Statlig program for forurensningsovervåking

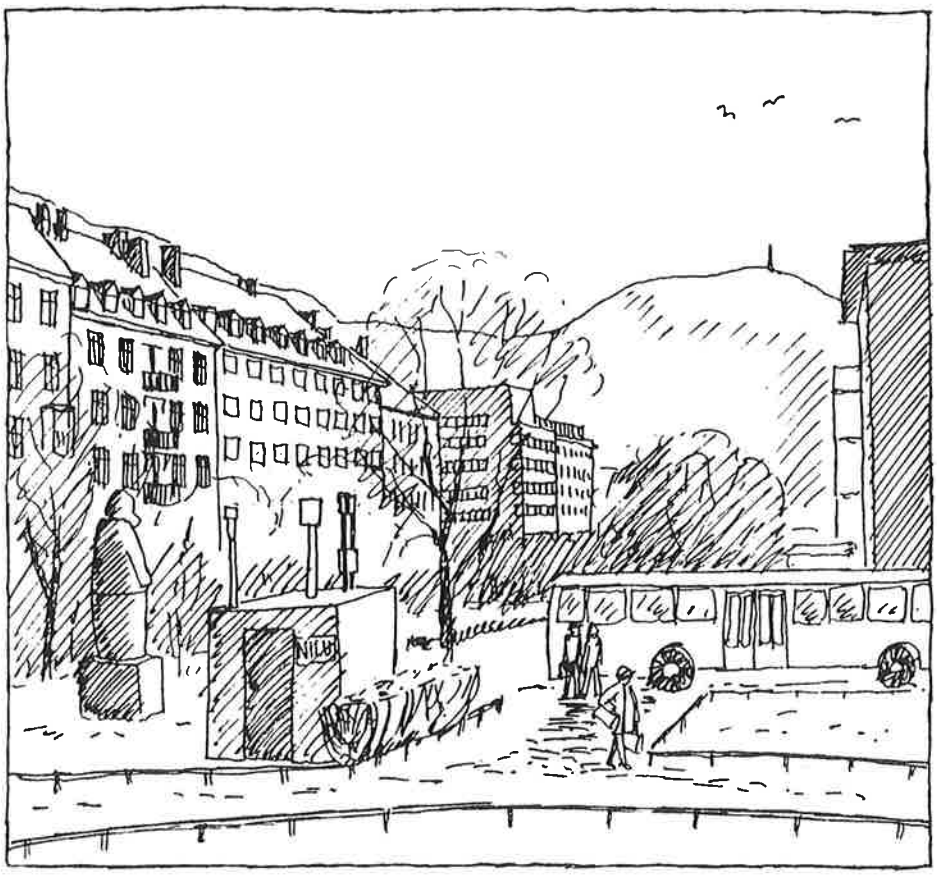
Oppdragsgiver	Statens forurensningstilsyn
Deltagende institusjon	NILU

RAPPORT NR 235/86

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I BERGEN, 1983 - 1985

UTSLIPPSKARTLEGGING

DELRAPPORT D



Norsk institutt for luftforskning
Postboks 130 - 2001 Lillestrøm

NILU

Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NILU OR : 57/86
REFERANSE: O-8249
DATO : JUNI 1986
ISBN : 82-7247-731-9

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I BERGEN 1983-1985
DELRAPPORT D: UTSLIPPSKARTLEGGING

av

Kari Hoem, Frederick Gram og
Steinar Larssen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FORORD

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) gjennomført en basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen i perioden 1983-1985 som et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking.

Hensikten med basisundersøkelsen har vært å gi

- informasjon om konsentrasjonsniver og befolkningens eksponering for luftforurensninger.
- grunnlag for å vurdere tiltak mot luftforurensninger.
- grunnlag for å vurdere behovet for rutinemessig overvåking av luftkvaliteten i framtiden.

Undersøkelsen vil bli etterfulgt av en analyse der ulike forurensningsbegrensende tiltak vurderes. Analysen skal munne ut i en prioritert rekkefølge av forurensningsbegrensende tiltak som bør settes i verk. Tiltakene skal vurderes ut fra kostnadseffektivitet.

Resultatene av undersøkelsen dokumenteres med rapportene på listen nedenfor.

Hovedrapporten og Delrapport A er skrevet med aktive overskrifter som oppsummerer resultatene av hvert delelement i undersøkelsen. Disse understrekede avsnitt gir en oversikt over hovedresultatene av undersøkelsen.

Rapportliste

Hovedrapport	SFT rapport	236/86
	NILU rapport	OR 58/86
Delrapport A. Målinger av meteorologi og luftkvalitet. Eksponering og helsevirkninger.	SFT rapport	232/86
	NILU rapport	OR 54/86
Delrapport B. Korrosjon og miljø.	SFT rapport	233/86
	NILU rapport	OR 56/86

Delrapport C. Spredningsberegninger.	SFT rapport 234/86 NILU rapport OR 49/86
Delrapport D. Utslippskartlegging.	SFT rapport 235/86 NILU rapport OR 57/86
Datarapport I. Måleresultater januar-august 1983. Kartlegging av oljeforbruk 1982.	SFT rapport 198/85 NILU rapport OR 55/85
Datarapport II. Måleresultater september 1983-februar 1984. Kartlegging av oljeforbruk 1983.	SFT rapport 212/85 NILU rapport OR 6/86
Parameterisering av nettostrålingen og de følbare varmeflux i Bergen.	NILU rapport TR 12/83
A numerical model suitable for the simulation of a broad class of circulation system on the atmospheric mesoscale.	NILU rapport (under arbeid 1986)
Forslag til plan for basisundersøkelse i Bergen 1983-1985.	NILU rapport OR 4/83

Rapportene kan fåes ved henvendelse til NILU og Statens forurensningstilsyn.

Under basisundersøkelsen har NILU hatt samarbeide med og betydelig hjelp fra følgende institusjoner i Bergen: Geofysisk institutt ved Universitetet i Bergen, Kjemiavd. ved Bergen Ingeniørhøgskole, Helseseksjonen og Feiervesenet i Bergen kommune, Hordaland fylkeslaboratorium og Vervarslinga på Vestlandet.

INNHOLD

		Side
	FORORD	3
1	INNLEDNING	7
2	BEFOLKNINGSFORDELING	8
3	OLJEFORBRUKSTALL	10
4	SALGSTALL	12
5	SAMMENLIGNING SALG OG FORBRUK	14
6	OLJEFORBRUKETS VARIASJON MED TEMPERATUREN	15
7	UTSLIPP FRA OLJEFYRING	18
8	PROSESSUTSLIPP	24
9	SØPPEL	24
10	TRAFIKK OG TRAFIKKARBEID	25
11	TRAFIKKUTSLIPP	29
12	UTSLIPP FRA VEDFYRING	31
13	SAMLET UTSLIPP	32
14	VURDERING AV UTSLIPPSFAKTORENE	34
15	REFERANSER	36

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I BERGEN 1983-1985
DELRAPPORT D: UTSLIPPSKARTLEGGING

1 INNLEDNING

****
Utslippsoversikten er basert på data for oljeforbruk, prosessutslipp og trafikkarbeid, samt utslippsfaktorer for de forskjellige aktiviteter.
****

Ved kartleggingen av utslippet av luftforurensende stoffer i Bergensområdet er det fulgt samme opplegg som ved utarbeidelsen av tidligere oversikter som for Oslo (Gram, 1982) og Sarpsborg/Fredrikstad (Haugsbakk og Gram, 1984). Endel detaljer fra kartleggingen er gjengitt i to datarapporter fra basisundersøkelsen i Bergen (Larssen et al., 1985, og Larssen og Hoem, 1986).

Utslippsoversikten er begrenset til stoffene svoveldioksid (SO_2), nitrogenoksider (NOx), karbonmonoksid (CO), partikler, elementært karbon (C) og tildels bly (Pb), med hovedvekt på SO_2 og NOx. Beregningene omfatter et område på 8x17 km^2 med en oppløsning på 500 meters UTM-ruter, som gir 16x34 ruter. Alle tall for NOx er regnet som NO_2.

På grunnlag av data fra spørreskjemaer etc. er det laget oversikter over fordelingen av forbruket innen hver 500-m-rute av forskjellige typer fyringsolje. Alle bedrifter med et angitt prosessutslipp, eller med et stort oljeforbruk er regnet som enkeltkilder og er behandlet separat. Differansen mellom salgstall og forbrukstall er fordelt etter befolkningen. Utslippet fra fyring med olje og kull/koks er beregnet på grunnlag av forbrukstall og utslippsfaktorer. Kapitlene 3-8 omhandler beregning av oljeforbruk og utslipp fra fyring og industri.

Med utgangspunkt i data fra trafikktellinger og oppmåling av veiene i området er det innen hver 500-m-rute beregnet trafikkarbeidet (produktet av veilengde og årsdøgntrafikk) fra bensin- og dieseldrevne kjøretøyer, og som sammen med utslippsfaktorer gir utslippskart for biltrafikk. Kapitlene 10 og 11 omhandler utslipp fra biltrafikk.

I kapittel 12 er det foretatt en oppsummering av utslippstallene, samt en vurdering av usikkerheten i disse.

2 BEFOLKNINGSFORDELING

****
Befolkningsfordelingen i prosjektområdet innen 500 meter-ruter ble basert på tellinger i 1980, med en viss justering etter befolkningsstatistikk for 1984. I 1984 bodde det etter dette 138.458 personer innen prosjektområdet.
****

Bergen kommune foretok i 1980 folketellinger innenfor hver grunnkrets i Bergen. Ved hjelp av disse tellingene og et kartverk med inntegnet grunnkretser og vårt rutenett (500 m-ruter), ble folketallet innenfor hver rute anslått. For hver grunnkrets ble gjennomsnittlig antall mennesker pr. hus beregnet. Denne faktoren ble så ganget opp med antall hus i grunnkretsen innenfor hver 500 m-rute, og bidragene fra hver grunnkrets lagt sammen innen hver rute. I visse områder med stor befolkningstilvekst ble fordelingen senere justert på grunnlag av statistikk for 1984. Figur 1 viser den justerte befolkningsfordelingen innen prosjektområdet for 1984.

