



KØBENHAVNS KOMMUNE
Teknik- og Miljøforvaltningen
Miljøkontrollen

NOTAT

Notat om Kødbyens Maskincentral, sikkerhedsafstande for ammoniakkeanlægget

13. september 2006

Journalnr.
000085-421809

/HHA

Miljøkontrollen har revurderet afstands- og sikkerhedsforholdene for ammoniakkeanlægget tilhørende Kødbyens Maskincentral på adressen Ingerslevsgade 56 på baggrund af de foreliggende oplysninger, senest som ved besigtigelser den 23. august og 11. september 2006.

Der er i 2003-04 foretaget forskellige ændringer og forbedringer af anlægget således, at sikkerhedsafstanden i 2005 kunne sættes til 200 m fra selve maskinhallen i bygning 27, hvor afstanden hidtil var 300 m. Der blev i 2005 indført en ekstra sikkerhedsafstand på 150 m fra bygning 56-57. Disse afstande revurderes med dette notat. Det konkluderes, at de nævnte afstande kan reduceres henholdsvis sløjfes som følger med de anførte foranstaltninger:

Det vurderes i dette notat, at sikkerhedsafstandene kan reduceres væsentligt som følger:

- Hvis kondensatorerne på taget af maskinhallen forsynes med hurtigtlukkeventiler på rørforbindelserne, kan sikkerhedsafstanden reduceres fra 200 m til 100 m.
- Hvis kondensatorerne ombygges til sekundært kredsløb fx med glykol, kan sikkerhedsafstanden omkring maskinhallen på 200 m ophæves.
- Revurderingen har vist, at sikkerhedsafstanden ved udendørs rør ved bygning 56-57 kan nedsættes fra 150 m til 25 m, dog bør alle udendørs rørstrækninger omgives af denne sikkerhedsafstand.
- Revurderingen har vist, at der kan opnås forbedret nytte af overvågning og sprinkling i rørtunnelejerne, hvis der suppleres med ekstra ammoniakdetektorer. I så fald kan der stadig forekomme farlige koncentrationer nær nødventilationen fra rørtunnelejerne 4 steder i den Hvide Kødby. Men en sikkerhedsafstand på 25 m findes tilstrækkelig.

De revurderede sikkerhedsafstande dækker dele af den Hvide Kødby, men ingen naboarealer med beboelse. Sikkerhedsafstandene rækker dog ind over Ingerslevsgade og DSB's arealer, specielt Dybbølsbro station.

Et eventuelt uheld vil ikke medføre akut fare for dødsfald eller varig personskade i de nævnte afstande eller længere væk. Et uheld vil dog kunne medføre midlertidig personskade og/eller betydelige genevirk-

Miljøkontrollen

Kalvebod Brygge 45
Postboks 259
1502 København V

Telefon
33 66 58 00

Telefax
33 66 71 33

EAN-nr.
5798009595959

P nr. 1.003.252.395

E-mail
miljoe@tmf.kk.dk

.. . . .

ninger. Under normal drift vil anlægget ikke medføre miljømæssige genevirkninger ud over ufarlig lugt i sjældne tilfælde samt støj.

Til slut gives nogle anbefalinger for sikkerhedsforhold i Kødbyen, såfremt området åbnes for offentligheden.

Sikkerhedsvurdering

Den følgende sikkerhedsvurdering af anlægget bygger på de ændringer og forbedringer, der er foretaget i 2004, samt Miljøkontrollens efterfølgende besigtigelser af ammoniakkeleeanlægget. Som støtte for vurderingen anvendes Cowi's rapport af maj 2003, som er udført for Kultur- og Fritidsforvaltningen, som ejer Kødbyens Maskincentral. Anlægsændringerne er beskrevet i samme rapport.

Hermed erstattes Miljøkontrollens tidligere vurdering i form af notat af 15. november 2002, som er bilag til Miljøkontrollens påbud af 21. marts 2003, samt notat af 10. maj 2005.

Som resultat af vurderingen findes den sikkerhedsafstand, inden for hvilken der ikke bør etableres boliger eller lignende følsom arealanvendelse. Afstanden er hidtil fastsat til 300 m, og som det fremgår af det følgende vurderer Miljøkontrollen, at sikkerhedsafstanden på det nuværende grundlag kan reduceres.

