

Miljøstyrelsen

Bestemmelse af lugtintensitet

December 2004

Rapporten er udarbejdet af FORCE Technology

Projekt nr.: 21.424
Projektleder: Arne Oxbøl

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med FORCE Technologys skriftlige tilladelse.

De "Almindelige betingelser" på bagsiden er en integreret del af vor ydelse.

456-1-8-da-da



Med tilbagevirkende kraft fra 1. januar 2004 er dk-TEKNIK ENERGI og MILJØ blevet en del af FORCE Technology. Alle aktiviteter og tekniske kompetencer videreføres i FORCE Technology i en ny division med navnet Energi og Miljø. Læs mere om baggrunden for købet og FORCE Technology på www.force.dk

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel. +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11
e-mail force@force.dk
www.force.dk

Indholdsfortegnelse

Resumé	3
1. Indledning	4
2. Formål.....	4
3. Undersøgelsen	4
3.1. Metoden.....	4
3.1.1 Den praktiske udførelse	5
3.1.2 Beregninger	6
4. Resultater	9
4.1. Variation i bestemmelserne.....	9
4.2. Lugtkoncentrationer	10
5. Diskussion	11
5.1. Generelt	11
5.2. Usikkerhed	11
5.3. Bestemmelse af lugtkoncentrationer.....	12
5.4. De enkelte lugte	12
5.4.1 De kunstige lugte	12
5.4.2 Restaurant og foder til kæledyr	13
5.4.3 Tobak.....	14
5.4.4 Plasticfabrik	14
5.4.5 Biofilter.....	15
5.4.6 Foderfabrik	16
6. Konklusion	16
7. Referencer	17

Resumé

I forbindelse med udarbejdelsen af ny lugtvejledning er der foreslået en alternativ vurderingsmetode for virksomheders lugtpåvirkninger. Den alternative metode er på beregning af den samlede lugtintensitet over f.eks. en måned. Lugtintensiteten er et mål for, hvor stærkt eller svagt en lugt opfattes ved forskellige koncentrationer.

Lugtintensiteten af ti lugte, der skønnes repræsentative for normalt forekommende lugte, er derfor undersøgt. Formålet er at undersøge, om forskellige lugte adskiller sig væsentligt fra hinanden med hensyn til, hvor stærkt de opfattes.

Kun to af de undersøgte lugte skiller sig væsentligt ud fra de øvrige. Lugten af råvare til plastic ekstrudering har den højeste lugtintensitet. Proceslugten fra ekstruderingen er væsentligt svagere.

Den anden lugt med høj lugtintensitet er fra en almindelig restaurant, hvor der bl.a. anvendes friturestegning. Hvis den alternative fremgangsmåde bliver anvendt ved regulering af lugt, er det relevant at vurdere denne lugt for sig selv, da den ofte forekommer i boligkvarterer og anden bymæssig bebyggelse.

De øvrige lugtes intensitet varierer kun lidt. Ved $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ varierer lugtintensiteten fra svag til lidt mindre end tydelig. Ved $10 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ varierer den mellem lidt under tydelig til lidt mindre end stærk. Det vurderes, at det er relevant at lave en gennemsnitsbetragtning for disse lugte til en beregning af intensitetsbelastning i omgivelserne.

Lugtkoncentrationerne, der blev bestemt i intensitetsundersøgelsen, er ca. tre gange højere end ved normale bestemmelser. Det skyldes, at lugtpanelisterne ved intensitetsbestemmelsen ved, at lugten kommer. De er derfor aldrig er usikre.

FORCE Technology

11. januar 2005

Arne Oxbøl
Projektleder

Lars K. Gram
Kvalitetskontrol

1. Indledning

I forbindelse med udarbejdelsen af ny lugtvejledning er der foreslået en alternativ vurderingsmetode for virksomheders lugtpåvirkninger¹. Metoden er en videreudvikling af den hidtidigt anvendte spredningsberegning ved hjælp af OML (Operationel Meteorologisk Luftkvalitetsmodel).

Metoden bygger på at beregne den tidsmæssige fordeling af lugtkoncentrationer inden for hver enkelt time i en måned. Til hver lugtkoncentration knyttes en beregning af lugtintensiteten. Lugtintensiteten er et mål for, hvor stærkt eller svagt en lugt opfattes ved forskellige koncentrationer. Den kan dermed være et indirekte mål for, hvor meget lugten generer. Inden for hver time beregnes den samlede intensitet, idet de forskellige lugtintensiteter vægtes med hver enkelt lugtintensitets varighed.

For hver måned beregnes herefter en samlet lugtintensitet, der udtrykker den samlede gene ved den pågældende lugt. Det er foreslået at lade en ny grænseværdi for lugt være baseret på dette begreb. Det forudsætter dog, at de oplevede gener er direkte sammenhørende med, hvor stærkt lugten opfattes, og at lugtens type (kemisk, gylle, sur, rådden, sød) og dens accepterbarhed (behagelig, ubehagelig) ikke spiller ind.

2. Formål

Formålet med nærværende undersøgelse er at give Miljøstyrelsen og styregruppen for revisionen af lugtvejledningen et grundlag for at vurdere forslaget i forhold til anvendelsen i den nye lugtvejledning.

Lugtintensiteten er knyttet til lugtkoncentrationen gennem en logaritmisk sammenhæng og kan bestemmes i henhold til en standardiseret fremgangsmåde². Denne sammenhæng er specifik for den enkelte lugt, og derfor er det nødvendigt at skaffe et grundlag for at vurdere, hvordan sammenhængen varierer fra lugt til lugt. Det ønskes vurderet, om der er meget store forskelle i lugtintensitet for forskellige lugte, hvilket vil være en umiddelbar hindring for anvendelsen.

Som udgangspunkt har Miljøstyrelsen foreslået, at sammenhængen bestemmes for tre væsentligt forskellige lugte (lugtgrupper). Lugte fra virksomheder, der skal have lugtvilkår, placeres i én af disse grupper. Alternativt kan virksomhederne vælge at få undersøgt de aktuelle lugte og dermed få defineret deres egen gruppe.

