

Årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO_x i Oslo 1960-2000

Modellberegninger
Frederick Gram

Årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO_x i Oslo 1960-2000

Modellberegninger

Frederick Gram



Forord

I et tidligere prosjekt for professor Per Nafstad i Folkehelse har NILU beregnet årlige konsentrasjonsfelter av SO₂, NO_x, partikler og bly i Oslo for årene 1973-1998. Vi benyttet oss da av utslippstall, modellberegninger samt måleresultater. Resultatene av disse beregningene ble benyttet til å beregne eksponeringen for 16 209 menn i Oslo, og denne ble korrelert med helseeffekter.

På begynnelsen av 1960-tallet skjedde det en voldsom økning i bruken av tunge fyringsoljer i Oslo, og et foreløpig anslag over SO₂-utslippet tydet på at en vinteren 1967/68 kunne ha kommet opp i en vinterkonsentrasjon på nærmere 500 µg SO₂/m³ i Oslo sentrum. På slutten av 1960-tallet kom de første restriksjonene på bruk av svovelholdig fyringsolje i Oslo, og konsentrasjonene har siden sunket drastisk i forhold til 60-årene.

1 desember 2003 gikk jeg over i pensjonistenes rekke, og har siden hatt min tid til egen disposisjon. Da Per Nafstad fortalte at han kunne få tilgang til helsedata fra Oslo for perioden fra 1950-tallet og frem til idag, ble vi enige om at jeg skulle prøve å beregne årlige forurensningsfelter for denne perioden, i første rekke for SO₂, men om mulig også for NO_x, og så skulle Nafstad se på de helsemessige sammenhenger. I hvert fall burde det være mulig å se effekter av nedgangen i SO₂-utslippene. Som pensjonist behøvde jeg ikke belaste prosjektet med kostbare timer ut over noen forberedende arkivundersøkelser høsten 2003, ellers ville ikke dette prosjektet ha vært økonomisk gjennomførbart.

For å kunne gjøre beregningene trengte vi best mulig utslippsdata, og vi har fått data fra Petroleumsstatistikken med salgstall for ulike petroleumsprodukter i Oslo fra 1960 til 2000. Dette danner hovedgrunnlaget for utslippstallene, og den nedre begrensning i tid. I tillegg har vi fått tilgang til alle spørreskjemaene for Statistisk Sentralbyrås Industristatistikk som nå er arkivert på Riksarkivet i Oslo. Her er det tatt ut data for forbruket av fast og flytende brensel for hver enkelt bedrift for årene 1955-72. Det er ikke sett på samtlige år, og forbruket er i mange tilfelle interpolert mellom år før og etter. Det er heller ikke alle bedrifter i Oslo som er med i Industristatistikken. Vi har også fått data fra en rekke andre kilder, bl.a. Oslo Havnevesen, Avinor (tidl. Luftfartsverket) og Statens Forurensnings-tilsyn/Røykskaderådet. I tillegg til dette har det vært mye data som ikke har vært innsamlet systematisk eller ikke lenger er tilgjengelig, og her har det vært nødvendig å gjøre en god del tilnærmelser for å lage tidsserier, men jeg håper de er faglig forsvarlige og ikke medfører vesentlige feil i resultatene.

I beregningene for 1973-98 ble det benyttet utslippstall og måleresultater for SO₂ til å angi konsentrasjonsnivåene og modellberegninger til å gi den romlige konsentrasjonsfordelingen, og dette ble så brukt sammen med utslippstall for NO_x til å gi konsentrasjonsfelter for NO_x. For årene før 1970 har vi bare Walter Lindbergs målinger av SO₂ og partikler fra vintrene 1958-1965 å holde oss til, men disse er ikke brukt i beregningene, bare til å se på godheten i resultatene.

Dette har blitt en stor rapport. Noen vil kanskje si det er en unødvendig stor rapport. Men det har vært nødvendig å gjøre mange antagelser under arbeidet, og jeg syntes det var viktig å kunne dokumentere faglig støtte for disse antagelsene. Det er også noe av en historiebok, som forteller en del av utviklingen, sett fra mitt ståsted. Hovedvekten i dette arbeidet er lagt på perioden 1960-72. På grunnlag av utslippstallene er det beregnet konsentrasjonsfelter for hvert år med bidraget fra ulike kildegrupper. For perioden 1973-2000 er de tidligere beregningene gjentatt, men med oppdaterte utslippstall. Fra forurensningsfeltene og opplysninger om bosted kan vi nå beregne sammenhengende tidsserier for eksponeringen av SO₂ og NO_x for alle aktuelle personer i Oslo for en tidsperiode på 40 år.

Dette har vært et spennende, men samtidig et tungt prosjekt. Det har vært flere ukjente fagområder der jeg skulle prøve å fremskaffe aktivitets- og utslippsdata, og det har blitt mye alene-jobbing. De som kanskje kunne ha svart på mine vanskelige spørsmål har enten vært borte eller er pensjonister som ikke lenger kan huske konkrete detaljer 30-40 år tilbake. Og dagens forskere er mer opptatt av timeføring og prosjekter enn fortidens problemstillinger. Jeg har oppsøkt en rekke etater i håp om å få hjelp til å fremskaffe relevante data, men enten gjelder dette grunndata fra så langt tilbake i tid at de rett og slett er kastet, eller så er de dataene som har blitt tatt vare på mer relatert til økonomiske ting som avgifter etc. enn mer fysiske ting som forbruk og dimensjoner. Dette har gjort at arbeidet har tatt mye mer tid enn opprinnelig tenkt. Etter sommeren 2005 var det ikke lenger plass for meg ved NILU, og det å arbeide hjemmefra uten skikkelig internett-forbindelse viste seg å gå svært langsomt. Det er nå ordnet, men fra høsten 2006 har jeg fått være "hospitant" ved NILU som en nomade mellom ulike PCer.

Jeg vil i første rekke få takke Per Nafstad for hans entusiasme og stadige masing om progresjon i prosjektet, men det er han som skal benytte resultatene videre, så det er rimelig at han har mast endel. Så må jeg takke en rekke personer for svar på masete e-poster. En spesiell takk til seniorrådgiver Gisle Haakonsen i Statistisk Sentralbyrå, generalsekretær Inger-Lise Nøstvig i Norsk Petroleumsinstitutt og havnedirektør Magne Løvhaug i Oslo Havnevesen for deres tålmodighet overfor mitt mas om stadig mer data, til arkivar Grethe Flood på Riksarkivet for hjelp til å finne ut av Industristatistikkens over 100 hyllemeter og arkiv-henterne på Riksarkivet for mye henting av arkivbokser samt til spesialrådgiver Geir Thorsnæs i Oslo kommune som har vært behjelpelig med å skaffe befolkningstall. Jeg vil også rette en takk til seniorforsker Dag Tønnesen ved NILU for faglig støtte ved tolkningen av data, spesielt for meteorologi og trafikk. Ellers har jeg fått data og innspill fra en rekke personer. Det er ikke alt som jeg har kunnet benytte direkte i rapporten, men de har allikevel vært med på å bidra til et bedre faglig grunnlag for mine mange antagelser.

Jeg vil jeg få takke NILU for mange gode og interessante år og for at jeg har fått anledning til å fullføre dette arbeidet ved min gamle arbeidsplass. Den største takken går til min kone Kirsten som har hjulpet meg med å lage figurer til rapporten, og for hennes tålmodighet som har latt meg få holde på med dette prosjektet, selvom det er 1000 andre ting som skulle ha vært gjort.

Frederick Gram

Innhold

	Side
Forord	1
1 Innledning	5
2 Oslo etter krigen	7
3 Tidligere målinger av luftforurensninger i Oslo	9
4 Utgangspunkt for beregningene	10
4.1 Befolkningsfordeling.....	12
5 Utslippsberegninger	13
5.1 Utslipp fra fyring.....	14
5.2 Industristatistikken	16
5.3 Trafikkutslipp	18
6 Årsutslipp av SO₂ og NO_x i Oslo-området	20
7 Spredningsberegninger	24
7.1 Sommer/vinter.....	26
8 Resultater	27
8.1 Konsentrasjonsfelter.....	27
8.2 Bydelskonsentrasjoner	36
9 Usikkerhet i beregningene	43
10 Hvordan passer dette med Lindbergs målinger?	43
11 Referanser	44
Vedlegg A Befolkningsfordeling for Oslo og østre Bærum	53
Vedlegg B Utslipp av SO₂ og NO_x fra fyring	77
Vedlegg C Utslipp av SO₂ og NO_x fra industribedrifter 1960-72	99
Vedlegg D Utslipp fra SO₂ og NO_x fra trafikk	111
Vedlegg E Spredningsberegninger og meteorologi	161
Vedlegg F Målinger av SO₂ og NO_x i Oslo	173
Vedlegg G Tidligere utslipps- og konsentrasjonsberegninger for Oslo	181

Årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO_x i Oslo 1960-2000

Modellberegninger

1 Innledning

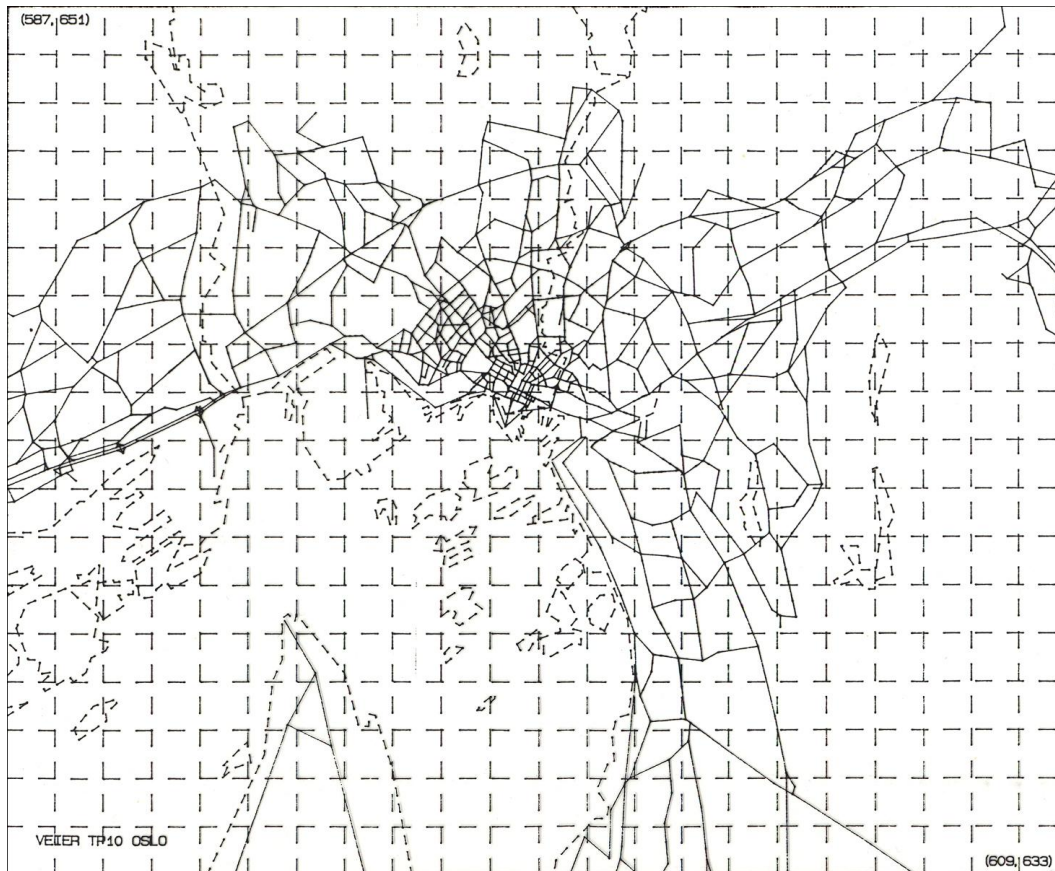
Professor Per Nafstad ved Folkehelse fikk i 2002 økonomisk støtte fra Kreftforeningen og Norges forskningsråd til et prosjekt som gikk ut på å studere sammenhengen mellom luftforurensning, kreft og dødelighet i en kohort av 16 209 Oslo-menn som ble fulgt fra 1974 til 1998. NILU har bidratt til prosjektet med beregninger av årlige forurensningsfelter av SO₂, NO_x, partikler og bly i Oslo (Gram og Grønskei, 2002).

Beregningene av forurensningene var basert på detaljerte beregninger av konsentrasjonsbidraget fra fyring og trafikk i Oslo for årene 1979 og 1995. Resultatene fra disse ble ekstrapolert etter målte SO₂-konsentrasjoner i Oslo sentrum og utslippstall av SO₂ til årskonsentrasjonsfelter av SO₂. For de andre komponentene ble det først beregnet en serie med spredningsfelter for fyring og trafikk (konsentrasjonsfelt dividert med utslippsfelt), og disse ble så ganget med årsutslippene. Feltene ble benyttet til å beregne årsmiddelkonsentrasjoner ved boligadressene til deltakerne. I tillegg ble det beregnet et ekstra konsentrasjonsbidrag for personer bosatt langs sterkt trafikkerte veier. Dette gjorde det mulig å studere betydningen av forurensningsnivå på deltakernes bosted over en 25 års periode for risikoen for kreft, hjerte-karsykdommer og dødelighet. Prosjektet er beskrevet i tre tidsskrift-artikler (Gram et al., 2003, Nafstad et al., 2003, 2004).

Da Nafstad fortalte at han kunne få tilgang til helsedata fra Oslo for perioden fra 1950-tallet og frem til idag, ble vi enige om at jeg skulle prøve å se om det var mulig å beregne årlige forurensningsfelter også for årene tilbake til 1950, i første rekke for SO₂, men om mulig også for NO_x. For å kunne gjøre dette trengte vi best mulig utslippsdata, spesielt for årene før 1974. Vi har fått tilgang til spørreskjemaene for Statistisk Sentralbyrås Industristatistikk som nå er arkivert på Riksarkivet i Oslo. Her er det tatt ut data for forbruket av fast og flytende brensel for hver enkelt industribedrift i Oslo og østre Bærum for årene 1955-72. Vi har også fått tilgang til data fra en rekke andre kilder, bl.a. Norsk Petroleumsinstitutt og Statens Forurensningstilsyn. Da det viste seg at det ikke fantes fylkesvise salgstall for oljeprodukter for årene før 1960, ble 1960 en naturlig nedre begrensning for tidsperioden. For perioden 1973-2000 er de tidligere beregningene oppdatert, men med nye utslippstall. De beregnede konsentrasjonsfeltene er koblet med befolkningsfelt for hver bydel i Oslo til å gi årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO_x på bydelsnivå, og vi kan nå beregne bosteds-eksponeringen for SO₂ og NO_x for alle aktuelle personer over en 40-årsperiode.

Alle beregningene er gjort for et rutenett med km²-ruter (ED50-nett), 22 ruter vest-øst og 18 ruter syd-nord, som vist i Figur 1. Oslo sentrum ligger i km-ruten (11,11). Beregningsområdet omfatter også deler av østre Bærum, her er det anslått

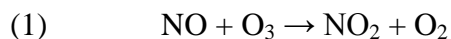
utslippstall etter ulike metoder. Utslippstallene i denne rapporten stemmer derfor ikke alltid med "offisielle" utslippstall for Oslo fylke.



Figur 1: Beregningsområdet for Oslo og østre Bærum med hovedveinettet 1990.

Det ville ha vært ønskelig om vi hadde kunnet beregne utslipp og konsentrasjoner av **partikler**, siden dette er en forurensningskomponent som i de senere år har kommet mer og mer i søkelyset i helsemessig sammenheng. Det er særlig konsentrasjoner av små partikler, PM₁₀, PM_{2.5} og PM_{1.0} (partikler mindre enn hhv. 10 µm, 2.5 µm og 1 µm) som er av betydning. Walter Lindberg målte "røykpartikler/sot" ved reflektometrisk måling av svertningen på filtre, og dette var riktig i en tid der mye av utslippet kom fra industrien, ved siden av forbrenning av tungolje og fast brensel (kull, koks og ved). På 60- og 70-tallet kunne områdene rundt Nydalen og Lodalen være dekket av skyer av rødbrunt støv fra smelteverkene i byen. For å kunne gjøre beregninger av partikkelutslipp og partikkelkonsentrasjoner, helst ned på størrelsesfraksjonsnivå måtte vi ha vesentlig mer detaljerte inngangsdata, så dette er dessverre ikke mulig.

Det ville også ha vært ønskelig å beregne **NO₂-konsentrasjoner**. Nitrogen-dioksid, NO₂, utgjør sammen med nitrogenmonoksid, NO det som til daglig kalles NO_x, og utgjør i atmosfæren normalt 5-10 % av NO_x. NO₂ dannes vesentlig ved atmosfærisk oksidasjon av NO, ved atmosfærisk ozon, O₃:



Ozon er en naturlig bestanddel av atmosfæren og blir dannet i stratosfæren ved fotodissosiasjon av oksygen. Den hindrer bl.a. skadelig ultrafiolett stråling fra solen i å nå jordoverflaten. I Europa fører fotokjemiske reaksjoner mellom utslipp av nitrogenoksider og flyktige hydrokarboner til at det blir dannet bakkenært ozon i sommerhalvåret. (TVLF, 2002) Det finnes ingen målinger av bakkekonsentrasjoner av O_3 før på slutten av 70-tallet, og dette gjør det umulig å beregne NO_2 -konsentrasjoner for perioden.

Det er masse data som det ikke har vært mulig å få tak i, i første rekke på grunn av at primærdatabasene ikke lenger eksisterer, eller overhodet aldri har vært samlet inn. Det har derfor vært nødvendig å gjøre ganske mange antagelser underveis, og det er redegjort for bakgrunnen for disse i vedleggene til rapporten. For mange kildegrupper har det nok blitt litt vel mye detaljer.

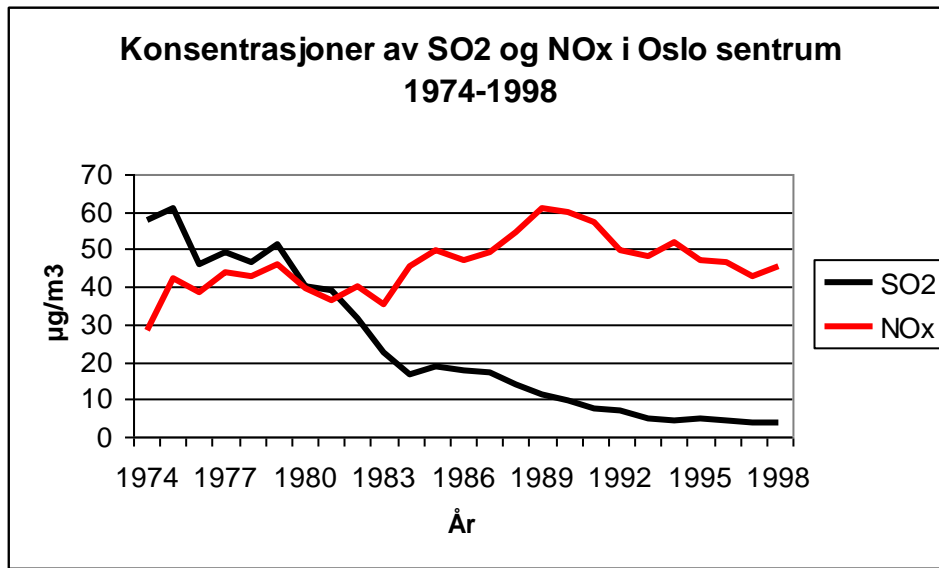
2 Oslo etter krigen

I årene etter krigen var fortsatt ved, kull og koks de viktigste energibærerne i Norge, og mye av dette hadde et høyt svovelinnhold, 2 - 4 % S. Etter hvert fikk en leveranser med mindre svovel, og i disse beregningene er det benyttet 1,5 % S for kull og koks (Joranger et al., 1970, Fjeld, 1976, Semb, 1978). På begynnelsen av 1950-tallet begynte en å få levert olje fra Midt-Østen, og dette skulle bli den dominerende energikilden i Vest-Europa i de neste to tiår. Råoljen fra Midt-Østen hadde mellom 1.6 og 2.4 % svovel, og etter den enkle raffineringen en hadde på den tiden fikk en ut ca. 40 % i form av tungolje med mellom 2.4 og 3 % svovel. I desember 1952 var det en forurensningsepisode i London med høye konsentrasjoner av røykpartikler og SO_2 (smog) hvor mer enn 4000 mennesker døde av forurensningene. Dette resulterte i noen spede forsøk på å få redusert utslippene, men det var ikke før en ny smogepisode i 1962 hvor omtrent 800 mennesker døde at det kom krav i England om at noe måtte gjøres.

Gassverket på Ankertorget som ble opprettet i 1848 var basert på tørrdestillasjon av steinkull, med produksjon av bygass og koks. På sitt høyeste var det gassleveranser til over 30 000 abonnenter, industri og private. Produksjonen ble etter hvert lite lønnsom, men i 1964 ble anlegget på Ankertorget nedlagt og det ble bygget et nytt gassverk på Sjursøya basert på lettbensin. Dette opprettholdt gassleveranser, på slutten vesentlig til industribedrifter i indre by til det ble nedlagt i 1979. Etter hvert som oljen gjorde sitt inntok ble kull- og koksforbruket til husoppvarming gradvis redusert. Gamle koksfyrt sentralvarmeanlegg hadde fra krigens slutt gradvis blitt omlagt til fyring med tungoljer. Samtidig begynte Oslo Lysverker en storstilt kraftutbygging, og ledningsnettene ble forsterket. Elektrisitet ble gradvis den dominerende energiform, og SO_2 -konsentrasjonene sank drastisk i forhold til 60-årene. I 1970 kom de første restriksjonene på bruk av svovelholdig fyringsolje i Oslo og Drammen. Senere har nedgangen fortsatt, og idag er SO_2 -konsentrasjonene ubetydelige i Oslo.

Figur 2 viser beregnede årsmiddel-konsentrasjoner i Oslo sentrum for perioden 1974-1998 (Gram og Grønskei, 2002). NO_x -konsentrasjonene, som skyldes både fyring og trafikk, har vært mer konstante. En nedgang i bruken av fossilt brensel

har blitt kompensert av en økning i biltrafikken. Først på slutten av 1980-tallet begynte utslippreduksjoner (katalysator) å få effekt på NO_x-verdiene.



Figur 2: Utviklingen i årsmiddelkonsentrasjonene i Oslo sentrum 1974-1998. Enhet: µg/m³. (Gram og Grønnskei, 2002).

I 1948 ble Oslo og Aker sammensluttet til en kommune. En hovedgrunn for sammenslåingen var en økende trangboddhet i byen, der befolkningen var pakket sammen i små leiligheter med en lite tilfredsstillende boligstandard. I Aker var det hovedsakelig spredt bosetning med et stort innslag av jordbrukseiendommer. I årene som fulgte ble de gamle gårdene kjøpt eller ekspropriert av kommunen, og lagt ut til byggegrunn. Hovedtyngden av ny bebyggelse ble plassert nord og øst i det gamle Aker, og bydelene Tveita, Manglerud, Lambertseter, Oppsal, Bøler, Årvoll, Tonsenhagen og Veitvet ble bygget ut. Noe ble bygget på vestkanten, på Hovseter, Studentbyen på Sogn og Universitetsanlegget på Blindern. I sentrum ble Pipervika og Vaterland rasert til fordel for kontorbebyggelse. En rekke små og store industribedrifter i Oslo ble enten nedlagt, flyttet til Groruddalen med den nye Østre Aker vei, eller flyttet ut av Oslo-området.

I forbindelse med byggingen av Oslo Rådhus ble det opprettet en varmesentral i Rosenkrantz' gate, som leverte vannbåren varme til en rekke bygninger i området. Varmesentralen ble fyrt med tungolje og spillkraft, og oljeforbruket varierte fra 50 tonn/år til 4400 tonn/år, avhengig av temperaturen og tilgangen på billig spillkraft. På begynnelsen av 80-tallet ble det bygget ut et fjernvarmenett i Groruddalen og mer og mer industri og boliger har blitt knyttet til nettet. Dette har gjort det mulig å erstatte utslipp fra brenning av fyringsolje i små anlegg med utslipp fra noen større anlegg med gode driftsbetingelser og høye skorsteiner. På søndre Nordstrand ble det først bygget et varmeanlegg på Holmlia, senere kom avfallsforbrennings-anlegget på Klemetsrud.

Finn Overvik har skrevet om opphavet til Statens Forurensningstilsyn bl.a.:

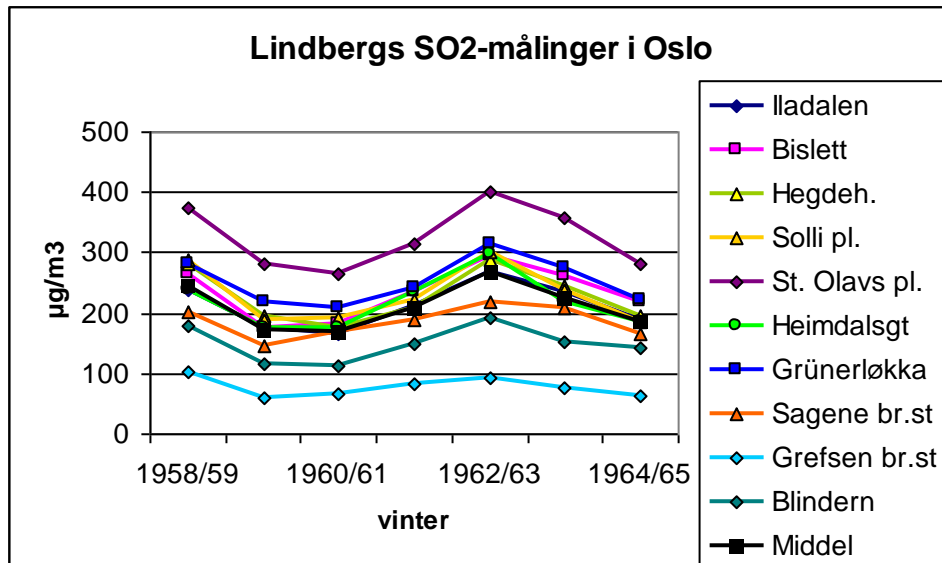
"På 1950-tallet var industrien i Norge på fremmarsj, også i Oslo. Vann- og luftforurensning var et ukjent begrep for folk flest. Men marinbiologer med

Trygve Braarud i spissen påviste sammenhenger mellom industriens og spesielt kommunenes kloakkutløp og forurensningen i vann og elver, og i 1958 ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) dannet. I løpet av 1960-årene skjedde noe av det samme i forhold til luftforurensningen og de problemene den skapte. Vi fikk i 1961 et Røykskaderåd under Industridepartementet som skulle bringe noe av luftforurensningen under kontroll, men det var uten noen særlig autoritet og fikk ikke utrettet stort. I statsadministrasjonen ble industrivekst fortsatt sett på som det viktigste. Luftforurensningen ble mer sett på som et hinder for ytterligere vekst enn som en trussel mot naturen og samfunnet. Da Norsk institutt for luftforskning (NILU) ble opprettet i 1969 kunne det konsentrere seg om registrering av forurensning og industriens problemer med å fjerne den. Med vitenskapeliggjøringen av luftforurensningen fikk også Røykskaderådet bygd opp et større ekspertapparat med ingeniører, og rådets rolle ble mer akseptert i industrien. På begynnelsen av 1970-tallet så Røykskaderådet en viss fare for at de selv og vann- og avløpskontoret kunne bli eliminert som ekspertorganer til fordel for NIVA og NILU, spesielt etter opprettelsen av Miljøverndepartementet i 1972. Departementet var opptatt av å prøve å håndtere forurensningsproblemer innenfor gitte fysiske rammer, og de så på miljøproblemer som en trivselsdempende faktor. Naturen var ikke lenger bare et skattkammer for økonomisk vekst, men også et arsenal for rekreasjon og trivsel. Ved dannelsen av Statens Forurensningstilsyn (SFT) i 1974 ble årelange kontroverser mellom ulike ekspertgrupper og samfunnsideologier lagt noe til side, men de var fortsatt preget av ingeniørideologi."

3 Tidligere målinger av luftforurensninger i Oslo

I desember 1952 var det en stor forurensningsepisode i London med høye konsentrasjoner av SO_2 og svevestøv (smog) som førte til at omkring 4000 personer døde (Ministry of Health, 1954). Over fire døgn var det et høytrykk over Syd-England og et lavtrykk over Irland som holdt hverandre i sjakk og dette gav vindstille, tåke og bakkeinversjon opp til 800 fot, enkelte steder ikke mer enn 250 fot. Allerede på begynnelsen av 50-tallet ble det utført rutinemessige målinger av SO_2 og svevestøv på 82 steder i England og Wales. Dette gjorde at det ble startet med daglige målinger av SO_2 og svevestøv ved St. Bartholomew's Hospital i City of London i januar 1954 (Commins og Waller, 1967). I oktober 1955 kom det lovbestemmelser som begrenset utslippet av støv i London, og konsentrasjonene sank noe etter dette i 10-årsperioden 1954-64. For SO_2 var det en svak økning i konsentrasjonene til tross for en sterk økning i utslippet, men dette skjedde fra store kraftstasjoner og høye kontorbygninger.

Amanuensis Walter Lindberg ved Hygienisk Institutt fattet interesse av situasjonen i London og begynte med målinger av støvnedfall på 6 steder i Oslo fra høsten 1956 til våren 1966. Høsten 1958 ble måleprogrammet utvidet til døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 og røykpartikler (sot) på 11 steder i Oslo-området. På grunnlag av måleresultatene studerte han korrelasjoner mellom luftforurensninger og dødelighet i Oslo. Figur 3 viser et plott av Lindbergs vintermiddelverdier av SO_2 for perioden 1958/59 til 1964/65 (Lindberg, 1968). Verdien for St. Olavs plass for vinteren 1964/65 kan ut fra sammenhenger i andre år anslås til ca. $283 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 3: SO₂-konsentrasjoner i Oslo vintrene 1958-65 (Lindberg, 1968).
Enhet: µg/m³.

I perioden mellom 1965 og 1969 ble det ikke utført regelmessige forurensningsmålinger i Oslo. I forbindelse med Bjarne Sivertsens hovedfagsarbeide (Sivertsen, 1969) gjorde Lindberg vinteren 1967/68 (desember-mars) målinger av SO₂ og røyk ved Hygienisk institutt på Majorstua, men her var hovedvekten lagt på den relative variasjonen fra dag til dag av røykkonsentrasjonen. I 1970 gjorde Mads John Thyvold beregninger av SO₂-utslippet i Oslo (Joranger et al., 1970), og disse kunne tyde på at en vinteren 1967/68 kunne ha kommet opp i en vinterkonsentrasjon av SO₂ i Oslo sentrum på nærmere 500 µg/m³. Dette er en vesentlig grunn til at jeg har satt igang arbeidet med disse beregningene som presenteres her.

4 Utgangspunkt for beregningene

Bakgrunnen for beregningene er i utgangspunktet meget spinkelt, men mer enn 30 års erfaring i beregninger av forurensninger i Oslo-området kommer nå til nytte. I utgangspunktet skulle man for **hvert** år ha samlet inn detaljerte data for:

- forbruk-, trafikk- og utslippsfelter,
- tidsvariasjoner for utslippene (måned, time, temperatur),
- timevise data for vind og stabilitet en rekke steder i Oslo-området, noe som danner grunnlaget for vurderinger av spredningsforholdene,
- konsentrasjonsmålinger, som en kontroll av beregningene.

Disse dataene har man ganske enkelt ikke, vesentlig fordi de aldri har vært samlet inn. Men ved NILU har det i årenes løp vært utført en rekke prosjekter om forurensninger i Oslo der det har vært samlet inn detaljerte data over en kortere periode, og dette blir benyttet her. For 1973-98-beregningene hadde vi målinger av SO₂, og mer sporadiske måleresultater for NO_x å støtte oss på. Beregningene av forurensningene ble basert på detaljerte utslipps- og spredningsberegninger for årene 1979 og 1995, og disse ble så inter- og ekstrapolert på forskjellige måter

med målte tidsserier for noen steder og noen komponenter samt med forbruks- og utslippstall.

I denne rapporten går vi flere skritt tilbake i historien, og vi har ingen målinger å støtte oss til før vi kommer tilbake til Lindbergs målinger. Disse skal vi ikke bruke aktivt, men i stedet prøve å benytte dem som en kontroll på våre beregninger. Hovedvekten i dette arbeidet har vært å fremskaffe best mulige utslippstall for perioden 1960-72, og å oppdatere utslippsberegningene for perioden 1973-1998 og videre til 1999-2000. Mye arbeid har bestått i å kontrollere forutsetningene i de tidligere utslippsberegningene for trafikk og fyring.

Statistisk Sentralbyrå har beregnet utslippstall for Norge siden 1973, og i samarbeid med Statens Forurensningstilsyn utslipp til luft på grunnkrets nivå for flere steder i Norge, for Oslo fra 1991. I sine beregninger benytter SSB seg av detaljerte data fra ulike statistikker innsamlet med hjemmel i Forurensningsloven og i Statistikkloven (Flugsrud et al. 2000, Haakonsen 2000, Flugsrud og Haakonsen, 2000). Metodikken blir stadig forbedret, og benyttes idag til å lage utslippsoversikter fordelt på grunnkretser til bruk i overvåkningssystemet AirQUIS. Statistikkloven gir sterke begrensninger om hva Statistisk Sentralbyrå kan gi videre av opplysninger, f.eks. om enkeltbedrifter, og dette har skapt unødige mye ekstraarbeid i denne undersøkelsen. Bedriftene må gi tillatelse til at rapporterte data skal kunne bli gitt videre, og for bedrifter som er nedlagt for 20-30 år siden er dette svært vanskelig.

Alle utslippsberegninger er basert på ligningen

$$(2) \quad \text{Utslipp} = \Sigma \text{Aktivitetsdata} \times \text{Utslippsfaktor}$$

Aktivitetsdata kan være energivareforbruk i en gitt sektor fra SSBs energiregnskap (f.eks. forbruk av tungolje pr. år), og utslippsfaktorene gjelder for den aktuelle komponent og sektor (f.eks. kg SO₂ pr. tonn tungolje). I mange tilfelle har en ikke direkte tall for prosessutslippet eller energivareforbruket til å beregne utslipp, og en er henvist til å bruke *surrogatdata*, datasett som har en mer eller mindre sterk sammenheng med aktiviteten som står for utslippet. Det vanligste er å benytte produksjonstall, og utslippsfaktorer er ofte gitt som utslipp pr. tonn produsert vare eller utslipp pr. km, men kan også være utslipp pr. 1000 kr kull.

SSBs utslippsberegninger for Oslo starter først for 1991, men vi har funnet tidsserier av surrogatdata som har gitt informasjon om utviklingen på ulike felter, og dette har så vært brukt til å lage tidsserier for utslippet i Oslo (og østre Bærum). Vi har ikke hatt tilgang til de samme opplysningene som SSB, og har for å få konsistente beregninger derfor valgt å ta utgangspunkt i Norsk Petroleumsinstitutt's årlige oppgaver over salg av petroleumsprodukter. Vi har imidlertid prøvd å følge de samme prinsippene som i SSBs arbeide, men kanskje med andre aktivitetsdata og utslippsfaktorer. Vi har hatt kontakt med flere av SSBs dataleverandører, men de har ikke lenger de dataene det spørres etter og har bare i liten grad kunnet hjelpe til med eldre statistikk tall. Siden resultatene av disse beregningene skulle benyttes til å studere statistiske sammenhenger mellom luftforurensninger og helse, ble det lagt stor vekt på at utslipps- og

konsentrasjonsberegningene skulle være mest mulig uavhengige, i den grad dette var mulig. Det var også viktig at det ble benyttet samme metodikk for hele tidsserien, slik at en kan unngå metodiske endringer. SSB har også måttet gjøre en god del antagelser i sine beregninger.

Tabell 1 viser SSBs beregninger av utslippet av SO₂ og NO_x i Oslo for 1997, fordelt på ulike kildegrupper (Haakonsen, 2000). Den viser også det relative bidraget i dagens situasjon, og har vært nyttig m.h.t. hvor mye arbeide som skulle nedlegges for de ulike kildegruppene, selv om forholdene på 60-, 70- og 80-tallet var ganske forskjellig fra idag for endel kildegrupper. Her er det ikke med noe utslipp fra Fornebu lufthavn, siden flyplassen lå i Bærum i Akershus fylke. (I SSBs utslippsberegninger ble det i flere år regnet med utslipp fra flytrafikk i Oslo fylke, p.g.a. at hovedflyplassen er registrert med hovedkontor i Oslo!)

Tabell 1: SSBs beregninger av utslipp av SO₂ og NO_x i Oslo for 1997. Enhet: tonn/år. (Haakonsen, 2000).

Kilde	Utslipp		% av total	
	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
Stasjonær forbrenning	315,3	933,3	60,24	14,72
Industri	96,2	88,2	18,38	1,39
Offentlig tjenesteyting	17,6	33,4	3,36	0,53
Privat tjenesteyting	50,3	91,9	9,61	1,45
Primærnæringer	0,7	1,4	0,13	0,02
Private husholdninger	99,7	166,2	19,05	2,62
Forbrenning av avfall og deponigass	50,8	552,3	9,71	8,71
Mobile kilder	136,7	5051,0	26,12	79,64
Veitrafikk	116,0	4422,0	22,16	69,72
- Personbiler	27,4	2112,8	5,24	33,31
- Andre lette kjøretøyer	24,5	405,8	4,68	6,40
- Tunge kjøretøyer	63,8	1892,7	12,19	29,84
- Moped og MC	0,3	10,6	0,06	0,17
Motorredskap	12,9	511,0	2,46	8,06
Jernbane	0,1	5,0	0,02	0,08
Skip og båter	7,7	112,8	1,47	1,78
Utenriks sjøfart	71,4	358,1	13,64	5,65
Sum	523,4	6342,4	100,00	100,00

4.1 Befolkningsfordeling

En del av utslippene fra fyring og andre kilder kan ikke stedfestes, og vi har derfor vært henvist til å fordele dette etter ulike nøkler, i første rekke etter befolkningen. Vedlegg A viser detaljert beregningene av befolkningsfordelingen i området. Vi har fått data fra Oslo kommune over folkemengden i Oslo pr. 1. januar som vist i Tabell A.1 i Vedlegg A. Vi har videre fått tall for befolkningen i roder og soner i Oslo pr. 31.12 for årene 1960, 1964, 1968, 1970, 1973, 1984 og for 1.1.1994 og 2003 (tall for bydelene vist i Tabell A.3), samt fra folke- og boligtellingsene i 1.11.1970, 1.11.1980, 1.11.1990 og 3.11.2001, og dette er sammen med kart over rodene benyttet til å beregne befolkningen fordelt på km²-ruter i beregningsområdet som vist i Figur 4 for 31.12.1968. Fra folke- og boligtellingsene for Oslo i 2001 har vi fått data for antall husholdninger innen hver bydel som fyrer med fast

brensel samt andelen av boliger fra før 1970, og sammen med tall for antall personer pr. husstand er dette brukt til å fordele forbruket av ved og den delen av forbruket av fast og flytende brensel som ikke kan stedfestes fra Industristatistikken.

Beregningsområdet omfatter også deler av østre Bærum. Her er det benyttet SSBs folketall for Bærum 1960-2000 samt tall fra folke- og bolig tellingen for Bærum i 1960, 1970, 1980, 1990 og 2001. Totalt bodde det i Oslo og østre Bærum 508 089 personer pr. 31.12.1968, i rute (10,12) bodde det i 21 634 personer.

```

MAP OF : OSLO + Ø. BÆRUM   UNIT: PERSONER           SOURCE: Befolkning
PERIOD : 1968             PLACE: OSLO             GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2004/06/16 13.43 FILE: BEF-OSLO-1968.PRN

      MAXIMUM VALUE IS 2.1634E+04, IN (10,12)
      SUM= 5.08089E+05      SCALE FACTOR:      10.

      1   2   3   4   5   6   7   8   9   10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22
J=18   .   .   .   3.  3.   .   6.   .   .   .   .   .   5.   .   6.  15.   .   .   .   .   .   10.   .
J=17   .   .   .   3.  9.  32.  9.   .   .   31. 30. 100. 65. 168.   .   .   .   80. 61.  7.  61.   .
J=16   .   .   .   . 115. 107. 91.  44. 41. 147. 407. 224. 271. 211.   .   .   8. 706. 61.  9. 106. 30.
J=15   .   .   .   27. 257. 221. 174. 93. 93. 171. 369. 363. 357. 292. 389. 136. 520. 530. 93. 106. 91. 25.
J=14   .  28. 120. 221. 215. 190. 149. 93. 178. 250. 346.1144. 792. 293. 545. 452. 480.  6.  30.  34.  78.  22.
J=13   . 110. 215. 129. 114. 145. 179. 225. 234.1217.1086.1606.1125. 165. 184. 145.   . 100. 11.  8.  4.   .
J=12  41. 169. 177. 123. 243. 203. 238. 200. 635.2163.1667.1932.1246. 371. 191. 126. 163.  37.   .   .   .   .
J=11 207. 124. 106. 146. 130. 133.  65. 167.1341. 932. 733.1237.1333. 352. 410. 406. 393.  20.   .   .   .   .
J=10 105. 126. 101.  99.  41.   .  30.  85. 337. 130.  56. 168. 868. 753. 313. 431. 487.   .   .   .   .   .
J= 9 117.  95.  67.   .  8.   .  34.  93.  1.   .   .  44. 120. 194. 386. 343. 232.   .   .   .   .   .
J= 8  81.  61.   .  24.  32.   .   .   .  9.  6.   .   .  75. 229. 397.  81. 570.  3.   .   .   .   .
J= 7   .   .  16.  65.  8.   .   .   .   .   .   .  63. 191. 189. 522. 333. 333.  2.   .   .   .   .
J= 6   .   .  8.  5.   .   .   .   .   .   .   .  32.  84. 167. 615. 487. 190.  4.   .   .   .   .
J= 5   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .  12.   . 296. 414.  32.  2.   .   .   .   .   .
J= 4   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .  20. 166. 134.  16.  16.   .   .   .   .   .
J= 3   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .  51.  51. 106.  21.  13.   .   .   .   .   .
J= 2   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .  5.  25. 108.  7.  24.  10.  6.   .   .   .
J= 1   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .   .  5.  27.  59.   .   .  7.  8.   .   .   .

      1   2   3   4   5   6   7   8   9   10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22

```

Figur 4: Befolkningsfordeling i Oslo og østre Bærum 1968.
Enhet: 10 personer. I rute (10,12) bodde det 21 634 personer.

5 Utslippsberegninger

Utslippsberegningene er basert på data fra en rekke forskjellige kilder. Norsk Petroleumsinstitutt har vært oss behjelpelig med salgstall for petroleumsprodukter i Oslo for hvert år fra 1960 og til idag. De har også gitt oss data for representativt svovelinhold av ulike oljetyper fra 1968 og utover, mens tallene for 1960-67 er

verdier beregnet ut fra Norsk Dampkjelforenings sirkulærer om brenselsanalyser (NDF, 1959-70). Vi har fått tilgang til skjemaene fra Statistisk Sentralbyrås Industristatistikk for årene 1955-72, og dette er brukt til å beregne utslippet fra industribedrifter i Oslo.

På grunnlag av utslippsfaktorer fra 60-tallet og senere (AP-42, Duprey, 1968, Rosland, 1987, SFT 1999) er det beregnet totalutslipp av SO₂ og NO_x fra bruk av fyringsoljer, gass og fast brensel og fra biltrafikk i Oslo-området. På grunnlag av data fra Oslo Havnevesen og Avinor (tidligere Luftfartsverket) er det beregnet utslipp fra skipstrafikken i Oslo Havn og fra flytrafikken ved Oslo Lufthavn Fornebu.

Vedlegg B og C beskriver detaljert utslippsberegningene for henholdsvis fyring (olje og fast brensel) og beregninger fra Industristatistikken, mens Vedlegg D beskriver beregninger for trafikk (biltrafikk, skip og fly). Arbeidet i denne rapporten har vært konsentrert om utslippstall for perioden 1960-72, mens utslippstall for perioden 1973-2000 er i stor grad oppdaterte tall fra Gram og Grønskei, 2002.

5.1 Utslipp fra fyring

Totalutslippene fra fyring er beregnet ut fra forbrukstall og utslippsfaktorer for kull, koks, gass, ved og olje. Fra Industristatistikken er det beregnet utslipp fra industrien, dette er stedfestet og bedrifter med store utslipp betraktes som punktkilder. Små industriutslipp lagres i utslippsfelt som arealkilder. Industriutslippet trekkes fra totalutslippet, og resten fordeles som utslippsfelt etter ulike kriterier. På denne måten er vi sikret at ingen utslipp tas med flere ganger.

Det har ikke vært mulig å finne offisielle årlige tall for totalforbruket av kull og koks i Oslo, men fra ulike utgaver av "Oslo-statistikken" har vi funnet tall for utenriks innførsel av kull og koks over Oslo havn. Etter 1972 er det ikke rapportert om innførsel av kull/koks i "Oslo-statistikken". Noe kan være importert i Oslo og forbrukt andre steder på Østlandet, mens annet kan være importert andre steder og brukt i Oslo. Vi har regnet med at dette går nesten opp i opp. Vi har også fått tall for salg av kull/koks fra Forenede Kulimportørers anlegg på Sørengkaia i Oslo for perioden 1974-1993. Tabell 2 viser utslippsfaktorer for SO₂ og NO_x fra fyring i Oslo som er benyttet for perioden 1960-72, mens Tabell B.2 viser svovelinnholdet i fyringsoljer. Det er antatt en midlere svovelprosent på 1,5 % for kull og 1,0 % for koks (Joranger et al., 1970, Fjeld, 1976, Semb, 1978), og at forbruket er likt fordelt på kull og koks. For NO_x er utslippsfaktoren avhengig av brennertypen, men her er det bare skilt mellom store og små forbrukere, kfr. Tabell 2 (Duprey, 1968, USEPA, 1972, OECD, 1973, Frank et al., 1976). For kull/koks-forbruket etter 1972 er det regnet med en midlere svovelprosent på 1,5 %, og en utslippsfaktor på 3 kg NO_x/tonn (Selboe, 1988).

Utslippet fra vedforbruket i Oslo er beregnet ut fra data fra ulike kilder, i første rekke fra SSB v/ Gisle Haakonsen, men også fra Rosland 1982 og Poleszynski 1978. Det er regnet med et forbruk på 0.33 tonn ved pr. husstand som bruker fast brensel og dette er brukt til å beregne vedforbruket, som så er skalert etter tall fra SSBs energiregnskap. På grunnlag av SSBs siste vedundersøkelse (Finstad et al., 2004b) er det regnet med et utslipp på 0.2 g SO₂ og 0.98 g NO_x pr. kg. ved. Vi har

også fått data fra nåværende Viken Fjernvarme angående utslipp og dekningsområde for fjernvarmeanleggene for å få en mer korrekt arealfordeling av fyringsutslippene.

Tabell 2: *Utslippsfaktorer for SO₂ og NO_x fra fyring i Oslo 1960-72.*
Enhet: kg pr. tonn.

	SO ₂	NO _x		
		Store industri- bedrifter	Små industri- bedrifter	Husopp- varming
Kull	30,0	7,2	5,0	1,6
Koks	20,0	7,2	5,0	1,5
Tungolje	se Tab. B.2	5,2	5,0	5,0
Lettolje	se Tab. B.2	2,3	2,5	2,5
Fyringsparafin	se Tab. B.2		1,5	1,5
Ved	0,2		0,9	0,98
Bygass	15 mg/m ³			1,5 g/m ³
Gass (LPG etc.)	0	2,3	3,0	2,0

Tabell 3 viser årsutslippet av SO₂ og NO_x fra fyring med olje, fast brensel og gass i Oslo-området. I og med at beregningsområdet også omfatter deler av østre Bærum, er utslippet fra bruk av lettoljer ganget med 1.106 (befolkningen i østre Bærum er 10.6 % av Oslos befolkning), mens utslippet fra bruk av tungoljer er ganget med 0.8 for å korrigere for utslippet i punktkildene. Utslippet fra bruk av olje og ved er så fordelt etter befolkningen i Oslo og østre Bærum. Utslippet fra kull/koks og gass er fordelt etter befolkningen i indre by. Denne fremgangsmåten har vært benyttet ved tidligere utslippsberegninger for Oslo (Joranger et al., 1970; Gram, 1982, 1994; Gram og Grønskei, 1987). Derfor kan tallene i noen tabeller avvike fra tallene i andre, nesten tilsvarende tabeller.

Tabell 3: Årsutslipp av SO₂ og NO_x fra fyring med olje, fast brensel og gass i Oslo og østre Bærum. Enhet: tonn pr. år.

År	Olje		Kull/koks		Ved		Gass		Sum fyring	
	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
1960	9755,5	2001,0	3270	981	2,9	16,0	0,22	23,24	13028,6	3021,3
1961	9188,6	1864,6	2790	837	2,8	15,7	0,21	22,92	11981,6	2740,2
1962	10882,6	2174,3	2880	864	2,8	15,3	0,23	24,11	13765,6	3077,8
1963	12622,7	2521,4	3750	1125	2,8	15,3	0,22	23,50	16375,7	3685,2
1964	12288,4	2482,9	2040	612	2,6	14,3	0,20	21,56	14331,2	3130,8
1965	11926,2	2425,2	1110	333	2,5	13,6	0,19	19,40	13038,8	2791,2
1966	14929,3	3014,0	2310	693	2,4	13,1	0,22	21,56	17241,9	3741,6
1967	14103,4	2924,8	1290	387	2,3	12,8	0,19	18,80	15395,9	3343,4
1968	12801,4	2761,9	1410	423	2,1	11,6	0,18	17,67	14213,7	3214,2
1969	12168,1	2725,8	960	288	1,9	10,5	0,19	18,88	13130,2	3043,1
1970	15758,8	3553,3	930	279	1,8	9,8	0,19	19,46	16690,8	3861,5
1971	6998,4	1771,5	360	108	1,6	8,9	0,17	16,96	7360,2	1905,4
1972	5622,7	1547,2	240	72	1,5	8,2	0,16	16,38	5864,3	1643,7
1973	6043,4	1746,4	150	45	1,4	7,5	0,36	63,90	6134,9	1795,7
1974	7664,8	1866,7	120	36	1,4	7,8	0,31	55,34	7666,3	1887,9
1975	4090,8	1390,2	81,0	24,3	1,5	8,5	0,32	56,55	4092,5	1411,4
1976	4340,7	1514,2	79,5	23,9	1,7	9,2	0,39	73,52	4342,5	1535,2
1977	4293,8	1605,1	84,0	25,2	1,8	10,0	0,39	79,49	4295,7	1622,9
1978	4053,1	1484,8	78,0	23,4	2,0	11,0	0,32	71,98	4055,1	1498,2
1979	3951,4	1512,7	114,0	34,2	2,5	13,7	0,32	74,45	3953,9	1526,4
1980	3176,7	1415,2	96,0	28,8	2,8	15,5	0,36	81,89	3179,5	1430,7
1981	2943,5	1263,5	72,0	21,6	2,8	15,5	0,34	77,75	2946,3	1279,1
1982	2765,9	1242,3	72,0	21,6	2,8	15,6	0,34	77,14	2768,7	1257,9
1983	2573,7	1118,3	36,0	10,8	2,8	15,7	0,33	76,82	2576,5	1134,0
1984	2253,3	1136,6	33,0	9,9	3,0	16,3	0,33	76,74	2256,3	1153,0
1985	1894,7	1103,3	33,0	9,9	3,1	17,1	0,34	78,09	1897,8	1120,4
1986	1864,4	1090,5	30,0	9,0	3,2	17,7	0,33	76,23	1867,6	1108,3
1987	1534,4	982,8	18,9	5,7	3,3	18,3	0,35	80,44	1537,7	1001,0
1988	1407,3	881,4	9,9	3,0	3,3	18,4	0,35	79,72	1410,6	899,8
1989	894,2	691,5	9,0	2,7	3,4	18,6	0,35	80,32	897,6	710,1
1990	669,5	664,6	6,6	2,0	3,7	20,7	0,42	96,30	673,2	685,3
1991	545,6	639,0	9,9	3,0	3,4	18,8	0,49	112,28	549,0	657,8
1992	407,8	588,8	7,3	2,2	3,4	18,6	0,58	133,71	411,2	607,3
1993	305,0	539,2	6,2	1,9	3,9	21,5	0,67	153,75	308,9	560,7
1994	282,7	648,3			4,2	23,1	0,82	188,46	286,9	671,4
1995	304,6	643,0			4,1	22,8	0,84	194,20	308,7	665,8
1996	391,1	911,3			4,4	24,5	0,91	210,07	395,5	935,8
1997	291,6	679,6			4,7	25,8	0,50	114,13	296,3	705,4
1998	356,8	521,2			4,5	24,7	0,75	172,00	361,3	545,9
1999	386,9	582,3			4,6	25,4	0,75	172,00	391,5	607,7
2000	271,2	405,9			4,8	26,4	0,75	172,00	276,0	432,2

5.2 Industristatistikken

For å finne utslippet fra industrien har vi fått tilgang til Statistisk Sentralbyrås skjemaer for Industristatistikken som befinner seg på Riksarkivet i Oslo, hvor skjemaene for Oslo-bedrifter for perioden 1955 til 1972 er analysert. Til sammen er det over 100 hyllemeter med skjemaer for Industristatistikken på Riksarkivet. Industristatistikken er i første rekke en økonomisk statistikk. Alle industribedrifter i Norge med minst 5 ansatte får hvert år et detaljert spørreskjema fra Statistisk Sentralbyrå der bedriftene skal rapportere bl.a. antall timeverk i året, samlet lønn,

salgsverdi av varer, forbruk av råstoffer samt hva de har betalt for brensel, drivstoffer og elektrisk kraft. Brenselstabellen er delt i gruppene

- "steinkull, brunkull og briketter",
- "koks, sinders, koks-grus og briketter",
- "ved",
- "bensin",
- "solarolje og autodiesel",
- "andre brenseloljer",
- "annen brensel",
- "smøreoljer og fett",
- "leid elektrisk kraft" og
- "brukt elektrisk kraft fra egne verk".

Det har ikke vært lett å vite hva den enkelte bedrift har ment når de har fylt ut skjemaene, men det er regnet med at "andre brenseloljer" er fyringsolje og at "annen brensel" er vesentlig gass. Forbruket av "bensin", "solarolje og autodiesel" regner vi er dekket under trafikkutslippene, selv om det godt kan tenkes at noe av dette har vært benyttet til fyring. Det er ikke beregnet utslipp fra bruk av "smøreoljer og fett". Vi har ikke sett på elektrisitetsforbruket, men dette kunne ha vært interessant å se på m.h.t. bedriftenes totale energibehov. Dette inngår som en viktig del av SSBs Energistatistikk. Siden det i første omgang ble regnet ut SO₂-utslipp og tallene for annen brensel er relativt lave har vi ikke gått videre med denne delen av forbrukstabellen.

Det spørres i Industristatistikken i første rekke etter innkjøpsverdi av brensel, men noen bedrifter har også fortalt hvor mye brensel de har brukt (hl, tonn eller m³). Dette har vært brukt til å anslå en midlere brenselpris for hvert år, og denne er igjen brukt til å gjøre om pris for brensel til mengde brensel og videre til å beregne utslippet. På grunnlag av pris og mengde kan det regnes ut en pris for oljen og kullet, og den er avhengig av kvaliteten. Tungolje har alltid vært rimeligere enn destillatoljer. Det er regnet med at alle bedrifter med et forbruk på over 200 tonn har brukt tungolje. På grunnlag av adressen er alle bedriftene tilordnet sin km²-rute, og det er utarbeidet forbrukskart og utslippskart. Fra årsberetningene for Oslo Gassverk er det beregnet produksjon og utslipp fra bruk av gass i Oslo.

Vedlegg C viser detaljer i utslippsberegningene for Industristatistikken. Noen av bedriftene har så stort utslipp at de er behandlet som punktkilder, mens resten er stedfestet og utslippet fordelt på km²-ruten der de ligger. For punktkildene er dataene kryss-sjekkert med tall for bedriftene fra Røykskaderådet/SFT i den utstrekning dette har vært mulig.

Industristatistikken omfatter som nevnt tidligere bare industribedrifter med mer enn 5 ansatte. Differansen mellom totalutslippet og industriutslippet regner vi med skyldes forbruk i kildegrupper hvor det ikke har vært mulig å få aktuelle forbruks-tall, så som offentlige virksomheter (sykehus, kontorer, varmesentraler etc.), private kontorer samt husoppvarming. Differansen er fordelt på km²-ruter etter forskjellige fordelingsnøkler. For utslipp fra oljeforbruk er det brukt antall bosatte

pr. km²-rute, korrigert for områdene med utbygd fjernvarmenett. For utslipp fra bruk av fast brensel er det brukt data fra SSBs ved-undersøkelse i 2004 (Finstad et al., 2004b) med en kombinasjon av antall husholdninger som bruker fast brensel og % av boligene som er bygget før 1970 innen hver bydel. Industriens gassforbruk er stedfestet, og restutslippet fra gassbruk er fordelt etter befolkningen innen de rutene som omfattes av ledningsnettet for Oslo Gassverk.

På grunnlag av adressene er alle bedriftene tilordnet sin km²-rute, og det er utarbeidet forbrukskart og utslippskart for hvert år. Som eksempel viser Figur C.2 og Figur C.3 utslippet av SO₂ og NO_x fra industribedrifter i Oslo i 1969, mens Tabell C.2 viser årlig utslipp av SO₂ og NO_x fra industribedrifter i Oslo for 1960-72. Det er sett på data fra Industristatistikken for perioden 1955-1972, for senere år er det benyttet data fra SFT og fra NILUs undersøkelser i Oslo.

5.3 Trafikkutslipp

Utslipp fra trafikk skyldes vesentlig utslipp fra **biltrafikken**, men det er også beregnet utslipp fra **havnetrafikken** og fra **flytrafikken** på Fornebu. Andre utslipp fra mobile kilder er regnet med under utslippet fra biltrafikken. Vedlegg D viser detaljer i beregningen av trafikkutslippene.