Maskincentralen har i 2004 etableret et varslingsystem. Dette øger sikkerheden i området i tilfælde af, at et uheld skulle indtræffe. Varslingssystemet har dog ikke direkte betydning for fastlæggelse af sikkerhedsafstanden, men kan bidrage til, at folk i området kan undgå skader og gener.

Anlægsoversigt

Som baggrund for vurderingen følger her en status for anlæggets opbygning med vægt på de forbedringer, der er opnået i 2004.

Selve maskincentralen rummer kompressorer samt en såkaldt receiver-tank (6 m³) og en separatortank. Disse anlægsdele findes indendørs i maskinhallen (bygning 27). På maskinhallens tag findes der kølekondensatorer.

Under den Hvide Kødby findes der rørtunneler, hvori der er ammoniakrør til og fra brugerne. Fra tunnelerne er der nødventilation til det fri flere steder (ved bygning 1, 12, 17 og 27).

Foruden rørene i rørtunnelerne er der visse steder forsyningsrør oppe i det fri (bl.a. bygning 56 og 57). I bygning 17 findes der en særskilt pumpeseparatortank

Køleanlæggets virkemåde er, at flydende ammoniak anvendes som kølemedium hos lejerne i Købbyen. Flydende ammoniak føres fra receiveertanken gennem rørtunnelerne til en køleflade, fx i et frostlager. Her fordamper ammoniak i kølefladen fx ved -33 °C, idet ammoniak optager varme ("afgiver kulde"). Dampformig ammoniak føres tilbage til pumpe-separatoren (der fungerer som dråbeudskiller) og videre til kompressorerne. Fra kompressorerne går der varm ammoniakgas under tryk til kondensatorerne. Her køles gassen, hvorved den kondenserer. Den væskeformige ammoniak samles nu i receiveertanken, inden den igen går ud til brugerne.

Hele anlæggets fyldning med ammoniak er i dag 12½ tons imod 15 tons i 2002 og 22 tons tidligere (sml. risikobekendtgørelsens grænse på 50 tons som definition af en risikovirksomhed, som forventes ned-sat til 5 tons).

Sikkerhedsforanstaltninger

Rørforbindelserne til receiveertanken er blevet forsynet med hurtiglukkeventiler (ca. ½ m fra tanken), så et rørbrud i systemet ikke fører til, at receiveertankens indhold (max. 3 tons flydende ammoniak). Ventilerne aktiveres enten af usædvanligt stort væskeflow eller af signal fra ammoniakdetektorer.

Rørforbindelser til kondensatorerne er tilsvarende blevet forsynet med hurtiglukkeventiler, så der ikke fra maskinhallens tag (i det fri) sker udslip af væskeformig ammoniak fra receiveertanken eller gasformig ammoniak fra kompressorerne. Ventilerne er placeret i maskinhallen nær receiver henholdsvis kompressorer.

Rørtunnelerne er blevet forsynet med sprinkleranlæg, sådan at ammoniakudslip via nødventilationerne fra et rørbrud reduceres væsentligt. Vand har en stor kapacitet til at opløse ammoniak. Skulle et rørbrud forekomme, vil sprinkleranlæggene give anledning til, at der samles ammoniakvand på gulvet i rørtunnelerne.

Receiveertankens konstruktion gør, at et brud ikke vurderes at kunne forekomme med nogen sandsynlighed af betydning. Receiveertankens tilstand og vedligeholdelse skal passes nøje for at undgå tæring og brud. Dette er i øvrigt tilfældet for hele anlægget og indgår i maskin-centralens program.

Det bemærkes, at sprinkling af receiveertanken ikke er praktisabel. I tilfælde af et tankbrud, der som nævnt er meget usandsynligt, ville en sprinkling blot øge ammoniakfordampningen. Der skulle i givet fald anvendes meget store vandmængder på én gang for at absorbere ammoniakken.

Ved bygning 56 og 57 er udvendige rørføringer flyttet bort fra Slagtehusgade og om til Staldgade længere borte fra Øksnehallen. Væskerør lukkes af med en hurtiglukkeventil styret af en væskeflowmåler.

