

NILU OR: 17/92

NILU OR : 17/92
REFERANSE : O-91084
DATO : FEBRUAR 1992
ISBN : 82-425-0349-4

Kvantifisering av diffuse utslipp fra Oseberg A og B

D. Tønnesen



NILU

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Norwegian Institute for Air Research
POSTBOKS 64 — N-2001 LILLESTRØM — NORWAY

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	3
2 SPORSTOFFMETODEN	3
3 FORSØKSOPPLEGG	4
4 BESKRIVELSE AV FORSØKENE	5
4.1 Forsøk 1	6
4.2 Forsøk 2	6
4.3 Forsøk 3	7
4.4 Forsøk 4	9
4.5 Forsøk 5	10
4.6 Forsøk 6	12
4.7 Forsøk 7	12
5 UTSLIPPSBEREGNINGER	13
6 REFERANSER	15
VEDLEGG A: Måleresultater	16

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra, og i samarbeid med F-senteret, Norsk Hydro, foretatt en kvantifisering av diffuse utslipp av metan, etan og propan fra Oseberg plattform A og plattform B.

Feltforsøk med prøvetaging av sporstoff og hydrokarboner viste at de diffuse utslippene var:

Metan 4,2 kg/h fra plattform A,
under 0,1 kg/h fra plattform B.
Etan 0,5 kg/h fra plattform A,
under 0,02 kg/h fra plattform B.
Propan 0,39 kg/h fra plattform A,
under 0,01 kg/h fra plattform B.

Utslippsestimatene er representative for de driftsforhold som rådde under forsøksperioden. Variasjon i driftsforhold kan medføre variasjon i utslippsmengde. Utslippstallene over indikerer at de diffuse utslippene er mindre enn utslippene av VOC fra faklingen.

C₄ og C₅ hydrokarboner ble ikke analysert under feltforsøkene. I forundersøkelsen ble konsentrasjonsnivået av C₄ i et par prøver undersøkt. Dette var vesentlig lavere enn propankonsentrasjonen. Utslippet av C₄ og C₅ er derfor trolig mindre enn utslippet av propan.

KVANTIFISERING AV DIFFUSE UTSLIPP FRA OSEBERG A OG B

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra og i samarbeid med F-senteret, Norsk Hydro foretatt en kartlegging og kvantifisering av diffuse utslipp av metan, etan og propan fra Osebergplattformene A og B. Undersøkelsen ble utført ved hjelp av sporstoffteknikk. Forsøkene ble utført 4. og 5. desember 1991.

2 SPORSTOFFMETODEN

Metoden kan kort beskrives ved at man slipper ut en kjent mengde sporstoff i potensielle lekkasjepunkter for hydrokarboner og samler inn luftprøver for analyse av sporstoffkonsentrasjoner og konsentrasjoner av hydrokarboner i utvalgte punkter på nedvindsiden av utslippet. Forholdet mellom konsentrasjonsfordelingen kan så benyttes til å kvantifisere utslippet av hydrokarboner. Det totale konsentrasjonsbildet må vurderes i hvert forsøk for å se hvor godt konsentrasjonsprofilene av sporgass og hydrokarboner passer til hverandre.

Svovelheksafluorid (SF_6) ble anvendt som sporstoff. Dette er en ikke giftig gass som er uløselig i vann, og som ikke forekommer naturlig i atmosfæren. Den forsvinner ikke fra lufta ved avsetning på bakken eller utvasking med nedbør, og den nedbrytes bare langsomt ved kjemiske reaksjoner.

Den har svært lav påvisningsgrense, og kan analyseres over et stort konsentrasjonsområde, fra 1 til 10^6 ppt ("parts per trillion", 10^{-12} volumdeler pr. del luft).

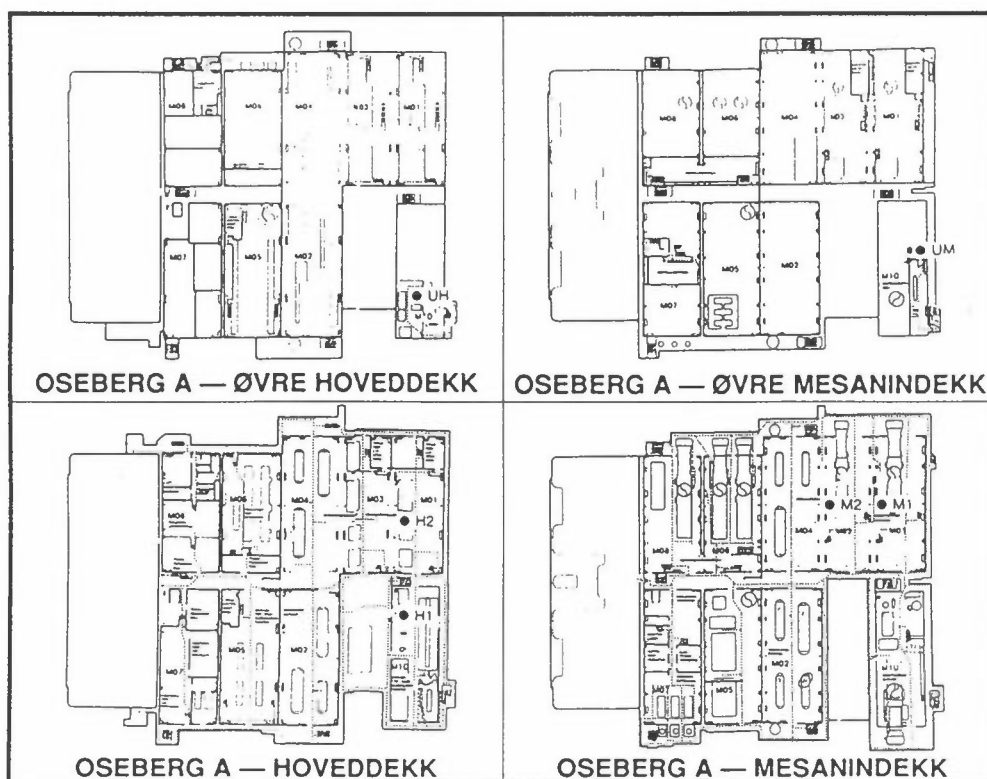
Luftprøvene ble samlet i plastsprøyter (øyeblikksverdi) og i aluminiumsposer (midlingstid 15 minutter).

