

Idékatalog til brug ved regulering og kontrol af diffuse emissioner af VOC fra industrielle kilder

Karsten Fuglsang
Ole Schleicher
December 2010

Indhold

1.	Indledning.....	3
2.	Definitioner og regler for diffus VOC emission.....	5
2.1.	Definitioner	5
2.2.	Regler vedrørende diffuse emissioner af VOC	6
2.3.	Luftvejledningen	7
2.4.	Krav til kontrolmålinger	7
2.5.	Beregning af diffus VOC emission	8
2.6.	Fejlkilder og usikkerhed på beregning af diffus VOC emission	9
2.7.	I1. VOC der tilføres processen	9
2.8.	I2. VOC der genvindes og genbruges som input til processen	10
2.9.	O1. VOC emissioner i spildgasser	10
2.10.	O2. VOC som går tabt i vand	11
2.11.	O3. VOC rester i de fremstillede produkter	11
2.12.	O4. Diffus emission af VOC til luften	11
2.13.	O5. VOC som forsvinder som følge af kemisk reaktioner	12
2.14.	O6. VOC indeholdt i indsamlet affald.....	12
2.15.	O7. VOC indeholdt i produkterne	12
2.16.	O8. VOC indeholdt i produkter der genvindes til genbrug	13
2.17.	O9. VOC der udledes på anden vis.....	13
2.18.	Massebalance flow diagram.....	13
2.19.	Udarbejdelse af massebalance.....	14
3.	Reduktion af diffus VOC emission	17
3.1.	Diffus VOC emission i BREF dokumenter	18
3.2.	BREF: Emissions from Storage	19
3.3.	BREF: Common Waste Water and Waste Gas Treatment.....	20
3.4.	BREF: General Principles of Monitoring.....	20
3.5.	BREF: Organic Fine Chemicals	20
3.6.	BREF: Mineral Oil and Gas Refineries	21
3.7.	BREF: Surface Treatment using Organic Solvents	21
3.8.	Anden relevant litteratur	22
4.	Kontrol og monitoring	24
4.1.	Metoder til kontrol	24
4.2.	Kontrol af driftsparametre	24
4.3.	Måling af VOC emission.....	24
4.4.	Måling af diffus VOC emission.....	25
5.	Opsummering/konklusion	27
6.	Referencer	28

1. Indledning

Udslip af luftforurening fra diffuse kilder og arealkilder er ikke omfattet af Luftvejledningen /1/, men der er ofte et behov for viden om diffuse emissioner fra virksomheder og aktiviteter, for at kunne vurdere om der kan og bør stilles vilkår i miljøgodkendelser om reduktion.

Diffus emission er grundlæggende utilsigtede og ukontrollerede emissioner fra alt andet end punktkilder. Punktkilder er afkast med veldefinerede fysiske mål, der har en kontrolleret volumenstrøm, hvor en emission kan kvantificeres ved måling.

De mest almindeligt udbredte diffuse emissioner er støv, lugt og VOC (Volatile Organic Compounds = flygtige organiske stoffer = organiske opløsningsmidler), men alle andre stoffer kan også forekomme. I de fleste tilfælde med diffus emission, er det en af ovennævnte komponenter der udgør det væsentligste problem, men alle kombinationer af komponenterne kan naturligvis forekomme.

I januar 2007 iværksatte Referencelaboratoriets styregruppe et udredningsprojekt om, at vurdere behovet for, at supplere Miljøstyrelsens gældende vejledninger inden for luftområdet, med anvisninger om regulering og monitorering af diffuse kilder og arealkilder. Projekt rapporten "Diffuse emissioner og arealkilder - Vurdering af behov for regulering og monitorering"/2/ konkluderede, at der er et behov for vejledning fra Miljøstyrelsen, om monitorering, regulering og kontrol af emissioner fra diffuse kilder og arealkilder.

På den baggrund har Referencelaboratoriets styregruppe iværksat udarbejdelsen af idé kataloger for diffuse emissioner af henholdsvis støv, VOC og lugt. I 2008 udkom idékataloget "Idékatalog til brug ved regulering og kontrol af diffuse emissioner af støv" /3/.

Dette idékatalog omhandler regulering og kontrol af diffuse emissioner af VOC fra industrielle kilder. Målgruppen er myndigheder i forbindelse med regulering af virksomheder, og virksomhederne i forbindelse med indførelse af foranstaltninger til reduktion af diffuse emissioner. Idékataloget indeholder ikke anvisninger for diffuse emissioner af lugt selvom flere VOC'er også er lugtstoffer, men væsentlig diffus lugtemission kommer typisk fra en andre typer virksomheder med andre processer og enhedsoperationer, end dem der kan give diffus VOC emission. Et idékatalog for diffus lugtemission forventes udarbejdet særskilt på et senere tidspunkt.

Diffus emission af støv kan normalt nemt identificeres, både med hensyn til kilde og årsag, og mængden kan ofte vurderes relativt, fordi støv kan både ses og mærkes ved indånding. I modsætning hertil, er kilder til diffus emission af VOC ofte meget vanskelige at identificere, fordi VOC dampe normalt ikke kan ses, og kun i nogle tilfælde kan de lugtes, og mængden kan derfor heller ikke kvantificeres. Bekæmpelse af diffus VOC emission forudsætter derfor målinger og beregninger for at identificere kilderne og kvantificere emissionen, hvor bekæmpelse af diffus støv emission kan baseres alene på visuelle observationer og vurderinger af kilder og mængder.

Ifølge en nylig opgørelse fra DMU emitteredes der i Danmark i 2007 13.300 ton NMVOC (non-methan VOC) fra diffuse kilder (heraf var 10.900 ton NMVOC fra landbaserede, diffuse kilder) /4/. Dette skal sammenholdes med den samlede nationale emission på 103.000 ton NMVOC. Hermed udgjorde de diffuse emissioner 13 % af den samlede danske NMVOC-emission (10,6 % af NMVOC emissionen fra landbaserede, diffuse kilder). Den relativt høje andel viser vigtigheden af, at tilsynsmyndighederne er opmærksomme på problemet, og eventuelt stiller krav om reduktion af den diffuse emission af VOC. Tallene i opgørelsen baseres dog ikke på specifikke målinger og opgørelser fra danske virksomheder, men er beregnet ud fra forbrugstal fra Danmarks Statistik, samt internationale emissionsfaktorer der er tilpasset danske regler og forhold. En bedre regulering og reduktion i den diffuse VOC emission fra danske virksomheder, vil derfor ikke direkte medføre en reduktion i DMU's opgørelser, med mindre der er tale om en generel og dokumenteret reduktion for en bestemt type virksomheder eller en hel branche.

Hovedparten af alle virksomheder der har et væsentlig forbrug af VOC, og dermed potentielt kan give anledning til diffus emission af VOC, er omfattet af VOC-bekendtgørelsen, som både stiller krav til emissionen via punktkilder og størrelsen af den diffuse emission. Den diffuse emission er normalt meget vanskelig at måle, så den opgøres normalt ved en massebalance for VOC, som forskellen mellem VOC_{ind} til processen og VOC_{ud} af processen. Denne beregning giver en meget stor usikkerhed på emissionen, fordi det er forskellen mellem to store tal, hvor usikkerheden på tallene overføres til den relativt lille forskel mellem dem. Hvis man overvejer at stille krav til den diffuse emission, så er det nødvendigt at sikre, at den beregnede diffuse emission er meget troværdig og viser de faktiske forhold, så man ikke risikerer at stille krav om nedbringelse af en beregnet stor emission, som reelt er meget mindre, og heller ikke undlader at stille krav til en stor emission, fordi beregningen kun viser en lille emission.

VOC-bekendtgørelsen metode til beregning af den diffuse VOC emission ved en massebalance, er naturligvis anvendelig for alle virksomheder og processer, også selvom de ikke er omfattet af bekendtgørelsen.

Metoden til beregning af den diffuse VOC emission kan ikke anvendes på alle anlægstyper og processer. Specielt kan den ikke anvendes for meget store procesanlæg, f.eks. raffinaderier, dels pga. usikkerheden på de meget store mængde olie og gas der behandles, og dels fordi der sker en omfattende fraktionering og ændringer i den kemiske sammensætning af produkterne. For den type anlæg findes der standardiserede metoder til måling og beregning af den diffuse emission, f.eks. som angivet i CEN standarden EN 15446:2008. Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sectors. Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks.

Myndighedernes rolle i forhold til diffuse VOC emission er, at stille vilkår i miljøgodkendelser og kontrollere at vilkårene opfyldes. Det er specielt vilkår om opgørelse af den diffuse VOC emission og vilkår om løbende reduktion, i henhold til kravene i VOC-Bekendtgørelsen. Principperne for håndtering af diffus VOC emission i VOC-bekendtgørelsen kan også anvendes på virksomheder, der ikke er omfattet, men reguleringen af disse virksomheder skal foretages i henhold til reglerne i Luftvejledningen.

Virksomhedernes rolle i forhold til diffuse VOC emission er naturligvis at leve op til de krav myndighedernes stiller i miljøgodkendelsen, men den primære opgave er at arbejde på at nedbringe denne emission, f.eks. ved at det indarbejdes i et miljøledelsessystem. For virksomheden kan der også være en besparelse i at reducere den diffuse emission, hvis den mistede VOC skal erstattes ved indkøb af VOC.

Myndighed og virksomhed bør i fællesskab blive enige om et overvågningsprogram for diffus VOC emission, med løbende indsamling af data om VOC strømme, og jævnlige beregning af massebalance, f.eks. månedligt eller kvartalsvist. Der bør også arbejdes på at forbedre opgørelserne til massebalancen, dels ved dataindsamling og dels ved måling af emissioner fra punktkilder og eventuelle målbare diffuse kilder, samt analyse af VOC indhold i spild- og affaldsstrømme.

Idékataloget er udarbejdet med udgangspunkt i en række BREF-dokumenter, anden litteratur og på basis af erfaringer indhentet af Referencelaboratoriet. Erfaringsindsamlingen baseres dels på opgaver udført inden for kortlægning og reduktion af diffuse VOC-emissioner.

Med baggrund i dette materiale, er dette katalog over muligheder for at identificere og reducere den diffuse emission af VOC udarbejdet.

2. Definitioner og regler for diffus VOC emission

Udledning af spildgas strømme kan deles i to typer, som er punktkilde emissioner og diffuse emissioner. Emissioner fra punktkilderne kan kvantificeres ved måling, og de kan reduceres ved rensning. De diffuse emissioner kan kun vanskeligt eller slet ikke kvantificeres ved måling, og de kan måske reduceres ved forbedring af produktionsudstyret (dvs. BAT), ved tilrettelæggelse af arbejdets udførelse, ved forbedret vedligehold af produktionsudstyret, eller ved udsugning så det bliver en punktkilde, der kan kvantificeres ved måling og reduceres ved rensning.

Der anvendes mange forskellige udtryk i forbindelse med diffus VOC emission, som ikke alle er selvforklarende, og derfor gives definitioner og forklaringer for dem i dette kapitel.

Der gives også en gennemgang og forklaring til de eksisterende regler og reguleringer af diffus VOC emission, som specielt findes i VOC-bekendtgørelsen.

Der vises også en plan og tjekliste for opstilling og opfølgning af en VOC massebalance, som følger VOC bekendtgørelsens anvisninger for udarbejdelse af massebalance.

2.1. Definitioner

I bilag 3 til VOC-bekendtgørelsen /6/ findes følgende relevante definitioner:

6. Flygtig organisk forbindelse (VOC):

"En organisk forbindelse, hvis damptryk ved 293,15 K er mindst 0,01 kPa, eller som har en tilsvarende flygtighed under de særlige anvendelsesforhold."

"Organisk forbindelse hvis damptryk ved 293,15 K er mindst 0,01 kPa, eller som har en tilsvarende flygtighed under de særlige anvendelsesforhold. Den del af kreosot, hvis damptryk ved 293,15 K er mindst 0,01 kPa, anses for at være en flygtig organisk forbindelse."

23. Organisk forbindelse:

Forbindelse, der mindst indeholder grundstoffet kulstof og et eller flere af stofferne brint, halogen, ilt, svovl, fosfor, silicium eller kvælstof, med undtagelse af kullite, kuldioxid og uorganiske karbonater og bikarbonater.

24. Organisk opløsningsmiddel:

Flygtig organisk forbindelse, der uden at undergå en kemisk ændring anvendes alene eller sammen med andre midler til at opløse råmaterialer, produkter, affald m.v., eller anvendes som rensningsmiddel til at opløse urenheder, eller som et dispersionsmedium, eller til at justere viskositet, eller til at justere overfladespænding, eller som blødgøringsmiddel, eller som konserveringsmiddel.

I VOC-bekendtgørelsen definerer diffuse emissioner således:

"Diffuse emissioner omfatter frigivelse af flygtige organiske forbindelser til luften via vinduer, døre, vægge, udluftningskanaler og lignende åbninger - dvs. emissioner der undslipper procesafsugning og tilhørende kontrolleret afkast (1)"

Ud over diffus emission, eller på engelsk "diffuse emissions" kan man støde på det engelske udtryk "fugitive emission". Følgende definition af Fugitive emissions er hentet og oversat fra BREF dokumenterne:

***Fugitive emissions:** omfatter emissioner som kommer fra utætheder i procesudstyr, f.eks. utætheder i pakninger i pumper, ventiler og rørsamlinger. Fugitive emissions er en del af den diffuse emission.*

De to udtryk dækker ikke det samme, men der er tilsyneladende ikke international konsensus om den eksakte betydning af dem. Man bør derfor altid medtage "fugitive emissions", hvis man søger oplysninger om diffuse emissioner i litteraturen. Det gælder også ved søgning i BREF dokumenterne, for her er der heller ikke overensstemmelse mellem den måde de anvendes på.

En lidt mere uddybning af definitionerne på engelsk kan ses i bilag 1.