Som nævnt er hele anlæggets fyldning med ammoniak blevet reduceret væsentligt i de senere år. Dette er sket ved, at mange af brugerne forsynes med kulde med glykol som sekundært kølemedium, og der er etableret et antal varmevekslere i rørtunnelerne for veksling mellem ammoniak og glykol.

Generelt om beregninger og vurderinger

Generelt forventes det, at der ved brud på et væskerør eller en væskefyldt beholder vil ske en hurtig fordampning (afkogning) af ca. 16 % af ammoniakken, hvorved den resterende væske køles ned til et kogepunkt på -33 °C. Desuden regnes der med, at der rives dråber med under en hurtig afkogning i lignende mængde. Ved et brud vil der således dannes en kold sky af ammoniakdamp på omkring 32 % af væskemængden. Skyen vil være meget kold og dermed tungere end luft. Den resterende væskemængde på omkring 68 % vil typisk blive tilbage i en pøl og afdampe roligt, afhængigt pøls varmeoptag fra gulv etc.

Beregning af spredning og koncentrationer af ammoniak fra et brud er vanskelig, og der anvendes tilnærmede metoder. Miljøkontrollen anvender efter omstændighederne to metoder, der begge må betegnes som forsimplede. Normalt anvendes en model for spredning af røgfaner efter en Gauss-funktion med Pasquill-Gifford spredningsparametre, som afhænger af de meteorologiske forhold. Denne model kan anvendes for både gasskyer ("puff") og for kontinuerlig fordampning fra en pøl. For en gassky kan der alternativt anvendes en kasse-model.

To forhold gør det særlig kompliceret at beregne spredning og koncentrationer: 1) Ammoniakskyer er tungere end luft og har derfor tendens til at krybe langs jorden. 2) Der er komplicerede bygningsforhold, hvorimod gauss-modellen er udviklet for et åbent og fladt terræn.

For at tage sådanne forhold med i betragtning har Cowi anvendt en model "Heavy Puff". Alternativt kunne der anvendes en fluid dynamisk beregning.

Under alle omstændigheder må der påregnes en væsentlig metodeusikkerhed på måske 2-3 gange.

Til vurdering af de beregnede ammoniakkoncentrationer er der fra forskellig side udmeldt grænseværdier. Der findes ikke i Danmark nogen generelt fastlagte grænseværdier. Kriteriet er i alle tilfælde, at død

eller alvorlig varig skade ikke må forekomme, og der skal tages højde for, at nogle persongrupper er mere udsat end andre: Små børn er særligt følsomme og har en relativt høj ventilationsrate. Også ældre og syge kan være særligt følsomme.

Miljøkontrollen har ved flere lejligheder anvendt en grænseværdi på 1.230 mg/m^3 for en påvirkning i 5 minutter. Dette svarer til en grænseværdi på 830 mg/m^3 ved 10 minutters påvirkning eller 355 mg/m^3 ved 30 minutters påvirkning.

Cowi har i 2003 anvendt en model, der kombinerer koncentration og varighed ved hjælp af den såkaldte probitfunktion med data fra HSE (Health Safety Executive i England). I praksis svarer dette til højere grænseværdier end anvendt af Miljøkontrollen.

Der findes flere andre bud på relevante grænseværdier, herunder også på højere niveau end anvendt af Miljøkontrollen. Det er dog almindeligt erkendt, at koncentrationer på over 2.500 ppm (1.725 mg/m^3) kan være akut farlige (livstruende), og at koncentrationer på 1.000 ppm (710 mg/m^3) anses for uudholdelige.

Det skal derfor understreges, at de anvendte grænseværdier er relateret til dødsfald, men at der kan optræde alvorlige, midlertidige skader eller stærke ulemper ved lavere koncentrationer, dvs. uden for de beregnede sikkerhedszoner.

Ammoniakudslip

De nævnte foranstaltninger har reduceret de mulige ammoniakudslip i væsentligt omfang. Der regnes med følgende hændelser:

- Brud af kondensator over tag
- Brud af pumpeseparator i maskinhallen
- Brud af væske- eller gasrør i maskinhallen
- Brud af væskerør i tunneler
- Brud af udendørs rør ved bygning 56
- Brud af pumpeseparator i bygning 17

For hver hændelse opgøres ammoniakudslippets omfang, koncentrationer i omgivelserne og den dermed forbundne personfare.