Konsentrasjonene av sporgass og hydrokarboner i luftprøvene ble analysert med gaskromatograf etter forsøket. Metoden er nærmere beskrevet av Heggen og Sivertsen (1983).

3 FORSØKSOPPLEGG

En primær kartlegging av utslippspunkter ble utført med et eksplosimeter. I tillegg ble det tatt prøver i plastsprøyter for å se på gass-sammensetningen.

På bakgrunn av kartleggingen og på bakgrunn av opplysninger fra sikkerhetssjefen på plattformen, ble det valgt ut seks plasseringer for sporstoffutslippene. Disse er vist i figur 1.



Figur 1: Plassering av utslippspunkter for sporgassutslipp, Oseberg A.

Utslippsraten av sporgass ble kontrollert ved hjelp av flow-metere. Utslippsraten for hvert forsøk er vist i tabell 1.

Tabell 1: Utslippsrater av SF₆ for hvert forsøk. Koden for plassering refererer til figur 1. Ratene er gitt i kg/h.

Forsøk	Utslippspunkt						
	UM	M1	M2	UH	H1	H2	B
1	0.368	0.368	0.368	0.368	0.368	0.368	0
2	0	0	0	0.368	0.368	0.368	0
3	0.368	0.368	0.368	0	0	0	0
4	0.154	0.276	0	0.154	0.154	0.154	0
5	0.154	0.276	0	0.154	0.154	0.154	0
6	0.368	0.368	0.368	0.368	0.368	0.368	0
7	0	0	0	0	0	0	0.368

Luftprøvene ble i hovedsak tatt på sørsiden av plattformen. I forsøk 1 og 6 ble imidlertid luftprøvene tatt fra båt henholdsvis ca. 1000 m og 500 m på sørsiden av plattformen. Forsøk 7 ble utført på B-plattformen. Vindforholdene under forsøkene var ganske konstante, det blåste frisk bris til liten kuling fra nord.

4 BESKRIVELSE AV FORSØKENE

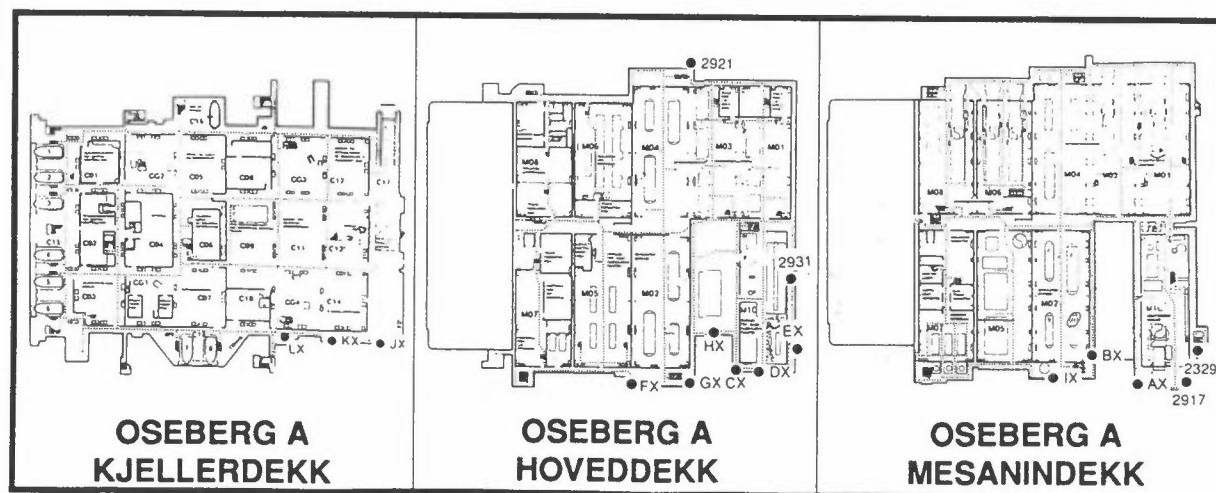
Måleresultatene fra hvert forsøk er gitt i tabellform i vedlegg A. Prøvetagingspunktene vist på figurene 2, 4, 6, 8 og 10. Forsøkene er kommentert fortløpende.