For **biltrafikken** ble det i 1973/98-beregningene angitt årlige utslippsfaktorer for bensin- og dieslbiler. Disse var basert på utslipp beregnet i den nasjonale utslippsmodellen for veitrafikk (Bang et al., 1999) dividert med drivstofforbruket, og er gjengitt i Tabell D.1. Vi har også sett på utslippsfaktorer fra EPA i USA og andre oversikter med utslippsfaktorer, og det virker som at den teknologiske utviklingen på utslippsiden var liten i årene før 1973, og at vi kan regne med konstante utslippsfaktorer som vist i Tabell 4.

Tabell 4: *Utslippsfaktorer fra biltrafikk i Oslo før 1973. Enhet: kg/tonn drivstoff.*

	SO ₂	NO _x
Bensin	1,0	27
Diesel	9,0	42

For å beregne den **romlige** fordelingen av trafikkutslippene bør en ta utgangspunkt i data for trafikkarbeidet (antall kjøretøyer * km vei) for hver enkelt veilenke i hovedveinettet, og der en har data som hastighet, kjøretøysammensetning (% tunge kjøretøyer), stigning etc. kan utslippet beregnes for veilenkene. I tillegg har en trafikkarbeid og utslipp fra småveier der en ikke har trafikkdata; her er det vanlig å måle opp det totale antall km vei innen hver km²-rute og så trekke fra lengden av hovedveiene innen ruten. Til slutt tilordnes småveinettet en årsdøgntrafikk for lette (bensin) og tunge (diesel) kjøretøyer, og utslippsfelter kan beregnes.

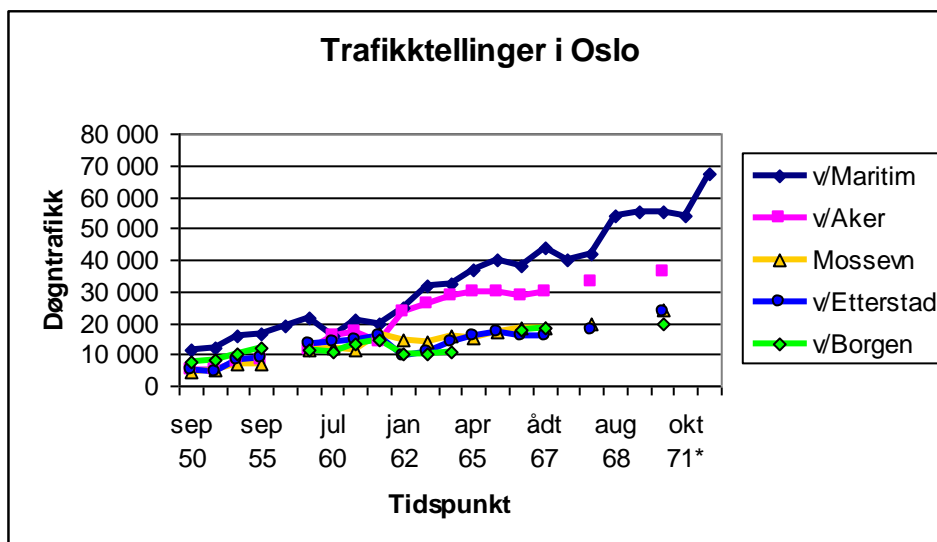
Det er bare for et fåtall av veiene/gatene i Oslo der en har trafikkdata fra tiden før 1980. I "Oslo-statistikken" finner en resultater av ulike trafikktegninger i Oslo, utført av Oslo Byplankontor, Oslo Veivesen og Oslo Helseråd. På 50-tallet ble det

utført tellinger på en rekke steder i Oslo; ved den gamle bygrensen mot Aker, på broene over Akerselva og ellers i gater i byens sentrale del. Tellingene ble gjerne foretatt manuelt mellom kl. 07 og 20 ulike dager i september, og en fikk da samtidig talt ulike kjøretøygrupper. I årenes løp har tellepunktene vært flyttet og telleperiodene variert, slik at det er en veldig inhomogen datamasse en har å gjøre med. En ny telling har kommet ved Oslos bygrense. På grunnlag av korttidstellingene kan det anslås verdier for årsdøgntrafikken på tellestedene. Figur 5 viser resultatet av ulike trafikktegninger på hovedveiene ved den gamle bygrensen i Oslo i perioden 1950-74. Fra 1950 til 1974 var det en 6-dobling av trafikken på Drammensveien.

I forbindelse med sine støyberegninger i Oslo utgav Oslo Helseråd i 1980 et trafikkstrømkart over Oslo (Oslo Helseråd, 1980). Dette danner grunnlaget for NILUs utslippsberegninger for 1979 (Gram, 1982). Innen hver km²-rute ble det målt opp lengden av gater og veier, og der det var mulig ble veiene tilordnet en årsdøgntrafikk og en tungtrafikkandel. Det ble etter dette beregnet et trafikkarbeid på 312 km veier med

3 478 000 bilsbil-km/døgn
368 000 dieselsbil-km/døgn

tilsammen 3 845 000 bilkm/døgn, eller 1403 mill. bil-km/år. I tillegg kom trafikkarbeidet på 962 km veier uten trafikkdata, med en midlere ÅDT på 1320 bensin- og 102 dieselskjøretøyer, tilsvarende 350 mill. bil-km/år. Småveiene sto altså for 20 % av det totale trafikkarbeidet.



Figur 5: Ulike trafikktegninger i Oslo 1950-74.

Ved senere beregninger av trafikkutslippet har NILU fått tilsendt filer med resultater av trafikkmodellberegninger for et hovedveinett (Gram og Grønskei, 1987, Gram, 1991, Gram, 1994, Bartonova et al., 1998) som har vært definert litt forskjellig fra gang til gang. Trafikkmodellene har sin styrke i at de definerer et helt, idealisert veinett og fordeler en trafikkmengde på dette på ulike måter. Beregningene kalibreres mot trafikktegninger, men trafikken på en veilenke kan

ofte i virkeligheten fordele seg på to eller flere gater. Trafikktellinger forteller om trafikken der og da, og skal en få et fullstendig veinett, trengs det mange tellepunkter. Idag har en i PROSAM-regi utarbeidet telleplaner for Oslo-trafikken, bl.a. for å få et best mulig datagrunnlag for trafikkmodelleringen (for eksempel PROSAM-rapport nr. 93).

Det var tidlig i dette prosjektet klart at det ikke var noe grunnlag for å beregne egne trafikkarbeids- og utslippsfelt for tiden før 1975. Til det hadde en for lite telldata. I stedet er det benyttet utslippsfelter for henholdsvis bensin- og dieselkjøretøyer fra 1979-beregningene, og disse er skalert etter årsutslippet fra Tabell D.2. Dette forutsetter at trafikkutviklingen har vært jevn i de ulike byområdene, og det har den ikke alltid vært.

Utslipp fra **skipstrafikken** består dels av utslipp fra de store bilfergene (danskebåtene, Kielfergen etc.), dels fra linjeskip og dels fra lokaltrafikken, i første rekke Nesodd-båtene. I løpet av 40 år har det skjedd endel endringer i skipstrafikken. Antall skip i innenriksfart er redusert fra vel 9 000 i 1967 til ca. 2 700 i 2000, mens størrelsen på skipene har økt.

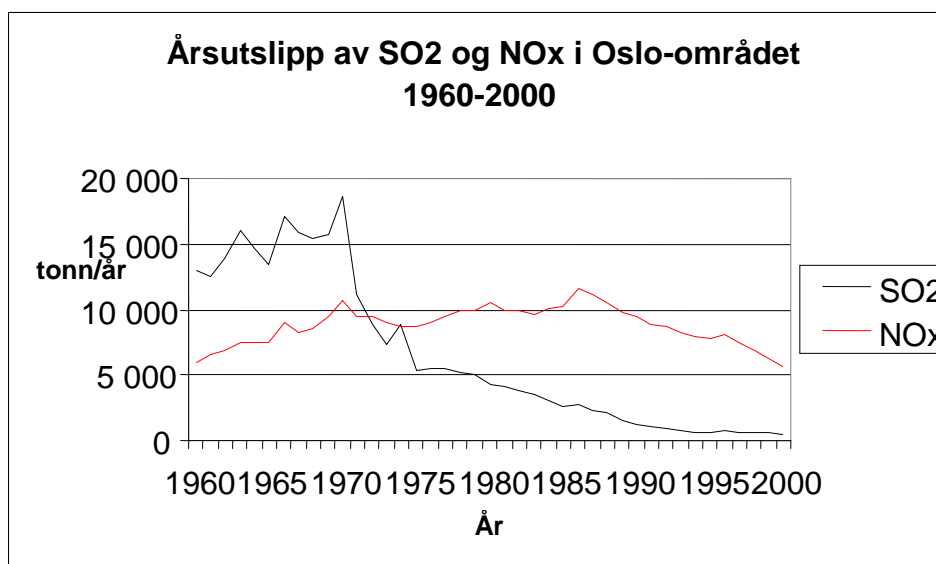
Ved beregningen av utslippet fra **flytrafikken** er det tatt utgangspunkt i årlige trafikk tall for Fornebu. For de ulike flytypene som traffikerte Fornebu i 1960-98 er det beregnet drivstoff-forbruk og utslipp ved en redusert LTO-sykel ("Landing-Take-Off"), hvor utslipp over 100 m ikke er med. I en vanlig LTO-syklus beregnes utslippet opp til 1000 m, men utslipp over 100 m vil ikke påvirke bakke-konsentrasjonene nevneverdig. Flyene er dessuten langt utenom beregnings-området. I Rutebok for Norge er det oppgitt hva slags flytype som fløy på de forskjellige rutene, og på grunnlag av dette ble det for hvert år laget et middel-utslipp pr. LTO for rutefly og charterfly og årsutslippet beregnet fra dette.

Tabell D.24 viser utslippet fra trafikk (biltrafikk, skipstrafikk og flytrafikk) i Oslo-området for perioden 1960-2000. Det er ikke beregnet utslipp fra jernbanen og fra motorredskaper, i og med at bensin- og dieselforbruket for disse inngår i biltrafikken. Tabell 1 viser at i 1997 utgjorde jernbaneutslippet en meget liten del av totalutslippet.

6 Årsutslipp av SO₂ og NO_x i Oslo-området

Figur 6 og Tabell 5 viser årlig samlet utslipp av SO₂ og NO_x i Oslo-området fra oljefyring, trafikk og fyring med fast og annet brensel. Figur 7 og Figur 8 viser den romlige fordelingen av henholdsvis SO₂- og NO_x-utslippet i 1967. Vi ser at det var en voldsom vekst i SO₂-utslippet på begynnelsen av 1960-tallet, vesentlig på grunn av økende bruk av tungolje, men også fra kull og koks. I 1969 kom Industridepartementet med "Innstilling om bruk av fyringsoljer og luftforurensing" der det ble gitt adgang til å innføre restriksjoner på bruk av olje til oppvarmingsformål samt bestemmelser om begrensning av oljens svovelinhold i områder der det finnes nødvendig for å begrense luftforurensning. I Oslo og Drammen kom det bestemmelser om maksimum 1 % S i fyringsolje, men det var flere større bedrifter som ble unntatt fra bestemmelsene. På slutten av 1970-tallet var oljefyringen fortsatt den dominerende kilden for SO₂, men på begynnelsen av

1990-tallet begynte biltrafikken å hale sterkt innpå. Biltrafikken er den viktigste kilden til NO_x -utslippet fra biltrafikk, og det økte jevnt i takt med økningen i biltrafikken. Først på slutten av 1980-tallet begynte en å kunne se virkningen av katalysator på bensinbiler. NO_x -utslippet fra oljefyring sank jevnt på grunn av nedgangen i bruk av fyringsoljer. Utslippet av partikler fra oljefyring har gått jevnt nedover, mens trafikkutslippet hadde et maksimum på slutten av 1980-tallet. Utslippet av bly har vært redusert trappevis etter hvert som nye Pb-grenser ble innført. Nå selges det ikke lenger blyholdig bensin i Oslo.



Figur 6: Årlig utslipp av SO_2 og NO_x i Oslo og østre Bærum. Enhet: tonn/år.

Vi ser fra Tabell 5 at utslippet er dominert av industri og bebyggelsen i det gamle Oslo (indre by), med bidrag fra skipstrafikken.

Tabell 5: Årlig utslipp av SO₂ og NO_x i Oslo og østre Bærum. Enhet: tonn/år.

	B.7		B.8		B.11/B.14		C.3		D.2		D.29		Tabell 5	
	Olje		Kull/koks		Ved/gass		Industri		Biltrafikk		Havn/fly		Sum utslipp	
År	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
1960	6 479	1 755	3 270	327	2,9	39,3	2 814	331	328	3 276	139	251	13 033	5 978
1961	6 137	1 623	2 790	279	2,8	38,6	3 013	386	424	4 028	146	265	12 513	6 620
1962	7 356	1 878	2 880	288	2,8	39,5	3 047	367	406	3 984	150	276	13 842	6 832
1963	8 598	2 179	3 750	375	2,8	38,8	3 080	348	423	4 310	149	276	16 003	7 527
1964	8 680	2 139	2 040	204	2,6	35,9	3 380	403	376	4 370	151	285	14 630	7 437
1965	8 487	2 102	1 110	111	2,5	33,0	3 313	395	369	4 604	152	289	13 433	7 534
1966	10 542	2 593	2 310	231	2,4	34,6	3 516	480	549	5 354	154	303	17 073	8 995
1967	10 315	2 517	1 290	129	2,3	31,6	3 727	448	385	4 870	155	314	15 874	8 310
1968	9 801	2 407	1 410	141	2,1	29,3	3 568	438	503	5 272	151	317	15 434	8 604
1969	9 984	2 439	960	96	1,9	29,3	3 972	490	608	6 116	162	348	15 687	9 518
1970	13 324	3 190	930	93	1,8	29,3	3 612	427	624	6 540	121	356	18 613	10 635
1971	7 318	1 881	360	36	1,6	25,9	2 776	396	630	6 703	125	373	11 210	9 415
1972	5 985	1 665	240	24	1,5	24,6	1 851	264	711	7 134	129	388	8 917	9 499
1973	6 405	1 878	220	22	1,4	71,4			590	6 688	123	391	7 339	9 050
1974	7 934	1 964	206	20,6	1,4	63,1			548	6 346	106	357	8 796	8 751
1975	4 399	1 501	189	18,9	1,5	65,0			595	6 773	106	365	5 290	8 723
1976	4 682	1 639	172	17,2	1,7	82,7			614	6 961	103	358	5 572	9 058
1977	4 624	1 737	155	15,5	1,8	89,5			640	7 316	88	368	5 508	9 526
1978	4 381	1 610	138	13,7	2,0	83,0			647	7 822	89	367	5 257	9 895
1979	4 282	1 640	120	12,0	2,5	88,2			579	7 868	99	379	5 083	9 988
1980	3 435	1 534	103	10,3	2,8	97,4			709	8 536	93	368	4 343	10 546
1981	3 186	1 368	86	8,6	2,8	93,3			741	8 096	102	384	4 117	9 950
1982	2 940	1 335	69	6,9	2,8	92,8			684	8 162	92	375	3 787	9 971
1983	2 746	1 201	52	5,2	2,8	92,5			669	7 922	100	382	3 569	9 603
1984	2 359	1 211	34	3,4	3,0	93,1			521	8 302	94	406	3 012	10 016
1985	2 009	1 183	17	1,7	3,1	95,1			499	8 611	94	388	2 622	10 279
1986	1 976	1 167	13	1,3	3,2	94,0			612	9 929	105	424	2 709	11 616
1987	1 647	1 064	11	1,1	3,3	98,7			557	9 476	105	442	2 323	11 082
1988	1 497	952	10	1,0	3,3	98,1			464	9 033	100	439	2 074	10 523
1989	955	750	9	0,9	3,4	98,9			388	8 503	100	463	1 455	9 816
1990	727	726	8	0,8	3,7	117,0			380	8 100	91	468	1 209	9 412
1991	590	698	6	0,6	3,4	131,1			335	7 570	87	455	1 021	8 855
1992	444	645	7	0,7	3,4	152,3			336	7 380	89	475	879	8 653
1993	332	591	8	0,8	3,9	175,3			289	6 932	96	498	729	8 197
1994	306	710	8	0,8	4,2	211,6			220	6 484	94	544	632	7 950
1995	328	704	8	0,8	4,1	217,0			161	6 244	89	579	590	7 745
1996	426	1 000	8	0,8	4,4	234,6			162	6 241	99	617	698	8 093
1997	320	747	8	0,8	4,7	139,9			169	6 012	97	618	598	7 518
1998	391	572	8	0,8	4,5	196,7			125	5 527	97	580	625	6 877
1999	425	640	8	0,8	4,6	197,4			105	4 960	94	427	636	6 225
2000	298	446	8	0,8	4,8	198,4			109	4 561	92	403	512	5 609

```

MAP OF : SO2          UNIT: tonn/år    SOURCE: ALLE
PERIOD : 1967        PLACE: OSLO      GRID SIZE: 1000 METER
FILE: ALLE-SO2-1967.FLD
MAXIMUM VALUE IS 9.3940E+02, IN (12,15)
SUM= 1.58740E+04    SCALE FACTOR: 0.1

      1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22
J=18   .   .   .   5.  30.  97.  10.   .   .   .   . 285. 323. 381.  19.   .   .   .   .   . 156.   4.
J=17   .   .   .   1. 199. 222.  72. 141.   . 182. 724. 571.1124. 525.   .   .   . 473. 411. 490. 466. 101.
J=16   . 82. 10.   5. 372. 533. 368. 325. 221. 187. 647. 913. 723. 812.   .   .   . 618. 597. 141. 532.  24.
J=15   . 27. 413. 796. 575. 276. 189. 399. 260. 367.2205.5556.1599. 597. 730. 367. 915.1526. 271. 141. 418. 202.
J=14   9. 148. 534. 561. 544. 492. 425. 475. 520.2250.1781.9394.3041. 498. 907. 841. 786. 145. 105.  82. 204. 101.
J=13  99. 369. 473. 406. 412. 506. 441. 405.2152.5276.4960.4456.3213 1885.2662. 873. 201. 205.  97.  49.  76.   2.
J=12 501. 297. 449. 396. 459. 276.1257. 924.4464.3721.2370.5698.3424.3121.1359. 788.1134. 516. 120.   .   .   1.
J=11 399. 391. 435. 424.1075.  50.  43. 259. 248. 438.2949.1266.3057.2505.1138.1004.1560.  92.   .   .   .   .
J=10 352. 356. 215. 180. 220.   .  1. 197. 308.1084. 483 1029. 400.1557.1381. 415.1214.  12.   .   .   .   .
J= 9 340. 205.  36. 507. 264.   .  2.  32. 143.  25.   .  35. 279. 686. 620. 211. 963.   .   .   .   .   .
J= 8   3.   1.  87. 111.  38.   . 72.  72.   .   .   . 157. 295. 609. 912. 611.1385.   .   .   .   .   .
J= 7   1.   2.  18.  21.   . 35.  47.   .   .   7.   6. 170. 116. 677. 885.1283. 218.   .   .   .   .   .
J= 6   1.   1.   .   .   . 116.   7.   7.   7.   .   .   2. 128. 365. 708. 270.  19.   .   .   .   .   .
J= 5   .   .   .   .  23.   6.   .   .   .   5.   .   1.  94. 267. 257.  11.  18.   .   .   .   .   .
J= 4   .   .   .   .  37.   .   .   .   .   .   .   .  11. 137. 142.   8.  40.   .   .   .   .   .
J= 3   .   .   .  31.   .   .   .   .   .   .   .   .  19. 273. 141.   2.  23.   .   .   .   .   .
J= 2   .   .   .  31.   .   .   .   .   .   .   .   .   .  15.  67.  90.   1.  26.   6.   .   .   .   .
J= 1   .   .   .  23.   .   .   .   .   .   .   .   .   .  16.   .  10.  31.  34.   7.   5.   .   .   .

      1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22

```

Figur 7: Samlet utslipp av SO₂ i Oslo 1967. Enhet: tonn/år.

MAP OF : NOX UNIT: tonn/år SOURCE: SUM ALLE
 PERIOD : 1967 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2006/06/28 14.58 FILE: SUM-NOX-1967.FLD

MAXIMUM VALUE IS 1.9684E+02, IN (12,14)
 SUM= 8.28818E+03 SCALE FACTOR: 1.0E-03

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	32.	7.	24.	3.	.	.	.	.	91.	79.	93.	5.	.	.	.	.	.	207.	51.
J=17	.	.	.	8.	83.	67.	21.	34.	.	44.	179.	227.	346.	128.	.	.	.	116.	100.	480.	306.	299.
J=16	.	20.	2.	1.	190.	145.	100.	79.	54.	197.	391.	432.	370.	198.	.	.	.	453.	572.	255.	441.	308.
J=15	.	7.	108.	200.	346.	168.	300.	375.	226.	329.	973.	1211.	728.	345.	310.	90.	571.	636.	373.	116.	164.	285.
J=14	2.	50.	183.	187.	305.	357.	371.	437.	560.	808.	684.	1968.	1167.	628.	671.	674.	518.	191.	419.	289.	285.	126.
J=13	51.	121.	164.	144.	195.	256.	430.	456.	782.	1602.	1562.	1445.	1158.	780.	757.	368.	187.	595.	139.	27.	23.	23.
J=12	153.	123.	158.	222.	416.	394.	371.	403.	1265.	1282.	1094.	1401.	1291.	907.	580.	506.	608.	226.	29.	.	.	12.
J=11	219.	212.	230.	155.	344.	627.	496.	473.	705.	754.	1138.	1016.	1090.	884.	852.	501.	728.	38.	.	.	.	.
J=10	133.	132.	310.	588.	577.	.	8.	234.	817.	611.	1066.	731.	574.	608.	654.	362.	504.	3.	.	.	.	.
J= 9	589.	559.	281.	158.	306.	.	25.	80.	226.	41.	.	395.	297.	367.	542.	260.	510.	.	.	.	.	.
J= 8	34.	15.	112.	211.	84.	.	116.	116.	.	.	.	251.	392.	330.	564.	291.	583.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	17.	36.	.	56.	77.	.	.	13.	11.	366.	388.	399.	633.	554.	100.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	190.	13.	13.	13.	.	.	20.	319.	275.	443.	245.	38.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	43.	11.	.	.	.	1.	.	10.	80.	479.	264.	142.	9.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	71.	.	.	.	.	.	.	.	138.	354.	192.	96.	18.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	60.	.	.	.	.	.	.	.	.	240.	147.	149.	31.	77.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	60.	.	.	.	.	.	.	.	.	187.	17.	215.	18.	109.	65.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	43.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.	200.	.	132.	11.	63.	74.	58.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur 8: Samlet utslipp av NO_x i Oslo 1967. Enhet: tonn/år.

7 Spredningsberegninger

Fra utslippsberegningene foreligger resultatene stort sett som **utslippsfelter** der utslippene for de ulike utslippsgruppene er lokalisert geografisk til km^2 -ruter. Spredningen beregnes separat for hver gruppe med den gaussiske spredningsmodellen AREA-KILDER (Gram, 1996). Her er spredningen av utslippet innen en km^2 -rute simulert ved 100 punktkilder, og en kan ta hensyn til utslippsbetingelsene, f.eks. ved at utslipp fra biltrafikk skjer i bakkeplan (1-2 m), mens utslipp fra skip og husoppvarming skjer i varierende høyde, avhengig av skipsstørrelsen og midlere høyde av bebyggelsen.

For større **punktkilder** har en for årene 1960-72 en fil med geografiske koordinater, skorsteinsdata for høyde, diameter, temperatur og avgasshastighet, samt utslippsdata for hvert år. Spredningen er beregnet med en versjon av den

gaussiske spredningsmodellen POINT-KILDER (Gram, 1996), der programmet velger ut utslippsdata for det aktuelle året. Til slutt adderes bidragene fra alle kildegruppene, og en kan også legge til en bakgrunnsverdi fra kilder utenom beregningsområdet. Dette er det ikke gjort her.

Slike gaussiske modeller er godt egnet til langtidsberegninger, de er robuste, men de er basert på at en har relativt stasjonære spredningsforhold, og de har ingen mulighet til å beskrive spredningsforholdene fra time til time. Bakgrunnen for spredningsberegningene er beskrevet i Vedlegg E.

For å beregne spredningen av utslippene tar en utgangspunkt i en frekvensfordelingsmatrise som forteller om frekvensen (hyppigheten) av vind i 12 forskjellige sektorer, 4 vindstyrkeklasser og 4 stabilitetsklasser. Stabiliteten er beregnet med Turners metode (Turner, 1964) på grunnlag av vindstyrken og strålingsbalansen. Innstrålingen beregnes igjen på grunnlag av beregnet solhøyde og skydekket, om natten er utstrålingen avhengig av skydekket. Fra nettstedet <http://eklima.met.no> er det hentet ned historiske observasjonsdata for temperatur, vindstyrke, vindretning, skydekke og skyhøyde for DNMI's værstasjon på Fornebu for alle årene fra 1960 til flyplassen ble nedlagt i 1998. Observasjonene gjelder for tidspunktene 00, 06, 12 og 18 GMT. Vindretningen på Fornebu er justert etter vindretningsfordelingen på NILU's værstasjon på Valle-Hovin, og på denne måten er det beregnet separate spredningsmatriser for hvert år 1960-1998 som vist i Figur 9. For 1999 og 2000 er det benyttet 1998-matrisen.

```

ÅRS-MIDDEL 1960      , Periode
OSLO                 , Sted
 6.26                , Tmiddel
12                   , Antall sektorer
 0.6 2.7 4.6 7.1    , Middelvind i 4 hastighetsklasser
10                   , Vindmålinger 1 10 m høyde
0.2                  , Starthastighet
Y                    , Standard vindprofileksponent
N                    , Ikke standard inversjonshøyder
700.,500.,300.,300., Nye inversjonshøyder
 30 1.02 2.05 1.45 0.87 0.07 2.19 0.34 0.20 0.14 1.64 0.20 0.00 0.00 0.55 0.00 0.00 10.72
 60 4.23 8.81 3.61 2.88 0.55 8.13 1.02 0.82 0.41 4.44 0.27 0.00 0.00 1.43 0.00 0.00 36.61
 90 1.16 0.89 0.32 0.16 0.27 1.02 0.41 0.20 0.14 0.75 0.20 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 5.53
120 0.27 0.55 0.07 0.07 0.07 0.75 0.20 0.20 0.00 0.34 0.07 0.00 0.00 0.07 0.00 0.00 2.66
150 0.75 0.82 0.00 0.61 0.48 1.09 0.00 0.14 0.20 0.27 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 4.37
180 1.02 0.75 0.73 0.36 0.48 1.43 0.55 0.27 0.07 1.16 0.00 0.00 0.00 0.55 0.00 0.00 7.38
210 1.71 1.84 0.72 0.58 1.02 2.66 0.34 0.27 0.07 1.30 0.20 0.00 0.00 1.02 0.00 0.00 11.75
240 0.96 1.43 0.20 1.02 0.41 1.09 0.07 0.34 0.07 0.82 0.07 0.00 0.00 0.34 0.00 0.00 6.83
270 0.55 0.89 0.48 0.48 0.20 0.61 0.14 0.14 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.14 0.00 0.00 3.62
300 0.07 0.14 0.16 0.32 0.20 0.20 0.07 0.14 0.00 0.14 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.43
330 0.27 0.68 0.19 0.18 0.07 0.14 0.00 0.00 0.00 0.20 0.14 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.88
360 0.48 1.09 0.19 0.56 0.14 0.48 0.07 0.20 0.00 0.41 0.00 0.00 0.00 0.14 0.00 0.00 3.76
Calm 0.55 2.19 0.27 0.26

```

Figur 9: Meteorologi-fil til KILDER-programmene, "Oslo-1960.met".

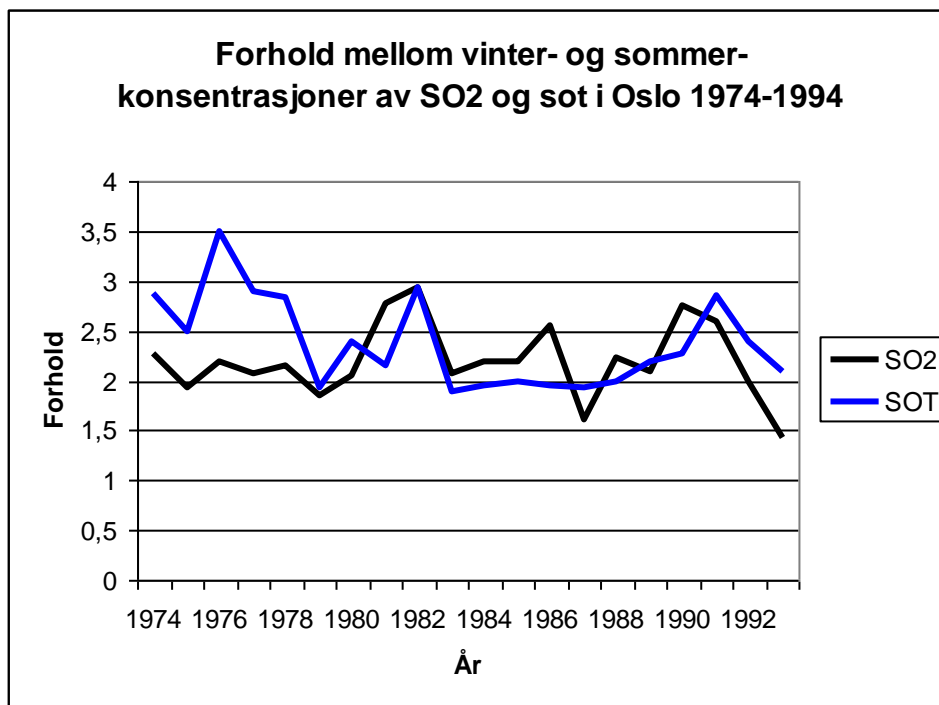
I beregningene for 1973-98 brukte vi en standard vinterspredningsmatrise kalt "Oslo-vinter.met" sammen med midlere årsutslipp og justerte de beregnede konsentrasjonene til årsmiddelverdier ved å skalere resultatene med faktoren 0.727 for SO₂, som var forholdet mellom observerte årsmiddelverdier og observerte vintermiddelverdier på flere steder i sentrale Oslo. Vi må bare anta at

forholdet for perioden 1960-72 ikke var vesentlig forskjellig fra perioden 1973-98, selv om en tidligere hadde et noe annet fyringsmønster.

For NO_x hadde vi ingen målinger å støtte oss på ved 1973-98-beregningene, og til beregningene av årsmiddelverdier av NO_x ut fra vintermiddelkonsentrasjoner ble det regnet med at det ikke var store årsvariasjoner. I Vedlegg E er det vist måleresultater fra Kirkeveien for perioden 2001-2004, og disse viser et forhold mellom årsmiddelkonsentrasjoner og vintermiddelkonsentrasjoner på 0.737, altså omtrent den samme faktoren som for SO_2 .

7.1 Sommer/vinter

Som tidligere nevnt har det bare vært foretatt sommermålinger av SO_2 på noen få steder i Oslo, og etter hvert som konsentrasjonene har gått ned har måleprogrammet blitt sterkt redusert. I Vedlegg F er det beregnet forholdet mellom vinter- og sommer-middelkonsentrasjonene av SO_2 og sot i Oslo 1974-1994, som vist i Figur 10. Middelveiden av forholdene for hele perioden var henholdsvis 2.20 og 2.40. I 1989 og 1990 ble det ikke foretatt noen sommermålinger.



Figur 10: Forholdet mellom vinter- og sommer-middelkonsentrasjoner av SO_2 og sot i Oslo 1974-1994.

På grunnlag av dette regner vi med at årsmiddelkonsentrasjonen av SO_2 kan regnes som $(2.20 + 1.0) / (2.20 * 2) = 0.727$ av vintermiddelkonsentrasjonen, og tilsvarende for sot $(2.40 + 1.0) / (2.40 * 2) = 0.708$. For NO_x og bly ble det ikke regnet med noen slik sesongforskjell.

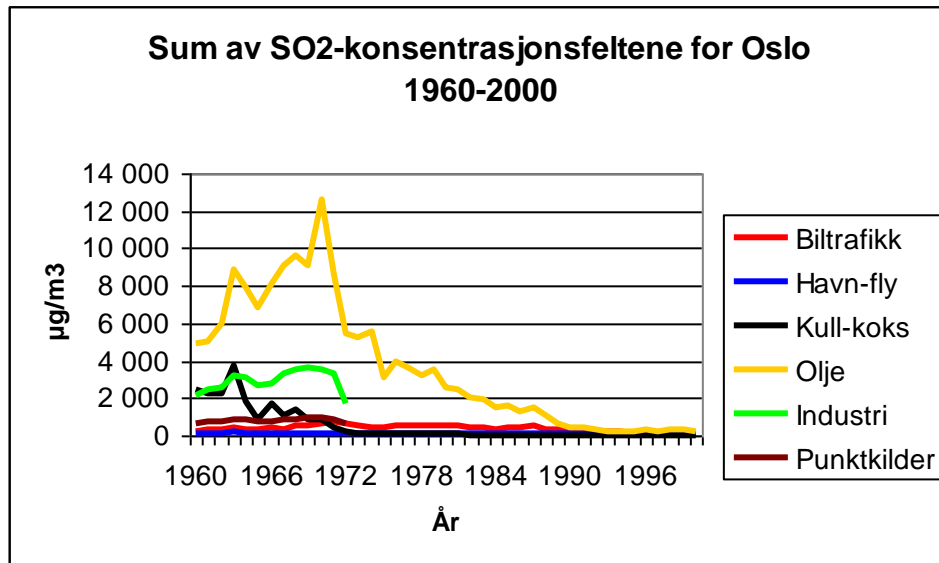
8 Resultater

8.1 Konsentrasjonsfelter

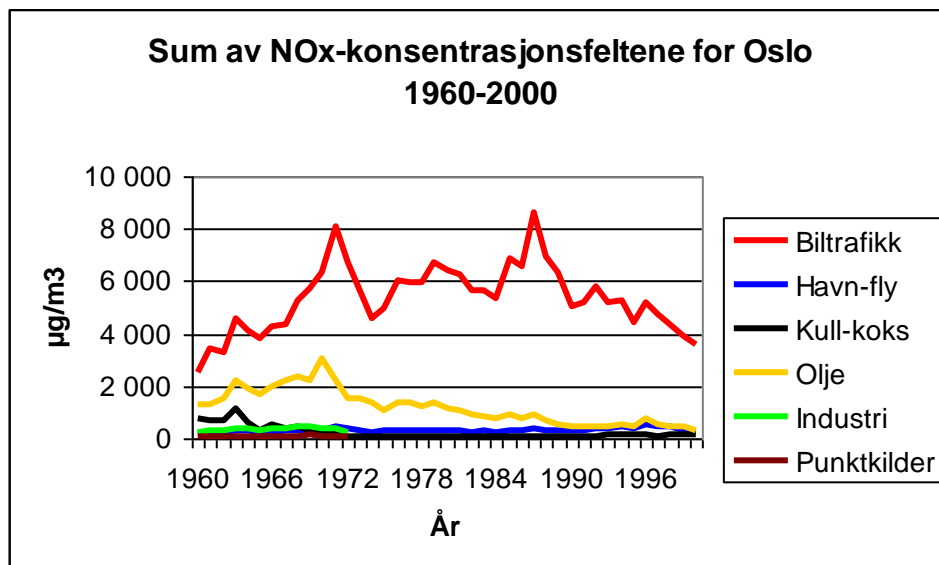
I prosjektet er det beregnet felter med årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO_x for årene 1960-2000 for kildegruppene oljefyring, bruk av fast brensel, biltrafikk og havn/fly-trafikk. I tillegg er det beregnet felter for årene 1960-1972 for arealfordelt småindustri og for punktkilder. Til sammen er det beregnet 302 forskjellige konsentrasjonsfelter. Mange av disse gir små bidrag, men det er viktig å ha dem med. Et konsentrasjonsfelt består av 22 x 18 = 396 verdier i et rutenett, så det blir mange tall. Det er derfor i første rekke to tall som er av interesse for et felt: **maksimalverdien** og **summen av konsentrasjons-verdiene** i feltet. Indeksen for ruten med høyest verdi er også interessant. For mange kildegrupper er de høyeste verdiene i ruten (11,11). På grunnlag av konsentrasjonsfeltene og befolkningsfeltene er det beregnet årsmidlere SO₂- og NO_x-konsentrasjoner for hver bydel i Oslo.

Tabell 6 og Tabell 7 viser summen av konsentrasjonsverdiene, maksimalverdien og max-ruten for hvert årfelt av SO₂ og NO_x for de ulike kildegruppene. Tabellene viser at for SO₂ var utslippene dominert av fyringsutslipp (kull/koks, olje og industri) til midten av 80-tallet, da var fyringsutslippene redusert så mye at trafikkutslippene har overtatt som hovedutslippskilde. Biltrafikken og havne-trafikken gav et lite SO₂-bidrag og flytrafikken minimalt. Vi får et komplisert bidragsfelt fra punktkildene, dette skyldes at vi har mange mindre punktkilder. Noen punktkilder gir høyest bidrag like ved bedriften, særlig de med lave skorsteiner, mens større kilder gjerne gir bakkekonsentrasjoner først flere km unna p.g.a. at de har høyere skorsteiner og at det er varme utslipp som gir ekstra røykløft. For NO_x har biltrafikken hele tiden vært den viktigste kilden. NO_x-bidraget fra industrien var ikke så stort. Det er viktig å huske på at disse konsentrasjonsfeltene gjelder modellerte årsmiddelverdier ut fra beregnede utslippstall, og med ulike spredningsforhold for hvert år. Vintermiddelverdiene kan være 37,5 % høyere ($1,0/0,727 = 1,3755$) for SO₂ og NO_x.

Det var meningen at vi skulle kunne bruke tegnerutiner fra AirQUIS-systemet til å vise kart med konsentrasjonsfelter, men dette viste seg å være så komplisert at bare et mindre antall figurer er tegnet for hånd. Figur 13 og Figur 14 viser konsentrasjonsfeltene av SO₂ og NO_x for de ulike kildegruppene for året 1963, mens Figur 15 og Figur 16 viser totalfeltet. SO₂-feltet for 1963 er dominert av fyring (olje, kull/koks og industri), mens over halvparten av NO_x-bidraget er fra biltrafikk.



Figur 11: Sum av SO₂-konsentrasjonsfeltene i Oslo 1960-2000. Enhet: µg/m³.



Figur 12: Sum av NO_x-konsentrasjonsfeltene i Oslo 1960-2000. Enhet: µg/m³.

Tabell 6: Summen av SO₂-konsentrasjonsfeltene for ulike kildegrupper. Enhet: µg/m³.

SO ₂	Biltrafikk			Havn-fly			Kull-koks			Olje			Industri			Punkt			Sum		
	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I
1960	254,78	2,17	(11,11)	111,00	3,94	(8,9)	2415,10	89,29	(11,13)	4874,20	76,57	(11,13)	2165,70	50,05	(11,12)	689,97	8,66	(6,11)	10510,75	209,23	(11,13)
1961	358,40	2,96	(11,12)	129,21	4,47	(9,10)	2232,80	78,19	(11,13)	5002,00	72,83	(11,13)	2504,90	53,42	(11,12)	797,67	8,27	(6,11)	11024,98	201,46	(11,13)
1962	336,95	2,79	(11,11)	127,28	4,37	(9,10)	2275,50	78,55	(11,13)	5939,30	85,20	(11,13)	2545,30	55,73	(11,11)	746,62	7,85	(6,11)	11970,95	211,32	(11,13)
1963	448,83	3,65	(11,11)	163,54	5,64	(9,10)	3761,70	130,73	(11,13)	8850,30	123,68	(11,13)	3242,10	71,05	(11,12)	898,98	8,97	(6,11)	17365,45	313,54	(11,13)
1964	352,61	2,87	(11,12)	147,39	5,09	(9,10)	1814,60	63,89	(11,13)	7889,60	108,60	(11,13)	3145,50	62,34	(11,11)	804,03	8,50	(6,11)	14153,73	224,13	(11,13)
1965	306,72	2,50	(11,12)	130,57	4,50	(9,10)	875,88	30,58	(11,13)	6837,10	91,66	(11,13)	2721,80	51,82	(11,11)	732,99	7,97	(6,11)	11605,06	169,76	(11,13)
1966	436,79	3,64	(11,11)	124,67	4,40	(9,10)	1751,00	63,18	(11,13)	8170,90	110,97	(11,13)	2799,00	63,75	(11,11)	798,05	9,80	(6,11)	14080,41	224,98	(11,13)
1967	346,23	2,81	(11,11)	143,56	4,87	(9,10)	1101,40	37,95	(11,13)	9046,00	115,77	(11,13)	3339,80	64,96	(11,11)	854,66	9,94	(6,11)	14831,65	214,96	(11,13)
1968	503,83	4,13	(11,11)	153,72	5,25	(9,10)	1336,10	47,13	(11,13)	9568,20	121,81	(11,13)	3550,40	67,94	(11,11)	873,25	12,02	(6,11)	15985,50	224,52	(11,13)
1969	565,76	4,66	(11,11)	153,10	5,23	(9,10)	847,52	30,18	(11,13)	9069,00	113,84	(11,13)	3678,40	76,39	(11,11)	1012,90	11,01	(6,11)	15326,68	206,94	(11,13)
1970	604,49	4,97	(11,11)	119,13	4,10	(9,10)	855,26	30,55	(11,13)	12602,00	154,91	(11,13)	3484,40	76,15	(11,12)	936,34	10,45	(6,11)	18601,62	250,20	(11,13)
1971	761,27	6,08	(11,11)	152,57	5,20	(9,10)	410,54	13,69	(11,13)	8655,00	99,02	(11,13)	3269,60	59,81	(11,12)	807,96	8,37	(6,11)	14056,94	172,66	(11,13)
1972	666,00	5,40	(11,12)	122,57	4,30	(9,10)	214,97	7,46	(11,13)	5479,90	63,65	(11,13)	1714,80	41,58	(11,14)	607,61	6,34	(11,13)	8805,85	107,58	(11,14)
1973	498,56	4,06	(11,12)	105,84	3,72	(9,10)	121,25	4,26	(11,13)	5267,90	60,52	(11,13)							5993,55	68,59	(11,13)
1974	394,73	3,29	(11,12)	78,13	2,75	(9,10)	82,60	2,98	(11,13)	5537,50	63,62	(11,13)							6092,96	69,68	(11,13)
1975	434,77	3,54	(11,12)	80,13	2,79	(9,10)	57,18	1,99	(11,13)	3114,10	33,92	(11,13)							3686,18	39,29	(11,13)
1976	529,09	4,28	(11,12)	90,59	3,11	(9,10)	66,30	2,29	(11,13)	3926,60	41,98	(11,13)							4612,58	48,23	(11,13)
1977	521,22	4,28	(11,12)	73,33	2,51	(9,10)	66,37	2,35	(11,13)	3671,30	39,43	(11,13)							4332,22	45,67	(11,13)
1978	491,62	4,00	(11,12)	68,93	2,37	(9,10)	57,59	2,00	(11,13)	3251,10	33,84	(11,13)							3869,24	39,48	(11,13)
1979	495,98	4,10	(11,12)	88,03	3,02	(9,10)	94,02	3,37	(11,13)	3559,10	36,69	(11,13)							4237,13	43,95	(11,13)
1980	535,38	4,00	(15,12)	73,33	2,49	(9,10)	70,75	2,47	(11,13)	2514,10	25,06	(11,13)							3193,56	31,01	(11,13)
1981	574,70	4,33	(14,11)	80,71	2,75	(9,10)	55,04	1,94	(11,13)	2409,50	24,25	(11,13)							3119,95	29,82	(11,13)
1982	475,17	3,57	(15,12)	65,87	2,38	(9,10)	49,47	1,78	(11,13)	1983,10	19,84	(11,13)							2573,60	24,73	(11,13)
1983	477,35	3,54	(14,11)	73,44	2,57	(9,10)	26,41	0,91	(11,13)	1904,20	18,39	(11,13)							2481,40	22,37	(11,13)
1984	335,80	2,55	(14,11)	62,66	2,24	(9,10)	22,27	0,79	(11,13)	1481,20	14,71	(11,13)							1901,93	17,70	(11,13)
1985	399,50	3,03	(14,11)	76,27	2,67	(9,10)	27,51	0,97	(11,13)	1565,80	15,24	(11,13)							2069,09	18,82	(11,13)
1986	406,96	3,06	(15,12)	73,31	2,57	(9,10)	20,97	0,74	(11,13)	1264,00	12,10	(12,14)							1765,25	15,44	(11,13)

Tabell 6 (forts.): Summen av SO₂-konsentrasjonsfeltene for ulike kildegrupper. Enhet: µg/m³.

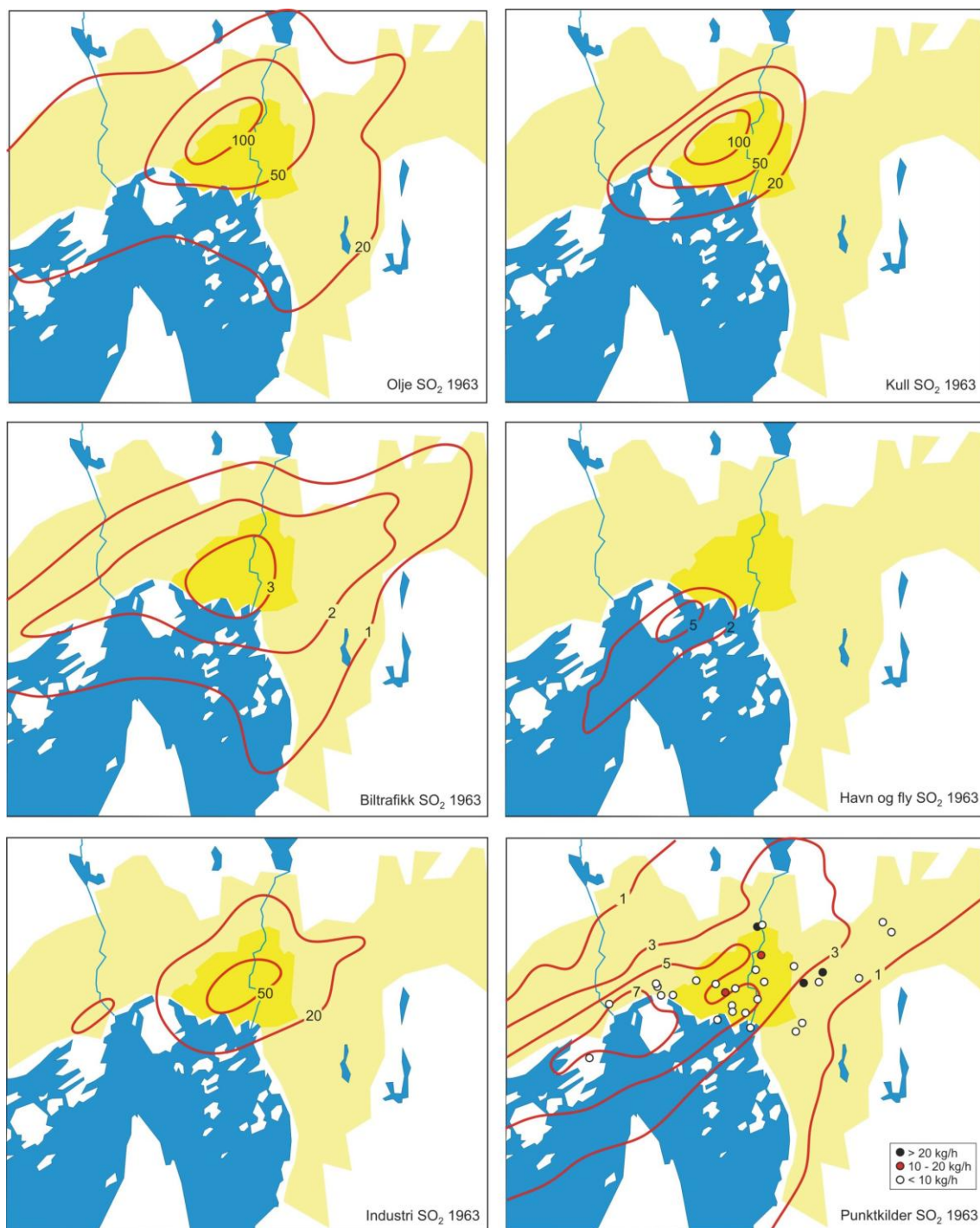
SO ₂	Biltrafikk			Havn-fly			Kull-koks			Olje			Industri			Punkt			Sum		
	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I
1987	508,26	3,81	(14,11)	98,35	3,46	(9,10)	19,39	0,68	(11,13)	1460,00	13,80	(11,13)				2086,00	17,79	(11,13)			
1988	356,18	2,65	(14,11)	77,70	2,72	(9,10)	9,89	0,35	(11,13)	1117,70	10,53	(11,13)				1561,46	13,18	(11,13)			
1989	288,21	2,15	(14,11)	75,92	2,68	(9,10)	8,96	0,31	(11,13)	688,26	6,38	(11,13)				1061,35	8,62	(11,13)			
1990	237,50	1,77	(14,11)	59,36	2,08	(9,10)	6,36	0,22	(11,13)	437,25	4,03	(12,14)				740,47	5,90	(11,13)			
1991	231,15	1,73	(15,12)	61,39	2,14	(9,10)	8,86	0,31	(11,13)	384,63	3,56	(12,14)				686,03	5,43	(11,13)			
1992	265,23	1,97	(15,12)	71,62	2,54	(9,10)	8,23	0,28	(11,13)	331,78	3,01	(12,14)				676,86	5,13	(11,13)			
1993	218,03	1,62	(14,11)	73,28	2,55	(9,10)	7,57	0,26	(11,13)	237,60	2,21	(11,13)				536,48	4,54	(9,10)			
1994	177,50	1,32	(14,11)	77,22	2,52	(9,10)	3,75	0,13	(11,13)	233,85	2,14	(11,13)				492,31	4,22	(9,10)			
1995	113,32	0,85	(14,11)	62,91	2,00	(9,10)	3,27	0,11	(11,13)	219,78	2,06	(11,13)				399,28	3,35	(9,10)			
1996	134,47	1,01	(14,11)	82,42	2,65	(9,10)	4,14	0,14	(11,13)	336,99	3,14	(11,13)				558,02	4,49	(9,10)			
1997	132,16	0,99	(14,11)	75,53	2,42	(9,10)	3,78	0,13	(11,13)	238,64	2,23	(11,13)				450,11	3,97	(9,10)			
1998	98,28	0,73	(14,11)	75,44	2,43	(9,10)	3,82	0,13	(11,13)	291,49	2,73	(11,13)				469,04	3,94	(9,10)			
1999	81,97	0,61	(14,11)	74,24	2,53	(9,10)	3,91	0,13	(11,13)	316,73	2,97	(11,13)				476,84	4,03	(9,10)			
2000	85,18	0,64	(14,11)	72,75	2,58	(9,10)	4,04	0,14	(11,13)	222,00	2,09	(11,13)				383,97	3,80	(9,10)			

Tabell 7: Summen av NO_x -konsentrasjonsfeltene for ulike kildegrupper. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

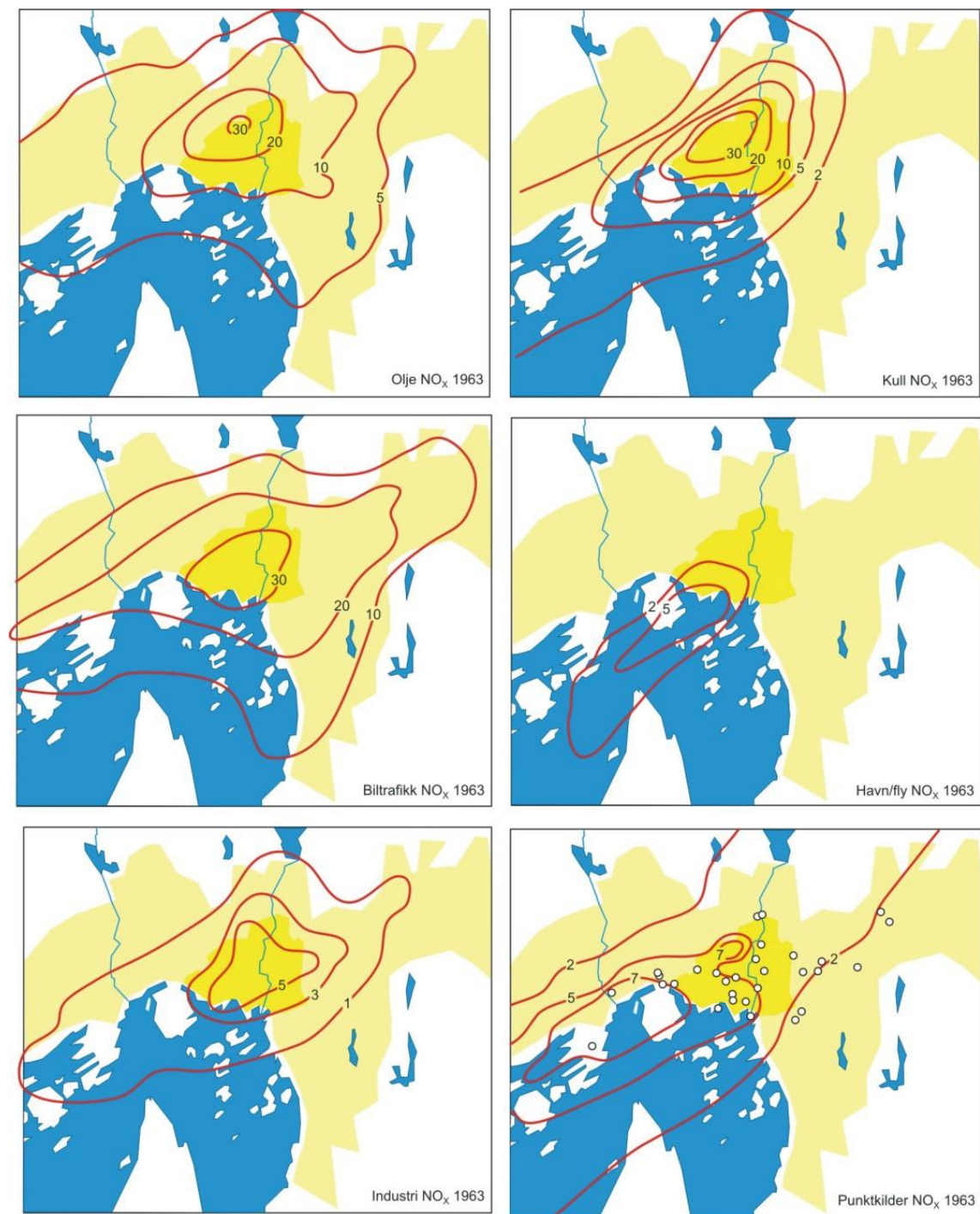
NO _x	Biltrafikk			Havn-fly			Kull-koks			Olje			Industri			Punkt			Sum		
	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I
1960	2540,80	21,68	(11,11)	198,92	6,99	(9,10)	752,83	27,83	(11,13)	1320,30	20,74	(11,13)	254,61	5,87	(11,12)	78,26	0,97	(3,8)	5145,72	71,48	(11,13)
1961	3405,50	28,09	(11,12)	233,90	8,18	(9,10)	699,96	24,51	(11,13)	1322,80	19,26	(11,13)	321,62	6,86	(11,12)	89,69	0,91	(6,11)	6073,47	74,27	(11,13)
1962	3308,00	27,41	(11,11)	232,26	8,07	(9,10)	713,07	24,62	(11,13)	1516,30	21,75	(11,13)	288,46	6,39	(11,11)	81,79	0,85	(6,11)	6139,88	74,38	(11,13)
1963	4570,00	37,18	(11,11)	300,53	10,40	(9,10)	1166,50	40,54	(11,13)	2242,90	31,34	(11,13)	367,48	8,16	(11,12)	96,04	0,97	(6,11)	8743,45	109,95	(11,13)
1964	4099,50	33,37	(11,12)	275,51	9,49	(9,10)	575,48	20,26	(11,13)	1944,20	26,76	(11,13)	375,14	7,58	(11,11)	90,79	0,94	(6,11)	7360,62	81,87	(11,13)
1965	3821,30	31,09	(11,12)	246,60	8,43	(9,10)	288,10	10,06	(11,13)	1693,40	22,70	(11,13)	324,95	6,32	(11,11)	83,32	0,89	(6,11)	6457,67	65,05	(11,13)
1966	4262,80	35,50	(11,11)	241,94	8,29	(9,10)	550,94	19,88	(11,13)	2009,80	27,30	(11,13)	379,04	7,83	(11,11)	110,37	1,22	(6,11)	7554,89	83,15	(11,13)
1967	4381,50	35,53	(11,11)	285,88	9,20	(9,10)	356,69	12,29	(11,13)	2207,30	28,25	(11,13)	401,55	7,87	(11,11)	100,27	1,14	(6,11)	7733,19	77,67	(11,13)
1968	5278,60	43,26	(11,11)	315,28	9,92	(9,10)	427,87	15,09	(11,13)	2349,80	29,92	(11,13)	435,88	8,38	(11,11)	105,01	1,42	(6,11)	8912,44	87,58	(11,13)
1969	5691,10	46,85	(11,11)	320,64	9,92	(9,10)	279,55	9,96	(11,13)	2215,50	27,81	(11,13)	453,63	9,48	(11,11)	121,08	1,32	(6,11)	9081,50	85,96	(11,12)
1970	6334,60	52,07	(11,11)	340,31	9,83	(9,10)	282,88	10,11	(11,13)	3017,10	37,09	(11,13)	412,26	9,06	(11,12)	106,01	1,20	(6,11)	10493,16	98,24	(11,12)
1971	8097,00	64,66	(11,11)	441,62	12,42	(9,10)	151,94	5,07	(11,13)	2224,70	25,45	(11,13)	415,03	7,74	(11,12)	91,85	1,15	(6,11)	11422,14	97,60	(11,12)
1972	6680,60	54,15	(11,12)	359,82	10,36	(9,10)	85,90	2,98	(11,13)	1524,50	17,71	(11,13)	246,38	4,56	(11,14)	68,77	1,02	(6,11)	8965,97	74,87	(11,12)
1973	5651,70	46,01	(11,12)	328,93	9,38	(9,10)	93,04	3,27	(11,13)	1544,60	17,75	(11,13)							7618,27	62,85	(11,12)
1974	4567,90	38,01	(11,12)	255,63	7,21	(9,10)	67,26	2,43	(11,13)	1370,80	15,75	(11,13)							6261,59	52,15	(11,12)
1975	4951,00	40,35	(11,12)	269,71	7,39	(9,10)	61,63	2,14	(11,13)	1062,60	11,57	(11,13)							6344,94	51,45	(11,12)
1976	5993,70	48,43	(11,12)	306,76	8,27	(9,10)	86,62	2,99	(11,13)	1374,60	14,70	(11,13)							7761,68	62,87	(11,12)
1977	5961,10	48,93	(11,12)	300,94	8,35	(9,10)	88,30	3,13	(11,13)	1379,10	14,81	(11,13)							7729,44	63,27	(11,12)
1978	5940,20	48,30	(11,12)	275,66	7,64	(9,10)	76,30	2,65	(11,13)	1194,80	12,43	(11,13)							7486,96	60,63	(11,12)
1979	6740,10	55,68	(11,12)	328,33	9,33	(9,10)	98,50	3,53	(11,13)	1363,10	14,05	(11,13)							8530,03	69,59	(11,12)
1980	6444,40	48,12	(15,12)	285,20	7,93	(9,10)	90,05	3,14	(11,13)	1122,80	11,19	(11,13)							7942,45	55,53	(11,12)
1981	6278,40	47,26	(14,11)	297,93	8,55	(9,10)	84,15	2,97	(11,13)	1034,60	10,41	(11,13)							7695,08	54,19	(11,12)
1982	5667,80	42,60	(15,12)	264,22	7,85	(9,10)	75,26	2,71	(11,13)	900,48	9,01	(11,13)							6907,76	48,94	(11,12)
1983	5654,50	41,94	(14,11)	275,09	7,88	(9,10)	69,68	2,39	(11,13)	832,85	8,04	(11,13)							6832,12	47,35	(11,12)
1984	5354,80	40,65	(14,11)	265,57	7,89	(9,10)	63,22	2,25	(11,13)	760,39	7,55	(11,13)							6443,98	45,48	(12,11)
1985	6886,00	52,20	(14,11)	307,01	8,75	(9,10)	79,36	2,80	(11,13)	922,01	8,98	(11,13)							8194,38	58,03	(11,11)
1986	6600,10	49,60	(15,12)	289,75	8,22	(9,10)	64,41	2,27	(11,13)	746,48	7,15	(12,14)							7700,74	53,63	(12,11)

Tabell 7 (forts.): Summen av NO_x -konsentrasjonsfeltene for ulike kildegrupper. Enhet: $\mu g/m^3$.