I BREF dokumenterne anvendes en del forkortelser, hvor forklaringen kan være lidt vanskelig at finde. Her skal specielt fremhæves to forkortelser,

***DFE:** er forkortelse for **D**ifuse and **F**ugitive **E**missions. Denne forkortelse anvendes specielt i BREF dokumentet General principle of Monitoring (afsnit 3.2 side 22)*

***ECM:** er forkortelse for **E**mission **C**ontrol **M**asures, dvs. metoder til at reducere emissioner. Anvendes specielt i BREF dokumentet Emissions from Storage (side ii).*

2.2. Regler vedrørende diffuse emissioner af VOC

VOC-bekendtgørelsen /7/ stiller følgende krav til det maksimale udslip af diffuse emissioner:

"Alle anlæg skal:

- a) overholde enten emissionsgrænseværdierne for spildgasser og værdierne for diffus emission eller grænseværdierne for total emission og andre krav i bilag II A (ii), eller*
- b) opfylde kravene i reduktionsprogrammet i bilag II B."*

VOC-bekendtgørelsens bilag IIA definerer grænseværdier for diffuse emissioner, angivet som den maksimale emission i % af den mængde stof, der tilføres til processen (% af input). Grænseværdier i bilag IIA er inddelt efter anlægskategorier. For eksempel er grænseværdien for diffust udslip af VOC fra farve/lak industrien (anlægskategori nr. 17) 5 % af den tilførte mængde VOC, hvis der anvendes mellem 100 og 1000 tons VOC pr. år til produktionen. Den diffuse emission kvantificeres i henhold til VOC-bekendtgørelsen som beskrevet i afsnit 2.5.

Bilag IIB foreskriver reduktionsprogrammer for den samlede VOC-emission og indeholder ikke specifikke krav til den diffuse emission.

ⁱ Som en del af de diffuse emissioner medregner VOC-bekendtgørelsen også opløsningsmidler som er indeholdt i enhver fremstillet vare. Undtaget er dog visse industrier, f.eks. fremstilling af overfladebelægningsmidler og farmaceutiske produkter, der indgår i varer der sælges i forseglede beholdere (se kolonne 7 i tabel 1 i bilag 2A).

ⁱⁱ VOC-bekendtgørelsen tillader følgende undtagelse til grænseværdierne i bilag IIA: "Hvis den kompetente myndighed for et enkeltstående anlæg eller anlægskategori vedkommende anser det for godtgjort, at det ikke er teknisk og økonomisk gennemførligt at overholde denne værdi, kan den kompetente myndighed gøre en undtagelse for et sådant enkeltstående anlæg under forudsætning af, at der ikke forventes signifikante risici for menneskers sundhed eller miljøet. Driftslederen skal for hver undtagelse over for den kompetente myndighed godtgøre, at der benyttes den bedste tilgængelige teknik".

VOC-bekendtgørelsen stiller samtidigt krav til, at de virksomheder, der er omfattet af bekendtgørelsens bilag 1, skal rapportere de kvantificerede VOC-emissioner – herunder de diffuse udslip. Virksomhederne skal hvert år indsende opdaterede bestemmelser af VOC-emissionerne til de tilsynsførende myndigheder. Denne opgørelse kan være behæftet med stor usikkerhed, men det formodes, at myndighederne generelt accepterer beregningerne, bare den beregnede diffuse VOC emission er mindre end kravet i VOC-bekendtgørelsen.

2.3. Luftvejledningen

I Miljøstyrelsens Luftvejledning /1/, afsnit 2.2, står: "Emissioner i form af diffuse udslip, som f.eks. emissioner fra udendørs oplag er ikke omfattet af vejledningen. Disse emissioner skal i stedet reguleres ved krav til virksomhedernes drift og indretning." Luftvejledningens krav til præstationsprøvning og monitoring af luftemissioner gælder ikke for diffuse emissioner. Emissioner fra arealkilder regnes i denne forbindelse som hørende under diffuse emissioner.

Selv om den danske Luftvejledning som nævnt ikke omfatter diffuse emissioner, skal man være opmærksom på, at B-værdierne gælder for virksomhedens samlede udledning, så den del af den diffuse VOC emission der emitteres til luften, skal i princippet inddrages i beregning og vurdering af, om B-værdien overholdes for et givent stof. Det er naturligvis vanskeligt, hvis man ikke specifikt kender størrelsen af den diffuse VOC emission til luften, hvor den kommer fra, og om det er en konstant emission eller om den kommer i perioder eller punktvis. Det kan anbefales, at foretage en vurdering af størrelsen af den diffuse VOC emission til luften, i forhold til den VOC emission der er anvendt i OML beregningen, og så vurdere om den diffuse emission kan bevirke en overskridelse af B-værdien.

B-værdierne gælder for de individuelle, organiske stoffer, og der findes ikke en samlet B-værdier for summen af VOC'er, bortset fra blandingsfortynder og for ensvirkende stoffer, for hvilke der kan beregnes en resulterende B-værdi (Br-værdi), efter B_r-metoden eller B₁-metoden i Luftvejledningen (/1/ Afsnit 4.4.2 side 49).

Hvis den diffuse VOC emission, der ofte kommer fra lave kilder eller områder, vurderes at være betydende for overholdelse af B-værdien, så skal den medregnes i OML-beregningerne til dokumentation for overholdelse af B-værdien, eller ved fastlæggelse af afkasthøjder for punktkilder. Den diffuse emission kan eventuelt indtastes som arealkilder, eller punktkilder med lav volumenstrøm og temperatur, samt stor afkastdiameter, så kilden ikke får noget termisk eller hastighedsløft. I specielle tilfælde, hvor den diffuse emission ikke kan kvantificeres med kildestyrke der egner sig til en OML beregning, kan der være nødvendigt at foretage målinger omkring virksomheden (fenceline-monitoring), for at vurdere emissionen og dens indflydelse på omgivelserne.

2.4. Krav til kontrolmålinger

Der findes ingen danske eller europæiske krav til udførelse af præstationsmålinger eller stikprøver på udslip fra diffuse udslip. Dette skyldes formodentlig, at det ofte er meget vanskeligt at kvantificere det diffuse udslip ved hjælp af målinger.

På raffinaderier har man i bl.a. USA krav til udførelse af inspektionsprogrammer, der har til formål at lokalisere lækager, der kan føre til diffuse udslip. Sådanne programmer praktiseres også af raffinaderier i Europa, og der er med den europæiske standard EN 15446:2008 /7/ indført en harmoniseret metode til at måle VOC fra utætheder omkring procesudstyr. Der er derfor mulighed for, at tilsynsmyndigheder kan kræve inspektionsprogrammer udført på større procesanlæg (raffinaderier, destillationsanlæg) med udgangspunkt i denne standard.

2.5. Beregning af diffus VOC emission

Den diffuse emission af VOC kan som beskrevet i forrige afsnit kun vanskeligt måles, så den beregnes normal ved hjælp af en massebalance for VOC, efter princippet angivet i VOC-bekendtgørelsens bilag 4, afsnit III. Princippet er kort, at den diffuse emission er forskellen mellem den mængde VOC_{ind} , der tilføres processen eller produktionen, og den mængde VOC_{ud} , der forlader processen eller produktionen, via kendte kilder.

$$(I) \quad VOC_{diffus} = VOC_{ind} - VOC_{ud}$$

VOC-bekendtgørelsens krav til diffuse udslip beregnes derfor typisk ved hjælp af en massebalance, idet man typisk bestemmer det diffuse udslip som det restindhold, som man ikke kan redegøre for på anden måde. Dette gøres principielt efter ovenstående formel, men med en specificering af de forskellige mulige ind- og udgående VOC strømme.

Følgende definitioner danner grundlag for beregningen af massebalancen i VOC-bekendtgørelsen:

Input (I) af VOC:

11. Mængden af VOC der tilføres processen, inklusiv VOC i råvarer i det tidsrum, hvor massebalancen beregnes.
12. Mængden af VOC der genvindes og genbruges som input til processen. (Det recirkulerede opløsningsmiddel medregnes, hver gang det anvendes til gennemførelse af aktiviteten).

Output (O) af VOC:

01. VOC emissioner i spildgasser
02. VOC som går tabt i vand, idet der ved beregning af punkt 05, hvis det er relevant, tages hensyn til evt. nedbrydning i spildevandsbehandlingen.
03. VOC der er tilbage som forurening eller reststoffer i de produkter der fremstilles.
04. Diffus emission af VOC til luften, herunder almindelig ventilation af lokaler, hvor luften udledes til det udendørs miljø gennem vinduer, døre, ventilationskanaler og lignende åbninger.
05. VOC som forsvinder som følge af kemisk reaktioner (f.eks. eller kemisk reaktion og binding i synteseproces, destruktion ved forbrænding af spildgasser eller anden rensning af spildgasser, f.eks. adsorption i aktivt kul, medmindre det medregnes under punkt 06, 07 eller 08).
06. VOC indeholdt i indsamlet affald.
07. VOC indeholdt i produkt, som sælges eller agtes solgt som produkt med handelsværdi.
08. VOC indeholdt i produkt, der genvindes til genbrug, men ikke som input i processen, medmindre de medregnes under punkt 07.
09. VOC der udledes på anden vis.

Den diffuse emission "F" er summen af fire Output, som vist i ligning (II):

$$(II): \quad F = O2 + O3 + O4 + O9$$

Da man sjældent har data for den diffuse emission, fordi den normalt ikke kan måles (gælder specielt 04 og 09), så beregnes den normalt efter ligning III:

$$(III): \quad F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

Den diffuse VOC emission kan ifølge VOC-bekendtgørelsen bestemmes ved en omfattende serie målinger af VOC indholdet i de strømme der kan måles, men det er ofte ganske kompliceret, specielt når der er tale omlæg og processer med varierende produktioner, som nogle steder kan skifte flere gange dagligt. Når man først har udført målinger, der med tilstrækkelig stor nøjagtighed beskriver VOC strømmene og emissionerne, så behøver målingerne ikke at blive gentaget, før udstyret ændres.

Opgørelsesperioden for massebalancen er normalt 1 år, men kan naturligvis afvige herfra i det aktuelle tilfælde. Det anbefales dog, at massebalancen udarbejdes jævnlige, med alle de VOC data der kan fremskaffes fra indkøb, forbrug og bortskaffelse af spildstrømme mv. fordi eventuelle uregelmæssigheder i strømmene, kan afsløre problemer i produktionen, som bør korrigeres.

2.6. Fejlkilder og usikkerhed på beregning af diffus VOC emission

Beregning af den diffuse VOC emission kan aldrig blive bedre end kvaliteten og nøjagtigheden af de VOC strømme der indgår i beregningen. Jo mindre den beregnede VOC emission er, jo større er usikkerheden på tallet, fordi usikkerheden på de to store tal der trækkes fra hinanden overføres til den lille difference.

I det følgende gennemgås alle input punkterne til massebalancen, og mulige fejlkilder påpeges.

2.7. 11. VOC der tilføres processen

VOC tilføres normalt enten som rene opløsningsmidler, der kan være blandinger af to eller flere opløsningsmidler, eller som en del af råvarer. I mange processer indgår begge typer, f.eks. en lakeringsproces, hvor lakken måske indeholder 60 % opløsningsmiddel og resten er tørstof, og inden brug fortyndes den med blandingsfortynder til den rette viskositet.

Rene opløsningsmidler leveret i dunke, tønder eller til tanke med tankvogn, vil normalt være ganske nøjagtigt afmålt, idet der typisk anvendes afvejning ved påfyldning. Selvom der anvendes afvejning, så vil der være en lille usikkerhed på mængden, men anvendes en opgørelse af leveret mængde over et helt år, så vil usikkerheden være relativt lille. Usikkerheden på den anvendte mængde kan dog være større, fordi det ikke er muligt at overføre hele mængden kvantitativt til processen. Der vil altid være en rest tilbage i dunke og tromler, som skal medregnes under O6 som indhold i indsamlet affald, med mindre emballagen henstår åben, så resten fordamper som diffus emission.

Anvendes råvarer med indhold af opløsningsmidler, så er råvaren normalt også meget nøjagtigt afmålt med vægt, men indholdet af opløsningsmidler kan være noget mere unøjagtigt. F.eks. opgives indholdet af opløsningsmidler i datablade for mange produkter som et procentvist interval, f.eks. 40 – 50 %, og dels kan der være flere forskellige opløsningsmidler med hver deres interval. Leverandøren kan ofte levere mere nøjagtige tal, og hvis der kan være variationer i indholdet, så bør leverandøren så vidt muligt levere de nøjagtige tal for hver leverance. Man kan også analysere indholdet af opløsningsmidler i råvarerne, enten som kontrol af leverandørens opgivelser eller som det mål for indholdet der anvendes i massebalancen.

Ved beregningerne skal man være meget opmærksom på, om opgivelserne er i vægt eller volumen, så der omregnet til den samme regneenhed. Indholdet af opløsningsmidler normalt opgives i vægt %, og både opløsningsmidler og råvarer afregnes normalt i vægt, fordi det er den mest præcise måde at bestemme mængder på. Hvis der bestemmes og afregnes i volumen, så er der normalt tale om, at vægten er omregnet til volumen, ud fra densiteten. Da enhver omregning med anvendelse af densiteten giver ekstra usikkerhed, pga. usikkerheden på bestemmelse af densiteten, anbefales så vidt muligt at anvende opgørelser i vægt.

VOC der tilføres processen bør så vidt muligt altid beregnes ud fra indkøbte og leverede mængder, korrigeret for lagerforskydninger. Det giver en meget mere præcis opgørelse, end der normalt kan opnås ved opgørelse af forbrugte mængder i produktionen. Hvis opgørelsen ikke kan baseres på de

indkøbte mængder, f.eks. fordi der er flere forbrugere med hver sin massebalance, så bør man som minimum kontrollere, at det samlede beregnede forbrug svarer til det indkøbte på årsbasis.