3. Undersøgelsen

Undersøgelsen er gennemført i henhold til den standardiserede metode², som er beskrevet i VDI Guideline nr. 3882. Miljøstyrelsen har efter diskussion med FORCE Technology valgt lugte fra tre industrityper til undersøgelsen: Kemisk industri (plasticfabrik), grovfoderfabrik og restaurant. Efter aftale med Miljøstyrelsen er yderligere en række lugte medtaget i undersøgelsen.

3.1. Metoden

Metoden er baseret på brug af trænede panelister, som er vant til at deltage i lugtkoncentrationsbestemmelse. De skal således leve op til samme krav som ved øvrige olfaktometriske undersøgelser. Undersøgelsen gennemføres med et større antal panelister end ved bestemmelse af lugtkoncentration, og hver panelist kan deltage flere gange. Jo flere svar fra flere panelister, jo mere repræsentativ er undersøgelsen. Det tilstræbes at opnå mere end 30 svar per prøve (tre paneler). Lugtprøvers holdbarhed begrænser imidlertid mulighederne for mange svar.

I henhold til den europæiske standard for lugtanalyse³ skal lugtprøver analyseres inden for 30 timer, hvilket implicit siger, at holdbarheden ikke altid overskrider dette tidsrum. Det er vanskeligt at få prøver fra industriafkast gennem tre paneler i løbet af 30 timer efter udtagningen, hvorfor det kan være nødvendigt at nøjes med færre end 30 svar. For fire af lugtene er det dog valgt at udføre analyserne med fire paneler over to døgn, d.v.s. op til 48 timer efter prøveudtagelsen. Det er FORCEs erfaring, at visse lugte holder sig længere end de 30 timer.

Miljøstyrelsen har foranlediget en anden undersøgelse gennemført, hvor to kunstige industrilugte blev analyseret i en længere tidsserie⁴. Disse to lugte er fremstillet på trykflaske og er dokumenteret holdbare i en længere periode⁴ og gentages flere gange. De indgår i undersøgelsen med flere svar over en længere periode.

Intensiteten udtrykkes ved hjælp af den nedenfor viste 6-trinsskala, som beskriver hvor stærkt eller svagt lugten opleves.

- 0 Ingen lugt
- 1 Meget svag
- 2 Svag
- 3 Tydelig
- 4 Stærk
- 5 Meget stærk
- 6 Ekstremt stærk

3.1.1 Den praktiske udførelse

Lugtconcentrationen for den aktuelle prøve bestemmes efter normal praksis i henhold til gældende retningslinier^{3,5}.

På basis af denne bestemmelse vælger operatøren ca. 6-10 trin til testen, som beskrives i VDI Guideline 3882, del 1². Det laveste trin er så lavt, at ingen af panelisterne bør kunne lugte noget ifølge bestemmelsen af lugtkoncentrationen. De to højeste trin skal være så høje, at alle kan lugte og opleve en styrke (det svarer til, at alle skal have kunnet erkende lugten med sikkerhed i den almindelige analyse). De 6-10 trin præsenteres i blandet rækkefølge, d.v.s. ikke i stigende eller faldende orden. Hvert trin beskrives ved logaritmen til fortyndingsgraden ved dette trin. Ved hver test gennemføres to runder med forskellig rækkefølge med en mindre pause mellem hver runde. I enkelte af de gennemførte test har den ene runde måttet kasseres for nogle panelister på grund af uoverensstemmelse mellem antal trin og antal svar.

Vi har foretaget enkelte modifikationer i forhold til forskriften²:

- Det foreskrives, at der præsenteres en blindprøve i rækken af lugtende prøver, men praktiske erfaringer viste, at panelisternes koncentration svækkedes væsentligt ved mange prøver. Da der ikke er retningslinier for, hvad blindprøven bruges til, valgte vi at udelade denne.
- Det foreskrives, at testen skal gennemføres lige mange gange af hver panelist. For praktiske formål er det ikke muligt inden for en overkommelig økonomisk ramme. Vi har valgt at foretage testen med paneler, der var indkaldt til andre kortvarige opgaver. Det betyder, at panelisterne ikke udvælges specielt til dette formål. Tilfælde, hvor enkelte svar må kasseres som nævnt ovenfor, bidrager også til et uens antal svar fra hver panelist. Alle test (på nær en enkelt) er dog gennemført med minimum to paneler, der kommer samme dag. Der er ikke gengangere mellem panelerne på samme dag. Hvor testen gennemføres med flere paneler de følgende dage, vil der oftest være gengangere, der således bidrager med flere svar end de øvrige.

3.1.2 Beregninger

Sammenhørende værdier af fortyndingsgrad og panelistsvar føres ind i et regneark som vist i udsnit i figur 1.

Panelist	Dato	Trin-nummer (øverste linie) med tilhørende log-værdi for fortynding (anden linie)								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
		4,08	3,90	3,73	3,55	3,37	3,21	3,03	2,87	2,67
1	13-09-2004		2	2	3	4	4	1	6	
1	13-09-2004									
2	13-09-2004		2	2	3	3	2	1	3	
2	13-09-2004		3	2	1	2	2	3	3	
3	13-09-2004		1	3	4	2	2	3	5	
3	13-09-2004		1	2	1	2	3	4	4	
4	13-09-2004		1	2	2	2	1	1	3	
4	13-09-2004		0	0	0	2	1	3	1	
5	13-09-2004		0	3	0	3	3	0	3	
5	13-09-2004		1	1	0	2	3	3	3	
6	13-09-2004		1	2	3	2	1	3	5	
6	13-09-2004		0	1	1	2	2	2	3	

Figur 1. Illustration af indtastning af panelistsvar

Når undersøgelsen er gennemført med et passende antal panelistsvar, beregnes hyppigheden af de enkelte, intensiteter ved hver fortyndingsgrad, som vist i udsnit i figur 2.