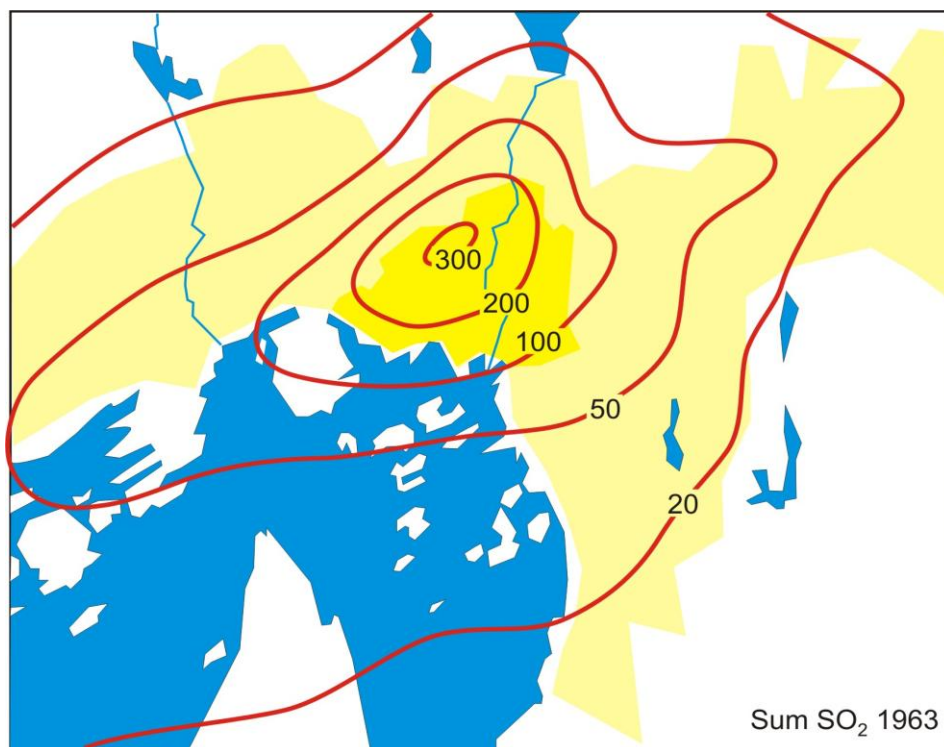
NO _x	Biltrafikk			Havn-fly			Kull-koks			Olje			Industri			Punkt			Sum		
	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I	Sum	Max	I
1987	8650,30	64,76	(14,11)	402,89	11,33	(9,10)	89,75	3,16	(11,13)	943,21	8,91	(11,13)							10086,15	70,40	(11,11)
1988	6933,10	51,59	(14,11)	332,70	9,05	(9,10)	73,66	2,57	(11,13)	710,80	6,69	(11,13)							8050,26	56,60	(11,11)
1989	6313,90	47,05	(14,11)	340,61	9,14	(9,10)	71,64	2,47	(11,13)	540,52	5,01	(11,13)							7266,67	51,44	(11,10)
1990	5070,50	37,70	(14,11)	296,78	7,84	(9,10)	70,31	2,48	(11,13)	436,65	4,02	(12,14)							5874,24	41,42	(11,11)
1991	5221,10	39,11	(15,12)	315,66	8,32	(9,10)	86,15	3,02	(11,13)	455,03	4,22	(12,14)							6077,94	42,48	(11,11)
1992	5820,60	43,19	(15,12)	374,40	10,08	(9,10)	113,13	3,88	(11,13)	481,98	4,37	(12,14)							6790,11	47,82	(11,11)
1993	5221,00	38,81	(14,11)	372,10	9,94	(9,10)	124,65	4,30	(11,13)	422,96	3,93	(11,13)							6140,71	44,54	(11,10)
1994	5229,90	38,74	(14,11)	435,24	11,46	(9,10)	158,51	5,45	(11,13)	542,60	4,97	(11,13)							6366,25	46,03	(10,10)
1995	4405,30	33,00	(14,11)	400,54	10,50	(9,10)	143,19	5,00	(11,13)	471,72	4,43	(11,13)							5420,75	40,60	(10,10)
1996	5198,00	38,90	(14,11)	506,20	13,37	(9,10)	182,29	6,27	(11,13)	791,05	7,36	(11,13)							6677,54	48,93	(10,10)
1997	4714,00	35,17	(14,11)	472,16	12,31	(9,10)	102,46	3,50	(11,13)	557,08	5,21	(11,13)							5845,70	43,84	(10,10)
1998	4333,60	32,33	(14,11)	446,80	12,51	(9,10)	144,11	4,91	(11,13)	426,42	3,99	(11,13)							5350,93	41,24	(10,10)
1999	3888,80	29,01	(14,11)	339,97	12,05	(9,10)	144,64	4,91	(11,13)	476,95	4,48	(11,13)							4850,36	37,94	(10,10)
2000	3575,90	26,68	(14,11)	321,20	11,32	(9,10)	145,36	4,92	(11,13)	332,26	3,12	(11,13)							4374,72	34,88	(10,10)



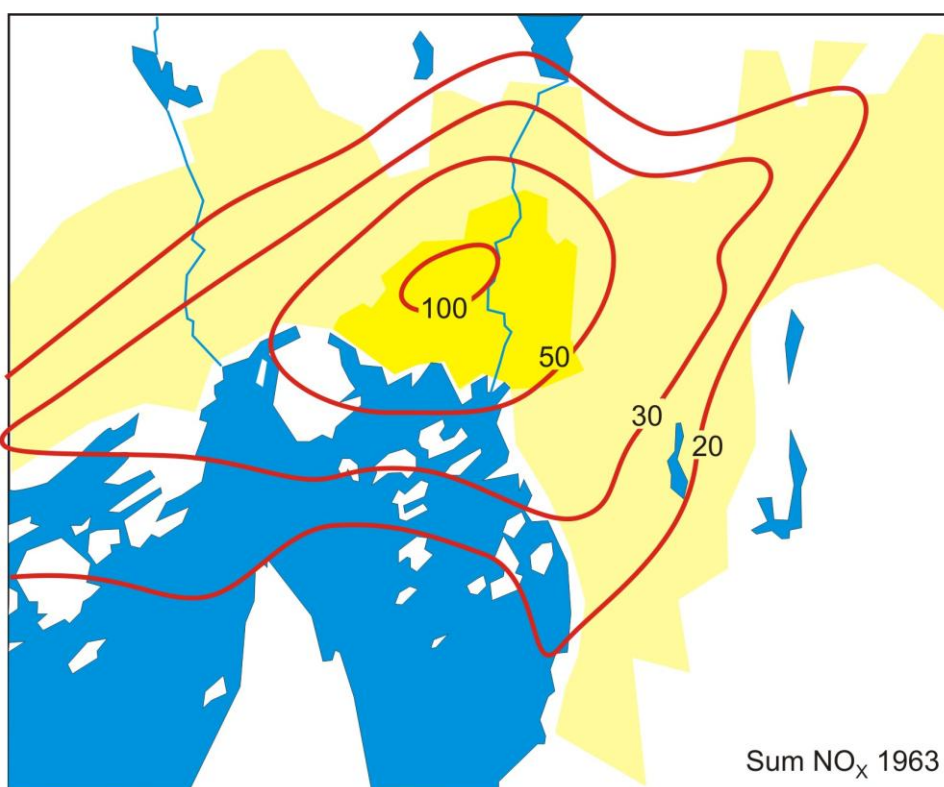
Figur 13: SO₂-konsentrasjoner fra ulike kildetyper 1963. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 14: NO_x-konsentrasjoner fra ulike kildetyper 1963. Enhet: μg/m³.



Figur 15: Samlet årskonsentrasjoner av SO₂ 1963. Enhet: µg/m³.



Figur 16: Samlet årskonsentrasjoner av NO_x 1963. Enhet: µg/m³.

8.2 Bydelskonsentrasjoner

Beregningsresultatene fra dette prosjektet skal brukes til studier av helseeffekter på grunn av forurensningene i Oslo. Her er det oppgitt hvilken bydel pasientene har bodd i, og derfor er det beregnet årlige konsentrasjonsverdier for hver bydel. Fra befolkningsberegningene er det laget felter for befolkningen innen hver bydel, og disse er ganget med konsentrasjonsfeltet:

$$SO_2(\text{bydel}) = \sum SO_2(I, J) * BEF(I, J, \text{bydel}) / \sum BEF(I, J, \text{bydel})$$

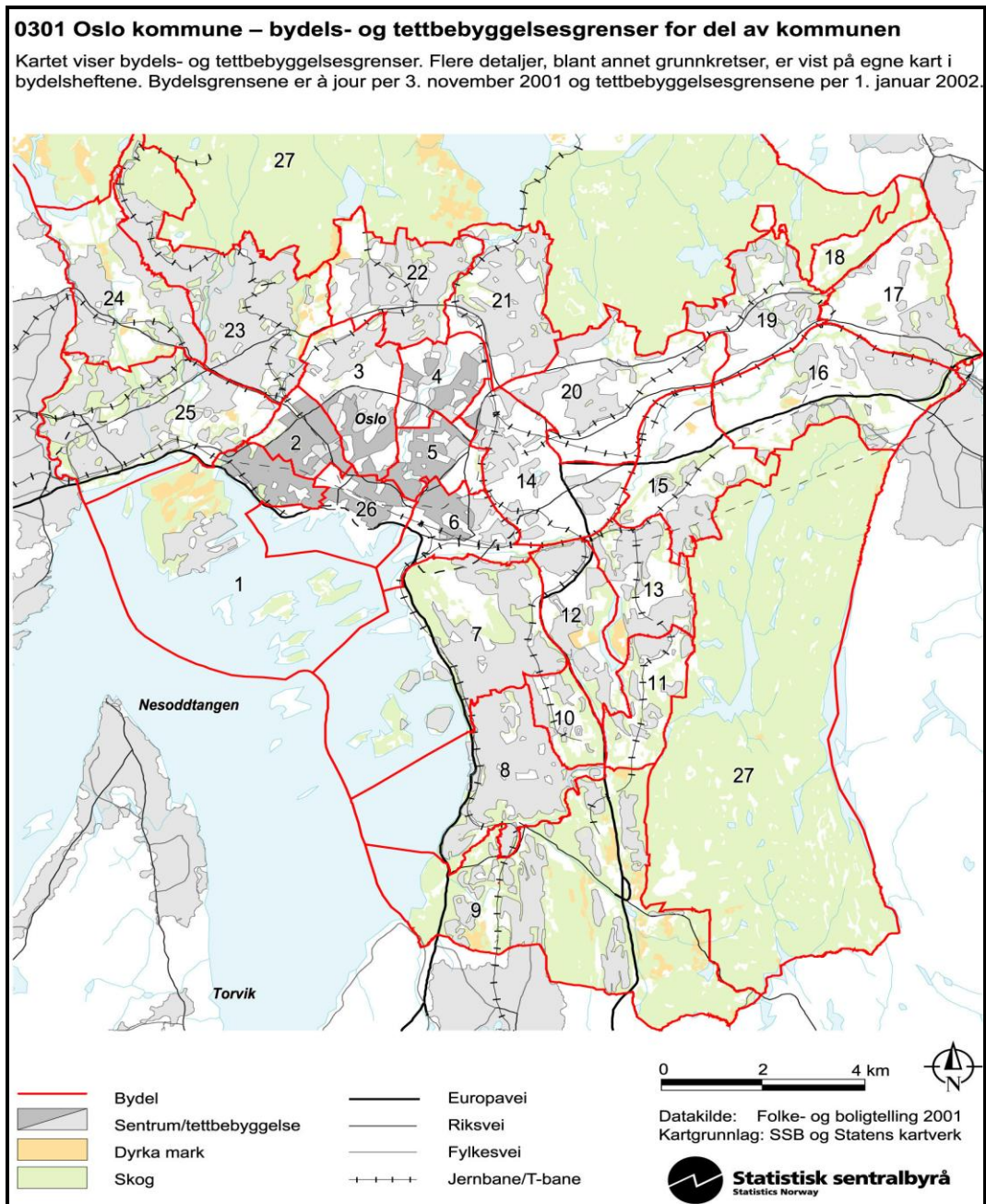
Bydelsbegrepet i Oslo har endret seg ganske mye i årenes løp. I 1954 ble det innført en inndeling av hele byen med 10 hovedsoner, seksti bydeler (soner) og 300 roder (grunnkretser), kalt "standard soneinndeling" (se Tabell A.2). Senere er antallet grunnkretser økt til 558, men hele tiden ved deling av de gamle grunnkretsene. Oslo bestod fra 1973 til 30. juni 1988 av 34 bydeler. Noen av disse eksisterte bare på papiret, ettersom de skulle opprettes etter hvert som områdene ble utbygd. I 1988 fikk en den første bydelsreformen, hvor det ble opprettet 25 administrative bydeler og 2 "geografiske bydeler uten egen administrasjon (Sentrum og Marka). Det var viktig "å balansere behovet for sentral styring og kontroll med frihet for bydelene til å håndtere egne problemer." I 2004 ble antallet bydeler redusert til 15. Figur 17 og Tabell 8 viser bydelene i Oslo.

Tabell 9 a og b og Tabell 10a og b viser SO₂- og NO_x-konsentrasjoner for hver bydel.

I Figur 18 og Figur 19 er det vist middelkonsentrasjoner av SO₂ og NO_x for de 4 ti-års-periodene.

Tabell 8: Bydelsnavn i Oslo.

Bydel	Navn	Bydel	Navn	Bydel	Navn
1	Bygdøy-Frogner	10	Lambertseter	19	Grorud
2	Uranienborg-Majorstua	11	Bøler	20	Bjerke
3	St.Hanshaugen-Ullevål	12	Manglerud	21	Grefsen-Kjelsås
4	Sagene-Torshov	13	Østensjø	22	Sogn
5	Grünerløkka-Sofienberg	14	Helsfyr-Sinsen	23	Vinderen
6	Gamle Oslo	15	Hellerud	24	Røa
7	Ekeberg-Bekkelaget	16	Furuset	25	Ullern
8	Nordstrand	17	Stovner	26	Sentrum
9	Søndre Nordstrand	18	Romsås	27	Marka



Figur 17: Områdeinndeling i Oslo. Bydels- og tettstedsgrenser i Oslo 2001 (SSB, 2003 b).

Tabell 9a: Årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i Oslo-området 1960-1979.

Bydel	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1	113,88	103,44	119,81	173,31	120,68	88,66	122,45	116,59	128,72	119,77	137,27	100,25	56,27	36,29	35,93	20,82	27,33	24,94	22,46	23,55
2	166,27	153,32	169,47	249,78	175,58	128,95	176,44	166,35	181,02	165,11	197,93	138,02	81,86	56,03	56,56	31,83	40,03	37,48	32,99	35,69
3	172,64	166,99	179,76	262,85	188,67	142,55	189,04	180,41	194,10	181,95	216,26	151,87	89,47	57,20	57,79	32,95	40,86	38,38	33,60	36,88
4	146,15	153,17	154,00	229,52	170,73	133,93	164,01	161,60	166,61	154,85	190,07	130,81	82,38	54,63	55,58	32,78	38,83	37,06	31,86	36,01
5	137,90	136,50	149,18	215,16	157,11	124,34	156,68	151,40	161,43	151,78	183,60	129,53	73,79	46,80	46,68	27,49	33,41	31,78	27,78	29,93
6	78,09	78,61	89,91	124,95	95,90	83,98	100,86	103,25	110,17	103,89	123,63	94,59	56,29	31,81	31,41	18,94	23,68	22,39	20,02	20,83
7	29,24	31,72	37,72	52,68	42,78	39,11	47,71	51,79	56,84	55,13	67,13	52,76	33,24	23,53	23,68	14,15	18,33	16,99	15,47	15,94
8	14,75	16,04	20,23	28,58	22,58	20,84	25,29	27,72	29,71	28,50	36,85	28,94	18,69	13,78	13,55	8,60	11,46	10,51	9,82	9,65
9	5,83	7,11	9,33	12,73	9,49	9,43	10,87	12,05	12,46	11,37	14,99	13,00	8,73	5,80	5,18	3,68	4,55	4,21	4,01	3,65
10	16,26	18,29	22,50	32,39	27,60	25,13	31,12	33,86	36,40	34,16	46,90	34,97	22,64	18,43	18,10	11,22	14,32	13,29	11,99	12,19
11	10,30	12,10	14,61	20,81	18,97	17,49	19,87	23,45	23,91	22,17	32,02	22,97	15,52	12,87	12,22	8,14	9,53	9,20	8,06	8,42
12	24,90	28,10	32,62	46,54	40,72	36,90	44,54	49,82	53,36	51,28	67,48	50,58	32,54	25,56	25,73	15,77	19,96	18,70	16,68	17,65
13	17,31	19,94	22,83	33,60	31,43	28,48	32,35	40,09	41,14	40,44	55,05	40,20	26,70	22,64	22,90	14,36	17,60	16,76	14,86	15,90
14	72,60	77,99	82,22	118,51	98,92	81,56	94,40	101,57	104,87	98,54	123,49	90,54	55,71	35,13	35,46	21,67	26,03	25,05	21,78	23,92
15	21,77	25,04	26,89	40,02	38,21	33,48	38,25	49,38	51,62	50,69	63,48	45,80	30,71	25,31	26,56	16,61	20,35	19,99	17,88	20,17
16	12,22	13,62	13,50	20,68	21,15	17,23	18,60	22,06	22,70	23,67	30,34	21,87	15,90	13,17	14,60	9,96	12,38	12,96	12,02	14,24
17	11,44	13,03	12,79	20,10	19,88	16,73	18,29	20,19	21,62	22,35	30,25	20,71	15,86	13,61	14,52	9,89	11,77	11,98	10,75	13,23
18	12,41	15,06	14,83	23,78	23,88	20,21	22,08	23,98	26,08	25,40	33,90	26,46	19,65	16,39	17,34	11,29	13,30	13,14	11,60	14,38
19	18,57	24,30	25,99	40,75	40,70	34,53	37,93	38,50	43,38	42,70	55,23	39,07	26,30	20,60	21,65	13,65	16,41	16,04	14,23	16,81
20	48,52	53,39	51,67	76,12	68,94	56,57	62,40	67,50	71,59	69,90	88,71	64,14	42,43	29,10	30,16	18,42	21,91	21,22	18,44	21,17
21	61,07	75,10	68,48	104,81	89,50	72,13	77,85	85,67	86,74	81,76	98,59	70,12	49,84	32,16	32,97	20,35	23,32	22,05	18,78	22,28
22	64,06	79,91	74,83	109,00	87,34	71,70	83,25	92,30	95,72	89,32	105,39	80,20	55,87	33,99	36,17	21,12	25,28	23,68	20,61	23,69
23	47,68	50,74	49,63	70,01	56,96	44,89	55,48	56,78	61,10	56,22	72,54	51,42	32,76	24,66	25,90	14,80	18,04	16,90	14,74	17,05
24	19,59	22,45	22,81	32,82	30,22	25,15	30,47	31,72	34,79	33,44	44,63	31,68	21,03	18,04	18,91	11,34	13,84	13,10	11,63	13,78
25	57,02	55,26	58,81	84,14	71,54	54,84	70,42	68,55	77,66	72,35	89,31	65,15	36,79	26,17	26,78	15,30	19,08	17,87	15,84	17,55
26	123,50	116,29	139,60	196,01	143,19	113,31	149,05	142,40	153,63	151,45	166,64	123,52	65,57	36,77	35,83	21,43	27,72	25,50	22,94	23,76
27	111,76	104,28	122,57	169,00	121,15	95,66	124,92	119,31	127,74	123,54	133,65	98,31	52,20	29,40	28,74	17,25	22,12	20,35	18,24	19,06
Middel	88,36	87,70	92,91	133,38	99,95	78,28	96,73	95,92	101,07	94,31	114,15	80,67	48,88	32,55	32,82	19,45	23,70	22,37	19,59	21,56

Tabell 9b: Årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i Oslo-området 1980-2000.

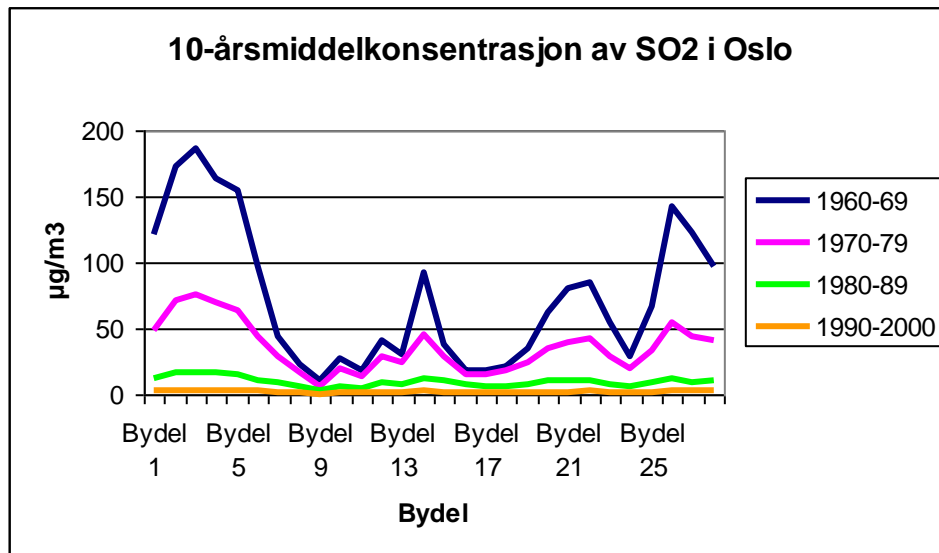
Bydel	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	16,89	17,49	13,74	13,21	10,16	11,58	9,21	11,52	8,49	5,94	4,14	3,89	4,07	3,36	3,09	2,44	3,38	2,83	2,88	2,93	2,52
2	25,12	24,93	20,17	18,70	14,63	16,03	12,76	15,25	11,26	7,46	5,11	4,72	4,62	3,63	3,29	2,71	3,82	3,05	3,24	3,35	2,67
3	26,15	25,38	20,92	19,27	15,07	16,26	13,28	15,50	11,49	7,59	5,22	4,81	4,64	3,61	3,27	2,70	3,84	3,02	3,24	3,35	2,63
4	26,46	24,34	20,93	18,91	14,79	15,34	13,48	14,82	11,02	7,30	5,19	4,82	4,57	3,47	3,15	2,59	3,68	2,86	3,08	3,19	2,49
5	22,19	21,40	17,70	16,51	12,99	13,73	11,58	13,43	10,06	6,79	4,75	4,42	4,36	3,43	3,09	2,52	3,52	2,83	2,98	3,06	2,47
6	16,05	16,13	13,07	12,61	9,78	10,54	8,82	10,64	8,00	5,50	3,82	3,58	3,64	2,95	2,62	2,09	2,85	2,37	2,39	2,42	1,99
7	11,94	12,17	9,77	9,57	7,31	8,07	6,68	8,17	6,17	4,15	2,81	2,58	2,59	2,08	1,86	1,52	2,11	1,71	1,77	1,80	1,46
8	7,58	7,73	6,37	6,45	4,99	5,60	4,73	5,86	4,59	3,03	2,04	1,89	1,86	1,44	1,30	1,08	1,54	1,22	1,30	1,34	1,04
9	3,16	3,22	2,70	2,86	2,17	2,41	2,12	2,65	2,22	1,45	0,96	0,93	0,93	0,71	0,64	0,53	0,76	0,62	0,64	0,66	0,52
10	9,50	9,21	7,66	7,56	5,86	6,17	5,28	6,27	4,85	3,20	2,15	2,03	1,97	1,52	1,36	1,13	1,60	1,26	1,34	1,38	1,06
11	7,16	6,39	5,45	5,38	4,26	4,07	3,72	4,19	3,31	2,22	1,50	1,45	1,37	1,06	0,95	0,78	1,08	0,85	0,90	0,92	0,71
12	13,61	13,04	10,88	10,54	8,14	8,48	7,30	8,52	6,42	4,31	2,92	2,72	2,66	2,08	1,84	1,50	2,11	1,66	1,73	1,76	1,38
13	12,58	11,39	9,58	9,27	7,35	7,31	6,40	7,24	5,47	3,65	2,48	2,32	2,21	1,70	1,52	1,25	1,77	1,36	1,45	1,49	1,15
14	18,61	17,59	14,84	14,03	11,01	11,32	9,91	11,30	8,40	5,80	4,08	3,80	3,74	2,94	2,62	2,08	2,87	2,30	2,37	2,40	1,93
15	15,76	14,63	12,25	11,74	9,27	9,52	8,17	9,30	6,90	4,62	3,21	2,99	2,84	2,17	1,95	1,59	2,25	1,73	1,84	1,88	1,45
16	11,87	11,07	9,30	8,97	7,01	7,28	6,32	7,18	5,39	3,63	2,62	2,51	2,39	1,84	1,64	1,30	1,82	1,43	1,48	1,50	1,18
17	10,47	9,10	8,07	7,53	5,74	5,78	5,58	5,80	4,27	2,79	2,16	2,03	1,86	1,33	1,25	0,99	1,42	1,09	1,16	1,20	0,92
18	10,86	9,66	8,46	7,82	5,83	6,07	5,83	6,16	4,45	2,87	2,27	2,09	1,97	1,39	1,33	1,03	1,48	1,13	1,20	1,23	0,95
19	12,83	11,77	10,03	9,42	7,08	7,47	6,82	7,40	5,39	3,55	2,66	2,44	2,31	1,69	1,58	1,23	1,76	1,38	1,42	1,45	1,13
20	15,99	14,91	12,63	11,89	9,12	9,55	8,49	9,41	6,87	4,67	3,40	3,13	2,96	2,25	2,06	1,63	2,30	1,79	1,86	1,90	1,49
21	16,57	14,39	12,87	11,68	8,80	8,99	8,67	8,93	6,51	4,31	3,27	3,09	2,87	2,07	1,95	1,55	2,22	1,68	1,82	1,87	1,44
22	17,10	15,48	13,55	12,34	9,29	9,83	9,20	9,71	7,10	4,65	3,47	3,16	3,03	2,20	2,05	1,63	2,37	1,81	1,95	2,03	1,56
23	12,10	11,63	9,93	9,26	7,00	7,59	6,77	7,56	5,65	3,77	2,71	2,42	2,32	1,76	1,61	1,30	1,85	1,45	1,55	1,59	1,22
24	10,05	9,49	8,18	7,75	5,83	6,32	5,61	6,29	4,76	3,14	2,23	2,00	1,89	1,42	1,33	1,08	1,56	1,17	1,29	1,34	1,01
25	12,65	13,03	10,76	10,47	8,00	9,14	7,43	9,18	6,85	4,64	3,21	2,91	2,86	2,23	2,03	1,62	2,27	1,83	1,90	1,92	1,51
26	17,53	17,91	14,18	13,66	10,52	11,74	9,52	11,82	8,76	6,16	4,33	4,12	4,27	3,60	3,27	2,62	3,53	2,99	3,00	3,04	2,67
27	14,10	14,17	11,34	10,88	8,34	9,21	7,63	9,27	6,85	4,78	3,38	3,05	3,18	2,65	2,41	1,95	2,63	2,23	2,25	2,34	2,01
Middel	16,00	15,16	12,63	11,83	9,11	9,64	8,25	9,42	6,99	4,67	3,28	3,04	2,95	2,28	2,07	1,67	2,36	1,86	1,96	2,01	1,60

Tabell 10a: Årsmiddelkonsentrasjoner av NO_x i Oslo-området 1960-1979.

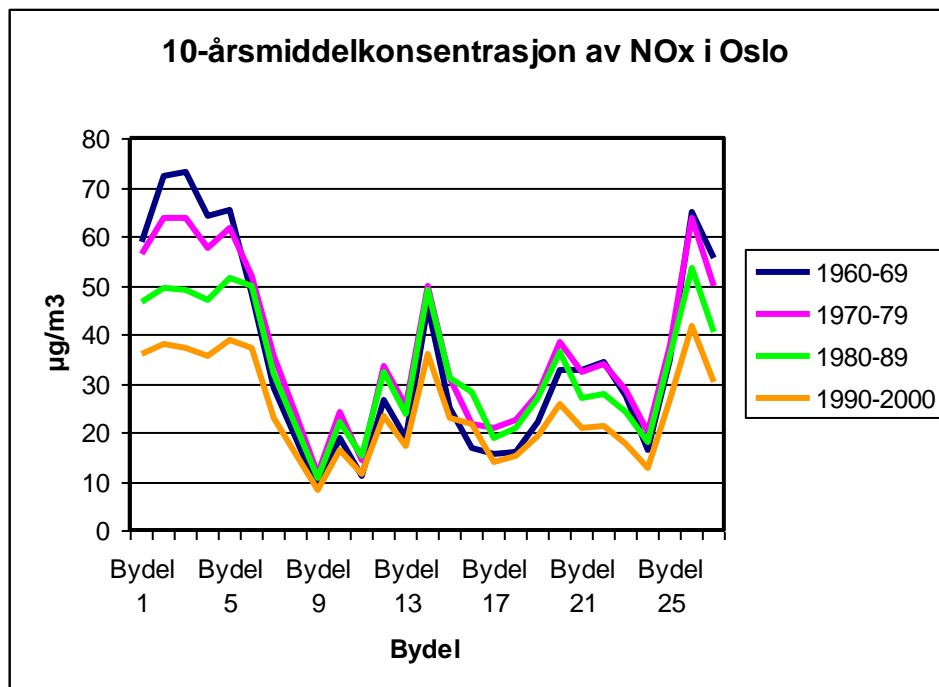
Bydel	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1	48,18	50,37	53,35	76,06	58,21	47,72	60,52	57,58	67,86	67,75	75,66	79,77	60,62	51,80	42,80	41,56	51,83	51,69	50,35	56,77
2	62,28	63,82	66,26	96,33	72,08	57,76	74,56	69,36	80,50	78,26	90,04	87,91	67,78	58,49	49,08	47,11	57,79	58,15	55,68	64,30
3	61,96	65,67	66,53	96,85	73,29	59,26	75,04	70,62	80,74	79,13	91,31	88,47	68,63	58,26	48,85	47,49	57,65	58,03	55,19	64,11
4	52,89	59,61	57,24	84,84	66,14	54,32	65,49	62,83	70,04	68,59	80,40	76,89	61,50	53,05	44,48	44,38	52,27	53,00	49,92	59,31
5	52,55	57,99	58,38	84,03	65,78	55,21	66,88	64,49	73,27	72,72	84,08	84,17	66,53	56,61	46,84	47,07	56,13	56,97	54,42	62,94
6	34,78	40,18	41,41	57,75	47,78	42,71	50,68	50,48	57,70	58,12	66,90	71,71	56,77	47,51	38,91	39,64	47,70	48,42	46,76	52,57
7	18,66	22,92	24,18	33,36	28,14	26,21	30,51	31,95	36,85	37,77	43,88	49,64	39,28	32,59	26,38	26,90	33,64	33,24	32,56	35,32
8	11,86	14,92	15,84	21,71	18,13	17,25	19,71	20,79	23,80	24,47	28,51	33,00	26,77	21,52	17,12	18,28	23,01	22,62	22,61	24,06
9	4,91	6,67	7,44	10,01	8,18	8,25	9,16	9,75	10,99	10,95	13,02	16,00	13,32	10,49	7,80	8,91	10,68	10,57	10,70	10,79
10	11,38	14,61	15,37	21,40	18,67	17,63	19,90	21,34	24,03	24,42	29,46	32,57	26,67	22,26	17,67	18,91	22,99	22,92	22,39	24,36
11	6,48	8,52	8,94	12,42	11,46	10,88	11,34	13,11	14,02	14,14	17,92	18,92	15,92	13,66	10,48	11,93	13,55	14,00	13,25	14,77
12	16,53	21,07	21,50	30,12	26,46	24,60	27,90	30,02	33,80	34,77	41,43	45,72	36,89	31,10	25,17	26,29	32,15	32,14	31,13	34,34
13	11,32	14,76	14,67	20,80	19,29	17,91	19,16	22,17	24,04	25,20	30,74	32,77	27,31	23,59	19,02	20,41	24,05	24,51	23,36	26,32
14	32,66	39,02	38,04	54,60	46,92	40,92	46,90	48,07	54,05	54,81	64,13	67,28	53,96	46,06	38,02	38,93	46,18	47,06	44,95	52,07
15	15,55	19,75	19,06	27,32	25,46	22,94	24,88	28,26	31,35	33,22	38,88	41,09	33,66	28,90	23,71	24,81	29,28	30,02	28,60	32,89
16	10,73	13,63	12,74	18,42	17,82	15,81	16,75	18,00	20,37	21,85	25,25	26,37	22,13	18,99	16,06	17,70	20,80	22,03	21,20	25,56
17	10,16	13,04	11,92	17,36	16,57	14,89	15,90	16,51	19,11	20,39	24,28	24,91	21,70	19,29	15,85	17,33	19,75	20,44	19,24	24,16
18	9,75	13,34	11,89	17,84	17,37	15,50	16,54	17,00	19,78	20,57	24,31	26,97	23,44	21,26	17,76	19,14	21,90	22,32	21,27	27,11
19	13,76	18,32	17,05	25,32	24,05	21,17	22,90	23,19	26,92	28,19	33,19	35,07	29,26	25,91	21,64	22,69	26,47	26,94	25,69	31,66
20	23,45	28,58	26,08	37,99	34,42	30,12	33,13	34,39	39,22	40,69	47,89	49,78	40,42	35,46	29,62	30,63	35,69	36,47	34,56	41,92
21	23,79	30,71	26,96	40,84	35,21	29,89	33,11	33,71	36,76	36,45	42,78	41,59	34,57	30,00	25,20	26,25	29,85	30,05	27,87	34,56
22	24,98	32,20	28,94	42,32	34,66	30,07	35,20	35,69	39,40	38,76	45,13	45,31	36,92	31,18	26,85	26,69	31,48	31,43	29,61	35,78
23	21,50	25,44	23,69	33,07	27,36	23,59	27,80	27,67	31,59	31,46	37,53	38,59	30,96	26,52	22,63	22,26	26,46	26,36	25,00	30,21
24	10,87	14,05	13,16	18,54	16,68	14,89	17,29	17,66	20,53	20,95	25,25	26,73	21,54	18,97	16,06	15,89	18,86	18,61	17,73	21,67
25	26,00	29,01	29,34	41,64	35,33	30,04	36,42	35,43	42,39	42,84	49,52	53,03	40,61	34,93	28,96	28,47	34,45	34,08	32,91	38,63
26	50,85	55,19	58,22	81,73	64,28	54,66	67,39	64,94	75,26	76,44	85,36	90,30	70,03	58,09	47,80	47,64	58,53	58,88	57,38	64,36
27	46,04	49,48	51,18	70,56	54,41	46,16	56,54	54,39	62,55	62,37	68,31	71,68	55,06	45,20	37,14	37,07	45,33	45,41	44,09	49,43
Midl	49,20	49,30	49,23	51,33	51,47	50,71	51,10	51,28	52,04	52,68	53,53	54,21	54,27	53,74	53,20	52,78	52,74	52,65	52,50	52,53

Tabell 10b: Årsmiddelkonsentrasjoner av NO_x i Oslo-området 1980-2000.

Bydel	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	46,57	47,18	41,56	41,04	39,28	50,65	45,09	60,95	48,86	44,40	35,32	36,21	40,92	37,95	39,41	34,08	41,77	36,42	34,24	31,57	28,80
2	51,48	50,36	45,49	43,77	41,50	52,91	49,19	63,87	50,88	45,54	37,80	38,80	43,38	39,58	41,74	35,78	44,23	37,41	35,19	32,67	29,59
3	51,61	49,54	45,18	43,28	40,94	51,79	49,00	62,56	49,64	44,52	37,28	38,30	42,67	38,74	40,82	34,82	43,21	36,30	34,08	31,71	28,67
4	50,60	46,86	43,85	41,65	39,26	48,85	48,16	59,42	47,09	42,29	36,33	37,57	41,54	37,05	39,38	33,25	41,32	34,48	32,29	30,08	27,18
5	53,84	51,60	47,14	45,60	43,64	54,69	52,11	66,51	53,15	47,96	39,85	40,46	44,97	40,61	42,49	36,40	44,66	38,05	35,62	32,99	29,94
6	50,32	49,47	44,41	43,69	42,39	53,17	49,46	64,84	52,15	47,42	37,99	39,07	43,52	39,82	40,58	35,03	42,35	37,20	34,37	31,47	28,57
7	32,54	32,10	28,22	28,22	27,07	34,16	30,98	41,91	33,80	30,34	23,23	23,74	26,72	24,65	24,75	21,49	26,29	23,30	21,25	19,49	17,55
8	21,32	20,72	18,46	18,64	17,65	22,44	20,76	27,91	22,96	20,23	15,54	16,36	18,49	16,63	16,85	14,58	18,00	15,94	14,41	13,25	11,85
9	10,56	10,31	9,20	9,55	8,85	11,05	10,37	13,95	12,06	10,39	7,79	8,64	9,88	8,72	8,88	7,67	9,52	8,54	7,74	7,08	6,35
10	23,20	21,74	19,67	19,64	18,78	22,89	21,88	28,39	23,31	20,63	16,15	17,18	19,39	17,24	17,53	15,00	18,47	16,30	14,76	13,54	12,10
11	16,61	14,49	13,56	13,68	13,50	15,03	15,27	18,98	15,80	14,46	11,40	12,52	13,74	12,23	12,47	10,52	12,74	11,15	10,09	9,25	8,28
12	34,06	31,87	28,90	28,79	27,93	33,88	32,19	41,55	33,68	30,62	23,89	25,00	27,91	25,30	25,39	21,74	26,66	23,34	21,17	19,37	17,40
13	25,83	23,08	21,23	21,23	20,97	24,27	23,50	29,59	24,06	22,28	17,56	18,76	20,62	18,77	18,73	15,89	19,51	16,84	15,22	13,97	12,52
14	50,78	48,49	44,40	43,28	41,61	51,78	49,60	63,36	50,55	45,92	37,63	38,45	42,51	38,27	39,34	33,46	40,75	35,32	32,51	29,80	26,99
15	33,46	30,94	27,96	27,76	27,18	32,79	30,90	39,53	31,67	28,99	23,41	24,90	27,18	24,71	24,76	21,10	25,98	22,37	20,24	18,63	16,64
16	30,11	27,93	25,65	25,04	24,16	29,55	28,52	36,05	28,97	26,17	21,86	24,26	26,04	23,47	23,76	20,08	24,53	21,35	19,38	17,72	15,93
17	21,45	18,41	17,97	17,01	15,74	18,75	20,92	24,06	18,74	16,52	15,56	16,36	17,19	14,39	15,43	12,55	15,62	13,27	12,00	11,05	9,84
18	23,20	20,30	19,55	18,59	16,88	20,97	22,95	26,79	20,33	17,63	16,81	17,60	19,31	15,62	17,16	13,61	17,12	14,58	13,19	12,12	10,83
19	29,66	26,81	25,25	24,22	22,30	27,90	28,96	34,74	26,85	23,74	21,21	21,50	23,50	19,74	21,12	17,04	21,20	18,71	16,36	15,01	13,46
20	38,65	35,57	33,34	32,18	30,20	37,71	37,98	46,57	36,30	33,08	28,47	28,81	31,25	27,35	28,67	23,74	29,27	24,98	22,59	20,69	18,62
21	30,68	26,48	25,88	24,35	22,25	26,93	29,61	33,72	26,03	23,66	21,56	23,53	25,44	21,63	23,36	19,04	23,73	19,69	18,13	16,72	14,94
22	30,71	27,53	26,32	24,66	22,48	28,07	29,96	34,98	27,08	24,21	21,84	23,52	26,12	22,39	23,83	19,34	24,41	20,55	18,78	17,43	15,58
23	26,16	24,17	22,67	21,50	19,61	24,93	25,42	30,76	23,99	21,62	18,79	19,16	21,49	18,67	19,59	15,93	19,95	17,32	15,65	14,21	12,65
24	19,68	17,95	16,94	16,13	14,55	18,51	18,90	22,65	17,75	16,08	13,73	13,89	15,64	13,67	14,52	11,62	14,69	12,29	11,02	10,08	8,91
25	35,54	34,70	31,85	31,20	29,08	38,09	35,93	46,98	37,31	33,65	27,80	28,37	31,69	28,16	29,70	24,73	30,25	26,56	24,26	21,97	19,81
26	53,70	53,64	47,80	46,94	45,17	57,66	52,45	69,95	56,24	50,91	40,89	42,14	47,36	43,71	45,13	39,23	47,66	41,94	39,27	36,18	33,11
27	41,47	40,97	36,61	35,85	34,31	43,49	40,07	52,71	42,14	38,09	30,74	29,79	34,10	31,49	32,50	28,40	34,28	30,52	28,41	26,90	24,30
Midl	52,38	52,31	52,05	51,85	51,67	51,71	51,73	52,22	52,24	52,03	50,05	49,34	49,28	48,29	47,41	45,67	44,10	42,03	39,67	38,30	37,43



Figur 18: 10-års middelkonsentrasjoner av SO₂ i Oslo.



Figur 19: 10-års middelkonsentrasjoner av NO_x i Oslo.

9 Usikkerhet i beregningene

Det er ikke enkelt å angi noen usikkerhet i beregningsresultatene. De er basert på en rekke av antagelser om ting vi ikke har hatt data for. På den annen side har det i mange tilfelle vært brukt totaltall som har vært fordelt geografisk på forskjellige måter. Det gjør at nivået i beregningene er riktig, mens det kan være lokale forskyvninger.

Utslippstall.

Fyring	Utslipp fra oljefyring og ved beregnet fra forbruk/salg og med utslippsfaktorer Fordelt etter befolkningen, korrigert for fjernvarme Utslipp fra kull/koks/gass fra forbruk/salg og med utslippsfaktorer Fordelt etter befolkningen i indre by
Industri	Forbruk og utslipp etter Industristatistikken, lokalisert etter adresse
Trafikk	Utslipp fra biltrafikk beregnet ut fra bensin/dieselforbruk og utslippsfaktorer Fordelt etter felt for trafikkarbeid. Utslipp fra havn/fly etter trafikkdata, forbruk og utslippsfaktorer

Spredning

Frekvensmatrise for vind og stabilitet for hvert år
Spredningsmodell basert på stasjonære, homogene forhold. Det vil si at modellen ikke kan si noe om variasjoner i spredningsforholdene annet enn at det har blåst så og så ofte i den vindsektoren. Med en vindhastighet på 1 m/s vil det ta 5-6 timer fra et utslipp på den ene siden av byen kommer ut på den andre siden av feltet. Og det er ikke mulig med de inngangsdataene for meteorologien som vi har hatt å regne med vindfelt som "renner" nedover dalene inn mot sentrum. Alt må gå i samme retning.

10 Hvordan passer dette med Lindbergs målinger?

Det viktigste ved denne sammenligningen er at **nivået** for målingene og beregningene er temmelig likt, til tross for at de har framkommet på helt ulike måter. Figur 3 viser plott av vintermiddelverdier fra Lindbergs SO₂-målinger. Tabell F.1 viser målestedene, Tabell F.2 viser vinter-, sommer- og årsmiddelverdier for målestedene, mens Tabell F.3 viser forholdet mellom Lindbergs vintermiddelverdier og årsmidlet (eks. vinteren 1958/59 mot 1959). Tabell 11 viser Lindbergs årsverdier og konsentrasjonen i km²-ruten tilsvarende Lindbergs målestasjoner. Som vi ser fra Figur 13 og Figur 14 gir punktkildene et broket konsentrasjonsbilde, og innen en km²-rute kan det være mindre konsentrasjonsforskjeller. For 1963 gav punktkildene et bidrag på opptil 7 µg/m³, både for SO₂ og NO_x. Det er målt høyere verdier enn beregnet på Solli plass, St. Olavs plass og Heimdalsgt, mens på Grefsen og Sagene er det beregnet høyere verdier enn målt. Det kan ha vært bedre utlufting på Grefsen-plataet som har gjort at utslippene fra Nydalen ikke har kommet dit.

Tabell 11: Lindbergs årsmiddelverdier og beregnede årsmiddelverdier.

Lindberg

År	Kingos gate	Bislett	Hegdehaugsvn	Solli pl	St. Olav	Heimdalsgt	Grünerløkka	Sagene br.st.	Grefsen br.st.	Blindern	Midt
1960	104,0	111,5	109,5	117,8	162,3	115,3	125,5	100,5	42,3	74,0	106,3
1961	111,8	123,3	106,8	122,3	168,5	123,5	126,5	109,3	44,8	79,0	111,6
1962	146,0	161,5	144,0	154,8	216,3	166,8	163,5	124,8	51,8	102,0	143,1
1963	154,5	169,8	153,5	156,3	227,3	158,5	172,3	132,5	50,8	102,8	147,8
1964	132,8	147,8	130,8	128,3	194,8	128,0	147,8	117,8	43,5	89,5	126,1

Beregnet

År	Kingos gate	Bislett	Hegdehaugsvn	Solli pl	St. Olav	Heimdalsgt	Grünerløkka	Sagene br.st.	Grefsen br.st.	Blindern	Midt
1960	186,2	180,0	128,0	77,7	128,0	109,2	186,2	161,4	76,4	122,1	106,3
1961	176,0	163,9	119,2	69,4	119,2	104,1	176,0	164,3	93,3	120,3	111,6
1962	193,6	181,4	140,9	84,2	140,9	123,0	193,6	168,8	84,7	125,3	143,1
1963	278,9	266,5	200,5	119,4	200,5	173,3	278,9	248,4	132,6	185,4	147,8
1964	193,9	183,3	140,3	90,9	140,3	124,5	193,9	177,4	114,1	145,7	126,1

11 Referanser

Referanselisten gjelder også vedleggene.

Aldrin, M. (1995) Metoder for å beregne trafikkdata til overvåkningssystemet for luftforurensning og støy i Oslo. En innledende studie. Oslo, Norsk Regnesentral (Notat STAT 13/95).

Aldrin, M. og Haug, O. (2000) Beregning av trafikkvolum ved hjelp av basiskurve metoden - en innføring. Oslo, Norsk Regnesentral (SAMBA notat/05/00).

Aune, B. (2002) Energi gradtall. Normaler 1961-1990. Normaler 1971-2000. Oslo, Meteorologisk institutt (Rapport Klima 23, 2002).

Bang, J., Figenbaum, J.E., Flugsrud, K., Larssen, Rypdal, K. og Torp, C. (1993) Utslipp fra veitrafikk i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport 93:12).

Bang, J., Flugsrud, K., Holtskog, S., Haakonsen, S., Larssen, S., Maldum, K.O., Rypdal, K. og Skedsmo, A. (1999) Utslipp fra veitrafikk i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. Oppdatering av SFT-rapport 93:12. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport 99:04).

Bartlett, S. (1993) The evolution of Norwegian energy use from 1950 to 1991. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapport 93/21).

Bartonova, A., Clench-Aas, J., Gram, F., Guerreiro, C., Larssen, S., Tønnesen, D. og Walker, S.-E. (1998) Miljøundersøkelsene hovedveiomlegging Oslo øst. Beregning av eksponering for luftforurensning knyttet til intervjuundersøkelsen. Kjeller (NILU OR 6/98).

- Bruun, O.D. (1999) Arkitektur i Oslo. En veiviser til byens bygningsmiljø. Oslo, Kunnskapsforlaget.
- Bærums herredsstyre (1920) Bærum - en bygds historie. Sandvika.
- Commins, B.T. og Waller, R.E. (1967) Observations from a ten-year study of pollution at a site in the city of London. *Atmos. Environ.*, 1, 49-68.
- DNMI (1945-1979) Norsk Meteorologisk Årbok. Oslo, Meteorologisk institutt.
- Duprey, R.L. (1968) Compilation of air pollutant emission factors. Durham, North Carolina (US Environmental Protection Agency 999-AP-42).
- Daasvatn, L., Flugsrud, K., Høie, H., Rypdal, K. og Sandmo, T. (1992) Modell for beregning av nasjonale utslipp til luft. Dokumentasjon. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå, (SSB Interne notater 92/17).
- Daasvatn L., Flugsrud, K., Hunnes, O.K. og Rypdal, K. (1994) Beregning av regionaliserte utslipp til luft. Beskrivelse av modell og metoder for estimering. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Interne notater 94/16).
- EC (1994) CORINAIR. Technical annexes, Volume 2: Default emission factors handbook. Luxembourg, European Commission (EUR 12586/2 EN).
- eKlima (2007) Meteorologisk institutts klimadata. URL: <http://eklima.met.no>
- Finstad, A., Flugsrud, K., Høgset, L. og Haakonsen, G. (2004a) Energiforbruk utenom elektrisitet i norske kommuner - en gjennomgang av datakvalitet. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Notater 2004/40).
- Finstad, A., Flugsrud, K., Haakonsen, G. og Aasestad, K. (2004b) Vedforbruk, fyringsvaner og svevestøv. Resultater fra Folke- og bolig tellingen 2001, Levekårsundersøkelsen 2002 og Undersøkelse om vedforbruk og fyringsvaner i Oslo 2002. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapport 2004/5).
- Fjeld, B. (1976) Forbruk av fossilt brensel i Europa og utslipp av SO₂ i perioden 1900-1992. Kjeller (NILU TN 1/76).
- Flugsrud, K., Gjerald, E., Haakonsen, G., Holtskog, S., Høie, H., Rypdal, K., Tornsjø, B. og Weidemann, F. (2000) The Norwegian Emission Inventory. Documentation of methodology and data for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants. Oslo-Kongsvinger, Statens forurensningstilsyn/Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapport 2000/1).
- Flugsrud, K. og Haakonsen, G. (2000) Utslipp av klimagasser i norske kommuner. En gjennomgang av datakvaliteten i utslippsregnskapet. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Notater 2000/54).
- Flugsrud, K. og Rypdal, K. (1996) Utslipp til luft fra innenriks sjøfart, fiske og annen sjøtrafikk mellom norske havner. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapport 96/17).

- Frank, H., Lachenmann, R., Mittelstädt, B. og Schöner, P. (1976) Räumliche Erfassung der Emissionen ausgewählter luftverunreinigender Stoffe aus Industrie, Haushalt und Verkehr in der Bundesrepublik Deutschland. Materialienband Teil 1: Industrie 1950-1980. Hanau, Tyskland, Nukem GmbH.
- Gram, F. (1972) Program MULREG. Midlertidig program- og bruksbeskrivelse (CDC 3600). Kjeller (NILU TN 22/72).
- Gram, F. (1982) Utslipp av luftforurensninger i Oslo 1979. Lillestrøm (NILU OR 10/82).
- Gram, F. (1991) Trafikkplan indre by, Oslo. Analyse av luftkvalitet og eksponering for luftforurensninger. Lillestrøm (NILU OR 83/91).
- Gram, F. (1994) Utslipp av NO_x og NMVOC i Oslo 1991. Nitrogenoksider og oksidanter i byområder; dannelse og effekter. Kjeller (NILU OR 79/94).
- Gram, F. (1996) The "KILDER" air pollution modelling system, version 2.0. Kjeller (NILU TR 12/96).
- Gram, F. (1999) Hovedveinettet i Oslo - oppdatering av trafikkdata på grunnlag av telldata. Kjeller (NILU OR 71/99).
- Gram, F. og Grønskei, K.E. (1977) Forurensninger av svoveldioksyd og sot i Oslo – bruk av fyringsoljer. Lillestrøm (NILU OR 5/77).
- Gram, F. og Grønskei, K.E. (1987) Tiltaksanalysen i Oslo. Utslipp av luftforurensninger i Oslo-området 1985 og 2000. Lillestrøm (Upublisert NILU-notat).
- Gram, F. og Grønskei, K.E. (2002) Konsentrasjoner av SO₂, NO_x, partikler og bly i Oslo 1973-1998. Samarbeidsprosjekt om luftforurensning og helse i Oslo. Kjeller. (NILU OR 60/2002).
- Gram, F., Nafstad, P. og Håheim L.L. (2003) Estimating residential air pollution exposure among citizens in Oslo 1974-1998 using a geographical information system. *J. Environ. Monit.*, 5, 541-546.
- Gram, F., Torp, C. og Larssen, S. (1992) Luftforurensningsanalyse for Transportplan Oslo-Akershus. Lillestrøm (NILU OR 35/92).
- Granrud, H., red. (2004) Trafikkundersøkelser i Oslo 2000-2002. Oslo, Statens vegvesen (PROSAM-rapport nr. 115).
- Grønskei, K.E. (1981) Luftforurensninger i tilknytning til Fornebu Lufthavn. Lillestrøm (NILU OR 25/81).
- Grønskei, K.E., Gram, F. og Kibsgaard, A. (1992) Hovedflyplass Gardermoen: luftforurensning ved alternative utbyggingsplaner. Lillestrøm (NILU OR 10/92).

- Grønskei, K.E., Gram, F. og Larssen, S. (1982) Beregning av sprednings- og eksponeringsforhold for visse luftforurensningskomponenter i Oslo. Lillestrøm (NILU OR 8/82).
- Grønskei, K.E., Gram, F., Larssen, S. og Walker, S.E. (2000) Evaluation of urban scale time-dependent dispersion model with subgrid elements in Oslo, Norway. Kjeller (NILU OR 57/2000).
- Grønskei, K.E., Joranger, E. og Gram, F. (1973) Assessment of air quality in Oslo, Norway. Appendix D til NATO/CCMS Document "Guidelines to assessment of air quality (Revised) SO_x, TSP, CO, HC, NO_x and oxidants". Kjeller (NILU IR 50/73).
- Hagen, L.O. (2003) Måling av luftkvalitet ved sterkt trafikkerte veier i Oslo, mai 2001-desember 2002. Kjeller (NILU OR 7/2003).
- Hansen, A.M. (1996) Sjøtransport og utslipp til luft: case. Oslo, Ecotrafic Norge.
- Hansen, A.M. (1999) Utslipp til luft fra skip i Oslo kommune i 1998. Oslo, Oslo Havnevesen/Ecotrafic Norge.
- Haugstuen, W. og Bang, J.R. (1980) Kartlegging av avgassutslipp pr. bil fra ulike kjøretøyer. Oslo, Statens Teknologiske Institutt (SFT-kontrakt nr. 88/80).
- Henriksen, J.F., Aas, W og Gram, F. (2001) En vurdering av risiko-områder for kulturminner i Norge basert på forurensnings- og klimaparametre. Kjeller (NILU OR 14/2001)
- Holtskog, S. (2001) Direkte energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapporter 2001/16).
- Høgset, L. (2004) Forbruket av ved i private husholdninger fra energiregnskapet for Norge 1980-2002. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (E-post 7.10.2004).
- Haakonsen, G. (2000) Utslipp til luft i Oslo, Bergen, Drammen og Lillehammer 1991-1997. Fordeling på utslippkilder og bydeler. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapporter 2000/23).
- Haakonsen, G. og Kvingedal, E. (2001) Utslipp til luft fra vedfyring i Norge. Utslippsfaktorer, ildstedsbestand og fyringsvaner. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå, (SSB Rapporter 2001/36).
- ICAO (1995) ICAO Engine exhaust emissions data bank. First edition. Montreal, Canada (ICAO Doc. 9646-AN/943).
- Jane's (1980) Jane's Encyclopedia of aviation. Ed. by M.J.H. Taylor. London, Jane's.
- Jane's (1988) Jane's All the world's aircraft 1988-89. Ed. by J.W.R. Taylor and K. Minson. London, Jane's.

