnistslukningsudstyr som f.eks. sprinkleranlæg eller vandkanoner
- brandalarmeringsanlæg, der detekterer en opstået brand og dermed risiko for eksplosion
- eksplosionshæmmende udstyr, der slukker eksplosion inden trykstigning forekommer
- ventilation og forceret udsugning ved eksplosiv atmosfære
- hyppig og sikker rengøring f.eks. med EX-støvsuger
- eksplosionsundertrykkelse – hurtigt reagerende slukningsmiddel, som aktiveres tidligt i et eksplosionsforløb og slukker denne
- isolation af eksplosionstryk med afspærringsspjæld, som hindrer at eksplosionstrykket forplanter sig i anlæg
- EX-mærket materiel og el, f.eks. lysarmaturer

- jording af anlæg, rør og anlægsdele for at undgå statisk elektricitet
- gnistfrit værktøj (zone 0 og let antændelige gasser) – f.eks. af kobber og bronze
- eksplosionsaflastning til det fri via vægge, lofter, ruder eller sprængdæksler/sprængplader på udstyr. Skal være EX-mærket
- inertisering (fjernelse af ilt) ved f.eks. indblæsning af nitrogen eller kuldioxid
- indkapsling og nedlukning af anlæg og strømkilder ved eksplosiv atmosfære, som sikrer at evt. eksplosion ikke spreder sig
- anvendelse af antistatiske sikkerhedssko og arbejdstøj
- lokaleindretning med f.eks. halvledende gulve for at forebygge statisk elektricitet
- metaldetektor og metalseparatorer kan være med til at forebygge eksplosioner.

Det er en god idé ved et projekt/forsøgs begyndelse at foretage risikovurdering i forhold til eksplosionsrisiko. Så det er vurderet, hvor der kan være risici og man kan finde ud af, hvordan de skal forebygges og hvilke forholdsregler der skal tages, f.eks. gnistsikring eller inertisering.

Hvis virksomheden vurderer, at der er eksplosionsrisiko i forbindelse med anvendelse af en væske/gas, så kan denne måske erstattes af en anden med et højere flammepunkt. Hvor det er teknisk muligt anvendes opløsningsmidler, der har et højere flammepunkt end 10 °C over væskens/omgivelsens temperatur. Hvor det ikke er muligt skal virksomheden sikre, at der altid er god ventilation.

Hvor det er muligt, skal virksomheden bruge mindre eksplosivt brændsel. Ofte kan støv, der er årsagen til at der dannes eksplosiv, atmosfære ikke substitueres, da det almindeligvis er selve det produkt der forarbejdes og anvendes til kraftvarme. Derfor må virksomheden tage andre forholdsregler, f.eks. ved at begrænse støvkoncentrationerne med hyppig sikker rengøring og ventilation.

3.7 Havari og eksplosioner

For at forebygge eksplosioner kan der etableres backupsystemer på f.eks. ventilation. Nedlukning af anlæg (fjernelse af tændkilder) og forceret udsugning (forøgelse af ventilationsgraden) kan fjerne en eksplosiv atmosfære på en sikker måde. Det kan også være vigtigt at have nødgeneratorer, som kan træde til ved evt. strømnedbrud.

Før et havareret anlæg startes op igen eller områder med farlig eksplosiv atmosfære tages i brug første gang, skal anlæggets eksplosionssikkerhed som helhed kontrolleres. Det skal foretages af personer med den fornødne erfaring eller faglige uddannelse.

Efter havari er det vigtigt at være sikker på, at den eksplosive atmosfære er fjernet.

Umiddelbart efter tilløb til eksplosion eller eksplosion bør der altid iværksættes en ulykkesanalyse med henblik på kortlægning og forebyggelse af lignende tilfælde.

3.8 Beredskabsplaner

Ved risiko for udslip af sundhedsskadelige stoffer, eksplosion, brand eller ulykker, skal der laves beredskabsplaner. Virksomheden skal sikre, at de medarbejdere, som er udpeget til iværksættelse af foranstaltninger ved eksplosioner, er tilstrækkeligt oplært og har den fornødne indsigt i forhold til havari og beredskab. Desuden skal medarbejdere underrettes om de foranstaltninger, der er truffet samt beredskabsplaner.

Der skal være akustisk eller visuel alarm, som kan advare medarbejdere og eks-

terne håndværkere inden eksplosiv atmosfære forekommer. Der skal være ophængt flugtvejsskilte og beredskabsplaner på de enkelte lokaliteter.

For de ansatte, som opholder sig i området eller som overvåger de anlæg, hvor der er eksplosion er det vigtigt at vide, hvad man skal gøre når uheldet er ude: hvordan man skal forholde sig ved forskellige alarmniveauer, kendskab til sikkerhedsforanstaltninger/nødberedskab, begrænsning af skader på personer og udstyr samt hvornår og hvem der f.eks. skal kontakte brandvæsnet i tilfælde af eksplosion eller havari.

Det er vigtigt at flugtveje til stadighed er ryddede og der er de nødvendige og vedligeholdte flugtfaciliteter.

Beredskabsplaner skal hele tiden være ajourførte. Der kan være behov for ændringer, hvis en ulykkesanalyse viser, at beredskabet ikke fungerer tilfredsstillende eller der forekommer ændringer i forhold til kontaktoplysninger for de beredskabsansvarlige.

For at være sikker på at beredskabet til stadighed fungerer tilfredsstillende bør det periodisk afprøves, f.eks. en gang om året.

4. Overvejelser før gennemførelse af ATEX-APV



Virksomheden skal overveje, hvordan arbejdet skal organiseres og hvem der skal være ansvarlig for efterfølgende gennemførelse af tiltag og den løbende ajourføring af arbejdet.

Hvordan inddrages sikkerhedsorganisationen? Er der f.eks. noget af arbejdet som kan udføres af sikkerhedsorganisationen og noget af arbejdet som bedre kan udføres af virksomhedens tekniske personale?

Hvilken metode skal bruges ved risikovurdering? I Vejledning fra KUF (Kraftværkernes Udviklingsforum) er beskrevet en metode, som bygger på estimering af sandsynligheden og konsekvensen for opbygning af eksplosiv atmosfære ved inddeling i 5 niveauer.