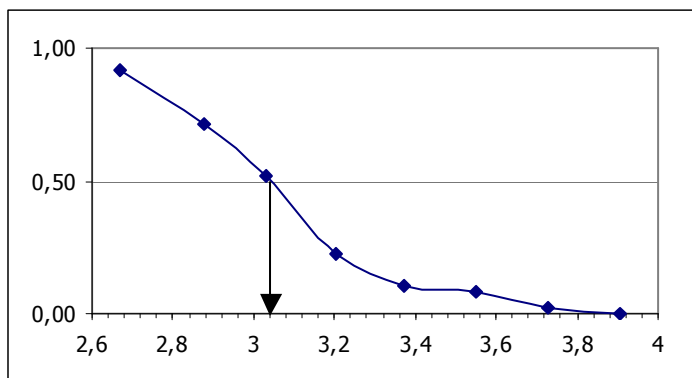
log Z	4,08	3,90	3,73	3,55	3,37	3,21	3,03	2,87	2,67
H (I>0)	0,50	0,61	0,57	0,82	0,92	1,00	0,96	1,00	1,00
H (I>1)	0,00	0,24	0,37	0,49	0,73	0,91	0,80	0,96	1,00
H (I>2)	0,00	0,10	0,10	0,27	0,38	0,69	0,72	0,94	0,96
H (I>3)	0,00	0,00	0,02	0,08	0,11	0,23	0,52	0,71	0,92
H (I>4)	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,12	0,31	0,54
H (I>5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,21

Figur 2. Illustration af beregnet hyppighed

Log(Z) er logaritmen til fortyndingsgraden. F.eks. svarer værdien 3,55 til en fortynding på 3.550 gange.

H(I>0) betyder hyppigheden af panelistsvar, der angiver højere intensitet end 0 for det enkelte fortyndingstrin. F.eks. angav 82% af svarene ved 3.550 ganges fortynding, at intensiteten var større end 0. Det kan både være 1, 2, etc. Tilsvarende angav 8% af svarene ved samme fortyndingsgrad, at intensiteten var større end 3, d.v.s. 4, 5 eller 6. Tallene i eksemplerne er markeret i figur 2 med grå baggrund.

Til hyppigheden for intensitet større end 0 knyttes per definition² intensiteten 0,5 og tilsvarende 1,5 til hyppigheden for intensitet større end 1 etc. For hver intensitet kan der nu optegnes en hyppighedskurve som vist i figur 3.



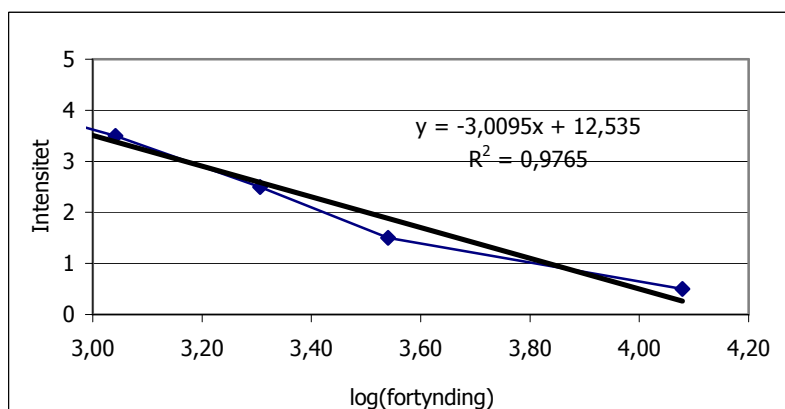
Figur 3. Hyppighed for intensiteter større end 3 (per definition intensitet = 3,5)

Kurven har et tilnærmet S-formet forløb. På kurven aflæses den fortynding, der netop svarer til, at halvdelen oplever intensiteten (hyppighed = 50%) som større end 3 (3,5 per definition). Erfaringen i løbet af undersøgelsen har vist, at tegning af kurven og aflæsning på denne kan erstattes af interpolation mellem værdierne i figur 2. I det viste eksempel aflæses ca. 3,04, og samme resultat gav interpolationen.

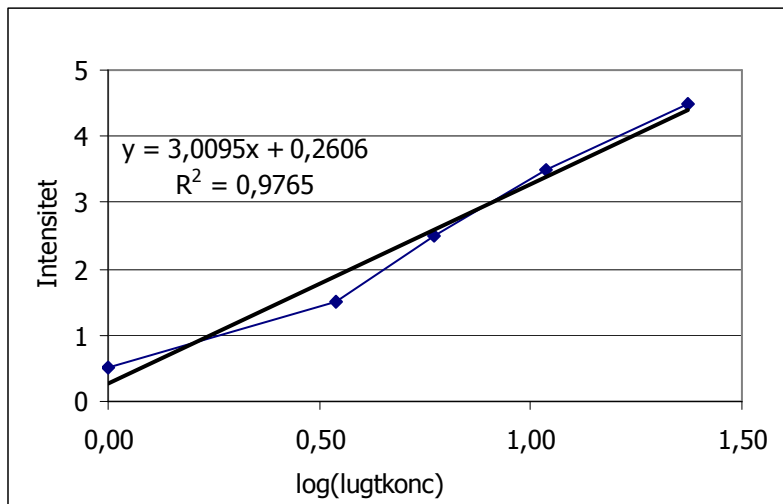
Interpolationen foretages automatisk i regnearket for svardata og dermed mindskes fejlmuligheden. Da det dermed også er lettere, er det valgt at bruge denne fremgangsmåde. For at sikre mod åbenlyse fejl i interpolationen vurderes punkternes beliggenhed, således at nødvendig korrektion kan foretages. Korrektion er foretaget i enkelte tilfælde.