- Johannessen, F.E. (1992) I støtet! Oslo Energi gjennom 100 år, 1892-1992. Oslo, Gyldendal.
- Joranger, E., Skogvold, O.F. og Grønskei, K.E. (1971) Målinger av luftforurensninger i Oslo 1969/70. Foreløpige resultater. Kjeller (NILU OR 23/71).
- Joranger, E., Skogvold, O.F., Thyvold, M.J. og Grønskei, K.E. (1970) Luftforurensninger i Oslo vinteren 1969/70. Del 3: SO₂-emisjon i Oslo - oljeforbruksdata. Kjeller (NILU OR 15/70).
- Knudsen, S. (1990) Vurdering av luftforurensning ved Oslo Lufthavn Fornebu sommeren 1989. Lillestrøm (NILU OR 61/90).
- Knudsen, S. og Strømsøe, S. (1990) Kartlegging av utslipp til luft fra norsk sivil luftfart. Hovedrapport. Lillestrøm (NILU OR 88/90).
- Larssen, S. (1984) Nordisk beregningsmetode for bilavgasser, sluttrapport august 1984. Nordisk ministerråd prosjekt 180.21-2.6. Lillestrøm (NILU OR 56/84).
- Lindberg, W. (1968) Den alminnelige luftforurensning i Norge. Oslo, Røykskaderådet.
- Lozano, E.R., Melvin, W.W. jr. og Hochheiser, S. (1968) Air pollution from jet engines. *J. Air Poll. Contr. Ass.*, 18, 392-394.
- Luftforurensningsutvalget (1969) Innstilling om bruk av fyringsoljer og luftforurensing. Lov om begrensning av adgangen til bruk av fyringsoljer. Oslo, Industridepartementet.
- Luftkvalitet.info (2006) Nettsted over luftkvaliteten i Norge.
URL: <http://www.luftkvalitet.info>.
- Løvhaug, M. (1994) Om omleggingen av regulativet for fartøysavgifter i Oslo havn i forbindelse med endringene i måleregler for skip pr. 18. juli 1994. Notat. Oslo Havnevesen.
- MHEP (1980) Handbook of emission factors. 1. Non-industrial sources. The Hague, Ministry of Health and Environmental Protection, Government Publishing House.
- Ministry of Health (1954) Mortality and morbidity during the London fog of December, 1952. London, H.M. Stationary Office (Reports on public health and medical subjects No. 95).
- Nafstad, P., Håheim, L.L., Oftedal, B., Gram, F., Holme, I., Hjermann, I. og Leren, P. (2003) Lung cancer and air pollution: a 27 year follow up of 16 209 Norwegian men. *Thorax*, 58, 1071-1076.
- Nafstad, P., Håheim, L.L., Wisløff, T., Gram, F., Oftedal, B., Holme, I., Hjermann, I. og Leren, P. (2004) Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. *Environ. Health Perspect.*, 112, 610-615.

- NESCAUM (2000) Environmental regulation and technology innovation: controlling mercury emissions from coal-fired boilers. Boston, MA., Northeast States for Coordinated Air Use Management. URL: http://www.nescaum.org/documents/rpt000906mercury_innovative-technology.pdf/
- Norsk Dampkjelforening (1959-70) Sirkulærer nr. 76-90 om brenselsanalyser i tiden 1. desember 1959 til 1. desember 1970. Skøyen, Oslo.
- NPI (1999) Emissions estimation technique manual for aggregated emissions from domestic gaseous fuel burning. Canberra, Australia, National Pollutant Inventory, National Environment Protection Council.
- OECD (1973) Air pollution from fuel combustion in stationary sources. Report and conclusions of the joint ad hoc group. Paris, OECD.
- Opinion (2000) Luftkvalitet og oppvarmingskilder - en undersøkelse blant sentrums-husstander i Oslo. Oslo, Opinion.
- Oslo Byplankontor (1976-1980) Trafikkundersøkelser 1975-1980. Oslo.
- Oslo Helseråd (1980) Trafikkstrømkart for Oslo, ytre by og indre by. Oslo.
- Oslo kommune (2005) Statistisk årbok for Oslo.
URL: http://www.utviklings-og-kompetanseetaten.oslo.kommune.no/oslostatistikken/publikasjoner/statistisk_arbok/
- Oslo kommune (1991-) Oslo-statistikken. [Folkemengden i de enkelte bydeler i Oslo.](http://www.utviklings-og-kompetanseetaten.oslo.kommune.no/oslostatistikken/publikasjoner/notatserien/)
URL: <http://www.utviklings-og-kompetanseetaten.oslo.kommune.no/oslostatistikken/publikasjoner/notatserien/>
- Overvik, F (2000a) Forurensningstilsynets opphav. Oslo, NIFU (Forskningspolitikk 1/2000)
- Overvik, F (2000b) Ekspertstrid om forurensning. Oslo, NIFU (Forskningspolitikk 4/2000)
- Poleszynski, D. (1978) Energibruk i husholdninger. Oslo, Statens institutt for forbruksforskning (Arbeidsrapport april 1978).
- PROSAM (2000) Trafikkundersøkelse i Oslo 1998 og 1999, trafikkutvikling for kjøretøy i Oslo 1995-1999. Oslo, Statens vegvesen (PROSAM-rapport nr. 72).
- PROSAM (2002) Plan for trafikktegninger i Oslo 2002-2005. Oslo, Statens vegvesen (PROSAM-rapport nr. 93).
- Rideng, A. (2005) Transportytelser i Norge 1946-2004 Oslo, Transportøkonomisk institutt (TØI-rapport 809/2005)

- Risø DTU (2000) Emission inventories for Denmark. Emission factors for fuel combustion. Roskilde, National Laboratory for Sustainable Energy. URL: http://www.risoe.dtu.dk/Risoe_dk/Home/Research/sustainable_energy/energy_systems/projects/emission_inventories/emission_inventories_2000.aspx
- Rosland, A. (1982) Forbruk av fast brensel i husholdninger 1960-1980. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapporter 82/11).
- Rosland, A. (1987) Utslippskoeffisienter. Oversikt over koeffisienter for utslipp til luft og metoder for å beregne disse. Oslo, Statens Forurensningstilsyn, Luftseksjonen.
- Selboe, O.K. (1988) Modeller for beregning av nasjonale og regionale utslipp til luft. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapporter 88/17).
- Semb, A. (1978) Sulphur emissions in Europe. *Atmos. Environ.*, 12, 455-460.
- Sivertsen, B. (1969) En meteorologisk undersøkelse av luftforurensningen i Oslo vinteren 1967/68. Hovedoppgave i geofysikk ved Universitetet i Oslo våren 1969.
- Statistisk Sentralbyrå (2003a) Folke- og bolig telling 2001. Bærum. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (Norges offisielle statistikk, C 796). URL: <http://www.ssb.no/fob/kommunehefte/0219/dl>
- Statistisk Sentralbyrå (2003b) Folke- og bolig telling 2001. Oslo. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (Norges offisielle statistikk, C 812). URL: <http://www.ssb.no/fob/kommunehefte/0301/dl>
- Tornsjø, B. (2001) Utslipp til luft fra innenriks sjøfart, fiske og annen sjøtrafikk mellom norske havner. Oslo-Kongsvinger, Statistisk Sentralbyrå (SSB Rapporter 2001/6).
- Torp, C., Larssen, S. og Sørli, J. (1991) Brukerveiledning for VLUFT, versjon 2.0. Lillestrøm (NILU TR 12/91).
- Trafitek (1992) Trafikktellinger i Oslo, organisering, finansiering og dataflyt. Oslo, Trafitek.
- Turner, D. B. (1964) A diffusion model for an urban area. *J. Appl. Meteorol.*, 3, 83-91.
- Tønnesen, D. (2000) Programdokumentasjon VLUFT versjon 4.4. Kjeller (NILU TR 7/2000).
- Tvedt, K.A. (hovedredaktør) (2000) Oslo Byleksikon 4. utgave. Oslo, Kunnskapsforlaget.
- TVLF (2002) Sur nedbør - tilførsel og virkning. Forskningsprogram om Tilførsler og Virkninger av Lufttransporterte Forurensninger. Oslo, Landbruksforlaget.

US EPA (1972) Update of AP-42: Compilation of air pollutant emission factors. United States Environmental Protection Agency.

URL: <http://www.epa.gov/otaq/models/ap42/ora0036.pdf>

US HEW (1970) Control techniques for carbon monoxide, nitrogen oxide, and hydrocarbon emissions from mobile sources. Washington, U.S. Department of Health, Education and Welfare (National Air Pollution Control Administration publication, AP-66).

Yamada, N. og Desprets, M. (1997) Update on NO_x measuring methods and emission levels. In: *20th World Gas Conference, Copenhagen 1997. Report and papers*. Groningen, International Gas Union.

Yamartino, R.J. og Rote, D.M. (1968) Updated model assessment of pollution at major U.S. airports. *J. Air Poll. Contr. Ass.*, 18, 128-132.

Vedlegg A

Befolkningsfordeling for Oslo og østre Bærum

A.1 Befolkningsfordeling for Oslo og østre Bærum

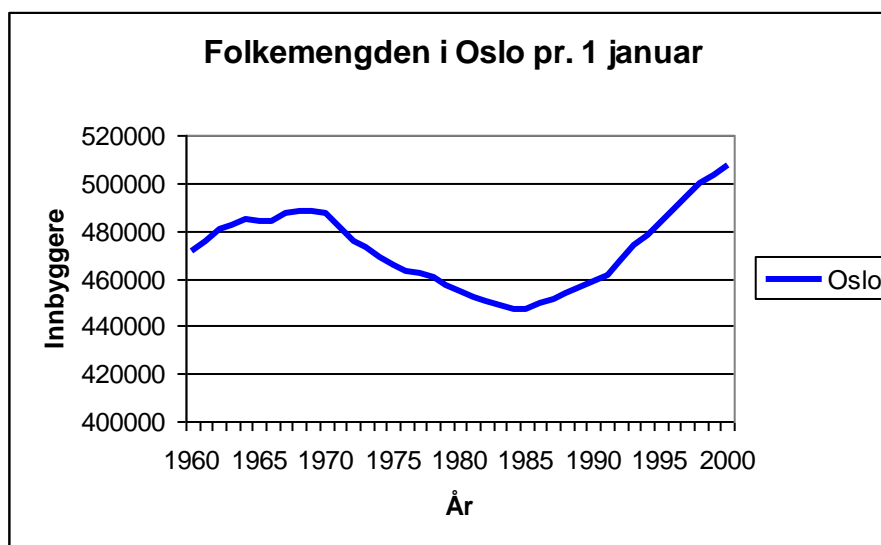
Beregningsområdet omfatter mesteparten av Oslo kommune samt deler av østre Bærum. I modellberegningene er det noen størrelser som har blitt arealfordelt etter befolkningstall, og det har vært viktig å få en riktigst mulig befolkningsfordeling.

Oslo

Tabell A.1 viser Statistisk Sentralbyrås tall for folkekemengden i Oslo pr. 1. januar hvert år, vist grafisk i Figur A.1 for 1960-2001.

Tabell A.1: Folkemengden i Oslo pr. 1 januar 1951-2004. (Kilde: SSB)

År	Folkemengde	År	Folkemengde	År	Folkemengde
1951	434 365	1969	488 329	1987	451 345
1952	437 184	1970	487 363	1988	453 730
1953	440 674	1971	481 548	1989	456 124
1954	444 041	1972	475 563	1990	458 364
1955	447 064	1973	472 609	1991	461 644
1956	451 247	1974	468 514	1992	467 441
1957	455 113	1975	465 337	1993	473 454
1958	461 591	1976	463 022	1994	477 781
1959	465 711	1977	462 497	1995	483 401
1960	471 511	1978	460 377	1996	488 659
1961	475 663	1979	457 446	1997	494 793
1962	480 461	1980	454 872	1998	499 693
1963	482 324	1981	452 023	1999	502 867
1964	484 711	1982	450 386	2000	507 467
1965	483 549	1983	448 775	2001	508 726
1966	483 757	1984	447 257	2002	512 589
1967	487 524	1985	447 351	2003	517 401
1968	488 231	1986	449 395	2004	521 886



Figur A.1: Folkemengden i Oslo. (Kilde: SSB)

Vi har fått data fra Oslo kommune over befolkningen i bydeler, roder og soner (grunnkretser) i Oslo pr. 31.12 for årene 1955, 1958, 1960, 1964, 1968, 1970, 1973 og 1984¹ (samt pr. 1.1 1994 og 2003), og det er hentet inn data fra Folke- og boligtellningene i 1970, 1980, 1990 og 2001, som vist i Tabell A.2.

¹ Når det snakkes om befolkning i 1985 er det tall for befolkningen pr. 31.12.1984 som er brukt. Strengt tatt skulle det være midlet mellom 31.12.1984 og 31.12.1985.

Tabell A.2: Folkemengden i gamle bydeler i Oslo.

By- del	Navn	31.12 1955	31.12 1958	31.12 1960	31.12 1964	31.12 1968	1.11 1970	31.12 1970	31.12 1973	1.11 1980	31.12 1984	1.11 1990	1.1 1994	3.11 2001	1.1 2003
1	Sentrum I	1653	1383	1261	1055	883	702	723	453	237	168	189	141	269	288
2	Sentrum II	14460	12704	11938	10470	9155	7820	7872	6676	5678	4761	4242	4463	5055	5083
3	Sentrum III	9934	8785	7974	6448	5620	4842	4878	4049	3234	2870	2966	2869	3403	3446
4	Filipstad	63	58	44	49	67	30	30	13	14	9	10	6	14	18
5	Skillebekk	7580	6777	6654	6083	5785	5021	5066	4598	4231	3822	3687	3943	4183	4194
6	Frogner	17802	17029	16456	15273	14220	13380	13373	12507	11513	10885	10785	11152	11427	11451
7	Uranienborg	9152	8616	8399	7776	6964	6688	6728	4352	5208	4871	4589	4773	5079	5082
8	Homansbyen	13633	12497	12120	11094	9416	9460	10332	8677	7610	6851	6591	6857	7314	7454
9	Majorstua	17416	16180	15588	14573	12963	13051	13739	11980	10459	9558	9354	9435	10356	10559
10	Marienlyst	1602	1544	1660	1563	1337	1337	1495	1222	1043	1012	930	850	850	876
11	Fagerborg	6418	6108	5981	5605	4989	5010	5360	4690	4142	3859	3854	3868	3996	4099
12	St. Hanshaugen	12770	11949	11481	11005	9912	9931	10589	9117	7799	7302	7204	7194	8089	8125
13	Gamle Aker	7651	7149	7077	6737	6017	6053	6345	5173	4326	3882	3255	3839	4160	5065
14	Ila	10014	9310	8926	8328	7437	7457	7703	6861	5820	5437	5381	5132	5239	5382
15	Lindern	4975	5006	4985	4989	4913	4655	4539	4004	3297	3358	3152	3090	3057	3215
16	Sagene	8582	7887	7782	7132	6609	6248	6255	5543	4921	4517	4437	4306	4774	5043
17	Bjølsten	8904	8590	8437	7733	7309	6970	6970	6133	5547	5434	5456	5544	5405	5603
18	Sandaker	1697	1388	1332	1512	1387	1285	1303	1364	1238	1127	1078	1125	1232	1233
19	Åsen	10721	10278	9875	9080	8601	8237	8225	7549	7510	7030	6881	6754	7358	7514
20	Torshov	13386	12103	11778	10950	10519	9989	9935	8901	7772	7632	7261	7462	8166	8405
21	Sinsen	11030	10170	9684	8783	8174	7742	7775	7074	6200	5708	5386	5460	5978	6283
22	Rodeløkka	9921	9047	8650	7823	7339	6806	6813	6098	4932	4767	5010	5200	6110	6289
23	Grunerløkka	18032	16664	16136	15099	14206	13224	13259	11851	9469	8696	9319	10196	10615	10855
24	Tøyen	14236	13103	12375	11633	10337	9627	9607	8700	7092	6190	6331	6819	7316	7246
25	Grønland	8002	7352	6749	6825	6482	5873	5851	4814	3837	3297	3871	5312	6220	6324
26	Kampen	11797	10946	10512	9881	9036	8509	8407	7413	6492	5888	5936	6791	7936	7917
27	Vålerenga	6841	5857	5482	4918	4421	4092	4067	3565	2778	2585	3090	3922	4624	4797
28	Gamlebyen	6830	6419	6181	5624	5313	4992	4903	4297	3535	3282	2873	3457	4096	4358
29	Loenga	330	334	352	285	245	224	218	212	143	115	45	44	44	41
30	Bekkelaget	8950	8579	8476	8307	8106	7947	7932	6461	7636	8884	8885	9430	10006	10191
31	Nordstrand	7063	7391	7276	7646	7789	7922	7830	7765	8519	9307	9418	9849	10137	10086
32	Ljansbyen	4346	5000	5132	5092	5012	5027	5023	4796	5816	13030	17627	18752	19886	20091
33	Rudene	2270	2165	2184	2225	2034	1746	2021	1628	2195	3079	10409	12644	16651	16913
34	Langerud	8570	18133	24771	30282	31642	30954	30928	28811	24294	21995	21795	21200	22283	22567
35	Manglerud	11995	12207	15141	18736	18880	18271	18249	13483	14910	14350	13769	14053	15101	15226
36	Østensjøbyen	8604	17672	18495	26316	27248	27708	27594	24637	23505	21908	21758	21767	22544	23513
37	Alfaset	2681	2951	3293	2621	11264	13390	13350	9631	17257	15236	15235	15338	15753	15875
38	Ulsholt	2016	2539	2584	2820	2658	2527	2517	5151	20031	22453	22834	23914	23890	24142
39	Fossum	4684	4915	4995	5234	6972	14022	13738	21671	27988	26431	25669	25676	26531	27032
40	Grorud	7366	9821	10890	15928	21230	21049	20991	25533	24631	22427	21835	22156	23215	23861
41	Bjerke	12378	21541	24457	28288	29830	29232	29068	27873	24648	22348	21311	21498	22292	23201
42	Ulven	14376	16498	16431	15714	14327	13706	13477	12186	10121	10593	10004	10168	10802	11596
43	Hasle	7629	9054	8809	8368	8076	7596	7505	5773	5909	5482	5405	5512	5692	3488
44	Grefsenlia	14544	15574	18706	18657	18772	18002	17973	16608	16602	16496	17329	17695	19066	19235
45	Tåsen	15454	15464	15811	17692	17459	16880	16833	14701	14878	14330	14438	14721	15477	16193
46	Ris	5743	5608	5717	5855	6489	7096	6950	5966	7090	7386	9210	10119	10468	10833
47	Borgen	5551	5321	5453	5349	5400	5204	5165	4935	4766	4961	5806	6142	6573	6641
48	Huseby	3890	4297	4448	4065	3948	3749	3733	4156	3953	3837	4611	4835	5192	5251
49	Holmen	7118	7169	7096	6968	7177	6852	6822	7197	11132	11361	11848	16136	12787	12914
50	Holmenkollen	1779	1715	1769	1865	2014	2114	2076	1798	2322	5217	6468	6979	7633	7599
51	Sørkedalen	719	672	664	640	602	570	575	23	471	453	469	521	615	600
52	Reabyen	7352	7411	7798	8524	8658	8318	8279	7938	10975	11521	11750	12101	12467	12559
53	Lilleaker	2879	3097	3010	3167	2979	3126	3035	2859	2744	2849	2973	3077	3342	3433
54	Ullern	4474	4894	5042	5197	5145	5326	5111	4915	4991	6405	7363	7670	7703	7819
55	Skøyen	2199	1850	1716	1653	1535	1432	1417	1366	1237	3663	3774	3852	4069	4167
56	Bygdøy	2703	2611	2554	2579	2778	2691	2692	2610	2583	2790	2970	3108	3203	3133
57	Øyene	400	323	323	150	56	48	47	33	16	11	8	7	7	5
58	Østmarka	225	168	156	317	276	278	268	220	114	102	99	98	99	94
59	Grefsenmarka	373	300	263	232	209	177	184	147	152	164	161	189	204	192
60	Nordmarka	1201	1108	1110	1046	885	865	849	770	703	673	651	675	737	750
99	Uten fast bopel	6283	6534	6514	5455	5024	4214	4593	3678	4538	1813	945	945	1001	826
	Sum	451247	467815	476953	485314	484130	477294	479185	443205	452804	446468	459990	480831	507791	516270

I 1954 ble det etter forslag fra konsulent Fridthiof Andhøy innført en inndeling av hele byen med 10 hovedsoner, seksti bydeler og 300 roder (grunnkretser), kalt "Standard soneinndeling". I indre by har rodene senere vært uendret, mens det i ytre by har vært betydelige endringer, men bare ved at grunnkretser har blitt delt opp i mindre grunnkretser p.g.a. stor utbygging. Noen grunnkretser har skiftet navn ved oppdelingen, og det har vært litt av et puslespill å følge rodene. I ytre by kunne det før 1980 være tre roder i en bydel, mens disse i dag er splittet i opptil 23 roder. Der en rode er delt, er det benyttet den nye fordelingen til å fordele befolkningstall på de tidligere årene. Spesielt er dataene fra FT 2001 mer detaljerte enn ved de tidligere folketellingene, og dette har vært brukt til å lage "riktigere" befolkningstall for de andre årene. Dagens bydeler består derfor av et aggregat av grunnkretser fra mange forskjellige av de gamle bydelene. For 2001 er det regnet med 569 grunnkretser. Fra 1.1.2004 er antallet bydeler i Oslo redusert til 17. I konsentrasjons- og eksponeringsberegningene regner vi med bydelsinndelingen med 27 bydeler.

I beregningene er først folketallet i Tabell B.2 beregnet for hver grunnkrets, og for mellomliggende år er tallene interpolert. På denne måte ble det laget en tabell med år og grunnkrets. For enkelte grunnkretser som bare var skog eller åker var befolkningen 0. Så ble det på grunnlag av detaljerte studier av bydelskartene laget en fordelingsnøkkel som fortalte hvorledes befolkningen fordelte seg på de km²-rutene som grunnkretsen dekker. Til slutt ble det for hver bydel laget et befolkningskart som er benyttet til å beregne middelkonsentrasjoner for hver bydel:

$$C_{\text{midl}} = \Sigma C(I,J) * BEF(I,J) / \Sigma BEF(I,J),$$

der C(I,J) og BEF(I,J) er henholdsvis konsentrasjonen og befolkningen i ruten med indeks (I,J), og Σ betyr at det skal summeres over alle rutene som grunnkretsen dekker.

Tallene i Tabell A.2 stemmer ikke helt med tallene i Tabell A.1, bl.a. p.g.a. et variabelt antall personer "uten fast bopel". Oppgavetidspunktet har også variert noe.

Tallseriene for Oslo kommune, som har hatt tilnærmet uendrede grenser siden 1948, forteller at folketilveksten har svingt mye de siste 50 årene. Folkemengden har likevel ikke økt mer enn 17 prosent, fra 434 365 i 1951 til 508 726 i 2001. Flyttestrømmer har endret seg i retning og styrke. Aldri er det blitt født flere barn – i absolutte tall – enn i de siste årene. Dermed opplever hovedstaden nå et solid fødselsoverskudd, mens det tidlig på 1980-tallet var et betydelig fødselsunderskudd (SSB, 2004). Innvandring er også en betydelig vekstfaktor. I Figur A.1 er svingningene overdrevet, ved at nullpunktet for y-aksen er langt utenfor arket.

Tabell A.4 viser utviklingen i folkemengden i ti områder i Oslo 1 januar 1959-1999. I 1959 bodde 52.5 % av befolkningen i det gamle Oslo (i indre sone), 9.7 % i Vestre Aker/Ullern og ca. 30 % i resten av ytre sone (Nordstrand, Østensjø-byen og Groruddalen). I 1999 hadde dette endret seg til under 30 % i indre sone, 15 % i Vestre Aker/Ullern og ca. 48 % i østre Aker i resten av ytre sone. I Groruddalen og på søndre Nordstrand har de gamle Aker-gårdene blitt utbygget med boliger, og folketallet 5-10-doblet. I Nydalen har det bodd ca. 7 % hele tiden, men internt i området har det skjedd store omveltninger. I 2001 var folketallet i indre sone ca 60 %

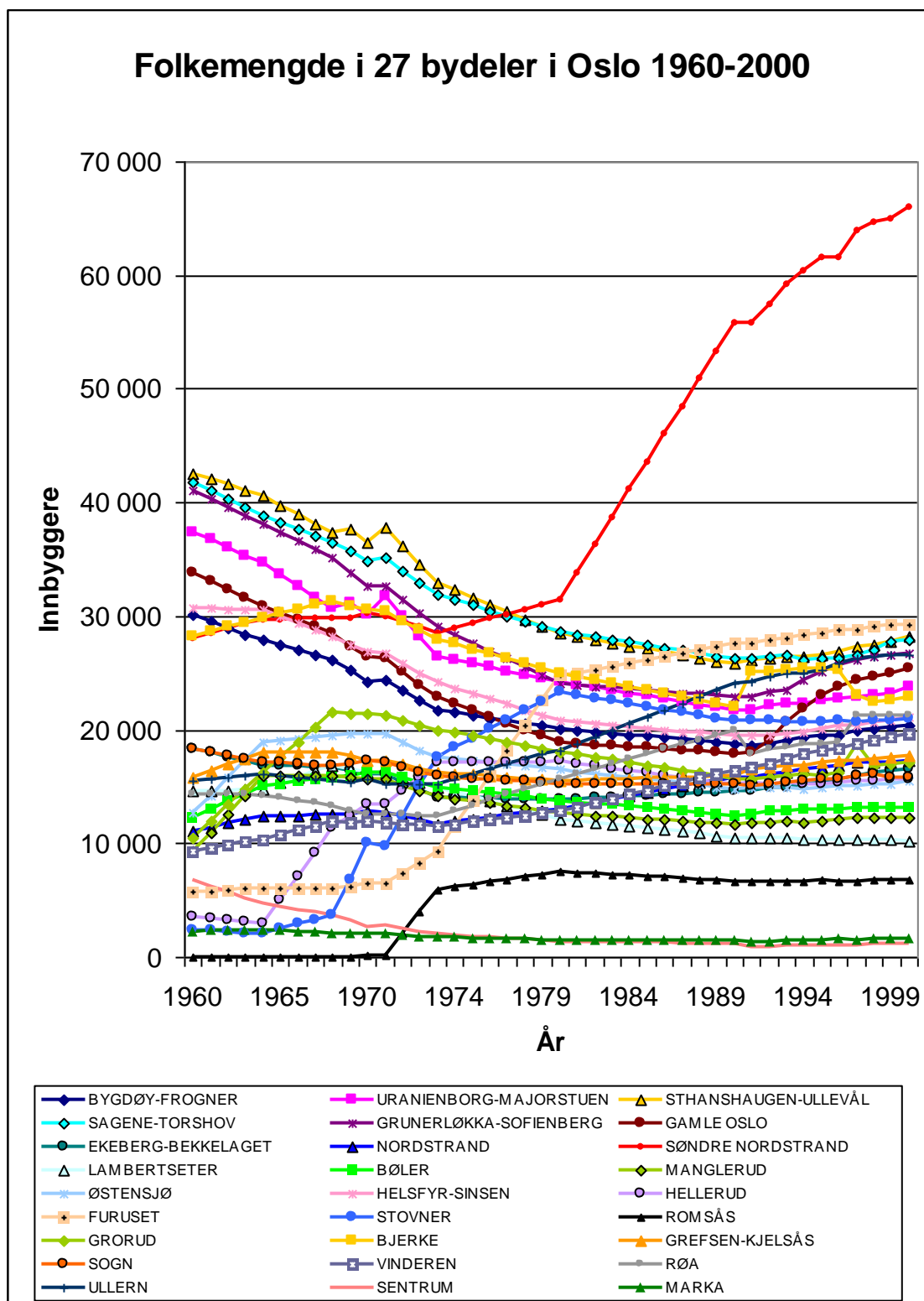
av folketallet i 1960. Figur A.2 viser befolkningen i de 27 bydelene og Figur A.3 viser grensene for bydelene som en hadde i Oslo i 2001.

Tabell A.3: *Befolkningen i 27 bydeler 1960-2000 (Kilde: Oslo folkeregister).*

Bydel	Navn	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
1	Bygdøy-Frogner	30120	27417	24242	21263	20137	19428	18707	19475	20326
2	Uranienborg-Majorstua	37393	33682	30134	25814	24211	22970	21715	22640	23809
3	St.Hanshaugen-Ullevål	42577	39758	36517	31667	28469	27141	25785	26574	28259
4	Sagene-Torshov	41803	38261	34887	30956	28647	27465	26258	26237	27888
5	Grünerløkka-Sofienberg	40998	37370	32585	27658	24079	23501	22906	25144	26683
6	Gamle Oslo	33842	30308	26433	21694	18866	18391	17900	23016	25433
7	Ekeberg-Bekkelaget	18357	16824	16146	14020	13815	14211	14598	15410	16587
8	Nordstrand	11121	12422	12794	12104	13039	14446	15847	16749	17349
9	Søndre Nordstrand	28075	29753	30201	29379	31418	43626	55810	61618	66078
10	Lambertseter	14559	15324	16244	14130	12161	11353	10541	10370	10230
11	Bøler	12242	15276	16294	14638	13765	13114	12455	13027	13170
12	Manglerud	9268	15918	15623	13740	12668	12158	11643	11925	12309
13	Østensjø	12671	19051	19709	17234	16475	15651	14822	14952	15433
14	Helsfyr-Sinsen	30743	29944	26884	23205	20805	20133	19447	20050	21100
15	Hellerud	3490	5006	13424	17119	17227	16198	15161	15271	15691
16	Furuset	5737	6069	6475	13676	24742	26174	27594	28524	29290
17	Stovner	2374	2471	10085	19233	23292	22029	20758	20688	20968
18	Romsås	28	30	107	6396	7524	7102	6677	6757	6822
19	Grorud	10522	17562	21396	19442	18066	16898	15723	15990	17075
20	Bjerke	28169	30250	30588	27099	24891	23435	21973	25384	22821
21	Grefsen-Kjelsås	15853	17998	17350	16035	15502	15739	15966	17082	17765
22	Sogn	18307	17079	17268	15706	15267	15266	15257	15698	15823
23	Vinderen	9280	10788	11932	11912	12814	14639	16457	18162	19612
24	Røa	14376	14007	12584	13349	15727	17844	19957	18752	21310
25	Ullern	15579	15930	15609	16045	18238	21146	24043	25224	26607
26	Sentrum	6732	4434	2722	1828	1370	1284	1189	1096	1194
27	Marka	2262	2308	2013	1682	1491	1462	1424	1547	1647

Tabell A.4: *Utviklingen i folkemengden i ti områder i Oslo 1 januar 1959-1999 (Kilde: Oslo folkeregister).*

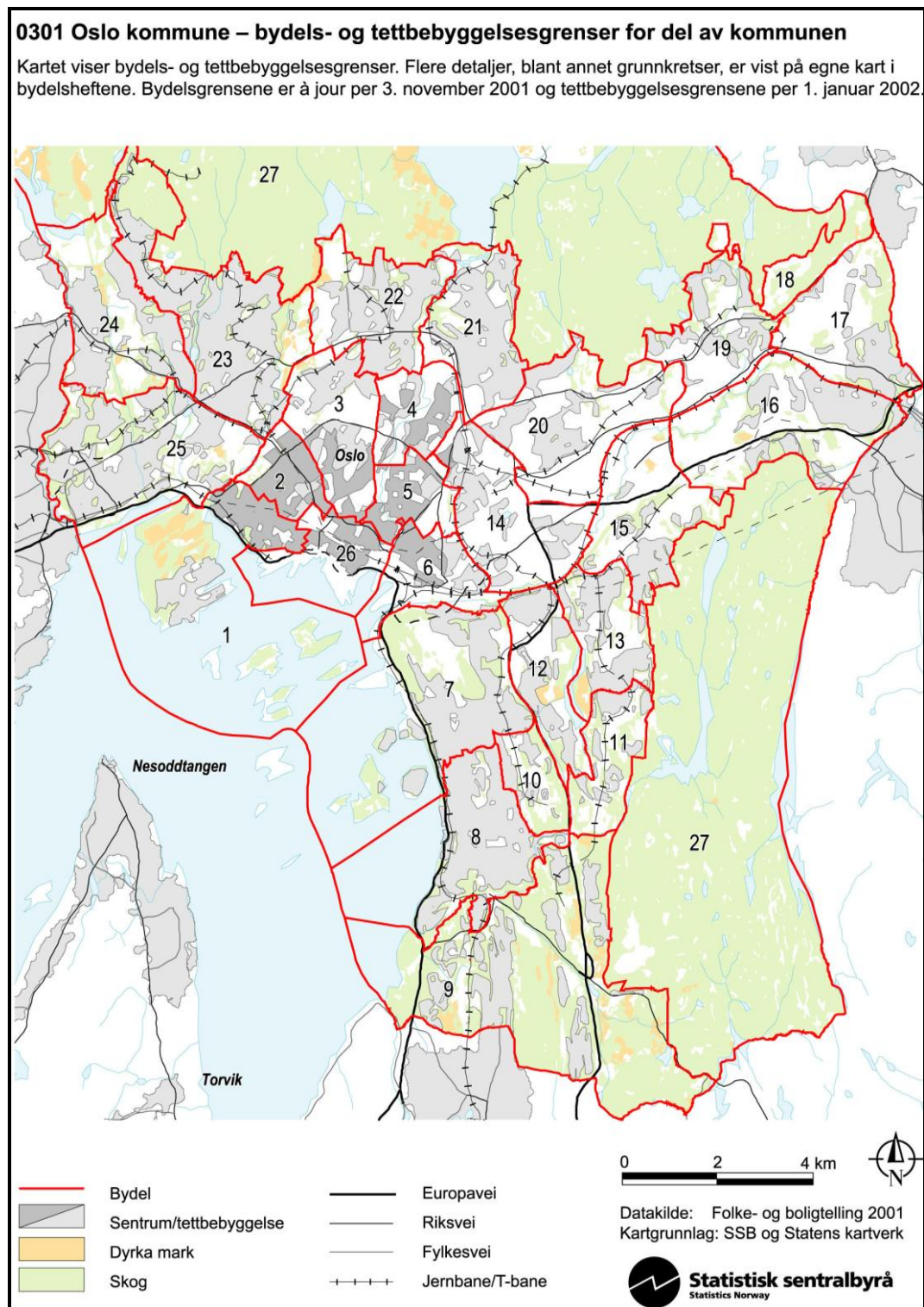
Område	Bydel	1959	1969	1979	1989	1999
I Sentrum	01-04	22 930	15 725	10 013	7 228	8 443
II Vest	05-11	68 751	57 895	45 841	40 100	42 387
III Nord-vest	12-15	33 414	29 550	22 237	19 651	20 257
IV Nord	16-20	40 246	34 425	28 175	24 853	26 765
V Øst	21-29+57	80 215	65 609	47 321	40 820	52 498
I-V Indre sone		245 556	203 204	153 497	132 652	150 350
VI Nordstrand	30-33	23 135	22 941	22 677	43 549	55 223
VII Østensjøbyen	34-36+58	48 180	78 046	65 466	56 329	59 495
VIII Groruddalen	37-43+59	67 619	94 566	129 166	122 685	127 644
IX Nydalen	44-45	31 038	36 231	32 095	31 580	34 084
X V. Aker og Ullern	46-56+60	45 753	47 610	50 770	65 054	75 210
VI-X Ytre sone		215 725	279 394	300 174	319 197	351 656
Uten adresse		6 534	6 301	2 457	4 152	861
Oslo ialt		467 815	488 899	456 128	456 001	502 867



Figur A.2: Befolkning i 27 bydeler av Oslo.

Tallene i Tabell A.2 på grunnkrets nivå er benyttet til å beregne tallfelter med befolkningen fordelt på km²-ruter for 1960, 1970, 1980, 1990 og 2001 som sammen med tilsvarende felter for østre Bærum er vist i Figurene A.5-A.9.

For mellomliggende år er det så interpolert mellom 10-års-feltene, skalert med folketallet. Disse er senere brukt til bl.a. å fordele den delen av forbruket av fast og flytende brensel som ikke kan stedfestes fra Industristatistikken.



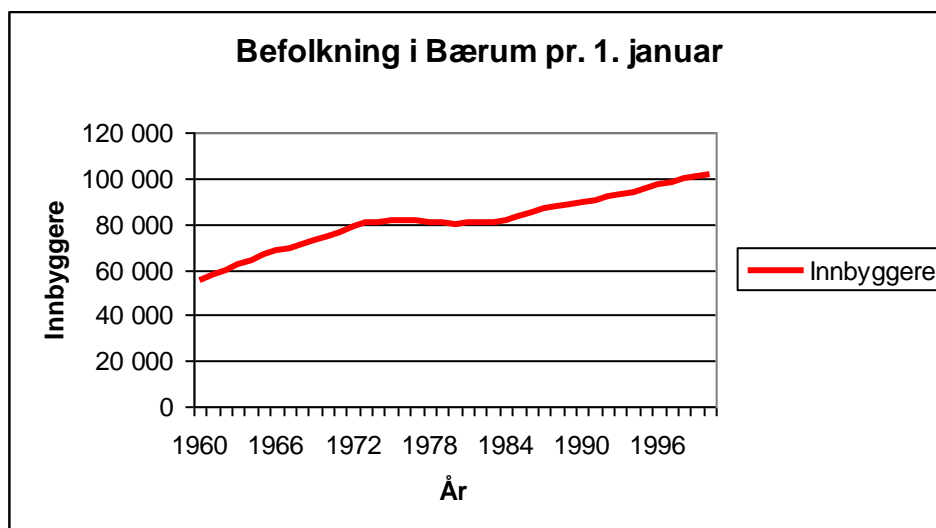
Figur A.3: Områdeinndeling i Oslo. Bydels- og tettstedsgrenser i Oslo 2001 (SSB, 2003 b).

Bærum

Beregningsområdet omfatter også den østre delen av Bærum kommune, og hovedarbeidet for Bærums vedkommende har gått ut på å finne befolkningsfordelingen for denne delen av bygda. Tabell A.4 viser Statistisk Sentralbyrås tall for folkemengden i Bærum pr. 1. januar hvert år, vist grafisk i Figur A.4.

Tabell A.5: Folkemengden i Bærum pr. 1. januar 1960-2001 (Kilde: SSB).

År	Folkemengde	År	Folkemengde	År	Folkemengde
1960	55 425	1974	80 894	1988	87 773
1961	57 573	1975	81 509	1989	88 594
1962	59 749	1976	81 492	1990	89 221
1963	62 334	1977	81 047	1991	90 579
1964	64 360	1978	80 813	1992	91 692
1965	66 695	1979	80 292	1993	92 748
1966	67 971	1980	79 819	1994	94 098
1967	69 617	1981	80 385	1995	95 548
1968	71 066	1982	80 816	1996	97 034
1969	72 887	1983	80 908	1997	98 98
1970	74 655	1984	81 295	1998	99 590
1971	76 580	1985	82 918	1999	100 773
1972	78 780	1986	84 724	2000	101 494
1973	80 400	1987	86 541	2001	101 340



Figur A.4: Folkemengden i Bærum (Kilde: SSB).

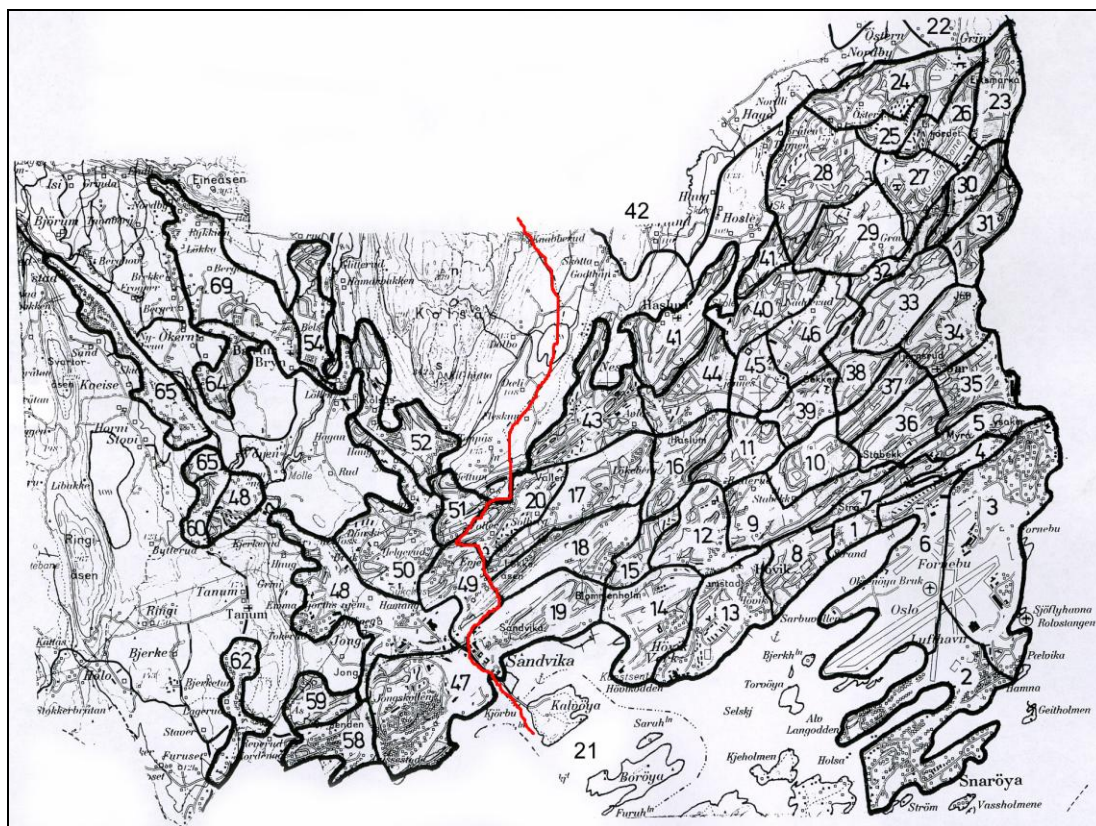
Ved Folketellingen i 1801 bodde det 1806 personer i Vestre Bærum og 1145 i Østre Bærum. Sognegrensen mellom Østre og Vestre Bærum går omtrent fra Dælivannet og sydover til Sandvika, se Figur A.3. På slutten av 1800-tallet var Bærum fortsatt en jordbruksbygd. Etter at Vestbanen ble åpnet i 1872 ble det bygget boliger i et belte på begge sider av jernbanen, og da Kolsåsbanen og til slutt Røa/Østeråsbanen ble bygget fikk en en tilsvarende økning i befolkningen der. Industriutbygging ved

Lysaker, Høvik Verk, Sandvika og andre steder i bygda gav arbeidsplasser og boliger. Allikevel skjedde boligutbyggingen først og fremst i østre Bærum. Tabell A.6 viser befolkningstall i Østre og Vestre Bærum i 1960, 1970, 1980, 1990 og 2001. I 1960 bodde 79 % av innbyggerne i Østre Bærum, mens dette har sunket til 56 % i 2001.

Tabell A.6: Befolkning i Østre og Vestre Bærum (Kilde: SSB)

År	Østre Bærum	Vestre Bærum	Sum	Andel Østre Bærum
1960	45 255	12 188	57 443	78,78
1970	56 161	19 783	75 944	73,95
1980	48 800	31 019	79 819	61,14
1990	50 733	38 488	89 221	56,86
2001	56 958	44 382	101 340	56,20

For Bærums vedkommende har vi i tillegg til tallene for hele Bærum også kretsfordelte befolkningstall fra SSBs Folke- og boligtellinger i 1960, 1970, 1980, 1990 og 2001 som vist i Tabell A.5 og Tabell A.6. Å fordele befolkningen på km²-ruter har ikke vært helt enkelt, fordi kretsinnstillingen har endret seg radikalt i løpet av perioden. Ved Folke- og boligtellene i 1960 og 1970 var det 67 tellekretser (71 i 1970) som vist i Tabell A.7 og Figur A.5. Østre Bærum omfatter tellekretsene 1–46. Tellekretsene 17-21 ligger utenfor vårt beregningsområde og er ikke tatt med. Deler av kretsene 17-20 hører til Østre Bærum, men ligger utenfor beregningsområdet.



Figur A.5: Tellekretser i Bærum ved Folke- og boligtellene i 1960 og 1970. Grensen mellom Østre og Vestre Bærum er vist i rødt.

Ved Folke- og bolig tellingen i 1980 ble det innført 22 delområder, som vist i Tabell A.8 for Østre Bærum. Disse var igjen splittet opp i inntil 30 grunnkretser. Det foreligger gode kart som viser grunnkretsgrensene, men det har i årenes løp skjedd endringer, først og fremst ved at en grunnkrets er delt i to eller flere nye grunnkretser, men også ved at noen boliger har vært flyttet fra en grunnkrets til en annen. I tillegg til SSBs tall har Bærum kommune folketall fordelt etter 22 stemmekretser for 1974, 1975, 1982 og 1984 som vist i Tabell A.7, men disse er ikke de samme som delområdene.

Tabell A.7: Tellekretser i Bærum ved Folke- og bolig tellingene i 1960 og 1970.

Tellekrets	1960	1970	Tellekrets	1960	1970
1 Strand	296	225	37 Øvre Stabekk	878	900
2 Snarøya	1182	1519	38 Stabekk	869	963
3 Fornebo	1427	1112	39 Bekkestua	600	614
4 Lysakermyra	870	675	40 Furu	1104	1772
5 Lysaker	878	744	41 Haslum	1249	2343
6 Oksenøya	1234	1236	42 Stein/Haga	396	242
7 Nedre Stabekk	677	917	43 Vallerskogen	1293	2042
8 Fagerstrand	812	698	44 Haslum st./Bjørnemyra	1272	1331
9 Strand/Høvik	1006	1015	45 Gjønnnes	232	298
10 Store Stabekk	1019	1057	46 Egne Hjem	829	853
11 Søråsen	991	1127	47 Jongsmarka	800	2179
12 Ramstad	922	930	48 Hamang/Kirkerud	910	1564
13 Høvik verk/Høvik gård	1029	2413	49 Evje	779	659
14 Solvik	916	1054	50 Helgerud/Levre	1187	2865
15 Blommenholm	906	821	51 Gjettum	407	505
16 Ekeberg	1100	1128	52 Hauger	984	1779
17 Løkeberg	1151	2028	53 Wøyen/Rud	162	194
18 Engerjordet	1169	1272	54 Glitterud/Gommerud	499	776
19 Sandvika	978	941	55 Bærums Verk	437	353
20 Valler	620	1308	56 Kolsås/Grorud	138	149
21 Øyene - Kalvøya/Borøya	34	38	57 Lommedalen	1121	669
22 Fossum/Listua	481	457	58 Juterud	563	1093
23 Labben/Saga	1079	1216	59 Nedre Ås	701	642
24 Eiksmarka	1870	2270	60 Ståvihagan/Grinibråten	597	573
25 Eiksveien	1221	2340	61 Vestmarka	189	332
26 Lijordet	1337	1687	62 Furuset/Tanum	122	308
27 Eikeli	1262	1094	63 Smestad/Rykkinn	572	323
28 Hosle	1488	3833	64 Økern	1020	564
29 Grav	1408	2321	65 Skui	583	1453
30 Lindeberg	984	918	66 Bjørum sag/Sollihøgda	289	301
31 Nedre Voll	1095	995	67 Kalvøya/Borøya	18	3
32 Øvre Voll	1112	1155	68 Skui		157
33 Jarmyra	1135	1217	69 Rykkinn		1038
34 Jar	989	998	70 Trulsebråten		169
35 Malurtåsen	838	929	71 Lommedalen		1000
36 Blåsen	1017	1115	0 Uten fast bopel	110	135
			SUM	57443	75944

Tabell A.8: Delområder i Østre Bærum ved Folke- og boligtellingsene 1980, 1990 og 2001.

Kode	Område	1980	1990	2001
1	Østerås-Eiksmarka	4700	3999	3890
2	Hosle nord	3081	2856	2985
3	Voll	4291	4131	4721
4	Grav	4421	4910	5454
5	Hosle sør	4270	4216	4710
6	Jar	4447	4931	5658
7	Lysaker	3250	3094	3268
8	Snarøya	2201	2369	2793
9	Stabekk	4661	5018	6627
10	Høvik	3919	3801	4251
11	Løkeberg-Blommenholm	5786	5872	6634
12	Haslum	3290	4394	4851
13	Østre Bærumsmarka	483	1142	1116
	Sum Østre Bærum	48800	50733	56958

Tabell A.9: Befolkning i stemmekretser i Bærum.

Stemme-kretser	1974	1975	1982	1984	Delområde	1984
Snarøya	2037	2044	2257	2291	8 Snarøya	2264
Lysaker	3855	3775	3348	3268	7 Lysaker	3114
Nedre Stabekk	2860	2834	2803	2824	9 Stabekk	4800
Jar	2353	2344	2392	2422	6 Jar	4609
Øvre Stabekk	2848	2836	2669	2732	3 Voll	4157
Grav	4336	4263	4296	4274	4 Grav	4852
Eikeli	4993	4915	4481	4326	2 Hosle nord	2993
Hosle	4559	4519	4047	3970	5 Hosle sør	4281
Eiksmarka	4086	4000	4074	3961	1 Østerås/Eiksmarka	4326
Østerås	3669	3717	3086	2957		
Haslum	4736	4694	5712	5940	12 Haslum	4263
Høvik	5103	5008	4861	4899	10 Høvik	3992
Høvik Verk	2704	2728	2585	2599	11 Løkeberg/Bl.holm	5600
					13 Østre Bærumsmarka	1175
Østre Bærum	48139	47677	46611	46463		50426
Sandvika	3710	3719	3282	4094	14 Sandvika/Valler	3321
Jong	2214	2209	1874	2018	15 Jong	1968
Evje	7849	4390	4238	4422		
Dønski		3377	3257	3112	17 Dønski/Rud	3231
Bryn	3213	3700	4216	4130	18 Kolsås	4953
Rykkinn	7872				19 Rykkinn	9019
Berger		2784	2689	2600	20 Kirkerud/Sollihøgda	3115
Gommerud		5223	2215	2788		
Tanum	2311	2304	4630	4524	16 Slependen/Tanum	3848
Skui	3407	3410	3112	3092		
Løken			2350	2363		
Bærums Verk	928	924	798	1787	21 Bærums Verk	1309
Lommedalen	1856	1846	1720	1753	22 Lommedalen	1937
Uten fast adresse	62	59	47	65	0 Uten fast adresse	84
Sum Bærum	81561	81622	81039	83211		83211

I Tabell A.6 ble det beregnet andelen av Bærums befolkning som bodde i østre Bærum for hvert av folketellingsårene. Denne er interpolert og ganget med totalbefolkningen i Bærum for hvert år som vist i Tabell A.10. Her er det også satt inn befolkningstallene for Oslo, og det er beregnet østre Bærums andel av befolkningen i beregningsområdet.

Tabell A.10: Befolkning i Oslo og østre Bærum 1960-2001.

	Oslo	Østre Bærum	Sum	% Ø.B.
1960	471 511	43 665	515 176	8.476
1961	475 663	45 079	520 742	8.657
1962	480 461	46 494	526 955	8.823
1963	482 324	48 205	530 529	9.086
1964	484 711	49 460	534 171	9.259
1965	483 549	50 933	534 482	9.529
1966	483 757	51 579	535 336	9.635
1967	487 524	52 491	540 015	9.720
1968	488 231	53 240	541 471	9.832
1969	488 329	54 253	542 582	9.999
1970	487 363	55 208	542 571	10.175
1971	481 548	55 650	537 198	10.359
1972	475 563	56 240	531 803	10.575
1973	472 609	56 366	528 975	10.656
1974	468 514	55 676	524 190	10.621
1975	465 337	55 055	520 392	10.580
1976	463 022	53 999	517 021	10.444
1977	462 497	52 666	515 163	10.223
1978	460 377	51 479	511 856	10.057
1979	457 446	49 433	506 879	9.752
1980	454 872	48 800	503 672	9.689
1981	452 023	48 802	500 825	9.744
1982	450 386	48 718	499 104	9.761
1983	448 775	48 428	497 203	9.740
1984	447 257	48 312	495 569	9.749
1985	447 351	48 922	496 273	9.858
1986	449 395	49 625	499 020	9.944
1987	451 345	50 319	501 664	10.030
1988	453 730	50 660	504 390	10.044
1989	456 124	50 755	506 879	10.013
1990	458 364	50 733	509 097	9.965
1991	461 644	51 451	513 095	10.028
1992	467 441	52 028	519 469	10.016
1993	473 454	52 572	526 026	9.994
1994	477 781	53 281	531 062	10.033
1995	483 401	54 045	537 446	10.056
1996	488 659	54 828	543 487	10.088
1997	494 793	55 483	550 276	10.083
1998	499 693	56 153	555 846	10.102
1999	502 867	56 760	559 627	10.142
2000	507 467	57 105	564 572	10.115
2001	508 726	56 958	565 684	10.069

Tabell A.10 viser at befolkningsandelen i østre Bærum har ligget omkring 10 % av befolkningen i Oslo-området, bortsett fra på begynnelsen av 1960-tallet, da befolkningsøkningen i østre Bærum var sterkere enn i Oslo totalt. På grunnlag av befolkningstallene og kartene over telleområdene er det beregnet folketall for hver km²-rute i Oslo og østre Bærum for årene 1960, 1970, 1980, 1990 og 2001 som vist i Figur A.6-A.10.

Som det fremgår av Tabell A.3 så har det vært en nedgang i befolkningen i mesteparten av det gamle Oslo og en stor økning i gamle Aker. I østre Bærum har folkemengden vært noenlunde konstant, mens det har vært en stor økning i vestre Bærum.

MAP OF : BEFOLKNING UNIT: PERSONER SOURCE: FOLKETELLING
 PERIOD : 1960 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2007/10/02 17.14 FILE: PRINTER

MAXIMUM VALUE IS 2.6277E+04, IN (12,14)
 SUM= 5.18207E+05 SCALE FACTOR: 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	2.	14.	44.	5.	.	.	.	.	154.	183.	216.	12.	.	.	.	.	.	13.	.
J=17	.	.	.	.	94.	101.	36.	65.	.	80.	352.	287.	540.	297.	.	.	.	147.	127.	139.	102.	18.
J=16	.	42.	5.	3.	173.	277.	191.	154.	96.	82.	306.	388.	399.	459.	.	.	.	184.	125.	34.	114.	.
J=15	.	9.	133.	302.	260.	139.	93.	193.	119.	160.	1213.	438.	894.	327.	322.	165.	372.	222.	75.	49.	95.	41.
J=14	6.	39.	147.	273.	265.	236.	230.	236.	268.	1284.	933.	2628.	1221.	232.	391.	360.	341.	11.	38.	27.	44.	24.
J=13	32.	122.	186.	190.	202.	242.	221.	218.	971.	2126.	1943.	1348.	1240.	566.	546.	56.	.	40.	45.	25.	38.	.
J=12	185.	130.	211.	183.	214.	122.	29.	190.	1614.	1048.	689.	1382.	1339.	439.	473.	92.	68.	86.	22.	.	.	.
J=11	162.	179.	200.	251.	76.	.	20.	84.	76.	183.	65.	98.	1066.	713.	193.	316.	450.	15.	.	.	.	.
J=10	169.	146.	97.	67.	16.	.	38.	89.	.	.	.	10.	91.	360.	445.	113.	433.	2.	.	.	.	.
J= 9	104.	51.	7.	13.	135.	.	.	.	.	.	.	.	.	139.	243.	258.	77.	339.	.	.	.	.
J= 8	.	.	32.	38.	13.	.	.	.	.	.	.	.	40.	143.	302.	383.	261.	592.	.	.	.	.
J= 7	.	1.	7.	7.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43.	327.	374.	547.	91.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	54.	168.	315.	115.	7.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46.	114.	118.	.	10.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	58.	72.	.	19.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	138.	68.	.	5.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28.	38.	.	11.	1.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18.	18.	1.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur A.6: Befolkningsfordeling i Oslo og østre Bærum 1960. Enhet: 10 personer.
 Sum 518 207 personer, i rute (12,14) bodde det 26 277 personer.

MAP OF : BEFOLKNING UNIT: PERSONER SOURCE: FOLKETELLING
 PERIOD : 1970 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2007/10/02 17.14 FILE: PRINTER

MAXIMUM VALUE IS 2.1857E+04, IN (12,14)
 SUM= 5.28592E+05 SCALE FACTOR: 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	1.	16.	52.	6.	.	.	.	.	140.	157.	185.	8.	.	.	.	.	.	36.	.
J=17	.	.	.	102.	118.	37.	75.	.	99.	376.	287.	462.	254.	.	.	.	282.	245.	277.	286.	50.	.
J=16	.	41.	5.	3.	189.	268.	185.	171.	120.	92.	326.	382.	343.	393.	.	.	.	355.	242.	75.	321.	.
J=15	.	16.	244.	451.	295.	135.	83.	191.	129.	185.	1058.	384.	758.	282.	385.	197.	486.	428.	141.	77.	261.	116.
J=14	4.	91.	324.	289.	272.	243.	195.	225.	238.	1070.	825.	2186.	990.	233.	467.	430.	408.	11.	37.	32.	116.	58.
J=13	57.	216.	262.	211.	208.	256.	207.	180.	801.	1709.	1626.	1082.	990.	503.	578.	66.	100.	44.	24.	37.	.	.
J=12	284.	158.	234.	202.	224.	129.	31.	156.	1280.	725.	442.	1076.	1080.	362.	395.	78.	197.	334.	78.	.	.	.
J=11	208.	201.	224.	195.	64.	.	22.	89.	63.	111.	36.	78.	844.	709.	221.	571.	925.	60.	.	.	.	.
J=10	181.	194.	100.	70.	13.	.	40.	94.	.	.	.	7.	83.	459.	564.	170.	687.	8.	.	.	.	.
J= 9	173.	98.	7.	17.	120.	.	.	.	.	.	.	.	130.	279.	312.	108.	492.	.	.	.	.	.
J= 8	.	.	43.	52.	17.	.	.	.	.	.	.	38.	134.	303.	477.	325.	740.	.	.	.	.	.
J= 7	1.	1.	10.	10.	.	.	.	.	.	.	.	.	40.	339.	456.	683.	117.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	53.	183.	364.	138.	8.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45.	122.	119.	.	8.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	56.	63.	.	19.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	135.	67.	.	8.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27.	37.	.	8.	1.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15.	14.	1.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur A.7: Befolkningsfordeling i Oslo og østre Bærum 1970. Enhet: 10 personer.
 Sum 528 592 personer, i rute (12,14) bodde det 21 857 personer.

