

Tittel: Løsemiddelmålinger i Ekeberg oljelager og Ekebergtank.

Forfatter(e): Merete Gjølstad
Syvert Thorud

Prosjektansvarlig: Cand. real. Syvert Thorud, STAMI

Prosjektmedarbeidere: Merete Gjølstad
Ahmed Mohamed Ali
Margrethe Brendeford

Utgiver (seksjon): STAMI, Yrkeshygienisk seksjon.

Dato: 22.04.91 Antall sider: 26 ISSN: 0801-7794

Serie: HD 1017/91 FOU

Sammendrag: Statens arbeidsmiljøinstitutt har gjennomført en undersøkelse av løsemiddeleksponeringen i Ekeberg oljelager og Ekebergtank, et fjellanlegg for lagring av olje- og bensinprodukter. Målingene ble utført ved hjelp av kullrør og eksplosjonssikre pumper.

Løsemiddeleksponeringen i Ekebergtank og i kontrollrom/verksted-avdeling i Ekeberg oljelager er beskjeden (middelverdi additiv faktor henholdsvis 0.10 og 0.13), mens eksponeringen i den øvrige delen av Ekeberg oljelager er høy (middelverdi additiv faktor 0.94). I tillegg ble det i Ekeberg oljelager påvist ekstremt høye verdier ved kortvarige arbeidsoperasjoner som peiling og egenvektsbestemmelse, men under disse operasjonene ble kullfiltermaske benyttet som åndedrettsvern.

På grunnlag av resultatene anbefales en gjennomgang av alle forhold knyttet til ventilasjon, teknologi og bruk av verneutstyr for å kunne redusere løsemiddelnivået og den personlige eksponeringen.

Stikkord: Bensindamp
Benzen
Eksponering

Key words: Gasoline vapor
Benzene
Exposure

FORORD

Denne rapporten er resultatet av et prosjekt som kom i stand på oppdrag fra Ekeberg oljelager og Ekebergtank representert ved firma Gestor A/S. Den praktiske undersøkelsen ble gjennomført i september/oktober 1990 i samarbeid med de ansatte i anlegget.

Resultatene ble skriftlig rapportert i kortfattet form i slutten av november 1990, og en kort muntlig presentasjon ble gitt i møte med driftsutvalget for anlegget 11. desember og i møte med bedriftshelsetjenesten og de ansatte 18. desember.

Vi vil takke driftssjef Asbjørn Føsker og alle de ansatte ved Ekeberg oljelager/Ekebergtank for imøtekommenhet og god hjelp i forbindelse med den praktiske gjennomføringen av prosjektet.

Oslo, april 1991

Merete Gjølstad

Syvert Thorud

INNHOOLD:

1. INNLEDNING.	3
2. BESKRIVELSE AV ANLEGGENE.	4
2.1 Ekeberg oljelager.	4
2.2 Ekebergtank.	5
3. METODER.	9
3.1 Prøvetakingsmetoder.	9
3.2 Analysemetoder.	10
4. ADMINISTRATIVE NORMER.	12
5. RESULTATER OG VURDERINGER.	14
5.1 Personlige langtidsmålinger.	14
5.2 Stasjonære prøver.	17
5.3 Personlige korttidsmålinger.	18
6. FORSLAG TIL TILTAK OG UTBEDRINGER.	19
6.1 Ventilasjon.	19
6.2 Teknologi.	19
6.3 Verneutstyr.	19
7. KONKLUSJON.	21
VEDLEGG 1.	22

1. INNLEDNING.

Ekeberg oljelager og Ekebergtank er anlegg for lagring av bensin- og oljeprodukter. Anlegget ligger i fjellet under Ekeberg og er det eneste i sitt slag i Norge. Ekeberg oljelager eies av oljeselskapene Esso Norge A/S, Mobil Oil A/S Norge, Norsk Olje A/S, A/S Norske Shell og Norsk Texaco Oil A/S i fellesskap, mens Ekebergtank eies av Norsk Olje A/S alene. Det er dannet et interessentskap bestående av disse oljeselskapene, og dette interessentskapet, under navnet Ekeberg Oljelager, er arbeidsgiver og driftsansvarlig for oljelageret. Firmaet Gestor A/S er forretningsfører for Ekeberg oljelager.

I anlegget lagres både A- og B-væsker, og eksponering for damp fra disse væskene vil kunne representere en helserisiko på lang sikt. For å hindre brann og eksplosjoner er det iverksatt mange tiltak, mens man i mindre grad har vært opptatt av eksponering for benzen og bensindamp. Bl.a. er ventilasjonssystemet basert på omluft med 30% friskluft. Det er derfor grunn til å tro at operatørene utsettes for en betydelig eksponering, og én av arbeidstakerne er for tiden under utredning for eventuell løsemiddelskade. På bakgrunn av dette mottok Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) en forespørsel fra Norsk Olje A/S ved bedriftsoverlege Geir Riise om instituttet kunne gjennomføre en undersøkelse for å kartlegge eksponeringen for bensindamp (og benzen) i anlegget.

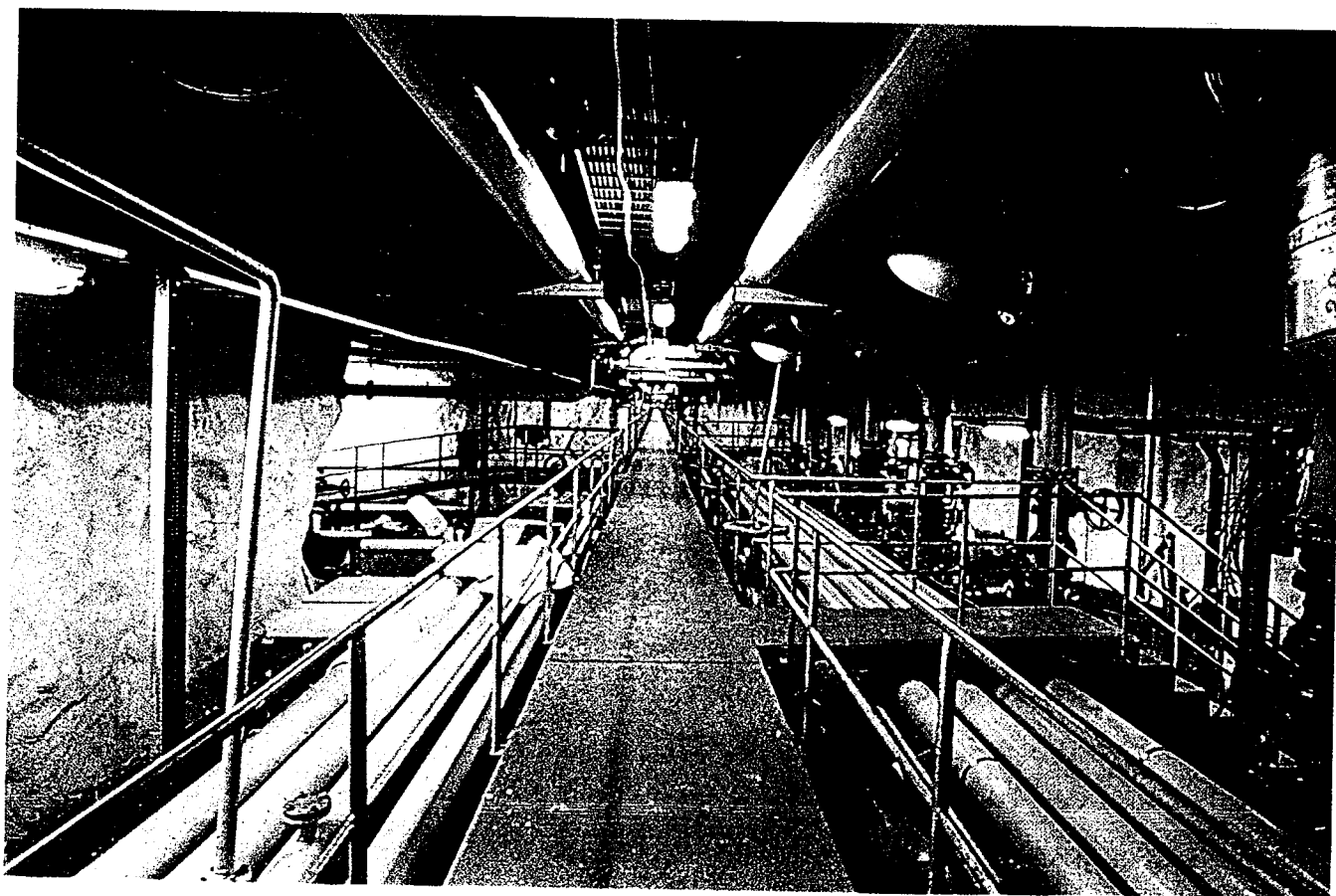
Etter befaring av anlegget 28/5-90 og ytterligere korrespondanse med bedriftshelsetjeneste og forretningsfører ble det besluttet at instituttet skulle gjennomføre en undersøkelse for å kartlegge løsemiddeleksponeringen for operatørene i Ekeberg oljelager/Ekebergtank. Undersøkelsen var planlagt gjennomført i august 1990, men på grunn av en eksplosjon i Ekeberg oljelager ble undersøkelsen utsatt. Målingene ble utført i periodene 26. - 28. september og 16. - 19. oktober 1990.