En ATEX-APV (eksplosionssikringsdokument) kan være mere eller mindre detaljeret og teknisk beskrevet. Dokumentet må ikke blive uoverskueligt og utilgængeligt for dem der skal læse det og kunne forholde sig til det. Det kan være hensigtsmæssigt fra start at afklare behov for oversigter/tegninger, hvilke formater og detaljeringsniveau de skal tegnes i og hvilke ressourcer der er behov for til dette. Desuden hvordan erfaringer med zoneklassificering og praktiske tiltag spredes i virksomheden.

Ressourceforbrug til udarbejdelse af ATEX-APV er bl.a. afhængig af organiseringen, virksomhedens størrelse, virksomhedens anlæg og udstyr samt hvad virksomheden selv kan klare og hvad der skal ekspert til at hjælpe med.

Der skal tages stilling til, hvordan og i hvad medarbejderne og fremmede håndværkere skal instrueres, og hvilke skriftlige instrukser/procedurer der er behov for. Det er vigtigt, at medarbejdernes og de fremmede håndværkeres viden hele tiden er ajourført og at også nye medarbejdere får den nødvendige viden.

Prisen for at overholde ATEX-reglerne afhænger af "hvor godt man er med" på teknik-siden og om virksomheden har brug for hjælp. Måske mangler virksomheden at installere EX-mærkede lysarmaturer eller et separat ventilationsanlæg, der fjerner de eksplosionsfarlige dampe eller støv. EX-mærket materiel er en del dyrere end andet materiel. Så der kan være overvejelser omkring nedklassificering eller forebyggelse af eksplosiv atmosfære.

Hvis der er tale om et ældre anlæg eller mindre ombygninger, så kan det være, at det overholder reglerne fra stærkstrømsbekendtgørelsen om elektrisk materiel til brug i eksplosionsfarlige områder (derfor skal virksomheden stadig udarbejde en ATEX-APV). Når der er tale om ældre ikke-elektrisk udstyr, så skal det vur-

deres for tændkilder, og denne vurdering skal godtgøre, at udstyret er forsvarligt at bruge i den aktuelle situation.

Hvis virksomheden skal til at bygge nyt eller lave større ombygninger af anlæg, så skal udstyr og anlæg (både elektrisk og ikke-elektrisk) opfylde de nye ATEX-regler.

Måske er der brug for en ekspert til at hjælpe med kortlægning og vurdering af eksplosionsrisici og udarbejdelse af ATEX-APV'en i øvrigt. De fleste autoriserede arbejdsmiljørådgivere eller større rådgivningsvirksomheder har sådanne eksperter. Konsulenter fra andre lande kan have en anden tradition for risikovurdering og har måske ikke altid tilstrækkeligt kendskab til danske regler.

Ved at bruge en ekspert slipper virksomheden ikke for selv at bruge tid på ATEX-APV'en. Eksperten kan undersøge procesanlæg, transportbånd, ovne, siloer, filtre osv., herunder også foretage evt. målinger og zoneklassificere. Men det er virksomhedens ledelse og ansatte, der ved hvordan dagligdagen forløber, hvordan arbejdet udføres, hvornår der sker uheld, hvornår og hvor tit der er problemer eller unormal drift osv. – alt sammen elementer, der er vigtige for at vurdere eksplosionsrisikoen.

4.1 Gennemførelse af ATEX-APV

Arbejdet kan gribes an på følgende måde:

1. Afklarende gennemgang
2. Nærmere undersøgelse og vurdering af stoffer og materialer og anlæg/processer
3. Foreløbig zoneklassificering, foreløbig ATEX-APV
4. Handlungsplan:
 - Tekniske foranstaltninger
 - Administrative foranstaltninger
5. Endelig ATEX-APV (eksplosionssikringsdokument)
6. Opfølgning på handlingsplan

1. Afklarende gennemgang

Her noteres alle de relevante stoffer og materialer, anlæg og processer. Gennemgangen skal vise, om der er behov for at udarbejde en ATEX-vurdering.

2. Nærmere undersøgelse og vurdering

Her undersøges, beskrives og vurderes stoffer og materialer, herunder også støvets egenskaber, de forskellige anlæg og processer – processernes varighed og omfang, rengørings-, reparations- og servicearbejde, ventilationsanlæg og punktudsugninger, kontrolanordninger til ventilationsanlægget, mulige tændkilder af enhver art.

Arbejdstilsynet har udarbejdet omfattende check-skemaer til at foretage en sådan vurdering.

3. Foreløbig zoneklassificering, foreløbig ATEX-APV

Undersøgelsen kan resultere i en foreløbig zoneklassificering. At den er foreløbig hænger sammen med, at der kan være nogle helt oplagte forhold der kan forbedres, inden den endelige zoneklassificering er på plads.

Hvis handlingsplanen er omfattende, og løsningerne ikke kan gennemføres fra den ene dag til den anden, så skal virksomheden udarbejde en foreløbig ATEX-APV, som placeres på arbejdsstedet eller ved anlægget. ATEX-APV'en kan ikke afvente, at virksomheden får ført handlingsplanen ud i livet.

4. Handlungsplan

Gennemgangen, beskrivelsen og vurderingen resulterer sædvanligvis i, at der er et større eller mindre antal opgaver der skal løses – altså opgaver der skal være med til at mindske risikoen for eksplosioner.

Derfor skal der laves en handlingsplan: Alle opgaver skrives ned i et skema, og det noteres hvem der skal sørge for at hver opgave bliver løst, hvornår dette skal ske og hvornår der skal følges op.

Måske skal ventilationsanlægget ændres eller flyttes, måske skal en maskine "jordes" for at undgå statisk elektricitet eller der skal sættes nye eksplosionssikre lamper op – alt sammen tiltag der skal mindske risikoen for eksplosion. I mange tilfælde vil disse forbedringer resultere i en mildere zoneklassificering og dermed også i mindre strenge krav til grej og materiel og de ansattes måde at udføre arbejdet på.

Det er vigtigt at virksomheden behandler sådanne "tekniske foranstaltninger" i den rigtige rækkefølge: først begrænse udslip af gasser og støv, dernæst fjerne eventuelle tændkilder og til sidst begrænse skaderne, hvis der alligevel er risiko for eksplosion.