Tilsammen bodde det 138.458 personer innen prosjektområdet. Befolkningsfordelingen er benyttet dels til å fordele differansen mellom salgstall og forbrukstall (se kapittel 4) innen utvalgte delområder, dels til å anslå hvor mange personer som er utsatt for høye forurensningskonsentrasjoner.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=34	0.	0.	0.	0.	45.	330.	130.	110.	320.	165.	20.	110.	0.	0.	0.	0.
J=33	0.	0.	0.	0.	0.	520.	735.	190.	0.	10.	15.	0.	0.	0.	0.	0.
J=32	0.	0.	0.	0.	0.	25.	1010.	920.	170.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=31	0.	0.	0.	0.	0.	0.	130.	680.	370.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=30	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	240.	345.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=29	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	10.	535.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=28	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1905.	60.	0.	0.	0.	0.	0.
J=27	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	175.	3125.	385.	0.	0.	0.	0.	0.
J=26	0.	0.	0.	0.	0.	0.	65.	1600.	150.	3455.	15.	0.	0.	0.	0.	0.
J=25	0.	40.	180.	265.	270.	35.	0.	745.	1920.	1185.	450.	0.	0.	0.	0.	0.
J=24	0.	120.	500.	515.	770.	535.	20.	135.	2260.	765.	1250.	345.	40.	0.	0.	0.
J=23	0.	80.	180.	685.	35.	795.	1190.	470.	2325.	2365.	0.	465.	825.	0.	0.	0.
J=22	0.	105.	300.	375.	0.	30.	1160.	1035.	965.	145.	40.	0.	695.	720.	0.	0.
J=21	0.	70.	945.	70.	0.	0.	880.	255.	805.	1635.	1200.	755.	455.	230.	0.	0.
J=20	0.	0.	300.	0.	5.	5.	355.	45.	0.	1095.	1385.	1650.	625.	240.	0.	0.
J=19	0.	0.	0.	0.	5.	105.	85.	20.	0.	70.	565.	1030.	635.	1465.	615.	0.
J=18	30.	0.	0.	0.	710.	230.	0.	0.	0.	0.	660.	1395.	1720.	1340.	905.	0.
J=17	0.	0.	0.	60.	945.	1050.	735.	75.	0.	70.	570.	590.	1880.	2095.	255.	0.
J=16	0.	0.	0.	0.	290.	1445.	680.	25.	0.	340.	490.	295.	1275.	2415.	40.	0.
J=15	0.	115.	395.	910.	950.	1230.	530.	0.	0.	320.	410.	405.	920.	1330.	5.	0.
J=14	10.	1098.	895.	615.	1120.	1730.	540.	0.	0.	185.	440.	420.	955.	475.	105.	110.
J=13	15.	210.	515.	300.	1570.	335.	60.	15.	5.	15.	250.	190.	575.	330.	470.	5.
J=12	120.	450.	370.	80.	480.	265.	135.	275.	300.	20.	265.	265.	200.	285.	5.	45.
J=11	40.	200.	70.	230.	565.	685.	535.	140.	60.	0.	275.	230.	65.	0.	15.	50.
J=10	0.	200.	330.	320.	795.	600.	320.	30.	15.	195.	345.	250.	170.	30.	10.	0.
J= 9	55.	175.	220.	60.	5.	35.	0.	0.	60.	250.	515.	105.	70.	80.	10.	50.
J= 8	100.	150.	140.	425.	70.	20.	0.	0.	15.	270.	215.	345.	310.	510.	50.	60.
J= 7	70.	105.	165.	70.	260.	50.	0.	0.	45.	175.	520.	260.	530.	620.	125.	0.
J= 6	10.	105.	75.	30.	95.	85.	205.	700.	345.	315.	425.	310.	690.	620.	25.	20.
J= 5	0.	15.	205.	0.	45.	120.	505.	520.	315.	490.	740.	60.	500.	100.	25.	0.
J= 4	0.	0.	120.	0.	180.	170.	80.	55.	195.	660.	460.	90.	30.	35.	10.	0.
J= 3	15.	10.	45.	20.	0.	20.	80.	685.	170.	225.	130.	115.	15.	40.	160.	0.
J= 2	25.	95.	90.	65.	50.	0.	15.	165.	250.	65.	135.	160.	0.	40.	385.	0.
J= 1	95.	120.	60.	75.	45.	45.	90.	60.	25.	0.	30.	0.	0.	120.	210.	50.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur 1: Befolkningsfordeling innen prosjektområdet for 1984. Målestokk: 1 rute er 500 m. Sum: 138 458 personer.

3 OLJEFORBRUKSTALL

****

Beregningen av utslipp og oljeforbruk for stasjonære kilder i Bergen er basert på spørreskjemaundersøkelser i 1982 og 1983, og tilleggsopplysninger fra Feiervesenet i Bergen, Bergen Lysverker og oljeselskapene. Det registrerte forbruket av petroleumsprodukter er fordelt på 500 meters ruter. Tilsammen ble det kartlagt ca. 400 fyringsanlegg i prosjektområdet, med et samlet årsforbruk på rundt 50.000 m^3 olje.

****

Ulike kriterier er lagt til grunn for de forskjellige registreringene av fyringsanlegg :

Feiervesenet	1981/82	: lagertanker større enn 10 m^3.
Spørreskjema	1982	: bedrifter og institusjoner med over 50 ansatte, med visse unntak, f.eks: skoler og eiendomsdrift. Svarprosent: 51 %
Bergen Lysverker	1982/83	: bygg med oppvarmet areal større enn 1000 m^2.
Spørreskjema	1983	: på grunnlag av de tre foregående registreringene. Svarprosent: 75 %

Opplysninger fra disse fire registreringene ble samlet til to utslippsoversikter, en for 1982 og en for 1983. Ved å se på forbruket ved de anlegg som hadde oppgitt at fyringsoljen ble brukt til oppvarming av hus og varmtvann, viste det seg å være en gjennomsnittlig reduksjon på ca. 4% fra 1982 til 1983. Denne reduksjon ble brukt til å anslå årsforbruket for 1983 for de innen samme kategori som ikke svarte på det siste spørreskjemaet (25 anlegg). For de resterende ubesvarte ble årsforbruket for 1983 satt lik tidligere opplysninger (ca 80 anlegg). Samlet registrert forbruk av fyringsolje i prosjektområdet var ca 52.000 m^3 for 1982 og ca 46.000 m^3 for 1983, fordelt på rundt 400 fyringsanlegg.

****

Fyringsanlegg med årsforbruk større enn 500 m^3 olje ble definert som punktkilder. Ialt var det 19 punktkilder (storforbrukere) i prosjektområdet.

****

Fyringsanleggene ble inndelt i to hovedgrupper, arealkilder og punktkilder. Alle fyringsanlegg med årsforbruk større enn 500 m^3 olje ble definert som punktkilder, i alt 19 anlegg. Resten av de registrerte fyringsanleggene ble betraktet som arealkilder, og oljeforbruket for disse ble summert innen hver 500 meter-rute. Ved senere beregninger kom det frem at bare 5 av de 19 punktkildene ga et såvidt stort bidrag til forurensningen i Bergen at det var nødvendig å regne dem som enkeltkilder (Bøhler,1986). Alle de 5 enkeltkildene var brukere av tungolje eller tungdestillat. De resterende storforbrukerne ble i modellberegningene tatt med blant arealkildene, men er allikevel videre omtalt som punktkilder (storforbrukere).

I tabell 1 er det registrerte forbruket av de forskjellige fyringsoljetypene fordelt på arealkilder og punktkilder (storforbrukere). Av tabellen går det frem at storforbrukerne stod for så og si all tungdestillat- og tungoljeforbruk. Av de i alt 19 storforbrukerne hadde 8 et årsforbruk på over 1000 m^3/år.

Tabell 1. Forbruk av fyringsoljer fordelt på areal- og punktkilder for 1982 og 1983 (m^3/år).

Fyringsoljetype*		1+2	3A+4A	6LS	6NS
1982	Arealkilder	29.871	348	100	-
	Punktkilder	8.847	4.371	7.168	1.054
		38.718	4.719	7.268	1.054
1983	Arealkilder	26.828	120	91	-
	Punktkilder	9.038	2.293	6.450	960
		35.866	2.413	6.541	960

* Fyringsolje 1 og 2 : Lettoljer 0.43% S
Fyringsolje 3A og 4A: Tungdestillat 0.70% S
6LS: Lavsvovlig tungolje 0.90% S
6NS: Normalsvovlig tungolje 2.30% S

Nedgangen i forbruket fra 1982 til 1983 skyldes sannsynligvis økt overgang fra oljebasert til elektrisk oppvarming, samt at vintertemperaturen steg litt.

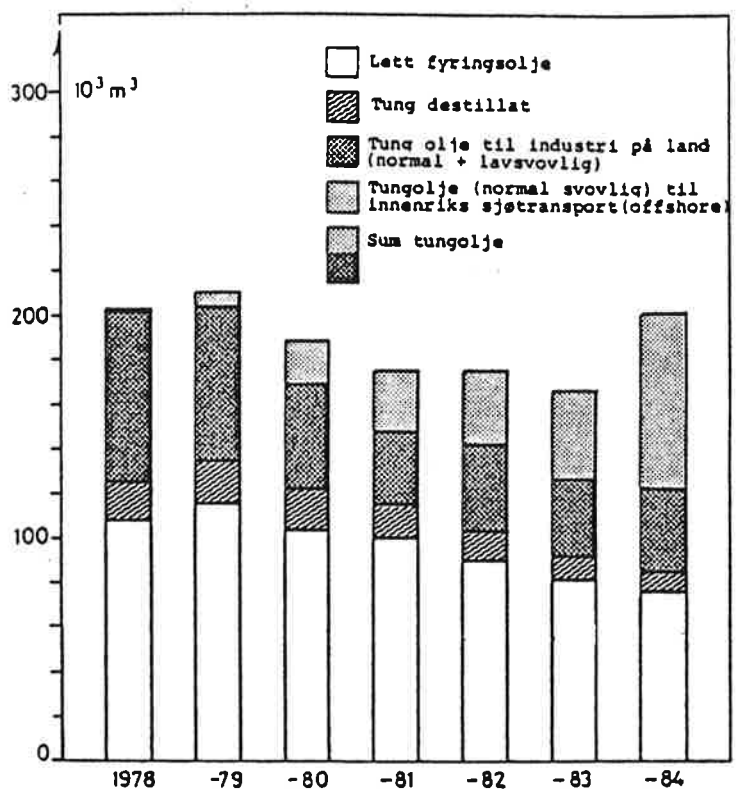
4 SALGSTALL

****

Salgsstatistikken for Hordaland fylke viser en betydelig nedgang i salget av lette fyringsoljer og landbasert tungolje i perioden 1978-84.

****

Fra Norsk Petroleumsinstitutt er det innhentet opplysninger om totalt salg av petroleumsprodukter i hele Hordaland fylke. Figur 2 viser at salget av lette fyringsoljer har avtatt jevnt fra 1979. Det samme gjelder for tungdestillat, men da i en mye mindre skala. I perioden 1978-84 gjennomgikk markedet for tungolje en stor forandring. Salget av tungolje til industri på land gikk betydelig ned, mens salget til innenriks sjøtransport (offshore) hadde en voldsom økning. I utslippsoversiktene er bare tungolje til industri på land tatt med.