Rapporten beskriver måleopplegget, gjennomføringen og resultatene av undersøkelsen. Figur 1 - 4 i rapporten er med tillatelse fra Gestor A/S tatt fra oljeselskapenes brosjyre "Oljeprodukter i fjell. Ekeberg oljelager og Ekebergtank."

2. BESKRIVELSE AV ANLEGGENE.

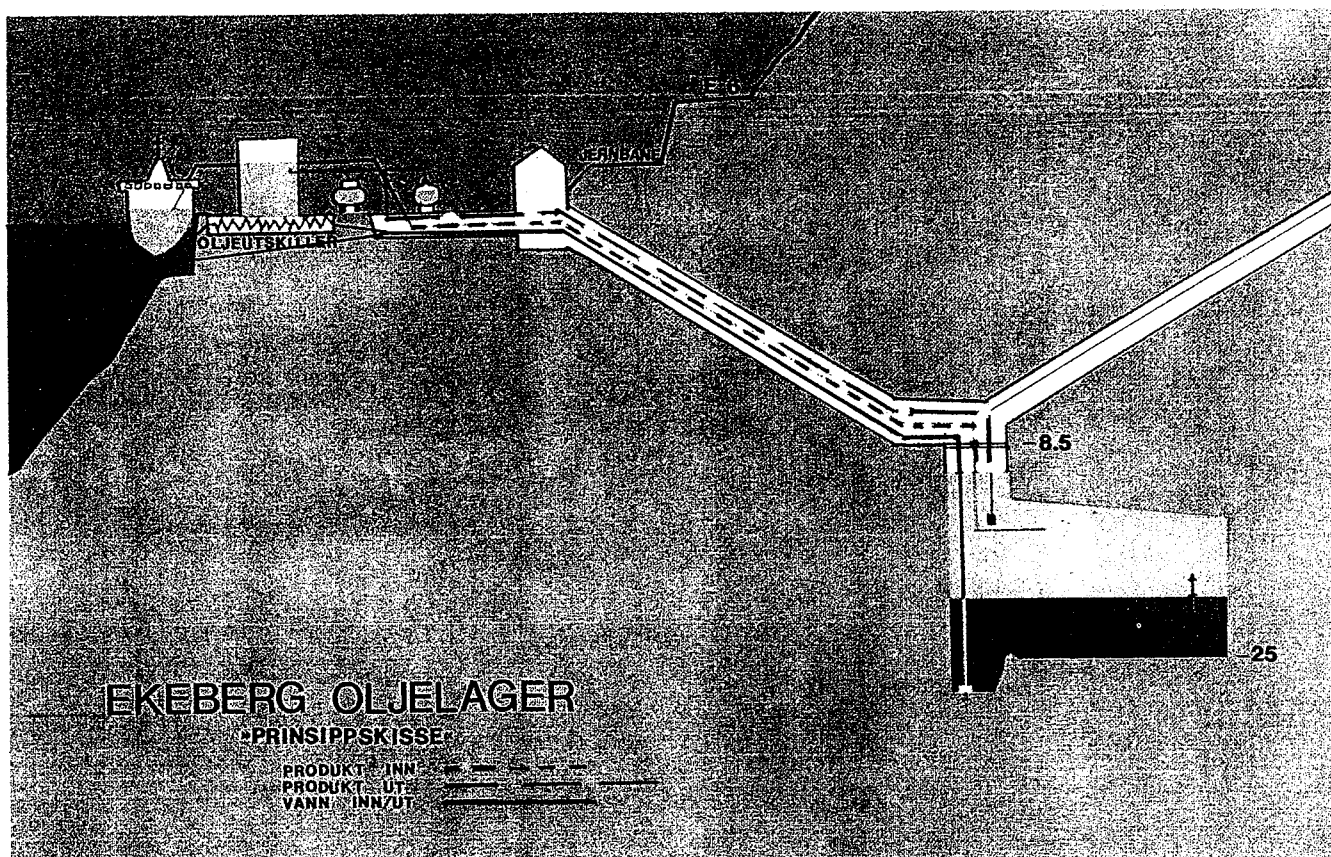
2.1 Ekeberg oljelager.

Ekeberg oljelager ble påbegynt i 1968 og sto ferdig i 1970. Oljeselskapene Mobil Oil A/S Norge, Norsk Olje A/S, Norsk Texaco Oil A/S, Esso Norge A/S og A/S Norske Shell i samarbeid med Staten ved Sivilforsvarsnemda for drivstofforsyningen sto for byggingen. Selve lageranlegget består av en serie store kammer (sisterner) knyttet til en rørtunnel med opphøyd gangvei. Rørgatene ligger både over og under den opphøyde gangveien (Figur 1).



Figur 1.
Ekeberg oljelager.

Sisternene (kamrene) er utformet som en "støvel" hvor produktene lagres over vann. Grunnvannet i fjellet hindrer de flyktige petroleumsproduktene i å sive ut. Vannstanden i bunnen av sisternene blir kontinuerlig regulert i takt med tapping og fylling av produktene. Øverste nivå oppe i halsen på sisternene holdes på denne måten tilnærmet konstant og har følgelig en relativt liten overflate slik at fordampningen reduseres mest mulig. Det vannet som ved fylling av produkter pumpes ut av anlegget, tas fra et lavt punkt i kammeret og passerer en stor oljeutskiller før det slippes ut i havnebassenget. Ved tapping pumpes sjøvann inn i kammeret. En prinsippskisse av anlegget er vist i figur 2.