MAP OF : BEFOLKNING UNIT: PERSONER SOURCE: FOLKETELLING
 PERIOD : 1980 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2007/10/02 17.14 FILE: PRINTER

MAXIMUM VALUE IS 1.6796E+04, IN (12,14)
 SUM= 4.92345E+05 SCALE FACTOR: 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	1.	17.	56.	6.	.	.	.	.	110.	118.	139.	7.	.	.	.	.	.	71.	.
J=17	.	.	.	4.	136.	133.	54.	88.	.	99.	332.	243.	347.	191.	.	.	.	330.	287.	343.	570.	100.
J=16	.	18.	1.	6.	212.	432.	300.	215.	120.	85.	288.	320.	259.	295.	.	.	.	415.	283.	110.	641.	.
J=15	.	13.	120.	370.	320.	177.	110.	216.	124.	175.	858.	321.	666.	212.	325.	166.	446.	501.	191.	347.	536.	232.
J=14	4.	95.	400.	288.	316.	303.	204.	206.	204.	867.	614.	1680.	808.	189.	394.	363.	344.	85.	294.	205.	258.	141.
J=13	45.	318.	175.	306.	171.	246.	202.	155.	663.	1365.	1228.	779.	742.	392.	470.	56.	.	257.	350.	193.	291.	.
J=12	212.	188.	197.	225.	220.	121.	29.	135.	1082.	533.	307.	752.	806.	265.	291.	58.	242.	464.	126.	.	.	.
J=11	136.	86.	203.	231.	67.	.	21.	85.	55.	74.	12.	50.	600.	548.	178.	552.	959.	77.	.	.	.	.
J=10	85.	98.	58.	17.	10.	.	39.	90.	.	.	.	5.	90.	379.	464.	144.	609.	9.	.	.	.	.
J= 9	121.	158.	2.	29.	60.	.	.	.	.	.	.	.	125.	235.	254.	91.	413.	.	.	.	.	.
J= 8	.	.	37.	81.	17.	.	.	.	.	.	.	.	36.	129.	278.	376.	256.	581.	.	.	.	.
J= 7	.	.	12.	11.	2.	.	.	.	.	.	.	.	39.	352.	376.	536.	88.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	62.	197.	332.	113.	7.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52.	133.	133.	.	10.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	65.	76.	.	18.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	157.	77.	.	4.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31.	43.	.	11.	1.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19.	18.	1.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur A.8: Befolkningsfordeling i Oslo og østre Bærum 1980. Enhet: 10 personer.
 Sum 492 345 personer, i rute (12,14) bodde det 16 796 personer.

MAP OF : BEFOLKNING UNIT: PERSONER SOURCE: FOLKETELLING
 PERIOD : 1990 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2007/10/02 17.14 FILE: PRINTER

MAXIMUM VALUE IS 1.5827E+04, IN (12,14)
 SUM= 5.01913E+05 SCALE FACTOR: 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	1.	44.	153.	15.	.	.	.	.	109.	118.	139.	8.	.	.	.	.	.	65.	.
J=17	.	.	.	12.	214.	346.	74.	106.	.	128.	322.	238.	347.	191.	.	.	.	293.	254.	306.	523.	92.
J=16	.	16.	1.	5.	258.	460.	320.	252.	155.	92.	279.	313.	258.	295.	.	.	.	368.	251.	99.	588.	.
J=15	.	13.	123.	320.	319.	193.	122.	252.	157.	203.	834.	294.	619.	212.	281.	143.	388.	445.	177.	376.	496.	213.
J=14	4.	86.	370.	265.	337.	337.	239.	251.	216.	790.	576.	1583.	718.	168.	340.	314.	297.	96.	335.	230.	244.	137.
J=13	78.	332.	175.	329.	184.	355.	301.	355.	606.	1203.	1048.	767.	682.	360.	422.	48.	.	266.	399.	220.	332.	.
J=12	217.	244.	216.	246.	240.	179.	43.	140.	987.	477.	234.	682.	745.	265.	288.	57.	216.	420.	120.	.	.	.
J=11	144.	104.	223.	219.	71.	.	24.	98.	53.	68.	10.	43.	540.	534.	168.	502.	866.	68.	.	.	.	.
J=10	87.	100.	60.	14.	9.	.	45.	104.	.	.	.	3.	110.	350.	429.	133.	560.	8.	.	.	.	.
J= 9	120.	149.	1.	23.	52.	.	.	.	.	.	.	.	146.	228.	235.	84.	380.	.	.	.	.	.
J= 8	.	.	38.	103.	26.	.	.	.	.	.	.	.	42.	150.	306.	338.	231.	521.	.	.	.	.
J= 7	.	.	12.	15.	2.	.	.	.	.	.	.	.	45.	395.	353.	481.	79.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	186.	217.	419.	154.	10.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	158.	206.	266.	.	49.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	198.	301.	.	75.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	475.	234.	.	9.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	95.	130.	.	51.	4.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	88.	84.	3.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur A.9: Befolkningsfordeling i Oslo og østre Bærum 1990. Enhet: 10 personer.
 Sum 501 913 personer, i rute (12,14) bodde det 15 827 personer.

MAP OF : BEFOLKNING UNIT: PERSONER SOURCE: FOLKETELLING
 PERIOD : 2001 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2007/10/02 17.14 FILE: PRINTER

MAXIMUM VALUE IS 1.7474E+04, IN (12,14)
 SUM= 5.52376E+05 SCALE FACTOR: 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	1.	52.	180.	18.	.	.	.	.	111.	118.	139.	10.	.	.	.	.	.	68.	.
J=17	.	.	.	11.	226.	407.	82.	119.	.	146.	345.	251.	347.	191.	.	.	.	311.	270.	324.	541.	95.
J=16	.	15.	1.	5.	268.	496.	345.	280.	177.	102.	299.	329.	259.	295.	.	.	.	391.	267.	104.	607.	.
J=15	.	13.	119.	314.	348.	208.	134.	280.	178.	226.	848.	318.	656.	212.	294.	150.	408.	473.	187.	392.	513.	220.
J=14	5.	127.	365.	272.	368.	360.	269.	284.	243.	834.	575.	1747.	793.	176.	356.	328.	311.	101.	351.	241.	253.	142.
J=13	77.	273.	299.	278.	206.	371.	325.	382.	657.	1335.	1201.	901.	780.	380.	446.	51.	.	277.	418.	230.	347.	.
J=12	250.	204.	271.	318.	212.	187.	45.	149.	1071.	538.	280.	920.	986.	298.	311.	62.	224.	435.	124.	.	.	.
J=11	150.	237.	211.	241.	68.	.	26.	106.	59.	78.	14.	66.	772.	615.	179.	520.	896.	71.	.	.	.	.
J=10	228.	152.	157.	13.	10.	.	48.	112.	.	.	.	3.	91.	378.	464.	138.	581.	8.	.	.	.	.
J= 9	139.	124.	1.	21.	58.	.	.	.	.	.	.	.	164.	252.	258.	89.	393.	.	.	.	.	.
J= 8	.	.	42.	129.	26.	.	.	.	.	.	.	.	47.	169.	341.	349.	238.	533.	.	.	.	.
J= 7	.	.	12.	18.	3.	.	.	.	.	.	.	.	51.	432.	366.	492.	81.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	210.	234.	502.	195.	12.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	179.	226.	368.	.	79.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	223.	432.	.	119.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	536.	264.	.	12.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	107.	147.	.	81.	7.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	142.	134.	5.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur A.10: Befolkningsfordeling i Oslo og østre Bærum 2001. Enhet: 10 personer.
 Sum 552 376 personer, i rute (12,14) bodde det 17 474 personer.

Til å beregne befolkningsfordelingen ett år er det tatt utgangspunkt i befolkningsfeltene for telleårene 1960, 1970, 1980, 1990 og 2001. Feltene deles på folketallet, og det tas differansen mellom to tiår.

$DIFF(I, J) = X(I, J, M+1)/SUMF(M+1) - X(I, J, M)/SUMF(M)$, der $X(I, J, M)$ er feltet for tiår M og $SUMF(M)$ summen av feltet for tiår M .

For mellomliggende år KYR med folketallet $IBE(KYR)$ får vi befolkningsfeltet:

$$Y(I, J) = [X(I, J, M)/SUMF(M) + \{DIFF(I, J) * (K-1)/10\}] * IBE(KYR).$$

De beregnede befolkningsfeltene er benyttet til å fordele utslippene fra fyring, se Vedlegg B. Ved fordelingen av utslippene fra kull, koks og gass er det regnet med at dette vesentlig har vært brukt i Oslo indre by, og det er tatt ut befolkningsfelter for dette området til å fordele utslippene. Tabell A.11 viser befolkningstall for det indre byområdet etter dette, og Figur A.11 viser befolkningskartet for indre by for

1980. Tallene vil ikke stemme helt med de offisielle tallene p.g.a. litt forskjellig beregningsmetodikk og områdegrensler.

Tabell A.11: Befolkning i indre by, Oslo.

1960	168 786	1974	124 013	1988	95 837
1961	166 849	1975	120 664	1989	95 148
1962	165 034	1976	117 449	1990	94 398
1963	162 322	1977	114 602	1991	95 753
1964	159 578	1978	111 457	1992	97 564
1965	155 811	1979	107 987	1993	99 425
1966	152 194	1980	104 933	1994	101 012
1967	149 624	1981	103 192	1995	102 870
1968	146 117	1982	101 694	1996	104 677
1969	142 498	1983	100 168	1997	106 643
1970	138 577	1984	98 703	1998	108 387
1971	134 676	1985	97 706	1999	109 794
1972	130 820	1986	97 103	2000	111 440
1973	127 635	1987	96 468	2001	112 336

MAP OF : BEF. I GML OSLO UNIT: PERSONER SOURCE: FOLKETELLING
 PERIOD : 1980 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2007/10/02 17.14 FILE: BEF-GML-OSLO.FLD

MAXIMUM VALUE IS 1.3965E+04, IN (10,13)
 SUM= 1.04933E+05 SCALE FACTOR: 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
J=18
J=17
J=16
J=15
J=14	63.1375.	413.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=131397.1256.	797.	683.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=12	124.1107.	545.	314.	769.	659.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=11	61.	56.	76.	12.	51.	613.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=10	5.	116.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 9	
J= 8	
J= 7	
J= 6	
J= 5	
J= 4	
J= 3	
J= 2	
J= 1	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	

Figur A.11: Befolkningsfordeling i indre by i 1980. Enhet: 10 personer.
 Sum 104 933 personer, i rute (10,13) bodde det 13 965 personer.

Fra Folke- og boligtellingsen i Oslo 2001 er det hentet informasjon om antall husholdninger innen hver av bydelene i Oslo samt hvor stor andel av disse som benyttet fast brensel som vist i Tabell A.12 (Finstad et al., 2004b). Tabell A.11 viser tilsvarende tall for Bærum. Dette er brukt til å fordele utslipp fra forbruk av fast brensel som ikke kan stedfestes som punktkilder. Figur A.12 viser et kart over antall husholdninger som brukte fast brensel i Oslo og østre Bærum i 2001. I løpet av den 40-årsperioden denne studien dekker har det skjedd store endringer i den administrative inndeling av Oslo. Begrepene soner og roder er imidlertid stort sett beholdt, selv om noen roder har blitt splittet opp p.g.a. utbygging.

Tabell A.12: Husholdninger i Oslo 2001 med bruk av fast brensel.

Folke- og boligtellingsen 2001 Oslo		Folkemengde	Privat-hus-	Pers. pr.	%	% hush.	ant. hush.
Bydeler 2000		totalt	holdninger	hus-	bygget	m. fast	m/fast
		01.01.03	11.03.01	holdning	etter 70	brensel	brensel
Bygdøy-Frogner	1	20 455	12 594	1.624	16.3	26.8	3 375
Uranienborg-Majorstua	2	24 288	16 064	1.512	16.5	25.2	4 048
St.Hanshaugen-Ullevål	3	29 098	17 968	1.619	12.6	30.6	5 498
Sagene-Torshov	4	28 736	18 952	1.516	17.8	20.6	3 904
Grünerløkka-Sofienberg	5	26 784	17 410	1.538	21.4	18.0	3 134
Gamle Oslo	6	25 816	15 288	1.689	36.0	14.6	2 232
Ekeberg-Bekkelaget	7	16 928	7 558	2.240	36.1	43.6	3 295
Nordstrand	8	17 290	7 742	2.233	48.6	42.5	3 290
Søndre Nordstrand	9	32 830	12 197	2.692	90.7	21.7	2 647
Lambertseter	10	10 233	5 917	1.729	6.6	33.7	1 994
Bøler	11	13 334	6 480	2.058	25.6	26.8	1 737
Manglerud	12	12 694	6 263	2.027	20.8	33.6	2 104
Østensjø	13	15 498	7 807	1.985	19.5	34.7	2 709
Helsfyr-Sinsen	14	22 216	12 702	1.749	24.4	24.2	3 074
Hellerud	15	15 817	7 980	1.982	50.5	18.4	1 468
Furuset	16	29 372	12 536	2.343	85.0	20.7	2 595
Stovner	17	21 652	9 636	2.247	74.2	15.3	1 474
Romsås	18	6 774	3 048	2.222	82.4	1.6	49
Grorud	19	17 678	8 643	2.045	19.7	25.3	2 187
Bjerke	20	23 857	11 608	2.055	15.9	23.6	2 739
Grefsen-Kjelsås	21	18 112	8 531	2.123	36.1	41.4	3 532
Sogn	22	16 448	7 847	2.096	28.2	34.4	2 699
Vinderen	23	19 551	8 075	2.421	50.1	37.7	3 044
Røa	24	21 278	9 835	2.163	58.6	25.0	2 459
Ullern	25	26 694	12 520	2.132	59.2	27.3	3 418
Sentrum	26	1 331	933	1.427	34.3	12.8	119
Marka	27	1 636	681	2.402	48.2	79.4	541
Bygdøy-Frogner		516 400	266 857	1.935		26.0	69 390

Tabell A.13: Husholdninger i Bærum 2001 med bruk av fast brensel.

Folke- og boligtellingsen 2001 Bærum		Folkemengde totalt	Privat-hus- holdninger	Pers. pr. hus- holdning	% bygget etter 70	% hush. m. fast brensel	ant. hush. m/fast brensel
Område		01.01.03	11.03.01				
Østerås-Eiksmarka	1	3890	2054	1.89	11.7	24.3	499
Hosle nord	2	2985	1348	2.21	39.0	36.1	487
Voll	3	4721	1810	2.61	16.7	53.6	970
Grav	4	5454	2204	2.47	35.2	50.0	1102
Hosle sør	5	4710	1917	2.46	27.1	46.4	889
Jar	6	5658	2133	2.65	34.0	51.6	1101
Lysaker	7	3268	1562	2.09	20.0	36.7	573
Snarøya	8	2793	1145	2.44	49.0	40.3	461
Stabekk	9	6227	2787	2.23	45.0	40.4	1126
Høvik	10	4251	1902	2.24	32.8	44.2	841
Løkeberg-Blommenholm	11	6634	2707	2.45	22.9	44.2	1196
Haslum	12	4851	1955	2.48	46.3	43.1	843
Østre Bærumsmarka	13	1116	442	2.52	75.6	54.8	242
Sum Østre Bærum		56558	23966	2.36		43.1	10331
Sandvika-Valler	14	4543	2263	2.01	69.4	32.9	745
Jong	15	2541	1225	2.07	42.9	36.3	445
Slependen-Tanum	16	6870	2781	2.47	71.9	35.4	984
Dønski-Rud	17	3157	1445	2.18	30.3	34.6	500
Kolsås	18	5146	2061	2.50	72.2	47.4	977
Rykkinn	19	8933	3774	2.37	78.6	29.1	1098
Kirkerud-Sollihøgda	20	3414	1439	2.37	37.7	60.6	872
Bærum Verk	21	7570	2575	2.94	94.6	41.6	1071
Lommedalen	22	2654	1010	2.63	51.0	64.6	652
Uoppgitt	99	120	9	13.33	33.3	55.6	5
SUM / MIDDEL		101506	42548	2.39		41.6	17680

MAP OF : FYR-HUSHOLDNING UNIT: PERSONER SOURCE: BOLIGTELLING
 PERIOD : 2001 PLACE: OSLO+Ø.BÆRUM GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2005/11/08 12.19 FILE: HUSHOLDN-01.FLD

MAXIMUM VALUE IS 2.5183E+03, IN (11,12)
 SUM= 7.93480E+04 SCALE FACTOR: 1.

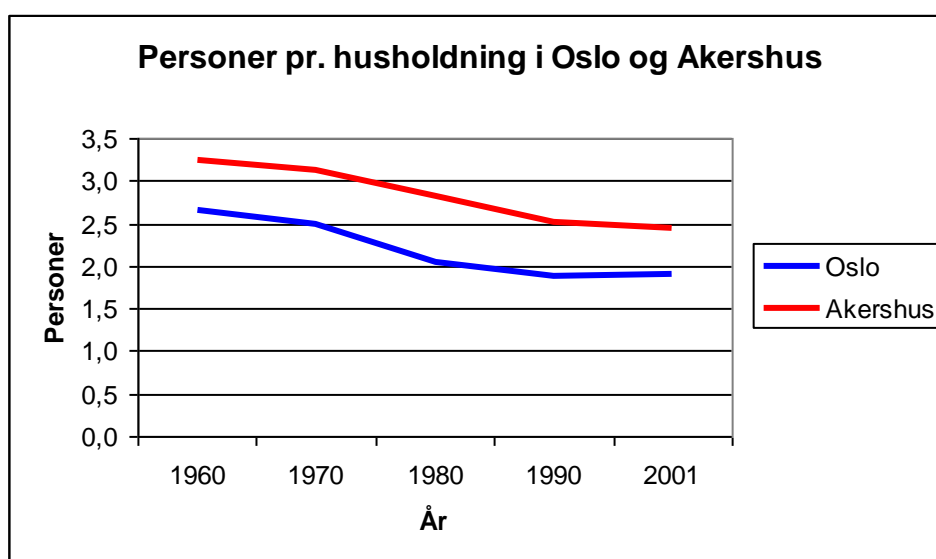
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
J=18	.	.	.	16.	16.	61.	.	.	.	.	.	11.	.	25.	16.	.	.	.	.	.	1.	.
J=17	.	.	.	.	64.	122.	219.	183.	.	81.	70.	142.	177.	358.	8.	.	.	262.	71.	20.	445.	.
J=16	.	.	.	.	473.	122.	365.	426.	91.	324.	696.	270.	618.	283.	.	.	416.	416.	192.	370.	442.	166.
J=15	88.	518.	328.	157.	145.	122.	81.	513.	624.	278.	283.	460.	411.	392.	153.	52.	311.	415.	208.
J=14	.	90.	392.	722.	507.	668.	267.	293.	631.	260.	1261.	340.	1230.	536.	986.	535.	219.	86.	153.	363.	311.	151.	
J=13	.	358.	702.	421.	281.	258.	297.	302.	433.	1556.	1260.	2323.	1321.	272.	162.	165.	29.	208.	208.	.	130.	.	
J=12	135.	551.	578.	401.	308.	342.	521.	265.	980.	2245.	2518.	1001.	865.	657.	324.	147.	264.	184.	.	.	.	.
J=11	675.	405.	344.	477.	433.	354.	103.	255.	1956.	1042.	594.	850.	965.	474.	362.	147.	344.	83.	.	.	.	.
J=10	342.	410.	329.	322.	133.	.	40.	135.	74.	86.	16.	49.	669.	656.	757.	348.	689.	.	.	.	.	.
J= 9	383.	308.	218.	.	25.	.	68.	135.	.	.	.	22.	66.	264.	730.	196.	542.	.	.	.	.	.
J= 8	263.	198.	.	79.	106.	.	.	.	3.	4.	.	66.	314.	610.	780.	503.	1523.	418.	.	.	.	.
J= 7	.	.	52.	212.	27.	.	.	.	.	.	.	49.	348.	412.	497.	559.	245.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	27.	16.	.	.	.	.	.	.	.	66.	82.	375.	895.	397.	87.	22.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23.	.	691.	1081.	.	.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	511.	380.	.	122.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	263.	969.	282.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	121.	690.	.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	53.	106.	397.	.	.	.	.	.	.

Figur A.12: Antall husholdninger med fyring med fast brensel i Oslo og østre Bærum 2001. Høyeste verdi er 2518 husholdninger i rute (11,12).

I Folke- og boligteillingen 2001 ble det også registrert husholdninger og husstander. Med en husstand menes personer som bor sammen og har felles husholdning. Begrepene husstand og husholdning har lett for å gå om hverandre. Tabell A.14 og Figur A.12 viser antall personer som bodde i privathusholdninger i Oslo og Akershus ved de siste folketellingene og antall personer pr. privathusholdning.

Tabell A.14: *Personer pr. husholdning i Oslo og Akershus.*

	1960	1970	1980	1990	2001
Privathusholdninger					
Oslo	169648	196463	222291	244440	266856
Akershus	72224	104015	131371	166542	195008
Personer					
Oslo	451711	487363	454872	458364	508726
Akershus	234323	324390	369193	418114	477325
Personer pr. husholdning					
Oslo	2,66	2,48	2,05	1,88	1,91
Akershus	3,24	3,12	2,81	2,51	2,45

Figur A.12: *Personer pr. husholdning i Oslo og Akershus.*

Dette viser at det har vært en klar nedgang i husholdningsstørrelsen i løpet av de siste 40 årene, både i Oslo og i Akershus. Vi har dessverre ikke hatt tall som kan belyse tidsutviklingen for husholdningene i de forskjellige bydelene i Oslo eller i kommunene i Akershus annet enn for enkelte år.

Vedlegg B

Utslipp av SO₂ og NO_x fra fyring

B.1 Utslipp av SO₂ og NO_x fra fyring i Oslo

På grunnlag av salgstill, forbrukstill eller andre typer data og med utslippsfaktorer er det beregnet årlige utslipp av SO₂ og NO_x fra fyring med olje, fast brensel (kull, koks og ved) og gass i Oslo for årene 1960-2000.

På grunnlag av forbruksdata fra Industristatistikken er det beregnet utslipp fra industribedriftene i Oslo som beskrevet i Vedlegg C. Noen av bedriftene hadde så stort utslipp at de er behandlet som punktkilder, mens resten er stedfestet og utslippet fordelt på km²-rutene. Industristatistikken omfatter bare industribedrifter med mer enn 5 ansatte, mens en rekke bedrifter som kan ha hatt tildels store utslipp ikke er med i denne statistikken. Differansen mellom totalutslippet og utslippet fra bedriftene i Industristatistikken regner vi med skyldes forbruk i offentlige virksomheter (sykehus, kontorer, varmesentraler etc.), private kontorer samt boligoppvarming. Denne utslippsdifferansen er fordelt på rutenettet etter folkemengden. Ved utslippsberegningene for 1979 hadde vi en oversikt over "gammel bebyggelse", og utslippet fra bruk av fast brensel ble fordelt etter denne. Denne oversikten er dessverre ikke lenger tilgjengelig for oss. I dagens utslippsberegninger benytter SSB bl.a. data fra Folke- og bolig tellingen om hvilken oppvarmingsmetode husholdningen benytter.

B.2 Tidligere undersøkelser av luftforurensninger fra oljefyring i Oslo

Etter hvert som en ble klar over de helsemessige problemene i forbindelse av utslipp av luftforurensninger fra bruk av fossilt brensel startet som tidligere nevnt Walter Lindberg med målinger av SO₂ og sot på en rekke steder i Oslo. Han måtte stoppe med målingene i 1965, men i 1968 startet to av oljeselskapene med målinger av svoveldioksid for å følge utviklingen av forurensningssituasjonen. I januar 1969 opprettet de norske oljeselskapene et miljøvernvalg som skulle "holde seg orientert om den tekniske utvikling vedrørende bekjempelse av de former for forurensninger som knytter seg til bruken av oljeprodukter". Den første store oppgaven som utvalget tok for seg, var forurensningssituasjonen i Oslo. Etter en grundig kartlegging av tungoljeforbruket i Oslo i 1968 basert på leveringsadresser samt enkle målinger av svoveldioksid i luften, anbefalte utvalget at man gikk over til å benytte destillater ved tungoljeanlegg som hadde et lavt årsforbruk. En rekke forbrukere fulgte dette mønster på frivillig basis før restriksjoner forelå. En ny kartlegging for 1969 viste at utslippet av svoveldioksid ble redusert med ca. 15 % for Oslo fra 1968 til 1969. I og med opprettelsen av NILU i 1969, tok Oljeselskapenes Miljøvernvalg kontakt med instituttet for å få en ny og mer omfattende undersøkelse av luftforurensningsforholdene i Oslo. Det ble bevilget kr. 200 000.- som støtte til denne undersøkelse, og senere ytterligere kr. 200 000.- til fortsettelse av arbeidet. Resultatene er beskrevet i rapportene NILU OR 15/70, OR 23/71, IR 27/71 og IR 50/73.

B.3 Utslipp av SO₂ og NO_x fra oljefyring i Oslo

Statistisk Sentralbyrå har i samarbeid med Statens Forurensningstilsyn siden 1991 utført detaljerte beregninger av utslipp på fylkesbasis i Norge. Disse beregningene tar i bruk detaljert informasjon fra en rekke forskjellige statistikker, i første rekke Industristatistikken, hvor en kan få stedfestet forbruket nøyaktig. Metodikken er stadig forbedret ved at en stadig får bedre kjennskap til forholdene, bl.a. gjennom Folke- og bolig tellingen i 2001 og Levekårsundersøkelsene i 2000 og 2002. Det er

videre under oppbygging et tettere samarbeid med oljeselskapene. I dag lager SSB i samarbeid med SFT utslippsoversikter fordelt på grunnkretser til bruk i overvåkningssystemet AirQUIS i flere norske byer.

Dataene som SSB og SFT benytter regnes som "hemmelige", slik at vi ikke har fått tilgang til de samme opplysningene som SSB. For å få konsistente beregninger har vi derfor valgt å ta utgangspunkt i tall fra Norsk Petroleumsinstitutt's årlige oppgaver over salg av petroleumsprodukter for Oslo. For årene før 1960 foreligger det bare salgstall for hele Norge, så dette har gjort at disse beregningene først kan starte i 1960. I årenes løp har det vært store forandringer her; noen produkter har gått ut av salg, noen har skiftet betegnelse, mens andre har dukket opp. De ulike selskapene kan ha hatt varierende svovelprosenter på sine produkter, men vi må stole på at de svovelprosentene som er oppgitt for Oslo, er riktige. Siden dette er en salgsstatistikk, forteller den om salget av forskjellige produkter, men den forteller ikke at det samme produktet kan opptre under forskjellige betegnelse, avhengig av bruken. Den forteller heller ikke om det har vært en tidsforskyvning i bruken, f.eks. ved at det blir kjøpt inn fyringsolje på høsten som brukes om våren. For de store forbrukerne er ikke dette noe problem, de får leveranser mange ganger i løpet av en måned. Det har vært en omstendelig oppgave å holde orden på beregningene. På begynnelsen av 1970-tallet hadde vi problemer med at oljeselskapenes salgsdistrikter ikke alltid stemte overens med fylkesgrensene. Det var også noen industribedrifter med hovedkontor og postadresse i Oslo som fikk allokert sitt salg til Oslo mens fabrikkene var helt andre steder. Ved beregningene for Oslo i 1970 fikk en data fra Oljeselskapenes miljøvernvalg med salgstall for hele året 1968 og 1969, basert på **fakturaadresser** i Oslo som vist i Tabell B.1 (Joranger et al., 1970). I tillegg fikk en beregnede utslippstall for tungoljeanlegg (type 3-6), basert på **leveringsadresser** på henholdsvis 6842 og 5841,2 tonn SO₂. Dette var henholdsvis 64% og 58% av utslippet beregnet ut fra oljeselskapenes salgstall for Oslo basert på fakturaadresser. I tabell B.1 er det også tatt med utslippstallene for 1968 og 1969 fra Tabell B.3.

Tabell B.1: Forbruk og SO₂-utslipp fra bruk av fyringsoljer i Oslo 1968-69.

Oljetype	% S	1968		1969	
		1000 tonn	tonn SO ₂	1000 tonn	tonn SO ₂
Fyr 1	0,5	74	740	91	910
Fyr 2	0,6	128	1 536	178	2 136
Fyr 3	2,0	87	3 480	72	2 880
Fyr 4-6	2,3	156	7 176	155	7 130
Sum		445	12 932	496	13 056
Fyr 3-6			10 656		10 010
Tabell B.3			11 388		11 332

I beregningene er det tatt hensyn til disse problemene i den utstrekning dette har vært mulig.

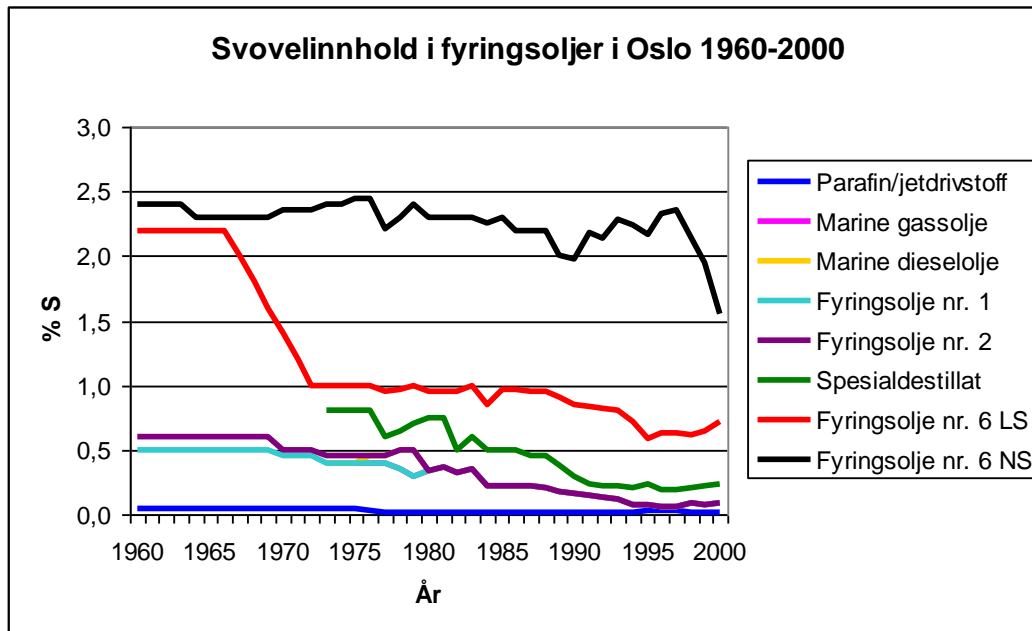
For SO₂ er det angitt representativt svovelinnhold for fyringsoljene som vist i Tabell B.2 og Figur B.1. I praksis har det vært tre fraksjoner fra destilleringen av råoljen som har blitt markedsført som forskjellige produkter: Lett-destillater

(Parafin, Dieselolje, Marine gass- og diesel-olje og Fyringsolje nr. 1), Tungdestillater (Fyringsolje nr. 2 og Spesialdestillat) og Tungolje (Fyringsolje nr. 3, Tungolje LS, Tungolje Oslo og Tungolje NS). Siden råoljen har kommet fra forskjellige områder har det innimellom vært mindre forskjeller i de fysiske egenskapene innen en produktgruppe eller fra selskap til selskap, særlig for viskositeten og voksinnholdet. Det ser ut til at den svovelprosenten som er angitt som middeltall for Oslo er den samme som for resten av landet.

*Tabell B.2: Svovelinnhold i fyringsoljer og drivstoff i Oslo-området.
Enhet: % S, tetthet t/m³.*

Svovelprosent	tetthet	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
Lyspetroleum	0.79	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
Gassolje (nr 1)	0.83	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Dieselolje (nr. 2)	0.85	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	
Light fuel (6 LS)	0.95	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.00	1.80	1.60	
Heavy fuel (6 NS)	0.95	2.40	2.40	2.40	2.40	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	
Bilbensin	0.75	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
Autodiesel	0.83	0.50	0.05	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Svovelprosent	tetthet	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	
LPG	0.51	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	
Fyringsparafin	0.79	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	
Marine gassolje	0.83				0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.35	0.30	
Marine dieselolje	0.83				0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	0.50	
Fyringsolje nr. 1	0.83	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.35	0.30	
Fyringsolje nr. 2	0.85	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	
Spesialdestillat	0.90				0.80	0.80	0.80	0.80	0.60	0.65	0.70	
Fyringsolje nr. 6 LS	0.95	1.40	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.97	1.00	
Fyringsolje nr. 6 NS	0.95	2.35	2.35	2.35	2.40	2.40	2.45	2.45	2.21	2.30	2.40	
Bilbensin	0.75	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
Autodiesel	0.83	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.35	0.30	
Svovelprosent	tetthet	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	
LPG	0.51	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	
Parafin/jetdrivstoff	0.79	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Marine gassolje	0.83	0.33	0.36	0.32	0.35	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.17	
Marine dieselolje	0.83	0.33	0.36	0.32	0.35	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.17	
Fyringsolje nr. 1	0.83	0.33	0.36	0.32	0.35	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.17	
Fyringsolje nr. 2	0.85	0.33	0.36	0.32	0.35	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.17	
Spesialdestillat	0.90	0.75	0.75	0.50	0.60	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45	0.38	
Fyringsolje nr. 6 LS	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	0.85	0.97	0.97	0.95	0.95	0.91	
Fyringsolje nr. 6 NS	0.95	2.30	2.30	2.30	2.30	2.25	2.30	2.20	2.20	2.20	2.00	
Bilbensin	0.75	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.035	0.035	0.03	0.03	
Autodiesel	0.83	0.33	0.36	0.32	0.35	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.17	
Svovelprosent	tetthet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
LPG	0.51	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Parafin/jetdrivstoff	0.79	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Marine gassolje	0.83	0.16	0.14	0.13	0.11	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09	0.08	0.09
Fyringsolje nr. 1	0.83	0.16	0.14	0.13	0.11	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09	0.08	0.09
Fyringsolje nr. 2	0.85	0.16	0.14	0.13	0.11	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09	0.08	0.09
Spesialdestillat	0.90	0.30	0.23	0.22	0.22	0.21	0.23	0.19	0.19	0.21	0.22	0.23
Fyringsolje nr. 6 LS	0.95	0.85	0.84	0.82	0.81	0.71	0.59	0.63	0.63	0.62	0.64	0.72
Fyringsolje nr. 6 NS	0.95	1.97	2.18	2.13	2.29	2.24	2.17	2.33	2.36	2.14	1.95	1.55
Bilbensin	0.75	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Autodiesel	0.83	0.16	0.14	0.13	0.11	0.07	0.07	0.06	0.06	0.04	0.03	0.03

Tabell B.3 viser salgstall av petroleumprodukter i Oslo 1960-2000. Her er ikke salg til "kystfart og fiskeri" og "skip i utenriks fart" tatt med. Utslipp fra bruk av bilbensin og autodiesel er behandlet under Vedlegg D.1. Utslipp fra skipsfarten er beregnet separat under Vedlegg D.2.



Figur B.1: Svovelinhold i fyringsoljer i Oslo 1960-2000.

I 1973 kom det en omlegning av rapporteringsformen, men det er søkt å lage homogene tabeller. Det foreligger ikke tall for forbruket av LPG fra årene før 1973, det var omtrent da vi fikk den første gassen fra Nordsjøen. Før dette ble det brukt gass fra Oslo Gassverk. For 1998-2000 er det ikke rapportert salgstall for LPG/LNG, her er det anslått tall på grunnlag av opplysninger fra oljeselskapene. Utslipet fra bruk av LPG/LNG er behandlet under kapittel B.4. Som en ser av Tabell B.3 har det vært store svingninger i forbruket av ulike oljekvaliteter fra år til år. I 1970 var det en fordobling av forbruket i "industri" i forhold til tidligere år, mens det året etter var halvert. En tilsvarende forbrukstopp kan ikke sees fra Industristatistikkens tall. Det var en tilsvarende topp i 1974. Begge disse toppene kan skyldes at tungoljesalg til skip i utenriks fart har blitt registrert forskjellig fra år til år.

Tabell B.4 viser utslippsfaktorer for NO_x fra oljefyring. Disse har vært de samme for hele perioden. NO_x -utslippet er avhengig av brennertypen, men siden vi ikke har detaljerte data må vi bruke midlere utslippsfaktorer.

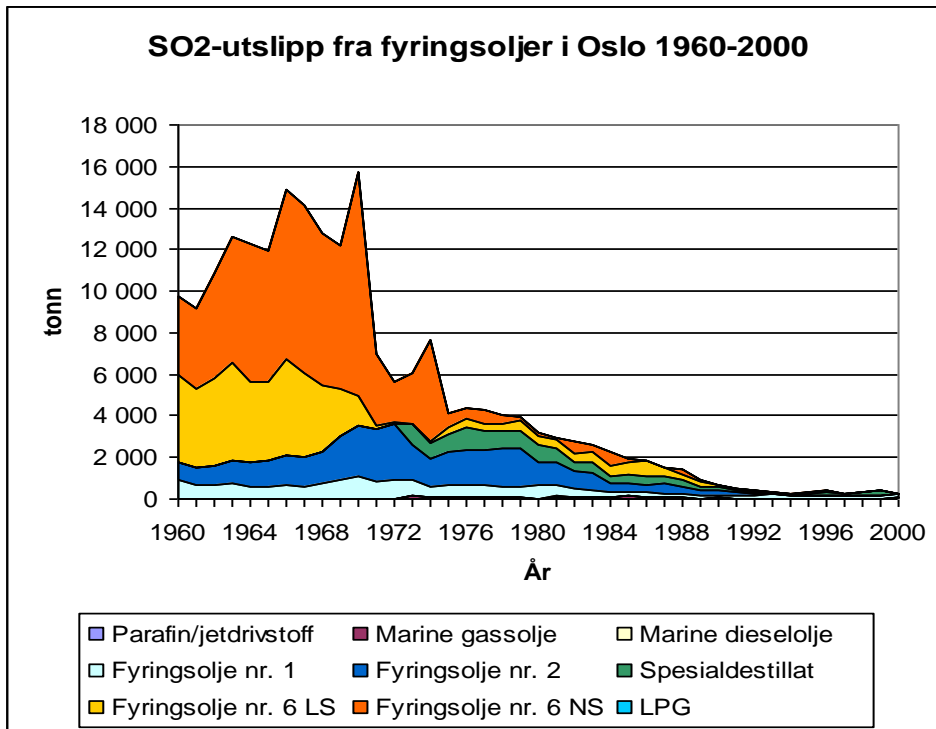
I Figur B.2 og Figur B.3 samt i Tabell B.5 og Tabell B.6 er det vist beregnet utslipp av henholdsvis SO_2 og NO_x fra bruk av fyringsoljer i Oslo, ut fra salgstallene i Tabell B.3 og utslippsfaktorer fra Tabell B.2 og Tabell B.4.

Tabell B.4: *Utslippsfaktorer for NO_x fra bruk av fyringsoljer i Oslo. Enhet: kg/tonn. (Selboe, 1988).*

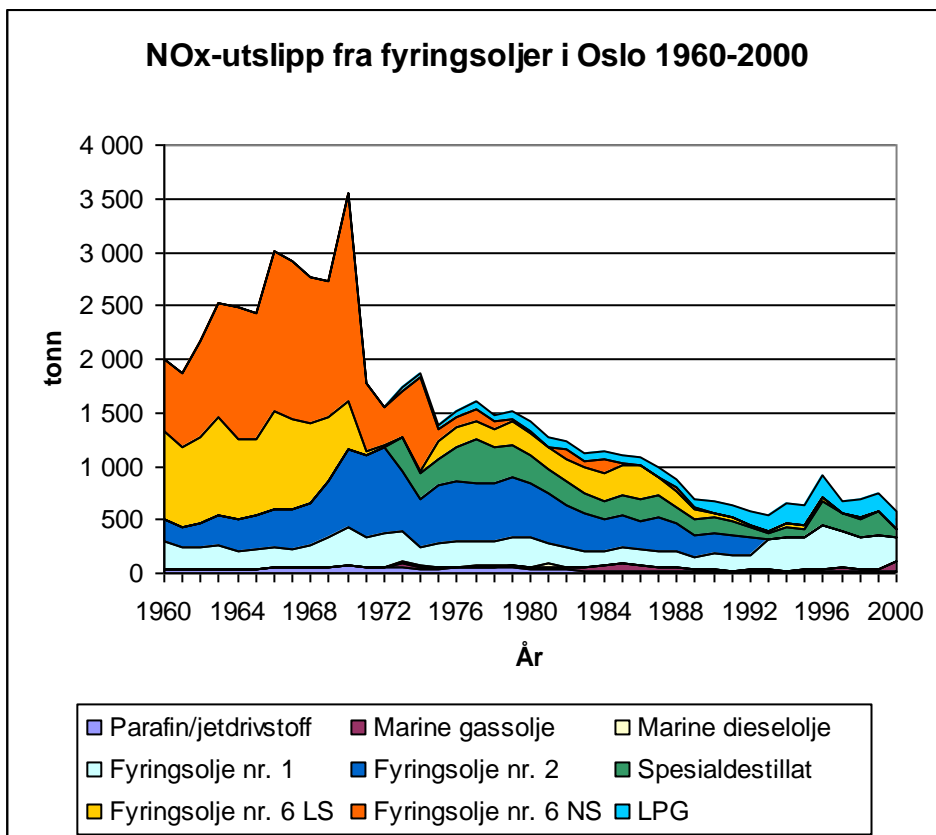
	NO _x
LPG	2,3
parafin	2,5
fyringsolje 1	3,0
fyringsolje 2	3,0
spes.dest.	4,2
<1.2%S	5,0
>1.2%S	5,0

Tabell B.3: *Salg av fyringsoljer i Oslo 1960-2000. Enhet: m³/år.*

År		Lys- petroleum			Gassolje	Diesel- olje	.	Light fuel	Heavy fuel
1960		19 376			105 533	83 176		101 263	82 996
1961		19 097			81 020	78 308		90 961	85 562
1962		16 941			80 928	88 616		100 120	112 061
1963		21 840			85 901	110 520		112 779	132 736
1964		19 314			70 949	114 819		92 233	152 386
1965		21 212			69 623	127 098		88 842	144 697
1966		26 507			75 000	143 694		111 501	186 763
1967		24 917			72 172	141 206		104 291	184 973
1968		26 097			87 493	152 545		92 966	167 534
1969		28 936			109 506	209 020		73 329	157 378
1970		39 306			140 460	286 444		55 337	241 318
1971		31 688			112 497	296 089		4 877	78 557
1972		32 836			123 314	315 557		2 077	43 819
År	LPG	Fyrings- parafin	Marine gass	Marine diesel	Fyrings- olje 1	Fyrings- olje 2	Spesial- destillat	Tungolje LS	Tumgolje NS
1973	42 036	31 377	19 640	8584	106 276	226 157	67 587	422	52 991
1974	35 869	19 777	10 804	1913	74 280	173 399	53 894	2 082	108 097
1975	37 483	20 774	10 695	1040	86 427	211 679	55 214	21 368	13 003
1976	52 739	24 476	6 123	870	93 972	217 731	74 053	22 320	10 776
1977	61 325	24 438	6 825	1854	90 991	215 209	90 649	20 023	15 139
1978	59 597	25 534	6 458	874	95 816	213 626	73 492	19 983	9 184
1979	63 719	27 141	7 227	985	103 321	221 482	67 966	26 568	3 119
1980	70 089	21 183	6 628	321	111 630	196 893	60 909	23 766	3 836
1981	66 540	16 758	14 548	11298	80 186	177 538	51 590	24 940	1 625
1982	66 023	16 051	16 197	16	75 010	153 735	46 068	26 122	12 723
1983	65 750	11 556	14 178	768	60 049	140 932	41 407	29 724	6 487
1984	65 681	7 881	24 486	606	55 487	118 770	34 860	33 398	15 441
1985	66 834	12 901	35 180	100	60 364	116 248	39 141	35 197	2 409
1986	65 245	11 135	21 098	1057	60 262	103 689	46 841	39 019	744
1987	68 849	11 559	12 699	8	64 159	121 885	47 222	19 746	1 315
1988	68 228	9 519	19 745	0	56 081	102 062	36 645	17 208	4 730
1989	68 743	7 280	6 960	0	50 557	81 445	30 858	11 320	2 292
1990	82 419	6 659	16 137		58 951	68 566	34 151	5 530	210
1991	96 097	6 263	5 867		61 180	66 549	30 202	4 829	651
1992	114 437	11 721	4 568		57 521	64 150	20 026	3 158	
1993	131 586	7 097	7 987		117 005		10 224	2 164	
1994	161 298	7 136	6 044		124 993		20 379	3 746	
1995	166 211	7 009	15 199		117 549		17 754	2 794	1 021
1996	179 790	9 469	7 404		165 667		50 290	3 515	0
1997	97 682	11 044	13 287		134 830		39 341	416	0
1998		10 145	6 855		121 016		38 901	1 306	
1999		8 939	9 120		127 813		49 594	529	
2000		7069	50 020		90 049		13 879	180	



Figur B.2: SO₂-utslipp fra fyringsoljer i Oslo 1960-2000. Enhet: tonn/år.



Figur B.3: NO_x-utslipp fra fyringsoljer i Oslo 1960-2000. Enhet: tonn/år.

Tabell B.5: Beregnet utslipp av SO₂ fra oljefyring i Oslo 1960-2000.
Enhet: tonn/år.

SO ₂ -utslipp	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Parafin/jetdrivstoff	14	14	12	16	14	15	19	18	19	21
Fyringsolje nr. 1	876	672	672	713	589	578	623	599	726	909
Fyringsolje nr. 2	848	799	904	1 127	1 171	1 296	1 466	1 440	1 556	2 132
Fyringsolje nr. 6 LS	4 233	3 802	4 185	4 714	3 855	3 714	4 661	3 963	3 179	2 229
Fyringsolje nr. 6 NS	3 785	3 902	5 110	6 053	6 659	6 323	8 162	8 083	7 321	6 877
Sum	9 756	9 189	10 883	12 623	12 288	11 926	14 929	14 103	12 801	12 168

SO ₂ -utslipp	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Parafin/jetdrivstoff	28	23	23	22	16	13	12	8	6	6
Marine gassolje				130	72	71	41	45	38	36
Marine dieselolje				57	13	7	6	14	7	8
Fyringsolje nr. 1	1 049	840	921	706	493	574	624	604	557	515
Fyringsolje nr. 2	2 435	2 517	2 682	1 730	1 327	1 619	1 666	1 646	1 816	1 883
Spesialdestillat				973	776	795	1 066	979	860	856
Fyringsolje nr. 6 LS	1 472	111	39	8	40	406	424	361	368	505
Fyringsolje nr. 6 NS	10 775	3 508	1 957	2 416	4 929	605	502	636	401	142
Sum	15 759	6 998	5 623	6 043	7 665	4 091	4 341	4 294	4 053	3 951

SO ₂ -utslipp	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Parafin/jetdrivstoff	3	5	3	4	1	4	4	4	3	2
Marine gassolje	36	87	86	82	89	128	77	46	66	20
Marine dieselolje	2	68	0	4	2	0	4	0		
Fyringsolje nr. 1	612	479	398	349	203	220	220	234	186	143
Fyringsolje nr. 2	1 105	1 087	836	839	444	435	388	456	347	235
Spesialdestillat	822	696	415	447	314	352	422	382	297	211
Fyringsolje nr. 6 LS	429	450	472	565	539	649	719	356	311	196
Fyringsolje nr. 6 NS	168	71	556	283	660	105	31	55	198	87
Sum	3 177	2 943	2 766	2 574	2 253	1 895	1 864	1 534	1 407	894

SO ₂ -utslipp	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Parafin/jetdrivstoff	2	2	3	2	2	3	4	4	3	2	2
Marine gassolje	43	14	10	15	7	18	7	13	10	12	75
Fyringsolje nr. 1	157	142	124	214	145	137	165	134	181	170	135
Fyringsolje nr. 2	186	158	142								
Spesialdestillat	184	125	79	40	77	74	172	135	147	196	57
Fyringsolje nr. 6 LS	89	77	49	33	51	31	42	5	15	6	2
Fyringsolje nr. 6 NS	8	27				42					
Sum	670	546	408	305	283	305	391	292	357	387	271

Tabell B.6: Beregnet utslipp av NO_x fra oljefyring i Oslo 1960-2000. Enhet: tonn/år.

NO _x -utslipp	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Parafin/jetdrivstoff	38	38	33	43	38	42	52	49	52	57
Fyringsolje nr. 1	263	202	202	214	177	173	187	180	218	273
Fyringsolje nr. 2	212	200	226	282	293	324	366	360	389	533
Fyringsolje nr. 6 LS	818	735	808	911	745	717	900	842	751	592
Fyringsolje nr. 6 NS	670	691	905	1 072	1 231	1 168	1 508	1 494	1 353	1 271
Sum	2 001	1 865	2 174	2 521	2 483	2 425	3 014	2 925	2 762	2 726

NO _x -utslipp	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Parafin/jetdrivstoff	78	63	65	62	39	41	48	48	50	54
Marine gassolje				41	22	22	13	14	13	15
Marine dieselolje				18	4	2	2	4	2	2
Fyringsolje nr. 1	350	280	307	265	185	215	234	227	239	257
Fyringsolje nr. 2	730	755	805	577	442	540	555	549	545	565
Spesialdestillat				304	243	248	333	408	331	306
Fyringsolje nr. 6 LS	447	39	17	3	17	173	180	162	161	215
Fyringsolje nr. 6 NS	1 949	634	354	428	873	105	87	122	74	25
Sum	3 553	1 771	1 547	1 697	1 825	1 346	1 452	1 533	1 415	1 439

NO _x -utslipp	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Parafin/jetdrivstoff	42	33	32	23	16	25	22	23	19	14
Marine gassolje	14	30	34	29	51	73	44	26	41	14
Marine dieselolje	1	23	0	2	1	0	2	0		
Fyringsolje nr. 1	278	200	187	150	138	150	150	160	140	126
Fyringsolje nr. 2	502	453	392	359	303	296	264	311	260	208
Spesialdestillat	274	232	207	186	157	176	211	212	165	139
Fyringsolje nr. 6 LS	192	201	211	240	270	284	315	159	139	91
Fyringsolje nr. 6 NS	31	13	103	52	125	19	6	11	38	19
Sum	1 333	1 186	1 165	1 041	1 067	1 025	1 015	903	801	611

NO _x -utslipp	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Parafin/jetdrivstoff	13	12	23	14	14	14	19	22	20	18	14
Marine gassolje	33	12	9	17	13	32	15	28	14	19	104
Fyringsolje nr. 1	147	152	143	291	311	293	413	336	301	318	224
Fyringsolje nr. 2	175	170	164								
Spesialdestillat	154	136	90	46	92	80	226	177	175	223	62
Fyringsolje nr. 6 LS	45	39	26	17	30	23	28	3	11	4	1
Fyringsolje nr. 6 NS	2	5				8					
Sum	566	527	455	385	460	449	701	666	521	582	406

Tabell B.7 viser beregnet utslipp fra oljefyring i Oslo-området (Oslo + østre Bærum). Her er det gjort to korreksjoner i forhold til Tabell B5 og B6. Siden befolkningen i østre Bærum er 10.6 % av Oslos befolkning er utslippet fra bruk av lettoljer multiplisert med 1.106 for å få med utslippet i østre Bærum. For tungoljer skjer store deler av utslippet i punktkilder som er behandlet separat i Vedlegg C. Utslippet fra tungoljer (6 NS og 6 LS) for perioden 1960-72 er derfor multiplisert med 0.8; dels for å korrigere for utslippet som skjer i punktkilder, dels for å få med et utslipp fra østre Bærum. I spredningsberegningene er utslippstallene fordelt etter befolkningen i hver km²-rute.

Tabell B.7: *Utslipp av SO₂ og NO_x fra bruk av fyringsoljer i Oslo og østre Bærum 1960-2000.*
Enhet: tonn/år

	SO ₂ -utslipp			NO _x -utslipp		
	Sum lett	Sum tung	lett*1,10+ 0,8*tung	Sum lett	Sum tung	lett*1,10+ 0,8*tung
1960	1 738	5 709	6 479	513	1 488	1 755
1961	1 485	5 630	6 137	439	1 425	1 623
1962	1 588	7 012	7 356	461	1 713	1 878
1963	1 856	8 196	8 598	539	1 983	2 179
1964	1 774	8 412	8 680	508	1 975	2 139
1965	1 889	8 011	8 487	539	1 886	2 102
1966	2 107	10 280	10 542	606	2 408	2 593
1967	2 057	10 065	10 315	589	2 336	2 517
1968	2 301	9 088	9 801	658	2 104	2 407
1969	3 061	8 271	9 984	863	1 863	2 439
1970	3 512	11 826	13 324	1 158	2 395	3 190
1971	3 380	3 600	6 598	1 098	674	1 746
1972	3 627	1 996	5 586	1 177	371	1 591
1973	3 619	2 424	6 405	1 315	431	1 878
1974	2 696	4 969	7 934	977	890	1 964
1975	3 080	1 011	4 399	1 113	278	1 501
1976	3 415	926	4 682	1 247	267	1 639
1977	3 297	997	4 624	1 321	284	1 737
1978	3 283	770	4 381	1 249	236	1 610
1979	3 304	647	4 282	1 273	240	1 640
1980	2 580	597	3 435	1 192	223	1 534
1981	2 422	521	3 186	1 049	215	1 368
1982	1 738	1 027	2 940	929	314	1 335
1983	1 725	848	2 746	826	292	1 201
1984	1 054	1 199	2 359	742	394	1 211
1985	1 141	754	2 009	800	304	1 183
1986	1 114	750	1 976	769	321	1 167
1987	1 123	411	1 647	813	170	1 064
1988	899	508	1 497	704	177	952
1989	611	283	955	582	110	750
1990	572	97	727	618	46	726
1991	442	104	590	595	44	698
1992	359	49	444	563	26	645
1993	272	33	332	522	17	591
1994	232	51	306	618	30	710
1995	231	73	328	612	31	704
1996	349	42	426	883	28	1 000
1997	287	5	320	676	3	747
1998	341	15	391	511	11	572
1999	380	6	425	578	4	640
2000	269	2	298	404	1	446

B.4 Utslipp av SO₂ og NO_x fra bruk av fast brensel og gass i Oslo

I Oslo Energis 100-årsberetning (Johannessen, 1992) skriver Finn E. Johannessen:

"I 1960 hadde nesten 40 prosent av boligene i Oslo sentralfyring, 30 prosent brukte kull, koks eller ved, mens nesten 25 prosent hadde vesentlig elektrisk oppvarming. Av øvrig brensel var parafin viktigst. I 1980 hadde noe over 50 prosent av boligene elektrisk oppvarming, sentralfyring var gått noe tilbake, mens kull, koks og ved nærmest hadde utspilt sin rolle. Kull, koks og ved var også de energibærerne som hadde økt mest i pris. Fra 1959 til 1980 steg prisen mellom 450 og 600 prosent - sterkest for koks - mens konsumprisindeksen ble noe over tredoblet. Elektrisitetsprisen holdt omtrent følge med konsumprisen, mens prisen på fyringsolje var konstant eller noe synkende fram til oljekrisen i 1973. Men fra da av og fram til 1980 ble oljeprisen firedoblet."

Disse betraktningene danner også en del av grunnlaget for beregningene av utslipp fra bruk av fast brensel og gass i Oslo.

Kull og koks

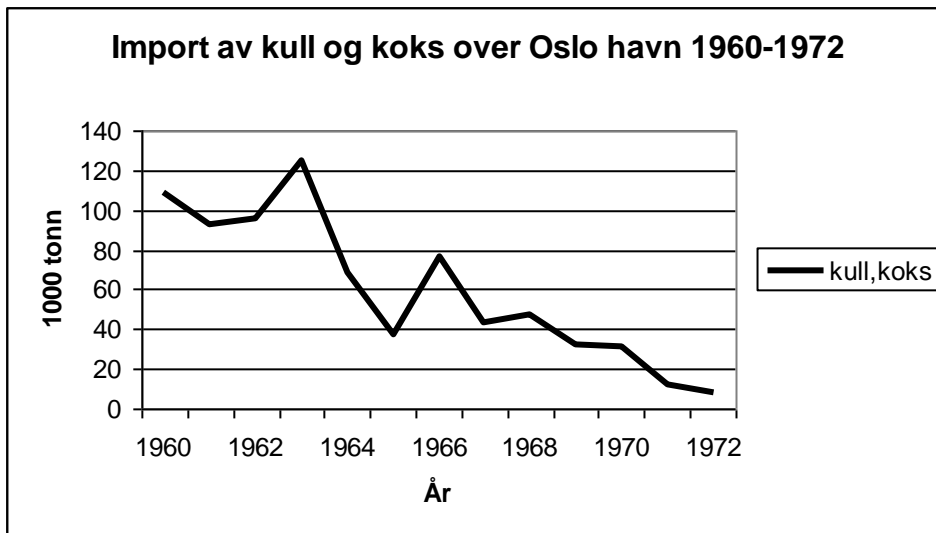
Det er i beregningene ikke skilt mellom forbruk av kull og koks, vesentlig på grunn av at datagrunnlaget ikke er godt nok oppdelt. Tabell B.8 viser data fra ulike kilder. Kolonne 2 viser først årlig import av kull og koks over Oslo havn i 1000 tonn for perioden 1960-1972, hentet fra årsberetningene for Oslo Havnevesen. Oslo havn inkluderer også Lysaker Kulkompani i Bærum/Akershus. Etter 1972 ble beretningene lagt om med mer fokus på økonomi, og importtall er ikke lenger angitt. Vi har også fått tall fra Johan Wesmann i Forenede Kulimportører over salg av kull/koks fra deres anlegg på Sørenga i Oslo for perioden 1973-1993. Anlegget på Sørenga ble nedlagt i september 1994, og siden har kull og koks blitt importert i sekker fra England. For 1994-2000 er det regnet med et middelforbruk tilsvarende midlet for de foregående 5 år, 0,26 tonn/år. I 1973-98-beregningene ble det regnet med et kull/koks-forbruk på 6000 tonn/år i 1978 og 300 tonn/år i 2000, og dette ble interpolert og ekstrapolert til andre år. Dette var tydeligvis for høyt, under forutsetning at alt kull/koks ble importert via Forenede Kulimportører. Kolonne 3 og 4 viser beregnet utslipp av SO₂ og NO_x, basert på en midlere svovelprosent for kull/koks på 1,5 %, og en utslippsfaktor på 3 kg NO_x/tonn (Selboe, 1988). Figur B.2 viser også importtallene for perioden 1960-1972.