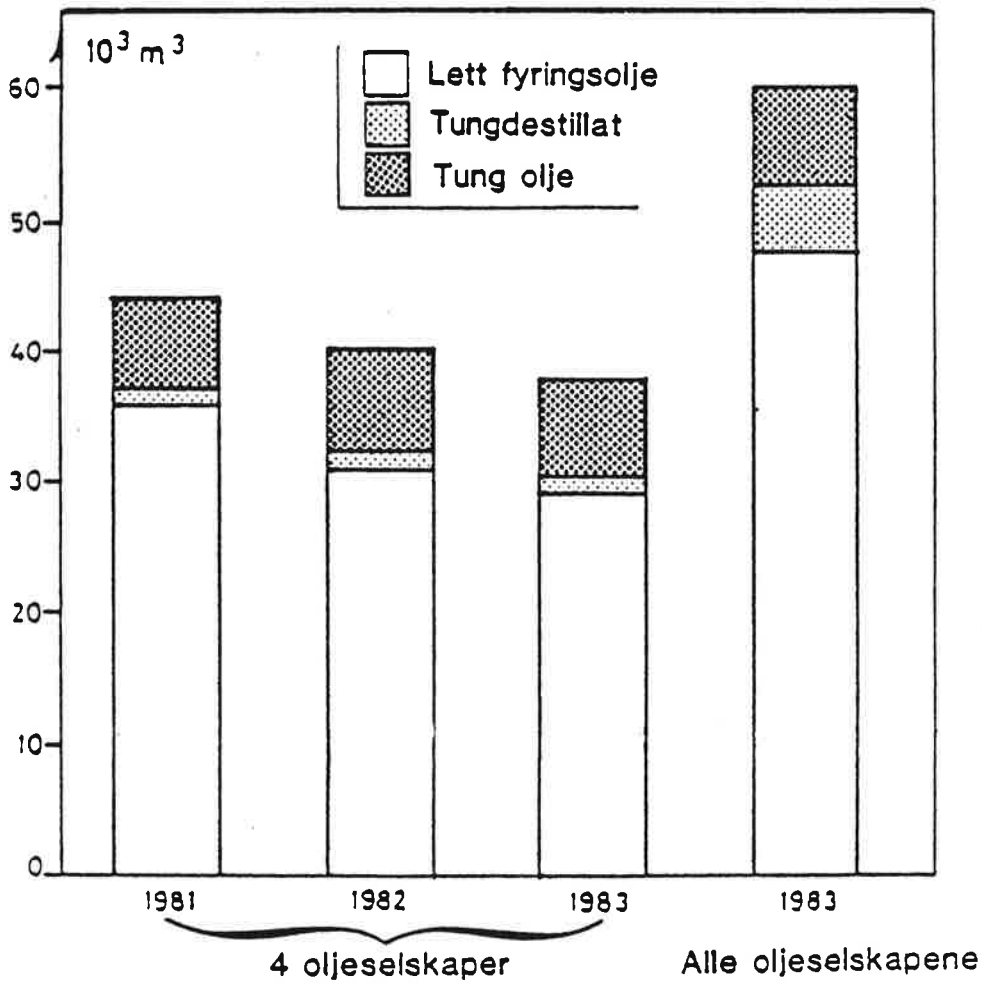
Figur 2: Salg av fyringsolje i Hordaland fylke 1978-1984.

****

Salgstall for prosjektområdet ble innhentet direkte fra oljeselskapene. I 1983 var det i prosjektområdet et samlet salg av fyringsolje på 58.000 m^3.

****

For prosjektområdet ble det innhentet oljesalgstall for tre år på rad. For de to første årene (1981 og 1982) foreligger det bare tall fra fire oljeselskaper, mens for 1983 er salgstallene komplette. Ved å se på sammenlignbare tall for de tre årene, viser salget av lette fyringsoljer en synkende tendens (figur 3). Dette skyldes trolig i første rekke en økning i overgangen til elektrisk oppvarming, samt økning i vintertemperaturen.



Figur 3: Salg av fyringsolje i prosjektområdet 1981-1983.

Salget av lette fyringsoljer og tungdestillat i prosjektområdet utgjør over halvparten av salget i hele Hordaland fylke, mens det for tungolje ligger på ca 25%.

5 SAMMENLIGNING SALG OG FORBRUK

****

Det ikke-registrerte forbruket i prosjektområdet ble fordelt etter befolkningsfordelingen i utvalgte områder.

****

Differansen mellom salg og registrert forbruk av olje gir et ikke-registrert forbruk på tilsammen ca. 11.000 m^3 for 1982, og 12.300 m^3 for 1983. I tabell 2 kommer det fram at dette ikke-registrerte oljeforbruket bestod nesten bare av lette fyringsoljer. For parafin, kull og koks var det registrerte forbruket tilnærmet lik null.

Tabell 2: Salg og registrert forbruk av fyringsoljer og kull/koks i prosjektområdet 1983 (m^3/år).

Fyringsolje-type	1+2	3A+4A	6LS	6NS	Parafin	Kull/koks (tonn)
Salg	47.665	2.920	6.503	983	8.682	ca. 5.000
Forbruk	35.866	2.413	6.541	960	36	1
Differanse (salg-forbruk)	11.799	507	-38	23	8.646	ca. 5000

En regner med at størsteparten av forbruket som mangler går til oppvarming av private boliger. Disse forbrukerne, som ikke er blitt fanget opp av registreringene, er småforbrukere som tilsammen utgjør et betydelig forbruk.

Differansen mellom salg og registrert forbruk av olje, samt forbruket av parafin, kull og koks, ble fordelt på 500 meter-rutene i utvalgte delområder, proporsjonalt med befolkningsmengden. Delområdene ble tatt ut i samarbeid med Feiervesenet i Bergen, på grunnlag av deres erfaringer med sotmengder i pipene (gjenspeiler kull- og koks- forbruket), og typiske områder med elektrisk og oljebasert oppvarming.

6 OLJEFORBRUKETS VARIASJON MED TEMPERATUREN

****

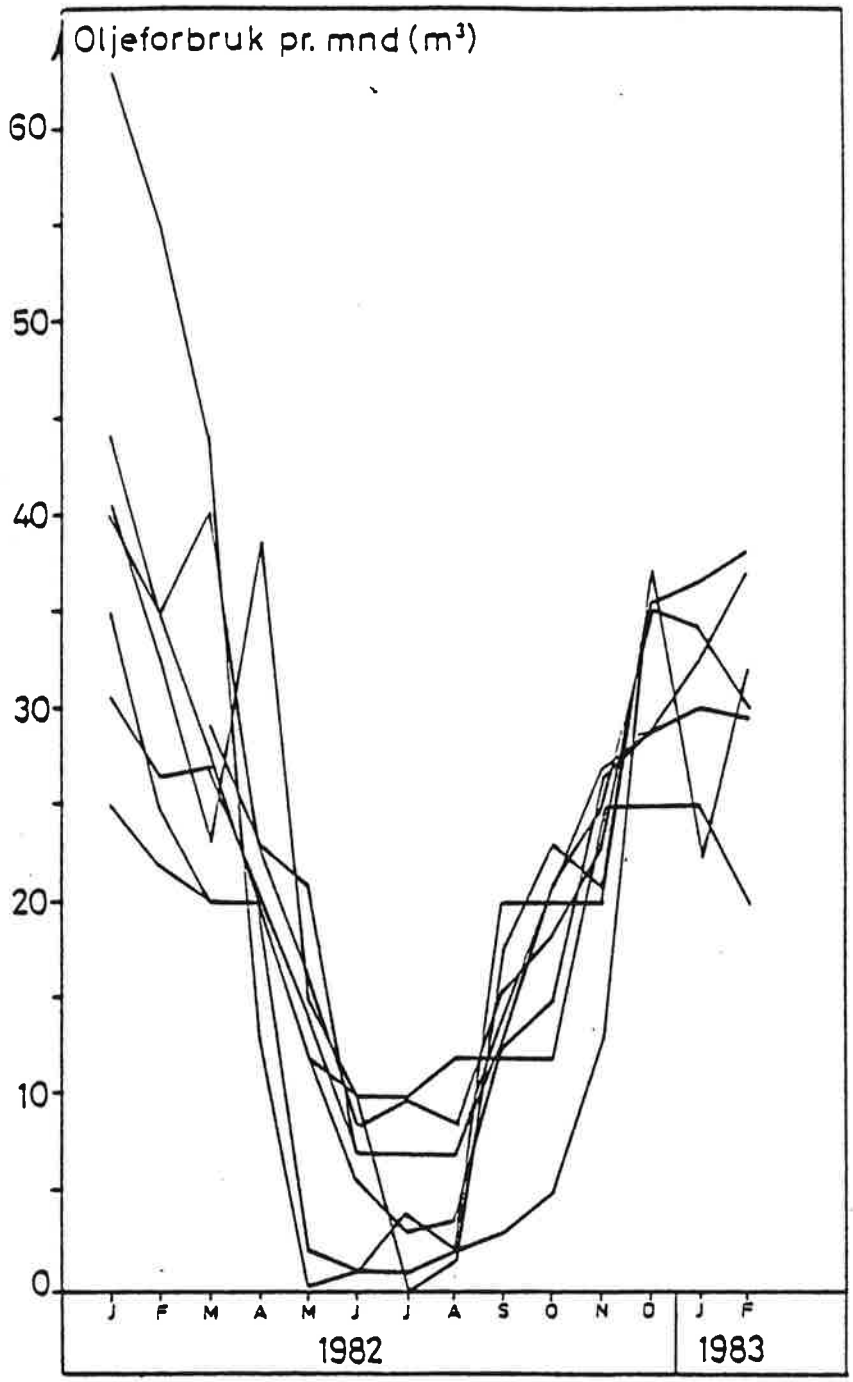
Spørreskjemaundersøkelsene i Bergen har gjort det mulig å finne et uttrykk for sammenhengen mellom oljeforbruket på månedsbasis og månedens gjennomsnittlige temperatur. For middels store forbrukere (100-500 m^3 olje/år) øker forbruket med ca. 13% pr. avtagende grad i månedlig middeldeltemperatur, i forhold til forbruket ved 10^0 C.