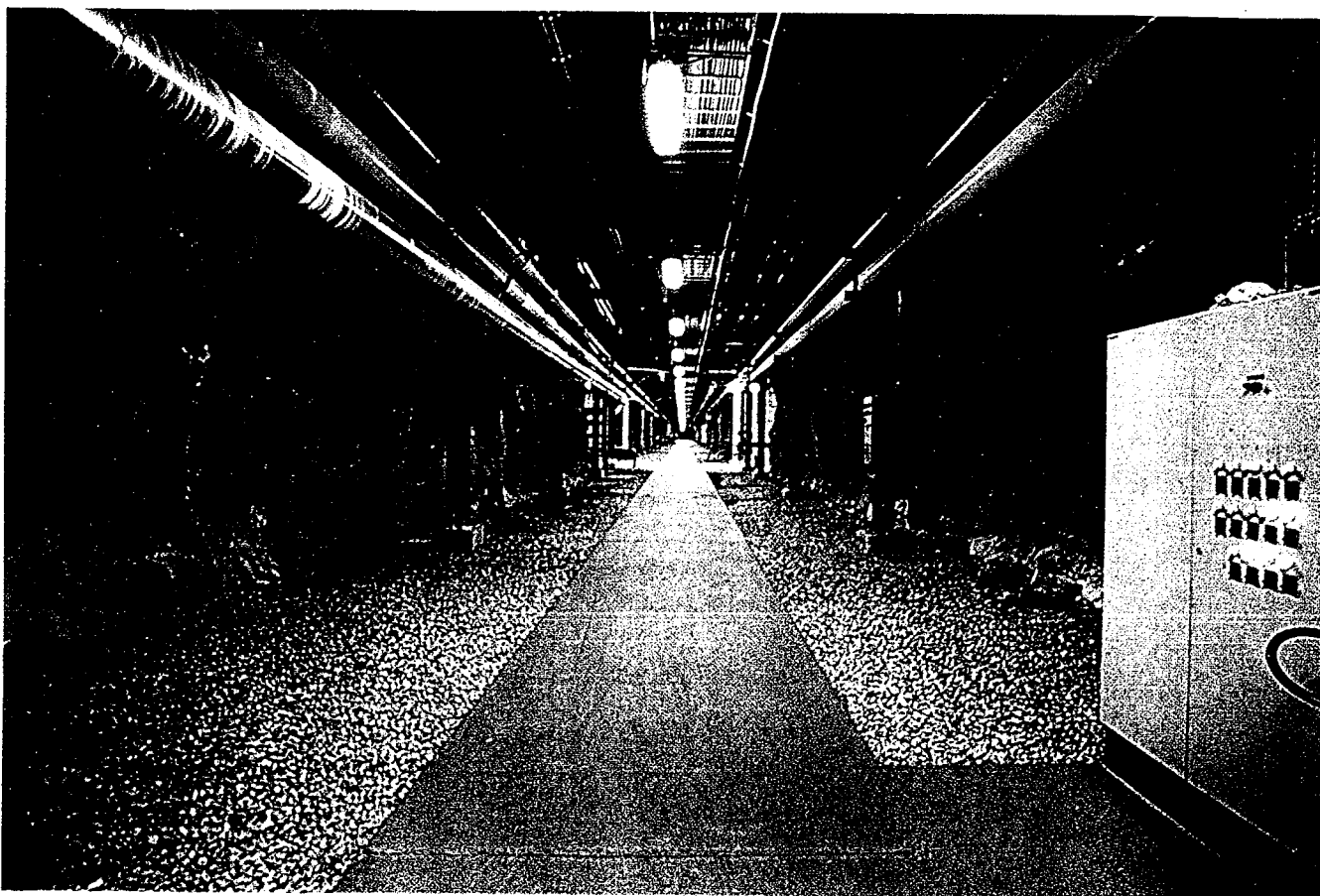


Figur 2.
Prinsippskisse. Ekeberg oljelager.

I Ekeberg oljelager lagres bensinprodukter, parafin og fyringsoljer i tilsammen 17 sisterner hvorav 10 er for bensin. I sisternene er det overtrykk slik at hver gang topplokket tas av, unnslipper store mengder gass/damp til anlegget forøvrig. Lageret er forbundet med oljekaien og de 5 oljeselskaperens distribusjonsanlegg på Sjursøya ved hjelp av store rørgater.

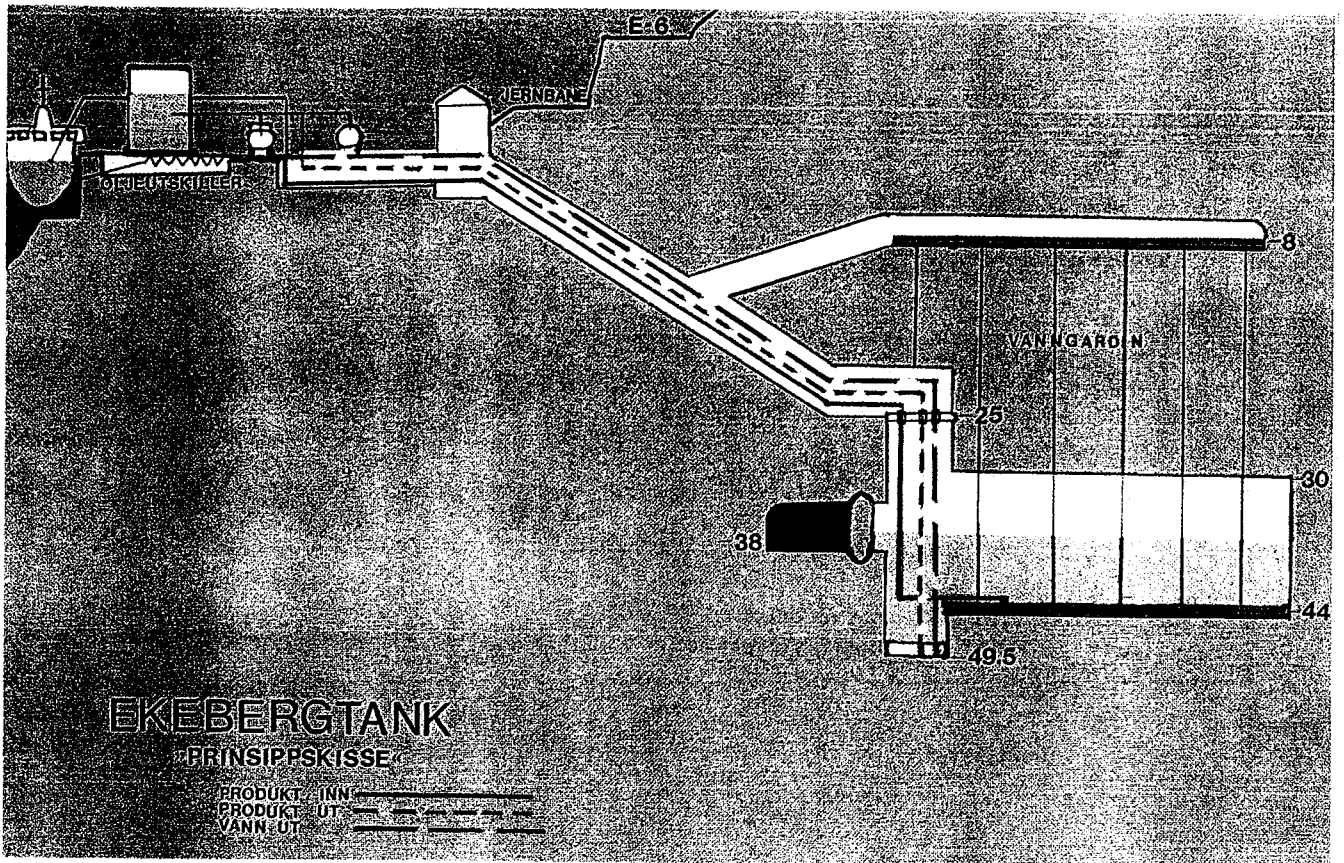
2.2 Ekebergtank.

Ekebergtank ble påbegynt i 1975 og sto ferdig i 1978. Anlegget ble bygget av Norsk Olje A/S i samarbeid med Staten ved Sivilforvarsnemnda for drivstofforsyningen. Også dette anlegget består av en serie store kammer (sisterner) knyttet til en rørtunnel. I motsetning til i Ekeberg oljelager går rørgatene her i taket og gangveien er ikke opphøyd (Figur 3).



Figur 3.
Ekebergtank.

I Ekebergtank er det en fast vannbunn som produktene ligger over, dvs. her er det nivået på vannbunnen som holdes konstant, mens produktoverflaten stiger og synker i takt med lagret mengde produkt. Vann som trenger inn i kamrene fra fjellveggene omkring pumpes automatisk ut i sjøen gjennom en oljeutskiller. Lagringsprinsippet i Ekebergtank går ut på at grunnvannet rundt et kammer står høyere enn taket i kammeret. Grunnvannet vil da hindre at oljeproduktene som lagres i kammeret trenger inn i fjellet. For å sikre at grunnvannet alltid skal stå høyt nok er det foretatt omfattende arbeider. Bl.a. er et sørget for en effektiv "vanngardin" mellom kamrene i Ekebergtank og kamrene i Ekeberg oljelager. En prinsippsskisse av anlegget er vist i figur 4.