For hver intensitet bestemmes den fortynding, der svarer til en hyppighed på 50%, hvorefter sammenhørende værdier for intensitet og hyppighed afbildes i en kurve (figur 4). Kurvens regressionsligning er én beskrivelse af sammenhængen mellem intensitet og lugtkoncentration. Til brug for DMU's beregningsprogram kræves en formel, der beregner intensiteten som funktion af koncentrationen. Der foretages derfor omregning af fortyndinger til koncentrationer, idet koncentrationen ved intensiteten 0,5 per definition sættes til $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$. Intensiteten afbildes nu mod logaritmen til lugtkoncentrationen (figur 5).

Specielt for $I = 0,5$ gælder, at den fortynding, der svarer til en hyppighed på 50%, også svarer til fortyndingen ved lugttærsklen ($1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$). Intensiteten ved $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ er således per definition 0,5.



Figur 4. Intensitet afbildet mod $\log(\text{fortynding})$ – som angivet i standarden²

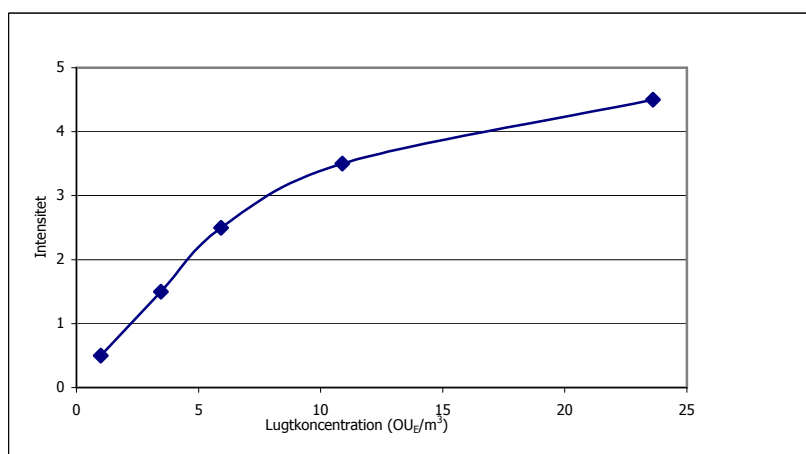


Figur 5. Intensitet afbildet mod $\log(\text{lugtkonc})$

Hældningen på kurverne er den samme men med modsat fortegn. Kurverne er baseret på, at 14 panelister har afgivet 21 dobbeltsvar (42 svar i alt). Korrelationen er særdeles god, og på dette grundlag vurderes sammenhængen at være godt bestemt.

Det ses, at kurven ikke skærer y-aksen i 0,5, som teoretisk forventet. Det er valgt ikke at tvinge kurven igennem $y = 0,5$, da vi tilstræber den bedste korrelation med de opnåede resultater. Måske kan den faktiske skæring med y-aksen sige lidt om den pågældende lugt. I givet fald skulle det her være, at panelisterne kan erkende lugten, allerede når den kun er svagere end meget svag.

I figur 6 er intensiteten afbildet mod lugtkoncentrationen, således at den karakteristiske, logaritmiske form kan ses.



Figur 6. Intensitet afbildet mod lugtkoncentration

4. Resultater

Der er foretaget undersøgelser for ti lugte med varierende svarantal. De resulterende formler for intensitet som funktion af lugtkoncentration er angivet i tabel 1 med antal panelister, antal svar og lugtkarakteristik.

I de følgende afsnit angives resultater, beskrivelse af usikkerhed og de undersøgte lugtes koncentrationer. Resultaterne diskuteres i afsnit 5.

Tabel 1. Resultater af undersøgelsen

Lugt	Antal panelister	Antal svar	Formel I = $K_1 * \log(C) + K_2$	Korrelation $R^2 =$	Lugtkarakteristik
SW 01-02 Ubehagelig, kunstig lugt	21	42	$3,24 * \log(C) + 0,24$	0,97	Rådden, gylle, kemisk, kål
CA 02-02 Behagelig, kunstig lugt	28	49	$3,01 * \log(C) + 0,26$	0,98	Citrus, mandel, sødlig, krydderi, kemisk, mug, te
Restaurant ¹	10	20	$3,87 * \log(C) + 0,5$	0,98	Stegeos, udstødning, hvid- løg, oksesteg
Foder til kæ- ledyr ¹	11	22	$2,32 * \log(C) + 0,5$	0,98	Tørfoder, rugbrød
Tobak	12	24	$2,33 * \log(C) + 0,42$	0,93	Sødlig, tobak
Plasticfabrik Extruder ²	18	32	$2,81 * \log(C) + 0,5$	-	Kemisk, gummi, maling
Plasticfabrik Råvare	6	12	$3,94 * \log(C) + 0,87$	0,98	Opløsningsmiddel, sprittet, lim, lak
Biofilter Urenset luft	24	48	$3,09 * \log(C) + 0,42$	0,98	Rådden, røget, krydret, sødlig, kål, sur
Biofilter Renset luft	23	35	$2,78 * \log(C) + 0,53$	0,97	Dårlig mad, kemisk, råd- den
Foderfabrik	24	48	$2,36 * \log(C) + 0,69$	0,98	Tørfoder, rugbrød, brød, stegeos

¹ Fortyndingen ved I = 0,5 er bestemt ved ekstrapolation.

² Ligningen er ikke bestemt i henhold til standarden – se diskussion

4.1. Variation i bestemmelserne

Spredningen i bestemmelserne kan bestemmes ved på den s-formede kurve (figur 3) at finde logaritmen til fortyndingerne svarende til 16% hyppighed og 84% hyppighed. Den halve forskel mellem disse to logaritmer er lig med spredningen, s.

$$s = \frac{\log(z)_{84\%} - \log(z)_{16\%}}{2}$$

Tabel 2 viser et udvalg af variationer for de enkelte lugte. Til sammenligning kræver den europæiske standard for lugtanalyser (DS/EN 13.725), at variationen inden for et laboratorium skal være mindre 0,172.