2.8. 12. VOC der genvindes og genbruges som input til processen

Ifølge VOC-bekendtgørelsen skal VOC der genvindes og genbruges i processen medregnes som input i massebalancen, men det er kun nødvendigt for at beregne om tærskelværdierne i Bilag 2A overskrides, og for at beregne den procentvise fordeling af emission i forhold til det samlede input. Ved beregning af den diffuse VOC emission er genvundet VOC der tilbageføres til input ikke nødvendigvis at medtage, fordi det normalt vil indgå med det samme tal for både input og output.

Hvis der foretages oprensning eller anden behandling af de genvundne VOC hos et eksternt firma, så bør outputtet medtages under O8, og det oprensede VOC bør indgå som indkøbt VOC der tilføres processen under I1.

Hvis det genvundne VOC behandles med oprensning på et separat anlæg på virksomheden, så skal alle strømme ind og ud af det anlæg også indgå i massebalancen. I princippet er det ikke nødvendigt at medtage internt recirkuleret VOC i beregningen af den diffuse VOC emission, men det skal med ved beregning af den diffuse emission i procent af indgået VOC, som der er krav til i VOC-bekendtgørelsen.

2.9. 01. VOC emissioner i spildgasser

VOC emission i spildgasser, omfatter VOC emissioner fra alle rørførte procesafkast, dvs. alle punktkilder. Afkast fra ventilationsanlæg er ikke en punktkilde, selvom luften kan indeholde diffus VOC emission fra procesanlæg. Målinger i ventilationsafkast kan dog anbefales, dels for at få tal for den del af den diffuse VOC emission, og dels for at kunne vise potentialet for reduktion af den.

På mindre og simple anlæg, som ikke er underlagt VOC-bekendtgørelsen, og som ikke har nogen rensning for VOC, kan man ud fra massebalancen beregne den samlede VOC emission, dvs. både den diffuse VOC emission og emissionen fra punktkilder. I sådanne tilfælde, hvor der ingen rensning sker, er der normalt heller ikke nogen grund til at se separat på den diffuse VOC emission. Den eneste grund kunne være, at sikre at B-værdien ikke overskrides pga. en stor diffus VOC emission fra lave kilder tæt på naboer.

Bestemmelse af VOC emissionerne fra punktkilderne vil normalt være baseret på emissionsmålinger foretaget af et eksternt målefirma, men nogen anlæg har også kontinuert måling af emissionen, men det er typisk større anlæg med et fællesafkast, så der kun skal en måler til. De almindelige metoder til måling af VOC emission er opsamling af en delprøve på aktivt kul med efterfølgende analyse eller måling med en kontinuert visende FID måler.

Uanset hvor lav usikkerhed der opnås på emissionsmålingerne, så gælder den kun for den periode hvor målingerne er foretaget, hvilket betyder, at målingerne ikke kan tage højde for eventuelle variationer i emissionen, som kunne forekomme på andre tidspunkter. Emissionsmålinger foretages normalt under normal drift, og det betyder f.eks. at perioder med rengøring af procesudstyret med opløsningsmidler ikke er dækket af målingerne. Er der tale om batch produktioner, så kan der også være perioder med meget lav emission, som ikke kommer med, f.eks. halvfærdige synteser, filtrerede eller tørrede produkter der henstår til videreforarbejdning næste dag, hvorunder VOC kan dampe af og udledes via punktkilder. Selvom der er rensning på udsugningen, så kan den være slukket eller forbigået, fordi der ikke er nogen produktion.

Anvendes udskiftnings aktivt kul filter til rensning for VOC, så vil der være en lang periode med effektiv rensning, og når kullene er ved at være brugt op, så falder rensningseffektiviteten og emissionen stiger.

Anvendes regenererbart aktivt kul filter til rensning for VOC, og er der ens belastning mellem regenereringerne, så vil der typisk være den samme høje rensningseffektivitet i lang tid. Man skal dog være opmærksom på, at kullenes kapacitet langsom reduceres, og på et tidspunkt begynder rensningseffektiviteten derfor at falde, med mindre man reducerer intervallerne mellem regenereringen.

2.10. O2. VOC som går tabt i vand

VOC der tabes til vand, der afledes til kloak og renses på virksomhedens eget spildevandsanlæg. VOC'er må normalt ikke afledes til kloak, men er der tale om vandopløselige og bionedbrydelige VOC'er, f.eks. alkoholer, så er der ingen problemer i at behandle det på renseanlæg. Der kan dog være problemer med afdampning af VOC i kloakkerne, som kan give brand og eksplosionsfare, så ved høje koncentrationer kan det opsamles og køres til renseanlægget i tankvogne.

Det kan være vanskeligt at få pålidelige tal for mængden af VOC, hvis det er i vand der afledes til kloak, hvis både vandmængde og koncentration skal måles. Hvis vand-VOC blandingen opsamles i tank, er det noget nemmere at måle mængden og tage en repræsentativ prøve til analyse for VOC indholdet. Hvis der er ikke vandblandbare VOC i blandingen, så er de normalt ikke bionedbrydelige, og så er der tale om affald, som hører under D6.

Bionedbrydelige VOC'er, som omsættes ved behandlingen på renseanlægget, skal medtages under O5, så der kun er den diffuse emission tilbage, dvs. den del der enten fordamper til luften i kloaksystemet og den del som eventuelt ikke når at blive omsat i renseanlægget, og derfor udledes til recipienten.

VOC-vand blandinger der bortskaffes som affald, hører til under O6.

2.11. O3. VOC rester i de fremstillede produkter

Der vil næsten altid være rester af opløsningsmidler tilbage i produkterne, selvom de har været gennem en tørreproces. Der er dog ofte tale om meget små koncentrationer, som er ubetydelige i forhold til massebalancen og den diffuse emission, man i andre tilfælde kan det være flere procent af forbruget, og så kan det udgøre en væsentlig del af den diffuse emission.

Restindholdet af VOC i produkterne kan bestemmes ved analyse, og her skal være opmærksom på, at den højeste koncentration findes umiddelbart efter fremstillingen, fordi det langsomt fordamper når produktet henstår på lager. Restindholdet skal derfor bestemmes på prøver af produktet, som udtages umiddelbart efter fremstillingen, og opbevares på en sådan måde, at der ikke sker nogen afdampning inden analysen foretages.

2.12. O4. Diffus emission af VOC til luften

Det er normalt den diffuse VOC emission der beregnes med massebalancen, fordi den samlede diffuse VOC emission normalt ikke kan bestemmes ved måling. I nogle tilfælde er det muligt at måle emissionen fra nogle af de diffuse kilder, f.eks. afkast fra ventilationsanlæg, udluftning gennem vinduer, døre o lignende. Det vil dog kræve væsentlige ressourcer for at bestemme emissioner der ofte er relativt små, så det foretages sjældent.

2.13. 05. VOC som forsvinder som følge af kemiske reaktioner

I nogle processer indgår specifikke opløsningsmidler i kemiske reaktioner, så de omdannes til andre organiske forbindelser, som ikke falder ind under definitionen af VOC.

(f.eks. eller kemisk reaktion og binding i synteseproces, destruktion ved forbrænding af spildgasser eller anden rensning af spildgasser, f.eks. adsorption i aktivt kul, medmindre det medregnes under punkt O6, O7 eller O8).

Det kræver grundig indsigt i processen, at beskrive og kvantificere VOC der kemisk omdannes i produktionsprocesserne, mens der er noget nemmere at gennemskue resultaterne af et anlæg til forbrænding af VOC i punktkilder. I alle tilfælde kan der være behov for målinger og analyser, til at dokumentere mængden af VOC der forsvinder ved kemiske reaktioner.

2.14. 06. VOC indeholdt i indsamlet affald.

VOC i vand, f.eks. den blanding af VOC og vand der kommer fra regenerering af aktivt kul filter, kan indeholde både vandblandbare og ikke vandblandbare VOC'er, kan i nogle tilfælde afhændes til genbrug ved destillering, men ofte bliver det sendt til destruktion på Kommunekemi eller anden godkendt modtager. Selvom det er opsamlet i tanke, hvor volumenet nemt kan bestemmes, så kan det være vanskeligt at få præcise tal for VOC indholdet, fordi der ofte er en VOC fase, en vandfase som kan indeholde vandopløselige VOC'er, og noget slam i bunden, som kan indeholde noget VOC.

Affald med VOC kan også være:

- Tom emballage, som sjældent er tømt fuldstændigt for indholdet
- Faste og flydende rester af råvarer og mellemprodukter
- Flydende rester fra rengøring med VOC'er
- Rester af brugsblandinger, f.eks. lak og maling der er tilbage ved fyraften
- Fejlproduktioner
- Brugt aktivt kul der har adsorberet VOC
- Osv.

Når disse affaldstyper afleveres til godkendt affaldsbehandler, f.eks. Kommunekemi, så sker der en nøjagtig opgørelse af mængder ved vejning, fordi det er basis for afregningen, men man skal være opmærksomme på, at emballagen ofte indgår i denne vægt, fordi den behandles i forbrændingsanlægget sammen med affaldet.

Affaldsbehandlerne foretager normalt ikke analyser af VOC indholdet i "Affaldsgruppe C, Flydende affald med VOC, men måler kun brændværdien, fordi den er grundlaget for afregningen.

Det gælder derfor generelt for alle affaldstyper der bortskaffes, at virksomheden selv skal sørge for at mål mængder og indhold af VOC, for at få en nøjagtig opgørelse af de bortskaffede VOC mængder. Her er prøvetagningen yderst vigtig for resultatet, fordi affaldet ofte ikke er homogent, heller ikke selvom det er flydende. F.eks. kan beholdere med flydende VOC affald indeholde 3 faser, et lag slam i bunden, som kan indeholde både vand og VOC, et lag vand der kan indeholde vandopløselige VOC og et lag ren VOC. En metode til prøvetagning er en kraftig omrøring før og under prøvetagningen, men man skal sikre sig, at alt slammene bliver hvirvlet med op og det hele bliver blandet til en homogen blanding.

VOC i affald er sandsynligvis en meget væsentlig kilde til usikkerhed på opgørelse af den diffuse VOC emission på mange virksomheder.

2.15. 07. VOC indeholdt i produkterne

Nogle produkter indeholder tilsigtet en vis del VOC, typisk for at holde produktet i opløsning. Det bedste eksempel på dette er indholdet af terpentiner eller blandingsfortynder i maling og lak produkter. Opgørelse af mængden bør kunne ske meget nøjagtigt med lav usikkerhed, fordi der er tale om et

tilsigtet indhold, som styres og kontrolleres ved den løbende kvalitetskontrol af produkterne. Antal prøver og analysemetode er afgørende for nøjagtighed og usikkerhed på bestemmelsen af VOC indholdet.

2.16. O8. VOC indeholdt i produkter der genvindes til genbrug

VOC i spildstrømme, der genvindes til genbrug, men ikke anvendes som input til processen. Det kan være genbrug i andre processer på virksomheden, eller ved levering til ekstern modtager.

Håndteres spildstrømmen i tanke og transporteres i tanke eller tankvogn kan mængden af VOC opgøres med stor nøjagtighed ved vejning og evt. analyse af prøver, hvis der ikke er tale om rene VOC'er.

Hvis spildstrømmen anvendes internt på virksomheden og løbende pumpes i rør, så forudsætter en nøjagtig opgørelse en nøjagtig flowmåler, og evt. analyse af flowproportionale delprøver, hvis der ikke er tale om rene VOC'er eller en kendt og konstant sammensætning. Hvis pumpningen sker batchvist fra tank til tank, kan opgørelsen eventuelt baseres på niveaumåling i tankene før og efter overførslen.

2.17. O9. VOC der udledes på anden vis.

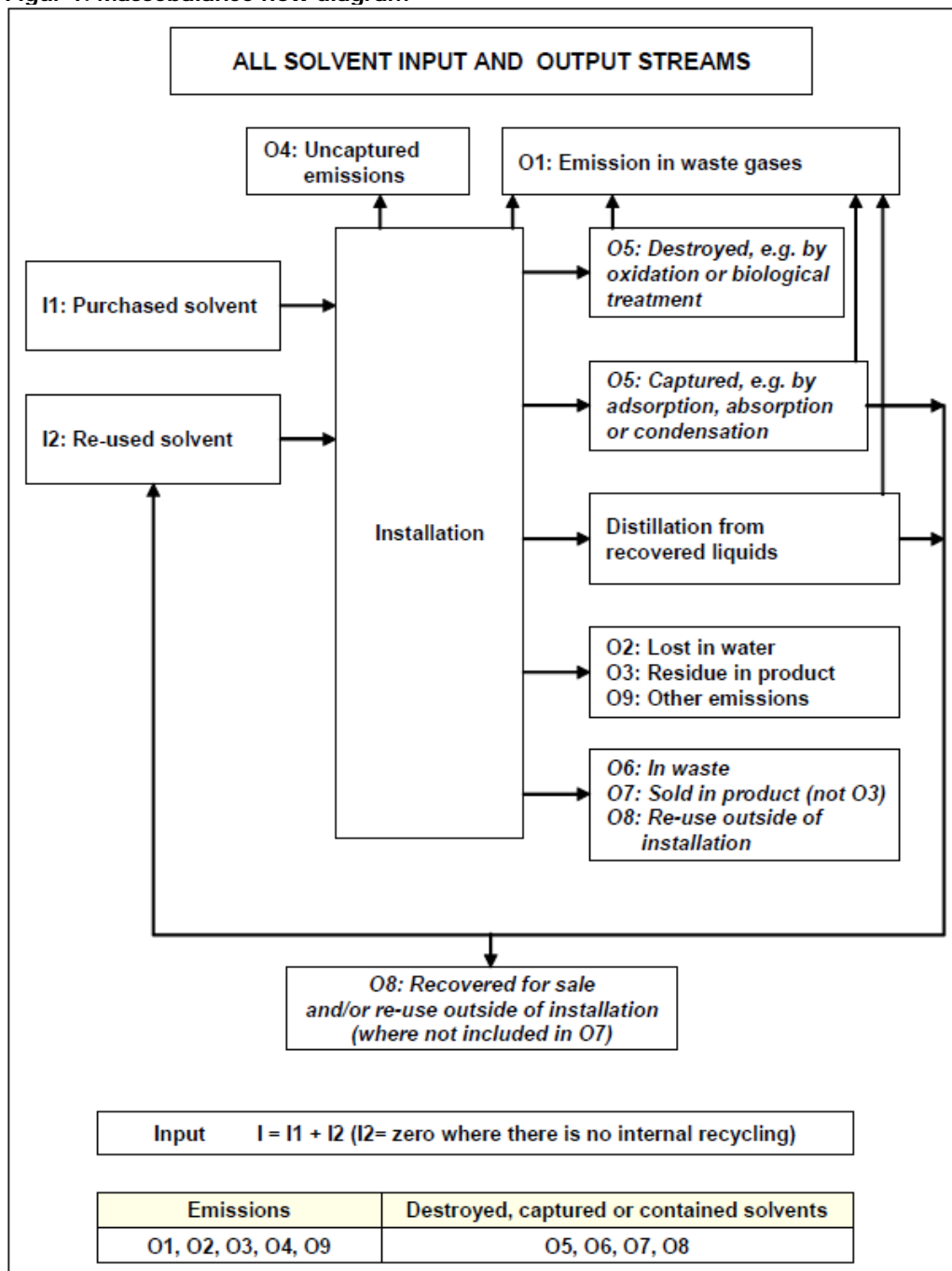
Emissioner der ikke passer ind under nogen af de andre punkter O1 til O8 medtages her.