Figur 4.
Prinsippskisse. Ekebergtank.

I Ekebergtank lagres paraffin, jet fuel og oljeprodukter i tilsammen 6 sisterner. Det er undertrykk i sisternene slik at når toppen åpnes, suges luft ned i sisternene for å redusere fordampningen til anlegget forøvrig.

Temperaturen i anleggene ligger i området 12 - 17 °C året rundt.

I begge anleggene er det egne kraftstasjoner som kan produsere strøm dersom det blir brudd i den faste strømtilførselen. Begge anleggene styres fra kontrollrom nede i fjellet. Kontrollrommet for Ekebergtank er vanligvis ubemannet, mens kontrollrommet i Ekeberg oljelager har bemanning døgnet rundt. Herfra kan også Ekebergtank styres. Kontrollrommet i Ekeberg oljelager er adskilt fra det øvrige ved hjelp av en sluse og har dessuten overtrykk i forhold til resten av anlegget slik at luftforurensningen skal bli liten. I korridoren ved kontrollrommet er det også en verkstedavdeling hvor reparasjoner og vedlikehold utføres. Her vil det periodevis bli brukt løsemiddelholdige produkter (malinger etc).

Anlegget sysselsetter i alt 11 operatører. På dagtid er det opptil 4 - 5 stk, mens det på natten er 1 - 2 stk til stede. I forbindelse med lossing av båter kan det også om natten være flere til stede. Arbeidet består i å føre tilsyn med anlegget fra kontrollrommet (vakthavende) samt utføre nødvendig vedlikehold og reparasjoner av alt mekanisk (spesielt pumper) og elektrisk utstyr. I forbindelse med tapping og oppfylling av sisternene inngår peiling og egenvektsbestemmelse før og etter som en del av arbeidet. Videre tas det ut prøver for laboratorieanalyse. En gang pr måned (i slutten av måneden) gjennomføres såkalte månedspeilinger med peiling og egenvektsbestemmelse.

Peilingene foregår ved at et peileapparat festes på sistertoppen og et måleinstrument senkes ned i sisternen. Ved hjelp av dette er det mulig å bestemme nivået ved overgangen mellom luft og produkt og mellom produkt og vann og følgelig få bestemt hvor mye produkt sisternen inneholder.

Egenvektsbestemmelsen gjøres ved at en liten metallsylinder som er festet i et tau, senkes ned i sisternen for å ta produktprøver ved forskjellige nivåer. Sylinderen trekkes opp igjen med en prøve av produktet. Denne helles over i en glassylinder hvor egenvekten måles ved hjelp av et aerometer. Foruten at sisternen er åpen medfører dette en del søl rundt sistertoppen.

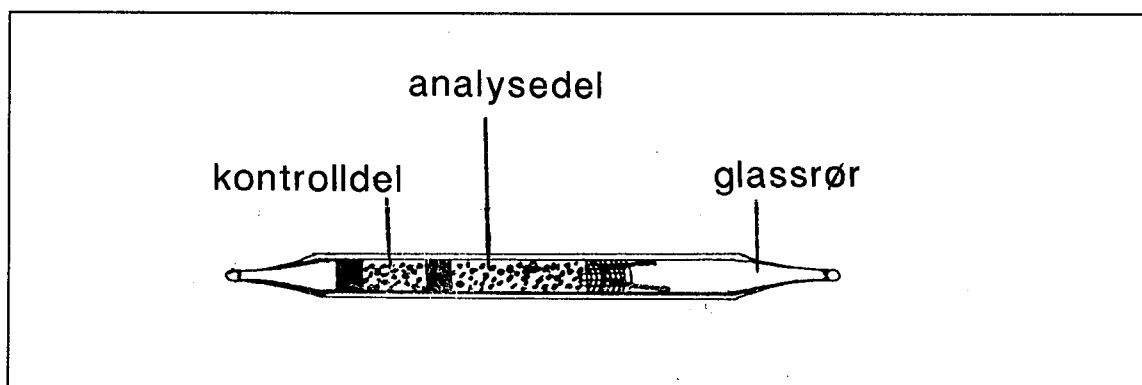
Det er ved disse arbeidsoperasjonene, hvor sisternene åpnes på toppen, at det forventes å være høye konsentrasjoner, spesielt i forbindelse med bensinsisternene. Ved slike arbeidsoperasjoner benyttes i dag halvmasker med kullfilter for organiske damper for å beskytte seg samt hansker for å unngå hudkontakt.

3. METODER.

3.1 Prøvetakingsmetoder.

Den mest anvendte prøvetakingsmetoden for løsemidler i luft (også bensindamp) er oppsamling på adsorpsjonsrør med fast adsorbent. Aktivt kull har vist seg som en spesielt god adsorbent til mange formål og er derfor den mest anvendte av et utall av forskjellige adsorbenter. Til oppsamling av bensindamp er aktivt kull den adsorbent som anbefales.

Ved undersøkelsen i Ekeberg oljelager/Ekebergtank ble bensindampen samlet opp på kullrør av typen SKC 226-01. Eksplosjons-sikre pumper av typen Casella SP 15 og Du Pont S205 ble benyttet under prøvetakingen. Kullrørene består av to seksjoner med aktivt kull, en hoveddel på 100 mg og en kontrolldel på 50 mg. De to delene er adskilt av en polyuretanpropp (se figur 5).



Figur 5.
Kullrør.

Når luft suges gjennom kullrørene ved hjelp av batteridrevne pumper, adsorberes (setter seg av) løsemiddeldampene på kullet, og kan på laboratoriet trekkes ut av kullet igjen (desorberes) og analyseres på gasskromatograf.

For å få en mest mulig effektiv oppsamling er det viktig at pumpehastigheten ikke er for høy. Vi har ved denne undersøkelsen benyttet en pumpehastighet på ca. 50 ml/min som erfaringsmessig er en passende hastighet. Casella-pumpene er utstyrt med et telleverk som er kalibrert i ml/telleslag, og luftvolumet beregnes følgelig ut fra antall telleslag pumpa har gått. Du Pont-pumpene er justert til en konstant flow pr. tidsenhet, og luftvolumet bestemmes ut fra nøyaktig prøvetakingstid.

Kullrørenes kapasitet varierer noe fra løsemiddel til løsemiddel, og for å unngå overbelastning av rørene ble det tatt 2 prøver pr. person pr. dag. De stasjonære prøvene ble imidlertid tatt over hele dagen.

3.2 Analysemetoder.

Preparering av kullrør og standarder.

Kullrørene prepareres for analyse på følgende måte:

Hoveddel og kontrollidell tas over i hvert sitt prøveglass og tilsettes 1.5 ml N,N-dimetylformamid (DMF) som desorpsjonsmiddel. Prøvene desorberes natten over ved romtemperatur og analyseres deretter på gasskromatograf med pakkede kolonner. Blindprøve fra ubrukt kullrør prepareres sammen med prøvene. Standarder av de aktuelle komponenter prepareres ved å ta ut kjente volumer av de rene stoffene med mikrolitersprøyte (50 μ l). Disse fortynnes til 10 ml med DMF. Denne grunnstandard (5E-3 μ l/ μ l) fortynnes 1:10 og 1:100 til aktuelle konsentrasjoner. Analysestandardene prepareres ved at kull fra ubrukte kullrør (hoveddelen) tilsettes 1.5 ml av de respektive standarder (5E-5 og 5E-4), og disse standardene oppbevares natten over sammen med prøvene.