****

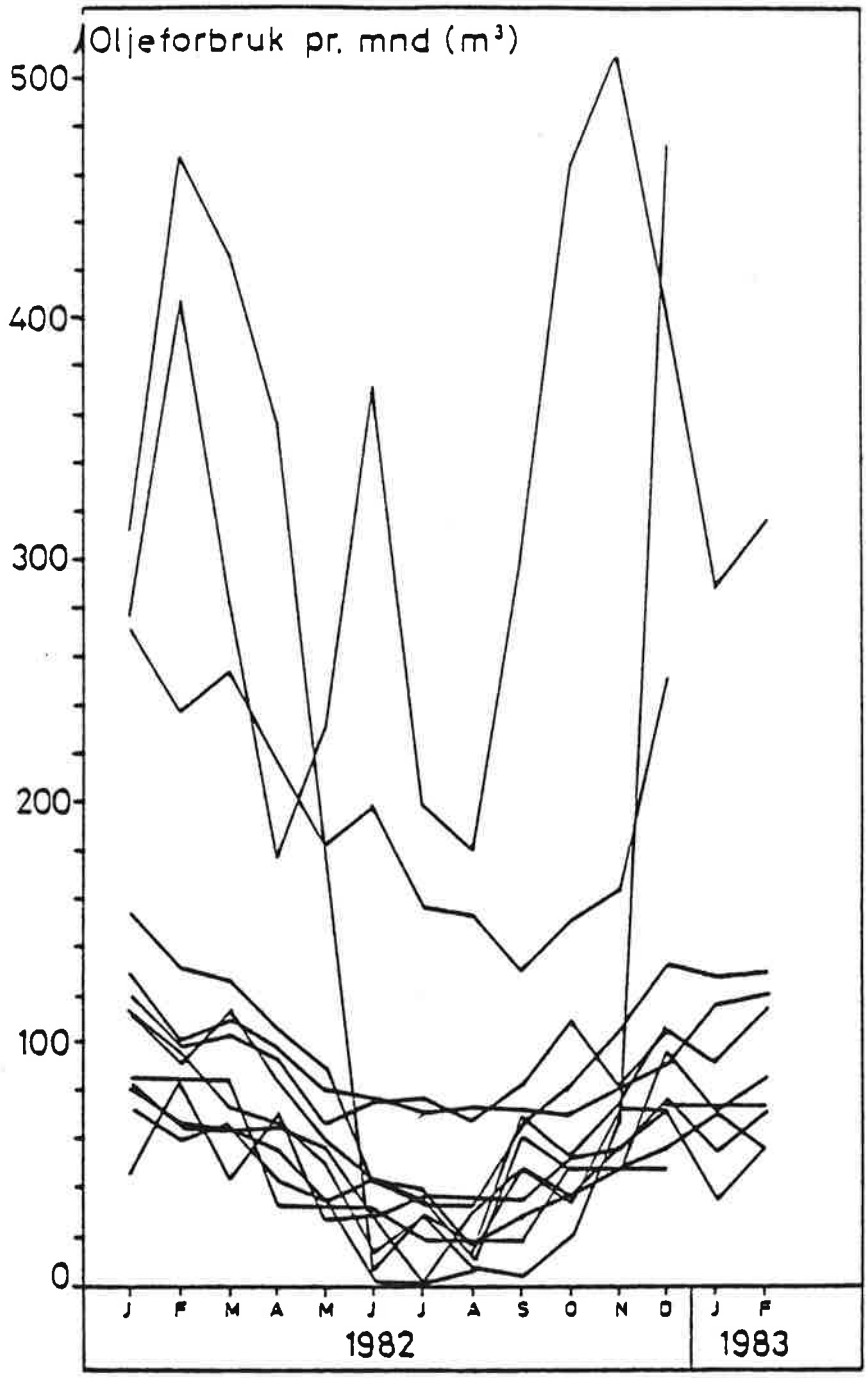
Ialt 62 oljeforbrukere med årsforbruk større enn 100 m^3 oppga på spørreskjemaene for 1982 sitt månedlige forbruk av olje. Disse ble delt inn i fem størrelsesklasser etter årsforbruket (F):

$$100 \leqslant F < 150 \ m^3/\text{år}$$
$$150 \leqslant F < 200 \ m^3/\text{år}$$
$$200 \leqslant F < 300 \ m^3/\text{år}$$
$$300 \leqslant F < 500 \ m^3/\text{år}$$
$$F \geqslant 500 \ m^3/\text{år}$$

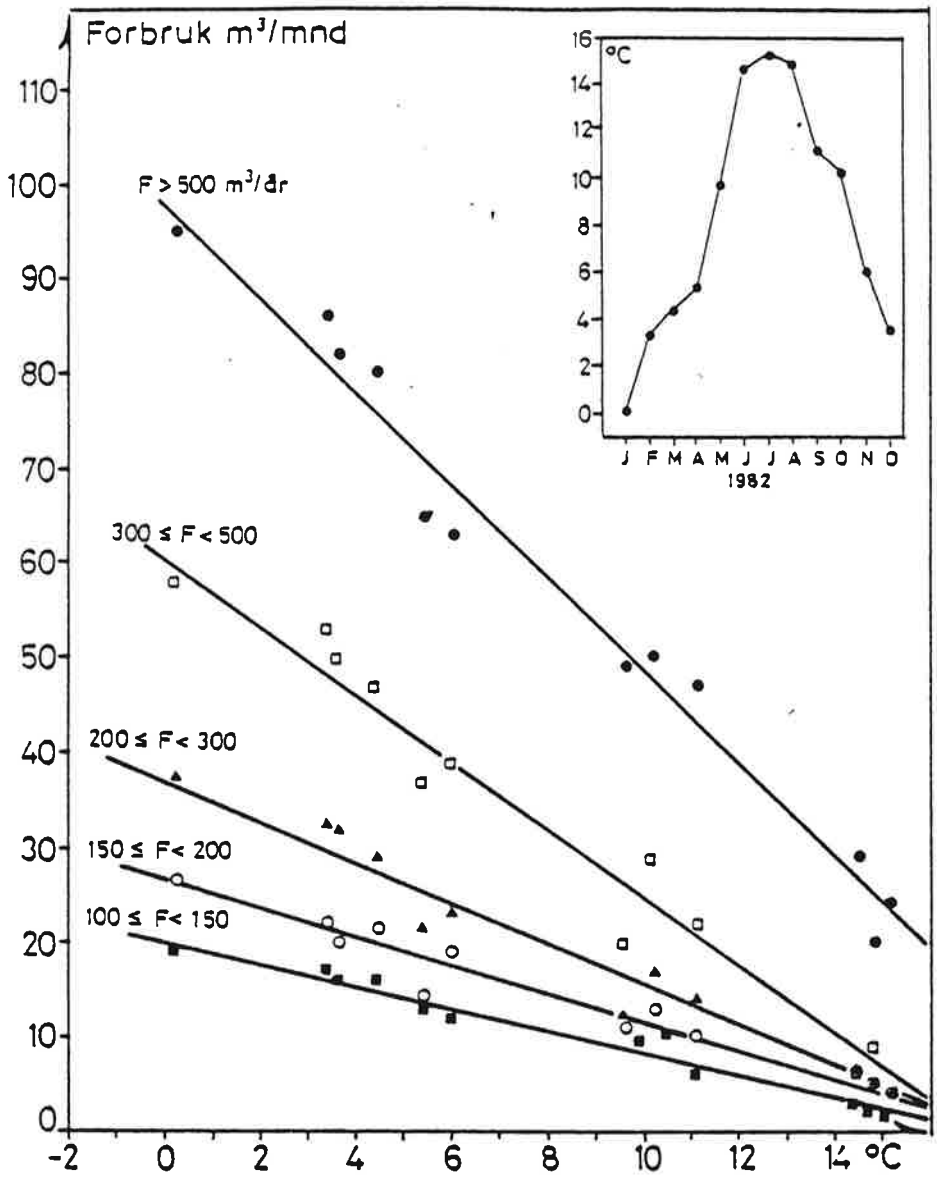
Blant storforbrukerne ($F \geqslant 500 \ m^3$/år) var alle tungoljebrukerne, men også flere med lette fyringsoljer. I de andre størrelsesklassene ble det bare brukt lette fyringsoljer. For hver av gruppene er det laget en figur som viser hvordan forbruket varierte over året, to eksempler er vist i figur 4 og 5.



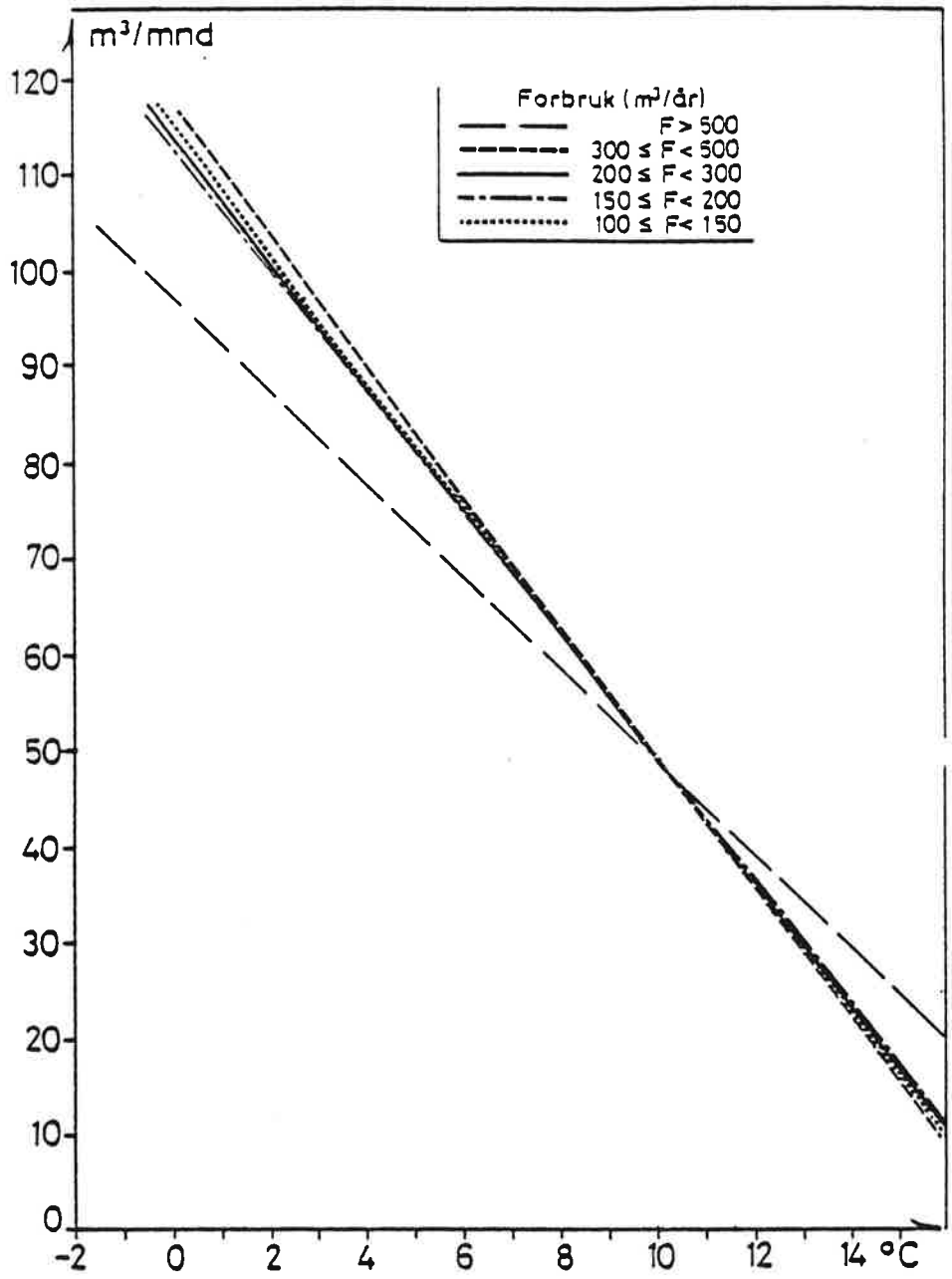
Figur 4: Fyringsoljeforbruket (m^3) pr. måned for forbrukere med årsforbruk på 200-300 m^3/år innen prosjektområdet.