Tabel 2. Spredninger i bestemmelsen af intensitet

Lugt	Intensitetsniveau	Spredning
SW 01-02 Ubehagelig, kunstig lugt	>2	$(4,45 - 3,54)/2 = 0,46$
CA 02-02 Behagelig, kunstig lugt	>2	$(3,68 - 2,97)/2 = 0,36$
Tobak	>2	$(4,37 - 3,52)/2 = 0,40$
Plasticfabrik Råvare	>2	$(4,62 - 4,01)/2 = 0,31$
Biofilter Urenset luft	>2	$(4,48 - 3,81)/2 = 0,34$
Biofilter Renset luft	>1	$(3,03 - 2,17)/2 = 0,43$

4.2. Lugtkoncentrationer

Prøverne blev alle analyseret for lugtkoncentration før bestemmelsen af lugtintensitet. Prøverne havde meget varierende koncentrationer, hvilket fremgår af tabel 3. Ved bestemmelsen af lugtintensitet svarer den koncentration, der har intensiteten >0, til lugttærsklen. Det nødvendige antal fortyndinger for at nå lugttærsklen er i princippet udtryk for lugtkoncentrationen. De således bestemte lugtkoncentrationer fremgår også af tabel 3.

Tabel 3. Lugtkoncentrationer

Lugt	Lugtkoncentration bestemt "normalt" OU_E/m^3	Lugtkoncentration bestemt ved intensitet	Forhold mellem koncentrationer Intensitet/normal
SW 01-02 Ubehagelig, kunstig lugt	14.000	43.000	3,1
CA 02-02 Behagelig, kunstig lugt	4.200	12.000	2,9
Restaurant	2.900	7.200 ¹	2,5
Foder til kæledyr	21.000	66.000 ¹	3,1
Tobak	8.000	27.000	3,4
Plasticfabrik Extruder	780	4.000	5,1
Plasticfabrik Råvare	25.000	50.000	2,0
Biofilter Urenset luft	20.000	60.000	3,0
Biofilter Renset luft	190	680	3,6
Foderfabrik	16.000	63.000	3,9

¹ Aflæst på ekstrapoleret kurve

5. Diskussion

5.1. Generelt

Hovedparten af de gennemførte bestemmelser har gode korrelationskoefficienter, hvilket indikerer en troværdig bestemmelse. Panelisternes opfattelse af lugtene varierer imidlertid fra runde til runde og fra dag til dag. Det er ikke overraskende og illustrerer vanskelighederne ved at opnå et éntydigt tal for såvel lugtkoncentration som lugtoplevelse. Den værdi for fortyndingen, som er knyttet til f.eks. intensiteten 3 (tydelig), dækker således over betydelige variationer. Værdien siger blot, at ved denne fortyndingen opfatter halvdelen af panelisterne intensiteten som stærkere end tydelig, mens den anden halvdel opfatter den som svagere end tydelig eller tydelig.

De gennemsnitlige værdier vurderes at vise den gennemsnitlige lugtopfattelse med god sikkerhed, netop fordi der er en god lineær sammenhæng mellem fortyndinger og intensiteter (høje korrelationskoefficienter).

Konstanten K_2 bør per definition² være 0,5, idet intensiteten ved 1 OU_E/m^3 netop er mellem ingen lugt og meget svag (halvdelen kan erkende lugten). Det er som nævnt valgt ikke at tvinge linien gennem y-værdien 0,5. Der er to grunde hertil:

- Der er variation på alle niveauer af intensiteter og derfor også på det lave niveau. Det virker forkert at udelade variationen på ét niveau, når sammenhængen skal bestemmes.
- Den oplevede intensitet ved det laveste niveau kan også sige noget om lugten og opfattelsen af den. De informationer mister man ved at vælge en fast, laveste intensitet.

5.2. Usikkerhed

Usikkerheden i bestemmelsen af intensiteten følger til en vis grad usikkerheden i bestemmelsen af lugtkoncentrationen, da variationen i opfattelsen af lugtene er den samme. Hvor nogle panelister opfatter lugten ved lave koncentrationer og kan begynde at vurdere den, må andre panelister have noget højere koncentrationer.

Til denne usikkerhed kommer imidlertid en forskellig opfattelse af, hvad der er stærkt og svagt, og en individuel evne til at beskrive det. Ved koncentrationsbestemmelsen kræves svar på et enklere spørgsmål: er der lugt eller ej.

Til gengæld bliver lugten ved intensitetsbestemmelse doseret i et kendt rør. Panelisterne skal derfor ikke vurdere, om lugten er i det ene eller det andet rør. Viden om, at lugten er der, giver derfor en større sikkerhed i panelistens fornemmelse af lugten. Fornemmer man en ubetydelig lugt og ved, at den skal være der, er det naturligt at forholde sig til den. Ved koncentrationsbestemmelse ville man derimod i mange tilfælde være usikker og derfor svare, at man "gætter" eller "er usikker".

Vi valgte fortyndinger, som ingen af panelisterne svarede rigtigt på ved den normale koncentrationsbestemmelse, to trin lavere end det laveste med lugtregistrering. I praksis har der imidlertid været flere panelister, som ved disse lave koncentrationer har indikeret en intensitet større end 0. Det har for to af lugtene (restaurant og foder til kæledyr) betydet, at vi ikke fandt fortyndingen for det laveste niveau ($I > 0$). For disse to lugte har vi derfor måttet ekstrapolere kurverne til $I > 0$. For de øvrige trin var der imidlertid en så god lineær sammenhæng, at det ikke vurderes at ødelægge fastlæggelsen af intensitetskurven.

I tabel 2 ses, at spredningen for de udvalgte bestemmelser varierer fra $s = 0,31$ til $s = 0,46$. Det er samme størrelsesorden som angivet i vejledningen for intensitetsbestemmelse², men væsentligt højere end angivet i standarden for lugtanalyse³ ($s = 0,172$). Det afspejler, at den individuelle oplevelse af en lugt er meget varierende. Derimod er erkendelsen af, at der er lugt, mindre varierende. At spredningen er større end 0,172 siger således ikke, at intensiteten er dårligt bestemt i denne undersøgelse.