Tallene i de neste kolonnene er hentet fra Dag Poleszynskis rapport om energibruk i husholdninger (Poleszynski, 1978) og Audun Roslands rapport om forbruk av fast brensel i husholdninger 1960-1980 i Norge (Rosland, 1982). Først har Rosland anslått et forbruk av kull og koks for Norge i sin tabell 26, dernest har han satt opp energien fra vedforbruket i PJ, som så er omregnet til m³ vedforbruk. Dette er også vist i Figur B.4. Poleszynski regnet med at halvparten av kull/koks-forbruket gikk med til boligoppvarming. Begge disse rapportene er laget ut fra et spinkelt datagrunnlag så godt det lot seg gjøre. I Statistisk Sentralbyrås forbruksundersøkelser ble det bl.a. spurt om forbruk av kull og koks, men forbruket ble bare angitt i kroner, ikke i mengde. Med basis i energiprisene og antall husholdninger i de aktuelle årene ble mengden kull og koks beregnet.

Tabell B.8: *Import av kull/koks over Oslo havn, samt privatforbruk av fast brensel i Norge. Enhet: 1000 tonn, for utslippet: tonn.*

	Import Oslo+ Wesmann			Poleszynski, Norge						Rosland, Norge		
	innførsel	utslipp		husholdning			boligoppvarming			husholdning		
		kull,koks	SO ₂ *	NO _x **	kull	koks	Sum	kull	koks	sum	kull	koks	sum
1960	109	3270	981	79	217	296	45	145	190	70	240	310
1961	93	2790	837	63	164	227	37	139	176	50	230	280
1962	96	2880	864	73	256	329	47	169	216	40	170	210
1963	125	3750	1125	72	266	338	36	133	169	45	200	245
1964	68	2040	612	83	152	235	42	76	118	35	115	150
1965	37	1110	333	93	244	337	47	122	169	40	180	220
1966	77	2310	693	54	223	277	27	112	139	45	170	215
1967	43	1290	387	73	179	252	37	90	127	30	135	165
1968	47	1410	423	78	208	286	39	104	143	40	150	190
1969	32	960	288	87	187	274	44	94	138	40	125	165
1970	31	930	279	109	128	237	55	64	119	45	80	125
1971	12	360	108	133	131	264	67	66	133	55	75	130
1972	8	240	72	80	98	178	40	49	89	65	55	120
1973	7,45	223,4	22,3	29	106	135	15	53	68	40	55	95
1974	6,87	206,2	20,6	36	109	145	18	55	73	25	55	80
1975	6,30	189,0	18,9	35	103	138	18	52	70	20	50	70
1976	5,73	171,8	17,2	37	103	140	19	52	71	20	50	70
1977	5,15	154,6	15,5	32	78	110				15	40	55
1978	4,58	137,5	13,7	35	76	111				15	35	50
1979	4,01	120,3	12,0	47	98	145				10	40	50
1980	3,44	103,1	10,3	25	44	69				10	35	45
1981	2,86	85,9	8,6									
1982	2,29	68,7	6,9									
1983	1,72	51,5	5,2									
1984	1,15	34,4	3,4									
1985	0,57	17,2	1,7									
1986	0,43	12,9	1,3									
1987	0,36	10,7	1,1									
1988	0,32	9,7	1,0									
1989	0,29	8,6	0,9									
1990	0,25	7,6	0,8									
1991	0,21	6,4	0,6									
1992	0,24	7,1	0,7									
1993	0,26	7,7	0,8									
1994	0,25	7,5	0,8									
1995	0,25	7,5	0,8									
1996	0,25	7,5	0,8									
1997	0,25	7,5	0,8									
1998	0,25	7,5	0,8									
1999	0,25	7,5	0,8									
2000	0,25	7,5	0,8									

* 1.5 % S, ** 3 kg NO_x/tonn



Figur B.4: Import av kull og koks over Oslo havn 1960-1972.

Rosland beregnet også et forbruk av torv ut fra oppgaver fra Det norske myrselskap, for 1960 ble forbruket anslått til 600 000 m³, i 1969 på 10 000 m³ og senere minimalt. I Oslo er det ikke rapportert om noe torvforbruk. Utslippet fra importert kull/koks i Oslo er fratrukket forbruk/utslippstallene fra Industristatistikken, og resten er fordelt etter antall husholdninger i indre sone i Oslo som brukte fast brensel. En del av kullet som ble importert ble brukt i lokale gassverk til produksjon av lysgass og koks.

Rosland sier at for hele perioden 1960-1980 har forbruket av fast brensel blitt redusert fra 33,6 PJ (1 PJ = 1 petajoule = 10¹⁵ joule) i 1960 til 18,1 PJ i 1980. Fremfor alt skyldes nedgangen at forbruket av kull, koks (og torv) er kraftig redusert i samme tidsrom, mens forbruket av ved ikke hadde samme utvikling. Fra 1960 til 1973 sank vedforbruket fra 21,8 PJ til 9,0 PJ, mens det økte igjen fra 1973 til 1980 til 16,8 PJ. Utviklingen i vedforbruket faller svært godt sammen med den relative prisen på parafin i samme tidsrom. Fra 1960 til 1973 falt realprisen på parafin med omlag 30 prosent, flere husholdninger gikk over til oljefyring og vedforbruket sank.

Fra 1973 til 1980 steg realprisen på parafin med 95 prosent, med den følge at forbruket av ved økte. Samtidig foregikk det er stor utbygning av elektrisitetsnettet, både nasjonalt på produksjonssiden og lokalt på distribusjonssiden, slik at mange husholdninger gikk over til elektrisk boligoppvarming.

Ved

Vedfyring regnes idag som en av de viktigste bidragsyterne til lokal luftforurensning på grunn av et høyt utslipp av svevestøv (PM₁₀). For å få bedre kjennskap til forbruket av ved, samt faktorer som avgjør størrelsen på utslippene har Statistisk Sentralbyrå i perioden 2000-2003 gjennomført en rekke utviklingsprosjekter med støtte fra Statens Forurensningstilsyn og Enøketaten Oslo kommune (Finstad et al., 2004) Disse undersøkelsene har bl.a. hatt som formål å minske usikkerheten i beregningene av svevestøv som foretas i den NILU-

utviklede AirQUIS-modellen. En slik undersøkelse kan ikke gi svar på spørsmål om forholdene på 1960- og 70-tallet, men sammen med tidligere beregninger for Norge kan vi forhåpentligvis beregne vedforbruket i Oslo "riktigere" enn tidligere.

Rosland har i tabell 27 i sin rapport (Rosland, 1982) anslått energien fra vedforbruket i Norge i PJ (1 PJ = 1 petajoule = 10^{15} joule), dette er så omregnet til m^3 vedforbruk (8,4 TJ/1000 m^3 fast mål ved), som vist i Tabell B.9. I tabellen er det også tatt med tall fra energiregnskapet over forbruket av ved i private husholdninger 1980-2002 (Høgset, 2004). Haakonsen og Kvingedal angir tall for vedforbruket i Norge 1990-1998 i tonn (fuktighet inkludert). Målinger av fuktighet i ved brukt i Elverum viste 18 % fuktighet, som sammen med en tetthet på 0,39 tonn/ m^3 gir tall som vist i Tabell B.9. Disse tallene er i middel 12 % høyere enn Høgsets tall, men dette må kunne betraktes som en god overensstemmelse. Det må ha skjedd noe ved beregningene for 1980-83 siden forbruks-tallene er like for alle disse 4 årene, men det har ikke vært mulig å finne ut hva som har foregått. Rosland sier at for hele perioden 1960-1980 ble forbruket av fast brensel i Norge redusert fra 33,6 PJ i 1960 til 18,1 PJ i 1980. Fremfor alt skyldes nedgangen at forbruket av kull, koks (og torv) ble kraftig redusert i samme tidsrom, mens forbruket av ved ikke hadde samme utvikling. Fra 1960 til 1973 sank forbruket fra 21,8 PJ til 9,0 PJ, mens det igjen økte fra 1973 til 1980 til 16,8 PJ. Utviklingen i vedforbruket falt svært godt sammen med den relative prisen på parafin i samme tidsrom. Fra 1960 til 1973 falt realprisen på parafin med omlag 30 prosent, flere husholdninger gikk over til oljefyring og vedforbruket sank. Fra 1973 til 1980 steg realprisen på parafin med 95 prosent, med den følge at vedforbruket økte. Etter 1990 har strømprisene variert en god del, og dette har ført til svingninger i vedforbruket som det er vanskelig å få frem fra statistikk-tall.

Roslands undersøkelse sier ingen ting om forholdene i Oslo, men i SSBs rapport om utslipp til luft fra vedfyring i Norge (Haakonsen og Kvingedal, 2001) gis det tall fra Levekårundersøkelsen 2000 for vedforbruket i Norge vinteren 1999/2000. I Akershus og Oslo var forbruket (anskaffet ved) på 354 026 m^3 som fordelt på 963 086 innbyggere gir 2,72 m^3 /person. Dette fordeler seg på 0,40 m^3 i peis, 2,09 m^3 i ovner fra før 1998 og 0,136 m^3 i ovner etter 1998. Vinteren 1999/2000 gjennomførte Opinion A/S en spørreundersøkelse om vedfyring og fyringsvaner i Oslo (og Lillehammer) (Opinion, 2000). Det ble her beregnet et gjennomsnittlig vedforbruk for de som fyrte med ved på 12,4 sekker, som tilsvarer 0,744 m^3 ved pr. husholdning. I den nye undersøkelsen om vedfyring og fyringsvaner (Finstad et al., 2004) er det for vinteren 2001/2002 angitt et vedforbruk på 0,66 m^3 pr. bolig med ildsted. Vedmengdene pr. bolig øker når man beveger seg ut av sentrumsområdene. Mens man i sentrumsnære områder bruker i gjennomsnitt 0,5 m^3 ved pr. bolig med ildsted, er tilsvarende tall for ytre by (sone 3) 0,72 m^3 ved pr. bolig. I nye, rentbrennende ovner i ytre by var forbruket på hele 1,28 m^3 ved pr. bolig. Haakonsen og Kvingedal anbefaler at utslippsfaktorer som vist i Tabell B.10 skal benyttes for Oslo:

Tabell B.9: Forbruket av ved i husholdninger i Norge 1960-2002. Etter Rosland, 1982, Høgset, 2004 og Haakonsen og Kvingedal, 2001.

Rosland			Høgset		
	ved	ved		ved	ved
	PJ	1000m ³		PJ	1000m ³
1960	21,8	2 595	1980	16,8	2 000
1961	21,0	2 500	1981	16,8	2 000
1962	20,2	2 405	1982	16,8	2 000
1963	19,9	2 369	1983	16,8	2 000
1964	18,4	2 190	1984	17,4	2 071
1965	17,4	2 071	1985	18,0	2 143
1966	16,6	1 976	1986	18,5	2 200
1967	16,0	1 905	1987	18,8	2 236
1968	14,4	1 714	1988	18,6	2 214
1969	12,9	1 536	1989	19,6	2 214
1970	12,0	1 429	1990	20,4	2 431
1971	10,9	1 298	1991	18,4	2 189
1972	9,9	1 179	1992	18,0	2 143
1973	9,0	1 071	1993	20,6	2 454
1974	9,2	1 095	1994	22,0	2 619
1975	9,9	1 179	1995	21,4	2 552
1976	10,6	1 262	1996	22,8	2 719
1977	11,3	1 345	1997	23,8	2 831
1978	12,3	1 464	1998	22,6	2 694
1979	15,1	1 798	1999	23,1	2 755
1980	16,8	2 000	2000	23,8	2 835
			2001	24,9	2 960
			2002	23,9	2 849

Haakonsen og Kvingedal			
	ved	ved	ved
	PJ	1000tonn	1000m ³
1990	21,5	1 287	2 706
1991	19,2	1 148	2 166
1992	19,4	1 156	2 181
1993	21,8	1 301	2 455
1994	24,2	1 436	2 709
1995	23,1	1 381	2 606
1996	24,5	1 460	2 755
1997	25,2	1 504	2 838
1998	23,8	1 417	2 673

Tabell B.10: Anbefalte utslippsfaktorer for peis og vedovn i Oslo (Haakonsen og Kvingedal, 2001). Enhet: g/kg ved.

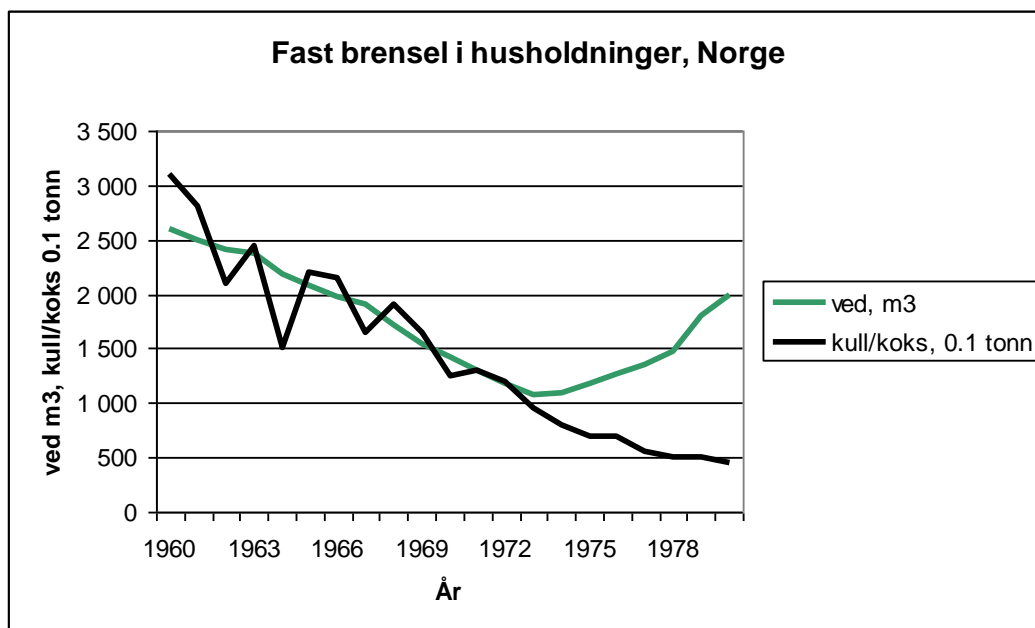
	Åpen peis	Vedovn før 1998	Vedovn etter 1998	Veiet middel
SO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2
NO _x	1,3	0,97	0,97	0,987
Andel	15 %	80 %	5 %	

I modellberegningene for 1973-1998 ble det regnet med et nokså konstant vedforbruk på 0.075 tonn ved pr. person.

Figur A.9 viser kart over antall husholdninger i Oslo og østre Bærum som rapporterte at de hadde ildsted for fast brensel (ved) i 2001, 69 017 i Oslo (utenom Nordmarka) og 10 331 i østre Bærum. For å beregne utslippet fra vedfyringen er det regnet med

$$79\,348 \text{ husholdninger} * 0,66 \text{ m}^3 \text{ pr. bolig} * 0,095 \text{ kg SO}_2/\text{m}^3 = 4\,975 \text{ kg SO}_2/\text{år}$$

$$79\,348 \text{ husholdninger} * 0,66 \text{ m}^3 \text{ pr. bolig} * 0,526 \text{ kg NO}_x/\text{m}^3 = 27\,546 \text{ kg NO}_x/\text{år}$$



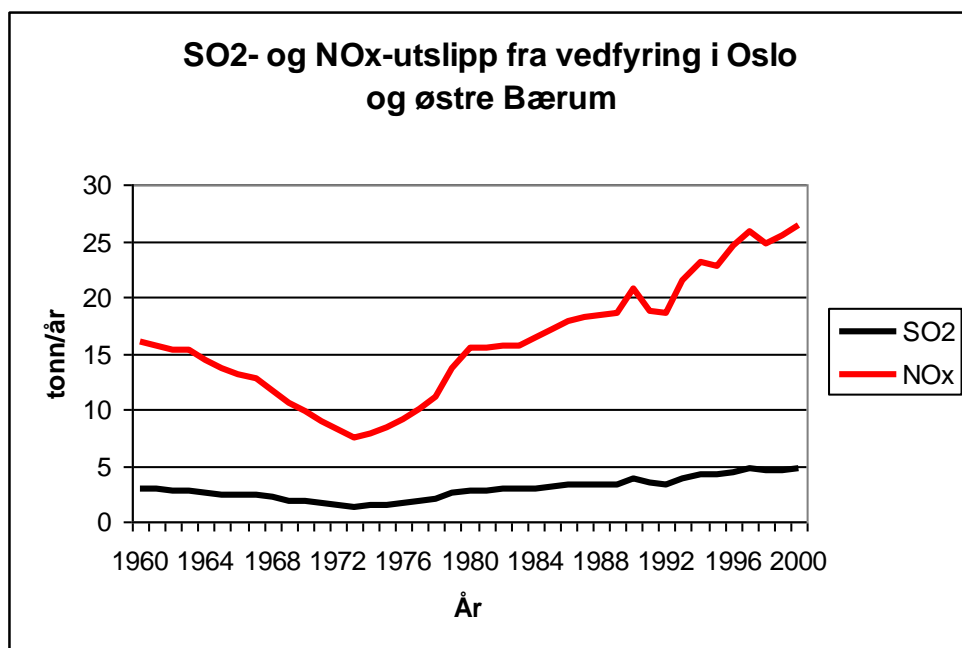
Figur B.5: Forbruk av fast brensel i husholdninger i Norge 1960-1980 (Rosland, 1982).

Haakonsen og Kvingedal (2001) angir et utslipp fra vedfyring i Oslo på henholdsvis 3 tonn SO_2 /år og 18 tonn NO_x /år, mens vi også har regnet med husholdningene i østre Bærum. Slike beregninger består av en rekke antagelser og detaljer, og siden vi ikke kjenner alle forutsetningene, er det umulig å si at den ene beregningsmåten er bedre enn den andre.

For å komme til årsutslipp er det først beregnet antall personer pr. husholdning i Oslo fra Tabell A.10 til mellomliggende år, dernest er det beregnet antall husholdninger i Oslo fra Tabell A.1. I 1985 var befolkningen i østre Bærum 10,26 % av Oslos befolkning, mens den i 2001 var på 10,95 %. Antall husholdninger i Oslo er derfor ganget med 1,106 for å få antall husholdninger i hele beregningsområdet. I 2001 var det 79 348 husholdninger med et vedutslipp av SO_2 og NO_x på hhv 4,975 og 27,546 tonn, og dette er skalert etter antall husholdninger og det nasjonale vedforbruket fra Tabell B.9 som vist i Tabell B.11 og i Figur B.5. Ved-utslippet fordeles romlig etter husholdnings-feltet i Figur A.9. På denne måten er det tatt hensyn til den generelle trenden i vedforbruket og samtidig at antallet husholdninger har økt. Men vi klarer ikke å ta hensyn til eventuelle forskjeller i utviklingen av forbruket av ved (og andre energibærere) i ulike områder av Oslo og østre Bærum.

Tabell B.11: *Utslipp av SO₂ og NO_x fra vedfyring i Oslo og østre Bærum.*
 Enhet: tonn/år.

	SO ₂	NO _x		SO ₂	NO _x
1960	2,894	16,025	1981	2,806	15,539
1961	2,832	15,680	1982	2,820	15,614
1962	2,771	15,340	1983	2,834	15,692
1963	2,759	15,277	1984	2,951	16,337
1964	2,582	14,295	1985	3,080	17,052
1965	2,453	13,581	1986	3,204	17,741
1966	2,358	13,055	1987	3,299	18,268
1967	2,307	12,772	1988	3,314	18,352
1968	2,094	11,595	1989	3,362	18,615
1969	1,890	10,464	1990	3,743	20,724
1970	1,767	9,786	1991	3,390	18,769
1971	1,615	8,940	1992	3,355	18,574
1972	1,475	8,165	1993	3,885	21,509
1973	1,357	7,513	1994	4,178	23,135
1974	1,401	7,757	1995	4,114	22,777
1975	1,526	8,450	1996	4,423	24,492
1976	1,658	9,178	1997	4,656	25,781
1977	1,800	9,969	1998	4,468	24,741
1978	1,991	11,022	1999	4,591	25,421
1979	2,479	13,724	2000	4,760	26,357
1980	2,801	15,506	2001	4,975	27,546



Figur B.6: *Utslipp av SO₂ fra vedfyring i Oslo og østre Bærum.*
 Enhet: tonn/år.

Gass

Oslo Gassverk ble opprettet i 1848, og etter hvert ble det bygget lokale gassverk i til sammen 15 byer i Norge. Bygassen (lysgass) ble produsert ved tørrdestillasjon av steinkull, og en fikk samtidig koks som et verdifullt biprodukt. Gassen ble også kalt lavkalorigass fordi den inneholdt bare ca. 50 % av energimengden i naturgass. En vanlig sammensetning var ca. 50 % H₂, ca. 30 % CH₄, ca. 10 % CO og ca. 5 % N₂. Disse gassene er alle uten lukt, så gassen ble ofte tilsatt små mengder av sterkt luktende gasser. Frem til 1964 lå Gassverket ved Ankertorget, men ved olje- og gassfunnene i Nordsjøen bestemte Bystyret i 1964 å legge ned det gamle kullgassverket og å bygge et gassanlegg på Sjursøya basert på lettbensin. I 1978 ble Oslo Gassverk nedlagt. På sitt høyeste var gassledningsnettets på 216 km, vesentlig innenfor den gamle bygrensen. Antall gasskonsumenter sank gradvis fra 12 000 kunder i 1960 til ca 2 000 i 1976, delvis ved sanering og nye utbyggingsprosjekter i Oslo sentrum (Vika, Vaterland m.v.), men også ved at industrien flyttet ut fra Oslo.

Det har vært veldig vanskelig å finne utslippsfaktorer for gassverk og for bruk av bygass fra gassverk, vesentlig fordi dagens utslippsoversikter gjelder direkte bruk av naturgass eller LPG. I Tabell B.12 er det vist utslippsfaktorer fra Nederland, Australia og Danmark (MHEP, 1980, NPI, 1999, Risø, 2000). Yamada og Desprets (1997) har også laget en oversikt over utslippsfaktorer ved gassbruk, med omtrent de samme verdiene som i Tabell B.12.

Det er regnet med et utslipp på 15 mg SO₂/m³ gass og 1600 mg NO_x/m³ gass for bygass fra steinkull, 1500 mg NO_x/m³ for lettbensingass (MHEP, 1980, CORINAIR, 1994). Dette gir utslipp som vist i Tabell B.13. Utslippet fra gassbruken er nærmest ubetydelig.

Tabell B.12: Utslippsfaktorer for bruk av gass i husholdninger.

Type	Kilde	Enhet	NO _x	SO ₂
Naturgass	MHEP	mg/Nm ³	1600	15
Naturgass	NPI	mg/Nm ³	1500	8,36
Bygass	NPI	mg/Nm ³	1500	8,36
LPG	NPI	mg/Nm ³	1680	9,45
LPG	Risø	kg/GJ	0,100	0
Bygass	Risø	kg/GJ	0,050	0
Naturgass	Risø	kg/GJ	0,050	0,0003

Ved oppdagelsen av olje- og gassforekomstene i Nordsjøen økte gassforbruket i Oslo, denne gang i form av LPG, Liquefied Petroleum Gas. Første gang LPG opptrer på oljeselskapenes salgsstatistikker er i 1973, men dette kan også ha sammenheng med en omlegning av rapporteringen. Omtrent all LPG har gått til oppvarming i "kjemisk industri" og "annen industri". En del gass har også vært brukt i restauranter o.l., hvor det har vært viktig å kunne styre varmen raskt. Etter at Gassverket ble nedlagt har bruken av LPG overtatt for bygassen. På 1990-tallet var det en fordobling i forbruket av LPG i Oslo i forhold til på 1980-tallet. Fra 1998 er det ikke mulig å få forbrukstall for Oslo, på grunn av at det er få leverandører. Oljeselskapene har heller ikke kunnet hjelpe med salgstall, men sier

at forbruket har vært noenlunde konstant. For 1998-2000 er det derfor regnet med et forbruk/utslipp som er et middel av de 5 foregående år. Tabell B.14 viser forbruk og utslipp fra bruk av LPG i Oslo.

Tabell B.13: Produksjon ved Oslo Gassverk og utslipp fra bruken av bygass.

	Forbruk av kull	Prod. av koks	Innkjøp av lettbensin	Prod. av gass	SO ₂ -utslipp bygass	NO _x -utslipp bygass
	tonn	tonn	tonn	1000 m ³	tonn	tonn
1960	29 931	18 550		14 523	0,22	23,24
1961	30 025	17 740		14 325	0,21	22,92
1962	33 133	18 784		15 068	0,23	24,11
1963	31 001	20 496		14 687	0,22	23,50
1964	9 808	5 992	4 508	13 255	0,20	21,56
1965			6 200	12 933	0,19	19,40
1966			6 769	14 373	0,22	21,56
1967			5 989	12 531	0,19	18,80
1968			5 805	11 778	0,18	17,67
1969			5 950	12 584	0,19	18,88
1970			6 043	12 970	0,19	19,46
1971			5 266	11 304	0,17	16,96
1972			5 182	10 920	0,16	16,38
1973			4 788	9 860	0,15	14,79
1974			4 304	8 956	0,13	13,43
1975			4 150	8 498	0,13	12,75
1976			3 870	7 934	0,12	11,90
1977			2 500	5 000	0,08	7,84
1978			750	1 500	0,02	2,35

Tabell B.14: Forbruk og utslipp fra bruk av LPG i Oslo.

År	m ³ LPG	SO ₂ kg	NO _x tonn	År	m ³ LPG	SO ₂ kg	NO _x tonn
1973	42 036	0,21	49,11	1987	66 849	0,35	80,44
1974	35 869	0,18	41,91	1988	68 228	0,35	79,72
1975	37 483	0,19	43,80	1989	68 743	0,35	80,32
1976	52 739	0,27	61,62	1990	82 419	0,42	96,30
1977	61 325	0,31	71,65	1991	96 097	0,49	112,28
1978	59 597	0,30	69,63	1992	114 437	0,58	133,71
1979	63 719	0,32	74,45	1993	131 586	0,67	153,75
1980	70 089	0,36	81,89	1994	161 298	0,82	188,46
1981	66 450	0,34	77,75	1995	166 211	0,84	194,20
1982	66 023	0,34	77,14	1996	179 790	0,91	210,07
1983	65 750	0,33	76,82	1997	97 682	0,50	114,13
1984	65 681	0,33	76,74	1998	147300*	0,75*	172*
1985	66 834	0,34	78,09	1999	147300*	0,75*	172*
1986	65 285	0,33	76,23	2000	147300*	0,75*	172*

* middelværdi av de 5 foregående år

Samlet utslipp fra fyring

Tabell B.15 viser utslippet av SO₂ og NO_x fra bruk av kull/koks, ved og gass i Oslo og østre Bærum. Tabellen viser tydelig at det er utslippet fra bruk av kull/koks i perioden 1960-72 som er det dominerende. Etter at bruken av kull/koks ble slutt er det bare et minimalt vedutslipp igjen. Litt NO_x-utslipp kommer

fra økt bruk av LPG. I østre Bærum er det bare beregnet utslipp fra vedfyring, ellers er utslippene fra kull/koks og bygass fordelt etter befolkningen innen Oslo indre by.

Tabell B.15: Utslipp av SO_2 og NO_x fra bruk av kull/koks, ved og gass i Oslo og østre Bærum. Enhet: tonn/år. (for LPG: kg SO_2 /år).

Tabell	B.8		B.11		B.13		B.14		samlet	
	kull/koks		ved		bygass		LPG		SO ₂	NO _x
År	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
1960	3270	327	2,89	16,03	0,22	23,24			3273,11	366,27
1961	2790	279	2,83	15,68	0,21	22,92			2793,04	317,60
1962	2880	288	2,77	15,34	0,23	24,11			2883,00	327,45
1963	3750	375	2,76	15,28	0,22	23,50			3752,98	413,78
1964	2040	204	2,58	14,30	0,20	21,56			2042,78	239,86
1965	1110	111	2,45	13,58	0,19	19,40			1112,64	143,98
1966	2310	231	2,36	13,06	0,22	21,56			2312,58	265,62
1967	1290	129	2,31	12,77	0,19	18,80			1292,50	160,57
1968	1410	141	2,09	11,60	0,18	17,67			1412,27	170,27
1969	960	96	1,89	10,46	0,19	18,88			962,08	125,34
1970	930	93	1,77	9,79	0,19	19,46			931,96	122,25
1971	360	36	1,62	8,94	0,17	16,96			361,79	61,90
1972	240	24	1,48	8,17	0,16	16,38			241,64	48,55
1973	220	22	1,36	7,51	0,15	14,79	0,21	49,11	221,72	93,41
1974	206,2	20,6	1,40	7,76	0,13	13,43	0,18	41,91	207,90	83,72
1975	189,0	18,9	1,53	8,45	0,13	12,75	0,19	43,80	190,86	83,90
1976	171,8	17,2	1,66	9,18	0,12	11,90	0,27	61,62	173,88	99,88
1977	154,6	15,5	1,80	9,97	0,08	7,84	0,31	71,65	156,83	104,92
1978	137,5	13,7	1,99	11,02	0,02	2,35	0,30	69,63	139,77	96,75
1979	120,3	12,0	2,48	13,72			0,32	74,45	123,08	100,20
1980	103,1	10,3	2,80	15,51			0,36	81,89	106,26	107,71
1981	85,9	8,6	2,81	15,54			0,34	77,75	89,06	101,88
1982	68,7	6,9	2,82	15,61			0,34	77,14	71,89	99,62
1983	51,5	5,2	2,83	15,69			0,33	76,82	54,71	97,66
1984	34,4	3,4	2,95	16,34			0,33	76,74	37,65	96,52
1985	17,2	1,7	3,08	17,05			0,34	78,09	20,60	96,86
1986	12,9	1,3	3,20	17,74			0,33	76,23	16,42	95,26
1987	10,7	1,1	3,30	18,27			0,35	80,44	14,39	99,78
1988	9,7	1,0	3,31	18,35			0,35	79,72	13,38	99,04
1989	8,6	0,9	3,36	18,62			0,35	80,32	12,30	99,80
1990	7,6	0,8	3,74	20,72			0,42	96,30	11,73	117,78
1991	6,4	0,6	3,39	18,77			0,49	112,28	10,32	131,69
1992	7,1	0,7	3,36	18,57			0,58	133,71	11,06	152,99
1993	7,7	0,8	3,89	21,51			0,67	153,75	12,25	176,03
1994	7,5	0,8	4,18	23,14			0,82	188,46	12,50	212,35
1995	7,5	0,8	4,11	22,78			0,84	194,20	12,45	217,73
1996	7,5	0,8	4,42	24,49			0,91	210,07	12,83	235,31
1997	7,5	0,8	4,66	25,78			0,50	114,13	12,66	140,66
1998	7,5	0,8	4,47	24,74			0,75	172,00	12,72	197,49
1999	7,5	0,8	4,59	25,42			0,75	172,00	12,84	198,17
2000	7,5	0,8	4,76	26,36			0,75	172,00	13,01	199,11

* middelverdi av de 5 foregående år

Vedlegg C

Utslipp av SO₂ og NO_x fra industribedrifter 1960-72

C.1 Utslipp av SO₂ og NO_x fra industribedrifter i Oslo fra Industristatistikken 1960-72

Arbeidet med utslipp fra industribedrifter i Oslo har vært konsentrert om SO₂-utslipp, men det er også beregnet NO_x-utslipp. Alle industribedrifter i Norge med minst 5 ansatte får hvert år tilsendt et detaljert spørreskjema fra Statistisk Sentralbyrå der bedriftene skal rapportere bl.a. antall timeverk i året, samlet lønn, salgsverdi av varer, innkjøp og forbruk av råstoffer, herunder brensel og elektrisk kraft. Opplysningene benyttes til å utarbeide ulike statistikker, bl.a. Energi-statistikk. Vi har fått tillatelse til å se på skjemaene for Industristatistikken for perioden 1955-1975, men i 1973 ble rapporteringsformen lagt om så mye at bare resultater for perioden 1960-1972 er behandlet her. Skjemaene befinner seg på Riksarkivet i Oslo, ca. 100 m med dokumenter i bokser og pakker, og disse ble gjennomgått mellom høsten 2003 og sommeren 2004, samt etterkontrollert høsten 2005 og vinteren 2006. I begynnelsen ble det sett på skjemaene for hvert 2. år, og senere for de mellomliggende årene. P.g.a. endel manglende skjemaer for 1962 ble året utelatt, likeledes for 1971. Industristatistikken er i første rekke en **økonomisk** statistikk, og etter nærmere bekjentskap ikke så enkel til å bruke som utgangspunkt for utslippsberegninger som ønskelig.

Brenselsforbrukstabellen er delt i gruppene

- steinkull, brunkull og briketter
- koks, sinders, koksgrus og -briketter
- ved
- bensin
- solarolje og autodiesel
- andre brenseloljer
- annen brensel
- smøreoljer og fett
- leid elektrisk kraft
- brukt elektrisk kraft fra egne verk.

Vi har ikke sett på elektrisitetsforbruket, men dette kunne ha vært interessant å se på m.h.t. bedriftenes totale energibehov og kjøp av spillkraft. Det virker som at "Annen brensel" som oftest er gass, men det var ikke alltid lett å vite hva den enkelte bedrift tenkte da de fylte ut skjemaene. Siden det i første omgang ble regnet ut SO₂-utslipp og tallene for "annen brensel" er relativt lave har vi ikke gått videre med denne delen av forbrukstabellen. Det er imidlertid regnet med at "andre brenseloljer" er fyringsolje, men det fremgår ikke hva slags fyringsolje. Fra 1972 er statistikken delt i Fy1, Fy2, Fy3 og Fy4->.

Det spørres i første rekke i Industristatistikken etter innkjøpsverdien av brensel, men noen bedrifter har også fortalt hvor mye brensel de har kjøpt (hl, tonn eller m³). Prisen på brensel er avhengig av både kvalitet og innkjøpsavtaler. Siden bedriftene ikke har opplyst noe om kvaliteten av brenselet utover brenselsgruppen er det tatt utgangspunkt i de bedriftene som har angitt både mengde og beløp. For hvert år er det regnet ut to priser for kull, koks og olje: en pris for småkunder med kjøp for under 20 000 kroner og en pris for storkunder. Prisene er brukt til å gjøre om pris for brensel til mengde brensel som vist i Tabell C.1. I Tabell C.1 og C.2 mangler det data for noen år, her er prisene midlet for årene før og etter, og

merket med **gult**. I neste trinn ble dette benyttet til å regne ut utslippsfaktorer i kg SO₂ og NO_x pr. kr. brensel som vist i Tabell C.2, og fra dette er det beregnet årsutslipp for hver bedrift. Det er mange rare tall i Tabell C.2, det kan skyldes at det ikke er noen bedrifter i en bestemt kategori, at mengde eller pris ikke er angitt, men det er nedlagt mye arbeide for å få et helhetlig bilde.

Tabell C.3 viser årsutslippene fra bedriftene som ble tatt med i denne undersøkelsen. Det ble jobbet endel med å få tidsserier for forbruket for bedriftene. For noen bedrifter manglet skjemaene for noen år, for andre lå ikke skjemaene på riktig plass. Her er det i mange tilfelle anslått verdier for brenselkjøpet. Disse verdiene kan være feilaktige, kanskje p.g.a. at bedriften hadde liten aktivitet et år, ombygninger, evt. lave strømpriser, men siden **totalutslippet** danner utgangspunktet for konsentrasjonsberegningene har dette mindre betydning. Ellers har det, spesielt for de store forbrukerne som Spigerverket og Norsk Leca vært store variasjoner i forbruket fra år til år p.g.a. variasjoner i prisene for kull, koks, olje og spillkraft. Det er regnet med at alle bedrifter med et oljeforbruk på over 200 tonn/år har brukt tungolje.

Norsk Leca importerte mye kull/koks via fabrikken i Borge ved Fredrikstad, men vi regner med at forbrukstallene for fabrikken på Hovin er korrekte.

Noen av bedriftene har hatt et så stort utslipp at de er behandlet som punktkilder, mens resten er stedfestet og utslippet fordelt på km²-rutene. Tabell C.4 viser årsutslippet av SO₂ for noen av de største bedriftene. Dette gjelder utslippstall fra 30-40 år tilbake i tiden, og vi regner med at dette ikke skulle rammes av bestemmelsene Statistisk Sentralbyrå sliter med. Det er dessuten ingen av bedriftene som eksisterer i dag i sin daværende form. Mange av bedriftene drev virksomhet innen forskjellige bransjer innen Industristatistikken, og har da rapportert for hver bransje. Det har ikke vært mulig å lokalisere den enkelte virksomhet **innen** bedriftens område, her er det regnet med koordinatene til et punkt midt i. I noen tilfelle har vi benyttet UTM-koordinater fra SFTs database. Noen av bedriftene hadde virksomhet på flere steder, her har de noen ganger delt totaltallene likt på avdelingene uten at SSB har oppdaget dette, men ofte har de vært henført til en av virksomhetene, f.eks. til et hovedkontor som lå i Oslo sentrum. Vi har prøvd å rette opp noe av dette ved å fordele tallene etter antall årsverk i de forskjellige avdelingene eller andre parametre. Dette har gitt en viss usikkerhet i tallene.

For punktkildene var det tanken at dataene skulle kryss-sjekkes med tall for bedriftene fra Røykskaderådet/SFT, men SFT opererer også med anonymiserte bedrifter, dessuten går ikke SFTs databaser så langt tilbake i tid som til 60-årene.

Data fra Industristatistikken som vist i Tabell C.4 er lagt inn på en Excel-fil med år, bedriftsnavn, adresse og rute-indeks, skorsteinsdata som høyde, diameter, temperatur og avgasshastighet samt utslipp av SO₂ og NO_x, og denne er benyttet ved spredningsberegningene for punktkildene. Skorsteinsdata er delvis hentet fra tidligere forurensningsutredninger, dels fra SFT. For noen bedrifter er skorsteins-høyder anslått på grunnlag av flyfoto i Oslo Byarkiv, ellers er andre skorsteinsdata anslått ut fra brenselforbruk. Vi har vært i kontakt med Feiervesenet for å få

bedre data om utslippsforholdene, men de har lite data om skorsteinene utover det som har vært nødvendig for å fastslå ulike satser for feiegebyr.

Tabell C.1: Brenselspriser for industrien i Oslo 1960-72.

OLJE	Småkunde (< 20 000 kr)			Storkunde (> 20 000 kr)		
	tonn	kroner	kr/tonn	tonn	kroner	kr/tonn
1960	7 411,9	1 719 557	232,00	54 167,9	9 352 590	172,66
1961	9 641,9	2 291 118	237,62	56 089,3	9 163 499	163,37
1963	9 348,0	1 951 950	208,81	57 678,9	8 845 253	153,35
1964	12 779,5	2 494 415	195,19	64 943,5	9 231 578	142,15
1965	11 438,8	2 083 117	182,11	67 124,8	9 134 133	136,08
1966	9 790,2	1 905 074	194,59	84 834,3	10 771 335	126,97
1967	8 575,9	1 848 099	215,50	78 978,0	10 844 574	137,31
1968	7 096,5	1 629 860	229,67	77 410,5	12 573 625	162,43
1969	8 209,5	1 905 597	232,12	90 702,3	14 495 329	159,81
1970	8 273,8	1 845 373	223,04	78 170,7	13 491 556	172,59
1972	7 914,1	2 200 121		76 048,9	17 828 295	
fy1	3 543,3	1 039 638	293,41	10 590,8	3 028 132	285,86
fy2	3 267,9	887 703	275,08	25 851,0	7 060 983	273,14
fy3	1 053,0	263 780	250,50	11 201,1	2 762 500	246,63
fy4->	49,9	9 000	180,36	28 406,0	4 976 680	175,17

KULL	Småkunde (< 20 000 kr)			Storkunde (> 20 000 kr)		
	tonn	kroner	kr/tonn	tonn	kroner	kr/tonn
1960	616,7	92 781	150,45	6 133,1	864 222	140,91
1961	633,5	115 181	181,82	5 910,5	742 658	125,65
1963	413,2	73 718	178,41	2 183,3	302 224	138,43
1964	635,7	100 662	158,35	1 356,3	199 012	146,73
1965		84 896	174,29	654,7	76 201	116,39
1966	289,3	55 034	190,23	3 332,3	575 877	172,82
1967		20 171	206,23		193 127	188,59
1968		23 670	222,23		418 019	204,35
1969	46,7	11 125	238,22	524,0	115 345	220,12
1970		13 285	252,35		126 436	
1972	19,6	5 500	280,61			

KOKS	Småkunde (< 20 000 kr)			Storkunde (> 20 000 kr)		
	tonn	kroner	kr/tonn	tonn	kroner	kr/tonn
1960	1 200,6	292 051	243,25	1 237,2	152 487	123,25
1961	1 210,6	285 771	236,06	511,2	73 510	143,80
1963	691,9	170 436	246,33	4 158,0	540 480	129,99
1964	640,3	160 500	250,66	4 567,0	674 005	147,58
1965		99 863	273,01		725 675	130,05
1966	457,0	134 980	295,36	4 751,0	534 543	112,51
1967	600,7	128 402	213,75		747 500	121,26
1968	293,0	76 185	260,02	3 846,0	500 000	130,01
1969	166,9	53 785	322,26	2 460,0	332 099	135,00
1970		55 665	406,45		582 700	157,47
1972	77,6	44 608	574,85	1 497,0	303 000	202,40

Tabell C.2: *Utslippsfaktorer for industrien. Enhet: kg SO₂ og NO_x pr. kr. brensel.*

OLJE	Svovelprosent		Pris i kr/tonn		SO ₂ -faktor i kg/ kr		NO _x -faktor i kg/ kr	
	Lettolje	Tungolje	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde
	3,00	5,00	<20 000 kr	>20 000 kr	<20 000 kr	>20 000 kr	<20 000 kr	>20 000 kr
1960	0,54	2,29	232,00	172,66	0,04695	0,2653	0,01293	0,02896
1961	0,55	2,30	237,62	163,37	0,04627	0,2812	0,01263	0,03060
1963	0,56	2,31	208,81	153,35	0,05334	0,3010	0,01437	0,03260
1964	0,56	2,26	195,19	142,15	0,05762	0,3183	0,01537	0,03517
1965	0,57	2,26	182,11	136,08	0,06207	0,3325	0,01647	0,03674
1966	0,57	2,26	194,59	126,97	0,05820	0,3564	0,01542	0,03938
1967	0,57	2,19	215,50	137,31	0,05259	0,3193	0,01392	0,03641
1968	0,56	2,12	229,67	162,43	0,04912	0,2612	0,01306	0,03078
1969	0,57	2,08	232,12	159,81	0,04878	0,2600	0,01292	0,03129
1970	0,48	2,17	223,04	172,59	0,04338	0,2518	0,01345	0,02897
1972								
fy1	0,45		293,41	285,86	0,03067	0,0315	0,01022	0,01749
fy2	0,50		275,08	273,14	0,03635	0,0366	0,01091	0,18310
fy3		1,35	250,50	246,63	0,10778	0,1095	0,01198	0,02027
fy4->		2,29		175,17		0,26146		0,01713

KULL	Svovelprosent		Pris i kr/tonn		SO ₂ -faktor i kg/ kr		NO _x -faktor i kg/ kr	
	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde
	3,00	5,00	<20 000 kr	>20 000 kr	<20 000 kr	>20 000 kr	<20 000 kr	>20 000 kr
1960	1,50	1,50	150,45	140,91	0,19941	0,2129	0,01994	0,03194
1961	1,50	1,50	181,82	125,65	0,16500	0,2388	0,01650	0,03581
1963	1,50	1,50	178,41	138,43	0,16815	0,2167	0,01682	0,03251
1964	1,50	1,50	158,35	146,73	0,18946	0,2045	0,01895	0,03067
1965	1,50	1,50	174,29	116,39	0,17213	0,2578	0,01721	0,03866
1966	1,50	1,50	190,23	172,82	0,15770	0,1736	0,01577	0,02604
1967	1,50	1,50	206,23	188,59	0,14547	0,1591	0,01455	0,02386
1968	1,50	1,50	222,23	204,35	0,13500	0,1468	0,01350	0,02202
1969	1,50	1,50	238,22	220,12	0,12593	0,1363	0,01259	0,02044
1970	1,50	1,50	252,35		0,11888		0,01189	
1972	1,50		280,61		0,10691		0,01069	

KOKS	Svovelprosent		Pris i kr/tonn		SO ₂ -faktor i kg/ kr		NO _x -faktor i kg/ kr	
	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde	Småkunde	Storkunde
	3,40	3,40	<20 000 kr	>20 000 kr	<20 000 kr	>20 000 kr	<20 000 kr	>20 000 kr
1960	1,00	1,00	243,25	123,25	0,08222	0,1623	0,01398	0,02759
1961	1,00	1,00	236,06	143,80	0,08473	0,1391	0,01440	0,02364
1963	1,00	1,00	246,33	129,99	0,08119	0,1539	0,01380	0,02616
1964	1,00	1,00	250,66	147,58	0,07979	0,1355	0,01356	0,02304
1965	1,00	1,00	273,01	130,05	0,07326	0,1538	0,01245	0,02614
1966	1,00	1,00	295,36	112,51	0,06771	0,1778	0,01151	0,03022
1967	1,00	1,00	213,75	121,26	0,09357	0,1649	0,01591	0,02804
1968	1,00	1,00	260,02	130,01	0,07692	0,1538	0,01308	0,02615
1969	1,00	1,00	322,26	135,00	0,06206	0,1481	0,01055	0,02519
1970	1,00	1,00	406,45	157,47	0,04921	0,1270	0,00837	0,02159
1972	1,00	1,00	574,85	202,40	0,03479	0,0988	0,00591	0,01680

Tabell C.3: Utslipp av SO₂ og NO_x fra industribedrifter i Oslo 1960-72.

År	KULL			KOKS			OLJE			SUM, tonn/år	
	kr	kg SO ₂	kg NO _x	kr	kg SO ₂	kg NO _x	kr	kg SO ₂	kg NO _x	SO ₂	NO _x
1960	957 016	202 720	29 652	422 478	48 763	7 522	11 072 147	2 562 914	293 343	2 814,4	330,5
1961	857 839	196 352	28 495	359 281	34 439	5 853	11 454 617	2 782 523	351 506	3 013,3	385,9
1962											
1963	375 946	77 888	10 957	647 349	176 743	13 842	10 809 982	2 825 451	323 458	3 080,1	348,3
1964	299 674	56 776	5 679	827 905	103 607	17 616	11 725 993	3 219 542	379 759	3 379,9	403,1
1965	161 097	34 258	4 407	825 538	118 925	20 212	11 242 250	3 159 748	370 801	3 312,9	395,4
1966	561 662	96 388	13 905	670 113	104 086	17 714	12 676 409	3 315 253	448 467	3 515,7	480,1
1967	213 298	33 661	4 901	875 902	135 277	23 003	12 692 673	3 558 048	420 423	3 727,0	448,3
1968	441 689	63 895	9 044	576 185	82 760	14 071	14 200 085	3 420 804	414 896	3 567,5	438,0
1969	143 469	22 967	3 358	385 884	83 692	7 736	16 401 026	3 865 155	478 459	3 971,8	489,6
1970	139 721	24 051	3 450	638 365	150 597	12 341	15 178 227	3 437 265	411 073	3 611,9	426,9
1971											
1972	5 500	588	59	347 608	31 488	5 354	17 969 770	1 818 984	258 234	1 851,1	263,6

Tabell C.4 viser store variasjoner i utslippet fra år til år. Dette kan skyldes forskjellig tilgang på spillkraft, varierende aktivitet ved bedriften o.l. Ved spredningsberegningene er det derfor regnet med konsentrasjonsfelt for 1962 som midlet av feltene for 1961 og 1963, og for 1971 som midlet av feltene for 1970 og 1972.

Figur C.1 og C.2 viser kart med årsutslippet av SO₂ og NO_x fra industribedrifter i Oslo i 1969. Figurene viser SUM=3.971,82 tonn SO₂/år fra 1969 og SUM=489,572 tonn NO_x/år, de samme tallene som vi finner til høyre i Tabell C3. Bedrifter med små utslipp behandles som arealkilder. Utslippet fordeles på rutenettet der bedriften ligger og spredningen beregnes med programmet AREA-KILDER. Bedrifter med store utslipp (Tabell C.4) behandles som punktkilder og spredningen beregnes med programmet POINT-KILDER (kfr. Vedlegg E). Kartene viser høyest utslipp i ruten (12,15) med henholdsvis 559,4 tonn SO₂ og 67,5 tonn NO_x pr. år fra bedriftene i Nydalen.

Tabell C.4: SO₂-utslipp fra store punktkilder i Oslo 1960-72. Enhet: kg/år.

Navn	Adresse	UTMx	UTMy	I	J	1960	1961	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1972
Aker Teglverk	Østre Aker v 24	601,4	644,7	15	12	9 564	11 672	20 247	23 603	28 320	11 515	38 662	20 076	11 648	27 061	
Akers mek. Verksted	Dokkvn 1	596,6	642,8	10	10	77 349	2 227	1 906	73 050	773						
Alna Teglverk	Strømsvn 249	603,4	644,8	17	12		21 063	21 571	10 750	29 938	78 867	76 847	73 138			
Apothekernes Laboratorium	Harbitzalleen 3	593,7	644,5	7	12	15 653	14 904	28 294	28 928	40 233	55 242	53 962	62 166	57 200	77 051	133 862
Asea-Per Kure	Frydenbergvn 48	600,3	644,9	14	12	20 375	7 163	12 040		19 451		25 863	26 590	40 599		
Asea-Per Kure trafofabr	Haslevn 50	600,3	644,9	14	12										47 842	14 903
Kure Per elektrofabrikk	Universitetsgt 22/24	597,3	643,5	11	11			723	18 003	1 210	30 078					
Chr.ia Spigerverk galv.verk	Nydalsvn 28	598,5	647,3	12	15					931	11 248	10 347	11 631	14 886	11 593	
Chr.ia Spigerverk redskapsfabr	Nydalsvn 28	598,5	647,3	12	15					15 295	33 744	31 041	34 826	38 078	34 779	
Chr.ia Spigerverk spiker/trådstift	Nydalsvn 28	598,5	647,3	12	15	79 590	70 300	90 300	133 000	74 813	89 984	85 364	95 846	104 715	95 641	298 968
Chr.ia Spigerverk stål/valse	Nydalsvn 28	598,5	647,3	12	15	114 451	229 220	157 585	158 097	166 766	28 672	258 677	290 405	317 318	148 232	597 936
Chr.ia Spigerverk SUM	Nydalsvn 28	598,5	647,3	12	15	194 041	299 520	247 885	291 097	257 805	163 648	385 429	432 707	474 996	290 245	896 904
DeNoFa/Lilleborg såpefabri	Sandakervn 54	598,8	646,0	12	14	93 277	119 417	111 972	119 058	111 836	108 573	185 273	84 936	119 237	123 382	145 644
Elektrisk Bureau	Middelthungst 17	595,6	644,8	9	12	31 380	19 239	32 120	39 528	13 206	18 888	30 936	28 523	40 810		
Elektrisk Bureau	Calmeyers gt 8	598,1	643,6	12	11						691	736	5 701	564		
Eureka mek.verksted	Hoffsvn 1	593,8	644,3	7	12	36 292	40 658	640	8 313	931	17 749	19 797	15 568	17 160	10 072	
Fellesmeieriet	Schweigaards gt 34	598,8	642,8	12	10					181 213	77 788	95 709	138 679	103 888	124 389	76 263
Fellesslakteriet slakt	Lørenvn 37	600,2	645,4	14	13	37 369	38 922	33 110	36 642	26 562	17 953	20 095	16 856	23 559	22 696	33 204
Forenede Skrue- & naglefabrikk	Nydalsvn 33	598,7	647,4	12	15	43 292	51 807	58 117	59 850	58 973	43 463	46 795	39 894	36 590	32 784	21 962
Freia	Verksgt 28	598,8	644,6	12	12	47 754	44 992	60 802	68 495							
Freia	Johan Throne Holsts pl 1	598,8	644,6	12	12					63 175	67 088	60 284	72 532	83 322	86 036	24 633
Frydenlunds bryggeri	Pilestredet 52	597,0	644,2	11	12	90 759	111 253	100 487	29 674	12 778	92 278	24 724	10 116	72 996	116 739	50 200
Granfos Brug	Vollsvn 13	591,4	643,6	5	11	76 373	76 579	81 546	90 673	82 106	80 077	31 757	14 088	86 269	87 765	
Jiffy-Pot	Østre Aker v 210	604,9	647,0	18	15	48 019	71 380	72 847	92 179	83 812	80 710	32 022	48 852	52 240		
Jøtul støperi	Enebakkvn 69	600,4	642,2	14	10	14 684	15 564	14 147	13 965	22 145	21 990	16 715	31 945	40 898	42 391	5 748
Kaffeindustri	Filipstadvn 11	596,2	642,6	10	10						32 076	51 088	31 344	31 200	33 993	
Moestue Emil	Skippergt 40	597,8	643,1	11	11	32 826	28 833	30 000	33 863	15 788	51 841	61 139	21 131	67 875	43 546	14 107

Tabell C.4, forts.

Navn	Adresse	UTMx	UTMy	I	J	1960	1961	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1972
Norsk Elektro Brown Boveri	Messeavn 18	593,9	644,0	7	12	38 405	36 330	34 462	31 324	36 891	40 384	40 203	47 373	43 866	27 166	19 053
Norsk Leca	Hovin	600,7	644,6	14	12	164 494	194 500	218 367	161 613	165 055	161 075	180 354	129 140	156 564	210 359	68 834
NSB Grorud	Nyland	604,5	647,5	18	15		24 261	25 585	29 360	40 842	42 768	41 116	60 248	48 621	68 446	16 572
Nygaard Teglverk	Etterstadgt 1	600,6	642,6	14	10	17 245	22 258	16 903	16 647	23 120	29 846	39 562	23 968	20 329	38	
Nylands verksted	Nylandsvn 33	598,2	642,4	12	10	22 990	2 364	34 914	32 503	12 666	2 024					
Nylands verksted vest (Aker)	Dokkvn 1	596,6	642,8	10	10						1 196	9 124	629	56 481		48 995
Oslo Sporveier	Underhaugsvn 5	596,5	644,5	10	12	39 939	32 017	30 323	31 772	34 504	4 318	98 983	89 069	57 200	40 442	
Oslo Sporveier bussverksted	Åkebergvn 11	599,4	642,9	13	10	38 203	34 976				48 028			24 453		
Ringnes bryggeri	Thv Meyers gt 2	598,4	645,2	12	13	105 585	110 109	83 170	52 996	41 526	73 058	59 821	50 072	100 683	126 919	7 468
SAS	Fornebu	590,5	641,0	4	9	97 365	97 014	52 675	49 875	53 200	48 827	46 618	54 591	58 760	67 231	91 907
Schous bryggeri	Trondheimsvn 2	598,5	643,8	12	11	45 515	36 080	58 483	27 500	36 591	73 058	25 091	14 133	83 755	112 174	24 839
STK kabelfabrikk	Østre Aker v 33	601,6	645,1	15	13	105 324	104 888	75 250	102 503	103 075	115 952	141 662	150 267	156 000	80 965	153 216
Thunes mek lokomotiv	Drammensvn 130	594,5	644,0	8	12	5 306		6 020	9 975	559	9 623	6 386	15 672	10 400	11 331	32 263
Thunes mek verksted	Drammensvn 130	594,5	644,0	8	12	28 387	29 048	25 944	24 352	29 998	38 202	28 924	28 025	32 884	42 943	
Tiedemanns tobakksfabrikk	Stensberggt 27	597,4	644,3	11	12	37 112	34 317	37 015	36 254	29 925	41 464	41 000	47 544	57 263	66 199	
Aas & Wahl	Øvre Vollgt 13	597,3	643,2	11	11	61 826	57 980								58 670	12 850
Aas & Wahl	Sørkedalsvn 10	595,6	645,1	9	13			81 614	66 315	58 707	57 286	54 920	59 476	59 606		

MAP OF : SO2 UNIT: tonn/år SOURCE: IND-STAT
 PERIOD : 1969 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2006/05/24 22.04 FILE: INDUSTRI-ALLE-1969.FLD

MAXIMUM VALUE IS 5.5941E+02, IN (12,15)
 SUM= 3.97182E+03 SCALE FACTOR: .1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	59.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=16	.	.	.	.	1.	.	.	.	.	.	207.	.	.	.	.	.	.	133.	.	.	.	.
J=15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5594.	.	.	.	.	7.1050.	6.	.	.	.	.
J=14	.	.	.	.	.	73.	.	.	.	.	.	2111.	356.	.	.	.	.	104.	3.	.	.	.
J=13	.	.	.	.	.	.	.	.	77.	.	.	1642.	103.	709.	1571.	678.	98.	3.	.	.	.	.
J=12	.	.	.	.	.	.	1309.	611.	408.	862.	1473.	2681.	196.	2277.	425.	543.	731.	.	.	.	.	.
J=11	10.	.	.	9.1404.	.	9.	.	9.	9.2746.	1532.	583.	812.	402.	9.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=10	.	.	.	.	275.	.	.	.	.	1150.	197.	1039.	471.	803.	381.	94.	.	.	.	.	.	.
J= 9	3.	.	.	588.	.	.	.	.	.	.	.	4.	282.	9.	.	68.	.	.	.	.	.	.
J= 8	230.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7.	.	431.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7.	5.	6.	.	.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.	.	.	.	.	7.	.	.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur C.1: Årsutslipp av SO₂ fra industribedrifter i Oslo og østre Bærum i 1969.
 Enhet: 0.1 tonn/år.