Figur 5: Fyringsoljeforbruket (m^3) pr. måned for forbrukere med årsforbruk på over 500 m^3/år innen prosjektområdet.



Figur 6: Midlere månedsforbruk av fyringsolje (m^3/mnd) som funksjon av månedsmiddeltemperaturen i Bergen.



Figur 7: Midlere månedsforbruk av fyringsolje (m^3/mnd) for de fem største forbrukergruppene, normalisert ved 10^0 C.

Figur 4 viser tydelig tendensen hos småforbrukerne, med redusert forbruk mot sommeren, og svært lavt forbruk i sommermånedene. Storforbrukerne (figur 5) viser også den samme tendensen, men her kan forbruket være betydelig også om sommeren. Fra disse figurene ble et midlere månedsforbruk for hver størrelsesklasse beregnet. I figur 6 er dette forbruket plottet mot månedsmiddeltemperaturen. For alle størrelsesklassene er det en nær rettlinjet sammenheng mellom månedlig oljeforbruk og middeltemperaturen innenfor temperaturområdet 0-14^0 C. Ved å normalisere de fem rette linjene ved 10^0 C, fikk en et enkelt uttrykk for temperaturavhengigheten (figur 7). For alle forbrukerklasser fra 100 til 500 m^3 olje/år økte forbruket prosentvis like mye med avtakende temperatur. Økningen en anslått til 13% pr. avtagende grad i månedlig middeltemperatur, i forhold til forbruket ved 10^0 C. For store forbrukere (> 500 m^3/år) var økningen noe mindre, fordi disse også bruker fyringsolje i forbindelse med produksjonsprosesser hele året.

7 *UTSLIPP FRA OLJEFYRING*

****

Fyringsutslippet fra industri- og boligoppvarming er beregnet på grunnlag av forbrukstall og utslippsfaktorer.

****

De innsamlede data fra spørreskjemaene danner grunnlaget for registrering og beregning av de industrielle prosessutslipp. Ved beregning av øvrige utslipp er det benyttet utslippsfaktorer som vist i tabell 3 sammen med oljeforbrukstall beskrevet ovenfor.

Utslippsfaktorene er statistiske middeltall for utslippet fra en bestemt aktivitet, som f.eks. utslippet av nitrogenoksider ved forbrenning av 1 tonn tung fyringsolje. Ofte kan faktorene være et veiet middel for utslippet fra en rekke forskjellige målinger, til dels under noe andre forhold enn der faktorene skal benyttes. En kan ikke uten videre overføre utslippsfaktorer fra utlandet til norske forhold. Videre varierer sammensetningen av de forskjellige oljekvaliteter en del fra land til land, avhengig av blant annet opprinnelsesland og raffineringsprosedyrer.

Utslippsfaktorene for oljefyring er også avhengig av på hvilken måte oljen benyttes. Fyringsparafin og fyringsolje nr 1 benyttes mest til oppvarming av småhus, mens destillatoljer som nr 2 og høyere går til oppvarming av større bygninger. Tungoljen brukes mest av større industrianlegg. Dette har betydning ved fastsettelsen av de utslippsfaktorer som skal benyttes.

Tabell 3 viser de utslippsfaktorer som er benyttet ved utslippsberegningene i Bergen. Sammensetningen av de ulike oljekvaliteter kan variere noe fra selskap til selskap. Faktorene i tabellen viser representative middelverdier.

Tabell 3: Utslippsfaktorer for oljefyring. Enhet: kg/m^3. (Gram 1984.)

Utslipps-faktor kg/m^3	Fyrings-parafin	Fyrings-olje 1+2 +diesel	Fyrings-olje 3+4	Tungolje lav-S	Tungolje normal-S	kull/koks (kg/tonn)
Tetthet kg/l	0.79	0.83	0.90	0.95	0.95	
% S	0.05	0.43	0.70	0.90	2.30	0.9
SO_2	0.79	7.10	12.60	17.10	43.70	18.0
NOx	2.10	2.40	2.70	7.20	7.20	1.5
CO	2.30	2.30	2.30	0.20	0.20	45.0
Partikler	0.25	0.25	0.20	1.50	1.50	10.0

På grunnlag av oljeforbrukskartleggingen og utslippsfaktorene er det laget karter med fordelingen av utslippene av de forskjellige stoffene. Figur 8 og 9 viser kart over et midlere timesutslipp av SO_2 og NOx fra fyringsanlegg i Bergen for vinteren 1983/84.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=34	0.	0.	0.	0.	0.	235.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=33	0.	0.	0.	0.	0.	0.	290.	59.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=32	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1009.	558.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=31	0.	0.	0.	0.	0.	0.	308.	761.	473.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=30	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	215.	888.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=29	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	297.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=28	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	25.	893.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=27	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2618.	120.	0.	0.	0.	0.	0.
J=26	0.	0.	0.	0.	0.	0.	359.	1471.	402.	3008.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=25	0.	12.	310.	82.	93.	0.	0.	803.	3830.	2632.	140.	0.	0.	0.	0.	0.
J=24	0.	0.	36.	160.	1350.	1119.	0.	30.	2769.	2052.	1614.	0.	0.	0.	0.	0.
J=23	0.	0.	0.	737.	0.	268.	867.	675.	3433.	4732.	439.	0.	257.	0.	0.	0.
J=22	0.	0.	0.	173.	0.	0.	467.	322.	944.	640.	163.	0.	1126.	296.	0.	0.
J=21	0.	0.	294.	0.	0.	0.	484.	0.	862.	766.	848.	281.	316.	817.	0.	0.
J=20	0.	0.	0.	0.	0.	0.	270.	0.	0.	341.	1074.	651.	320.	159.	0.	0.
J=19	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	22.	531.	574.	187.	519.	191.	0.
J=18	0.	0.	0.	0.	0.	37.	0.	0.	0.	0.	696.	434.	425.	1196.	282.	0.
J=17	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	22.	393.	1671.	37.	667.	79.	0.
J=16	0.	0.	0.	25.	0.	0.	0.	242.	0.	106.	349.	114.	308.	2568.	12.	0.
J=15	0.	0.	0.	161.	1729.	21.	165.	0.	0.	100.	197.	0.	65.	628.	41.	0.
J=14	0.	0.	0.	0.	264.	102.	168.	0.	0.	0.	263.	1294.	388.	0.	0.	0.
J=13	0.	0.	105.	10.	1369.	0.	0.	0.	0.	18.	78.	0.	0.	0.	0.	0.
J=12	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	108.	93.	0.	97.	50.	0.	0.	0.	0.
J=11	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	44.	0.	0.	159.	0.	0.	0.	0.	295.
J=10	0.	62.	103.	100.	247.	0.	0.	0.	0.	12.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 9	0.	54.	68.	19.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	160.	0.	184.	385.	0.	0.
J= 8	0.	47.	100.	132.	22.	0.	0.	0.	0.	0.	67.	183.	446.	350.	15.	0.
J= 7	0.	0.	87.	0.	318.	0.	0.	0.	0.	0.	162.	0.	192.	193.	0.	0.
J= 6	0.	156.	0.	0.	0.	0.	0.	7.	0.	0.	132.	749.	215.	243.	0.	0.
J= 5	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	190.	230.	0.	621.	0.	0.	0.
J= 4	0.	62.	0.	0.	0.	0.	0.	17.	0.	205.	143.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 3	146.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	213.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 2	16.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 1	0.	0.	0.	0.	0.	0.	35.	0.	25.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur 8: Utslippskart for SO_2 fra fyringsanlegg i Bergen vinteren 1983/84.
Enhet: 0.01 kg/h
Samlet utslipp for hele området: 80.85 kg/h
Målestokk: 1 rute er 500 m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=34	0.	0.	0.	0.	0.	80.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=33	0.	0.	0.	0.	0.	0.	104.	21.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=32	0.	0.	0.	0.	0.	0.	349.	196.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=31	0.	0.	0.	0.	0.	0.	106.	262.	160.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=30	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	75.	300.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=29	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	105.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=28	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	8.	317.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=27	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	538.	44.	0.	0.	0.	0.	0.
J=26	0.	0.	0.	0.	0.	0.	121.	510.	136.	633.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=25	0.	4.	105.	30.	32.	0.	0.	189.	1082.	758.	51.	0.	0.	0.	0.	0.
J=24	0.	0.	12.	58.	474.	382.	0.	10.	685.	609.	555.	0.	0.	0.	0.	0.
J=23	0.	0.	0.	255.	0.	97.	302.	232.	902.	1337.	149.	0.	93.	0.	0.	0.
J=22	0.	0.	0.	61.	0.	0.	167.	117.	327.	216.	55.	0.	386.	106.	0.	0.
J=21	0.	0.	107.	0.	0.	0.	171.	0.	298.	272.	287.	101.	107.	276.	0.	0.
J=20	0.	0.	0.	0.	0.	0.	94.	0.	0.	124.	374.	233.	108.	54.	0.	0.
J=19	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	8.	184.	202.	63.	191.	70.	0.
J=18	0.	0.	0.	0.	0.	13.	0.	0.	0.	0.	240.	158.	144.	415.	102.	0.
J=17	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	8.	137.	570.	13.	242.	29.	0.
J=16	0.	0.	0.	8.	0.	0.	0.	82.	0.	38.	122.	41.	104.	887.	5.	0.
J=15	0.	0.	0.	54.	585.	7.	60.	0.	0.	36.	70.	0.	22.	223.	14.	0.
J=14	0.	0.	0.	0.	89.	35.	61.	0.	0.	0.	92.	437.	131.	0.	0.	0.
J=13	0.	0.	35.	3.	483.	0.	0.	0.	0.	6.	28.	0.	0.	0.	0.	0.
J=12	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	39.	34.	0.	35.	17.	0.	0.	0.	0.
J=11	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	16.	0.	0.	56.	0.	0.	0.	0.	100.
J=10	0.	23.	37.	36.	90.	0.	0.	0.	0.	4.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 9	0.	20.	25.	7.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	58.	0.	62.	130.	0.	0.
J= 8	0.	17.	35.	48.	8.	0.	0.	0.	0.	0.	24.	62.	151.	122.	5.	0.
J= 7	0.	0.	29.	0.	128.	0.	0.	0.	0.	0.	59.	0.	69.	70.	0.	0.
J= 6	0.	53.	0.	0.	0.	0.	0.	3.	0.	0.	48.	256.	78.	87.	0.	0.
J= 5	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	68.	84.	0.	210.	0.	0.	0.
J= 4	0.	21.	0.	0.	0.	0.	0.	6.	0.	75.	52.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 3	49.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	77.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 2	5.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J= 1	0.	0.	0.	0.	0.	0.	12.	0.	8.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur 9: Utslippskart for NOx fra fyringsanlegg i Bergen vinteren 1983/84.
Enhet: 0.01 kg/h
Samlet utslipp for hele området: 25.86 kg/h
Målestokk: 1 rute er 500 m.