2.18. Massebalance flow diagram

For at få et overblik over alle VOC strømmene til massebalancen, kan det være en hjælp at udarbejde et flow diagram, som vist i Figur 1. I figuren er alle delstrømme vist, men man skal naturligvis kun medtages dem der findes i ens proces.

Massebalancen udarbejdes normalt på årsbasis, men det anbefales at udarbejde den med kortere interval, f.eks. per måned eller per kvartal, dels fordi rutine gør risikoen for fejl mindre og dels fordi jævnlig indsamling af data sikrer at data bliver løbende genereret, og de er derfor mere sikre, end når et helt års data skal findes frem og regnes sammen når året er gået. De jævnligt udarbejdede massebalance kan også vise uregelmæssigheder i produktionen, som kan være forhøjede emissioner der bør korrigeres hurtigt. Den årlige massebalance bør ikke laves ved at summere de månedlige eller kvartalsvise massebalancer, men bør udarbejdes ud fra en årsopgørelse af delstrømmene.

Figur 1. Massebalance flow diagram



2.19. Udarbejdelse af massebalance

Opstilling og gennemførelse af et måleprogram for at få data til at lave en massebalance, bør baseres på en grundig indsigt i produktionen og alle tilhørende processer, samt overvejelser om, hvor i processerne og hvornår, der kan forekomme diffuse udslip.

I Tabel 1 er vist et forslag til en køreplan og tjekliste for arbejdet omkring udarbejdelse af en massebalance, og tilvejebringelse af data ved måling og registrering samt vurdering af resultatet.

Tabel 1. Køreplan og tjekliste for udarbejdelse af massebalance

Trin		Uddybning
1.	Forstå og beskriv processen, samt hvor og hvordan VOC indgår	Alt fra modtagelse af råvarer til udlevering af produkt skal med. Er det en batch- eller kontinueret proces, og er der forskellige produktioner med forskellig VOC sammensætning og forbrug. Lav et flowdiagram med alle ind og ud strømme beskrevet i afsnit 2.5.
2.	Identificer og beskriv alle indgående og udgående strømme til massebalancen	Beskrivelsen skal omfatte og opdeles på eventuelle forskellige produktioner med forskellige VOC forbrug og emissioner. Beskriv evt. rensforanstaltninger og deres effektivitet. Redegør for evt. kemisk omdannelse i proces eller ved rensning. Identificer og beskriv potentielle kilder til diffus VOC emission, uanset om de synes små og ubetydelige, så bør de medtages, også fordi det kan vise sig at de er mere betydende end først antaget.
3.	Identificer alle punktkilder	Beskriv oprindelse, rensning og viden om emissionen, samt om det er konstant eller varierende koncentration af VOC. Marker placeringen på en grundplan, og beskriv højde og diameter, samt placering målesteder (hvis der er nogen) samt adgangsforholdene hertil, med henblik på gennemførelse af emissionsmålinger.
4.	Lav en foreløbig massebalance ud fra eksisterende viden	Massebalancen udføres som beskrevet i afsnit 2.5. VOC data kan hentes fra indkøbte råvarer og leverandørens oplysninger om indhold af VOC. For nogle udgående strømme findes evt. data fra kvalitetskontrollen af produkterne, samt bortskaffede mængder spildevand og kemikalieaffald mv. Iværksæt en løbende indsamling af de nødvendige data. Delstrømmene beregnes også som % af indgående VOC.
5.	Vurder massebalancen, og identificer hvor data er mangelfulde og bør forbedres.	Det er de største delstrømme, der betyder meste for nøjagtigheden af massebalancen, så derfor er vigtigste at have stor nøjagtighed på de største strømme.
6.	Opstil og gennemfør et måleprogram der opfylder punkt 5.	Det kan både være emissionsmålinger i punktkilder, måling af VOC i affaldsstrømme, måle kemisk omdannelse, samt lave en bedre måling og registrering og opgørelse af mængderne af udgående delstrømme, f.eks. spildevand, fast og flydende affald og genvundet VOC til genbrug. Overvej om det skal være kontinuerede målinger med FID måler, fordi koncentrationen varierer, eller om det skal være målinger med adsorption på kulrør, som specifikt giver VOC komponenterne, men kun som middelværdier over måleperioden. Ved opstilling og udarbejdelse af måleprogram, kan det anbefales at læse "Monitoring VOC emissions: choosing the best option"/20/ fra engelske Envirowise. ⁱⁱⁱ
7.	Genberegnet massebalancen fra punkt 4 med de nye data.	
8.	Vurder om data er tilstrækkelige eller om der skal foretages yderligere målinger.	Beregn eller vurder usikkerheden på hver delstrøm og beregn usikkerheden på den diffuse emission som summen af usikkerhederne på delstrømmene. Hvis kravet til den diffuse emission er maksimalt 20 % af forbruget, og den beregnede diffuse emission medregnet usikkerheden er mellem 15 % og 25 %, så bør tallene forbedres, så intervallet kommer under kravet på 20 %.

Ved opgørelse af kemisk omdannet VOC i luftrensprocesser, kan mængden ofte beregnes ved målinger før og efter rensningen, eller i nogen tilfælde ved måling i restproduktet fra rensningen.

ⁱⁱⁱ Envirowise - Practical Environmental Advice for Business – er et regeringsprogram som tilbyder gratis, uafhængige og praktiske rådgivning til industrier i England, Wales, Skotland og Nord Irland, om at reducere spild og øge indtjeningen. Envirowise ledes af AEA Technology plc og Serco Limited.

Hvis rensningen sker med udskiftnings aktivt kul, så er det vanskeligere at måle den adsorberede mængde ved analyse af kullene, dels fordi VOCerne normalt vil være uens fordelt i kullene, så det kan være vanskeligt at udtage en repræsentativ prøve, og dels fordi det kan være vanskeligt at ekstrahere den fulde mængde VOC fra kullene, fordi noget af det sidder meget fast inderst i de mindste porer i kullene.

Målinger før og efter et aktivt kul filter kan også give misvisende resultater, hvis kullene er ved at være mættede, så rensningen er faldende. Det kan i nogle tilfælde være meget vanskeligt at måle, hvornår et aktivt kul filter er mættede, så kullene skal skiftes. Det gælder specielt et aktivt kul filter, der kun anvendes i dagperioden og udsættes for varierende koncentrationer af sammensætning af forskellige VOC med forskellige adsorptionskapaciteter på kullene. Når kullene i sådan et filter er ved at være mættede, så kan målinger vise, at det har en rimelig rensning i løbet af dagen, men efter arbejdstid, hvor der ikke måles, sker der en afdampning af de VOCer der kun er blevet løst tilbageholdt på kullene i dagperioden. Selvom man måler en rensning på 80 %, så kan rensningen reelt være 0 %, fordi det tilbageholdte VOC damper af i løbet af natten og i weekenden. Kontrol af aktivt kul filtre bør derfor ske med kontinuert måling over et eller flere døgn.

3. Reduktion af diffus VOC emission

Som det er fremgået af foregående kapitel, så beregnes den diffuse VOC emission normalt med ganske stor usikkerhed, fordi den ikke kan måles direkte.

Uanset om beregningen viser en væsentlig eller ubetydelig diffus VOC emission, så kan det være fornuftigt at undersøge, om beregningen udføres korrekt, og at de indgående data er tilstrækkelige og så præcise som muligt, så usikkerheden på beregningen er mindst mulig.

Under forudsætning af, at beregningen af den diffuse emission er udført med mindst mulig usikkerhed, som beskrevet i kap. 3, og at der på den baggrund er behov for at reducere den, så er der i princippet kun 2 muligheder for dette, nemlig at reducere eller undgå udslip eller at fange og behandle udslippet, og der kan der være mange individuelle måder at gøre på.

Man kan f.eks. reducere eller undgå diffuse VOC udslip ved at:

1. reducere utætheder i procesudstyret, specielt tætninger i ventiler, pumper, rørsamlinger og lignende. For at identificere utætheder kan man anvende en simpel PID måler.
2. sørge for at processer og operationer med VOC sker i lukket udstyr, og/eller at åbninger ind til VOC er så små og varigheden er så kort som muligt.
3. Indføre BAT, som enten kan være kan være procestekniske ændringer, så processen er bedre indkapslet, eller det kan være en proces med mindre VOC eller helt uden VOC.
4. Indføre driftstekniske forbedringer, hvor operatørerne oplæres i at køre processen med mindst mulig diffus emission. En så simpel ting, som at holde beholdere med VOC holdige råvarer eller affald forsvarligt lukkede, kan hindre megen diffus VOC emission.

Man kan også forsøge at indfange den diffuse emission fra procesanlæg og oplag med indkapsling og/eller udsugning, så emissionen dels kan måles, dels kan renses lokalt eller centralt, og/eller kan afkastes i tilstrækkelig højde så B-værdien overholdes.

Emissioner fra diffuse kilder er i sagens natur vanskeligere at bekæmpe i forhold til punktkilder, hvor emissionen er lokaliseret og kan tilsluttes et reduktionsanlæg og/eller et forhøjet afkast. Diffuse udslip foregår ofte over et større areal, og emissionen sker ofte fra kilder, der ikke eller kun vanskeligt kan indkapsles. Derfor er det ofte umuligt at benytte de teknikker, der traditionelt anvendes til reduktion af luftemissioner fra punktkilder, med mindre den diffuse emission indfanges ved udsugning, så den kan renses. Reguleringen af diffuse kilder baserer sig derfor i vid udstrækning på krav til indretning af driften.

Luftvejledningens afsnit 7 anviser krav til indretning og drift af tanke og siloer /1/. For diffuse kilder i øvrigt anbefaler Luftvejledningen, at regulering foretages ved fastsættelse af driftsvilkår. Som følge heraf foretages reguleringen på området ud fra konkrete vurderinger foretaget af de lokale tilsynsmyndigheder. Da det i praksis ofte er de største industrivirksomheder, der har de største VOC forbrug og også de væsentligste diffuse emissioner til omgivelserne, er det typisk opgaver, der varetages af Miljøstyrelsens decentrale administration (de tidligere Miljøcentre). Der er dog også mange små og mellemstore virksomheder, som har et væsentligt VOC forbrug, og en væsentlig diffus VOC emission, men mange har heller ikke nogen rensning, og det begrænser naturligvis mulighederne for at reducere den diffuse VOC emission. Der er dog ofte muligheder for at begrænse den diffuse VOC emission ved at foretage regulering af drift og indretning for diffuse udslip.

Diffus VOC emission forekommer på mange forskellige typer virksomheder med et utal af forskellige processer og produktioner, og ved anvendelse af mange forskellige VOC'er, både i ren form og som ingredienser i de råvarer der anvendes. En stor del af disse virksomheder er omfattet af VOC-bekendtgørelsen, men der er også mange der ikke er, enten fordi aktiviteten ikke står på listen i VOC-bekendtgørelsen, eller fordi forbruget er mindre end den angivne tærskel.

Selvom der findes en del litteratur om BAT for rensning af VOC i procesgasser og begrænsning af diffus VOC emissioner, specielt i de relevante BREF dokumenter, så er det ikke muligt at lave en generel oversigt over metoder og relevante teknikker til reduktion af diffus VOC emission, ligesom den der blev udarbejdet for diffus emission af støv i Idékatalog til brug ved regulering og kontrol af diffuse emissioner af støv /3/. I stedet gives en generel anvisning på, hvordan problemet med diffus VOC emission fra en virksomhed kan gribes an, samt en oversigt og gennemgang af relevant litteratur, hvor der eventuelt kan hentes yderligere oplysninger om specifikke virksomhedstyper og de teknikker de typisk anvender. Litteraturen er dog koncentreret om store og meget store virksomhedstyper, men store VOC forbrug, hvor hovedparten af de danske virksomheder der anvender VOC og har mere eller mindre diffus emission, er små eller mellemstore virksomheder. Mange teknikker og processer er dog de samme, men når de anbefalede BAT er vurderet i forhold til meget store virksomheder, så er de ikke nødvendigvis også BAT for små virksomheder, fordi omkostningerne ved etablering på små virksomheder kan være prohibitivt større end på store virksomheder.