Endelig vil handlingsplanen måske også indeholde opgaver om manglende skiltning, instruktion af medarbejdere, udarbejdelse af skriftlige instruktioner osv. – altså "administrative foranstaltninger".

5. Endelig ATEX-APV (eksplosionssikringsdokument)

Når handlingsplanen er gennemført, og de tekniske og administrative foranstaltninger til forebyggelse af eksplosioner er på plads, kan den endelige zoneklassificering foretages. Hvis virksomheden eller anlægget er omfattet af "reglerne om brandfarlige virksomheder", så skal brandvæsenet (redningsberedskabet) godkende zoneklassificeringen.

Der udarbejdes skitser over den aktuelle hal eller det aktuelle anlæg eller område. Skitsen skal bruges i den endelige ATEX-APV (eksplosionssikringsdokumentet). Dokumentet skal være klar inden anlægget tages i brug.

6. Opfølgning på Handlingsplan

Det er vigtigt, at der følges systematisk op på handlingsplanen og de planlagte tiltag, således at ATEX-APV hele tiden er ajourført. Det gælder også de nødvendige instruktioner og uddannelser, således at egne medarbejdere og eksterne hele tiden ved, hvordan de skal agere ved en evt. eksplosion.

4.2 ATEX på kraftvarmeværker

Ekspllosioner kan forekomme på kraftvarmeværker, dog mere og mere sjældent på varmeværker i Danmark, efterhånden som sikkerhedssystemerne på disse er blevet udbygget. Hvis der forekommer eksplosioner på danske kraftværker er det mest normalt med mindre gasekspllosioner, typisk ved unormale driftssituationer og typisk, hvor der ikke er mennesker i nærheden eller tæt på. Når eksplosioner forekommer, kan det få store konsekvenser for både mennesker og udstyr.

På affaldsforbrændingsanlæg kan der f.eks. være eksplosive materialer i affaldet, som, når det indfyres i ovnen, giver anledning til eksplosion, eller der kan være mindre utætheder på anlæg, som giver anledning til dannelse af mindre områder med lokal eksplosiv atmosfære, der under uheldige omstændigheder kan antændes.

Støvekspllosioner kan også i sjældne tilfælde forekomme på varmeværker, f.eks. i forbindelse med transport og håndtering af organisk brændsel som f.eks. kul, halm, flis, træpiller eller andre typer biobrændsel, typisk når der er meget fint støv i luften eller som følge af ulmebrand på varme overflader.

Generelt er risikoen for eksplosiv atmosfære større for træpiller end for f.eks. kul, da træpillerne har lavere tørhedsgrad og lavere tændenergi end kul.

Den minimale tændenergi er for følgende brændselstyper:

- træstøv 15-20 mJ
- halmstøv 20-50 mJ
- indonesisk kulstøv 50-100 mJ
- polsk kulstøv 100-200 mJ



Transport af kul på transportbånd kan, hvis det indeholder tilstrækkeligt med støv, give anledning til dannelse af eksplosiv støvatmosfære

Jo lavere tændenergi desto lavere energimængde skal der til f.eks. ved en gnist at antænde brændslet i luften. Som det ses for kul kan der være stor variation inden for samme brændselstype, hvorfor den minimale tændenergi bestemmes i det konkrete tilfælde for den konkrete brændselstype. Den aktuelle fugtighed, temperatur og støvstørrelse kan ændre den minimale tændenergi.

Der kan typisk være behov for tiltag eller særlig opmærksomhed ved:

- utætheder på anlæg med gas- eller støvudslip som følge
- transport af brændsel på transportbånd eller i anlæg
- opbevaring af brændsel
- findeling af brændsel f.eks. ved møller
- utilsigtet indføring af eksplosivt affald i ovn
- fyldning af siloer med brændbart materiale
- tildeler/kulstøvrør
- filtre med fint støv
- batterirum
- overtryks- og sikkerhedsventiler
- (benzin)tankanlæg

For at forebygge eksplosioner generelt er det først og fremmest vigtigt at sørge for god instruktion af de ansatte og fremmede håndværkere. Desuden at denne instruktion løbende ajourføres og fornyes i forhold til ændrede arbejdsforhold.

Det kan også være en god idé ved et projekt/forsøgs start at lave risikovurdering i forhold til eksplosionsrisiko, så virksomheden har overvejet, hvor der kan være risici og kan etablere forebyggelse og forholdsregler som f.eks. gnistsikring eller inertisering.

Udarbejdelse af en ATEX-APV på varmeværker sætter fokus på eksplosionsrisiko og at få gennemgået, om arbejdsgange og indretning er tilstrækkeligt eksplosions sikret, samt at medarbejderne har den nødvendige instruktion.

Se case 2 fra Nordjyllandsværket.



5. Eksplosionsdata og risikovurdering

Når virksomheden skal vurdere, om der er behov for tiltag for at forebygge en eksplosion, kan det være relevant at se på forskellige eksplosionsdata for gasser og støv.

5.1 Gasser, væsker og tåger

Eksempler på potentielt eksplosionsfarlige gasser: Brint, bioethanol, naturgas, benzindampe.

I et lukket system vil der indstille sig en ligevægt mellem stoffet i gasfase og i væskefase. I et åbent system vil væsken efterhånden overgå til gasfase. Generelt anses tåger af væsker som mindst lige så eksplosionsfarlige som væskens dampe.

Ud over mængden og udbredelsen af eksplosiv atmosfære kan der f.eks. også bruges følgende parametre til vurdering af eksplosionsrisiko:

Flammepunkt (°C): Den laveste temperatur, hvor det er muligt at antænde dampene fra en væske. Hvis væskens flammepunkt er over 30 °C og væsketemperaturen er 10 °C lavere end flammepunktet, anses væsken ikke for eksplosionsfarlig. Hvis brændbare væsker kommer på aerosolform f.eks. ved forstøvning, kan de godt eksplodere ved værdier under flammepunktet.

Relative massefylde (i forhold til luft): Kan vise om gasser og dampe er tunge eller lettere end luft og derved søger opad eller nedad.

Damptryk (bar): Siger noget om stoffets evne til at gå fra væske til dampform og er derfor indirekte et mål for eksplosionsfaren.