5.3. Bestemmelse af lugtkoncentrationer

Som nævnt under 5.2 har panelisterne en sikker viden om, at lugten er i det ene rør. Det betyder, at hvor de ved en normal olfaktometrisk analyse kan være usikre på, om lugten er der, vil de i denne analyse være sikre.

Da et "usikkert" svar i en normal analyse er et "forkert" svar, findes lugttærsklen først, når panelisten er sikker. I intensitetsundersøgelsen opnås derimod en reaktion ved den lavere koncentration, f.eks. meget svag (intensitet 1, som er >0). Lugten registreres altså tidligere.

Det ses af tabel 3, at lugtkoncentrationer er fra 2,0 til 5,1 gange højere (gennemsnit 3,3) bestemt i intensitetsundersøgelsen end ved den normale olfaktometriske undersøgelse. Det svarer til ca. to trin på olfaktometerskalaen. Det skal i den forbindelse nævnes, at bestemmelsen ved normal olfaktometri er den korrekte i henhold til standarden for lugtanalyse³. Umiddelbart forekommer det rimeligt, at lugten måles ved den koncentration, hvor man er sikker. Under normale forhold oplever man ikke lugte gennem en meget koncentreret fokusering på, om der er noget i luften, og man får navnlig aldrig oplysning om, at nu er der noget.

5.4. De enkelte lugte

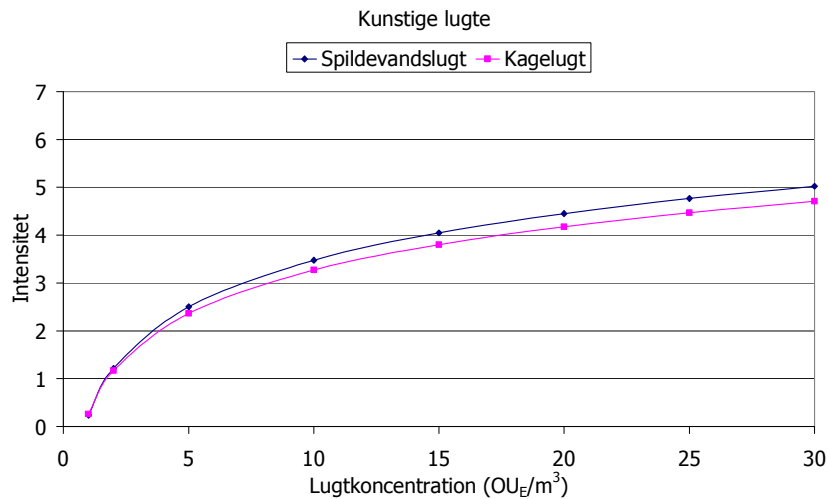
Intensitetskurver for samtlige lugte ses i bilag 1. Flere af kurverne er næsten sammenfaldende og derfor svære at skelne. Alle de viste kurve er beregnet ved hjælp af udtrykkene i tabel 1.

I de følgende afsnit gennemgås analyserne af de enkelte lugte.

5.4.1 De kunstige lugte

De to kunstige lugte SW 01-02 og CA 02-02 har næsten identiske intensitetskurver (figur 7). Det er interessant, fordi de to lugte har væsentligt forskellige lugtkarakterer (den ene et behagelig lugtindtryk af kage og den anden et ubehageligt lugtindtryk af spildevand).

Bestemmelserne er gennemført med så mange panelister over så lang tid, at bestemmelserne kan tillægges stor sikkerhed.



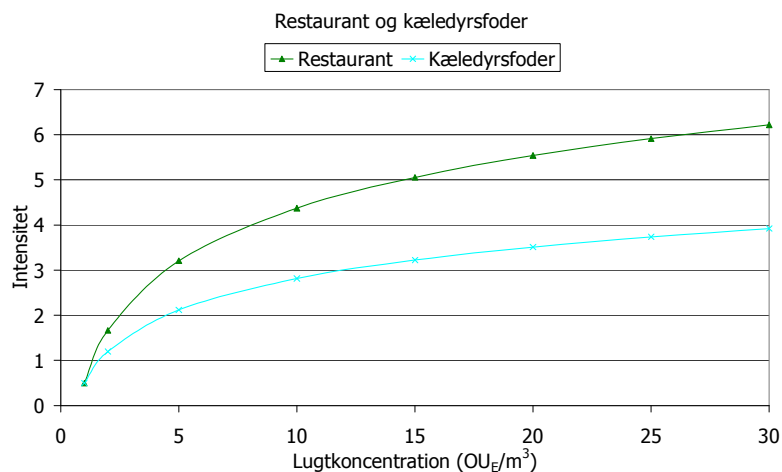
Figur 7. Beregnede intensitetskurver for to kunstige lugte

5.4.2 Restaurant og foder til kæledyr

Bestemmelsen af intensitetskurven for begge disse lugte er behæftet med nogen usikkerhed, hvilket viser sig ved, at hyppighedskurverne for de enkelte intensiteter varierer meget omkring den forventede s-form. Dette skyldes, at der kun er få panelister i bestemmelsen.

Tendensen er imidlertid tydelig for hver intensitet, og de fortyndinger, der kan aflæses af hyppighedskurverne, har en god lineær sammenhæng med intensiteterne. Derfor vurderes det, at intensitetskurverne angiver det rette niveau. Kurverne ses i figur 8.

Lugten fra restauranten har den næsthøjeste intensitet af samtlige undersøgte lugte, og den adskiller sig væsentligt fra dem. Derfor er det relevant at betragte denne type lugt for sig selv. På grund af den mere usikre bestemmelse må der dog tages et forbehold for denne konklusion. Hvis det vælges at anvende lugtintensitet i fremtidig lugtregulering, anbefales det, at intensitetsbestemmelsen for restaurantlugt gentages.