3.1. Diffus VOC emission i BREF dokumenter

De fleste BREF-dokumenter omhandler konkrete industrielle aktiviteter og kaldes vertikale BREF-dokumenter, eller BREF-dokumenter for konkrete industrielle aktiviteter.

Nogle af BREF-dokumenterne dækker bredt aktiviteter, som er, eller kan være, relevante for flere virksomhedstyper, og de kaldes horisontale BREF-dokumenter eller generelle BREF-dokumenter.

Følgende BREF dokumenter er fundet at kunne være relevante for virksomheder der anvender større mængder VOC i produktionen, og derfor kan have diffus VOC emission.

Vertikale BREF dokumenter:

1. Emissions from Storage /9/
På dansk: Emissioner fra oplagring
2. Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector /10/
På dansk: Spildevands-og luftrensning og dertil hørende styringssystemer i den kemiske industri
3. General Principles of Monitoring /11/
På dansk: Generelle overvågningsprincipper

Horisontale BREF dokumenter:

1. Organic Fine Chemicals /12/
På dansk: Organiske finkemikalier
2. Mineral Oil and Gas Refineries /13/
På dansk: Mineralolie- og gasraffinaderier
3. Surface Treatment using Organic Solvents /14/
På dansk: Overfladebehandling med organiske opløsningsmidler

BREF dokumenterne er store grundige værker på 4-600 sider, og de findes kun på engelsk, bortset fra en dansk oversættelse af resumeet. De indeholder mange gode og relevante oplysninger om processer og renseteknologier, men det kan være vanskeligt at finde lige de informationer man har brug for. BREF dokumenter indeholder grundige beskrivelser af bedst tilgængelige teknologier (BAT = Best Available Technology), men det er primært for produktionsprocesser og de tilhørende punktkildeemissioner, så mængden af information om diffus VOC emission er relativt begrænset, men med store variationer mellem dem. Det ligger dog i BAT, at den samlede miljøpåvirkning vil være

mindre og det gælder i høj grad også diffuse emissioner. Nye processer og udstyr der lever op til BAT, anvender ofte mindre VOC til den samme produktion, men vil typisk også være bedre indkapslet og have optimeret udsugning, så mere VOC kan behandles i en mindre luftstrøm. Derfor er beskrivelserne af BAT i BREF dokumenterne meget relevante i forhold til, at vurdere mulige tiltage til at reducere den diffuse VOC emission.

Søger man viden og information om diffus VOC emission i BREF dokumenterne, kan det anbefales at søge på ordene "diffuse" og "fugitive", samt eventuelt efterfulgt af "VOC" eller "emissions".

De vertikale BREF'er dækker i princippet alle typer virksomheder og processer, men selvom de horisontale BREF'er kun dækker bestemte virksomheder, så kan der være relevante oplysninger om diffus VOC emission. Man kan derfor med fordel søge i flere eller alle de nævnte BREF'er.

De danske resumer af de nævnte BREF'er giver en god introduktion til indholdet, og hvordan det er struktureret de enkelte kapitler. Links til de danske resumeer er vist i bilag 2, sammen med links til de respektive BREF dokumenter, så man relativt nemt kan finde ud af, hvilke BREF'er der kan være relevante for en bestemt virksomhed og produktion, samt hvor i BREF'en man kan finde de relevante oplysninger.

Det skal bemærkes, at kvaliteten af oversættelsen af tekniske termer til Dansk er meget svingende, så der mange steder er anvendt direkte oversættelse fra engelsk til danske ord, der normalt ikke anvendes på dansk for den pågældende term, og så kan meningen være vanskelig at gennemskue. Da der er tale om direkte oversættelser, så må man se i den originale engelske tekst i BREF dokumentet for at afklare eventuelle uforståelige oversættelser.

I de følgende afsnit gives en kort introduktion til de nævnte BREF dokumenter, og der suppleres med referencer og omtale af følgende litteratur, som anses for at kunne være relevant ved behandling af diffus VOC emission.

3.2. BREF: Emissions from Storage

BREF-dokumentet "Emissions from Storage" er en horisontal BREF, som dækker alle aktiviteter indenfor oplag, transport og håndtering af væsker, flydende gasser og faste stoffer og materialer uanset i hvilken industri det drejer sig om. Den er derfor relevant for de fleste virksomheder der arbejder med VOC og har diffus VOC emission, bare de har et oplag af VOC, håndterer VOC i rør med samlinger og ventiler og bruger pumper.

BREF'en omhandler såvel emissioner til luft, jord og vand, men den største vægt er lagt på emissioner til luften. De

Denne BREF er relevant for mange virksomheder med diffus emission af VOC, fordi de fleste har et oplag af råvarer indeholdende VOC eller VOC'er i ren form, som de anvender i produktionen. Selvom BREF'en er rettet mod større oplag, så vil mange kilder til diffus VOC emission være de samme på de mindre oplag, men antallet af kilder og størrelse af den diffuse emission vil naturligvis være meget mindre.

I BREF'en anvendes forkortelsen EMC mange steder, og den er vigtigt, for det er forkortelsen for Emission Control Measures, som på dansk er metoder til kontrol og begrænsning af emissionen.

De vigtigste kilder til emission til luften fra tankoplag af VOC, kan for normal drift opdeles i følgende punkter (Kap. 1 side 2):

- Emission ved fyldning og tømning
- Emission pga. temperatur ændringer, hvorved væskens rumfang ændres og når rumfanget stiger, så emitteres VOC holdigt luft.

- Emissioner fra utætheder i rørsamlinger, samt i tætningsringe i ventiler og pumper
- Emissioner under prøvetagning
- Emissioner fra rengøringsprocesser

BREFen omhandler således også diffuse emissioner fra mange af de samme processer og de typer proces udstyr, som anvendes på mange virksomheder med diffus VOC emission, så der er mange ting herfra der kan anvendes på virksomheder der anvendes VOC i produktionen.

Der er mange eksempler på kilder til diffuse emissioner og anvisninger på hvordan man kan reducere eller helt undgå dem.

3.3. BREF: Common Waste Water and Waste Gas Treatment

Denne horisontale BREF, som dækker alle industrier der har spildevand og luftrensning, er reelt ikke relevant i forhold til diffus VOC emission, fordi den ikke indeholder noget om dette. Hvis fugitive og diffuse emissioner fanges ved indkapsling og/eller udsugning er de dog omfattet af denne BREF (se BREFen side 6-7).

BREF er medtaget, fordi en vigtig del af vurderingen af diffus VOC emission er BAT, så en modernisering af et procesudstyr til reduktion af VOC emission fra punktkilder, vil normalt også medføre en reduceret diffus VOC emission, og BREFen omhandler i høj grad BAT for renseprocesser.

3.4. BREF: General Principles of Monitoring

Dette er en horisontal BREF, som dækker alle industrier hvor der foretages målinger af alle former for emissioner. IPPC direktivet, som senest den 7/1 2013 afløses af IE direktivet, indeholder emissionsgrænseværdier og krav til måling og dokumentation for overholdelse, som myndighederne skal implementere i miljøgodkendelser. Formålet med denne BREF er, at give informationer der kan hjælpe både myndigheder og virksomheder til at opfylde kravene til monitorering og kontrol af emissionerne.

Der er tre typer af monitorering af industrielle emissioner:

1. Måling af emissioner fra punktkilder
2. Proceskontrol og monitorering, til dokumentation for at processen er indenfor korrekt drift
3. Måling og kontrol af emissionernes påvirkning af omgivelserne

Denne BREF omhandler kun monitorering af emissioner fra punktkilder, og der er ingen omtale af hverken måling eller reduktion af diffus VOC emission.

Emissioner fra punktkilder er en meget vigtig del af den massebalance, som er den meste almindelige metode til beregning af den diffuse VOC emission.

Denne BREF kan både bruges til at forbedre den løbende monitorering og til at opstille et måleprogram til kortlægning af VOC emissionen fra punktkilder, så den bestemmes med større nøjagtighed og mindre usikkerhed for den samlede emission til en massebalance, end den præstationskontrol på tre 1-times målinger ved maksimal emission, som foreskrives i Luftvejledningen.

3.5. BREF: Organic Fine Chemicals

Denne BREF er specifikt relevant for virksomhedstyperne vist i Tabel 2, men indholdet kan også anvendes på andre tilsvarende produktioner og processer.

Tabel 2. Listepunkter i Godkendelsesbekendtgørelsen der er omfattet af Organic fine Chemicals

Listepunkt	Virksomhedstyper
D 101	Virksomheder, der ved en kemisk eller biologisk proces fremstiller organiske eller uorganiske kemiske stoffer, produkter eller mellemprodukter, herunder enzymer (i)
D 104	Virksomheder, der ved en kemisk eller biologisk proces fremstiller lægemidler (i)
D 105	Virksomheder der ved kemisk eller biologisk proces fremstiller farvestoffer, tilsætningsstoffer eller hjælpestoffer, herunder til levnedsmiddelindustrien (i)
D 106	Virksomheder, der fremstiller basisplantebeskyttelsesmidler eller biocider (i)

Diffus VOC emission generelt medtaget i vurderingerne af BAT, og der er flere eksempler på konkrete kilder til diffus eller fugitive VOC emission, og hvordan de kan minimeres eller undgås.

Det danske resume giver en meget god oversigt over BAT anbefalingerne, som i høj grad også forholder sig til mulighederne for at begrænse eller fjerne den diffuse VOC emission.

3.6. BREF: Mineral Oil and Gas Refineries

Denne BREF er kun relevant for de to olieraffinaderier i Danmark.

De meget store mængder råolie (og gas) der normalt behandles på raffinaderier, sammen med de mange processer og de forskellige produkter der produceres gør det umuligt at beregne den diffuse VOC emission ved en massebalance.

Raffinaderierne har meget begrænset VOC emission fra punktkilder, fordi spild- og restgasser normalt bliver brændt, enten i processerne eller i en fakkell. Da det meste af VOC emissionen er fra diffuse kilder, som man jo ikke bare kan måle, er en vigtig BAT anbefaling, at kvantificere den diffuse VOC emission. Det sker typisk ved en LDAR, som er forkortelse for Leak Detection and Repair. Princippet er en beregning af den fugitive emission fra utætheder i rørsamlinger og tætninger i ventiler, pumper mv. På basis af en opgørelse af alle disse kilder, beregnes en emission ud fra emissionsfaktorer for hver enkelt kildetype, og der foretages kontrolmålinger med håndholdt PID måler. På baggrund af måleresultaterne og den samlede beregnede emission, udarbejdes et vedligeholdelsesprogram til at reducere utætheder og dermed reducere den diffuse VOC emission.

LDAR er udviklet i USA og har i mange år været praktiseret på raffinaderier over hele jorden. I 2008 udkom CEN standarden EN 15446 om "Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks" /7/.

Supplerende materiale og viden om diffus VOC emission fra utætheder i procesudstyr og rørsystemer kan findes i:

Cost-effective Reduction of Fugitive Solvent Emissions. [Envirowise guide nr. GG071R](#) /5/.

Diffuse VOC Emissions. [IMPEL Project 15](#) /16/.

3.7. BREF: Surface Treatment using Organic Solvents

Dette BREF-dokument er baseret på virksomheder og processer, der er omfattet af afsnit 6.7 i bilag I til IPPC-direktivet /19/:

Anlæg til behandling af overflader på stoffer, genstande eller produkter under anvendelse af organiske opløsningsmidler, navnlig med henblik på grundig påtrykning, coating, affedtning, imprægnering, kachering, lakering, rensning eller vædning, med en forbrugskapacitet med hensyn til opløsningsmiddel på mere end 150 kg/h eller mere end 200 tons/år.

BREF-dokumentet behandler følgende processer:

- tre grafiske processer, hvor der anvendes opløsningsmidler i stort omfang (heatset web offset, fleksibel emballage og magasindybtryk)
- overfladebehandling og/eller maling af:
 - beviklingstråd
 - person- og varebiler, busser, tog,
 - landbrugsudstyr
 - skibe og lystfartøjer
 - fly
 - stål- og aluminiumsbånd
 - metalemballage
 - møbler og træ
 - andre metal- og plastflader
- anvendelse af klæbestoffer til fremstilling af slibemidler og tape
- imprægnering af træ med konserveringsmidler
- rensning eller affedtning i tilknytning til disse aktiviteter. Der blev ikke identificeret nogen særskilt affedtningsindustri.

Anvendelsen af vandopløselige alternativer til opløsningsmiddelbaserede overfladebehandlinger (såsom e-coat) behandles i dokumentet. Anden vandbaseret overfladebehandling behandles i BREF-dokumentet om overfladebehandling af metaller.

BREF dokumentet indeholder mange eksempler på diffus VOC emission fra konkrete processer og der er også eksempler på metoder til at reducere den diffuse VOC emission. Det kan dog ikke findes ved at søge på "diffuse emissions", for der anvendes generelt ordet "fugitive emissions", selvom der tydeligt er tale om diffus emission efter definitionen i VOC bekendtgørelsen og i andre kilder.

Se også Miljøstyrelsens [Working Report No. 6/2001](#) om VOC Emissions from Manufacturing Processes. Cleaner Technology in the Lacquer and Paint Industry /15/.

3.8. Anden relevant litteratur

Supplerende viden kan hentes i følgende litteratur, som er fundet relevant at omtale. Det skal bemærkes, at listen ikke er en komplet litteratursøgning, så der kan formentlig findes meget anden relevant litteratur om diffus VOC emission.