8 PROSESSUTSLIPP

****
Ialt ble det registrert 21 bedrifter med forskjellige prosessutslipp. Ett HCl-utslipp var av en slik størrelse at nærmere undersøkelser er nødvendig.
****

Fra spørreskjema-undersøkelsene kom det frem opplysninger fra 21 bedrifter angående prosessutslipp til luft. Disse bedriftene kan inndeles i følgende grupper:

- stålbehandling, 4 bedrifter
- maling og lakkering, 4 bedrifter
- renserier, 4 bedrifter
- kaffebrennerier, 3 bedrifter
- støvutslipp, 4 bedrifter
- øvrige, 6 bedrifter

De mest vanlige forurensningskildene ved industriprosesser er bruk av løsningsmidler og støvutslipp.

9 SØPPEL

****
I prosjektområdet ble det kartlagt 12 søppelforbrenningsanlegg, hvorav bare to betegnes som store.
****

I samarbeid med Helseseksjonen i Bergen ble det utarbeidet en oversikt over registrerte søppelforbrenningsanlegg i prosjektområdet . Listen teller ialt 12 anlegg, hvorav 6 betegnes som små og sporadiske og bare to forholdsvis store (Bøhler, 1986). I tillegg til disse finnes det endel forbrenningsovner i gamle borettslag i sentrum, samt et rikelig utvalg av helt små forbrenningsovner ("sputniker"). For fire anlegg ble det foretatt spesielle beregninger, da de i tillegg hadde et oljeforbruk på over 500 m^3/år. Av disse ga bare ett anlegg et så stort bidrag til forurensningen i Bergen at det var nødvendig å ta det med som punktkilde i de videre modellberegninger.

10 TRAFIKK OG TRAFIKKARBEID

****

Beregningen av utslippene fra biltrafikken er basert på data for trafikkarbeidet samt utslippsfaktorer. Trafikkarbeidet ble for 1983 beregnet til ca. 695 mill. bil-kilometer pr. år, hvorav ca. 10% gjelder tungtrafikk/diesel.

****

Grunnlaget for beregning av trafikkarbeidet er data fra trafikktellinger. Trafikkarbeidet (produktet av veilengde og årsdøgntrafikk ÅDT) summeres innen hver 500 m-rute og multipliseres med utslippsfaktorer (se tabell 5) for å få utslippsmengder.

$$T_b = \Sigma \; l_i * ÅDT_i * (1.0 - PD_i/100) * (1.0 - PT_i/100)$$

$$T_d = \Sigma \; l_i * ÅDT_i * [\; PT_i/100 + (1.0 - PT_i/100) * PD_i/100 \;]$$

Her betyr:

T_b og T_d	trafikkarbeidet innen ruten fra henholdsvis bensin- og dieselkjøretøyer
l_i	lengden av gateelement i i km
$ÅDT_i$	årsdøgnstrafikken i gateelement i
PD_i	dieselandelen av lette kjøretøyer i gateelement i
PT_i	tungtrafikkandelen i gateelement i

For de mest trafikkerte gatene og veiene har en detaljerte telledata og gode verdier for årsdøgntrafikken, tilsammen 144 km gater og veier innen prosjektområdet. "Øvrige gater og veier" ble målt til 375 km. Dette er steder med så liten trafikk at myndighetene ikke har funnet det nødvendig å holde egne tellinger. Noen steder har en også hatt såkalt kvalifiserte telledata der en har talt forskjellige kjøretøytyper (personbiler, varebiler, lastebiler og busser). Det gjenstår allikevel endel data som må anslås ut fra mer eller mindre gode antakelser:

a) Drivstoff-forbruk bensin/diesel, by/land
b) Tungtrafikkandel
c) Dieselandel av lette kjøretøyer
d) ÅDT på veier uten tellinger

Det er regnet med at alle tunge kjøretøyer er dieseldrevne, og at trafikken i byområdene har et litt høyere bensinforbruk og høyere utslippsfaktorer enn ellers.

I et interaktivt program er det tatt utgangspunkt i salgstallene for bensin og diesel for området. Det er så satt inn forskjellige verdier for parametrene under a, b og c ovenfor. På grunnlag av trafikkarbeidet på veier med trafikktellinger ble det anslått et bensin- og dieselforbruk for denne del av trafikken. Dette ble trukket fra salgstallene for området, og resten gjort om til et trafikkarbeid og herav en midlere ÅDT for bensin- og diesel-kjøretøyer på veier uten telledata. Fra tidligere trafikkundersøkelser (Oslo, Sarpsborg/Fredrikstad) har en en viss erfaring angående hvor svaret bør ligge. Resultatet av dette er følgende verdier som er benyttet til beregning av trafikkarbeidet:

		Bensin	Diesel
a) Drivstoff-forbruk	by	1.2 l/mil	4.0 l/mil
	land	1.0 l/mil	4.0 l/mil
b) Tungtrafikkandel		8 %	
c) Dieselandel av lette kjøretøyer		3 %	
d) Beregnet ÅDT på veier uten tellinger		1366	119

Dette tilsvarer en dieselandel på ca. 8% på gater og veier uten telledata.

Denne betraktningsmåten forutsetter at salget og forbruket innen området er like stort. Salgstallene skal være begrenset til selve prosjektområdet, og det er ingen større sentra ved randen av området som kan virke vesentlig forstyrrende.

Figur 10 og 11 viser fordelingen av bensin- og dieselandelen av biltrafikken i Bergensområdet 1983. På årsbasis tilsvarer dette et trafikkarbeid for området på 695 mill. vognkm, mot ca.1750 mill vognkm i Oslo (Gram, 1982) og 633 mill vognkm. i Sarpsborg/Fr.stad (Haugsbakk og Gram, 1984).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=34	0.	0.	0.	0.	20.	376.	25.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=33	0.	0.	0.	0.	0.	454.	412.	123.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=32	0.	0.	0.	0.	0.	11.	568.	2250.	55.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=31	0.	0.	0.	0.	0.	0.	109.	1853.	68.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=30	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	137.	2119.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=29	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	27.	1707.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=28	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2173.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=27	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1775.	1785.	219.	0.	0.	0.	0.	0.
J=26	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	955.	2206.	1576.	7.	0.	0.	0.	0.	0.
J=25	0.	69.	66.	245.	111.	16.	0.	685.	1886.	3210.	368.	0.	0.	0.	0.	0.
J=24	0.	194.	482.	1102.	1555.	1254.	0.	594.	2055.	3900.	1595.	246.	41.	0.	0.	0.
J=23	0.	53.	345.	1226.	0.	600.	1869.	811.	2222.	1141.	1949.	1489.	867.	0.	0.	0.
J=22	0.	288.	1138.	107.	0.	0.	506.	2814.	1629.	345.	2200.	0.	1643.	341.	0.	0.
J=21	107.	785.	260.	20.	0.	0.	363.	68.	205.	1349.	3226.	575.	1707.	130.	0.	0.
J=20	709.	0.	157.	0.	0.	0.	270.	0.	0.	314.	1928.	1651.	1309.	96.	0.	0.
J=19	737.	0.	0.	0.	0.	387.	198.	32.	0.	20.	1251.	1160.	968.	935.	223.	0.
J=18	282.	0.	0.	0.	100.	1933.	3.	76.	0.	0.	1220.	1521.	607.	1346.	316.	0.
J=17	0.	0.	0.	9.	249.	987.	349.	34.	0.	33.	945.	1317.	727.	874.	234.	0.
J=16	0.	0.	0.	111.	555.	461.	420.	27.	0.	279.	913.	1289.	332.	803.	41.	0.
J=15	0.	0.	226.	524.	827.	468.	279.	0.	0.	342.	695.	1106.	301.	736.	0.	0.
J=14	125.	288.	537.	452.	272.	465.	140.	0.	0.	630.	939.	1120.	458.	522.	89.	104.
J=13	327.	48.	323.	252.	521.	184.	27.	0.	304.	278.	1497.	115.	495.	250.	190.	35.
J=12	227.	583.	232.	129.	292.	101.	62.	178.	668.	14.	1482.	677.	160.	197.	12.	34.
J=11	34.	662.	246.	215.	222.	337.	191.	478.	360.	0.	1432.	458.	141.	16.	0.	443.
J=10	0.	102.	585.	880.	766.	686.	679.	176.	0.	142.	1399.	257.	428.	0.	371.	143.
J= 9	0.	82.	545.	31.	36.	82.	0.	0.	27.	245.	1021.	772.	248.	550.	129.	10.
J= 8	116.	164.	550.	249.	36.	34.	0.	0.	0.	270.	227.	1444.	488.	507.	39.	14.
J= 7	109.	252.	280.	174.	330.	89.	0.	0.	0.	133.	245.	1188.	377.	370.	141.	2.
J= 6	0.	339.	58.	133.	164.	197.	55.	96.	260.	472.	912.	968.	610.	235.	95.	64.
J= 5	0.	277.	220.	0.	169.	226.	82.	157.	434.	818.	299.	117.	723.	82.	23.	0.
J= 4	0.	88.	355.	14.	82.	227.	165.	263.	926.	359.	265.	38.	213.	490.	12.	0.
J= 3	96.	318.	82.	55.	0.	0.	27.	507.	629.	160.	103.	55.	0.	27.	433.	0.
J= 2	339.	518.	463.	455.	379.	319.	386.	717.	107.	48.	214.	111.	0.	20.	556.	0.
J= 1	391.	137.	120.	96.	137.	40.	122.	353.	27.	0.	61.	0.	0.	96.	578.	427.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur 10: Kart for fordelingen av trafikkarbeidet fra bensindrevne biler i Bergen 1983.
Enhet: 100 vognkm ÅDT
Sum for hele området: 1.703 mill. vognkm/døgn
Målestokk: 1 rute er 500 m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=34	0.	0.	0.	0.	2.	43.	2.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=33	0.	0.	0.	0.	0.	49.	41.	11.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=32	0.	0.	0.	0.	0.	1.	58.	260.	5.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=31	0.	0.	0.	0.	0.	0.	10.	213.	6.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=30	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	12.	248.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=29	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.	199.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=28	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	243.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=27	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	213.	191.	19.	0.	0.	0.	0.	0.
J=26	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	108.	260.	166.	1.	0.	0.	0.	0.	0.
J=25	0.	5.	6.	21.	10.	1.	0.	66.	248.	370.	34.	0.	0.	0.	0.	0.
J=24	0.	16.	40.	124.	178.	142.	0.	100.	248.	459.	180.	21.	4.	0.	0.	0.
J=23	0.	5.	36.	138.	0.	66.	209.	97.	251.	117.	233.	181.	88.	0.	0.	0.
J=22	0.	33.	133.	9.	0.	0.	51.	329.	184.	40.	265.	0.	199.	30.	0.	0.
J=21	13.	93.	23.	2.	0.	0.	37.	6.	18.	148.	384.	71.	207.	11.	0.	0.
J=20	86.	0.	14.	0.	0.	0.	30.	0.	0.	27.	219.	183.	152.	8.	0.	0.
J=19	88.	0.	0.	0.	0.	43.	23.	4.	0.	2.	141.	132.	106.	100.	23.	0.
J=18	32.	0.	0.	0.	9.	225.	0.	9.	0.	0.	138.	168.	57.	149.	29.	0.
J=17	0.	0.	0.	1.	22.	111.	36.	3.	0.	3.	102.	151.	73.	93.	21.	0.
J=16	0.	0.	0.	10.	62.	49.	46.	2.	0.	24.	101.	147.	36.	86.	4.	0.
J=15	0.	0.	21.	58.	93.	47.	27.	0.	0.	36.	74.	128.	30.	80.	0.	0.
J=14	15.	25.	58.	47.	28.	49.	14.	0.	0.	75.	98.	128.	49.	51.	8.	10.
J=13	39.	4.	35.	28.	50.	18.	3.	0.	35.	34.	173.	10.	55.	23.	18.	4.
J=12	24.	64.	26.	14.	28.	9.	5.	15.	74.	1.	171.	76.	14.	19.	2.	3.
J=11	3.	76.	29.	25.	19.	29.	17.	54.	41.	0.	164.	46.	14.	1.	0.	53.
J=10	0.	9.	69.	100.	82.	75.	76.	20.	0.	12.	160.	22.	44.	0.	45.	17.
J= 9	0.	7.	62.	3.	3.	7.	0.	0.	2.	21.	113.	85.	24.	65.	15.	1.
J= 8	10.	14.	60.	24.	3.	3.	0.	0.	0.	24.	20.	166.	52.	51.	5.	2.
J= 7	10.	28.	28.	16.	32.	8.	0.	0.	0.	12.	21.	135.	39.	34.	14.	0.
J= 6	0.	39.	5.	12.	16.	21.	5.	8.	23.	49.	100.	106.	63.	20.	11.	8.
J= 5	0.	30.	22.	0.	15.	23.	7.	14.	44.	89.	29.	12.	80.	7.	3.	0.
J= 4	0.	8.	40.	1.	7.	25.	19.	24.	106.	31.	26.	3.	25.	58.	1.	0.
J= 3	8.	37.	7.	5.	0.	0.	2.	54.	71.	14.	12.	5.	0.	2.	51.	0.
J= 2	39.	61.	51.	50.	44.	38.	45.	85.	9.	4.	23.	11.	0.	2.	62.	0.
J= 1	42.	12.	10.	8.	12.	4.	11.	41.	2.	0.	5.	0.	0.	8.	66.	51.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur 11: Kart for fordelingen av trafikkarbeidet fra dieseldrevne biler i Bergen 1983.
Enhet: 10 vognkm ÅDT
Sum for hele området: 0.189 mill. vognkm/døgn
Målestokk: 1 rute er 500 m.