For bensindamp-prøver av denne type lages standard av følgende komponenter: n-pentan, n-heksan, n-heptan, n-oktan, n-nonan, n-dekan, benzen, toluen, etylbenzen, m-xylen, o-xylen, isopropylbenzen, 1,3,5-trimetylbenzen, 1,2,4-trimetylbenzen og 1,2,3-trimetylbenzen.

Gasskromatografisk analyse:

Den gasskromatografiske analysen utføres på to forskjellige kromatografer med tilsammen tre forskjellige kolonnesystemer, og komponentene detekteres v.h.j.a. flammeionisasjonsdetektor (FID). Begge gasskromatografene er utstyrt med backflush for å redusere analysetiden.

Analysebetingelser:

System 1:

Kromatograf:	Carlo Erba Fractovap 2150 med flammeionisasjonsdetektor og Dani 3940 autosampler
Kolonne:	2 m glasskolonne (i.d. 4 mm) fylt med 10% Carbowax 400 på 80/100 Supelcoport.
Kolonnetemperatur:	70 °C
Baregasshastighet:	40 ml/min (målt ved romtemperatur)
Backflushtid:	15 min.
Total tid:	50 min.
Integrator system:	Nelson Model 2600 versjon 5.1. (Felles for begge systemer).

System 2:

Kromatograf: HP 5880 med 2 stk
 flammeionisasjonsdetektorer og
 HP 7671 autosamplers.

Kolonner: Forkolonne: 0.5 m (SS, 1/8") fylt med 10%
 TCEP (1,2,3-Tris(cyanoetoksi)propan) på
 80/100 Chromosorb PAW
 Analysekolonne: a) 1.5 m (SS, 1/8") fylt
 med 10% TCEP på 80/100 Chromosorb PAW
 b) 1.5 m (SS, 1/8") fylt med 10% DNP
 (dinonylfталat) på 80/100 Chromosorb W HP.

Kolonnetemperatur: 90 °C
 Bæregasshastighet: 20 - 30 ml/min
 Backflushtid: 9 min
 Totaltid: 45 min.

Analyse av petroleumsprodukter.

Bensin, white spirit og andre tilsvarende petroleumsprodukter inneholder et utall av kjemiske forbindelser av typen alifatiske, alicykliske og aromatiske hydrokarboner. Siden det krever en avansert spesialanalyse for å bestemme alle enkeltkomponentene, og siden de enkelte stoffene heller ikke har noen administrativ norm, har STAMI ved analyse av denne type hydrokarbonblandinger valgt å dele inn komponentene i to hovedgrupper:

1. alifatiske hydrokarboner
2. aromatiske hydrokarboner.

Ved analyse av bensindamp har vi videre delt inn de alifatiske hydrokarbonene i følgende grupper:

alifater C4 - C6
 alifater C7
 alifater C8
 alifater C9 - C13

Kvantitativt beregnes hver gruppe med tilsvarende n-alkan som standard. n-Pentan brukes som standard for alifater C4 - C6 og n-dekan for alifater C9 - C13.

Gruppeinndelingen for de alifatiske hydrokarbonene er slik at alifater C4 - C6 omfatter de letteste alifatene til og med n-heksan, alifater C7 omfatter alifater fra n-heksan til og med n-heptan, alifater C8 omfatter alifater fra n-heptan til og med n-oktan osv. Siden dette er en inndeling basert på retensjonstidene ved den gasskromatografiske analysen, kan det, bl.a. på grunn av forgrening av alifatene, være noe overlapp mellom gruppene. Dessuten vil alicykliske hydrokarboner samt umettede hydrokarboner (olefiner) også bli medregnet i disse gruppene av alifatiske hydrokarboner.

De aromatiske hydrokarbonene spesifiseres enkeltvis til og med trimetylbenzener. De øvrige aromater summeres og angis som andre aromater C9 - C12. Disse beregnes kvantitativt med 1,2,4-trimetylbenzen som standard.

4. ADMINISTRATIVE NORMER.

For vurdering av resultatene benyttes Arbeidstilsynets administrative normer for forurensninger i arbeidsatmosfæren (Arbeidstilsynets bestillingsnr. 361). Normene er angitt i ppm (ppm = parts per million = cm³ gass pr m³ luft) eller i mg/m³. I Norge har ppm vært den vanligste benevnelsen for løsemidler, og vi har derfor benyttet ppm i denne rapporten.

Normer for aktuelle løsemidler i denne undersøkelsen er:

n-pentan	250	ppm	
n-heksan	25	"	
Heksaner (unntatt n-heksan)	250	"	
n-heptan	200	"	
n-oktan	150	"	
n-nonan	100	"	
white spirit (aromatinnhold ≤ 22%)	50	"	
Benzen	1	"	(K)
Toluen	40	"	
Etylbenzen	50	"	
Xylen (alle isomere)	40	"	(H)
Isopropylbenzen	25	"	(H)
Trimetylbenzener (alle isomere)	20	"	

Anm. (K) betyr at stoffet kan være kreftfremkallende.

(H) betyr at stoffet kan tas opp gjennom huden.

Normene er vanligvis gjennomsnittsverdier over 8 timer, og i tabellen er additiv faktor beregnet ut fra 8 timers normene. Som en "tommelfingerregel" for hvor store overskridelser som kan tillates i perioder på opptil 15 minutter, benytter Arbeidstilsynet følgende overskridelsesfaktorer (dvs. korttidsnorm = 8 timers norm x overskridelsesfaktor):

For normer mindre eller lik 1 ppm	3
For normer over 1 til og med 10 ppm	2
For normer over 10 til og med 100 ppm	1.5
For normer over 100 til og med 1000 ppm	1.25

Når flere organiske løsemidler forekommer samtidig og har noenlunde samme virkning, beregnes den samlede påvirkning ved hjelp av den additive faktor som er gitt ved formelen:

$$\sum \frac{C}{N} = \frac{C1}{N1} + \frac{C2}{N2} + \dots + \frac{Cn}{Nn}$$

C1 angir målt konsentrasjon av løsemiddel nr. 1 og N1 er normen for løsemiddel nr. 1, C2 er målt konsentrasjon av løsemiddel nr. 2 og N2 er normen for løsemiddel nr. 2 osv. Dersom summen av disse brøkene er større enn 1, anses normen for blandingen som overskredet. Beregningen av faktoren bygger på at effekten av de enkelte løsemidler kan legges sammen og

tar ikke hensyn til at normene er basert på forskjellige kriterier og at enkelte forbindelser kan forsterke hverandres effekt. Vi vil også understreke at konsentrasjoner under de administrative normer ikke innebærer noen garanti for at helseskader ikke kan oppstå, og senere tids erfaringer viser at konsentrasjoner betydelig under normene kan gi plager og ubehag.

Ved beregning av additiv faktor i denne rapporten er foruten normene for aktuelle enkeltstoffer, følgende normer benyttet:

Alifater C4 - C6	250 ppm	(som for n-pentan)
Alifater C7	200 "	(som for n-heptan)
Alifater C8	150 "	(som for n-oktan)
Alifater C9 - C13	50 "	(som for white spirit)
Andre aromater C9 - C12	20 "	(som for trimetylbenzen)

5. RESULTATER OG VURDERINGER.

I dette avsnittet vil vi gi en oppsummering og vurdering av resultatene fra undersøkelsen i Ekeberg oljelager/Ekebergtank. Fullstendige resultater fra målingene er vist i vedlegg 1.

Målingene er i vedlegget delt inn i følgende kategorier:

- personlige langtidsprøver , tabell 1.1
- personlige langtidsprøver
inkl. peiling/egenvektsbestemmelse, tabell 1.2
- stasjonære prøver, tabell 1.3
- personlige korttidsprøver, tabell 1.4.

5.1 Personlige langtidsmålinger.

I løpet av de 7 dagene målingene foregikk, ble det foretatt målinger på tilsammen 8 operatører, i alt 40 prøver hvorav 3 inkluderte peiling/egenvektsbestemmelse. En oppsummering av resultatene for de forskjellige personer er vist i tabell 1. Personlige langtidsprøver som inkluderer peiling og/eller egenvektsbestemmelse er skilt ut og angitt nederst i tabellen.