4.1 FORSØK 1

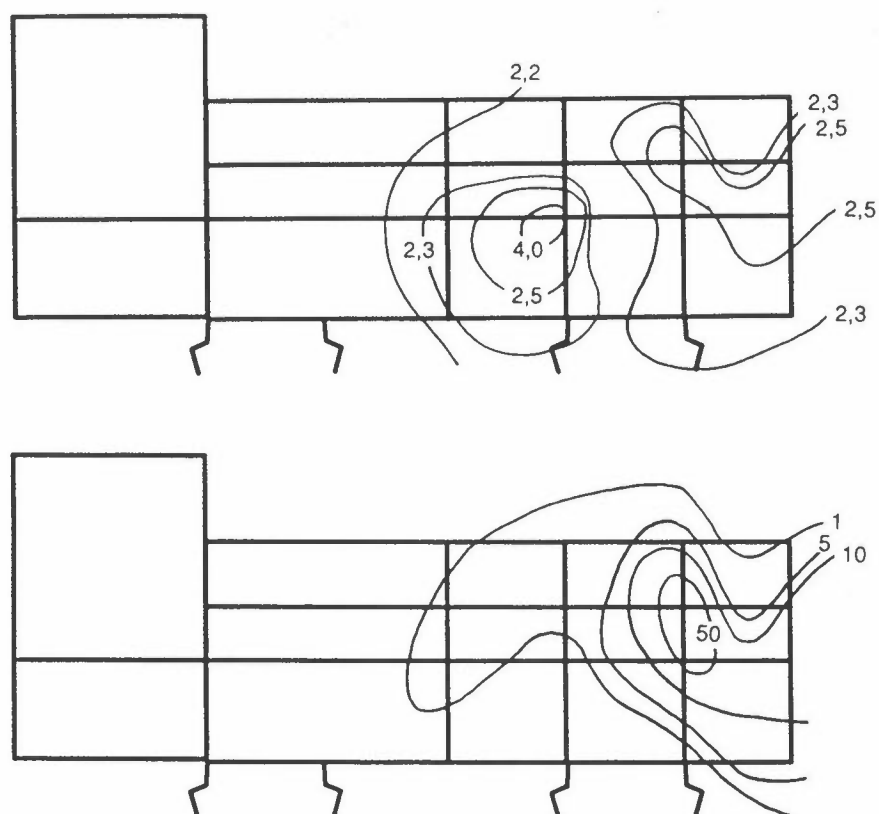
Prøvetagingen ble foretatt fra båt i avstand ca. 1000 m fra platformen. Transportretningen av luftblandingen spredt fra platformen var mer sørøstlig enn antatt, slik at prøvetagings-traversen bare fanget kanten av sporstoffskyen. På denne avstanden var hydrokarbonkonsentrasjonene så lave at de ikke skilte seg vesentlig fra konsentrasjoner i "ren" luft.

4.2 FORSØK 2

Prøvetagingspunktene er vist på figur 2, og isokonsentrasjonslinjer for sporstoff og metan er vist på figur 3. Det er antagelig en lekkasje i modul 02 (M02 figur 2) på hoveddekket som ikke er simulert med sporgass. Denne fører til et avvik mellom konsentrasjonsfordelingene langs den vestlige nedre delen av plattformfasaden.



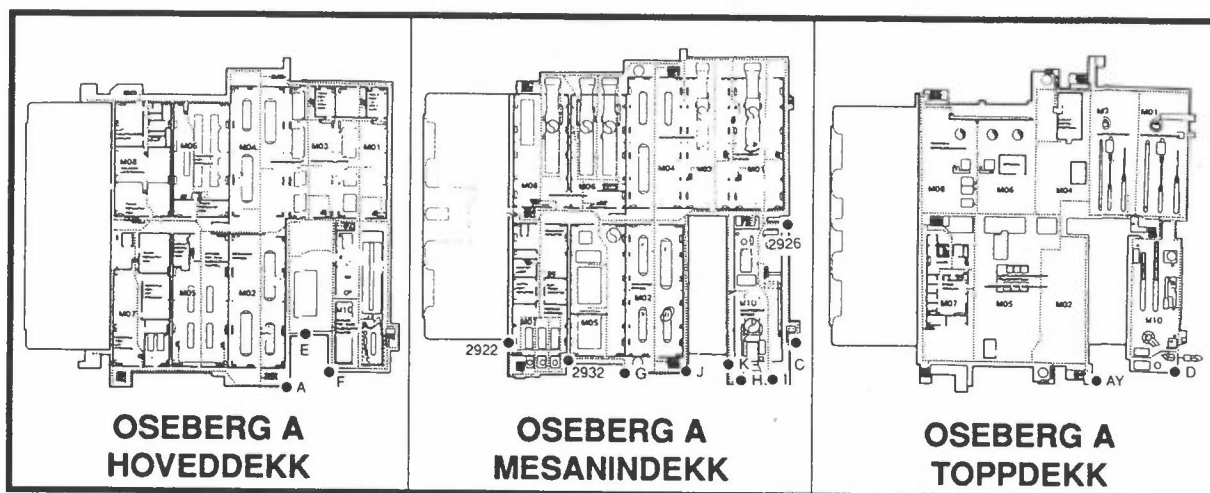
Figur 2: Prøvetagingspunkter under forsøk 2.