Specielt skal fremhæves litteratur fra Envirowise - Practical Environmental Advice for Business – som er et Engelsk regeringsprogram, der tilbyder gratis, uafhængige og praktiske rådgivning til industrier, om at reducere spild og øge indtjeningen. envirowise.wrap.org.uk/

Cost-Effective Reduction of Fugitive Solvent Emission /5/

Anlæg der producerer, anvender eller genanvender VOC som en del af processen, kan miste 10 % eller mere af den totale VOC mængde til luften ved diffuse emissioner. Envirowise guiden på 50 sider giver en meget systematisk og grundig anvisning og metoder til at identificere kilder til diffus VOC emission, og hvordan man kan reducere dem. Den er opdelt i kapitler om:

1. Kilder til diffus VOC emission
2. Kontrol strategi for fugitive emissioner
3. Måling og detektering af fugitive emissioner
4. Forebyggelse af utætheder i ventiler
5. Forebyggelse af utætheder i pumpe akseltætninger
6. Forebyggelse af utætheder i andre kilder

Målgruppen er tydeligt større industrier med et stort forbrug af VOC, f.eks. raffinaderier, men den er relevant for alle industrier, som pumper VOC i rør med ventiler.

Monitoring VOC emissions: Choosing the best option /20/

For at kunne følge og reducere VOC forbrug og den diffuse VOC emission, er monitoring af VOC. Denne guide beskriver fordele og ulemper ved forskellige metoder til at måle VOC emissioner og luft flow, og der beskrives et systematisk metode til at designe og etablere et VOC monitorings program.

Tre eksempler fra industrier beskriver hvordan de har etableret et VOC monitorings program, og hvilket udbytte de har haft af det.

Guiden er meget anvendelig for alle typer industrier, der anvender VOC og har emissioner fra punktkilder og/eller diffuse kilder.

Better solvent management in speciality chemicals manufacture /21/

Denne guide beskriver simple og praktiske metoder, til at indføre god husholdning med VOC forbruget, så den diffuse VOC emission kan reduceres, samtidigt med at der kan spares penge på VOC forbruget. Guiden fokuserer på hovedområder for VOC emissioner i den kemiske industri og henviser til andre relevante publikationer fra Envirowise og andre myndigheder, der tilbyder anvisninger og praktiske råd om besparelser på omkostningerne ved at anvende VOC.

Emner der behandles omfatter fugitive emissioner, minimering af VOC forbrug, genbrug af VOC, luftrensningsteknikker for VOC, samt måling og monitoring af VOC.

Der er mange eksempler og tjeklister for gennemgang og håndtering af VOC og emissioner, ved almindeligt forekommende operationer og processer, hvor VOC emissioner hyppigt forekommer.

Cost-effective solvent management /21/

I alle BREF dokumenterne udpeges Miljøledelse, god husholdning og vedligeholdelse som meget vigtige dele af BAT, og denne guide giver anvisninger for hvordan det rent praktisk kan indføres på virksomheder.

Denne Guide beskriver en systematisk tilgang til monitoring af VOC forbrug og emissioner, som er anvendelig for alle størrelse og typer virksomheder der anvender VOC i produktionen (bortset fra renserier). Fornuftig håndtering af VOC kan hjælpe virksomheder til at reducere driftsomkostninger, overholde myndighedskrav, reducere behovet for rensning og forbedre det offentlige image.

Guiden beskriver hvordan man kan indsamle og analysere data om VOC forbrug og VOC emissioner, opstille en massebalance og implementere et VOC-ledelses program. Der kan downloades et regneark, som kan hjælpe virksomheder med at registrere og analysere VOC forbruget.

Link til download af regneark: [Regneark uden data](#) og [Regneark-eksempel med data](#).
Introduktion til anvendelse af regnearket findes sidste i guiden.

4. Kontrol og monitorering

Der findes pt. ikke nogen danske retningslinier for, hvordan diffuse emissioner skal måles. Luftvejledningen indeholder anbefalede metoder til måling af en lang række luftemissioner fra stationære kilder – dvs. måling af luftemissioner, der foregår via skorstene eller ventilationsafkast. Da prøvetagningsstrategien er en ganske anden i forbindelse med diffuse emissioner, og da bestemmelsen af repræsentative koncentrationer og luftmængder er væsentlig mere vanskelig, kan de anbefalede målemetoder ikke benyttes direkte til måling af diffuse emissioner.

4.1. Metoder til kontrol

Tilsynsmyndigheden bør gennem krav i miljøgodkendelsen sikre, at diffuse VOC-emissioner begrænses med den bedst anvendelige teknik, og at reduktionseffekten bibeholdes vedvarende. Metoder til kontrol og monitorering kan formuleres som krav til:

- Kontrol af driftsparametre
- Monitorering

4.2. Kontrol af driftsparametre

Fælles for alle krav, der stilles i en miljøgodkendelse, er, at de skal være nødvendige, de skal være entydige, de skal kunne administreres, og de skal kunne kontrolleres. Desuden bør der være vilkår for uregelmæssigheder, og det skal angives, hvornår vilkåret er overholdt.

Driftsvilkår skal være tilpasset den enkelte virksomhed og de aktiviteter, der kan medføre diffuse VOC-emissioner. Da mange forskellige processer kan forårsage diffuse VOC-emissioner, er det ikke muligt at opstille et sæt standard driftsvilkår, som kan anvendes alle steder.

Relevante vilkår om diffuse VOC-emissioner kan involvere krav om indkapsling, udsugning, og bortskaffelse af ventilationsluften til rensningsanlæg. Ved indkapsling skal man være opmærksom på, at de ansattes arbejdsmiljø ikke må forværres ved øget eksponering, og der skal tages hensyn en evt. øget risiko for brand. Af samme årsag foregår mange processer med højt indhold af VOC'er under åben himmel. Reguleringen skal ske ud fra en helhedsbetragtning, og således at emissionen mindskes på bedst mulige måde under hensyntagen til arbejdsmiljø- og brandforholdene på virksomheden.

Kontrol af driftsvilkår foretages ofte ved, at virksomheden skal føre en driftsjournal, som skal indeholde alle væsentlige tiltag i forhold til at reducere eller undgå diffuse VOC-emissioner. Driftsvilkåret anses for overholdt, når driftsjournalen har været ført korrekt, og betingelserne i vilkårene i øvrigt er overholdt.

Grundlæggende bør alle vilkår om reduktion af diffuse VOC-emissioner udarbejdes i tæt samarbejde med virksomheden, som både kender anlæggene og arbejdsrutinerne, og normalt også de væsentligste kilder. De krævede tiltag og ændringer i arbejdsrutiner kan erfaringsmæssigt bedst gennemføres i en dialog mellem tilsynsmyndigheden og virksomheden. Er der tale om krav om tekniske ændringer, vil de ofte være en fordel at inddrage eventuelle leverandører og rådgivere i dialogen.

4.3. Måling af VOC emission

Måling af emissionen af VOC fra punktkilder kan enten foretages med kontinuert registrerende instrument, normalt en FID måler, eller ved adsorption på et egnet medie, ofte aktivt kul, med efterfølgende analyse for opsamlede VOC'er. Der er fordele og ulemper ved begge metoder, og måler man med begge metoder samtidigt, så får man ofte ikke identiske resultater.

Ved adsorptionsmetoden identificeres de enkelte VOC ved analysen, og resultatet er middelværdier for måleperioden, som typisk er 1 time. Målemetoden er beskrevet i Miljøstyrelsens anbefalede metoder MEL-17 /17/.

FID målingerne giver en kontinuert registrering af den samlede VOC emission, hvilket specielt kan være nyttigt ved måling på afkast med varierende emission, f.eks. batch processer. FID måleren kan ikke identificere de enkelte VOC'er, men måler dem samlet i forhold til kalibreringen, som typisk foretages med propan, så målingen er i propan ækvivalenter, som ofte omregnes til C-ækvivalenter. I VOC-bekendtgørelsen er emissionsgrænseværdierne i Bilag 2A opgivet i mg TOC pr. normal m³, som svarer til mg C/m³, og måling med en FID giver derfor direkte resultater, der kan sammenlignes med grænseværdien.

Kendes sammensætningen af VOC'er, så kan FID målingen også omregnes til koncentration af de aktuelle VOC'er, men da der er lidt forskel i målerens respons på de enkelte VOC'er, så skal målerens responsfaktor også kendes for hver enkelt VOC. Responsfaktorer for de almindeligt anvendte VOC'er kan normalt oplyses af FID-måler leverandøren. Man kan også bestemme en samlet responsfaktor ved at udføre samtidige målinger med FID og adsorptionsmetoden. FID målemetoden er beskrevet i Miljøstyrelsens anbefalede metoder MEL-07 /18/.

Opgørelse i enheden C/Nm³ vil altid være mindre end opgørelse i den reelle mængde VOC, fordi VOC'erne udover kulstof altid indeholder varierende mængder af mindst et af grundstofferne H, O, N, S, Cl, Br og F.

Forskellen mellem VOC beregnet eller målt, som mg VOC og mg C, dvs. hele vægten af stoffet og kun vægten af kulstofindholdet, er beregnet for mere end 200 af de mest anvendte VOC'er, og er samlet vist i Tabel 3.

Tabel 3. Forholdet mellem mg VOC og mg C for mere end 200 af de mest anvendte VOC'er.

VOC typer	Middel mg VOC/mg C	Største værdi mg VOC/mg C	Mindste værdi mg VOC/mg C
Rene kulbrinter - kun C, H og O	1,5	4,1	1,1
VOC der indeholder N, S, Cl, Br og/eller F	5,1	13	1,6
Alle VOC	2,1	13	1,1

Der er således en væsentlig forskel på måling og opgørelse af VOC i mg VOC eller mg C, som i værste fald kan være op til en faktor 13. Rene kulbrinter, der består af kulstof og brint (C og H), har den mindste forskel, mens forskellen øges med indholdet af andre og tungere atomer end C, f.eks. O, S, N og især halogenerne Cl, Br og F, da de er væsentlig tungere end de øvrige grundstoffer.

Foretages emissionsmålinger på punktkilder med FID måler, og skal resultaterne bruges i en massebalance til bestemmelse af den diffuse VOC emission, så skal man kende FID målerens respons på den VOC blanding man måler på, så man kan beregne emissionen i både i mg C/m³ og i mg VOC/m³. Hvis man kender FID målerens respons på de enkelte VOC'er, og man ikke kender den aktuelle sammensætning af VOC'er, kan man foretage målinger med opsamling på kulrør med efterfølgende analyse for specifikke VOC, og anvende den sammensætning til beregning af koncentrationen i mg VOC/m³.

4.4. Måling af diffus VOC emission

Det er karakteristisk for diffus VOC emission, at man ikke kan måle den eller kun gøre det med stort besvær og store omkostninger. Det er derfor ikke realistisk at forsøge på dette. For meget store procesanlæg, f.eks. raffinaderier, hvor den diffuse VOC emission primært kommer fra utætheder i rørsamlinger og tætninger i pumper og ventiler, og man beregner emissionen ud fra

emissionsfaktorer, kan man bruge remote sensing teknik til at kontrollere om den beregnede emission svarer nogenlunde til det man kan måle.

Remote sensing teknik er baseret på, at man opstiller en lyskilde, der kaster f.eks. UV lys langs med virksomhedens skel over en strækning på 500 - 1000 meter. Lyset modtages af en receiver, der løbende måler lysintensiteten, og dermed den absorption, der sker som følge af de gasser, der passerer lysstrålen. Herved måles, om koncentrationen af VOC, for eksempel benzin eller naphthalen øges som følge af diffuse emissioner fra udendørs anlæg med mange små kilder, såsom f.eks. raffinaderier og destillationsanlæg.

En europæisk standard for måling af udeluft og diffuse emissioner med Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) er under udarbejdelse under CEN TC264, og foreligger i en draft udgave, prEN 16253:2011 /8/.

Målemetoden kan ikke anvendes til direkte at identificere hvor den diffuse VOC emission kommer fra, men den kan vise om der skulle være nogle store kilder, som man ikke har med i sin beregning af den diffuse emission. Er der tale om periodevist forhøjede koncentrationer, så kan man eventuelt finde årsagen ved at gennemgå virksomhedens arbejdsoperationer.

Tjæredestillationsanlægget i Nyborg har efter krav fra myndighederne installeret en remote sensing måler, for at detekterer koncentrationen af benzen, kulbrinter, xylen, toluen og naphthalen langs skellet mellem virksomheden og det tilstødende boligområde. Sammen med en vindmåler detekterer måler forhøjede værdier af stofferne fra virksomheden. Ved en pludselig forhøjet emission kan årsagen findes ved at gennemgå de aktuelle arbejdsprocesser på virksomheden, f.eks. fyldning af tanke.

Investering for dette målesystem opgives til at have været ca. 1 mio. kr.

5. Opsummering/konklusion

Regulering og kontrol af diffus VOC emission er vanskelig, dels fordi det kan komme fra mange forskellige kilder i et utal af forskellige produktioner og processer, så at drage en egentlig konklusion er vanskelig. Det eneste der er fælles for alle VOC forbrugende virksomheder er, at en målrettet indsats for at klarlægge størrelsen af den diffuse emission og efterfølgende arbejde med at minimere emissionen kun kan udføres af virksomheden selv, evt. i samarbejde med eksterne rådgivere og målefirmaer.

Myndighedernes rolle er kun, at stille krav til virksomhederne, enten ifølge VOC-bekendtgørelsen, Godkendelsesbekendtgørelsen, eller ved påbud, samt at kontrollere at kravene overholdes. Mange virksomheder kan formentlig opnå besparelser ved at indføre VOC monitoring, så de får bedre styr på deres VOC forbrug, som hævdes i flere af de omtalte referencer, men de ser ofte kun udsigten til udgifter. Det kan derfor anbefales, at myndighederne indgår i en dialog med virksomhederne om nødvendigheden af og fordelene ved at holde løbende styr på forbrug og emission af VOC. På den måde bliver virksomheden en positiv medspiller i arbejdet, således at det evt. kan udvikle sig ud over det der stilles som krav fra myndigheden.

Indholdet i denne rapport kan dels give myndighederne baggrundsviden til at stille bedre krav om VOC monitoring til virksomheder, og det kan i høj grad hjælpe virksomhederne til at planlægge og udføre VOC monitoring hensigtsmæssigt.