5.2 Støv

Eksplosionsfarligt støv kan komme fra træ, træpiller, halm og kul.

Ud over kornstørrelsesfordeling og fugtigheden i støvet er der følgende parametre til at vurdere eksplosionsrisikoen:

Glimtemperatur (°C): Den temperatur der får et 5 mm støvlag til at bryde i brand. Antændelsestemperaturen falder drastisk, hvis lagtykkelsen øges.

Antændelsestemperatur: Den laveste temperatur for en varm overflade (bestemt under faste testbetingelser), hvor der sker antændelse af et brændbart stof eller blandinger af luft-gas, damp-luft eller støv-luft. Overfladetemperaturen f.eks. på en varm pumpe må ikke overskride 2/3 af antændelsestemperaturen.

Tændenergi (mJ): Den minimale energi der skal til at antænde en eksplosiv atmosfære. Den aktuelle fugtighed, temperatur og støvstørrelse kan ændre den minimale tændenergi.

Nedre eksplosionsgrænse: Den mindste støvkonzentration i luften for at støvet kan eksplodere. Afhængig af støvtype ligger den nedre eksplosionsgrænse typisk i området 10 – 100 mg/m³.

Kst (bar m/s): Mål for trykstigningshastigheden. Benyttes kun i forbindelse med støv. Desto større Kst værdi desto kraftigere eksplosion.

Henvisninger

1. Arbejdstilsynets bekendtgørelse om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære

2. Arbejdstilsynets bekendtgørelse om indretning af tekniske hjælpemidler til anvendelse i eksplosionsfarlig atmosfære
3. Indenrigs- og Sundhedsministeriets bekendtgørelse om klassifikation af eksplosionsfarlige områder
4. Boligministeriets bekendtgørelse om elektrisk materiel og elektriske sikringssystemer til anvendelse i eksplosionsfarlig atmosfære
5. At-vejledning C.0.9 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære
6. At-vejledning C.0.6 om arbejde med brandfarlige væsker
7. ATEX-vejledning, KUF Kraftværkernes Udviklingsforum, maj 2004
8. Tekniske forskrifter for brandfarlige væsker
9. Beredskabsstyrelsens vejledning om klassifikation af eksplosionsfarlige områder
10. Dansk Brand- og Sikringsteknisk Instituts brandteknisk vejledning 19 om eksplosionsfarlige områder
11. Dansk Brand- og Sikringsteknisk Instituts brandteknisk vejledning 10 om varmt arbejde – brandsikringsforanstaltninger, planlægning og gennemførelse
12. Dansk Brand- og Sikringsteknisk Instituts brandteknisk vejledning 21 om anvendelse af motorredskaber – herunder truck i erhvervsvirksomheder
13. Klassning av explosionsfarliga områden. Områden med explosiv gasatmosfär. SEK Handbok 426, utgåva 3 (Svenska Elektriska Kommissionen, september 2004).
14. DS/EN 61241-14:2005 Elektrisk materiel til brug i områder med brændbart støv. Udvælgelse og installation
15. DS/EN 61241-17:2005 Elektrisk materiel til brug i områder med brændbart støv. Inspektion og vedligeholdelse af elektriske anlæg i støvfarlige områder
16. DS/EN 61241-19:2005 Elektrisk materiel til brug i områder med brændbart støv. Reparation af eksplosionssikret elektrisk udstyr
17. DS/EN 60079-10:2003 Elektrisk materiel for eksplosive gasatmosfærer, Del 10: Klassifikation af farlige områder
18. DS/EN 61241-10:2004 Elektriske apparater til brug i områder med brændbart støv - Del 10: Klassifikation af områder, hvor brændbart støv er eller kan være til stede
19. Electrical Apparatus and Hazardous Areas, Robin Garside, Hexagon Technology 4ed, ISBN 0951684833

Arbejdstilsynets bekendtgørelser og vejledninger se www.at.dk. Yderligere erfaringer med ATEX kan også findes på www.i-bar.dk. Beredskabsstyrelsens regler se www.brs.dk. Alt andet lovstof kan findes på www.retsinfo.dk.

Data for støvs eksplosionsfarlige egenskaber kan bl.a. findes på www.hvbg.de/d/bia/fac/expl

Case 1: ATEX Vurdering i lagerrum af aktivt kul (HOK) til dioxinfilter



Nederste del af anlægget er vist på billedet. Ovenover er der en lagringssilo med aktivt kul (hvide dele af anlæg) og ved siden af denne en med kalk (røde dele af anlæg). På billedet ses nederste del af transportsystemet, det var herfra, at kulstøvet kom ud på gulvet.

I et lagerrum på Vestforbrænding anvendes aktivt kul, som opbevares her indtil det i et lukket system transporteres videre og anvendes i et dioxinfilter. Det er oplyst, at der aldrig har været eksplosion i forbindelse med anvendelse af det aktive kul.

I forbindelse med transport af det aktive kul var anlægget ikke mekanisk stabilt og mindre mængder aktivt kul kom gentagne gange ud af anlægget. Da det mekaniske problem ikke umiddelbart var let at løse, tilkaldte virksomheden et norsk rådgivningsfirma med henblik på at vurdere eksplosionsrisiko og vurdere om der var grundlag for at zoneklassificere som EX-zone.

Der var det problem, at udstyret var placeret i et rum, hvor der var gennemgang, og derfor var der mulighed for at kulstøvet kunne blive ophvirvlet i luften.

Kulstøvet blev også undersøgt nærmere:

Støvprøve	MIE (Joule)	MIT (°C)	Maksimalt eksplosionstryk (bar)	KST-værdi (bar x m/s)
HOK	200 - 500	560	7,6	96

MIE: Antændelsesenergi – den energi der skal til at antænde det aktive støv i luften f.eks. fra gnister fra elektriske dele eller statisk elektricitet

MIT: Laveste temperatur på en varm overflade f.eks. en varm pumpe eller elektrisk udstyr, som kan antænde en sky af støvet i luften

KST: Maksimal trykstigningshastighed

På baggrund af værdierne fra støvprøven var man bl.a. interesseret i at finde ud af, hvor varme overflader skulle være for at kunne antænde en eksplosiv atmosfære. Det viste sig, at der kun kunne opstå overfladetemperaturer i lagerrummet som var mindre end 2/3 af de 560 °C, og på den baggrund vurderede det norske firma, at det ikke var kritisk i forhold til antændelse ved varme overflader.