Brud af kondensator over tag

I hver kondensator er der ca. 200 kg flydende ammoniak under ca. 10 bar tryk. Kondensatorerne er forbundet med receiveertanken via væskerør med diameter 8 cm og med kompressorerne via gasrør med diameter 15 cm.

Med de nyetablerede kontraventiler vil der i værste fald kunne ske et brud på en kondensator med et udslip på 260 kg flydende ammoniak (idet selve væskerøret fra receiveren vil nå at tømmes, inden ventilen lukker). Der kan beregnes en hurtig fordampning på 83 kg, dog vil hele mængden på 260 kg ammoniak antagelig fordampe hurtigt, idet væsken vil spredes på den store tagflade.

De 260 kg ammoniak antages her at fordampe i takt med udslipshastigheden fra et rørbrud, der er bedømt til ca. 20 kg/sek. (Cowi). Varigheden er da 13 sek. Ammoniakken vil da danne en kold sky og flyde ned i læsiden af bygningen.

Der regnes med en vindhastighed på 2 m/sek. Skyens volumen neden for maskinhallen bedømmes her til $34 \times 8 \times 26 \times 2 \text{ m}^3 = 14.144 \text{ m}^3$. Dette giver en koncentration på 18.400 mg/m^3 . Skyen flytter sig med vinden og blandes samtidig op med omgivende luft, hvorved der beregnes følgende koncentrationer:

50 m	7.400 mg/m ³
100 m	3.600 mg/m ³
150 m	2.100 mg/m ³
200 m	1.300 mg/m ³

Det vurderes, at der i 200 m afstand ikke vil forekomme akut farlige koncentrationer. Det bemærkes, at en ammoniaksky i denne afstand vil drive forbi hurtigt, inden for ét minut, idet skyens udstrækning vil være nær 100 m, og vindhastigheden regnes at være 2 m/sek.

I tilfælde af vindstille vil der ligge en hvid og kold sky omkring anlægget, og lugten og synet vil få folk til at holde sig væk. Skyen vil kunne brede sig ud over Ingerslevsgade og ned over baneterrænet. Den nordøstlige ende af perronen på Dybbølsbro station befinder sig ca. 40 m fra maskinhallen, og nedgangen til perronen befinder sig ca. 280 m fra maskinhallen.

Revurdering, flere hurtiglukkeventiler ved kondensatorerne:

Denne uheldssituation vurderes nærmere som følger, da der findes en betydelig mængde vand i kondensatorerne, og der kan etableres hurtiglukkeventiler på rørene ved kondensatorerne.

Ved brud i selve kondensatoren kan udstrømmende ammoniak komme i direkte kontakt med de 5-8 m³ vand, der cirkulerer i køletårnene. Hele ammoniakmængden på 200 kg vil let kunne opløses i 2 m³ vand, som hurtigt kan være til rådighed.

Sker et kondensatorbrud et sted, hvor der ikke er direkte kontakt med vand, vil indsugning med køletårnenes ventilatorer medføre en væ-

sentlig absorption af ammoniak, dog i et ikke definerbart omfang. Ventilationen vil have effekt både over for ammoniak, der flasher af, og ammoniak, der fordampes fra maskinhallens tag. Endnu en mekanisme til at begrænse afdampning fra udstømmende ammoniak er, at væskeformig ammoniak kan løbe til regnvandsafløb på taget.

I bedste fald vil der ikke forekomme større ammoniakudslip ved et kondensatorbrud; men det afgørende er, at der i værste fald kan være et udslip af en væsentlig del af de 200 kg i en kondensator: Skønmæssigt kan der udslippe halvdelen, dvs. 32 kg som flash-sky og 68 kg af den resterende ammoniak. Der regnes fortsat med hurtig fordamning af den resterende ammoniak, fx en varm sommerdag med stærk sol på det sorte tag. Der regnes derfor med et hurtigt samlet udslip på 100 kg ammoniak som det bedste skøn.