Tabell 1. Personlige langtidsmålinger fordelt på personer.

Person	Antall prøver	Additiv faktor		
		Range	Middel	Median
Person 1	6	0.02 - 0.11	0.06	0.06
Person 2	4	0.09 - 0.78	0.36	0.28
Person 3	10	< 0.01 - 0.26	0.12	0.12
Person 4	3	0.02 - 0.29	0.16	0.16
Person 5	5	0.14 - 1.88	1.00	0.96
Person 6	2	0.31 - 1.28	0.80	0.80
Person 7	4	0.04 - 0.23	0.12	0.11
Person 8	3	0.56 - 1.60	1.16	1.33
Måling inkl. peil./egenv.	3	0.64 - 14.3	8.3	10.1

Utover at eksponeringen er svært variabel og i perioder til dels meget høy, er det vanskelig å trekke ytterligere informasjon ut av tabell 1. Vi har derfor etter skjønn, ut fra hvor operatørene stort sett arbeidet, forsøkt å fordele prøvene på ulike arbeidssteder/arbeidstyper, og dette er vist i tabell 2.

Tabell 2. Personlige langtidsmålinger fordelt etter arbeidssted.

Arbeidssted *	Antall prøver	Additiv faktor		
		Range	Middel	Median
Kontrollrom/verkstedavd.	12	0.02 - 0.29	0.10	0.10
Ekeberg oljelager	12	0.23 - 1.88	0.94	0.87
Ekebergtank	12	<0.01 - 0.26	0.13	0.12
Kaiarbeid	1	0.02		
Kontrollrom inkl. bensin peiling	3	0.64 - 14.3	8.3	10.1

* Det er ikke mulig å skille skarpt mellom de ulike arbeidssteder, og inndelingen her er gjort på skjønn ut fra hvor operatørene i størst grad har arbeidet.

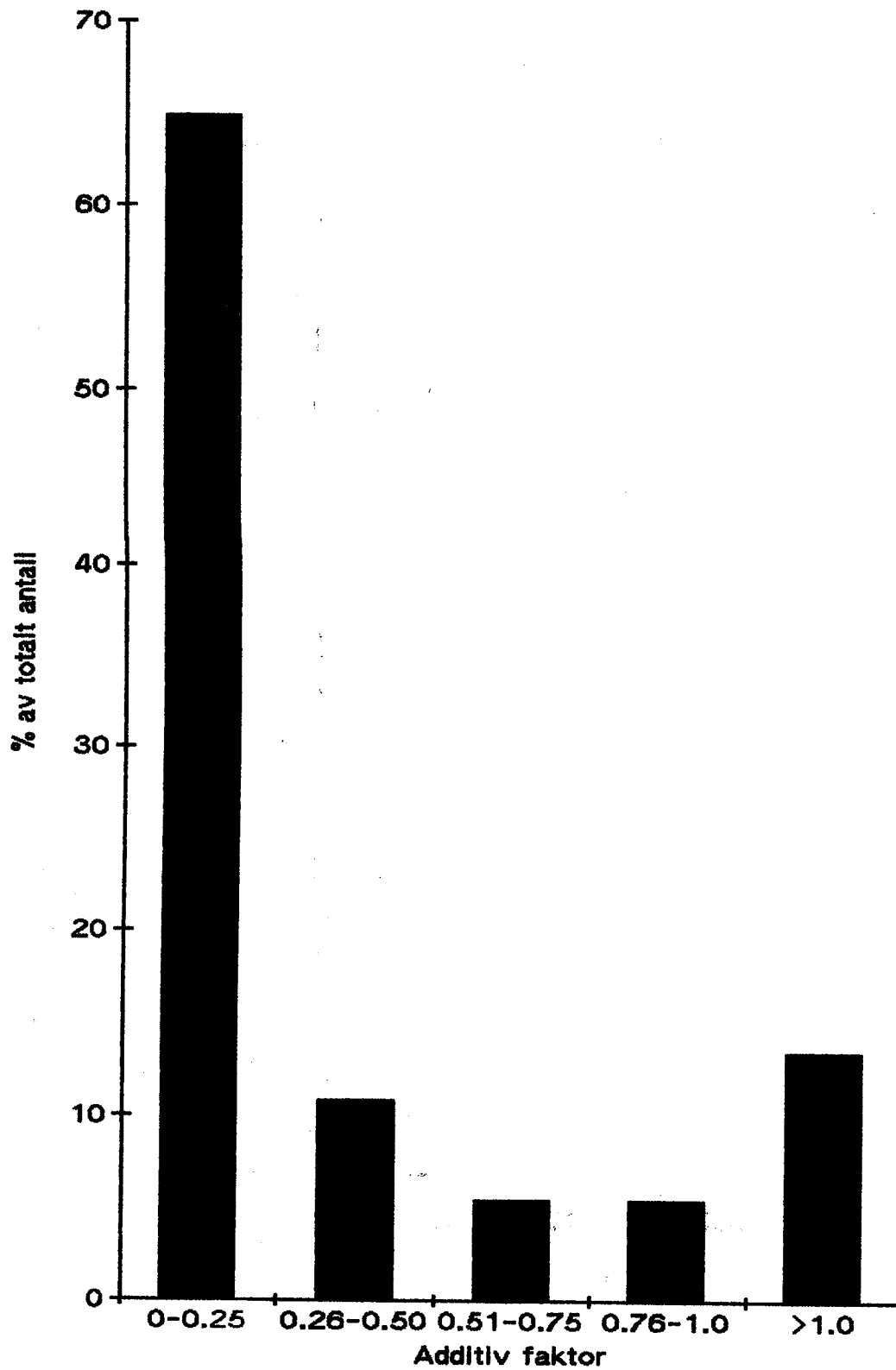
Av tabell 2 fremgår det at eksponeringen når operatørene hovedsakelig arbeider i kontrollrom og tilstøtende verkstedavdeling, er forholdsvis beskjeden. Additiv faktor ligger i området 0.02 - 0.29 med en middelvei på 0.10. I verkstedavdelingen vil det imidlertid i perioder kunne være bruk av forskjellige løsemiddelholdige produkter (malinger etc). Dette var ikke tilfelle i denne måleperioden. En må derfor anta at eksponeringen i disse områdene i perioder kan bli noe høyere enn tabellen her viser.

Dersom arbeidet i hovedsak foregår i Ekeberg oljelager, viser det seg at eksponeringen gjennomgående er høy. Av ialt 12 prøver ligger 5 godt over normen, og additiv faktor varierer fra 0.23 til 1.88 med en middelvei på 0.94. Det høye nivået her blir ytterligere bekreftet av de 3 personlige prøvene som inkluderer peiling av bensinsisterner, samt av stasjonære prøver i pumperom (tabell 3).

Personlige prøver tatt hovedsakelig ved arbeid i Ekebergtank viser en additiv faktor i området 0.01 - 0.26 med en middelvei på 0.13. Resultatene tyder på en relativt moderat eksponering i dette anlegget, noe som bekreftes av de stasjonære prøvene (tabell 3).

Fordelingen av alle de personlige langtidsprøvene er vist i figur 6 (prøver som inkluderer peiling ikke tatt med). Figuren viser en stor andel prøver (ca. 65%) med additiv faktor under 0.25. Dette er i hovedsak prøver fra kontrollrom/verkstedavdeling og Ekebergtank. De øvrige prøver fordeler seg stort sett med additiv faktor fra 0.26 til 2.0 med ca. 14% av det totale antall prøver over normen. I Ekeberg oljelager er ca. 42% av prøvene over normen.

Ekeberg Oljelager.
Personlige langtidsmålinger.



Figur 6.
Fordeling av personlige langtidsmålinger.