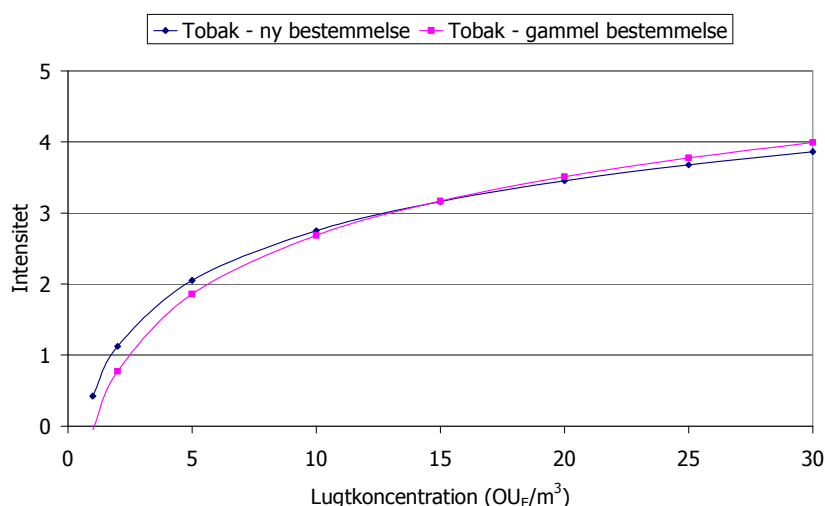


Figur 8. Intensitetskurver for restaurant og kæledyrsfoder

5.4.3 Tobak

Tobakslugten blev opfattet som svag, og det var derfor ikke muligt at beregne 50% hyppigheder for intensiteter større end 3. Intensitetskurven er derfor baseret på kun tre punkter, men for hver af intensiteterne >0 , >1 og >2 havde hyppighedskurverne en god s-form.

Vi vurderer derfor, at kurven er bestemt med rimelig sikkerhed på trods af, at kun 12 panelister deltog. Det understøtter denne vurdering, at kurven er sammenfaldende med en kurve, som FORCE Technology har bestemt for ca. 5 år siden efter en anden metode (se figur 9).



Figur 9. Sammenligning mellem to bestemmelser af intensitet for tobak

5.4.4 Plasticfabrik

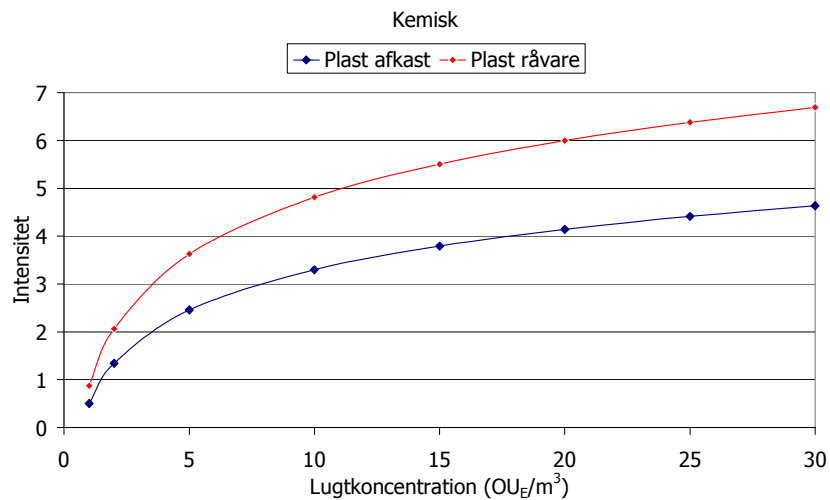
Bestemmelsen var planlagt til at blive udført på prøver fra et ekstruderafkast. Koncentrationen var imidlertid meget lav, og der skete desuden en fejl i analysen. Ét af trinene blev kun vurderet i hver anden runde, og mod slutningen af bestemmelsen med de sidste seks panelister tømtes den sidste pose. Endelig var der fire panelister, som i den ene runde havde et antal svar, der ikke stemte overens med antallet af doseringer. Disse svar blev derfor udeladt.

Det var på det grundlag ikke muligt at gennemføre beregningerne som anført i standarden, men det var muligt at beregne gennemsnitsintensiteter for hver enkelt fortynding. For de fire laveste koncentrationer var den gennemsnitlige intensitet imidlertid ens, og der var derfor en dårlig lineær sammenhæng mellem $\log(\text{fortynding})$ og intensitet. Efter udelukkelse af de tre laveste koncentrationer var der en god lineær sammenhæng. På basis af denne sammenhæng kunne hældningskoefficienten (K_1) til intensitetskurven bestemmes. Derimod kunne K_2 ikke bestemmes. Den blev derfor sat til 0,5 (per definition).

Samlet vurderes denne bestemmelse at være af ringe kvalitet.

Som et supplement blev der gennemført en bestemmelse med ét panel og en luftprøve fra en råvareemballage. Denne bestemmelse gik særdeles godt, og hyppighedskurverne for hver enkelt intensitet og sammenhængen med fortyndingen var god. Derfor vurderes intensitetskurven at være god, men på grund af det lille antal panelister skal kurven alligevel tages med forbehold.