Ammoniakmængden i til- og afgangsrørene er ikke medregnet, idet det forudsættes, at disse sektioneres fra ved hjælp af hurtiglukkeventiler på rør umiddelbart ved kondensatorerne. Det længste rør indeholder ca. 73 kg ammoniak (diameter 80 mm, længde 30,8 m). Et rørbrud vil føre til hurtig lukning, og udslippet skønnes maksimalt at udgøre 12 kg (16 % flash). Dette viser, at hurtiglukkeventiler vil kunne gavne.

Med de ovenstående beregningsmekanisme vil et udslip på 100 kg fra en kondensator føre til følgende koncentrationer:

I hvirvelfeltet nær bygningen: ca. 7.000 mg/m³

I afstanden	50 m:	ca. 2.800 mg/m ³
-	100 m:	ca. 1.400 mg/m ³
-	150 m:	ca. 800 mg/m ³

Dermed forventes der ikke akut farlige koncentrationer i 100 m afstand.

En 100 m sikkerhedszone vil dække de omkringliggende bygninger i den Hvide Kødby, en strækning af Ingerslevsgade samt dele af Dybølsbro station.

Brud af pumpeseparator i maskinhallen

Pumpeseparatoren har normalt en lav temperatur (-13 °C), da der her opsamles dråber fra returføring af ammoniakgas fra kølefladerne hos brugerne. Der er maksimalt et væskeindhold på 3.650 kg. Grundet den lave temperatur vil der ved et brud ikke fordampe 16 %, men blot 6,4 %. Dette svarer til 200 kg plus ekstra 200 kg fra medrivning af dråber.

Den resterende væske (3.250 kg) vil samles under tanken, som er placeret for enden af rørtunnelen i bunden af kælderen.

De 400 kg ammoniakgas fylder ca. 500 m³, hvilket skal ses i forhold til volumen af maskinhallen, som er 5.700 m³. Der sker en hurtig trykforøgelse i hallen ved fordampningen, dog vil vinduerne næppe springe. Ammoniakgassen vil formentlig presse ren luft ud af vinduerne, som normalt står åbne øverst i maskinhallen, og der vil i første omgang ikke ske et udslip til det fri. Efter kort tid vil koncentrationen i maskinhallen være ca. 70 g/m³, og ammoniakdetektorer vil sørge for, at al ventilation til det fri afbrydes.

Der vil herefter ske en langsom, passiv ventilation af bygningen til det fri, formentlig med en ventilationsrate på ½ gang i timen. Dette svarer til ca. 3,3 kg pr. minut eller 56 g pr. sek. (200 kg pr. time).

På grund af pølfordampning vil koncentrationen i hallen gradvis øges, og den ventilerede mængde vil øges tilsvarende. Samtidig vil sprinkling i tunnelen sætte i gang ved de to nødventilationer ved bygning 01. Sprinklervand vil dels opløse ammoniak og derved mindske fordampningen, og dels vil sprinklervand medføre en øget fordampning (pga. vandets varmeindhold i forhold til den kolde ammoniakvæske). Sidstnævnte effekt vil formentlig dominere i den første tid efter et totalt tankbrud.

I den første periode efter et tankbrud vil den ventilerede ammoniakmængde give en udendørs koncentration omkring maskinhallen på 56 g/sek. / (34 m x 16 m x 2 m/sek.) = 51 mg/m³. Dette er ufarligt, også selv om koncentrationen vil stige gradvis. Men der består en opgave i at tømme kælder og tunnel for ammoniak.

Brud af væske- eller gasrør i maskinhallen

Brud på et væskerør fra kondensatorer til receiver vil medføre, at ventilerne lukker i begge ender af røret. Der vil ske udslip af størrelsen 20 kg, hvilket sammenlignet med brud på separatortanken kun vil give lave udendørs koncentrationer af ammoniak. I maskinhallen vil 20 kg ammoniak give en koncentration på 3.500 mg/m³.

Brud af væskerør i tunneler

Ringledningen for flydende ammoniak i tunnelerne er ca. 600 m lang og med diameter 6,5 cm. For hver 150 m er der en sektioneringsventil, som udløses i tilfælde af, at ammoniakdetektorer måler over 5.000 ppm. I tilfælde af et rørbrud vil der strømme væske ud (under 10 bar tryk og ca. 11 °C) med en hastighed af 20 kg/sek. Heraf vil der straks afdampe 13,5 %, og der regnes med yderligere 13,5 % medrevne dråber, dvs. at der hurtigt fordamper 5,4 kg/sek.