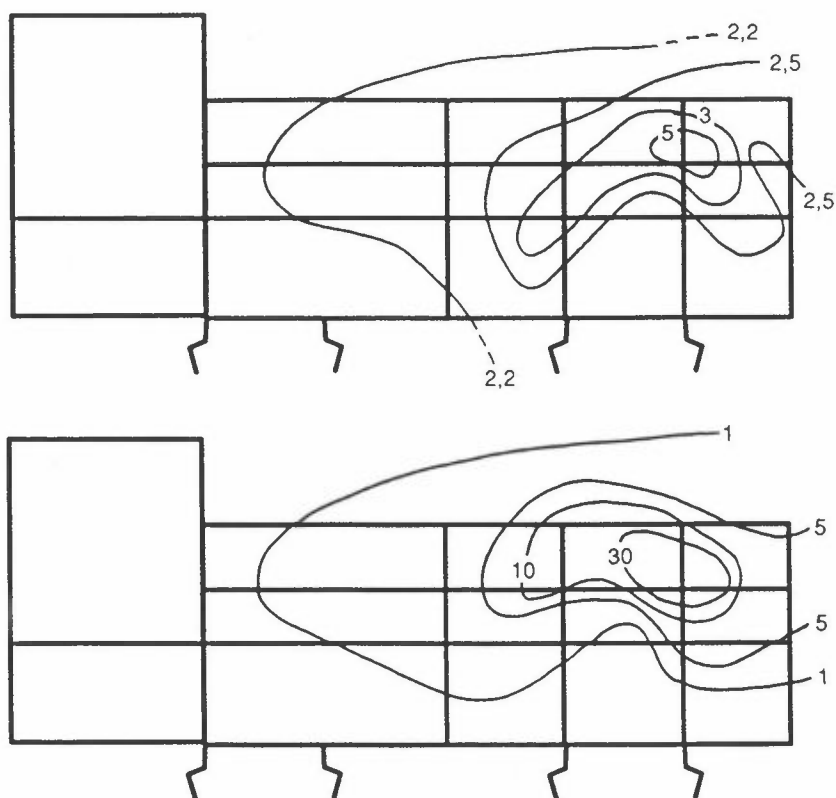
Figur 3: Isokonsentrasjonslinjer for metan (øverst, ppm) og sporstoff (nederst, ppb) på plattformens sørlige fasade.

4.3 FORSØK 3

Prøvetagingspunktene er vist på figur 4, og isokonsentrasjonslinjer for sporstoff og metan er vist på figur 5. Lekkasjen i modul 02 på hoveddekket fører til avvik mellom konsentrasjonsfordelingene av sporstoff og metan. For øvrig er tilpasningen bra.



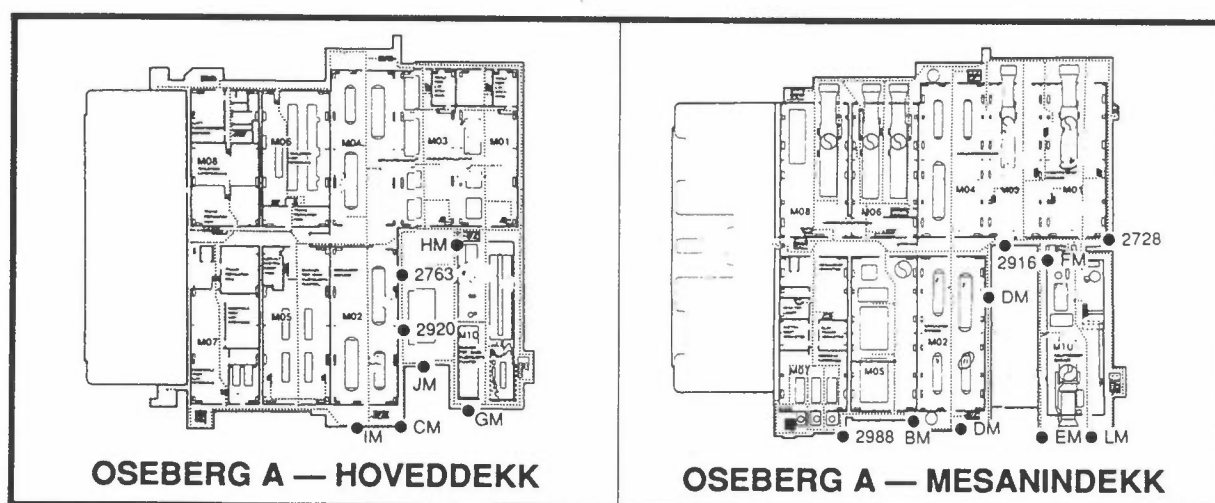
Figur 4: Prøvetagningspunkter under forsøk 3