Desuden fandt man frem til via leverandøren, at der skulle en koncentration i luften af det aktive kul på 60 – 100 g/m³ for at det vil kunne eksplodere.

Ved ATEX-gennemgangen blev der observeret et tyndt støvlag på gulvet samt noget støv på andre flader under og i nærheden af siloerne. Det norske firma fandt frem til, at eksplosiv atmosfære vil kunne opstå i forbindelse med ophvirvling af støv, f.eks. når der var ophobet tilstrækkeligt støv på overflader og en eller flere døre blev åbnet til rummet og der derved forekommer træk. Eller ved evt. sjældne forekommende lækager fra siloer med aktiv kul ovenover. Desuden vurderede man, at fordi det var et lagringsområde med få manuelle arbejdsop-

gaver, ville sandsynligheden for at der var personer til stede ved en eventuel eksplosion være meget lille.

På baggrund af støvprøven og ATEX-gennemgangen vurderede det norske firma, at man skulle zoneklassificere lagerområdet som Zone 22 (eksplosiv atmosfære som følge af støv, som forekommer sjældent ved normal drift).

Vestforbrænding igangsatte straks en kontinuert og grundig rengøring af alle overflader i rummet til et niveau, hvor sandsynligheden for, at der under normal drift vil kunne opstå eksplosiv atmosfære var ubetydelig. Som en ekstra sikkerhedsforanstaltning blev der desuden opsat instruktion med henblik på at undgå evt. tændkilder.

Det norske firma vurderede herefter, at rengøringen bliver udført på en sådan måde, at støvlaget bliver holdt på så lavt et niveau at sandsynligheden for, at der under normal drift kan opstå en eksplosiv atmosfære, er ubetydelig. Konklusionen var herefter, at det ikke var nødvendigt, at Vestforbrænding skulle zoneklassificere lagerrummet som EX-zone.

Som det ses ud fra instruktionen, er der ikke kun tænkt på eksplosionsfare, men også på øvrige arbejdsmiljø og miljøforhold



Billedet viser den skriftlige instruktion, som Vestforbrænding har udarbejdet til dem der skal arbejde i lagerrummet med HOK. Instruktionen er ophængt i lagerrummet.

Ovenstående case viser, at det er muligt i nogle tilfælde at undgå zoneklassificering med støv, hvis det er muligt via grundig rengøring og instruktion af medarbejdere at holde støvlaget på så lavt et niveau, at sandsynligheden for, at der kan opstå en eksplosiv atmosfære, er ubetydelig. Det er selvfølgelig kun under forudsætning af, at man ud fra en konkret vurdering af arbejdet vurderer, at det foregår sikkert.

Case 2: Risikovurdering og ATEX-APV

Vattenfall Nordjyllandsværket tog i 2005 fat på at vurdere risikoen for eksplosive atmosfærer, så man kunne være klar med den særlige vurdering (ATEX-APV) inden fristens udløb juni 2006.

Arbejdet startede i Elsam- og Energi E2 regi før svenske Vattenfall overtog værkerne. Det var således de fleste danske værker, der var sammen om opgaven, hvorved der var mulighed for god og konstruktiv erfaringsudveksling. Et norsk



konsulentfirma med ekspertise i vurdering af eksplosionsrisici i procesindustrien blev hyret til bl.a. at opstille og vurdere forskellige scenarier på kulfyrede værker, gasfyrede værker osv. På den måde kunne vurderingerne på de enkelte værker holdes op imod et "standardværk" og de enkelte værker kunne diskutere indbyrdes om de konkrete vurderinger på netop deres værk. Der blev også indsamlet en masse oplysninger om tidligere hændelser på egne værker og hændelser beskrevet i litteraturen.

Værkerne har undervejs haft diskussioner med Arbejdstilsynet og Sikringsstyrelsen om konkrete forhold, og for Vattenfall Nordjyllandsværkets vedkommende er vurderingerne sendt til det lokale beredskabscenter i Aalborg, som ikke har haft kommentarer. Maskinmester i driftssupport Søren Jørgensen har stået for vurderingerne og udfærdigelse af rapport på Vattenfall Nordjyllandsværket.

Rapporten har efterfølgende været behandlet i sikkerhedsudvalget, som via sikkerhedsorganisationen har sat de foranstaltninger i gang, som ud fra rapporten blev anset for nødvendige for at mindske risikoen for eksplosive atmosfærer og eksplosioner. I øvrigt er rapporten tilgængelig på intranettet, hvilket kan nås via et stort antal pc'er placeret rundt omkring over hele værket.

På et stort kraftværk som Vattenfall Nordjyllandsværket fyres der med kul, og det er vel at mærke med kul i en fint formalet form, der blæses ind i kedlen med stor kraft. Dvs. at der er tale om fint støv, og når der er fint brændbart støv, er der også en mulig risiko for eksplosiv atmosfære. Kul er dog blot et af de stoffer, der kan give anledning til eksplosiv atmosfære.

Vattenfall Nordjyllandsværket har vurderet, at der er 9 områder som hører ind under reglerne om den særlige vurdering (ATEX-APV):

- håndtering af kul (fra kulmøller til indfyring i kedler)
- F-Gas (til tænding af kul)
- diverse gaslagre
- brint til køling af generatorer (brintflaske-batterier)
- batterirum (dannelse af brint ved opladning)
- ammoniak anlæg
- benzinanlæg
- olieanlæg (ved forvarmer til brænder)
- støvsugeranlæg til rengøring for bl.a. kulstøv

Metode til risikovurdering

For at få et bedre grundlag for at vurdere de forskellige anlæg og hvor det har været nødvendigt at sætte ind med tekniske og administrative foranstaltninger, har Vattenfall arbejdet med risiko på flere niveauer. Ikke kun risikoen (sandsynlighed) for eksplosiv atmosfære (sådan som det umiddelbart er krævet i lovgivningen) men også risikoen for tændkilder. For selv om der er risiko for eksplosiv atmosfære, er det ikke sikkert, at der sker en eksplosion. Det afhænger af, om der er en tændkilde til stede – vel og mærke en tændkilde, der kan antænde den eksplosive atmosfære.