Cowi har vurderet, at der kan gå op til 1 minut, til de pågældende sektioneringsventiler lukker, idet der går en vis tid, til ammoniakken har bredt sig til nærmeste detektor. Samtidig vil der også være afsugning fra tunnelen med en rate på 4.000 m³/h, hvorefter nødafsugning aktiveres med dobbelt hastighed. Miljøkontrollen har dog aftalt med Maskincentralen, at ventilationen til det fri afbrydes ved aktivering af ammoniakdetektorer.

Med den etablerede løsning med vandspray i tilfælde af rørbrud i tunnelerne har Cowi vurderet, at der opnås $\frac{1}{4}$ absorption af udsluppet ammoniak. Vandspray aktiveres af de ammoniakdetektorer, som for nylig er placeret nær nødafsugningerne.

På et minut kan der således strømme 1200 kg ammoniak ud fra et rørbrud, hvoraf flash-fordampning vil udgøre 324 kg. Denne mængde fylder ca. 400 m³, hvilket svarer til volumen af ca. 50 m rørtunnel. I værste fald vil ventilationen på et minut give 67 m³ ren ammoniakgas eller ca. 54 kg ammoniak ud gennem ventilationen, indtil denne stoppes.

I så fald kunne man forvente, at der kan optræde farlige koncentrationer i op til 50 m afstand.

Miljøkontrollen har i september 2006 nærmere vurderet placeringen af ammoniakdetektorer og forløbet af en brudhændelse:

Ved de to nødventilationer nærmest maskinhallen findes der en detektor ved ventilatoren og to detektorer 8 m herfra, til hver sin side. Ventilationen afbrydes, hvis 2 ud af de 3 detektorer måler over 5.000 ppm. Miljøkontrollen vurderer, at detektorerne er placeret optimalt med hensyn til at overvåge udslip til det fri. I tilfælde af et rørbrud vil detektorerne effektivt sørge for, at ventilationen afbrydes, inden der er strømmet større mængder ammoniak til det fri. Der vil kunne ske en passiv udstrømning af ammoniak i mindre omfang, da der vil opstå et vist overtryk i tunnelen ved et rørbrud. En del af overtrykket vil finde vej ud af ventilationskanalen; men den største del vil brede sig ud i tunnelerne. Umiddelbart ved ventilationsafkastene kan der forventes farlige koncentrationer.

De to nødventilatorer ved den nordlige ende af Flasketorvet er placeret i sidetunneler 8 henholdsvis 20 m fra hovedtunnelen. Der findes detektorer her samt i hovedtunnelerne 7 til 11 m fra sidetunnelerne. I tilfælde af et rørbrud i en sidetunnel kan ventilationen ikke påregnes at blive afbrudt, da der kun aktiveres én af de tre detektorer. Det samme gælder, hvis et rørbrud sker på hovedledningen nær sidetunnelen. Det anbefales at supplere systemet med en detektor lige ved afgreningen af

de to sidetunneler, så der bliver optimal mulighed for at aktivere to detektorer ved et rørbrud.

Med disse simple tiltag vil der opnås bedst mulig nytte af detektorer og sprinkling. Der må dog forventes farlige koncentrationer omkring alle 4 ventilationsafkast i kort tid. Dette kan ikke beregnes, men en sikkerhedsafstand på 25 m vurderes at være tilstrækkelig.

Brud af udendørs rør ved bygning 56-57

Rørene er flyttet længere mod sydvest, dvs. længere fra øvrige dele af den Brune Kødby, og der er etableret en flowstyret ventil på fremløbsrøret for væskeformig ammoniak. Flowstyringen begrænser ammoniakforsyningen til 1,5 kg/sek. I tilfælde af et rørbrud vil flowet stige, og ventilen vil lukke. Fra fordampersiden vil en termoventil hindre, at der strømmer væsentlige mængder ud.