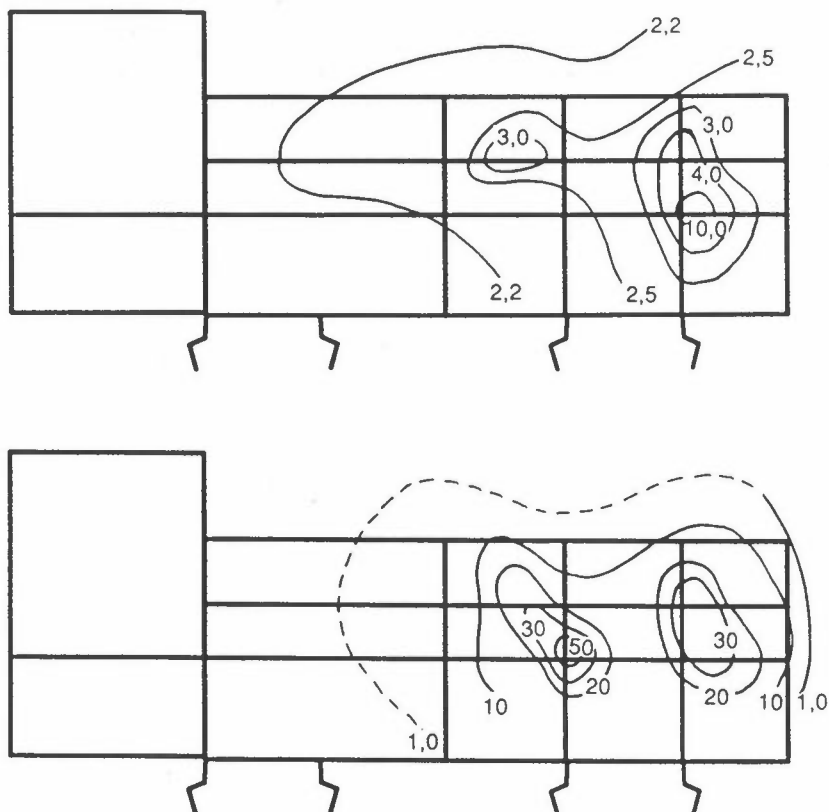
Figur 5: Isokonsentrasjonslinjer for metan (øverst, ppm) og sporstoff (nederst, ppb) på plattformens sørlige fasade.

4.4 FORSØK 4

Prøvetagningspunktene er vist i figur 6, og isokonsentrasjonslinjer for sporstoff og metan er vist i figur 7. Den svært høye konsentrasjonen av metan helt øst på hoveddekket skyldes antagelig utslipp gjennom et ventilasjonsrør i umiddelbar nærhet av prøvetagingspunktet. Metanlekkasjene i den modulen røret kommer fra er større enn det som er simulert med sporgass. Bortsett fra dette punktet, er det god overenstemmelse mellom konsentrasjonsfordelingene.



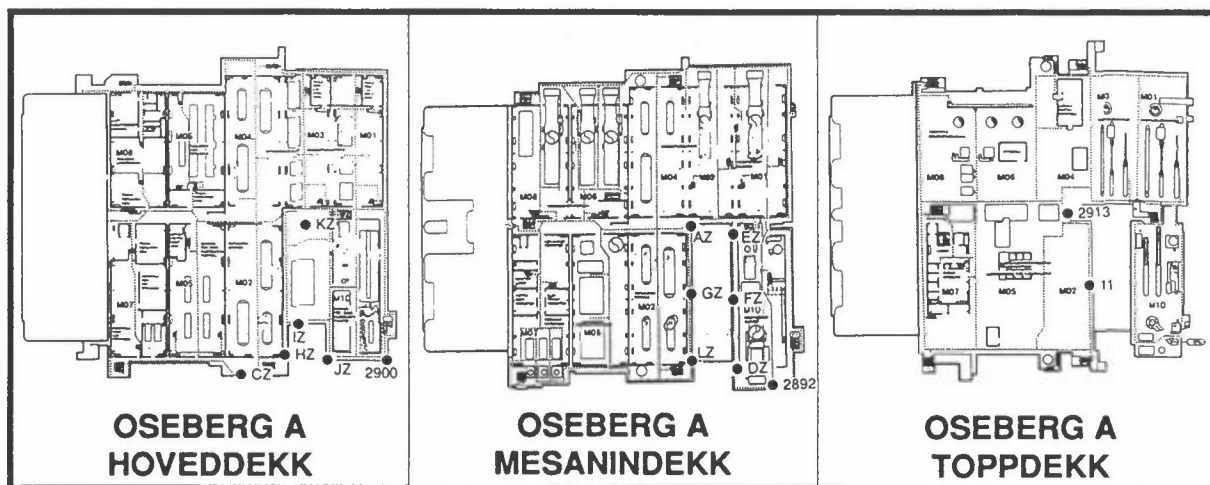
Figur 6: Prøvetagingspunkter under forsøk 4.