6. Referencer

- /1/ Luftvejledningen. Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/2001.
- /2/ Diffuse emissioner og arealkilder - Vurdering af behov for regulering og monitorering. Ref-Lab rapport nr. 41-2007.
- /3/ Idékatalog til brug ved regulering og kontrol af diffuse emissioner af støv (2008). Rapport nr. 48 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften.
- /4/ Emission Inventory for Fugitive Emissions in Denmark (2009). NERI Technical Report no. 739.
- /5/ Cost-effective Reduction of Fugitive Solvent Emissions. [Envirowise guide nr. GG071R](#), 2008. Envirowise. www.envirowise.gov.uk
- /6/ VOC-bekendtgørelsen. Bekendtgørelse om begrænsning af flygtige organiske forbindelser fra anvendelse af organiske opløsningsmidler i visse aktiviteter og anlæg./7/ Bek. fra Miljøministeriet nr. 350 af 29/05 2002.
- /7/ EN 15446:2008. Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sectors. Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks.
- /8/ prEN 16253:2011. Air quality - Atmospheric measurements near ground with Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) – Ambient air and diffuse emission measurements.
- /9/ Reference Document on Best Available Techniques on [Emissions from Storage](#). European Commission, July 2006.
- /10/ Reference Document on Best Available Techniques in Common [Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector](#). February 2003.
- /11/ Reference Document on the [General Principles of Monitoring](#). July 2003.
- /12/ Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of [Organic Fine Chemicals](#). European Commission, August 2006.
- /13/ Reference Document on Best Available Techniques for Mineral [Oil and Gas Refineries](#). European Commission, February 2003.
- /14/ Reference Document on Best Available Techniques on [Surface Treatment using Organic Solvents](#). August 2007.
- /15/ VOC Emissions from Manufacturing Processes. Cleaner Technology in the Lacquer and Paint Industry. [Working Report No. 6/2001](#). Danish Environmental Protection Agency.
- /16/ Diffuse VOC Emissions. [IMPEL Project 15](#). December 2000. IMPEL Network.
- /17/ [MEL-17](#). Bestemmelse af koncentrationen af specifikke organiske opløsningsmidler i strømmende gas (adsorptionsrørsmetoden). Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften. 2003.
- /18/ [MEL-07](#). Bestemmelse af koncentrationer af gasformig TOC (total organisk carbon) i strømmende gas (flammeionisationsdetektion). Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften. 2008.
- /19/ [IPPC-Direktivet](#). Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/1/EF af 15. januar 2008 om integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening.
- /20/ Monitoring VOC emissions: Choosing the best option. Guide nr. [GG203](#), 2003. Envirowise. www.envirowise.gov.uk

- /21/ Better solvent management in speciality chemicals manufacture. Guide nr. [GG395](#), 2004. Envirowise. www.envirowise.gov.uk
- /22/ Cost-effective solvent management. Guide nr. [GG429](#), 2004. Envirowise. www.envirowise.gov.uk
- /23/ [VOC Fugitive Losses](#): New Monitors, Emission Losses, and Potential Policy Gaps. 2006 International Workshop. US EPA. October 25-27, 2006.

Definitioner af Diffuse og Fugitive emissions

I BREF dokumentet General Principle of Monitoring (3.2 side 22) defineres diffuse og fugitive emissions således:

Fugitive emissions - Emissions into the environment resulting from a gradual loss of tightness of a piece of equipment designed to contain an enclosed fluid (gaseous or liquid), typically this could be caused by a pressure difference and a resulting leak.

Examples of fugitive emissions include leakages from a flange, a pump or a piece of equipment and losses from the storage facilities of gaseous or liquid products.

Diffuse emissions - Emissions arising from a direct contact of volatile substances with the environment under normal operating circumstances. These can result from:

- inherent design of the equipment (e.g. filters, dryers ...)
- operating conditions (e.g. during transfer of material between containers)
- type of operation (e.g. maintenance activities)
- or from a gradual release to other media (e.g. to cooling water or waste water).

Diffuse emission sources can be point, linear, surface or volume sources. Multiple emissions inside a building are normally considered as diffuse emissions, whereas the general ventilation-system exhaust is a channeled emission.

Examples of diffuse emissions include venting from storage facilities during loading and unloading, separation pools in oil refineries, vents, doors in coke plants, processes involving solvents, etc.

Note, fugitive emissions are a subset of diffuse emissions.

I IMPELs Diffuse VOC Emission defineres det således:

Diffuse emissions: all emissions that are not released via specific emission points (stacks, etc.); e.g. leakage from equipment (= fugitive emissions), loading and unloading operations, evaporation losses from storage tanks and waste water treatment; excluded are emissions resulting from the use of solvents which are regulated by the EC Directive 1999/13/EC.

Integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening (IPPC)

Resumé Referencedokument om BAT (bedste tilgængelige teknik) i forbindelse med emissioner fra oplagring

Januar 2005

Det horisontale BAT referencedokument (BREF) om bedste tilgængelige teknik med titlen 'Emissioner fra oplagring' er resultatet af en informationsudveksling, der har fundet sted i henhold til artikel 16, stk. 2 i Rådets direktiv 96/61/EF (IPPC-direktivet). Dette resumé, som skal læses i sammenhæng med forordets tekst om formål, anvendelse og juridiske udtryk, beskriver hovedkonklusionerne og giver et resumé af de væsentligste BAT-konklusioner og de dertil knyttede emissions-/forbrugsniveauer. Det kan læses og forstås som et enkeltstående dokument, men resuméformen tillader ikke en præsentation af alle de komplekse forhold, der er i det fuldstændige referencedokument. Resuméet kan derfor ikke erstatte det fulde BREF-dokument som redskab i BAT-beslutningsprocessen.

Anvendelsesområde

Emissioner fra oplagring af bulkvarer eller farlige stoffer er blevet identificeret som et horisontalt forhold for alle aktiviteter, der er medtaget i bilag I i IPPC-direktivet. Det betyder, at dette dokument dækker oplagring, transport og håndtering af væsker, fordråbede gasser og faste stoffer uanset sektor eller branche. Det behandler udledninger til luft, jord og vand, dog med størst opmærksomhed på udledninger til luft. Oplysninger om udledninger til luft fra oplagring og håndtering/transport af faste stoffer fokuserer på støv.

Generelle oplysninger, stoffer og klassifikationer

Kapitel 1, Generelle oplysninger, giver generelle oplysninger om den miljømæssige betydning af oplagring og håndtering af bulkvarer og farlige stoffer og udledningsforholdene for lagerinstallationer ved generelt at identificere de vigtigste kilder til udledninger til luft og vand og til affald. Kapitel 2, Stoffer og klassifikationer, behandler de forskellige klassifikationssystemer for stoffer og kategorier af stoffer i henseende til bl.a. giftighed, brændbarhed og miljøskadelighed. Det behandler også spredningskategori for faste stoffer, der forekommer som bulkvarer.

Anvendte oplagrings-, transport- og håndteringsteknikker samt teknikker, der skal tages i betragtning ved bestemmelsen af BAT.

Kapitel 3, Anvendte oplagrings-, transport- og håndteringsteknikker, beskriver de teknikker, der anvendes ved oplagring, transport og håndtering af væsker, fordråbede gasser og faste stoffer. Kapitel 4 beskriver teknikker, der skal tages i betragtning ved bestemmelsen af BAT, igen i relation til væsker, fordråbede gasser og faste stoffer. Der gives først en sammenfatning af emner i forbindelse med væsker og fordråbede gasser og dernæst i forbindelse med faste stoffer.

Væsker og fordråbede gasser

Følgende former for oplagring af væsker og fordråbede gasser er beskrevet i kapitel 3:

- åbne lagertanke
- eksterne tanke med flydetag
- (vertikale) tanke med fast tag
- overjordiske horisontale lagertanke (atmosfærisk tryk)
- horisontale lagertanke (under tryk)
- vertikale lagertanke (under tryk)
- kugletanke (under tryk)
- oplagring med omgivende jordvold (under tryk)
- tanke med vertikalt bevægeligt tag (variabelt damprum)
- lagertanke med køling
- nedgravede horisontale lagertanke
- containere og oplagring af containere
- bassiner og laguner
- udgravede kaverner (atmosfærisk tryk)
- udgravede kaverner (under tryk)
- kaverner dannet ved udskylning af salt og
- oplagring på skibe.

Udluftsåbninger, måle- og prøveudtagningsudstyr, adgangsllemme, prøveudtagningsbrønde og rør til udtagning af prøver og tømning af tanke, afløb, pakningselementer og ventiler og generelle spørgsmål behandles for tanke og andre oplagringsformer. Spørgsmål som design, opstart og nedlukning, økonomi, ledelse og drift behandles også.

I forbindelse med transport og håndtering af væsker og fordråbede gasser beskrives udluftsåbninger, afløb, pakningselementer og trykaflastningsudstyr (sikkerhedsventiler) samt følgende teknikker eller processer:

- åbne og lukkede overjordiske rørledningssystemer
- nedgravede rørledningssystemer
- fyldning og tømning af transportører
- gravitationsflow
- pumper og kompressorer
- inerte gasser
- flanger og pakninger og
- ventiler og fittings.

For hver oplagringsform og for hver transport- og håndteringsproces anføres de relevante operationer såsom påfyldning, tømning, udluftning, rengøring, dræning, rengøring af rør/ledning i drift, udblæsning/skylning, tilslutning/frakobling samt mulige hændelser såsom overfyldning og lækager, der potentielt kan medføre emissioner. Det danner grundlaget for en beskrivelse af de mulige udledninger efter form og aktivitet. De potentielle emissionskilder ved forskellige oplagringsformer samt transport- og håndteringsprocesser udvælges specielt til yderligere analyse med anvendelse af en risikomatrixtilgang. Denne tilgang anvender et pointsystem, hvor emissionscorer fra kilderne beregnes ved at gange emissionsfrekvens med emissionsvolumen for hver enkelt oplagringsform og transport- og håndteringsproces. Alle potentielle emissionskilder med en score på 3 eller derover anses for relevante, og kapitel 4, Teknikker der tages i betragtning ved bestemmelse af BAT, behandler derfor foranstaltninger til forebyggelse eller nedbringelse af de mulige udledninger fra disse kilder.

Kapitel 4 indeholder oplysninger om de mulige foranstaltninger til nedbringelse af forureningen for hver oplagringsform, der er behandlet i kapitel 3, og medtager en vurdering af relevante sikkerhedsforhold, operationelle forhold og økonomiske betragtninger. Der bruges tanke til oplagring af en lang række stoffer såsom gødning, kølevand og alle former for kemikalier og petrokemiske stoffer. I den petrokemiske industri, hvor store mængder kemiske produkter og olieprodukter oplagres i tanke, har man samlet megen erfaring om forebyggelse og reduktion af emissioner, og en vigtig del af informationerne i dette BREF-dokument vedrører derfor oplagring af petrokemiske produkter i tanke.

Hvad angår udledninger fra tanke ved normal drift, drøftes og vurderes følgende emissionsreduktionsforanstaltninger, som ikke blot er teknikker, men også drifts- og ledelsesredskaber:

- tankdesign
- inspektion, vedligeholdelse og overvågning
- emissionsminimeringsprincip
- flydende, fleksible og fastgjorte tage
- kupler
- tankfarve
- solskærme
- naturlig tankkøling
- udvendige og indvendige flydetage og tagtætninger
- tryk- og vakuumventiler
- tømningssystemer
- trykstabilisering og behandling af dampe og
- blanding og bortledning af slam.

Dette kapitel beskriver også en generel metodik til vurdering af foranstaltninger til reduktion af emissionerne fra tanke i specielle tilfælde (tanke til specifikke produkter eller specifik placering og oplagring) og beskriver en række casestudier.

Kapitlet behandler og vurderer følgende foranstaltninger for reduktion af emissioner fra tanke som følge af skader og (større) uheld:

- sikkerheds- og risikostyring
- driftsprocedurer og uddannelse
- indikatorer for lavt niveau i tanke med flydetag

- lækager og overfyldning, f.eks.:
 - lækager på grund af tæring og erosion
 - instrumentering og automatisering til forebyggelse af overfyldning og sporing af lækager
 - uigennemtrængelige barrierer og volde omkring tanke
 - dobbeltvæggede tanke
- brandbeskyttelse, brandbekæmpelsesudstyr og indeslutning af brand.

De oplagringsteknikker, der beskrives i kapitel 3 for emballerede farlige stoffer, er lagerceller, lagerbygninger og lagerpladser. Der forekommer normalt ikke udledninger fra emballerede varer. De eneste mulige udledninger er fra skader og (større) uheld, og følgende emissionsreduktionsforanstaltninger behandles og vurderes i kapitel 4:

- sikkerheds- og risikostyring
- konstruktion og ventilation
- strategi for isolering og adskillelse
- inddæmning af lækager og forurenede brandslukningsmiddel og
- brandbeskyttelses- og brandbekæmpelsesudstyr.

I industrien bruges bassiner og laguner almindeligvis til oplagring af kølevand, vand til brandbekæmpelse samt til behandlet og ubehandlet spildevand. I landbruget finder de udbredt anvendelse til oplagring af gødning. De emissionsreduktionsforanstaltninger for bassiner og laguner, der behandles og vurderes i kapitel 4, omfatter flydende, plastiske eller stive afdækninger, uigennemtrængelige barrierer og beskyttelse mod overfyldning forårsaget af regnvand.