Cowi har i 2003 beregnet, at der tidligere kunne forekomme farlige koncentrationer i op til 33 m afstand ved et flow på 2,2 kg/sek. Denne risiko er nu bortfaldet.

Rørforbindelserne løber fra tunnelen og langs facader og tag af bygning 14, bygning 54 og bygning 56-57. Rørstrækningen indeholder en væsentlig ammoniakmængde, som trods hurtiglukkeventil kortvarigt kan give farlige koncentrationer ved brudstedet. Det anbefales at opretholde en 25 m sikkerhedsafstand fra hele rørstrækningen.

Brud af pumpeseparator i bygning 17

Ifølge Cowis rapport af maj 2003 er separatortankens volumen 4 m³, og fyldningen er ca. 500 kg. Temperaturen er -15 °C. Den største mængde ammoniak, der kan undslippe i bygning 17, er ifølge Cowi ca. 1.000 kg inden for ca. 10 sek. Heraf vil der hurtigt fordampe 6 %, og der vil medrives dråber af samme omfang. Dermed vil der hurtigt fordampe ca. 120 kg. Dette vil ikke medføre trykstigning i rummet, som har rumfanget 2000 m³, fordi temperaturen vil falde.

Efter et brud vil der således være en koncentration på 60 g/m³ i rummet. Koncentrationen vil stige pga. fordampning af en pøl på 880 kg på gulvet i rummet, så koncentrationen ifølge Cowi stiger til ca. 100 g/m³ efter ca. 10 minutter.

Bygning 17 med det pågældende anlæg ligger mellem Staldgade og Slagtehusgade og er af betydelig udstrækning (80 x 80 m). Separator-tanken findes på 1. sal i en del af bygningen, der udgør en langsgående hal (SØ-NV) i 5-8 m højde. Der findes små vinduer og en døråbning mod NØ, og der findes en dobbeltdør mod NV i den ende af hal-

len, der er længst fra tanken. Nær tanken er der via trappeskakt åben forbindelse med rørtunneleterne.

Passiv ventilation vil kunne ske i et omfang, der formentlig er lavere end $\frac{1}{2}$ gang i timen. Regnes der alligevel med denne ventilationsrate, fås et udslip fra bygning 17 på $100 \text{ kg/h} = 1,67 \text{ kg/min.} = 27,8 \text{ g/sek.}$

Bygningsdimensionerne ved anlægget giver anledning til en initial spredning, som afhænger af vindretningen. I værste fald, i nordvestlig retning, vil ammoniakken spredes over et tværsnit på ca. $8 \times 16 \times 2 \text{ m}^2$, og med en vindhastighed på 2 m/sek. vil der initialt optræde en koncentration på 54 mg/m^3 , hvilket er ufarligt

Afsluttende bemærkninger og anbefalinger

Det er en forudsætning, at anlægget vedligeholdes og overvåges løbende på et højt niveau for at undgå tæring og materialefejl på fx receiveertanken i maskinhallen. Den nuværende bemanning med 3 maskinmestre og en sekretær findes ikke fuldt tilstrækkelig til at kunne håndtere anlægsfejl til enhver tid. Med mindre bemanningen igen øges, anbefales en supplerende ordning med praktisk kompetence og kort tilkaldetid.

Trods den gode standard på anlægget kan uheld ikke udelukkes, og med de anbefalede supplerende tiltag består der en fortsat personrisiko i og omkring Købbyen i de nævnte sikkerhedsafstande omkring maskinhallen, nødventilationer og udvendige rørføringer til bygning 56-57.

I de nævnte sikkerhedsafstande vil der være en risiko for dødsfald. Men i hele Købbyen og omliggende områder vil der tillige være fare for alvorlige genevirkninger i form af voldsom svien i øjne og luftveje, hoste og åndenød, desorientering og angst, hvis et større uheld forekommer.

Det fremgår af skiltning ved portene til Købbyen, at der findes ammoniak i området, og der er etableret varslingsanlæg til brug i en uheldssituation. Dette bør opretholdes. Såfremt området åbnes for offentligheden, forøges muligheden for uheld. Ammoniakinstitutioner bør derfor sikres bedst muligt mod direkte adgang, og de bør være så lidt synlige som muligt.