Ved både at vurdere risikoen for eksplosiv atmosfære og risikoen for en tændkilde, der kan starte eksplosionen, kan man få et bud på risikoen for eksplosion. F.eks. er risikoen (sandsynlighed) forsøgt kvantificeret i fem niveauer som i tabellen nedenfor.

Sandsynlighedsniveau (eksplosiv atmosfære, tændkilder)	Beskrivelse	Beskrivelse (eksplosion)
I	Meget usandsynlig	I
II	Usandsynlig	II
III	Lidt sandsynlig	III
IV	Sandsynlig	IV
V	Meget sandsynlig	V

Sandsynligheden for en eksplosion afhænger af sandsynligheden for, at en eksplosiv atmosfære og en tændkilde opstår samtidig. Den laveste sandsynlighed benyttes som basis for vurderingen af den totale sandsynlighed – altså sandsynligheden for at der sker en eksplosion.

Niveau I svarer til mindre end én hændelse pr. 10.000 år mens niveau V svarer til mere end én hændelse pr. år.

Samtidig er der foretaget en vurdering af konsekvenserne af en evt. eksplosion. Konsekvenserne vurderes både i forhold til personskaade og materielle skader. På den måde fås et godt overblik over, i hvilken rækkefølge evt. forbedrende tiltag skal iværksættes.

Tabellen nedenfor viser således den ”risiko-matrix”, som Vattenfall Nordjyllandsværket bruger til vurdering af ”alvorligheden” af de beskrevne hændelser. Risikoniveauet angives med bogstaverne A til E, og de røde, gule og grønne felter indikerer acceptkriterierne for, om der SKAL, BØR eller KAN iværksættes forebyggende foranstaltninger. At der SKAL iværksættes forebyggende foranstaltninger kan altså bero på, at hændelsen (eksplosionen) er ret sandsynlig, eller at konsekvenserne er store (enten alvorlig personskaade eller alvorlig eller omfattende materiel skade) – eller begge dele.

Konsekvens	V	C	B	A	A	A
	IV	D	C	B	A	A
	III	E	D	C	B	A
	II	E	E	D	C	B
	I	E	E	E	D	C
Sandsynlighed	I	II	III	IV	V	

Foruden dette værktøj er der naturligvis foretaget en traditionel zoneklassificering af alle de områder og anlæg, hvor der er risiko for eksplosiv atmosfære.

Alt dette indledende arbejde er beskrevet i et indledende kapitel i den rapport, der samlet set udgør risikovurderingen af Vattenfall Nordjyllandsværket.

Som udgang på det indledende kapitel er anført en række generelle tiltag, der hører ind under det der i bekendtgørelsen om arbejde i eksplosiv atmosfære kaldes administrative foranstaltninger:

- zoneangivelse markeres ved skiltning
- forbudsskilte mod brug af åben ild og tobaksrygning
- faste rengøringsrutiner
- vedligeholdelse af anlæg udføres af velkvalificeret mandskab
- sikkerhedsprocedure og kontrol skærpes over for egne og fremmede montører, der skal arbejde i eller i nærheden af anlæg, der er i drift og placeret i zoneklassificerede områder
- systematisk inspektion af anlæg, der vil afdække skader og slitage på et tidligt tidspunkt

Eksplisionsgrænser

Eksplisionsgrænserne for nogle af de gasser, der enten forefindes på flasker og tanke eller som dannes undervejs, er vist i tabellen.

STOF	Nedre eksplosionsgrænse	Antændelsestemperatur
Gas (F-gas)	1,5 vol%	365° C
Ammoniak	15,5 vol%	630° C
Kulilte	12,5 vol%	605° C
Brint	4 vol%	560° C

Eksplisionsgrænserne for kulstøv afhænger af, hvilken type kul der er tale om

og hvor fint kulstøvet er. Værdierne i litteraturen fortæller, at nedre eksplosionsgrænse (LEL) er ca. 40 - 60 g/m³, mens øvre eksplosionsgrænse (UEL) er ca. 2000 - 3000 g/m³.

Tabellen viser, at der er stor forskel på eksplosionsgrænser og antændelsestemperaturer. Fx skal der kun 1,5 vol% F-gas i luften til at danne en eksplosiv blanding – og denne blanding kan tændes uden videre (uden gnister eller anden tændkilde) ved at blandingen opvarmes til 365° C, mens der skal være over 15 vol% ammoniak i luften før blandingen er eksplosiv. Og hvis denne blanding skal tændes af høj temperatur, skal temperaturen være over 600° C.

Kul og kulmøller

Kul er brændbart. Kul i sig selv kan ikke eksplodere, men fint kulstøv kan eksplodere. Herudover indeholder kullene en række flygtige bestanddele, som er brandbare – og derfor også eksplosionsfarlige. Det drejer sig bl.a. om kulilte og brint.

Vattenfall har gennemgået hele anlægget fra kulpladsen til kulsiloerne. Det er fra kulsiloerne at kullet ledes ned gennem kultildelerne og til kulmøllerne.

Det er vurderet, at der ikke dannes farlige eksplosive atmosfærer fra kulpladsen til kulsiloerne. Dels fordi der ikke dannes fint støv i mængder over eksplosionsgrænsen, og dels fordi der ikke dannes store mængder kulilte og andre brændbare gasser under oplagring/transport. Der er enten god naturlig udluftning eller der er mekanisk ventilation.

Udpluk af Vattenfall Nordjyllandsværkets risikovurdering af kulmøllerne:

Dannelse af eksplosiv atmosfære samt tilstedeværelsen af tændkilder.

Fra kultildeleren falder kullet direkte ned i kulmøllen. Kulmøllen tilføres udover kul også primærluft (op til 300° C) for tørring/opvarmning af kullet før indfyring. Drifttemperaturen på kulstøvet der forlader kulmøllen er ca. 90° C. Når kullet er formalet blæses det af primærluften forbi den faste sigte, ud af kulmøllen til tvangsfordeleren og videre i 4 kulstøvrør til de respektive brændere. Der er ingen afspærring mellem kultildeleren og kulmøllen, dog er der afspærring mellem kulmølle og brænder.