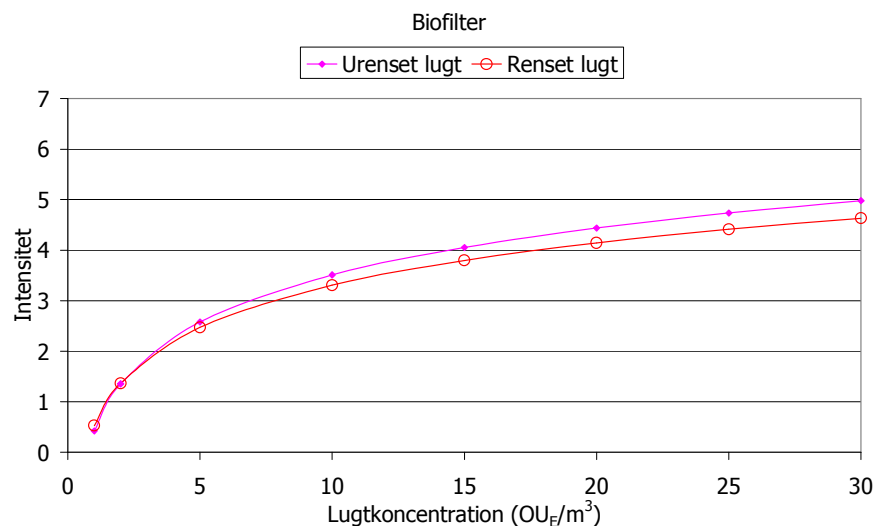
De to kurver for plastic er væsentligt forskellige, hvilket er illustreret i figur 10. Hvis det antages, at lugten i begge tilfælde skyldes ureageret råvare (altså samme lugt), er der grund til at betragte resultaterne med et stort forbehold. Det er også muligt, at de kemiske sammensætningerne i de to prøver er forskellig, hvis der i processen tilsættes flere råvarer eller sker en dannelse af andre stoffer. Samlet vurderes det nødvendigt at gentage bestemmelsen af intensitetskurven for afkast fra plasticfabrik.



Figur 10. Intensitetskurver for plasticlugte (kemisk)

5.4.5 Biofilter

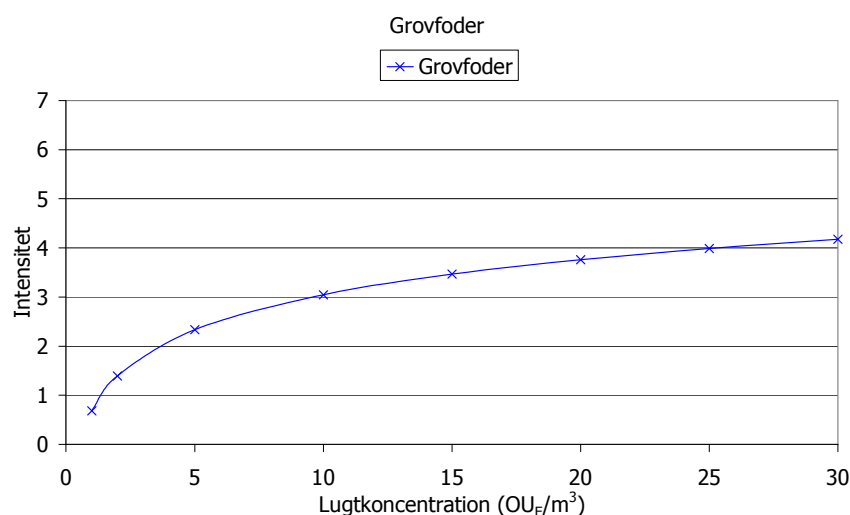
Både en lugt fra et dårligt fungerende biofilter og fra et velfungerende biofilter er undersøgt. Begge filtre behandlede lugt fra en behandling af organisk affald. Fra det dårligt fungerende biofilter kom en meget høj lugtkoncentration. På grundlag af lugtpanelisternes angivelser af lugtkarakteren vurderes luften at være urensset luft. Fra det velfungerende filter kom derimod en meget lav koncentration, men dog med samme lugtkarakter. Det vurderes derfor at være en rest af den indgående luft. Kurverne ses i figur 11.



Figur 11. Intensitetskurver for to forskelligt virkende biofiltre

5.4.6 Foderfabrik

Lugten fra en repræsentativ produktion på en grovfoderfabrik er undersøgt. Analysen vurderes at være god med et tilstrækkeligt antal svar og pæne hyppighedskurver. Lugtintensiteten er ikke særlig høj, hvilket illustreres i figur 12.



Figur 12. Intensitetskurve for lugt fra grovfoderfremstilling

6. Konklusion

Kun to af de undersøgte lugte skiller sig væsentligt ud fra de øvrige. Lugten af råvare til plastic ekstrudering har den højeste lugtintensitet. Proceslugten fra ekstruderingen er væsentligt svagere. Det vurderes, at råvarelugten ikke er relevant for et reguleringsmæssigt synspunkt, da den ikke udledes direkte til omgivelserne.

Den anden lugt med høj lugtintensitet er fra en almindelig restaurant, hvor der bl.a. anvendes friturestegning. Hvis den alternative fremgangsmåde bliver anvendt ved regulering af lugt, er det relevant at vurdere denne lugt for sig selv, da den ofte forekommer i boligkvarterer og anden bymæssig bebyggelse. Der skal imidlertid tages højde for, at bestemmelsen er behæftet med en større usikkerhed end for de fleste andre lugte. Hvis lugtintensiteten skal anvendes ved fremtidig regulering, bør bestemmelsen for restaurantlugt gentages.

De øvrige lugte varierer kun lidt. Ved 5 OU_E/m³ varierer lugtintensiteten fra svag til lidt mindre end tydelig (2 til 2,6). Ved 10 OU_E/m³ varierer den mellem lidt under tydelig til lidt mindre end stærk (2,7 til 3,6). Det vurderes, at det er relevant at lave en gennemsnitsbetragtning for disse lugte til en evt. beregning af intensitetsbelastning i omgivelserne.

Lugtconcentrationerne, der blev bestemt i intensitetsundersøgelsen, er ca. tre gange højere end ved normale bestemmelser. Det skyldes, at lugtpanelisterne ved intensitetsbestemmelsen ved, at lugten kommer. De er derfor aldrig er usikre.

7. Referencer

- 1 Løfstrøm, P.: Konsekvenser af ny beregningsmetode for skorstenshøjder ved lugtemission. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 327, 2000
- 2 VDI Guideline nr. 3882, del 1
- 3 EN 13.725 – Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry
- 4 Foreløbig rapport fra Slagteriernes Forskningsinstitut til Miljøstyrelsen om "Validering og forbedring af danske lugtmålinger", November 2004
- 5 Miljøstyrelsens metodeblad for lugtbestemmelse MEL-13

Bilag 1 Beregnede intensitetskurver for alle undersøgte lugte