De kavernetypen, der identificeres, er udgravede kaverner, som kan have atmosfærisk tryk, men hyppigst er under tryk, og kaverner dannet ved udskylning af salt. Kavernerne bruges typisk til oplagring af kulbrinter som råolie, benzin, diesel, brændselsolie og LPG. Da udledninger fra udgravede kaverner under tryk ved normal drift og fra kaverner dannet ved udskylning af salt ikke anses for væsentlige, er der ikke identificeret emissionsreduktionsforanstaltninger. For udgravede kaverner ved atmosfærisk tryk behandler og vurderer kapitlet imidlertid trykstabilisering som en foranstaltning til nedbringelse af emissionerne ved normal drift. De foranstaltninger til reduktion af udledninger som følge af skader og (større) uheld, der behandles for de forskellige kavernetypers vedkommende, hvor det er relevant, omfatter:

- sikkerheds- og risikostyring
- overvågning
- iboende sikkerhedsegenskaber
- bevarelse af hydrostatisk tryk
- indsprøjtning af cement
- interlocksyste og
- automatisk overfyldningsbeskyttelse.

Oplagring på skibe bruges undertiden som supplerende, midlertidig lagerkapacitet i en havneterminal. Disse skibe er normalt tidligere handelsfartøjer. For tryk- og vakuumventiler, tankfarve samt opsamling eller behandling af dampe svarer emissionsreduktionsforanstaltningerne til dem for lagertanke. Man har identificeret visse

foranstaltninger til reduktion af udledninger i forbindelse med skader og (større) uheld, men der er ikke fremlagt yderligere oplysninger om disse.

Hvad angår transport og håndtering af væsker og fordråbede gasser, har man, sammenlignet med oplagring af disse stoffer, identificeret og behandlet langt færre foranstaltninger til emissionsbegrænsning, og de vigtigste er: visse ledelsesredskaber, forebyggelse af indvendig og udvendig korrosion, behandling af dampe ved fyldning (og tømning) af transportører. For produkt håndterings vedkommende behandles og vurderes ventil- og pumpetyper med høj virkningsgrad såsom bælgventiler og membranventiler og (magnetdrevne) pumper uden akseltætning og dobbelte tryksatte eller ikke-tryksatte pumpepakninger.

Faste stoffer

Kapitel 3 beskriver også de teknikker, der anvendes ved oplagring, transport og håndtering af faste stoffer såsom bulkvarer. Der beskrives forskellige former for åben oplagring, der er en vigtig potentiel støvkilde, samt oplagring i sække og storsække, siloer og emballerede farlige faste stoffer. Noget andet er den faktiske håndtering af faste bulkvarer, der sammenlignet med oplagring er en endnu større potentiel støvkilde. Dokumentet indeholder en beskrivelse af følgende fyldnings-, tønnings- og transportteknikker:

- grabber
- lossetragte
- tipvogne
- vakuumtransportører
- mobile læsseanordninger
- aflæssegrave
- påfyldningsrør
- kaskaderør
- nedstyrtningskakke
- transportbånd
- kopelevatorer
- kædetransportører og transportsnegle
- trykluftdrevne transportører

Kapitel 4, Teknikker der skal tages i betragtning ved bestemmelse af BAT, beskriver forskellige foranstaltninger og deres evne til at forebygge støvemissioner fra oplagring, transport og håndtering af faste stoffer. Der er identificeret tre strategier til minimering af støv fra oplagring og håndtering, nemlig: præprimære strategier, primære strategier og sekundære strategier. Præprimære strategier indgår i produktions- eller udvindingsprocessen og ligger derfor uden for dette dokumentets anvendelsesområde. Primære strategier er strategier til forebyggelse af støvdannelse, og de kan opdeles i organisatoriske, tekniske og konstruktionsmæssige strategier, hvoraf sidstnævnte kun gælder for oplagring og ikke for håndtering. Sekundære strategier er støvbekæmpelsesteknikker til begrænsning af spredning af støv, hvor støvdannelsen ikke kunne forhindres. Strategier og teknikker til forebyggelse og begrænsning af støvemissioner ved oplagring af faste stoffer er anført i Tabel 1: Strategier og teknikker til nedbringelse af støvemissioner fra oplag af faste stoffer

Strategier og teknikker til nedbringelse af støvemissioner fra oplag af faste stoffer		
Primære	Organisatoriske	• overvågning
		• udformning og drift af oplagspladser (af planlægnings- og driftspersonale)
		• vedligeholdelse (af forebyggelses-/reduktionsteknikker)
		• reduktion af områder, hvor blæsten kan få fat
	Konstruktionsmæssige	• siloer med stort volumen
		• skure eller tage
		• kupler
		• selvrejsende afdækninger
		• siloer og lossetragte
		• jordvolde, hegn og/eller beplantninger til beskyttelse mod blæsten
Tekniske	• brug af vindbeskyttelse	
	• afdækning af åbne oplag	
	• befugtning af åbne oplag	
Sekundære	• oversprøjtning med vand/vandtæppe og dysesprøjtning	
	• udsugning i lagerskure og siloer	

Tabel 1: Strategier og teknikker til nedbringelse af støvemissioner fra oplag af faste stoffer

Alle disse teknikker er beskrevet og vurderet i kapitel 4. Strategier og teknikker til forebyggelse og begrænsning af støvemissioner ved håndtering af faste stoffer er anført i tabel 2. Disse teknikker er også beskrevet og vurderet i kapitel 4.

Strategier og teknikker til nedbringelse af støvemissioner fra transport og håndtering af faste stoffer		
Primære	Organisatoriske	Vejrforhold
		Foranstaltninger (for kranoperatør) ved anvendelse af grab: <ul style="list-style-type: none"> • reduktion af faldhøjde, når materialet udtømmes • fuldstændig lukning af grab/kæber efter opsamling af materiale • lade grabben blive i lossetragtene tilstrækkeligt længe efter tømning • indstille grabarbejde ved kraftig blæst
		Foranstaltninger (for operatøren) ved anvendelse af transportbånd: <ul style="list-style-type: none"> • passende transportbåndshastighed • undgå at læsse båndet helt op til kanten
		Foranstaltninger (for operatøren) ved anvendelse af gravemaskine: <ul style="list-style-type: none"> • reduktion af faldhøjde, når materialet udtømmes • indtagelse af rigtig position ved udtømning i lastvogn
	Udformning og drift af oplagspladser (af planlægnings- og driftspersonale) <ul style="list-style-type: none"> • nedbringelse af transportafstande • tilpasning af køretøjernes hastighed • veje med hård belægning • reduktion af områder, hvor blæsten kan få fat 	
	Tekniske	Optimerede grabber
		Brug af lukkede transportører (f.eks. rørtransportbånd, transportsnegle)
		Transportbånd uden støtteremskive
		Primære foranstaltninger på konventionelle transportbånd
		Primære foranstaltninger i transportskakte
		Minimering af hastighed ved nedadskrående transport
		Minimering af frifaldshøjde (f.eks. kaskadetragte)
		Brug af støvbarrierer i aflæssegrave og lossetragte
		Støvfattige bunkere
Køretøjschassis med afrundet top		
Sekundære	Afskærmning af åbne transportbånd	
	Indbygning i hus eller overdækning af emissionskilderne	
	Anvendelse af afdækning, plader eller konusser på påfyldningsrør	
	Udsugningssystemer	
	Filtersystemer til pneumatiske transportører	
	Aflæssegrave med sugestyr, indbygning i hus og støvbarrierer	
	Optimerede lossetragte (i havne)	
	Teknikker til oversprøjtning med vand/vandtæppe og dysesprøjtning	
	Rengøring af transportbånd	
	Montering af mekaniske/hydrauliske bagsmækker på lastvogne	
	Renholdelse af veje	
Rengøring af køretøjers dæk		

Tabel 2: Strategier og teknikker til nedbringelse af støvemissioner fra transport og håndtering af faste stoffer

Bedste tilgængelige teknik

De følgende afsnit indeholder et resumé af kapitel 5, Bedste tilgængelige teknik, i form af en beskrivelse af de teknikker, strategier eller aktiviteter, som BAT-konklusionerne er baseret på. Disse vedrører de mest relevante miljøforhold, nemlig udledning til luft og jord i forbindelse med normal drift ved oplagring og håndtering af væsker samt støvemissioner fra

oplagring og håndtering af faste stoffer. I visse situationer er der også anført BAT-konklusioner vedrørende udledninger forårsaget af skader og (større) uheld. Disse afsnit bør ikke læses i stedet for kapitlet om bedste tilgængelige teknik. BAT-kapitlet bør heller ikke læses isoleret fra resten af BREF-dokumentet, og der er derfor i hver BAT-konklusion krydshenvisninger til de relevante afsnit i andre kapitler.

BAT-konklusionerne i kapitel 5 er grupperet som følger. Først anføres der BAT-konklusioner om oplagring af væsker og fordråbede gasser, som omhandler de generelle principper for forebyggelse og nedbringelse af udledninger, nemlig:

- inspektion og vedligeholdelse
- placering og layout
- tankfarve
- emissionsminimeringsprincip ved oplagring i tanke
- overvågning af VOC'er
- specielle systemer

Derefter følger tankspecifikke BAT-konklusioner om emissioner ved normal drift, som omhandler alle typer tanke beskrevet i kapitel 4. Det efterfølges logisk af BAT-konklusioner om (potentielle) udledninger, som ikke skyldes normal drift af tankene med fokus på forebyggelse af skader og (større) ulykker. Konklusionerne behandler:

- sikkerheds- og risikostyring
- driftsprocedurer og uddannelse
- lækager på grund af tæring og/eller erosion
- driftsprocedurer og instrumentering til forebyggelse af overfyldning
- instrumentering og automatisering til detektion af lækager
- risikobaseret tilgang til mulig forurening af jord under tanke.
- jordbeskyttelse omkring tanke (inddæmning)
- antændelige områder og antændelseskilder
- brandbeskyttelse
- brandbekæmpelsesudstyr og
- inddæmning af forurenede brandslukningsmiddel.

Efter BAT-konklusionerne om oplag i tanke følger BAT-konklusionerne om andre oplagringsteknikker, nemlig:

- oplagring af emballerede farlige stoffer
- bassiner og laguner og
- udgravede kaverner og kaverner dannet ved udskylning af salt.

Det konkluderes, at oplagring på skibe ikke er BAT.

For det andet anføres der BAT-konklusioner om transport og håndtering af væsker og fordråbede gasser, som også starter med de generelle principper for forebyggelse og nedbringelse af udledninger, i dette tilfælde nemlig:

- inspektion og vedligeholdelse
- detektion af lækager og reparationsprogram
- emissionsminimeringsprincip ved oplagring i tanke
- sikkerheds- og risikostyring og
- driftsprocedurer og uddannelse.

Der drages BAT-konklusioner om specifikke teknikker for rørledningssystemer over og under jorden, om bekæmpelse af udledninger ved fyldning og tømning, om samlinger i rørledningssystemerne og forebyggelse af korrosion, om ventiler, pumper og kompressorer og om prøveudtagningssteder.

For det tredje anføres der BAT-konklusioner om støvemissioner fra åbne og lukkede oplag og fra oplag af emballerede varer. Det slutter med en BAT-konklusion om sikkerheds- og risikostyring.

Endelig anføres der BAT-konklusioner om støvemissioner fra transport og håndtering af faste stoffer. De indledes med konklusioner om følgende generelle tiltag til minimering af støvemissioner:

- planlægning af transportaktiviteter
- kontinuerlig transport
- reduktionsforanstaltninger, når transporten ikke er kontinuerlig, nemlig:
 - rengøring af veje og køretøjers dæk
 - befugtning af produktet
 - minimering af hastighed ved nedadskrånende transport og
 - minimering af frifaldshøjde.

Efter BAT-konklusionerne om generelle tiltag følger konklusioner om minimering af støvemissioner fra transportteknikkerne grabber og transportbånd.

Afsluttende bemærkninger

I kapitel 7, Afsluttende bemærkninger, finder læseren oplysninger om:

- hvilken information indsendt af den tekniske arbejdsgruppe (TWG), der er hjørnestenene i dette BREF-dokument
- hvor høj grad af enighed, der har været om BAT-konklusionerne
- anbefalinger til det fremtidige arbejde og
- temaer foreslået som fremtidige Forsknings- & Udviklings-projekter.

Det konkluderes, at der blev opnået en høj grad af enighed, da der ud af i alt 110 BAT-konklusioner kun var delte meninger om fem. De delte meninger gælder visse BAT-konklusioner i afsnittene om oplagring og håndtering af væsker og fordråbede gasser. Der blev ikke rapporteret om delte meninger om BAT-konklusionerne om oplagring og håndtering af faste stoffer. De delte meninger vedrører følgende temaer:

- vurderingsmetodik (metodik for emissionsreduktionsforanstaltninger)
- kravet om anvendelse af en installation til behandling af dampe ved oplagring af visse flygtige stoffer for tre forskellige tanktyper og
- et redskab, der kan bruges til kvantificering af udledninger af VOC'er.

På informationsudvekslingsforummets (IEF's) møde i december 2004 blev en generelt divergerende holdning fra enkelte medlemsstaters side om vægten på at bestemme BAT fra tilfælde til tilfælde ført til protokols og tilføjet til kapitel 5.

Anbefalinger til den fremtidige revision af BREF-dokumentet vedrører følgende temaer:

- udvikling af et europæisk klassifikationssystem for luftforurenende stoffer
- adskillelse af oplagring og håndtering af væsker og fordråbede gasser fra oplagring og håndtering af faste stoffer, som er to vidt forskellige områder og derfor kræver forskellig ekspertise
- overvågning af VOC'er og redskaber til validering af emissionsberegningsmetoder

-
- ajourføring af listen over teknikker til forebyggelse eller nedbringelse af udledninger til jord fra tanke
 - indsamling af data om fyldning og tømning af transportører til flygtige stoffer og
 - indsamling af feedback om vurderingsmetodik.

EU igangsætter og støtter gennem sine FTU-programmer en række projekter om rene teknologier, spirende teknologier inden for spildevandsrensning, genanvendelse samt ledelsesstrategier. Disse projekter kan yde nyttige bidrag til fremtidige BREF-revisioner. Læserne opfordres derfor til at oplyse det europæiske IPPC-kontor om ethvert forskningsresultat, som ligger inden for dokumentets anvendelsesområde (se også forordet til nærværende dokument).