Risikoreducerende tiltag der er iværksat:

Under opvarmning af kulmøllen inden start er primærlufttilførslen reduceret til max. 160° C.

Inertisering af kulmøllen (damp) sker automatisk ved kulstøvtemperatur efter for-deler >150° C, samt ved nødudkobling af kulmøllen.

Overvågning af min. primærluftmængde, trykforhold over kulmølle, trykforhold ved spærreluft, max. temperatur efter sigte, valselejetemperatur. Nødstop er placeret lokalt ved kulmøllen.

Driftsinstruktion om støvsugning af malebord efter udfald, såfremt at genstart/ventilering af kulmøllen ikke sker inden for 4 timer.

Eksplosiv atmosfære

Ved formalings- og tørringsprocessen i kulmøllen, hvor partikelstørrelsen er 63 µm og mindre, dannes der en eksplosiv atmosfære, der strækker sig fra kulmøllen og frem til brænderne.

Potentielle tændkilder omfatter:

- Primærekspllosion i kultildeler.
- Glødende kul opstået under malebord eller i udkasterkasser (genstart efter nødudkobling).
- Glødende kul der kommer ned fra tildeleren.
- Mekanisk genererede gnister.
- Selvantændelse af kul/fremmedlegemer forårsaget af varme overflader i kulmøllen.

Zoneklassificering, risikoanalyse (sandsynlighed, konsekvens) og sekundære hændelser

Sandsynlighed for:

- Primærekspllosion i kultildeler er behandlet
- At der opstår/finde glødende kul under malebord efter et udfald er sandsynligt. Dette kan give anledning til eksplosion i forbindelse med genstart af kulmøllen.
- At der kommer glødende kul fra tildeleren er mindre sandsynligt. Selv om dette har været tilfældet under normal drift, har det ikke resulteret i kulmølleeksplosioner, sandsynligvis grundet våde kul.
- At mekaniske gnister kan antænde kulstøvet
Kulstøvets laveste tændenergi ved rumtemperatur er højere end energiindholdet i de mekaniske gnister og disse vil næppe kunne antænde kulstøvet.
Tændenergien for støvskyer bliver mindre med stigende temperatur. Det kan derfor ikke udelukkes, at mekanisk genererede gnister kan antænde kulstøv ved højere temperaturer.
der er eksempler på at endog relativt store fremmedlegemer er blevet trukket fra malebordet rundt i kulmøllen (med voldsom gnistdannelse til følge) uden at det har ført til nogen hændelser af eksplosiv karakter.
- At fremmedlegemer og mekaniske skader (opstået i forbindelse med kulmøllens bevægelige dele) vil kunne danne varme overflader, som kan antænde kul/andet brændbart, er muligt.

Tilførslen af primærluft samt den roterende bevægelse i kulmøllen frembringer en betydelig turbulens i kulmøllerne. Dette sammenholdt med kullet relativt korte opholdstid og den udviklede vanddamp som følge af opvarmningen (bevirker markant øgning af tændenergien) er antagelig årsagen til, at sandsynligheden for antændelse er lav. Under start og stop af kulmøllerne vil denne risiko imidlertid øges.

Zalosh (1987) har i en publikation studeret 26 brande og eksplosioner knyttet til kulstøv i løbet af en 10 års periode. For kuglemøller af typen "ball tube mill" og "bowl mill" er følgende hændelser registreret:

Frekvensen af hændelser kan ikke bestemmes på grundlag af disse værdier, men der henvises til en betydeligt større database fremstillet af Riley Stoker, som viser følgende frekvenser for eksplosioner og brande i de to mølletyper:

Ovennævnte publikationer kan bruges som vejledning, men må betragtes som konservative ud fra det faktum, at de er baseret på hændelser, der for enkeltes vedkommende er over 100 år gamle.

Der er i Danmark ikke fyldestgørende dokumentation af hændelser med kulstøvsekspllosioner, men der er i nyere tid ikke registreret hændelser med kulstøvsekspllosioner i Danmark.

Konsekvenser

De svageste komponenter i kulfyrringsystemet mellem kulsilo og kedel antages at være nedennævnte komponenter. De vil sandsynligvis gå i stykker i den nævnte i rækkefølge:

1. kompensatorbælge
2. primærluftkanaler
3. kultildeleren
4. kulmølle
5. kulstøvrør

Eksplosionstrykket vil være lavere end det teoretiske, da iltindholdet i luften som følge af temperaturen i kulmøllen er lavere (det lavere iltindhold i kulmøllen fremkommer dels ved at luften er varmere og dermed har lavere massefylde, dels

ved at det indeholdte vand i kullene fordampes. Sidstnævnte kan alene reducere iltindholdet med 3%).

En kulmølleeksplosion vil i værste tilfælde ødelægge kulmøllen og sende flammer og løse genstande rundt i rummet til fare for personer.

Hvorvidt en eksplosion forplanter sig til kulstøvrørene og videre frem til brænderne afhænger, af støvkonzentrationen i rørene. Kulstøvrørene er udført i kraftigt stål og dermed ikke umiddelbart det svageste punkt omkring kulmøllen. Svækelse af rørene på grund af slitage gør, at det ikke kan udelukkes, at rørene kan gå i stykker ved en eksplosion i kulmøllen. Fragmenter og stikflammer vil i værste fald blive sendt ud i rummet til fare for personel og udstyr.

For at køre fuldlast (på rent kul) skal blok 2 bruge alle 4 kultildelere/-møller. Blokken vil være begrænset heri i en periode ved en eksplosion.

Sekundære eksplosioner/hændelser

Ved en eksplosion i en kulmølle vil der kunne ske følgende sekundære eksplosioner:

- Eksplosionstrykket kan forplante sig ned gennem malebordet og ind i primærluftkanalen, hvor det kan forårsage skade på såvel luftkanaler som på primærluftblæserne.
- Eksplosionen kan forplante sig tilbage til kultildelerne og videre ind i kulsiloen, hvis denne er næsten tom.

Det forudsættes at rengøringen omkring kulmøllerne holdes på et højt niveau, således at der ikke akkumuleres støv nok til at danne en eksplosiv blanding ved ophvirvling.