5.2 Stasjonære prøver.

De personlige prøvene ble supplert med stasjonære prøver på tre forskjellige steder i anlegget:

- Kontrollrom, Ekeberg oljelager
- Pumperom, Ekeberg oljelager
- Ved sisternerne 73, Ekebergtank.

Resultatene av de stasjonære prøvene er oppsummert i tabell 3.

Tabell 3. Stasjonære målinger.

Prøvested	Antall prøver	Additiv faktor		
		Range	Middel	Median
Kontrollrom	5	<0.01 - 0.02	0.01	0.01
Pumperom	3	1.26 - 1.43	1.32	1.28
Ekebergtank (ved sisternerne 73)	3	0.03 - 0.85	0.31	0.06

De stasjonære prøvene bekrefter i stor grad resultatene i tabell 2.

I kontrollrommet til Ekeberg oljelager er løsemiddelnivået meget beskjedent, og de bidrag som her observeres kan f.eks. skyldes forurensning fra tilsølte klær etc. Denne delen av anlegget har overtrykk i forhold til resten av anlegget og skal følgelig ikke få bidrag fra resten av anlegget.

I pumperommet Ekeberg oljelager ligger alle 3 prøvene over normen og bekrefter at nivået i denne delen av anlegget er høyt.

Av de 3 stasjonære prøvene fra Ekebergtank viser én prøve høy verdi (additiv faktor 0.85), mens de øvrige 2 prøvene er lave (additiv faktor 0.03 og 0.06). Den høye verdien 17/10 (se tabell 1.3 i vedlegg) skyldes intensiv lossing av fyringsolje, og rent subjektivt var også forholdene denne dagen betydelig dårligere enn normalt. De to øvrige prøvene er derfor mer representative for normale forhold i denne delen av anlegget. I prøven fra Ekebergtank 17/10 og enkelte personlige prøver kan benzen være noe overestimert fordi det kan være vanskelig å bestemme denne komponenten nøyaktig når det også er lite flyktige alifatiske hydrokarboner til stede. Dette problemet lar seg bare løse ved hjelp av en avansert spesialanalyse.

5.3 Personlige korttidsmålinger.

Langtidsmålingene ble supplert med personlige korttidsmålinger ved spesielle arbeidsoperasjoner som peiling og egenvektsbestemmelse på sisternene. Fra peiling av båt foreligger kun 1 prøve. Resultatene av korttidsprøvene er oppsummert i tabell 4. Her er kun benzen-konsentrasjonen angitt idet benzen på grunn av sin lave administrative norm er den mest betydningsfulle komponenten.

Tabell 4. Benzenkonsentrasjon ved peiling og egenvektsbestemmelse (personlige korttidsmålinger).

Arbeidsoperasjon	Antall prøver	Benzenkonsentrasjon i ppm		
		Range	Middel	Median
Egenvekt/bensinsisterner	9	15.5 - 93	38.8	30.0
Egenvekt/andre sisterner	3	2.0 - 3.9	3.1	3.5
Peiling, "Esso Oslo"	1	1.1	1.1	1.1

De fleste av prøvene omfatter kun egenvektsbestemmelse og varte bare 2- 3 minutter på hver sisterne. En prøve omfatter både peiling og egenvektsbestemmelse (varighet 15 min.), og fra peiling ombord på båt i forbindelse med lossing er også bare én prøve (varighet 12 min.). Ved alle disse arbeidsoperasjonene benyttes kullfiltermaske som åndedrettsvern. Som det fremgår av tabell 4 viser prøvene fra egenvektsbestemmelse/peiling av bensinsisterner meget høye benzenkonsentrasjoner (15 - 93 ppm). Også egenvektsbestemmelse på oljesisterner viser høye benzenkonsentrasjoner (2 - 4 ppm). Disse bestemmelsene ble imidlertid utført umiddelbart etter en rekke bensinbestemmelser som medførte sterk økte nivåer i anlegget, og dersom kontrollene av oljesisternene hadde blitt utført isolert, ville man forventet betydelig lavere verdier. Målingene omfatter kun én prøve fra peiling ombord på båt i forbindelse med lossing. Dette er selvsagt alt for lite til å si noe sikkert om eksponeringen ved denne peileoperasjon, men verdien (1.1 ppm benzen) indikerer at eksponeringen kan være høy. Åndedrettsvern ble ikke benyttet ved denne peileoperasjonen. Ved den aktuelle prøven var det stille pent vær, men det må være rimelig å anta at eksponeringen her vil være sterkt avhengig av vær- og vindforhold. De meget høye verdiene under disse operasjonene gjør det helt nødvendig å benytte personlig åndedrettsvern. For å unngå søl på huden er også hansker nødvendig. Det er vårt inntrykk at operatørene i dag er flinke til å benytte slikt utstyr. Det er imidlertid et spørsmål om kullfiltermasker er tilstrekkelig effektive i denne spesielle situasjon. Antar man at effektiviteten for en slik maske er 95%, vil dette likevel føre til at benzeneksponeringen ligger godt over normen ved arbeid på bensinsisterner.

6. FORSLAG TIL TILTAK OG UTBEDRINGER.

Siden undersøkelsen viser at det spesielt i Ekeberg oljelager er høy eksponering, vil vi anbefale at man gjennomgår forskjellige forhold i anleggene med tanke på å redusere eksponeringen. De punkter som nevnes nedenfor er forslag til en del forhold som bør vurderes, eventuelt i samarbeid med fagekspertene på de ulike områder.

6.1 Ventilasjon.

I følge de opplysninger vi har fått, er ventilasjonsanlegget basert på 30% friskluft og resten omluft. I tilfeller hvor utsuget luft er tildels sterkt forurenset er det uheldig at omluft brukes. Det anbefales derfor at ventilasjonsanlegget bygges om slik at det bare benyttes friskluft. Videre bør det vurderes hvorvidt eksisterende ventilasjon er tilstrekkelig, og om den generelle ventilasjonen bør suppleres med f.eks. punktavsug i forbindelse med spesielle arbeidsoperasjoner på sisternetoppene. Av miljøhensyn synes det også å være aktuelt å vurdere hvorvidt ventilasjonsanlegget bør utstyres med gjenvinningsanlegg.

6.2 Teknologi.

I Ekeberg oljelager er det overtrykk på alle sisternene, noe som fører til at store gassmengder unnslipper til anlegget når sisternene åpnes på toppen i forbindelse med peiling og egenvektsbestemmelse. For å redusere spredningen av gass til anlegget synes det å være en fordel med et annet teknisk prinsipp, f.eks. hvor det er undertrykk i sisternene. Dersom en slik løsning er teknisk mulig, bør dette vurderes. Som det fremgår av resultatene er forskjellige arbeidsoperasjoner på sisternetoppen spesielt utsatt. Dersom disse operasjonene kunne utføres på en annen måte, f.eks. ved at de ble automatisert, ville eksponeringen reduseres vesentlig.

6.3 Verneutstyr.

Som tidligere omtalt, benyttes halvmasker med kullfilter som åndedrettsvern ved peiling, egenvektsbestemmelse etc. på sisternetoppen. Med de meget høye konsentrasjoner som opptrer under dette arbeidet er det viktig at verneutstyret er tilstrekkelig effektivt. Det finnes imidlertid lite dokumentasjon på kullfiltermaskers effektivitet, og spesielt for bensindamp er det vanskelig å si noe sikkert om maskenes effektivitet. Antar man f.eks. at maskenes effektivitet er 95%, vil dette, på bakgrunn av resultatene i tabell 4, føre til en reell eksponering på 0.7 - 5 ppm benzen (pluss øvrige komponenter), dvs. verdier som ligger tildels godt over normen. Hvis effektiviteten er av en slik størrelsesorden, synes dette ikke tilfredsstillende.

For å få fullgod beskyttelse kan det derfor være aktuelt å

vurdere andre løsninger, f.eks. bruk av friskluftsutstyr med overtrykk.