MAP OF : NOx UNIT: tonn/år SOURCE: IND-STAT
 PERIOD : 1969 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2006/05/24 22.04 FILE: INDUSTRI-ALLE-1969.FLD

MAXIMUM VALUE IS 6.7499E+01, IN (12,15)
 SUM= 4.89572E+02 SCALE FACTOR: .01

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21 22																				
J=18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	82.	.	.	.	.	.	.	.
J=16	.	.	.	.	2.	.	.	.	.	.	.	259.	.	.	.	.	.	.	161.	.
J=15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6750.	.	.	.	.	20.1310.	15.	.	.
J=14	.	.	.	.	.	89.	.	.	.	.	.	2597.	433.	.	.	.	.	125.	9.	.
J=13	.	.	.	.	.	.	.	.	93.	.	.	2057.	167.	935.1904.	852.	127.	9.	.	.	.
J=12	.	.	.	.	.	.1594.	762.	491.1054.1796.3323.	282.2476.	548.	684.	880.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=11	26.	.	.	23.1689.	.	23.	.	23.	23.3437.1919.	720.1045.	536.	24.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=10	.	.	.	347.	.	.	.	.	.1392.	265.1292.	603.	979.	459.	113.	.	.	.	.	.	.
J= 9	8.	.	.	707.	.	.	.	.	.	.	11.	348.	24.	81.	.	.	.	.	.	.
J= 8	276.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19.	523.	.	.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18.	14.	16.	.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13.	.	.	18.	.	.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46.	.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21 22																				

Figur C.2: Årsutslipp av NO_x fra industribedrifter i Oslo og østre Bærum i 1969. Enhet: 0.01 tonn/år.

De prisene vi har regnet ut fra Industristatistikken i Tabell C.1 passer ikke alltid like godt med "offisielle" priser. Tabell C.5 viser et utdrag av SSBs prisindekser for energivarer som er normert til 1985-priser, og som vi har gjort om til en 1970-indeks. Oljeprisen var konstant over hele 1960-tallet, mens kull- og strømprisen økte jevnt. I 1973 kom oljekrisen, og olje-prisen gjorde et byks, mens prisen for strøm var lite endret og prisen for kull/koks bare økte noe. Prisene i Tabell C.1 er for storforbrukerne styrt av de største forbrukerne og deres forhandlinger med leverandører, og for oljen er det store prisforskjeller mellom de ulike kvalitetene.

Tabell C.5: *Prisindekser for energivarer, normert til 1970-priser. Etter SSBs prisindeks.*

	Kull	Olje	Strøm
1961	60.0	109.1	77.3
1962	60.0	100.0	77.3
1963	60.0	100.0	81.8
1964	70.0	100.0	86.4
1965	75.0	100.0	86.4
1966	80.0	100.0	86.4
1967	80.0	100.0	90.9

	Kull	Olje	Strøm
1968	85.0	100.0	100.0
1969	85.0	100.0	100.0
1970	100.0	100.0	100.0
1971	115.0	118.2	100.0
1972	125.0	118.2	109.1
1973	130.0	127.3	113.6
1974	145.0	245.5	113.6

Vedlegg D

Utslipp fra SO₂ og NO_x fra trafikk

Utslippene av SO₂ og NO_x fra trafikk er delt i tre grupper, som er behandlet i Vedlegg D:

- Utslipp fra biltrafikk
- Utslipp fra skipstrafikk
- Utslipp fra flytrafikk

D.1 Utslipp fra biltrafikk

NILU har i årenes løp utført en rekke beregninger av luftforurensninger i Oslo-området, Vedlegg F gir en mer detaljert oversikt over disse. Felles for disse beregningene har vært at de til en viss grad har vært prosjektstyrt, de skulle bidra til svar på bestemte spørsmålsstillinger. Her er det sett på trafikkdelen i prosjekter der det ble beregnet utslipp og konsentrasjoner av SO₂ og NO_x. I 1970 ble det beregnet et årsutslipp på 120 og 420 tonn SO₂ og 3300 og 1200 tonn NO_x fra henholdsvis bensin- og dieslbiler (Grønskei et al., 1973). I 1979 ble det laget en utslippsoversikt basert på detaljerte forbrukstall og data fra trafikktegninger (Gram, 1982), og denne danner sammen med tilsvarende beregninger for 1990 utgangspunktet for den **romlige** fordelingen av trafikkutslippene. For 1979 ble trafikkutslippene anslått til 420 tonn SO₂ og 4279 tonn NO_x. Ved Tiltaksanalysen i 1985 (Gram og Grønskei, 1987) ble trafikkutslippene beregnet ut fra utslippsfaktorer som funksjon av kjøreforholdene (Bertilsson, 1979, Persson, 1980), til 350 tonn SO₂ og 7727 tonn NO_x.

I 1990 ble det utført tre forskjellige prosjekter som gjaldt trafikken i Oslo-området: Trafikkplan indre by, Oslo (TPI) (Gram, 1991), Luftforurensningsanalyse for Transportplan Oslo-Akershus (TP10) (Gram et al., 1992) og Hovedflyplass Gardermoen (Grønskei et al., 1992). Vi fikk her tilsendt resultater fra tre ulike trafikkberegninger for veinett som var definert noe forskjellig, men de ble samordnet hos oss til en fil kalt "TP10-data". I Trafikkplan indre by ble det beregnet antall personer som ble utsatt for overskridelser av grenseverdier av CO og NO₂ for ulike strategier i 1990 og 2005. NO_x-utslippet ble her beregnet til 8850 tonn i 1990. I Transportplan Oslo-Akershus ble det regnet med et utslipp på 260 tonn SO₂ og 8502 tonn NO_x, mens det ved Hovedflyplassberegningene ble beregnet totalutslipp for et større veinett. Under NILUs NO_xO_x-prosjekt i 1991 (Gram, 1994) ble NO_x-utslippet fra biltrafikken i Oslo-området beregnet til 1 071 kg/h, som tilsvarer 9 382 tonn NO_x. Her ble det også beregnet utslipp av VOC, flyktige organiske komponenter. I utslippsberegningene ble det brukt de samme utslippsrutinene som brukes i beregningsmodellen VLUFT (Torp et al., 1991; Tønnesen, 2000).

Siden 1990 har det skjedd store forandringer i både veinettet og trafikkbehovet, ved ferdigstillelsen av flere tunneler og veikryss, stor utbygging i Oslo syd samt flyttingen av flytrafikken fra Fornebu til Gardermoen. Alt dette har gjort at det er nødvendig med nye trafikkberegninger, men så har ikke skjedd. Som en midlertidig løsning ble det til beregninger på slutten av 1990-tallet laget justerte utslippsfelt på grunnlag av telldata og med utslippsfaktorer fra VLUFT for 1995 (Gram, 1999).

Utslippstallene har variert fra prosjekt til prosjekt, men tendensen har vært at SO₂-utslippene har blitt gradvis redusert etter som svovelinnholdet i drivstoffet har gått ned. Og reduksjonen i svovelinnholdet har gått raskere enn trafikkøkningen. For SO₂ i bensin er det en liten usikkerhet i og med at svovelinnholdet er angitt i tiendedels promille, og da kan det bli store prosentvise sprang når en går fra 0.3 ‰ til 0.2 ‰. For NO_x kom utslippsreduserende tiltak (i første rekke katalysator på bensinbiler) først inn på slutten av 1980-tallet. Samtidig har trafikken stadig økt. Fra 1990-tallet er det utviklet ny teknologi for dieslbiler som sammen med norsk avgiftspolitikker har økt dieselandelen. I Oslo økte andelen av bilparken med dieseldrevne personbiler fra 1.98 % i 1998 til 8.47 % i 2005, i 2003 passerte dieselandelen for nye personbiler 20 %, og i 2006 passerte den 50 %.

I disse beregningene har vi derfor valgt å benytte utslippstallene som er beregnet i Tabell D.2. De er basert på enhetlige tidsserier med statistiske data for kjøretøysammensetning, teknologi, forbruks- og utslippsfaktorer for hele beregningsperioden.

Trafikktall

Trafikktallene som danner grunnlaget for disse beregningene er basert på trafikktellinger og resultater fra trafikkmodelleringer. I trafikktellingene foretas det tellinger på ulike steder og i ulike perioder, og dette settes gjerne sammen til tall for årstdøgnetrafikken, ÅDT. I trafikk-modellene tas det utgangspunkt i reisevaneundersøkelser der en søker å kartlegge folks reise-behov, og dette fordeles på et hovedveinett og på kollektivnettet. Resultatene fra modell-beregningene "kalibreres" så med resultatene fra trafikktellingene for veitrafikkens vedkommende. Trafikktellingene skal dekke ulike behov (Trafitek, 1992):

- Periodiske tellinger for beregning av ÅDT og prognoser
- Kontinuerlige tellinger for beregning av trafikkindeks og prognoser
- Timetellinger for dimensjonering av kryss/signaler og emisjonsberegninger
- Døgentellinger for vurdering av konkrete tiltak på veinettet
- Klassifiserte tellinger som fart og vekt (lengde)

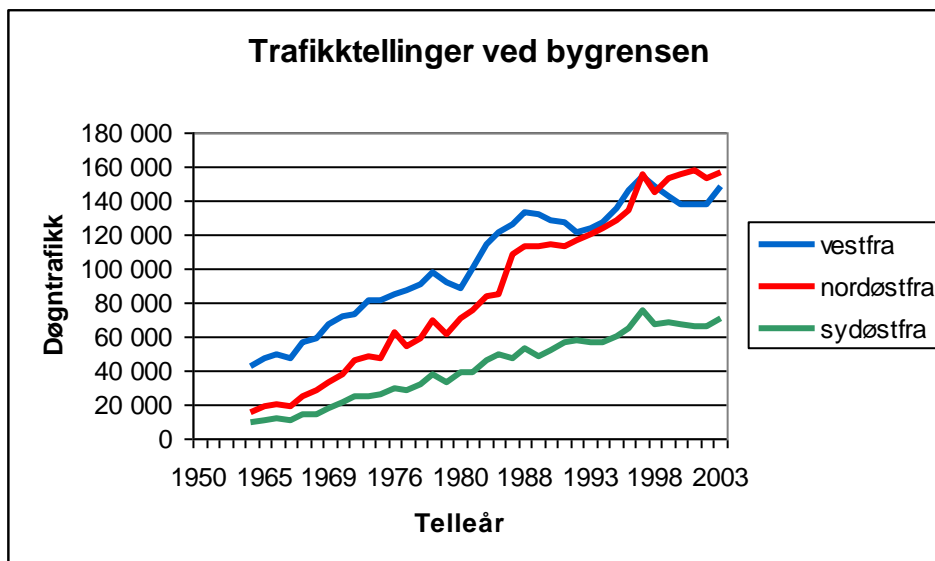
Historisk har telleopplegget i Oslo omfattet tellinger over diverse tellinger/snitt:

- Bygrensen
- Bomringen (mot sentrum)
- Ring 1 (Ibsen-ringen)
- Ring 2 (Kirkevei-ringen)

Tidligere hadde en også tellinger ved:

- Akerselv-snittet
- Ring 3 (Store Ringvei)

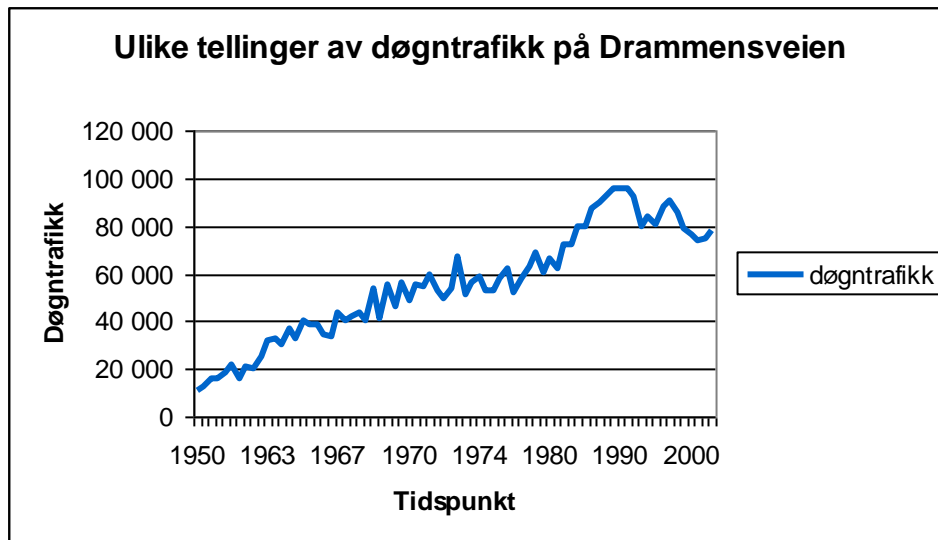
I tillegg har en endel faste tellepunkter på riks- og kommunale veier samt ad hoc-tellinger etter behov (Prosam, 2002).



Figur D.1: Trafikktellinger ved bygrensen i Oslo (kilde: Oslo byplankontor).

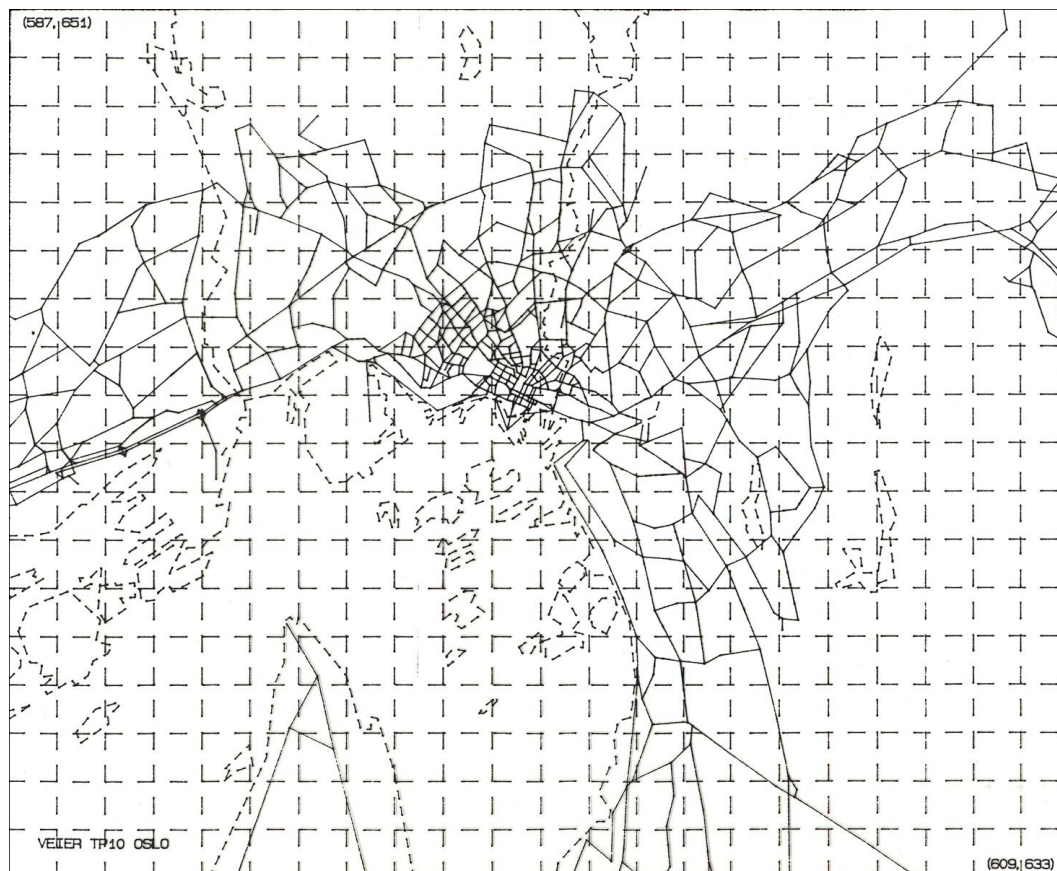
Figur D.1 og D.2 viser resultater fra tellinger ved bygrensen og på Drammensveien, hentet fra årsrapporter fra Oslo byplankontor som er gjengitt i den årlige Oslo-statistikken. Telle-metodikken har variert endel, men stort sett er det tellinger over en kortere periode (kl. 06-20) i en uke (varierte over året) som er skalert opp til årsdøgnetrafikk. På 70-80-tallet ble det talt hvert 2.-3. år, så her er tallene interpolert. I de senere årene har det vært kontinuerlige tellinger ved bygrensen. Figur D.1 viser at i 1997 passerte trafikken nordøstfra trafikken vestfra.

Tellepunktet på Drammensveien har i perioden vært ved Maritim, ved bygrensen og øst for Lilleakerveien. Det har ikke vært talt hvert år, så her er det interpolert, og til slutt et det laget et glidende middel av tallene. Knekken i 1992 skyldes åpningen av Granfosstunnelen og i 1998 stengingen av Fornebu flyplass. Fra 1979 til 1990 økte trafikken over bygrensen med ca 50 %. Under arbeidet med Tiltaksanalysen i 1985 (Gram og Grønskei, 1987) måtte vi utvide programmene til å kunne regne med 6-sifrede trafikk tall for trafikken på Drammensveien i år 2000, men Granfoss-tunnelen og Fornebu har gjort at trafikken fortsatt holder seg under 100 000 kjøretøyer/ døgn.



Figur D.2: Trafikktellinger fra Drammensveien (kilde: Oslo byplankontor).

Figur D.3 (= Figur 1 i hovedrapporten) viser hovedveinettet for Oslo-området som ble benyttet under transportplanarbeidet i 1990 (og som benyttes ved dagens AirQUIS-beregninger).



Figur D.3: Beregningsområdet for Oslo og østre Bærum med hovedveinettet 1990.

Utslippsfaktorer

Beregningene av utslipp fra biltrafikk er basert på en rekke tidligere beregninger med ulike utgangspunkter og usikkerheter. I den nasjonale utslippsmodellen "Utslipp fra veitrafikk i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. Oppdatering av SFT-rapport 93:12" (Bang et al., 1999) er det beregnet **nasjonale** utslippstall for SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5} og Pb for årene 1973, 1980, 1986-87 og 1989-97. Her er det tatt utgangspunkt i forbruket av bilbensin og autodiesel, og dette er korrigert for forbruket utenom vei (Daasvatn et al., 1992). Forbruket utenom vei i Norge ble for 1990 anslått til 2.2 % av bensinforbruket og 23.8 % av dieselforbruket. Dette inkluderer dieselforbruk innen bransjer som jord- og skogbruk og i anleggsvirksomhet og bensinforbruk fra plenklippere, motorsager og båtmotorer. Det er rimelig å anta at i Oslo forbrukes det en mindre andel av dieselen utenom vei enn for resten av landet, dessuten er ikke utslippsfaktorene for dieselkjøretøyene og andre dieselmotorer vesentlig forskjellige slik at en evt. feil neppe vil bli stor. SO₂-utslippet er uansett styrt av svovelinnholdet i drivstoffet. I den nasjonale utslippsmodellen er det videre tatt hensyn til alderssammensetningen for bilparken og annen teknologi for eldre biler. I rapporten (Bang et al., 1999) er det presentert tabeller med avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstoff-forbruk fra veitrafikk for årene nevnt ovenfor. Det presiseres der at tallene for trafikkarbeid bare er ment som en illustrasjon og kan ikke brukes til å beregne forbruk eller utslipp pr. kilometer. Gjør vi allikevel det, får vi utslippsfaktorer som vist i Tabell D.1. På grunnlag av tallene for det totale trafikkarbeidet og drivstofforbruket for Norge for årene ovenfor ble det til 1973-98-beregningene beregnet et midlere forbruk for bensin- og dieselkjøretøyer i g/km for hvert år. Sammen med utslippstallene ble dette videre brukt til å anslå midlere utslippsfaktorer i kg/tonn drivstoff (Gram og Grønскеi, 2002).

Det har ikke vært mulig å oppspore konkrete data som kan benyttes til å beregne utslippsfaktorer for den norske bilparken for årene før 1970. Men etter krigen ble det utviklet motorer som i første rekke var kraftigere slik at en kunne kjøre fortere, uten særlig tanke på utslippet utover utslippet av kullos, CO. De første utslippsreducerende tiltak kom med California's Motor Vehicle Pollution Control Act fra 1960, men disse var i første rekke orientert mot CO- og VOC-utslipp mens NO_x-utslippet var nokså uendret. I en pre-Regulatory Period opereres det med et NO_x-utslipp på 4.1 g/mile (2,55 g/km) og i 1973 på 3.1 g/mile (1.93 g/km) (Nescaum, 2000), og for Light-Duty kjøretøyer angis det 5.26 g/mile (3.27 g/km) for pre-1968 (US HEW, 1970). Etter hvert som det også ble innført tiltak i Europa så må utslippene ha sunket også i Norge. For årene 1960-72 er utslippsfaktorene derfor ekstrapolert tilbake i tid på grunnlag av utslippsfaktorer for de eldste biltyperne. Til slutt er dette benyttet til å anslå årsutslipp fra biltrafikk ut fra de årlige salgstallene for bensin og diesel i Oslo som vist i Tabell D.2.

Selboe (1988) gjorde de første nasjonale utslippsberegningene for bl.a. 1982, og for bil-trafikken beregnet han et NO_x-utslipp på 34 932 tonn NO_x fra bensinbiler og 19 133 tonn fra diesalbiler. Norsk Petroleuminstitutt's salgstall for Norge for 1982 for kategorien "Transport" var på hhv. 1 805 556 m³ bensin og 563 543 m³ diesel, og dette gir utslippskoeffisienter på 25,8 kg NO_x/tonn bensin og 40,9 kg NO_x/tonn diesel, mens Tabell D.2 gir hhv. 30,5 og 34,6. Tatt i betraktning at Selboe måtte gjøre endel grove antakelser som er blitt forbedret i 1999-rapporten

og at koeffisientene er beregnet noe forskjellig må dette kunne betegnes som tilfredsstillende.

Kjøreforholdene i Oslo-området kan være noe forskjellig fra resten av landet, slik at utslippsfaktorene kanskje ikke er helt representative, men det er det nærmeste en kan komme. I alle de tidligere utslippsundersøkelsene for Oslo har det vært antatt at det har vært en like-vekt mellom det drivstoffet som selges i Oslo og forbrukes utenfor Oslo og det som er tanket utenfor som og brukes i Oslo. Dette kan endre seg kortvarig p.g.a. lokal priskonkurranse, men på lengre sikt (årsbasis) jevner dette seg ut. Det kommer også en annen usikkerhetsfaktor inn i bildet: vi har fått angitt midlere svovelprosent for Oslo fra Petroleuminstituttet, og disse disse kan innimellom ha vært forskjellig fra resten av landet. Et annet problem vi slet endel med på 70-tallet, var at salgshallene fra noen oljeselskaper ble gitt etter salgsdistrikter som ikke alltid fulgte fylkesgrensene. Vi regner med at dette ikke lenger er noe problem. På 60- og 70-tallet var det flere drosjer i Oslo som kjørte noe lenger enn landsgjennomsnittet.

Utslipp fra biltrafikk

Når det gjelder beregning av utslipp fra biltrafikk kan en lett komme opp i metodiske problemer:

- i **kjøretøyregisteret** er kjøretøyene gruppert etter **vekten** av kjøretøyet,
- ved **trafikkteLLinger** skilles kjøretøyene etter **lengden** av kjøretøyet (avstanden mellom hjulparene),
- ved manuelle, klassifiserte trafikkteLLinger skilles kjøretøyene etter **utseende** (personbil, varebil, lastebil med eller uten tilhenger, buss etc.) samt om det er tvillinghjul eller ikke (lett/tung lastebil),
- i **utslippsberegninger** skilles kjøretøyene etter motortype og **drivstoff** (bensin/ diesel),
- bilselgere og -kjøpere er opptatt av bilmerke, modell og utseende.

Heldigvis er det sammenhenger her. Lette kjøretøyer er som oftest bensindrevne personbiler med en lengde under 5,5 m; i 1980 ble det regnet med 1,8 % dieseldrevne personbiler. Fra 1990-tallet er det utviklet ny teknologi for diesalbiler som sammen med norsk avgiftspolitikK har økt dieselandelen, i 2003 passerte dieselandelen for nye personbiler 20 %. Tilsvarende er det få bensindrevne busser og lastebiler. Dette er ting som det er tatt hensyn til i den nasjonale utslippsmodellen, og derav også i våre beregnede årsutslipp.

Tabell D.1: *Utslipp i Norge fra biltrafikk 1973-97 (etter SFT, 1999).*

		1973		1980		1986		1987		1989		1990		1991	
enhet		bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel
traf-arb	mill km	12852	1336	17213	2424	23071	3874	24354	4156	24803	4393	24905	4514	24520	4570
drivstoff	ktonn	1026	432	1328	534	1632	783	1693	842	1719	800	1722	789	1673	802
SO2	tonn	1024	3450	1327	3519	1141	3443	1184	3701	1030	2716	1032	2524	1003	2244
NOx	tonn	28136	18086	38548	21716	50997	27688	52514	29530	51572	27282	49348	26300	45919	26514
drivstoff	kg/km	0.0798	0.3234	0.0772	0.2203	0.0707	0.2021	0.0695	0.2026	0.0693	0.1821	0.0691	0.1748	0.0682	0.1755
SO2	g/km	0.0797	2.5823	0.0771	1.4517	0.0495	0.8887	0.0486	0.8905	0.0415	0.6183	0.0414	0.5591	0.0409	0.4910
NOx	g/km	2.1892	13.5374	2.2395	8.9587	2.2104	7.1471	2.1563	7.1054	2.0793	6.2103	1.9814	5.8263	1.8727	5.8018
SO2	kg/tonn	0.998	7.986	0.999	6.590	0.699	4.397	0.699	4.395	0.599	3.395	0.599	3.199	0.600	2.798
NOx	kg/tonn	27.423	41.866	29.027	40.667	31.248	35.361	31.018	35.071	30.001	34.103	28.657	33.333	27.447	33.060

		1992		1993		1994		1995		1996		1997	
enhet		bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel	bensin	diesel
traf-arb	mill km	24130	4984	24326	5113	24602	5771	24513	6093	25300	6304	24979	7614
drivstoff	ktonn	1633	891	1629	1045	1624	979	1603	1082	1627	1192	1600	1209
SO2	tonn	979	2315	978	2299	975	1370	385	1514	358	1430	256	1451
NOx	tonn	42468	28977	40401	33384	37945	29516	34840	31710	31867	33652	28334	31285
drivstoff	kg/km	0.0677	0.1788	0.0670	0.2044	0.0660	0.1696	0.0654	0.1776	0.0643	0.1891	0.0641	0.1588
SO2	g/km	0.0406	0.4645	0.0402	0.4496	0.0396	0.2374	0.0157	0.2485	0.0142	0.2268	0.0102	0.1906
NOx	g/km	1.7600	5.8140	1.6608	6.5292	1.5424	5.1145	1.4213	5.2043	1.2596	5.3382	1.1343	4.1089
SO2	kg/tonn	0.600	2.598	0.600	2.200	0.600	1.399	0.240	1.399	0.220	1.200	0.160	1.200
NOx	kg/tonn	26.006	32.522	24.801	31.946	23.365	30.149	21.734	29.307	19.586	28.232	17.709	25.877

Tabell D.2: Drivstoff-salg til biltrafikk i Oslo og utslipp av SO₂ og NO_x i Oslo-området 1960-2000.

Enhet: tonn/år. For utslippsfaktorene: kg/tonn drivstoff.

År	m ³		tonn		% S		SO ₂ -faktor		SO ₂ -utslipp tonn/år			NO _x -faktor		NO _x -utslipp tonn/år			Utslipp Oslo + ø. Bærum	
	bensin	diesel	bensin	diesel	B	D	B	D	B	D	SUM	B	D	B	D	SUM	SO ₂	NO _x
	1960	98 824	26 916	74 118	22 340	0,05	0,5	1,0	10	74,1	223,4	298	27,4	41,9	2031	936	2967	328,4	3275
1961	117 177	35 673	87 882	29 608	0,05	0,5	1,0	10	87,9	296,1	384	27,4	41,9	2408	1241	3649	423,8	4027
1962	118 829	33 547	89 121	27 844	0,05	0,5	1,0	10	89,1	278,4	368	27,4	41,9	2442	1167	3609	405,7	3983
1963	131 975	34 269	98 981	28 443	0,05	0,5	1,0	10	99,0	284,4	383	27,4	41,9	2712	1192	3904	423,2	4309
1964	145 444	27 874	109 083	23 135	0,05	0,5	1,0	10	109,1	231,4	340	27,4	41,9	2989	969	3958	375,7	4368
1965	158 966	25 955	119 224	21 542	0,05	0,5	1,0	10	119,2	215,4	335	27,4	41,9	3267	903	4169	369,3	4601
1966	159 001	45 509	119 250	37 772	0,05	0,5	1,0	10	119,3	377,7	497	27,4	41,9	3267	1583	4850	548,5	5353
1967	169 485	26 672	127 113	22 137	0,05	0,5	1,0	10	127,1	221,4	349	27,4	41,9	3483	928	4410	384,6	4867
1968	164 634	40 030	123 475	33 224	0,05	0,5	1,0	10	123,5	332,2	456	27,4	41,9	3383	1392	4775	503,0	5270
1969	185 684	49 562	139 263	41 136	0,05	0,5	1,0	10	139,3	411,4	551	27,4	41,9	3816	1724	5539	607,7	6113
1970	193 012	56 299	144 759	46 728	0,05	0,45	1,0	9	144,8	420,6	565	27,4	41,9	3966	1958	5924	623,9	6538
1971	200 155	56 340	150 116	46 762	0,05	0,45	1,0	9	150,1	420,9	571	27,4	41,9	4113	1959	6073	630,2	6703
1972	202 973	65 866	152 229	54 668	0,05	0,45	1,0	9	152,2	492,0	644	27,4	41,9	4171	2291	6462	711,0	7132
1973	196 066	58 343	147 049	48 424	0,05	0,4	1,0	8	147,0	387,4	534	27,4	41,9	4029	2029	6058	589,8	6686
1974	179 600	54 536	134 700	45 264	0,05	0,4	1,0	8	134,7	362,1	497	29,0	40,7	3906	1842	5749	548,3	6345
1975	189 282	59 751	141 961	49 593	0,05	0,4	1,0	8	142,0	396,7	539	29,0	40,7	4117	2018	6135	594,6	6771
1976	193 655	61 953	145 241	51 420	0,05	0,4	1,0	8	145,2	411,4	557	29,0	40,7	4212	2093	6305	614,3	6959
1977	205 164	64 100	153 873	53 203	0,05	0,4	1,0	8	153,9	425,6	580	29,0	40,7	4462	2165	6628	639,6	7315
1978	211 377	73 650	158 532	61 129	0,05	0,35	1,0	7	158,5	427,9	586	29,0	40,7	4597	2488	7085	647,2	7820
1979	214 224	73 066	160 668	60 644	0,05	0,3	1,0	6	160,7	363,9	525	29,0	40,7	4659	2468	7128	578,9	7867
1980	220 173	87 110	165 129	72 301	0,05	0,33	1,0	6,6	165,1	477,2	642	29,0	40,7	4789	2943	7731	708,9	8533
1981	204 583	86 638	153 437	71 909	0,05	0,36	1,0	7,2	153,4	517,7	671	31,2	35,4	4787	2546	7333	740,8	8093
1982	205 931	87 612	154 448	72 717	0,05	0,32	1,0	6,4	154,4	465,4	620	31,2	35,4	4819	2574	7393	684,1	8160
1983	209 748	77 198	157 311	64 074	0,05	0,35	1,0	7,0	157,3	448,5	606	31,2	35,4	4908	2268	7176	668,6	7920
1984	214 584	85 055	160 938	70 595	0,05	0,22	1,0	4,4	160,9	310,6	472	31,2	35,4	5021	2499	7520	520,5	8300
1985	223 915	87 113	167 936	72 303	0,04	0,22	0,8	4,4	134,3	318,1	453	31,2	35,4	5240	2560	7799	499,4	8608
1986	236 325	117 883	177 243	97 842	0,035	0,22	0,7	4,4	124,1	430,5	555	31,2	35,4	5530	3464	8994	612,1	9927
1987	239 692	103 622	179 769	86 006	0,035	0,22	0,7	4,4	125,8	378,4	504	31,0	35,1	5573	3010	8583	556,6	9473
1988	239 723	94 096	179 792	78 099	0,03	0,20	0,6	4,0	107,9	312,4	420	30,5	34,6	5484	2698	8182	463,9	9030
1989	232 167	87 540	174 125	72 658	0,03	0,17	0,6	3,4	104,5	247,0	352	30,0	34,1	5224	2478	7701	388,0	8500
1990	223 258	91 588	167 443	76 018	0,03	0,16	0,6	3,2	100,5	243,3	344	28,7	33,3	4806	2531	7337	379,3	8098
1991	215 102	88 990	161 326	73 861	0,03	0,14	0,6	2,8	96,8	206,8	304	27,4	33,1	4420	2437	6858	335,1	7569
1992	207 353	97 929	155 514	81 281	0,03	0,13	0,6	2,6	93,3	211,3	305	26,0	32,5	4043	2642	6685	336,2	7378
1993	204 520	93 189	153 390	77 346	0,03	0,11	0,6	2,2	92,0	170,2	262	24,8	32,0	3804	2475	6279	289,4	6930
1994	201 720	93 388	151 290	77 512	0,03	0,07	0,6	1,4	90,8	108,5	199	23,4	30,1	3540	2333	5873	220,0	6482
1995	198 761	99 545	149 070	82 622	0,01	0,07	0,2	1,4	29,8	115,7	146	21,7	29,3	3235	2421	5656	160,6	6243
1996	198 338	116 950	148 754	97 069	0,01	0,06	0,2	1,2	29,8	116,5	146	19,6	28,2	2916	2737	5653	161,4	6239
1997	205 093	122 406	153 820	101 597	0,01	0,06	0,2	1,2	30,8	121,9	153	17,7	26,8	2723	2723	5445	168,5	6010
1998	205 889	124 415	154 417	103 264	0,01	0,04	0,2	0,8	30,9	82,6	114	15,7	25,0	2424	2582	5006	125,3	5525
1999	202 686	129 081	152 015	107 137	0,01	0,03	0,2	0,6	30,4	64,3	95	13,2	23,2	2007	2486	4492	104,5	4958
2000	190 018	140 360	142 514	116 499	0,01	0,03	0,2	0,6	28,5	69,9	98	11,0	22,0	1568	2563	4131	108,6	4559

Sigurd Holtskog i SSB har kommentert utviklingen slik: "Utslipet og drivstoffforbruket pr. vognkm. i personbiler har avtatt de senere årene. Det høye, og til dels stigende, utslippet av NO_x på åttitallet skyldtes at bilene ble mer energieffektive, bl.a. som resultat av at temperaturen i motorene gikk opp. Høyere temperatur betyr reduserte utslipp av CO og NMVOC, men økte utslipp av NO_x. I 1986 kom ny teknologi som reduserte NO_x-utslippene noe, introduksjonen av treveiskatalysatoren i 1989 reduserte utslippene av denne komponenten kraftig. Etter hvert som bilparken ble fornyet, sank derfor utslippet av nitrogenoksider. Reduksjonen i utslippene skyldes altså i stor grad skjerpede avgasskrav. Utslippsfaktorene for lastebiler følger trenden i utslippsfaktorene for andre kjøretøyer, endringene skyldes strengere avgasskrav det siste tiåret og redusert svovelinhold i diesel" (Holtskog, 2001).

Arne Rideng ved TØI har angitt gjennomsnittlig bensinforbruk for nye biler i Norge for perioden 1974-2004 som vist i Tabell D.3 (Rideng, 2005). Det er brukt tall fra bilimportørene, og disse er ikke nødvendigvis representative for nybilparken i Oslo-området. I tabellen er det også satt opp bensinforbruket etter Tabell D.1, men her er det regnet med en eldre bilbestand.

Tabell D.3: Gjennomsnittlig bensinforbruk for nye biler for perioden 1974-2004.

Salgsår som ny	l/mil	kg/mil	kg/mil D.1	diesel
1974 og tidligere	0,95	0,712	0,798	3,234
1975	0,94	0,705		
1980	0,88	0,660	0,772	2,203
1981	0,86	0,645		
1982	0,83	0,623		
1983	0,81	0,608		
1984	0,78	0,585		
1985	0,77	0,578		
1986	0,75	0,563	0,707	2,021
1987-1992	0,74	0,555	0,695	2,026-1,78
1993	0,73	0,548	0,670	
1994-1997	0,74	0,555		1,696-1,588
1998	0,76	0,570	0,641	
1999	0,75	0,563		
2000	0,74	0,555		

I den nasjonale utslippsmodellen er det som nevnt tatt hensyn til alderssammensetningen for bilparken for hvert beregningsår. I den aktuelle bilparken har andelen nybiler variert endel, dette er ting som er tatt inn i den nasjonale utslippsmodellen. Det er også variasjoner i bilenes opprinnelsesland i forskjellige deler av landet, dette er ikke med i modellen, men det kan påvirke utslippsfaktorene for et distrikt.

Fordeling av bilutslippet

For å beregne den **romlige** fordelingen av trafikkutslippene er det tatt utgangspunkt i resultater fra to utslippsberegninger: **utslippsberegningene for 1979** (Gram, 1982) og **transport-planarbeidet i 1990** (Gram, 1991, Gram et al., 1992 og Grønskei et al., 1992). Vi har bare trafikk tall (årsdøgntrafikk, ÅDT) for et lite antall veier i Oslo for tiden før 1975. Det har derfor ikke vært mulig å ta fullstendig hensyn til tidsutviklingen i trafikken for ulike områder i Oslo, men det er benyttet resultater fra ulike trafikk tellinger i perioden. Vi har ikke lenger alle detaljer i disse beregningene, men har gjentatt beregningene så godt som det har vært mulig. Noen gamle feil er rettet opp, slik at noen av tallene kan være forskjellig fra de som er i rapportene.

I **utslippsberegningene for 1979** ble det tatt utgangspunkt i resultater fra trafikk tellinger som som Oslo Byplankontor, Oslo Helse råd og Oslo Veivesen hadde utført på en rekke veier i ulike perioder i årene 1972-78, og disse ble "tøyd" til å anslå ÅDT-tall og tungtrafikk andeler for flere veier. Denne kunne variere fra 7-8 % i villastrøk til oppimot 20 % på veier i industri-områdene. Det ble også målt opp og anslått trafikk på et hovedveinett i østre Bærum på 62,6 km. På denne måten ble det kartlagt et hovedveinett på 374 km innen et beregningsområde på 20 x 20 km². Dette gav et døgnlig trafikk arbeid på 3 478 000 bensinbil-km/døgn og 368 000 diesebil-km/døgn, som på årsbasis gav 1404 millioner bil-km/år. I tillegg til dette ble målt opp innen km²-rute lengden av alle gater og veier i Oslo, tilsammen 991 km. For å finne ut hva trafikken på veiene uten trafikk tall (679 km) tilsvarte i ÅDT-tall tok vi utgangspunkt i salgstallene for bensin/diesel i Oslo og trakk fra forbruket på hovedveiene. Resten tilsvarte en midlere årsdøgntrafikk på 1320 bensin- og 102 diesel-kjøretøyer på småveiene. Dette gav et tillegg i trafikk arbeidet på 352 millioner bil-km, tilsammen 1756 millioner bil-km/år. Trafikk arbeidet utenom hovedveiene var etter dette på 20 % av totaltrafikken. Årsdøgntrafikken på 1422 biler tilsvarer omtrent den nedre grensen i trafikk tellingene. I årenes løp har det blitt bygget ut et mer detaljert veinett, spesielt i de nye utbyggningsområdene i Oslo øst, men dette kommer inn i forbruks- og utslippstallene. Siden vårt beregningsområde er på 22 x 18 km² har vi i ettertid anslått trafikk- og utslippsdata for de to østligste km-stripene samt trafikken nederst i Sørkedalen og Maridalen.

I tillegg til trafikken i Oslo hadde vi trafikken på veiene i østre Bærum. Fra utslippsberegningene i 1979 fordelte trafikk arbeidet seg på 1591 millioner bil-km for veiene i Oslo og 165 millioner bil-km i østre Bærum. Det ble anslått trafikk tall for hovedveiene Drammensveien og Bærumsveien, og ellers ble det lagt inn 5 km småveier/km²-rute, og dette ble justert på skjønn etter kart. Det ble regnet med en småveitrafikk på 60 % av Oslo, som gav 792 bensin- og 61 dieserbiler. Dette gav trafikk tall som vist i Tabell D.4. Utslippstallene i Tabell D.2 som er basert på salgstall for bensin og diesel i Oslo fylke er derfor ganget med **1,1037** (=1756/1591) for å få med østre Bærum (under forutsetning av at trafikken på veiene i østre Bærum er noenlunde lik trafikken i Oslo). Figur D.4 viser feltet med trafikk arbeid på hoved- og småveier i Oslo og østre Bærum i 1979.

Ved Tiltaksanalysen i 1985 fikk NILU oversendt fra Statens Forurensningstilsyn resultatfiler fra trafikk beregninger med trafikkmodellen TRIPS for årene 1985 og

2000 (Gram og Grønскеi, 1987). Her var hovedveinettet definert mye tettere enn for 1979 (463 km), men det var fortsatt trafikk på småveiene som måtte legges inn manuelt i beregningene. Mange av de tiltakene som lå inne i beregningene er ennå ikke gjennomført, mens andre har kommet til.

```

MAP OF : TRAFIKKARB. SUM UNIT: BILKM/H SOURCE: OR10/82 korrigert
PERIOD : 1979 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2007/11/08 09.30 FILE: TRAF-ARB-79.FLD
  
```

MAXIMUM VALUE IS 4.7189E+03, IN (12,11)
 SUM= 2.69608E+05 SCALE FACTOR: 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
J=18	.	.	.	175.	.	.	.	.	.	.	.	120.	.	.	.	.	.	.	.	.	1015.	283.	
J=17	.	.	.	44.	194.	69.	15.	.	.	.	10.	481.	496.	.	.	.	.	.	.	.	2047.	1079.	1546.
J=16	.	.	.	550.	84.	59.	.	.	.	828.	1279.	1242.	1064.	1695.	2520.	1263.	1743.	1700.
J=15	.	.	39.	32.	1134.	552.	1388.	1516.	887.	1345.	2434.	2643.	1888.	1092.	726.	.	1975.	2009.	1740.	459.	346.	1341.	.	
J=14	.	75.	295.	274.	947.	1309.	1453.	1766.	2418.	1421.	1422.	1666.	3065.	2865.	2532.	2655.	1867.	971.	2239.	1600.	1345.	581.	.	
J=13	143.	168.	271.	249.	517.	726.	1812.	1965.	1721.	2941.	3064.	3481.	2896.	2278.	1704.	1443.	933.	3168.	689.	84.	25.	124.	.	
J=12	168.	278.	263.	688.	1675.	1835.	1250.	1404.	2236.	3518.	3748.	2450.	3396.	2148.	1872.	2386.	2530.	549.	.	.	.	64.	.	
J=11	667.	639.	678.	281.	1152.	3503.	2798.	2381.	3696.	3691.	4280.	4719.	2716.	2445.	3945.	1437.	1939.	89.	.	.	.	.	.
J=10	260.	249.	1477.	3114.	3106.	.	45.	1038.	1256.	1643.	3712.	3626.	3102.	1844.	2022.	1496.	1130.	.	.	.	.	.	.
J= 9	2897.	2915.	1559.	25.	1316.	.	139.	198.	.	.	.	2287.	1256.	1194.	2186.	1159.	1551.	.	.	.	.	.	.
J= 8	185.	82.	.	215.	213.	.	.	.	.	.	.	1322.	1800.	990.	1900.	772.	1361.	.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	71.	178.	.	.	.	.	.	.	.	109.	2102.	1287.	2294.	1332.	262.	.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	109.	1692.	1030.	1479.	995.	188.	.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	54.	340.	2363.	1096.	775.	25.	.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	821.	1805.	869.	530.	49.	.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1402.	443.	646.	166.	405.	.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1112.	1086.	99.	573.	356.	.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25.	1177.	736.	15.	320.	407.	319.	.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		

Figur D.4: Trafikkarbeid for biltrafikk i Oslo-området 1979. Enhet bil-km/h. Høyeste verdi er 4719 bil-km/h i rute (12,11), sum 269 608 bil-km/h.

Ved **transportutredningene i 1990** fikk NILU tilsendt resultater fra tre ulike trafikkberegninger for hovedveinettet som var definert noe forskjellig, men de ble samordnet hos oss. For småveiene og for østre Bærum ble det gjort beregninger tilsvarende det som er gjort for 1979, hvor trafikken på småveiene ble økt med 50 % i tråd med trafikkøkningen på Bygrense-ringen, kfr. Figur D.1. Det er derfor regnet med ÅDT-tall på hhv. 1986 og 153 bensin- og dieslbiler for Oslo og 1193 og 92 for Bærum. Figur D.5 viser feltet med trafikkarbeid i Oslo-området i 1990, mens Tabell D.4 viser nøkkeltall fra trafikkberegningene i 1979 og 1990.

Innen beregningsområdet på 22 x 18 km² ligger også den nordligste delen av Nesodden kommune. Nesodden har aldri vært med i trafikkmodelleringene for Oslo, og vi har heller ingen salgstall av bensin/diesel for Nesodden. I 1990-beregningene ble det anslått trafikk tall for et veinett på ca. 11 km i Nesodden som gav et trafikkarbeid på ca 1700 bil-km/døgn. Sammenlignet med 190 000 for Oslo er dette ubetydelig. Det er imidlertid beregnet utslipp fra Nesoddbåtene, se Vedlegg D.2.

```

MAP OF : TRAFIKKARBEID      UNIT: BILKM/H      SOURCE: TP10
PERIOD : 1990              PLACE: OSLO        GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2007/10/31 21.49  FILE: 1990-TRAFARB.FLD

```

MAXIMUM VALUE IS 5.1930E+03, IN (15,11)
SUM= 3.18560E+05 SCALE FACTOR: 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
J=18	.	.	9.	9.	195.	.	2.	.	.	.	.	230.	.	.	.	.	.	.	.	.	861.	350.		
J=17	.	.	.	348.	.	31.	.	.	.	.	.	353.	448.	.	.	.	.	.	.	.	1879.	516.	202.	
J=16	.	.	.	509.	208.	368.	144.	.	578.	1046.	1419.	1133.	.	.	.	.	.	.	2025.	2156.	1293.	1439.	272.	
J=15	.	.	597.	1574.	566.	857.	1252.	850.	2327.	2775.	2676.	2107.	979.	644.	22.	2028.	3136.	2814.	1349.	2161.	2795.	.	.	
J=14	.	568.	1489.	404.	1177.	1549.	2013.	1720.	2890.	1472.	1263.	1478.	4481.	2507.	2236.	2259.	3143.	1346.	2455.	2828.	2852.	2414.	.	.
J=13	262.	436.	533.	496.	929.	594.	2562.	2364.	1718.	2778.	2751.	3443.	3626.	3877.	1535.	2009.	1920.	4141.	1358.	.	61.	1972.	.	.
J=12	781.	338.	709.	1496.	2177.	2443.	1279.	1025.	2396.	2991.	3027.	2363.	2839.	2336.	5095.	3199.	3202.	430.	.	.	.	870.	.	.
J=11	920.	1043.	644.	1062.	2738.	4877.	3916.	4483.	3985.	3044.	3651.	4047.	2782.	2947.	5193.	1324.	1836.	.	.	.	.	.	.	.
J=10	1087.	483.	1500.	3753.	4068.	.	566.	1917.	2941.	4116.	4913.	4372.	2608.	3206.	1474.	1406.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 9	2259.	3814.	2395.	.	943.	.	.	.	.	.	.	1414.	819.	1749.	3092.	1142.	1402.	.	.	.	.	.	.	.
J= 8	358.	112.	.	812.	.	.	.	.	.	.	.	1021.	1493.	838.	2342.	812.	1243.	.	.	.	.	.	.	.
J= 7	.	107.	267.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1835.	1208.	2402.	1509.	825.	.	.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1538.	940.	929.	1873.	397.	.	.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	107.	2396.	1049.	1608.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	684.	1197.	1003.	1098.	143.	.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	928.	650.	691.	152.	1207.	.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	875.	254.	712.	208.	1332.	226.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	76.	1048.	172.	231.	911.	233.	140.	.	.	.	.	.

Figur D.5: Trafikkarbeid for biltrafikk i Oslo-området 1990. Enhet bil-km/h. Høyeste verdi er 5193 bil-km/h i rute (15,11), sum 318 560 bil-km/h.

Tabell D.4: Nøkkeltall fra trafikkberegningene i 1979 og 1990.

1979	Trafikkarbeid			%	mill.	
	Enhet	Oslo	Ø. Bærum			Hele	Bærum	bilkm/år
Hovedveier	km	312,0	62,6	374,6	16,7	
Bensin	bilkm/h	187252	18773	206025	9,1	1804,779
Diesel	bilkm/h	17117	1701	18818	9,0	164,846
Sum	bilkm/h	204369	20474	224843	9,1	1969,625
% diesel		8,38	8,31	8,37		
Småveier	km	679,1	127,4	806,5	15,8	
Bensin	bilkm/h	37351	4204	41555	10,1	364,022
Diesel	bilkm/h	2886	324	3210	10,1	28,120
Sum	bilkm/h	40237	4528	44765	10,1	392,141
% diesel		7,17	7,16	7,17		
Samlet	km	991,1	190,0	1181,1	16,1	
Bensin	bilkm/h	224603	22977	247580	9,3	2168,801
Diesel	bilkm/h	20003	2025	22028	9,2	192,965
Sum	bilkm/h	244606	25002	269608	9,3	2361,766
% småvei		8,18	8,10	8,17		

1990	Trafikkarbeid			%	mill.	
	Enhet	Oslo	Ø. Bærum			Hele	Bærum	bilkm/år
Hovedveier	km	383,0	68,5	451,5	15,2	3,955
Bensin	bilkm/h	189658	25333	214991	11,8	1883,321
Diesel	bilkm/h	21234	2815	24049	11,7	210,669
Sum	bilkm/h	210892	28148	239040	11,8	2093,990
% diesel		10,07	10,00	10,06		
Småveier	km	819,2	121,7	940,9	12,9	
Bensin	bilkm/h	67791	6044	73835	8,2	646,795
Diesel	bilkm/h	5223	462	5685	8,1	49,801
Sum	bilkm/h	73014	6506	79520	8,2	696,595
% diesel		7,15	7,10	7,15		
Samlet	km	1202,17	190,19	1392,36	13,7	
Bensin	bilkm/h	257449	31377	288826	10,9	2530,116
Diesel	bilkm/h	26457	3277	29734	11,0	260,470
Sum	bilkm/h	283906	34654	318560	10,9	2790,586
% småvei		9,32	9,46	9,33		

Utslippsfelt

I utslippsberegningene i 1979 ble det benyttet utslippsfaktorer som ble foreslått av Statens Teknologiske institutt (Haugstuen og Bang, 1980), 45 mg SO₂/km og 1.5 g NO_x/km for bensinbiler og 1.6 g SO₂/km og 5.0 g NO_x/km for dieslbiler. Dette er en del lavere enn faktorene for 1980 i Tabell D.1, bortsett fra for SO₂ fra dieslbiler. Figur D.6 og D.7 viser timeutslippet fra biltrafikk på hovedveinettet i Oslo og østre Bærum i 1979 av henholdsvis SO₂ (38,37 kg/h) og NO_x (390,80 kg/h). Ganges dette først opp med 1,25 for å få med småveiene og så med 8760 timer/år, får en hhv. 420 t SO₂ og 4279 t NO_x, mens tall fra Tabell D.2 korrigerert for trafikken i Østre Bærum sier 579 t og 7868 t. Bruker vi i stedet utslippsfaktoren for 1979 fra Tabell D.1 får en 385 t og 5686 t. Dette avviket skyldes en serie med faktorer. I den nasjonale utslippsmodellen ("top-down"-metoden) ligger det inne detaljerte data om kjøretøy-fordelingen (alder- og vektklasse) og antagelser om årlig kjørelengde etc., men ikke så mye om den romlige fordelingen av trafikken. Utslippet i Figur D.6 og D.7 er basert på "bottom-up"-metoden hvor en går ut fra trafikkdata for hver veilenke.

```

MAP OF : SO2-UTSL-TRAF      UNIT: KG/H      SOURCE: OR 10/82
PERIOD : 1979              PLACE: OSLO      GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2007/11/08 14.09  FILE: TRAF-UTSL-79.FLD

```

MAXIMUM VALUE IS 7.4198E-01, IN (12,11)
SUM= 4.23950E+01 SCALE FACTOR: 1.0E-04

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
J=18	.	.	.	275.	.	.	.	.	.	.	.	189.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1596.	445.		
J=17	.	.	.	69.	305.	108.	24.	.	.	.	16.	756.	780.	.	.	.	.	.	.	.	.	3219.	1697.	2431.	
J=16	865.	132.	93.	.	.	1302.	2011.	1953.	1673.	2665.	3963.	1986.	2741.	2673.
J=15	.	.	61.	50.	1783.	868.	2183.	2384.	1395.	2115.	3827.	4156.	2969.	1717.	1142.	.	3106.	3159.	2736.	722.	544.	2109.	.	.	.	
J=14	.	118.	464.	431.	1489.	2058.	2285.	2777.	3802.	2234.	2236.	2620.	4820.	4505.	3981.	4175.	2936.	1527.	3521.	2516.	2115.	914.	.	.	.	
J=13	225.	264.	426.	392.	813.	1142.	2849.	3090.	2706.	4625.	4818.	5474.	4554.	3582.	2679.	2269.	1467.	4981.	1083.	132.	39.	195.	.	.	.	
J=12	264.	437.	414.	1082.	2634.	2885.	1966.	2208.	3516.	5532.	5894.	3852.	5340.	3378.	2944.	3752.	3978.	863.	.	.	.	101.	.	.	.	
J=11	1049.	1005.	1066.	442.	1811.	5508.	4400.	3744.	5812.	5804.	6730.	7420.	4271.	3845.	6203.	2260.	3049.	140.	.	.	.	.	.	.	.
J=10	409.	392.	2322.	4897.	4884.	.	71.	1632.	1975.	2584.	5837.	5702.	4878.	2900.	3179.	2352.	1777.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 9	4555.	4584.	2451.	39.	2069.	.	219.	311.	.	.	.	3596.	1975.	1877.	3437.	1822.	2439.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 8	291.	129.	.	338.	335.	.	.	.	.	.	.	2079.	2830.	1557.	2988.	1214.	2140.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	112.	280.	.	.	.	.	.	.	.	.	171.	3305.	2024.	3607.	2094.	412.	.	.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	171.	2661.	1620.	2326.	1565.	296.	.	.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	85.	535.	3716.	1723.	1219.	39.	.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1291.	2838.	1366.	833.	77.	.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2205.	697.	1016.	261.	637.	.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1749.	1708.	156.	901.	560.	.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39.	1851.	1157.	24.	503.	640.	502.	.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				

Figur D.6: SO₂-utslipp fra biltrafikk i Oslo-området 1979. Enhet .1 g SO₂/h. Høyeste verdi er .74 kg/h i rute (12,11), sum av feltet 42.395 kg/h.

Her er det anslått en kjørehastighet som kan være feil noen steder samt en tungtrafikkandel der det bare skilles mellom bensinbiler og dieslebiler. Motorsykler (og andre mobile kilder) er heller ikke med i trafikkarbeidet, men de er med i salgstallene for drivstoff.

Dette viser at resultater fra ulike utslippsberegninger, "top-down"- og "bottom-up"-metodene har så mange ulike forutsetninger at resultatene nesten alltid vil avvike fra hverandre. Og det er faktisk ikke mulig å si at den ene metoden er riktigere enn den andre uten svært detaljerte inngangsdata. Selv ved beregninger for "dagens situasjon" er det vanskelig å få gode nok data.

```

MAP OF : NOX-UTSL-TRAF      UNIT: KG/H      SOURCE: OR 10/82
PERIOD : 1979              PLACE: OSLO      GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2007/11/08 14.09  FILE: TRAF-UTSL-79.FLD

      MAXIMUM VALUE IS 1.2300E+01, IN (12,11)
      SUM= 7.02871E+02      SCALE FACTOR: .01

```

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	46.	.	.	.	.	.	.	.	31.	.	.	.	.	.	.	.	.	265.	74.
J=17	.	.	.	11.	51.	18.	4.	.	.	.	3.	125.	129.	.	.	.	.	.	.	534.	281.	403.
J=16	.	.	.	143.	22.	15.	.	.	216.	333.	324.	277.	.	.	.	.	442.	657.	329.	454.	443.	
J=15	.	.	10.	8.	296.	144.	362.	395.	231.	351.	635.	689.	492.	285.	189.	.	515.	524.	454.	120.	90.	350.
J=14	.	20.	77.	71.	247.	341.	379.	460.	630.	370.	371.	434.	799.	747.	660.	692.	487.	253.	584.	417.	351.	151.
J=13	37.	44.	71.	65.	135.	189.	472.	512.	449.	767.	799.	907.	755.	594.	444.	376.	243.	826.	180.	22.	7.	32.
J=12	44.	72.	69.	179.	437.	478.	326.	366.	583.	917.	977.	639.	885.	560.	488.	622.	660.	143.	.	.	.	17.
J=11	174.	167.	177.	73.	300.	913.	729.	621.	964.	962.	1116.	1230.	708.	637.	1028.	375.	505.	23.	.	.	.	.
J=10	68.	65.	385.	812.	810.	.	12.	271.	327.	428.	968.	945.	809.	481.	527.	390.	295.	.	.	.	.	.
J= 9	755.	760.	406.	7.	343.	.	36.	52.	.	.	.	596.	327.	311.	570.	302.	404.	.	.	.	.	.
J= 8	48.	21.	.	56.	56.	.	.	.	.	.	.	345.	469.	258.	495.	201.	355.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	19.	46.	.	.	.	.	.	.	.	28.	548.	336.	598.	347.	68.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28.	441.	269.	386.	259.	49.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14.	89.	616.	286.	202.	7.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	214.	471.	227.	138.	13.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	365.	115.	168.	43.	106.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	290.	.	283.	26.	149.	93.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7.	307.	.	192.	4.	83.	106.	83.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur D.7: NO_x -utslipp fra biltrafikk i Oslo-området 1979. Enhet g NO_2/h . Høyeste verdi er 12.30 kg/h i rute (12,11), sum 702.87 kg/h

I perioden 1988-90 ble det utviklet en beregningsmodell ved NILU som ble kalt VLUFT (Torp et al., 1991). Modellen beregner utslipp fra veiene i et veinett samt konsentrasjoner i valgt avstand fra veikant for enkeltveier, og har i årenes løp gjennomgått flere modifikasjoner både når det gjelder innhold og brukervennlighet (Tønnesen, 2000). Det er lagt vekt på at utslippsberegningene skal stemme overens med Nasjonal Utslippsmodell for Veitrafikk (Bang et al., 1993 og

1999), men det er lagt inn korreksjoner for utslipp som funksjon av hastighet og stigning. Utslippsfaktoren for f.eks. 60 km/h skal representere utslippet på en strekning der gjennomsnittshastigheten er 60 km/h, med visse andeler akselerasjoner og retardasjoner. Ved lavere hastigheter er det antatt en høyere andel akselerasjoner og retardasjoner enn ved de høyere kjørehastighetene, fordi det ved lavere hastigheter på en strekning sannsynligvis vil være køkjøring. Siden beregningene gjøres på gatenivå kreves det detaljerte data om hver veilenke, særlig når det gjelder tungtrafikkandel og kjørehastighet i rushtiden.