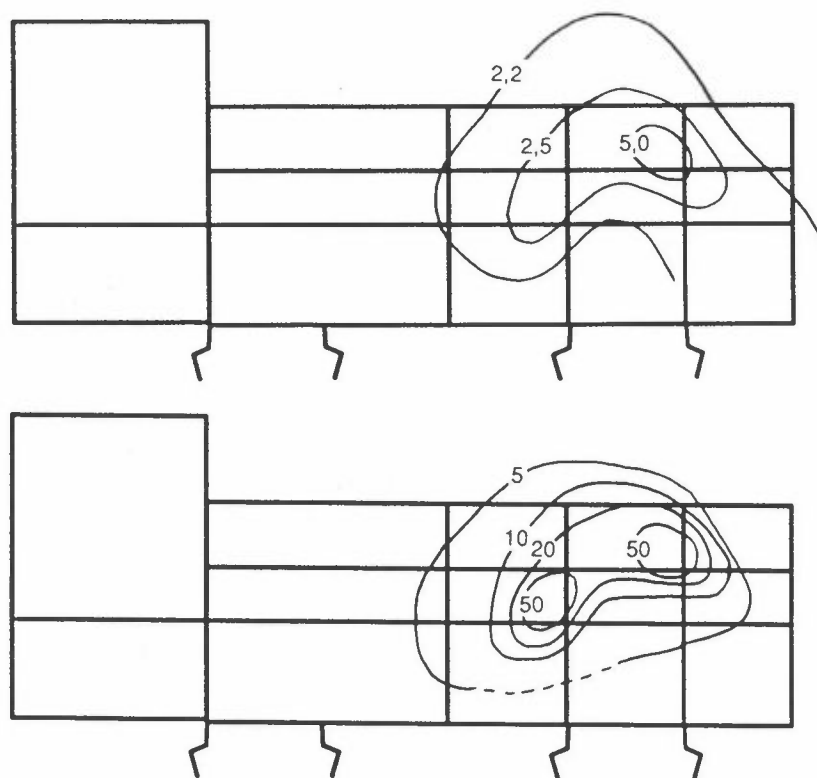
Figur 7: Isokonsentrasjonslinjen for metan (øverst, ppm) og sporstoff (nederstm, ppb) på plattformens sørlige fasade.

4.5 FORSØK 5

Prøvetagingspunktene er vist på figur 8, og isokonsentrasjonslinjer for sporstoff og metan er vist på figur 9. Konsentrasjonsfordelingene tyder på at det er sterkere belastning av metan fra modul M10 på mesanindekket i prøvetagingspunktene i dette forsøket, og at den vertikale utvekslingen av luft mellom hoveddekk og mesanindekket kan ha vært mindre under dette forsøket enn under de øvrige.



Figur 8: Prøvetagningspunkter under forsøk 5.



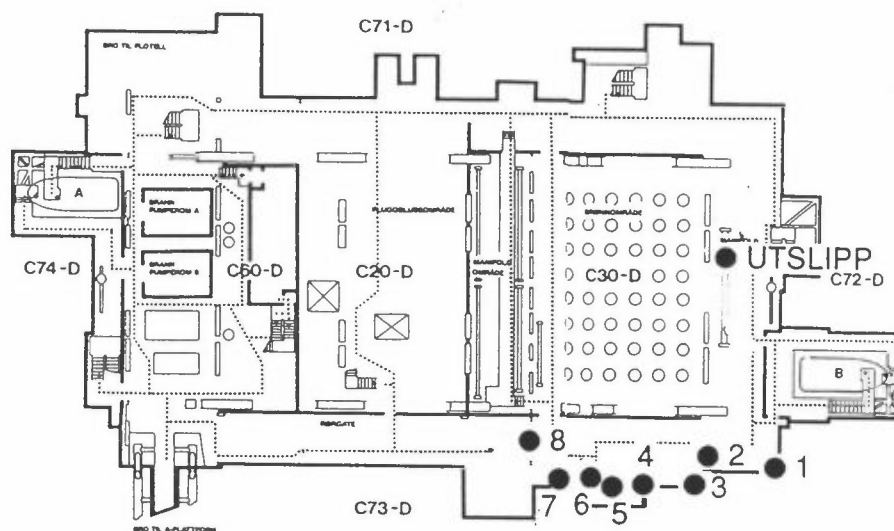
Figur 9: Isokonsentrasjonslinjer for metan (øverst, ppm) og sporstoff (nederst, ppb) på plattformens sørlige fasade.

4.6 FORSØK 6

Under dette forsøket ble prøver tatt med båt på avstand 500 m fra plattformen. Konsentrasjonene av både sporstoff og hydrokarboner er svært lave. Det er trolig at båten ikke har vært i maksimalt belastet område, samtidig som fortynningen av utslippene fra plattformen har vært svært god på grunn av sterk vind (frisk bris).