Ved håndtering av bensin- og oljeprodukter er det viktig at søl og direkte hudkontakt unngås. Egnede hansker blir derfor benyttet, men det er ikke til å unngå at klærne enkelte ganger vil kunne bli tilsølt av sprut etc. Det anbefales derfor at det legges opp til rutiner som gjør det enkelt å bytte ut tilsølt arbeidstøy samt at tilsølte kroppsdeler raskt vaskes omhyggelig.

Tilsølte klær vil, slik det fungerer i dag, kunne gi et bidrag til forurensningsnivået i kontrollrom/verkstedavdeling siden klærne oppbevares og vaskes der. Det anbefales å legge opp til rutiner som minimaliserer dette bidraget.

7. KONKLUSJON.

Undersøkelsen av eksponeringsforholdene i Ekeberg oljelager/Ekebergtank viser svært varierende løsemiddeleksponering avhengig av arbeidstype og arbeidssted. Kontrollrom/verkstedavdeling i Ekeberg oljelager viser beskjeden eksponering (middelve­rdi additiv faktor 0.10). Arbeid overalt ellers i Ekeberg oljelager viser tildels meget høy eksponering (middelve­rdi additiv faktor 0.94), og de stasjonære prøvene bekrefter dette. I tillegg viser kortvarige arbeidsoperasjoner som peiling, egenvektsbestemmelse etc. ekstremt høye nivåer, og selv om åndedrettsvern (masker med kullfilter) benyttes, kan det ikke utelukkes en betydelig eksponering under disse operasjonene. Arbeid i Ekebergtank viser forholdsvis beskjeden eksponering (middelve­rdi additiv faktor 0.13), noe som bekreftes av de stasjonære prøvene. Dette skyldes først og fremst at Ekeberg­tank ikke inneholder bensinprodukter. I spesielle situasjoner, f.eks. ved lossing, kan imidlertid nivået i Ekebergtank også bli betydelig, som bekreftet av stasjonære prøver.

Undersøkelsen viser at det kjemiske arbeidsmiljøet i Ekeberg­tank og i kontrollrom/verkstedavdeling i Ekeberg oljelager kan anses som tilfredsstillende, mens de yrkeshygieniske forholdene i den øvrige delen av Ekeberg oljelager ikke er gode nok.

På grunnlag av resultatene anbefales en gjennomgang av alle forhold knyttet til ventilasjon, teknologi og bruk av verne­utstyr for å kunne redusere løsemiddelnivået og den personlige eksponeringen.

VEDLEGG 1.**MÅLERESULTATER.**

Ekeberg Oljelager.

TABELL 1.1
Personlige langtidsmålinger.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater (C4-C6) ppm	Alifater (C7) ppm	Alifater (C8) ppm	Alifater (C9-C13) ppm	Benzen ppm	Toluen ppm	Etyl- benzen ppm	M&P-Xylen ppm	O-xylen ppm	1.3.5-Tri- metyl- benzen ppm	1.2.4-Tri- metyl- benzen ppm	Andre aromater ppm	Additiv faktor
4	26.09.90	Person 8	78.1	0.23	0.32	0.99	0.65	0.07	0.21	0.04				<0.01	1.33
8	"	"	23.3	0.45	0.70	0.44	0.37	0.04	0.15	0.05				0.03	0.56
11	27.09.90	"	72.3	1.27	1.50	1.21	1.46	0.12	0.41	0.10				0.08	1.60
1	26.09.90	Person 5	50.8	0.95	1.16	0.68	0.75	0.08	0.32	0.09			0.04	0.09	0.96
7	"	"	47.8	0.78	1.16	1.12	1.11	0.12	0.46	0.14			0.10	0.22	1.49
9	27.09.90	"	57.9	1.19	1.52	1.54	1.47	0.13	0.39	0.11			0.05	0.12	1.88
16	"	"	29.2	0.28	0.30	0.38	0.29	0.02	0.12						0.52
18	28.09.90	"	3.63	0.15	0.37	0.11	0.10		0.05						0.14
2	26.09.90	Person 2	42.0	0.75	0.92	0.56	0.59	0.06	0.29	0.08				0.03	0.78
5	"	"	16.7	0.41	0.32	0.24	0.24	0.02	0.11	0.03					0.33
10	27.09.90	"	7.72	0.21	0.34	0.17	0.16	0.02	0.11	0.03					0.23
14	"	"	1.33	0.11	0.03	0.08	0.08		0.02						0.09
3	26.09.90	Person 6	60.4	0.7	1.0	1.0	0.9	<0.1	0.4	<0.1					1.28
6	"	"	18.2	0.24	0.40	0.22	0.19	0.02	0.08						0.31
12	27.09.90	Person 3	2.95	0.13	0.23	0.23	0.25	0.02	0.10	0.02					0.26
13	"	"	1.33	0.05	0.06	0.09	0.07		0.04						0.10
21	28.09.90	"	10.2	0.21	0.18	0.39	0.17	0.11	0.06						0.22
23	"	"	0.09	0.04	0.08	0.32	<0.01								0.04
48	17.10.90	"	2.74	0.29	0.40	0.56	0.15	0.02	0.10	0.04					0.11
53	"	"	0.73	0.50	0.86	1.04	0.27	0.04	0.14	0.04					0.21
57	18.10.90	"	0.10	0.04	0.05	<0.01	0.01	0.02	0.08						<0.01
61	"	"	0.07	0.12	0.13	0.10	0.15	0.02	0.08						0.12
63	19.10.90	"	0.19	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.07	<0.01					0.01
68	"	"	0.32	0.15	0.13	0.11	0.16		0.07						0.12
19	28.09.90	Person 4	5.62	0.13	0.18	0.12	0.08	0.04	0.04	0.03					0.16
42	16.10.90	"	6.32	0.33	0.28	0.23	0.36	0.04	0.22						0.29
47	"	"	0.47	0.01	<0.01	0.02	0.03								0.02
40	16.10.90	Person 7	2.26	0.30	0.25	0.20	0.29	0.03	0.16	0.03					0.23
45	"	"	0.42	0.09	0.13	0.07	0.10	0.02	0.09						0.11
41	17.10.90	"	1.62	0.09	0.11	0.03	0.04		0.11	0.02					0.04
54	"	"	0.05	0.12	0.12	0.07	0.16		0.11	0.02			0.08		0.10
43	16.10.90	Person 1	1.07	0.19	0.19	0.06	0.16	0.02	0.10	0.01					0.11
46	"	"	2.12	0.09	0.08	0.06	0.09		0.06						0.07
50	17.10.90	"	<0.01	0.17	0.11	0.02	0.04	0.03	0.08						0.02
55	"	"	2.02	0.19	0.03	0.03	0.14		0.08						0.10
56	18.10.90	"	0.19	0.03	0.02	0.03	0.07	0.03	0.04						0.03
62	"	"	0.54	0.04	0.03	0.04	0.06		0.04						0.04

Ekeberg Oljelager.

TABELL 1.2.

Personlige langtidsmålinger der peiling eller måling av egenvekt har forekommet.

Prøve nr.	Dato	Person/ arbeidsoperasjon.	Alifater (C4-C6)		Alifater (C7)		Alifater (C8)		Alifater (C9-C13)		Benzen		Toluen		Etyl-benzen		M&P-Xylen		O-xylen		1.3.5-Tri-metyl-benzen		1.2.4-Tri-metyl-benzen		Andre aromater		Additiv faktor
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
		Administrativ norm	250		200		150		50		1.0		40		50		40		40		20		20		20		
15	27.09.90	Person 8.Bensinpeiling	59.9		20.7		3.68		0.46		9.49		5.77		0.51		1.54		0.54		0.04		0.23		0.53		10.1
22	28.09.90	Person 5. Egenvekt.	127		24.7		0.23		0.44		13.2		9.26		0.75		2.43		0.83		0.09		0.36		0.85		14.3
66	19.10.90	Person 8.Bensinpeiling	4.85		0.31		0.22		0.22		0.58		0.61		0.05		0.16		0.06		0.03		0.03		0.03		0.64