Risikovurdering

ID	Anlægsdel/lokation	Zoner	Sand-synlighed	Konsekvens		Risiko			Kommentar
				Personer	Anlæg	Personer	Anlæg	Sekundær	
	Kulmølle	20	II	IV	III	C	D	D	Sekundær risiko knytter sig til kompensatorer og PA-kanaler
	Kulmølle	20	I	III	II	E	E		Sekundær eksplosion forårsaget af ovennævnte primære eksplosion

Tabel: Risikomatrix Kulmølle og kulstøvrør NJV Blok 2

Risikoreducerende tiltag

Følgende risikoreducerende tiltag bør iværksættes:

- Gode rengøringsrutiner i området omkring kulmøllerne.
- Gode rutiner i forbindelse med start og stop af kulmøllerne (f.eks. med inertisering eller akustisk og visuel advarsel). Særlig opmærksomhed ved start efter udfald.
- Visuel og akustisk advarsel i området ved udfald, kunne være samme alarm som ovenfor.

Etablering af ovennævnte tiltag vil reducere personkonsekvensen til III og dermed personrisikoen til D.

Følgende risikoreducerende tiltag kan iværksættes (angivet i vilkårlig rækkefølge):

- Der monteres en eller flere detektorer i kultildelerne for at detektere eventuelle glødebrande, før de transporteres ind i kulmøllerne. Ved detektering kan glødebrande slukkes automatisk eller anlægget kan stoppes og glødebranden fjernes manuelt.
- Systematisk inspektion af kulmøllerne vil afdække skader og slitage på et tidligt tidspunkt. Gode tilsynsrutiner for båndmagneter i kultransport. Derved reduceres sandsynligheden for, at tændkilder som følge af varme overflader opstår.
- Kulmøllesystemet kan udstyres med en form for trykaflastning, således at trykket fra en primærekspllosion aflastes kontrolleret. Trykaflastninger, der skal føres til det fri over en strækning på >5 m, skal være relativt store for at kompensere for tryktab. (De relativt lave designtryk på anlægsdelene gør at kulmølle og kultildeler skal have hver sin trykaflastning).
- Montering af udstyr til detektering af glødebrand i udkasterkasser.
- Rutiner for tykkelsesmålinger af kulstøvrør på udsatte steder.
- Flow-code af rør for at sikre mod utilsigtet støvudslip ved adskillelse/beskadigelse.
- Sikring af tilstrækkelig tilførsel af damp til inertisering (forsøg viser at underinertisering kan føre til mere eksplosive betingelser i møllen).
- Hvis det ikke umiddelbart lader sig gøre at iværksætte nogle af de ovenfor nævnte tiltag, bør det vurderes, om der skal installeres udstyr der reducerer konsekvensen af en eksplosion i kulmøllen.

Kultypen som anvendes i anlægget udgør en væsentlig faktor, som påvirker risikoen for eksplosioner. Det anbefales derfor, at såfremt der anvendes nye kultyper eller såfremt de eksisterende kultyper ændrer karakter, bør der udføres test af eksplosionsegenskaberne samt udføres særskilt risikovurdering. Ovennævnte særskilte vurdering bør udføres så tidligt som overhovedet muligt, således at eventuelle efterfølgende sikkerhedstiltag iværksættes, inden kullet anvendes.

Anvendelse af celleduser mellem kultildeler og kulmølle samt mellem kulsilo og kultildeler er en løsning, der tjener som adskillelse mellem de enkelte hovedkomponenter og for visse udgaver af celleduser tillige som eksplosionsbarrierer. Implementering af denne løsning i eksisterende anlæg vurderes at være forbundet med så stort praktisk og økonomisk omfang, at det i praksis er urealistisk.

Røggassens lave iltindhold gør den egnet til inertisering af kulmøllen. Som for celleduser gælder også her, at implementeringen vil være forbundet med stort praktisk og økonomisk omfang. I tilknytning hertil vil der også være problematikker omkring korrosion og aske, som der skal tages højde for.



NEDERST

Kultildeleren transporterer kullet fra kulsiloen til kulmøllen, og kullet findes her ikke som fint kulstøv. Det vurderes, at der ikke er risiko for eksplosiv atmosfære i kultildeleren, men at der ved eksplosion i kulmøllen kan ske en sekundær eksplosion i tildeleren.

NEDERST

I de viste fire kulmøller er der risiko for eksplosiv atmosfære. Der er dog ikke i nyere tid erfaring med eksplosioner i kulmøllerne på Vattenfall Nordjyllandsværket, og foruden de tekniske og administrative foranstaltninger, der allerede er iværksat, er det foreslået at iværksætte flere administrative foranstaltninger med henblik på at mindske risikoen for eksplosiv atmosfære og eksplosion. Det drejer sig bl.a. om rengøring omkring og i kulmøllerne samt mere sikre rutiner i forbindelse med start og stop af møllerne (se teksten).





ØVERST

Kullet er først eksplosionsfarligt når det har passeret møllerne. Kullet indeholder dog flygtige stoffer, herunder kulilte og brint, og der er derfor naturlig eller mekanisk ventilation i transportsystemerne fra kulpladsen til kulsiloerne, således at eksplosiv atmosfære undgås.

NEDERST TV

Batterirummene på Vattenfall Nordjyllandsværket er udstyret med EX-mærket el-materiel, og der er EX-skilt samt forbudsskilte på dørene.

NEDERST TH

Reglerne siger, at hvor man sammenkobler trykflasker med fx acetylen eller brint, er der en mulig risiko for dannelse af eksplosiv atmosfære pga. samlinger, flanger mv. Derfor har man på Vattenfall Nordjyllandsværket også udarbejdet en risikovurdering af rummet med brint-batterier (brint anvendes til køling af generatorerne).





CO-industri

Vester Søgade 12², 1790 København V.
Tlf.: 3363 8000 - E-mail: miljoe@co-industri.dk
www.co-industri.dk



Dansk Industri

H. C. Andersens Boulevard 18, 1787 København V.
Tlf.: 3377 3377 - E-mail: di@di.dk
www.di.dk



Lederne

Vermlandsgade 65, 2300 København S.
Tlf.: 3283 3283 - E-mail: lh@lederne.dk
www.lederne.dk