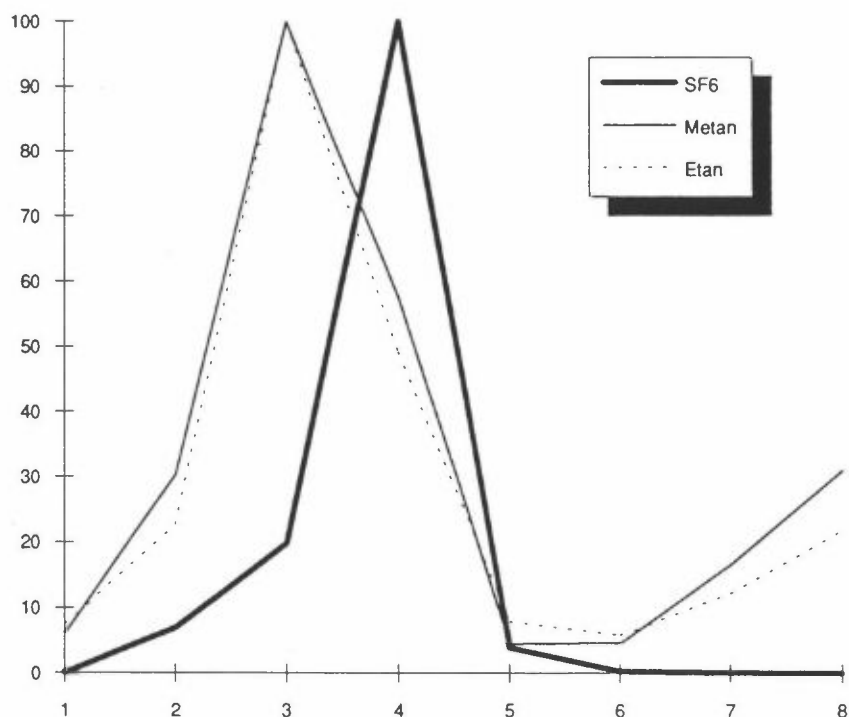
4.7 FORSØK 7

Forsøket ble utført ved gassmanifolden på østsiden av B-plattformen. Prøvetagingspunkter og utslippspunktet er vist på figur 10, og konsentrasjonsprofiler på tvers av vindretningen er vist på figur 11. Konsentrasjonsprofilene er korrigert for bakgrunnskonsentrasjoner av HC. Økningen av metankonsentrasjon på de vestligste punktene skyldes trolig små lekkasjer i brønnområdet. Samtlige prøver i dette forsøket ble tatt som øyeblikksverdier med plastsprøyter.



OSEBERG B - KJELLERDEKK

Figur 10: Prøvetagningspunkter og utslippspunkt for forsøk 7.



Figur 11: Konsentrasjonsprofiler på kjellerdekk, plattform B, i prosent av observert maksimalkonsentrasjon. Middell for 3 serier.

5 UTSLIPPSBEREGNINGER

Utslippsberegningene er utført på bakgrunn av totale fluksestimater basert på den totale konsentrasjonsfordelinger for hver test. Utslippsberegningene er egentlig bare representative for den perioden testen ble utført. Imidlertid er det trolig at driftsforholdene, og dermed de diffuse lekkasjene varierer lite med tiden. Prøvetagningsforholdene var ikke ideelle på grunn av de fysiske begrensningene plattformen selv gir.

Driftsforholdene under måleperioden var ikke helt normale, fordi det var problemer med en høytrykkskompressor både 4. og

5. desember. På grunn av dette gikk større gassmengde enn vanlig til fakling. I de periodene der forsøk på å starte kompressoren pågikk, var trolig diffuse utslipp større enn vanlig. I de periodene der gassen gikk til fakling, var trolig diffuse utslipp mindre enn vanlig.

Spredningen over selve plattformen er svært komplisert, på grunn av vindskjermer, dører og ventilasjonskanaler. Ideell prøvetagningsavstand er større enn den tilgjengelige avstanden på plattformen. Tabell 2 viser utslippsestimater beregnet fra de enkelte testene. Det er ikke beregnet utslippsestimater fra test 1 og test 6. Variasjonen i estimatene kan sees på som et uttrykk for total usikkerhet i metoden.

Tabell 2: Utslippsestimat i kg/h for hver test, og midlere utslippsestimat for A-plattformen.

Test	Metan	Etan	Propan
1	5,2	0,74	0,44
3	6,6	0,29	0,40
4	2,6	0,50	0,38
5	2,6	0,45	0,34
7	<0,1	0,01	<0,01
Snitt A	4,25	0,50	0,39
Stand.avvik A	1,7	0,16	0,04

De diffuse lekkasjene er lavere enn utslippsestimatet for VOC fra fakling. Estimert utslipp fra fakkell er ca. 45 kg/h VOC, hvorav 30 kg/h som metan. I forhold til diffuse lekkasjer fra raffinerier og petrokjemiske anlegg på land, er utslippene også beskjedne.

Typiske tall for diffuse utslipp fra polyetylen og polypropylen-anlegg er ca. 20 kg/h av henholdsvis eten og propen. Butan og pentan er ikke kvantifisert. På bakgrunn av prøver tatt under forundersøkelsen, er det rimelig å anta at utslippet av

disse er mindre enn utslippet av propan.

6 REFERANSER

Heggen, R. og Sivertsen, B. (1983) Tracer gas techniques at
NILU. Lillestrøm (NILU TR 8/83).

VEDLEGG A**MÅLERESULTATER**

Tabell A1: Konsentrasjoner i prøvetagningspunkter, test 1 (ppb).

Punkt	Metan	Etan	Propan	SF ₆
1	2 090	4,5	<5	0,411
2	2 099	1,6	-	0,049
3	2 071	2,6	-	0,129
4	2 085	2,1	-	0,125
5	2 066	2,5	-	0,087
6	2 056	2,1	-	0,006
7	2 059	1,4	-	0,002
8	2 057	1,8	-	0,001
9	2 053	2,4	-	0,001
10	2 071	1,8	-	0,001
11	2 074	1,3	-	0,001
12	2 044	1,2	-	0,001
13	2 072	1,8	-	0,002
14	2 053	1,5	-	0,001
15	2 086	1,9	-	0,002
16	2 088	1,4	-	0,001
17	2 074	1,2	-	0,001
18	2 098	1,2	-	0,002
19	2 084	1,4	-	0,001
20	2 088	1,5	-	0,001
21	2 068	1,8	-	0,001
22	2 084	1,3	-	0,002
23	2 086	1,4	-	0,002
24	2 097	1,7	-	0,002
25	2 064	1,2	-	0,001

Tabell A2: Konsentrasjoner i prøvetagningspunkter, test 2 (ppb).