11 TRAFIKKUTSLIPP

****

Beregningen av samlet utslipp pr. 500-meter-rute fra biltrafikken er basert på utslippsfaktorer og data for trafikkarbeidet.

****

Ved utslippsberegningene er det benyttet utslippsfaktorer som vist i tabell 5. For sentrumsområdet er det regnet med andre utslippsfaktorer enn ellers, på grunn av at trafikken her går tregere.

Tabell 5: Utslippsfaktorer fra biltrafikk i Bergensområdet. Enhet: g/km. (Larssen, 1986).

Middeltrafikk	Bensin	Diesel
SO_2	0.02	1.7
NOx	1.8	15.0
CO	20.8	5.0
Partikler	0.144	1.0
Elem.C	0.0132	0.5
Sentrumstrafikk	**Bensin**	**Diesel**
SO_2	0.02	1.7
NOx	1.6	16.5
CO	32.9	8.0
Partikler	0.115	1.0
Elem.C	0.0132	0.5

I tallene ligger følgende forutsetninger innebygd:

- Gjennomsnittlige kjørehastigheter: Sentrum, rushtid: 20 km/h
  Sentrum, utenom rushtid: 30 km/h
  Utenfor sentrum: 50 km/h
- Rushtidstrafikken morgen og kveld representerer tilsammen 30% av døgntrafikken.
- Vektfordeling av tunge kjøretøyer: 3.5 - 10 tonn: 25%
  10 -20 tonn: 60%
  > 20 tonn: 15%
- Kaldstartandel: 15% som gjennomsnitt over dagen.

Grunnlaget for valget av utslippsfaktorer er resultatene av utslippsmålinger utført i Norge og Sverige i løpet av de siste årene (Larssen, 1986).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=34	0.	0.	0.	0.	27.	551.	32.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=33	0.	0.	0.	0.	0.	648.	563.	159.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=32	0.	0.	0.	0.	0.	14.	790.	3312.	71.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=31	0.	0.	0.	0.	0.	0.	141.	2724.	88.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=30	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	177.	3141.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=29	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	35.	2521.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=28	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3120.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
J=27	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2648.	2500.	283.	0.	0.	0.	0.	0.
J=26	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1380.	3261.	2190.	9.	0.	0.	0.	0.	0.
J=25	0.	84.	86.	317.	143.	20.	0.	911.	2960.	4683.	487.	0.	0.	0.	0.	0.
J=24	0.	244.	611.	1601.	2275.	1829.	0.	1085.	3074.	5756.	2303.	318.	53.	0.	0.	0.
J=23	0.	69.	481.	1783.	0.	861.	2710.	1214.	3210.	1566.	2901.	2248.	1197.	0.	0.	0.
J=22	0.	420.	1684.	138.	0.	0.	696.	4169.	2371.	502.	3290.	0.	2477.	442.	0.	0.
J=21	161.	1171.	336.	27.	0.	0.	503.	88.	265.	1933.	4793.	875.	2574.	168.	0.	0.
J=20	1067.	0.	203.	0.	0.	0.	388.	0.	0.	407.	2790.	2382.	1931.	124.	0.	0.
J=19	1105.	0.	0.	0.	0.	561.	293.	48.	0.	27.	1820.	1696.	1391.	1328.	311.	0.
J=18	413.	0.	0.	0.	129.	2854.	5.	115.	0.	0.	1779.	2190.	809.	1942.	417.	0.
J=17	0.	0.	0.	11.	322.	1436.	484.	44.	0.	42.	1349.	1930.	1002.	1239.	309.	0.
J=16	0.	0.	0.	143.	806.	650.	603.	34.	0.	362.	1313.	1888.	477.	1142.	53.	0.
J=15	0.	0.	302.	754.	1200.	643.	376.	0.	0.	484.	985.	1629.	415.	1054.	0.	0.
J=14	188.	373.	766.	633.	381.	656.	191.	0.	0.	940.	1320.	1637.	651.	711.	115.	140.
J=13	487.	62.	461.	365.	703.	253.	38.	0.	447.	419.	2202.	149.	714.	329.	257.	52.
J=12	318.	840.	335.	186.	393.	131.	80.	230.	962.	18.	2183.	981.	207.	266.	19.	44.
J=11	44.	973.	367.	316.	287.	437.	248.	696.	530.	0.	2097.	634.	192.	20.	0.	666.
J=10	0.	133.	868.	1282.	1089.	985.	986.	255.	0.	184.	2048.	333.	598.	0.	558.	215.
J= 9	0.	106.	799.	41.	46.	106.	0.	0.	35.	317.	1471.	1108.	335.	816.	193.	15.
J= 8	150.	212.	785.	336.	46.	44.	0.	0.	0.	350.	294.	2103.	693.	697.	58.	21.
J= 7	141.	363.	383.	233.	450.	115.	0.	0.	0.	172.	317.	1720.	526.	489.	193.	3.
J= 6	0.	499.	75.	172.	223.	276.	71.	124.	336.	658.	1310.	1390.	854.	304.	142.	97.
J= 5	0.	397.	302.	0.	218.	313.	106.	203.	598.	1173.	404.	160.	1045.	106.	35.	0.
J= 4	0.	118.	516.	18.	106.	327.	241.	349.	1358.	465.	362.	50.	316.	731.	17.	0.
J= 3	124.	468.	106.	71.	0.	0.	35.	716.	916.	207.	152.	71.	0.	35.	641.	0.
J= 2	497.	771.	664.	656.	560.	479.	569.	1070.	138.	62.	303.	150.	0.	27.	802.	0.
J= 1	555.	177.	155.	124.	177.	53.	163.	523.	35.	0.	80.	0.	0.	124.	848.	637.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur 12: Kart over midlere timesutslipp av NOx fra biltrafikk i Bergen 1983.
Enhet: kg NOx/time
Sum for hele området: 245.21 kg NOx/time
Målestokk: 1 rute er 500 m.

En usikkerhet som kan være betydelig, er utslippets avhengighet av utetemperaturen. Utslippsfaktorene i tabell 5 gjelder utslipp ved 20^0C. Noen undersøkelser tyder på at utslippet av NOx og også CO øker ikke ubetydelig, når utetemperaturen avtar. Om dette er tilfelle, vil tabell 5 gi utslippsmengder som er lavere enn de reelle utslipp. Datagrunnlaget er ikke pr. idag godt nok til å utarbeide utslipps-korreksjonsfaktorer for utetemperatur.

Figur 12 viser som eksempel det midlere timesutslipp av NOx fra biltrafikken i Bergensområdet for 1983. Utslippet av CO følger omtrent det samme mønsteret.

Tabell 6 viser beregnede årsutslipp fra biltrafikken i Bergensområdet 1983.

Tabell 6: Utslippstall for biltrafikken i Bergensområdet 1983.
Enhet: tonn/år.

Stoff	Bensin	Diesel
SO_2	12	117
NOx	1090	1059
CO	14695	395
Partikler	85	69
Elem. C	7	35
Bly (Pb)	16.5	-

12 UTSLIPP FRA VEDFYRING

****

Fra vedfyring i et byområde er det først og fremst utslippet av partikler og organiske stoffer (f.eks. PAH) som gir bidrag av betydning i forhold til utslippene fra biltrafikk og oljefyring. Anslått partikkelutslipp fra vedfyring i Bergen er av omtrent samme størrelse som partikkelutslippet for fyring med kull/koks, men det er høyst ca. en tredjedel av utslippet fra biltrafikken.

****

Forbruk av ved i Bergen til oppvarmingsformål er ikke kartlagt på samme måte som forbruk av oljeprodukter.