Punkt	Metan	Etan	Propan	SF ₆
FX	2 308	10,8	6,0	1,56
GX	4 875	356,0	99,0	0,59
HX	2 213	4,6	3,0	8,88
CX	2 351	15,8	5,9	50,87
DX	2 597	32,4	11,8	37,20
EX	2 669	37,4	13,6	14,07
AX	2 650	29,4	8,5	50,96
BX	2 270	15,0	8,7	1,47
IX	2 286	10,8	4,6	1,44
LX	2 489	47,7	20,9	0,20
KX	2 324	21,3	10,4	0,46
JX	2 357	21,4	11,7	6,52
2931	2 840	65,6	33,1	14,84
2921	2 134	2,4	-	0,005
2939	2 690	31,4	2,4	13,50
2917	2 268	12,2	-	2,97

Tabell A3: Konsentrasjoner i prøvetagningspunkter, test 3 (ppb).

Punkt	Metan	Etan	Propan	SF ₆
A	3 169	141,5	43,5	2,37
E	2 374	36,4	18,7	0,45
F	2 505	34,9	14,0	7,47
G	2 241	14,8	6,1	1,55
J	2 760	80,3	31,2	12,17
K	5 363	168,3	42,6	53,95
H	4 591	127,2	30,9	40,68
I	2 495	34,0	13,4	7,20
C	2 354	25,8	13,3	5,92
D	2 777	46,3	14,6	4,19
AY	2 412	32,7	15,8	11,32
2926	3 270	156,92	75,64	74,53
2932	2 357	23,17	14,00	3,62
2922	2 137	2,53	-	0,002

Tabell A4: Konsentrasjoner i prøvetagningspunkter, test 4 (ppb).

Punkt	Metan	Etan	Propan	SF ₆
AM	2 314	54,66	37,21	27,53
BM	2 224	19,58	12,05	3,47
CM	2 467	102,70	67,45	58,01
DM	3 257	146,33	70,20	28,43
EM	2 510	65,10	38,40	15,91
FM	2 159	4,17	3,00	0,007
HM	2 198	6,60	4,44	0,006
IM	2 292	36,82	31,94	13,44
JM	2 740	35,27	10,34	18,80
KM	4 309	99,47	20,44	31,08
LM	2 705	33,54	8,86	14,57
2763	2 253	23,86	19,69	3,89
2988	2 201	4,80	-	0,075
2920		24,00		12,62
2916	2 353	14,95	12,41	0,097
2728	2 677	4,49	-	0,010

Tabell A5: Konsentrasjoner i prøvetagningspunkter, test 5 (ppb).

Punkt	Metan	Etan	Propan	SF ₆
EZ	2 164	4,43	-	0,005
FZ	2 788	41,76	12,06	13,28
DZ	5 168	132,74	23,08	73,41
AZ	2 456	55,29	29,77	4,58
GZ	2 307	28,56	15,75	3,62
LZ	2 677	79,02	45,71	21,61
CZ	2 268	22,69	15,35	7,97
HZ	2 552	106,49	62,20	71,03
IZ	2 277	29,64	17,81	11,13
JZ	2 374	17,90	13,55	7,63
KZ	2 164	8,81	5,33	0,74
2913	2 556	53,98	27,09	14,22
2892	2 217	7,89	-	2,65
2900	2 354	11,64	-	3,49
11	2 398	35,09	26,97	5,27

Tabell A6: Konsentrasjoner i prøvetagningspunkter, test 6 (ppb).

Punkt	Metan	Etan	Propan	SF ₆
6	2 196	2,80	<5	0,001
7	2 184	2,98	<5	0,007
8	2 178	3,61	<5	0,001
9	2 168	3,60	<5	0,001
10	2 180	3,28	<5	0,003
11	2 151	3,67	<5	0,002
12	2 168	4,06	<5	0,001
13	2 188	2,90	<5	0,001
14	2 150	3,30	<5	0,001
15	2 160	3,76	<5	0,001
16	2 163	4,82	<5	0,001
17	2 161	3,90	<5	0,001

Tabell A7: Konsentrasjoner i prøvetagningspunkter, test 8 (ppb).

Punkt	Metan	Etan	Propan	SF ₆
2887	2 341	12,32	9,12	0,009
2893	2 410	13,55	8,56	68,21
2880	2 252	9,35	4,48	0,006
2912	2 181	5,09	4,84	0,169
2874	2 350	15,71	7,90	306,38
2881	2 168	5,76	3,60	1,52
2889	2 176	5,40	-	0,96
2890	2 154	5,86	-	0,25
2902	2 157	6,07	-	25,82
2923	2 253	9,65	-	0,005
2896	2 172	5,38	10,8	0,269
2933	2 878	57,93	23,5	166,80
2882	2 260	6,95	-	0,71
2879	2 163	5,82	-	5,06
2833	2 494	26,85	11,98	498,51
2886	2 144	4,09	-	2,43
2875	2 170	7,08	-	7,84
2877	2 157	4,96	-	8,03
2871	2 181	7,40	5,78	0,10
2894	2 362	17,15	6,58	560,84
2872	2 168	6,20	3,98	19,89
2935	2 739	45,83	17,80	97,52
2895	2 207	7,19	-	0,36
2 888	2 263	12,75	8,24	21,73