På bakgrunn av upubliserte opplysninger fra O. Taskjelle ved Hordaland Skogeierlag kan en anslå et samlet vedforbruk i Bergen kommune på ca. 3000-5000 rom-m^3/år, tilsvarende ca. 1500-2500 tonn/år. Taskjelle har utført en intervju-undersøkelse av vedforbruket i Bergen. På bakgrunn av den kan det anslås et gjennomsnittlig forbruk på ca. 1 rom-m^3/år eller ca. 500 kg/år pr. bolig som bruker ved. Ut fra opplysninger fra folketellingen i 1980 (Statistisk sentralbyrå, 1982) kan en anslå at antall boliger i Bergen prosjektområde som benytter ved som hoved- eller bi-kilde til oppvarming er høyst 5000. Dette gir et vedforbruk i Bergen på høyst ca. 2500 tonn/år, som er det samme som Taskjelles øvre estimat.

I et byområde gir vedfyring et nevneverdig bidrag først og fremst til utslippet av partikler. Partiklenes innhold av organiske stoffer (PAH) kan også bety endel totalt sett.

Basert på en utslippsfaktor for partikler for vedfyring på 15 g/kg (Schjoldager, 1986) gir vedforbruket i Bergen et samlet partikkelutslipp på 25-40 tonn/år. Dette tallet er usikkert, fordi det er usikkerheter knyttet både til utslippsfaktorer og vedforbruket i Bergen.

Dette er sammenlignbart med utslippet for kull/koks-fyring på ca. 50 tonn/år, og en god del mindre enn biltrafikkens utslipp på ca. 150 tonn/år.

13 SAMLET UTSLIPP

****

Biltrafikken var i 1983 årsak til ca. 98% av CO-utslippet, ca. 90% av NOx-utslippet, ca. 67% av partikkelutslippet og ca. 17% av SO_2 utslippet i prosjektområdet. Oppvarming av boliger og kontorer sto for vel 50% av SO_2-utslippet, mens tungoljeforbruk i større fyringsanlegg sto for ca. 20% av SO_2-utslippet.

****

Tabell 7 gir de samlede beregnede utslipp av svoveldioksid (SO_2), nitrogen-oksider (NOx), karbonmonoksid (CO), partikler, elementært karbon og bly innen prosjektområdet i Bergen i 1983.

Tabell 7: Beregnet utslippstall for biltrafikk og oljefyring i prosjektområdet i Bergen, 1983 (tonn/år).

Kilde	SO_2	NOx	CO	Partikler	Elem.C	Pb i bensin
Biltrafikk						
- Bensindrevne	12	1090	14695	85	7	16.5
- Dieseldrevne	117	1059	395	69	35	
Forbrenning av olje, parafin, kull/koks						
Småforbrukere olje,parafin,kull/koks	399	121		63	31	
Større forbrukere (>500 m^3/år)			73			
- Lettoljer*	82	28		3	1	
- Tungoljer**	152	56		11	6	
Sum	762	2354	15463	231	80	16.5

* Oljetyper 1, 2, 3A, 4A (lett fyringsolje og tungdestillat)
** Oljetyper 6LS og 6NS (lavsvovlig og normalsvovlig tungolje)

Tabellen gir utslippene fra forbrenning av oljeprodukter og kull/koks, som utgjør hovedutslippet. Utslipp fra søppelforbrenning og industriprosesser er også kartlagt. Disse utslippene har totalt sett mindre betydning i Bergen, men kan i noen tilfeller gi merkbar virkning på luftkvaliteten i kildenes nærområder.

Forbruk av ved til fyring er ikke kartlagt. Partikkelutslippet fra vedfyring i Bergen er anslått til høyst 40 tonn/år, dvs. høyst ca. 15% av partikkelutslippet fra biltrafikk og olje/koks-fyring samlet.

Veistøv er heller ikke tatt med. Dette består hovedsakelig av store partikler, men veistøvet gir også et bidrag til utslippet av små partikler. Om sommeren og forøvrig når det er fuktig er dette bidraget svært lite, men under tørre perioder om vinteren og våren kan bidraget til småpartikler fra veistøv faktisk bli en god del større enn eksospartikkelutslippet.

Det er heller ikke beregnet noe utslipp fra skipstrafikk. Salgstallene for petroleumsprodukter forteller om et meget stort salg til fiske/fangst og innen- og utenriks sjøtransport for Hordaland fylke, vesentlig "Marine gassolje", "Marine diesel" og normal tungolje (bunkers). Det er regnet med at bare en meget liten andel av dette forbrukes innen prosjektområdet. Ved tidligere beregninger i Sarpsborg/Fredrikstad (Haugsbakk og Gram, 1984) er det regnet med at skipene ankommer og forlater havnen i løpet av ca. 40 minutter og benytter da hovedmotorer som drives med tungolje. Hvert fartøy ligger gjennomsnittlig 6 timer ved havneanlegget for lossing/ lasting. Når det gjelder gjennomsnittsforbruket pr. skip i havneområdet ble dette anslått til

- 19 m^3 tungolje/døgn for innseiling/utseiling fra havneområdet, eller ca. 0.5 m^3/anløp

- 1.5 m^3 dieselolje/døgn ved landligge/lossing/lasting ved kai, eller ca. 0.4 m^3/anløp

Bergen er en av våre store skipsfartsbyer med stor havnetrafikk. Utslippet fra skipstrafikken vil vesentlig begrense seg til utslipp av SO_2 fra bruk av tungolje/bunkers.

14 VURDERING AV UTSLIPPSFAKTORENE

****
Modellberegningene gir vesentlig lavere verdier enn målingene tilsier, både for NOx og CO, mens SO_2 gir relativt god overensstemmelse.
****

Sammenligning av forurensningsverdier beregnet for Bergen på grunnlag av de presenterte utslippsoversiktene (Grønskei, 1986) med målte forurensningsverdier på noen målepunkter i Bergen (Larssen, et al., 1985) gir et grunnlag for vurdering av de utslippsfaktorer som er benyttet.

Modellberegninger for SO_2 gir relativt god overensstemmelse med måleresultatene, mens både for NOx, CO, svevestøv, sot (elementært C) og bly beregnes det vesentlig lavere verdier enn målt. Den gode overensstemmelsen for SO_2, som det utslippsmessig er relativt greit å holde rede på, kan tyde

på at fyringsutslippene og spredningen av disse er ganske riktig beskrevet. For trafikkutslippene gjenstår det mye arbeid, dels for å beregne utslippene bedre, dels for å få en bedre spredningsbeskrivelse. Også i Sarpsborg/Fredrikstad fikk en en slik uoverensstemmelse mellom målinger og beregninger.

Utslippsfaktorene for biler er basert på laboratoriemålinger av en rekke kjøretøyer der en prøver å simulere et normalt trafikkmønster. Målingene er foretatt under tildels idealiserte forhold, og spesielt temperaturens innvirkning er ikke godt nok kjent, men utslippet øker når temperaturen synker. Det er ting som tyder på at spesielt i områdene med stor trafikk er trafikkavviklingen i rushtiden så dårlig at utslippet stiger betraktelig.

Biltrafikken gir hovedbidragene til CO, NOx og bly og store bidrag til svevestøv og sot. Det er mulig at det dels er for lavt beregnet utslipp fra biltrafikken som er årsaken til at konsentrasjonen av CO, NOx og bly beregnes for lavt. For svevestøv og elementært karbon kan det være andre årsaker.

Følgende forhold kan vurderes som forklaringer på at det beregnes for lave verdier:

CO — De gjennomsnittlige kjørehastigheter som er benyttet (se under kapittel 11) kan være for høye. Utslippene av CO øker betydelig om hastigheten settes noe lavere.

NOx — Enkelte undersøkelser viser at NOx-utslippene fra bensindrevne biler øker betydelig når utetemperaturen senkes. Om en tar hensyn til dette, vil de beregnete utslippene måtte økes vesentlig.

Svevestøv — Partikkelutslipp fra vedfyring, veistøv og fra søppelforbrenning er ikke tatt med i utslippskartleggingen. Spesielt utslippene fra vedfyring og veistøv kan være store nok til at overensstemmelsen mellom målte og beregnete verdier blir vesentlig bedre.

15 REFERANSER

Bøhler, T. (1986) Vurdering av punktkilder i Bergen. Maksimum timesmiddelkonsentrasjon av svoveldioksid. Vedlegg C til: Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985, Delrapport C: Spredningsberegninger. Lillestrøm (NILU OR 49/86).

Gram, F. (1984) Utslippsoversikter for luftforurensninger. Lillestrøm (NILU OR 9/84).

Gram, F. (1982) Utslipp av luftforurensninger i Oslo-området 1979. Lillestrøm (NILU OR 10/82).

Grønskei, K.E. (1986) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985. Delrapport C: Spredningsberegninger. Lillestrøm (NILU OR 49/86).

Haugsbakk, I., Gram, F. (1984) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-1983. Delrapport C: Utslippsdata. Lillestrøm (NILU OR 26/84).

Larssen, S. (1986) Utslippsfaktorer for biler. Forslag til faktorer til bruk i basisundersøkelsene. Lillestrøm (NILU OR under arbeid).

Larssen, S., Grønskei, K.E., Hoem, K., Haagenrud, S.E. (1985) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985. Datarapport I. Lillestrøm (NILU OR 55/85).

Larssen, S., Hoem, K. (1985) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985. Datarapport II. Lillestrøm (NILU OR 6/86).

Larssen, S., Hagen, L.O. (1983) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985. Delrapport A: Målinger av meteorologi og luftkvalitet. Eksponering og helsevirkninger. Lillestrøm (NILU OR 54/86).

Statistisk sentralbyrå (1982) Folke- og boligtelling 1980. Kommunehefte 1201 Bergen. Kongsvinger.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 57/86	ISBN-82-7247-731-9	
DATO Juni 1986	ANSV. SIGN. J. Schjoldager	ANT. SIDER 36	PRIS kr 30,00
TITTEL Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985. Delrapport D: Utslippskartlegging		PROSJEKTLEDER Steinar Larssen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8249	
FORFATTER(E) Kari Hoem, Frederick Gram og Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (à maks. 20 anslag) Utslippskartlegging	Oljefyring	Biltrafikk	

REFERAT Biltrafikken var i 1983 årsak til ca 98% av CO-utslippet, ca 90% av NOx-utslippet, ca 67% av partikkelutslippet og ca 17% av SO_2-utslippet i Bergensområdet. Oppvarming av boliger og kontorer stå for vel 50% av SO_2-utslippet, mens tungoljeforbruk i større fyringsanlegg sto for ca 20% av SO_2-utslippet.

TITLE
Emission data from the Bergen area 1983-1985.

ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)
The main emissions in the Bergen area are due to traffic and heating. There are few and small single sources.

* Kategorier:	Åpen - kan bestilles fra NILU	A
	Må bestilles gjennom oppdragsgiver	B
	Kan ikke utleveres	C