Ved **transportutredningene i 1990** ble utslippsrutinene fra VLUFT ble koblet sammen med data for det samordnede hovedveinettet til å gi utslipp pr. veilenke, og dette ble fordelt på rutenettet. Utslippsfaktorene i VLUFT er avhengig av beregningsåret, i henhold til Nasjonal Utslippsmodell for Veitrafikk. Figur D.8 og D.9 viser timeutslippet av SO₂ og NO_x fra biltrafikk på hoved- og småveinettet i Oslo og østre Bærum i 1990. Dette gir utslippstall som vist i Tabell D.5.

Tabell D.5: Utslipp fra biltrafikk i Oslo-området 1979 og 1990. Enhet: kg/h.

1979	SO ₂ kg/h			SO ₂ tonn/år	NO _x kg/h			NO _x tonn/år
	Oslo	Ø. Bærum	Hele		Oslo	Ø. Bærum	Hele	
Hovedveier								
Bensin	7,992	0,739	8,731	76,484	415,575	38,419	453,994	3 977
Diesel	24,991	2,247	27,238	238,605	123,035	11,064	134,099	1 175
Sum	32,983	2,986	35,969	315,088	538,611	49,482	588,093	5 152
% diesel	75,8	75,3	75,7		22,8	22,4	22,8	
Småveier								
Bensin	1,587	0,179	1,766	15,471	82,545	9,291	91,836	804
Diesel	4,190	0,470	4,660	40,821	20,627	2,314	22,942	201
Sum	5,777	0,649	6,426	56,292	103,172	11,606	114,778	1 005
% diesel	72,5	72,5	72,5		20,0	19,9	20,0	
Samlet								
Bensin	9,580	0,918	10,497	91,955	498,120	47,710	545,830	4 781
Diesel	29,181	2,717	31,898	279,426	143,663	13,378	157,041	1 376
Sum	38,760	3,635	42,395	371,381	641,783	61,088	702,871	6 157
% diesel	75,3	74,8	75,2		22,4	21,9	22,3	

1990	SO ₂ kg/h			SO ₂ tonn/år	NO _x kg/h			NO _x tonn/år
	Oslo	Ø. Bærum	Hele		Oslo	Ø. Bærum	Hele	
Hovedveier								
Bensin	7,891	1,054	8,945	78,358	516,994	69,056	586,050	5 134
Diesel	18,104	2,400	20,504	179,615	334,425	44,335	378,760	3 318
Sum	25,995	3,454	29,449	257,973	851,419	113,391	964,810	8 452
% diesel	69,6	69,5	69,6		39,3	39,1	39,3	
Småveier								
Bensin	2,821	0,251	3,072	26,911	172,224	15,355	187,579	1 643
Diesel	4,454	0,394	4,848	42,468	81,288	7,190	88,478	775
Sum	7,275	0,645	7,920	69,379	253,512	22,545	276,057	2 418
% diesel	61,2	61,0	61,2		32,1	31,9	32,1	
Samlet								
Bensin	10,712	1,305	12,017	105,269	689,218	84,411	773,629	6 777
Diesel	22,558	2,794	25,352	222,084	415,713	51,525	467,238	4 093
Sum	33,269	4,100	37,369	327,352	1104,931	135,936	1240,867	10 870
% diesel	67,8	68,2	67,8		37,6	37,9	37,7	

MAP OF : SO2 sum UNIT: kg/h SOURCE: TP10
 PERIOD : 1990 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2007/11/08 15.21 FILE: UTSL-TRAF-90-SUM.PRN

MAXIMUM VALUE IS 7.3821E-01, IN (12,10)
 SUM= 3.73688E+01 SCALE FACTOR: 1.0E-04

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	.	.	.	3.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.1127.	.
J=17	.	.	.	.	89.	124.	32.	.	.	.	18.	399.	472.	.	.	.	.	.	.	.2208.	580.	.
J=16	.	.	.	.	535.	220.	426.	172.	.	563.	1067.	1581.	1177.	.	.	.	.	.2225.	2501.	1418.	1637.	283.
J=15	.	.	59.	815.	1876.	555.	856.	1312.	921.	2756.	3151.	3050.	2336.	933.	681.	40.	2234.	3471.	3172.	1484.	2389.	3055.
J=14	.	748.	1964.	459.	1289.	1763.	2319.	1886.	3275.	1600.	1367.	1667.	5415.	2754.	2445.	2555.	3663.	1633.	2723.	3259.	3188.	2477.
J=13	341.	567.	643.	603.	1008.	591.	2821.	2777.	2042.	3298.	3262.	3852.	4271.	4487.	1691.	2296.	2223.	4798.	1552.	151.	68.	2420.
J=12	1050.	365.	893.	1942.	2605.	2902.	1438.	1164.	2842.	3373.	3588.	2695.	3405.	2731.	6381.	3987.	3671.	453.	.	.	.	.1171.
J=11	1186.	1377.	794.	1378.	3359.	5629.	4439.	5426.	4496.	3573.	4271.	4820.	3298.	4370.	6761.	1412.	2109.	160.	.	.	.	.
J=10	1423.	586.	1792.	4442.	4751.	.	80.	612.	2241.	3819.	5528.	7382.	6994.	3143.	3776.	1611.	1655.	.	.	.	.	.
J= 9	2734.	4597.	2827.	37.	1102.	.	249.	355.	.	.	.	.1686.	903.	1844.	3453.	1257.	1480.	.	.	.	.	.
J= 8	387.	122.	.	143.	122.	.	.	.	.	.	.	.1268.	1692.	893.	2598.	870.	1297.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	106.	265.	.	.	.	.	.	.	.	.	195.	2187.	1296.	2670.	1673.	848.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	195.	1840.	1011.	981.	2102.	391.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	98.	109.	2784.	1142.	1828.	44.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	865.	1300.	1124.	1268.	155.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.1148.	789.	775.	170.	1420.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.1048.	256.	744.	212.	1512.	231.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	87.	1350.	199.	268.	26.	1089.	246.	154.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur D.8: SO_2 -utslipp fra biltrafikk på veinettet i Oslo-området 1990.
 Enhet g SO_2/h . Høyeste verdi er 0.738 kg/h i rute (12,11), sum
 37.369 kg/h.

Til **spredningsberegningene** er det tatt utgangspunkt i feltene med trafikkarbeid i 1979 og 1990, $TR_{79}(I, J)$ og $TR_{90}(I, J)$ (se Figur D.4 og D.5). Utslippet av komponent L (L=1 er SO_2 , L=2 er NO_x) i ruten med indekser (I, J) for året K beregnes etter:

For 1960-1979: $Utslipp(I, J, K) = Utsl(K) * TR_{79}(I, J)/TR_{79}$,
 for 1980-1990: $Utslipp(I, J, K) = Utsl(K) * TR_{90}(I, J)/TR_{90}$,
 for 1991-2000: $Utslipp(I, J, K) = Utsl(K) * TR_{90}(I, J)/TR_{90} * MASK(I, J)$,

der

$Utsl(K)$ er utslippet av SO_2 og NO_x for år K, i de to høyre kolonnene i Tabell D.2,

$MASK(I, J)$ er justeringsfeltet som ble benyttet ved oppdaterte utslippsberegninger for 1995 (Gram, 1999).

```

MAP OF : NOx sum          UNIT: kg/h          SOURCE: TP10
PERIOD : 1990            PLACE: OSLO          GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2007/11/08 15.21 FILE: UTSL-TRAF-90-SUM.PRN

      MAXIMUM VALUE IS 2.1667E+01, IN (12,10)
      SUM= 1.25718E+03  SCALE FACTOR: .01

```

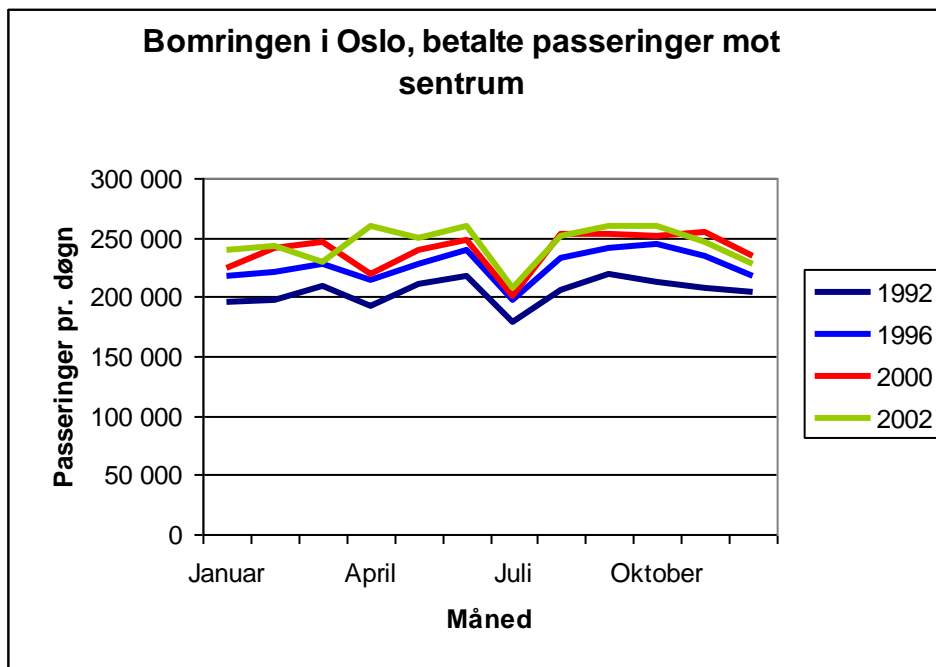
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	.	.	.	.	.	.	1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	316.
J=17	.	.	.	.	33.	46.	12.	.	.	.	7.	142.	164.	.	.	.	.	.	.	.	755.	198.
J=16	.	.	.	.	195.	75.	151.	56.	.	205.	381.	539.	403.	.	.	.	.	788.	821.	509.	577.	104.
J=15	.	.	22.	199.	554.	205.	315.	462.	312.	925.	1109.	1124.	816.	354.	233.	9.	792.	1152.	1093.	559.	866.	1048.
J=14	.	183.	494.	143.	438.	528.	755.	661.	1114.	527.	457.	525.	1816.	1092.	887.	877.	1172.	524.	1021.	1137.	1143.	840.
J=13	86.	142.	188.	170.	353.	217.	956.	862.	584.	983.	954.	1178.	1493.	1660.	565.	747.	882.	1901.	701.	56.	21.	699.
J=12	257.	120.	237.	528.	825.	1014.	435.	367.	831.	1079.	1154.	848.	1062.	863.	1945.	1539.	1633.	162.	.	.	.	276.
J=11	315.	347.	217.	368.	1153.	2059.	1673.	1633.	1490.	1113.	1411.	1568.	1023.	1335.	2085.	543.	724.	59.	.	.	.	.
J=10	362.	174.	692.	2111.	1806.	.	29.	200.	716.	1060.	1862.	2167.	1830.	1004.	1293.	534.	548.	.	.	.	.	.
J= 9	832.	1814.	1385.	14.	355.	.	92.	131.	.	.	540.	303.	675.	1290.	404.	562.	.	.	.	.	.	.
J= 8	126.	45.	.	53.	45.	.	.	.	.	.	397.	557.	310.	897.	305.	457.	.	.	.	.	.	.
J= 7	.	.	39.	98.	.	.	.	.	.	.	72.	691.	433.	929.	556.	300.	.	.	.	.	.	.
J= 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	72.	592.	336.	347.	763.	146.	.	.	.	.	.	.
J= 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36.	39.	926.	385.	779.	16.	.	.	.	.	.	.
J= 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	265.	429.	364.	561.	57.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	356.	240.	235.	44.	513.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	389.	78.	257.	73.	524.	82.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25.	381.	52.	83.	10.	380.	85.	50.	.	.	.

Figur D.9: *NOx-utslipp fra biltrafikk på veinettet i Oslo-området 1990. Enhet 10 g NO₂/h. Høyeste verdi er 21.667 kg/h i rute (12,11), sum 1257,178 kg/h.*

Årsvariasjon

Magne Aldrin ved Norsk Regnesentral har analysert trafikktegninger i Oslo for å finne mønstre i trafikkvariasjonen, bl.a. over år, uke og døgn (Aldrin, 1995), og i et PROSAM-prosjekt har han sett på tellinger ulike steder i Norge (Aldrin og Haug, 2000). Normalvariasjonen over et år for en storby viser viser en trafikk noe under (ca. 90 %) årsmidlet i januar-februar og november og maksima (ca. 110-115 %) omkring St. Hans og medio august. For veier i "småby og land" ligger trafikken på ca. 80 % av årsmidlet vinter-vår-høst, og en topp på opptil 140 % i sommersesongen. Ved beregning av årsdøgntrafikk på grunnlag av korttidstallinger benytter en seg ofte av slike analyser av trafikkvariasjonsmønstre. De trafikkdataene som beregnes ved trafikkmodelleringen er imidlertid midlere årsdøgntrafikk, ÅDT. Spredningsforholdene kan variere fra sesong til sesong, men siden vi ikke har data for stabilitetsforholdene, kan vi bare forholde oss til middel-forhold. I NILUs nye beregningsmodell AIRQUIS benyttes Aldrins trafikkvariasjonskurver til å beregne timetrafikken på de enkelte veilekene i Oslo-området.

Figur D.10 viser midlere trafikktall fra kontrollstasjonsringen (bomringen) i Oslo for årene 1996-99 (PROSAM, 2000). I ringen telles bare trafikk inn mot byen, og det er ikke alle kjøretøyer som må betale og dermed blir registrert. Figuren viser allikevel at det har vært en viss trafikkøkning, og at det er variasjoner over året, med en viss nedgang i fellesferien.



Figur D.10: Trafikk gjennom bomringen 1996-99 Kilde: PROSAM, 2000.

D.2. Utslipp fra skipstrafikk

Trafikktall

Oslo har alltid vært en av Norges viktigste havnebyer. Flere passasjerruter, både lokale ruter, tidligere kystruter og utenriksruter starter i Oslo, og betydelige mengder med gods har vært og blir fortsatt transportert over Oslo havn. På 1950- og 60-tallet var det en rekke faste godsruiter fra Oslo til havner i Europa med opptil 20 avganger pr. uke, men på slutten av 60-tallet dabbet denne trafikken av og ble gradvis erstattet av andre transportmidler, i første rekke lastebiler. Tilsvarende var det en rekke godsruiter fra Oslo til havner langs kysten, med 120 avganger pr. uke på det høyeste. Noen av disse rutene hadde også med passasjerer, og det gikk godsroute til Kirkenes tre ganger i uken så sent som i 1981. Utover på 80-tallet ble det så godt som slutt også med denne trafikken. Samfunnet fikk stadig dårligere tid. Stavangerfjord var den siste Amerikabåten, den sluttet i 1964, mens Fred Olsen-skipene Braemar og Blenheim sluttet med Englands-trafikken på begynnelsen av 1970-tallet. Mens den tradisjonelle godstrafikken har blitt redusert har det blitt fler og fler containerskip, som har resultert i kortere landligge. I løpet av perioden har det også skjedd en stor utvikling m.h.t. bil/passasjerfergene til utlandet, i første rekke til Danmark og til Kiel. Bilfergene som ble bygget i perioden 1950-70 var i middel på 4 624 Brt, i årene 1971-85 på 12 631 Brt og i 1986-95 på 26 695 Brt. Siste tilskudd til fergeflåten er Color Fantasy på 74 500 bruttotonn!

Først litt definisjoner om tonnasje:

Brutto registertonn (BRT) er volumet av skipets totale innbygde rom (skrog og overbygg) minus enkelte "fratrekksrom", og har således ingen ting med vekt å gjøre. **Netto registertonn** (NRT) er lasterommenes volum. Et registertonn er volummessig 100 engelske kubikkfot = 2.83 m³.

Bruttotonnasje (BT) beregnes på grunnlag av skipets totale innelukkede volum V i m³: $BT = [0.2 + 0.02 * \log(V)] * V$

Bruttotonnasjen benyttes blant annet som grunnlag for beregning av mannskapsstørrelse og endel skatter og avgifter.

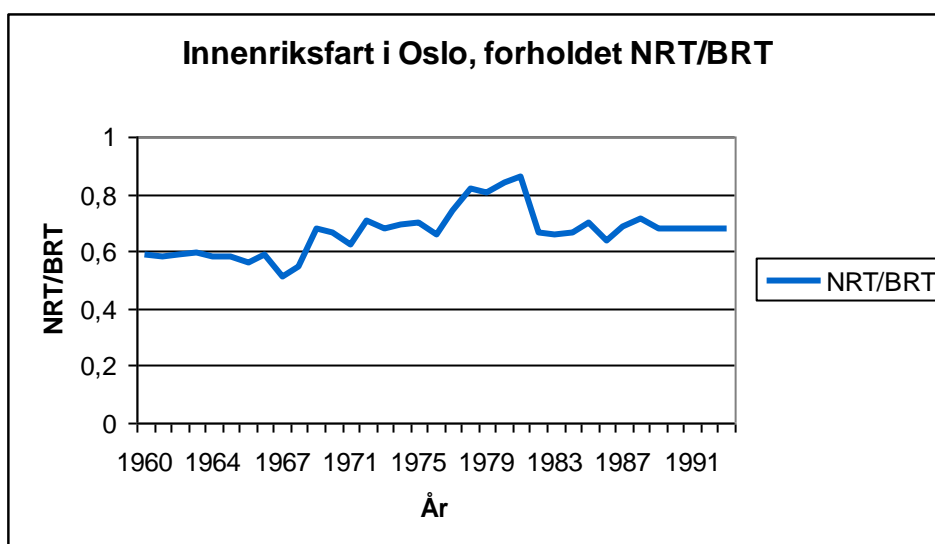
Nettotonnasjen (NT) er et uttrykk for skipets inntjeningssevne ("nyttekapasitet") og beregnes etter en mer komplisert formel ut fra bl.a. skipets lasteromsvolum, antall passasjerplasser etc.

Til slutt har vi **dødvekt** (dwt) som angis i tonn, og er skipets maksimale lasteevne. Den består av to deler, vekten av "tomt" skip med skrog, maskineri og utrustning og vekten av last, drivstoff (bunkers), ferskvann, smøreolje, proviant og mennesker (inkl. bagasje). Trekker man vekten av forråd (bunkers, ferskvann, smøreolje og proviant) og mannskap fra dødvekten får man **payload**, den delen av dødvekten som kan brukes til betalende last og som er et uttrykk for skipets evne til å tjene penger. Metodene for å beregne bruttotonn og brutto registertonn er forskjellige, slik at forholdet mellom skipets størrelse i de to tonnasjeenhetene vil være avhengig av skipstypen.

Som ellers i denne rapporten har det ikke vært enkelt å fremskaffe gode dataserier for skipstrafikken i Oslo. Trafikktall er i hovedsak basert på ulike data fra Oslo Havnevesens årsberetninger eller fra Oslo-statistikken. Bakgrunnsdata for en del av rutetrafikken er hentet fra Rutebok for Norge for årene 1960-1990. I tillegg er det benyttet opplysninger fra rederiet Fred Olsen & Co i forbindelse med NILUs utslippsoversikt fra 1979, Ecotraffics beregninger av utslipp til luft fra skip i Oslo

(Hansen, 1996 og 1999) og fra E-post fra Bjørn Pedersen i Wilh. Wilhelmsen om skip i havn i 1960- og 70-årene. Pedersen forteller at bruken av kull og koks for skipene var et særstykke allerede i 50-årene. Oppholdstiden ved kai var 2-3 dager.

I årenes løp har Oslo Havnevesens rapporteringsformer gjennomgått store endringer, og for å få enhetlige tidsserier uten hull og brudd har det vært nødvendig å gjøre en del antagelser, basert på forholdstall eller på tall fra årene før og etter. Noe har vært rapportert som bruttotonnasje og noe som nettotonnasje. Der bruttotonnasjen har manglet er den søkt regnet om fra nettotonnasjen. Forholdet netto/brutto varierer noe med skipstypen, men for perioden 1960-1988 var forholdet for utenrikstrafikken på 0,535. For innenrikstrafikken lå forholdet i perioden 1966-1989 mellom 0,6 og 0,7, men i årene 1977-80 var det helt oppe på 0,842. Figur D.11 viser dette. Hva dette skyldes, har det ikke vært mulig å finne ut av. Svært mange tall har manglet, og det har vært diskontinuiteter i tidsrekkene så det har vært nødvendig å gjøre mange forenklinger. På denne måten har vi gradvis fylt opp en trafikkmatrise for Oslo havn 1960-2000 som vist i Tabell D.6. For 1967 er det angitt trafikk tall etter både "gammel" og "ny" registreringsmåte (ett anløp pr. dag for lokaltrafikken). Fra 1989 foreligger det ikke tall for nettotonnasjen for utenrikstrafikken.



Figur D.11: Forholdet NRT/BRT for innenriksfarten i Oslo.

Ferger (først og fremst Nesoddbåtene) og andre rutebåter utgjør de aller fleste anløp i innenriks rutefart (i tillegg kommer et lite antall godsruiter). Antallet anløp av skip i innenriksfart er redusert de senere årene fra vel 9 000 i 1967 til ca. 2 700 i 2000. Imidlertid har størrelsen på de gjenværende økt. Figur D.14 og D.15 viser noe av utviklingen her. For innenrikstrafikken har ikke omlegningen til ny registrering av tonnasje gitt store utslag, men vi har ikke funnet tall for dette fordelt på skipstyper. I 5-årsperiodene 1989-93 og 1994-98 økte summen av bruttotonnasjen fra 11 849 BRT til 15 619 BT (31,8 %), mens antallet anløp gikk ned fra 17 962 til 13 937 (-22,4 %). På 1960-tallet gikk det hver dag skip fra Oslo til forskjellige havner i Oslofjorden og nedover langs Sørlandskysten, tilsammen 60-80 avganger i uken. Flere av disse førte også passasjerer.

Tabell D.6: Trafikktall for Oslo havn 1960-2000.

	INNENRIKS			UTENRIKS			SAMLET		
	Antall	Tonnasje		Antall	Tonnasje		Antall	Tonnasje	
	anløp	Brutto	Netto	anløp	Brutto	Netto	anløp	Brutto	Netto
1960	22 579	4 579	2 685	3 631	8 336	4 540	26 210	12 915	7 225
1961	23 608	5 084	2 962	3 909	9 486	5 088	27 517	14 570	8 050
1962	22 975	4 937	2 895	4 083	10 425	5 521	27 058	15 362	8 416
1963	23 958	5 038	2 990	4 060	10 505	5 574	28 018	15 543	8 564
1964	27 382	5 494	3 205	4 228	11 063	5 892	31 610	16 557	9 097
1965	25 901	5 622	3 262	4 540	11 660	6 053	30 441	17 282	9 315
1966	23 802	5 725	3 220	4 478	12 165	6 308	28 280	17 890	9 528
1967	23 550	5 592	3 274	4 391	12 708	6 593	27 941	18 300	9 867
1967	9 127	3 652	1 875	4 295	12 158	6 468	13 422	15 810	8 343
1968	8 628	3 196	1 742	4 413	12 203	6 361	13 041	15 399	8 103
1969	8 610	2 722	1 848	4 642	13 571	6 918	13 252	16 293	8 766
1970	7 088	2 456	1 634	4 428	13 077	6 750	11 516	15 533	8 384
1971	7 505	3 042	1 891	4 456	13 763	7 044	11 961	16 805	8 832
1972	6 752	2 370	1 673	4 528	15 483	7 817	11 280	17 683	9 485
1973	6 345	2 285	1 549	4 253	15 450	7 927	10 598	17 736	9 476
1974	6 133	2 349	1 624	3 836	13 012	6 757	9 969	15 361	8 381
1975	5 690	2 346	1 636	3 501	12 376	6 459	9 191	14 722	8 095
1976	5 252	2 587	1 693	3 376	12 996	6 892	8 628	15 583	8 585
1977	5 067	2 350	1 750	3 111	13 449	6 980	8 178	15 799	8 730
1978	4 848	2 247	1 836	3 206	13 005	7 019	8 054	15 252	8 855
1979	4 810	2 283	1 840	2 973	13 752	7 471	7 783	16 035	9 311
1980	4 685	2 078	1 749	3 176	13 805	7 939	7 861	15 883	9 688
1981	4 373	1 790	1 545	2 808	16 134	8 774	7 181	17 924	10 319
1982	4 237	2 343	1 564	2 690	15 807	8 534	6 927	18 150	10 098
1983	4 127	2 279	1 500	2 678	15 736	8 804	6 805	18 015	10 304
1984	3 904	2 295	1 528	2 656	19 064	11 201	6 560	21 359	12 729
1985	3 927	2 379	1 670	2 756	18 824	9 894	6 683	21 203	11 564
1986	3 876	2 343	1 495	3 117	20 591	11 273	6 993	22 934	12 768
1987	4 111	2 427	1 659	2 958	21 517	11 737	7 069	23 944	13 396
1988	3 941	2 405	1 716	2 997	23 366	13 009	6 938	25 771	14 725
1989	4 018	2 295	1 550	2 836	19 064		6 579	26 216	
1990	3 159	2 379	1 607	2 761	18 824		5 920	28 929	
1991	3 210	2 343	1 583	2 822	20 591		5 479	30 090	
1992	2 466	2 427	1 639	2 883	21 517		5 349	32 593	
1993	3 545	2 405	1 625	3 030	23 366		6 050	35 730	
1994	2 926	2 834	1 564	3 178	52 655		6 104	55 489	
1995	2 652	2 975	1 641	3 202	55 862		5 854	58 837	
1996	2 963	3 215	1 774	3 341	59 781		6 304	62 966	
1997	2 819	3 189	1 760	3 315	59 239		6 134	62 428	
1998	2 845	3 150	1 738	3 258	60 019		6 103	63 169	
1999	2 448	2 913	1 607	3 340	59 181		5 788	62 094	
2000	2 677	2 833	1 563	3 131	57 584		5 808	60 417	

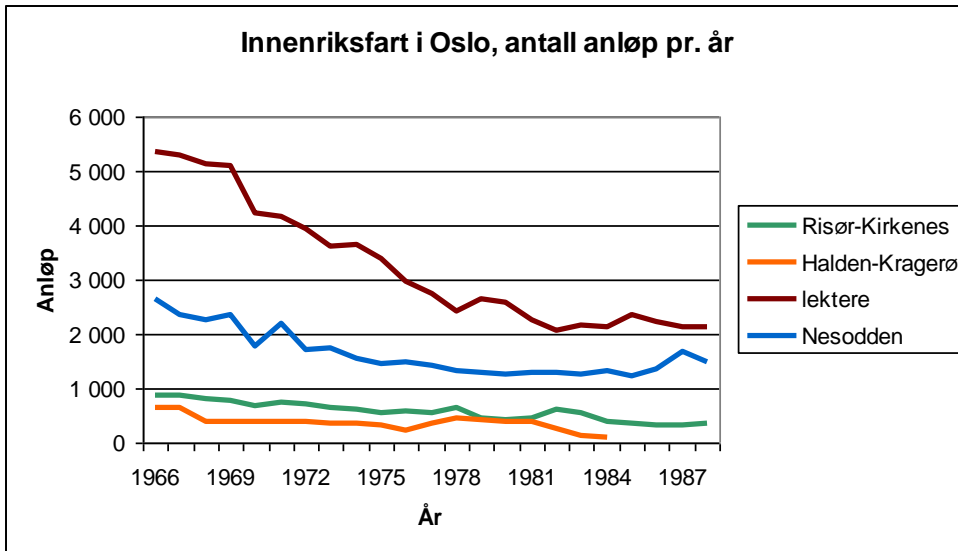
Tabell D.7 viser fordelingen av anløp ved kaiene i Oslo i 1960. Mange av kaiene har forsvunnet eller er bygget sammen med andre, mens andre er fortsatt i full aktivitet idag. Lokaltrafikken i Pipervika sto for flest anløp, utenlandstrafikken var konsentrert om kaiene ved Akerhus og Filipstad.

Tabell D.7: Anløpstall for kaiene i Oslo 1960.

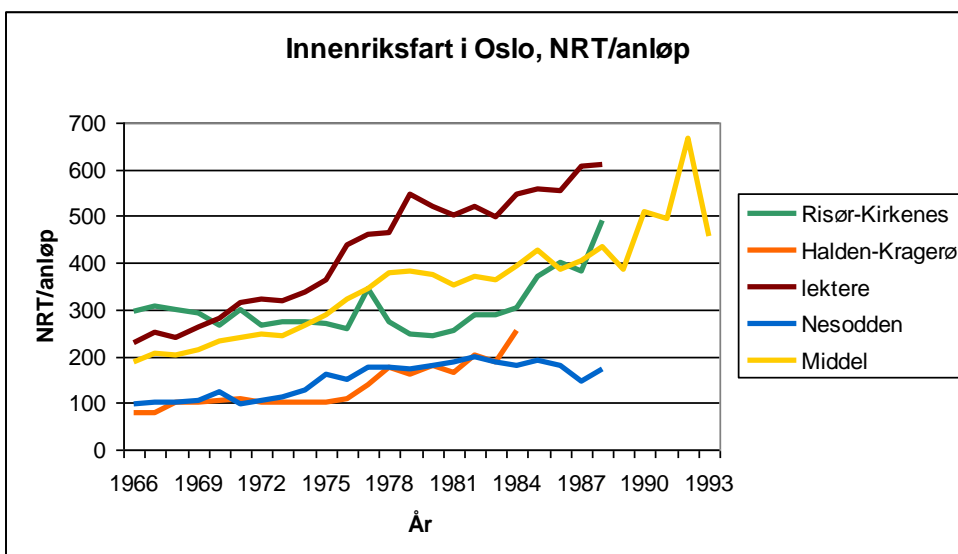
Kaias navn	Anløp	Netto- tonnasje 1000 tonn	Varemengde losset i 1960		
			Utland 1000 tonn	Innland 1000 tonn	I alt 1000 tonn
Sjursøya	3395	579,4	57,3	907,4	964,7
Grønli	897	391,5	113,5	65,2	178,7
Lohavna	132	12,3	5,7		5,7
Sørenga	791	76,1	55,5	64,5	120,0
Bispekaia	753	74,3	0,2	123,4	123,6
Paulsenkaia	602	43,7	1,8	38,5	40,3
Akerselva	328	11,2	0,4	10,8	11,2
Sprengstofftrafikken	175	6,1		3,5	3,5
Krankaia	153	27,4	14,1	3,1	17,2
Bekkelagskaia	10	1,3	0,4	3,2	3,6
Langkaia	239	95,3	75,2	0,3	75,5
Revierkaia	355	42,9	25,3	10,5	35,8
Festningskaia	190	77,8	5,8	14,0	19,8
Utstikker I	184	396,1	40,9	4,0	44,9
Utstikker II	660	813,8	95,0	2,6	97,6
Utstikker III	122	98,3	127,4	1,2	128,6
Vippetangkaia m. fiskehavn	253	378,1	127,7	2,8	130,5
Søndre Akershus kai	218	36,0		28,4	28,4
Akershus utstikker	320	73,0		18,3	18,3
Nordre Akershus kai	550	39,0		30,1	30,1
Pipervika m. utst. A-B-C-D	12851	1284,7	0,1	3,9	4,0
Herav lokaltrafikken	10646	1199,2			
Reke- og slepebåter	1767	7,2			
Tingvallkaia	72	25,5		8,8	8,8
Tjuvholmstikkeren	553	409,6	198,5	3,2	201,7
Filipstadkaia	677	1338,7	193,1	27,6	220,7
Brannskjærutstikkeren	1223	456,4	28,8	691,2	720,0
Skarpsno-Hjortnæs	66	124,0	4,3	0,2	4,5
Til sammen	25769	6912,5	1171,0	2066,7	3237,7
Havna	441	314,6	19,9	30,2	50,1
Ialt 1960	26210	7227,1	1196,9	2096,9	3287,8

For utenrikstrafikken har antallet anløp holdt seg mellom 2 600 og 4 600 anløp pr. år, med en topp i 1969 og en bunn i 1983. De største endringene har skjedd med tankskip og bil/passasjerferger. Fra årene før 1973 har vi bare totaltall. I 1973 var det 20 anløp med tankskip, dette økte til 124 i 1993, mens tonnasjen sank fra 7 000 NRT/anløp til vel 2 000 NRT/anløp. Figur D.13 og D.14 viser tilsvarende tall for utenrikstrafikken.

Omlegningen til ny registrering har gitt størst utslag for de store cruiseskipene og bil/passasjerfergene. I 5-årsperiodene 1989-93 og 1994-98 økte summen av bruttotonnasjen fra 121 591 BRT til 287 556 BT (altså en faktor på 2,36), mens antallet anløp økte fra 14 332 til 16 294 (13 % økning).



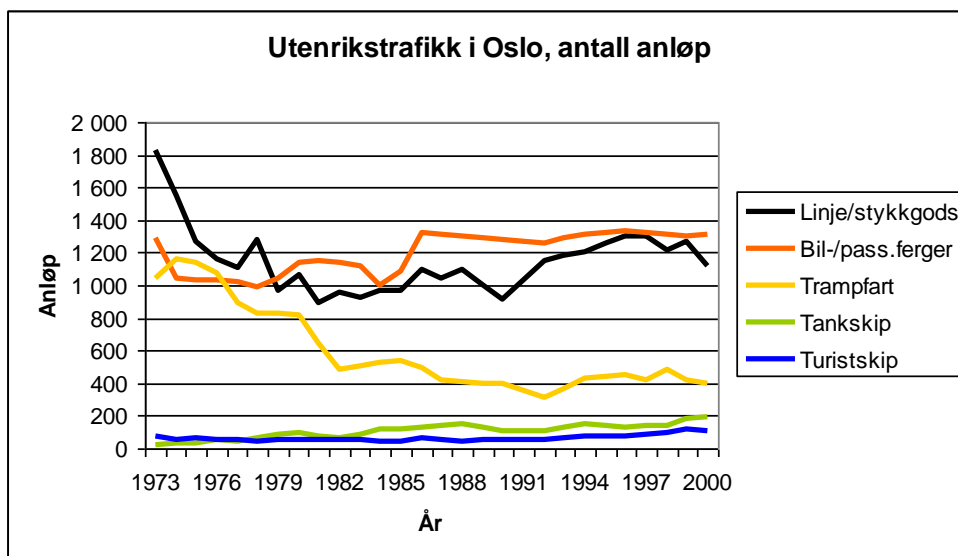
Figur D.11: Antall anløp i innenriksfart i Oslo 1966-1988. Nesoddbåtene er regnet med 1 anløp pr. dag.



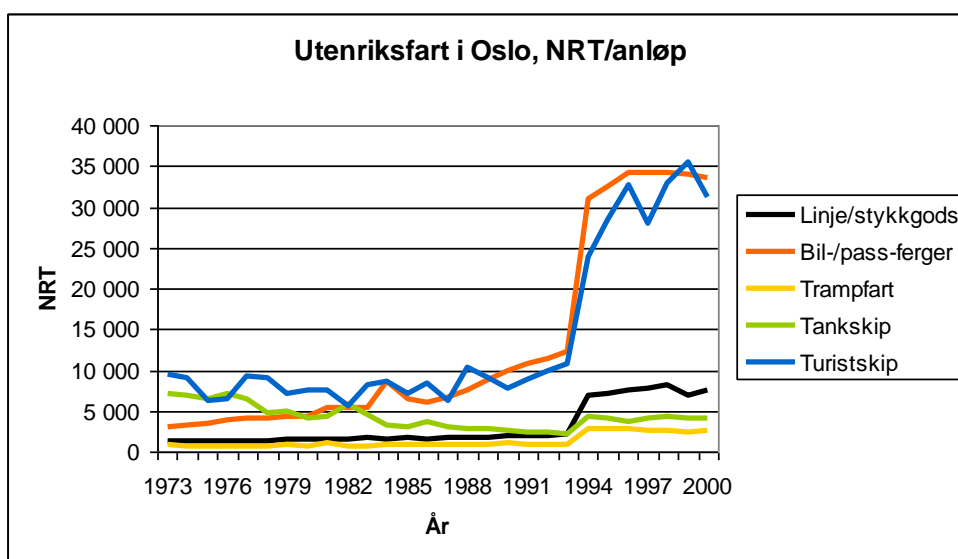
Figur D.12: Størrelsen på skip i innenriksfart i Oslo 1966-1994. Nesoddbåtene er regnet med 1 anløp pr. dag.

Det er to vesentlige diskontinuiteter i dataseriene. Fra 1967 er nærtrafikken (Nesodd-båtene og andre) medtatt med 1 anløp pr. fartøy pr. dag, og samtidig ble det slutt med å rapportere fiske-, reke- og slepebåter. Dette har gitt en vesentlig nedgang i tallene for innenrikstrafikken (fra 23 550 anløp i 1967 til 8 628 anløp i 1968). For 1960 - 1967 er det rapportert tall etter begge registreringsmåtene som vist i Tabell D.8. Det er tydelig at omleggingen ikke bare gjelder Nesoddbåtene.

Siden tallene før 1967 er mindre detaljerte har vi valgt å korrigere tallene for nærtrafikken til 1 anløp pr. dag og beregne utslippene etter dette.



Figur D.13: Antall anløp i utenriksfart i Oslo 1960-2000.



Figur D.14: Størrelsen på skip i utenriksfart i Oslo 1973-2000.

Fra 18 juli 1994 gjelder skipsmålingskonvensjonen av 1969, som innebærer en overgang fra brutto og netto registertonn (brt/nrt) til bruttotonn og nettotonn (BT/NT) (20 mill. BRT i 1993 til 31,3 mill. BT i 1994). Omregning fra brutto og netto registertonn (brt/nrt) til bruttotonn og nettotonn (BT/NT) er vanskelig å gjøre summarisk da den nye målekonvensjonen slo ulikt ut for ulike skipstyper. Magne Løvhaug, Oslo Havnevesen har sammenholdt "gamle" og "nye" tonnasetall for faktiske anløp i Oslo 1. halvår 1993 som vist i Tabell D.9. Disse er brukt til beregningen av forbruk og utslipp senere.

Tabell D.8: Innenriks trafikk ved Oslo havn før og etter omleggingen av telling av anløp i 1967.

År	Alle anløp					Nærtrafikken med 1 anløp /dag				
	Antall	BRT	NRT	NRT/	NRT/	Antall	BRT	NRT	NRT/	NRT/
	anløp	1000 t	1000 t	anløp	BRT	anløp	1000 t	1000 t	anløp	BRT
1960	22 579	4 579	2 635	116	0.575	14 274	2 697	1 903	133	0.706
1961	23 608	5 084	2 962	125	0.583	14 110	2 924	1 806	128	0.618
1962	22 975	4 937	2 897	126	0.587	13 997	2 863	1 792	128	0.626
1963	23 957	5 038	2 990	124	0.593	13 724	2 803	1 797	131	0.641
1964	27 382	5 494	3 205	117	0.583	14 472	3 022	1 903	131	0.630
1965	25 901	5 622	3 262	125	0.580	13 083	2 920	1 917	147	0.657
1966	23 802	5 725	3 220	135	0.562	11 608	2 972	1 840	159	0.619
1967	23 550	5 592	3 274	139	0.585	11 610	2 881	1 932	166	0.671
Sum	193 754	42 071	24 445	126	0.581	106 878	23 082	14 890	139	0.645

Tabell D.9: Overgangsfaktorer fra BRT til BT (etter Løvhaug, 1994).

Kode	Skipstype	Faktor
11	lasteskip, stykkgoods, kystfart	2.63
11	lasteskip, stykkgoods, utenriks	2.09
12	lasteskip ro/ro	2.09
13	kombinert bulk/stykkgoods	1.16
14	bulkskip	1.16
16	containerskip lo/lo	2.25
17	tankskip	1.01
21	turistskip	1.01
22	bil- og passasjerferger	1.20

Ved å se på midlere tonnasje for utenrikstrafikken for 5-årsperiodene 1989-1993 og 1994-1998 får en forholdstall som vist i Tabell D.10. For innenrikstrafikken har vi ikke tall splittet på skipstype, men forholdet mellom bruttotonnasjen etter og før omleggingen er på 1,297, mens forholdet for nettotonnasjen er på 1,059. I perioden 1990-1994 ble det satt inn 5 nye ferger på ca. 33 000 BRT, og en tilsvarende økning har skjedd for turistskipene.

Tabell D.10: Forholdet mellom nettotonnasje pr. anløp for utenrikstrafikken i Oslo 1989-1993 og 1994-1998.

Skipstype	NRT/anløp	NT/anløp	Forhold
	1989-1993	1994-1998	
Linje/stykkgoods	1 942	7 407	4,583
Bil/passasjerferger	10 636	33 179	3,120
Trampfart	939	2 756	2,935
Tankskip	277	566	2,046
Turistskip	9 217	29 159	3,164
Sum	4 081	9 733	2,385

Forbruk

Norsk Petroleumsinstituttets salgsstatistikk omfatter også salg av ulike typer marine drivstoffer, men det er bare en liten del av dette som har vært forbrukt i selve Oslo. Salgsstatistikken har videre vist store variasjoner fra år til år, noe som bl.a. kan tilskrives forskjellig prispolitikk i ulike land. Et rederi kan kjøpe olje billigst ett år i Norge, mens det året etter kan få gunstigere kontrakter i f.eks. Danmark.

Utslippsberegningene er delvis basert på prinsippene i SSBs beregningsprosedyrer for beregning av utslipp til luft fra sjøfart (Flugsrud og Rypdal, 1996; Haakonsen, 2000; Tornsjø, 2001), men mens SSB benytter "top-down"-metoden der en tar utgangspunkt i forbrukstall som fordeles på brukerkategorier har vi her benyttet "bottom-up"-metoden der vi har tatt utgangspunkt i aktivitetsdata (trafikk tall) og spesifikke forbruksfaktorer (kg/BT. time) og summert opp til utslippstall. SSBs beregninger fra 1990-årene og utover er basert på havnevesenets logg som inneholder data for alle anløp i havnedistriktene. Slike data har ikke vært tilgjengelig for oss, i beste fall bare for noen få år.

I utslippsrapporten for 1979 ble det skrevet (Gram, 1982):

"Trafikken på Oslo havn er ganske jevnt fordelt over hele året, med en liten topp på ettersommeren. I 1979 hadde en i middel ca. 650 anløp i måneden, fordelt på ca. 400 i innriks og ca. 250 i utenriks fart². I gjennomsnitt kan en regne med at det ligger 21 båter ved kai i Oslo, med et forbruk på 1.5 tonn dieselolje pr. døgn. Hver båt kommer til kai og forlater kaien i løpet av ca. 40 minutter, og benytter da hovedmotoren som drives med tungolje. Gjennomsnittsbåten bruker ca. 20 tonn tungolje/døgn. Noe av dette kan være registrert som fyringsolje i Salgsstatistikken.

Dette gir et samlet forbruk i havneområdet på:

$$\begin{aligned} \text{Diesel:} & \quad (21 \times 1,5)/(24 \times 0,8) \text{ m}^3/\text{time} & = 1,64 \text{ m}^3 \text{ diesel/time} \\ \text{Tungolje:} & \quad [21 \times 20 \times (40/60 \times 24)]/(24 \times 0,9) \text{ m}^3/\text{time} & = 0,54 \text{ m}^3 \text{ olje/time,} \end{aligned}$$

som gir et utslipp på 36,4 kg SO₂ og 10,7 kg NO_x pr. time. Dette forbruket fordeles jevnt over km²-rutene (9,10), (10,10), (11,10), (12,10), (12,9) og (12,8), og regnes å være det samme sommer som vinter."

Ved senere beregninger for 1985 ble det brukt de samme totaltallene, men med en litt annen fordeling som vist i Tabell D.11:

Tabell D.11: Havneutslipp i Oslo 1985. Enhet: kg/h og tonn/år.

	SO ₂	SO ₂	NO _x	NO _x
rute	kg/h	t/år	kg/h	t/år
9,10	6.9	60.4	2.0	17.5
10,10	3.5	30.7	1.1	9.6
11,10	3.5	30.7	1.1	9.6
11,9	12.1	106.0	3.5	30.5
11,8	10.4	91.1	3.0	26.3
sum	36.4	318.9	10.7	93.7

² Dette tilsvarer ca. 4800 innenriks og 3000 utenriks, mens trafikk tallene for 1979 er på hhv 4810 og 2973 skip.

Havneutslippet består av to deler, utslipp ved seiling inn/ut av havnen og utslipp ved kai.

Utslippsberegningene er basert på prinsippene i Ecotraffics utslippsberegninger for 1998 (Hansen, 1999), men vi har ikke fått anledning til å gå i detalj m.h.t. deres beregninger. Tabell D.12 viser en del tall fra utslippsberegningene. Ecotraffics rapport sier ikke noe om hvor mange anløp tallene i tabellen representerer. Tallene i Tabell D.11 avviker noe fra tallene i tabell 4.1 og 4.3 i Ecotraffics rapport, vesentlig p.g.a. at vi har korrigert for et åpenbart feil drivstoff-forbruk for Nesoddbåtene (data fra AS Nesodden - Bundefjord Dampskips-selskap) og for cruisebåtene. Det største utslippet er fra passasjerfergene, dernest kommer Nesoddbåtene, turistskip og lasteskip. Container-skipene og tankskipene har kort opphold ved kai, mens turistskipene og passasjerfergene har stor aktivitet i land.

Tabell D.12: Drivstofforbruk og utslipp i Oslo havn 1998. Kilde: Hansen, 1999.

	Drivstoff-forbruk, l		Utslipp til luft, tonn		SO _x	NO _x	Drivstoff-forbruk ved kai %
	seiling	kai	SO _x	NO _x	%	%	
Lasteskip stykkgoods	169 311	125 455	3.18	11.11	2.69	2.93	42.6
Lasteskip RO/RO	435 754	346 198	13.31	40.45	11.27	10.67	44.3
Kombinert bulk/stykkgoods	13 811	14 470	0.31	0.95	0.26	0.25	51.2
Bulkskip	76 412	100 045	1.87	5.49	1.58	1.45	56.7
Containerskip LO/LO	125 452	5 179	2.43	8.26	2.06	2.18	4.0
Tankskip	117 097	7 652	2.35	7.95	1.99	2.10	6.1
Turistskip	198 976	645 229	15.74	46.61	13.32	12.30	76.4
Ferge passasjer og bil	872 384	2 807 079	57.95	178.90	49.05	47.20	76.3
Ferge lokaltrafikk *	1 394 200		17.68	66.30	14.97	17.49	
Cruise-charter **	167 000		2.12	7.61	1.79	2.01	
Andre **	136 396		1.19	5.40	1.01	1.42	
Sum/middel	3 706 793	4 051 307	118.13	379.03	100.00	100.00	63.5

* Korrigert etter oppgave fra Nesoddbåtene

** Korrigert på grunnlag av beregnet CO₂-utslipp

Ecotrafic har anslått spesifikt fuel- og dieselforbruk for forskjellige typer skip, målt i kg/BT-time (Hansen, 1996, 1999) som vist i Tabell D.13

Tabell D.13: Drivstofforbruk for ulike typer skip. Enhet: kg/BT-time. Kilde: Hansen, 1999.

BT	25-1000	1000-3000	3000-7000	7000-20000	20000-50000	>50000
Type						
Ferge passasjer og bil	0.11	0.11	0.09	0.06	0.03	
Ro/ro, container etc.			0.06	0.05	0.04	0.03
Ferger i lokaltrafikk	0.11					
Hurtigbåter	1.20					
Cruiseskip		0.12	0.12	0.11	0.07	0.03

Ved utslippsberegningene er Ecotraffics forbrukskoeffisienter korrigert endel for tidsutviklingen, både i skipsstørrelsen og oppholdstiden ved kai. Fra Oslo Havnevesens rapporter er det tatt ut statistikker fordelt på ulike typer fart (trades), og for disse er det beregnet midlere verdier for tonnasjen som så er brukt til å beregne forbruket og utslippet.

Ved å bruke Løvhaugs overgangsfaktorer fra BRT til BT og forholdet mellom NRT og BRT samt ved å justere grensene får vi Tabell D.14 med drivstofforbruk for ulike typer skip. Faktorene i Tabell D.14 for perioden 1973-1993 og Tabell D.13 for 1994-2000 er brukt sammen med trafikktall for innenriks- og utenrikstrafikken fordelt på trades til å gi tall for drivstofforbruket som vist i Tabell D.16. Ved å bruke forholdet mellom forbruket under seiling og i havn fra Tabell D.12 er drivstofforbruket i havn beregnet. For noen år manglet detaljerte data, her er det beregnet en lineær regressjon mellom forbruk/NRT og årstall for en tiårsperiode etter bruddet i dataserien, og dette er brukt til å ekstrapolere til de manglende årene.

Tabell D.14: *Drivstofforbruk for ulike typer skip. Enhet: kg/NRT-anløp.*
Kilde: Hansen, 1999.

kg/NRT-anløp	25- 200 NRT	200- 680 NRT	680- 1500 NRT	1500- 4500 NRT	4500- 11000 NRT	>11 000 NRT
Bil & passasjerferger i internasjonal trafikk		0.427	0.349	0.233	0.176	0.130
Ro/ro, container etc.		0.206	0.206	0.172	0.138	0.103
Lo/lo, container etc.		0.222	0.222	0.185	0.148	0.111
Lasteskip kysten		0.260	0.260	0.216	0.173	0.130
Ferger i lokaltrafikk	0.181					
Hurtigbåter	1.974					
Cruiseskip			0.197	0.181	0.138	0.059

Utslipp

Utslippsberegningene er basert på forbrukstall fra Tabell D.15 (egentlig fordelt på ulike typer fart) og utslippsfaktorer. For SO₂ er det i Tabell D.17 vist svovelinnholdet i ulike marine drivstoffer for hvert år, og det er brukt forskjellige drivstofftyper for forskjellig fart. Utslippsfaktoren for SO₂ (i kg SO₂ /tonn olje) er gitt ved 20 * svovelprosenten. I Oslo har ni av de større rederiene og fraktkjøperne inngått en frivillig avtale (fra 1997). om å benytte lavsvovlig bunkers (mindre enn 1 %) ved kai. Statistisk Sentralbyrå angir utslippsfaktorer for NO_x (Tornsjø, 2001) som vist i Tabell D.15:

Tabell D.15: *Utslippsfaktorer for NO_x fra skip. Enhet: kg/tonn drivstoff.*
Kilde: Tornsjø, 2001.

Skipstype	NO _x (kg/tonn)
Ferger	50
Lokalruter	70
Cruiseskip m.v.	75
Godsruter 100-500 t	65
Godsruter 500-3000 t	75

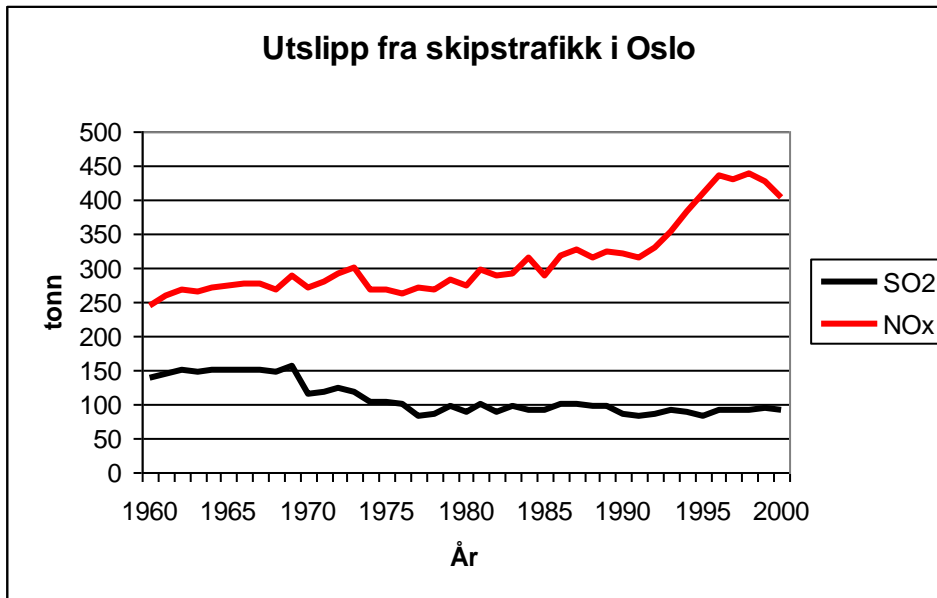
Tabell D.16: Drivstofforbruk for skipstrafikken i Oslo. Enhet: tonn/år.

	Innenriks	Utenriks fart	Utenriks havn	Sum
1960	1 543.06	660.92	1 822.46	4 026.44
1961	1 508.45	740.69	2 021.58	4 270.72
1962	1 473.84	803.73	2 170.97	4 448.54
1963	1 439.23	811.44	2 168.95	4 419.62
1964	1 404.62	857.74	2 268.52	4 530.88
1965	1 370.02	881.17	2 305.68	4 556.87
1966	1 331.23	918.29	2 376.94	4 626.47
1967	1 301.64	941.59	2 410.70	4 653.93
1968	1 236.26	926.01	2 344.73	4 507.00
1969	1 299.19	1 007.10	2 521.67	4 827.95
1970	1 169.71	982.64	2 432.74	4 585.10
1971	1 202.83	1 025.44	2 509.81	4 738.08
1972	1 068.41	1 137.97	2 753.17	4 959.56
1973	1 068.54	1 224.78	2 724.07	5 017.39
1974	1 094.93	1 056.42	2 331.45	4 482.80
1975	1 209.16	1 018.38	2 276.03	4 503.57
1976	1 197.08	999.43	2 249.30	4 445.80
1977	1 283.54	1 001.77	2 338.60	4 623.91
1978	1 262.60	1 004.79	2 299.82	4 567.21
1979	1 242.94	1 087.31	2 478.61	4 808.86
1980	1 226.50	1 051.66	2 388.40	4 666.55
1981	1 192.71	1 157.95	2 777.53	5 128.19
1982	1 240.44	1 103.96	2 663.59	5 007.99
1983	1 184.64	1 134.87	2 747.75	5 067.26
1984	1 184.42	1 251.89	3 092.03	5 528.34
1985	1 219.76	1 126.99	2 641.89	4 988.64
1986	1 220.25	1 272.05	3 035.77	5 528.07
1987	1 243.21	1 308.41	3 194.79	5 746.40
1988	1 302.79	1 228.46	2 928.93	5 460.18
1989	1 150.35	1 328.35	3 242.06	5 720.76
1990	1 192.46	1 284.39	3 156.52	5 633.37
1991	1 174.41	1 259.74	3 046.68	5 480.83
1992	1 216.52	1 332.02	3 229.24	5 777.77
1993	1 205.49	1 450.32	3 526.82	6 182.63
1994	1 420.52	1 562.35	3 483.93	6 466.80
1995	1 491.20	1 659.45	3 742.90	6 893.54
1996	1 611.50	1 762.25	4 012.86	7 386.60
1997	1 598.46	1 747.16	3 930.86	7 276.48
1998	1 578.92	1 809.39	4 085.50	7 473.81
1999	1 460.12	1 779.94	4 094.04	7 334.10
2000	1 420.02	1 671.01	3 788.13	6 879.16

Tabell D.17: Svovelprosent i marine drivstoffer.

Svovelprosent	Marine gassolje	Spesialdestillat	Tungolje LS	Tungolje NS
tetthet t/m ³	0.83	0.90	0.95	0.95
1960	0.50	2.20	1.00	2.40
1961	0.50	2.20	1.00	2.40
1962	0.50	2.20	1.00	2.40
1963	0.50	2.20	1.00	2.40
1964	0.50	2.20	1.00	2.30
1965	0.50	2.20	1.00	2.30
1966	0.50	2.20	1.00	2.30
1967	0.50	2.20	1.00	2.30
1968	0.50	2.20	1.00	2.30
1969	0.50	2.20	1.00	2.30
1970	0.45	1.20	1.00	2.35
1971	0.45	1.20	1.00	2.35
1972	0.45	1.20	1.00	2.35
1973	0.40	0.80	1.00	2.40
1974	0.40	0.80	1.00	2.40
1975	0.40	0.80	1.00	2.45
1976	0.40	0.80	1.00	2.45
1977	0.40	0.60	0.95	2.21
1978	0.35	0.65	0.97	2.30
1979	0.30	0.70	1.00	2.40
1980	0.33	0.75	0.95	2.30
1981	0.36	0.75	0.95	2.30
1982	0.32	0.50	0.95	2.30
1983	0.35	0.60	1.00	2.30
1984	0.22	0.50	0.85	2.25
1985	0.22	0.50	0.97	2.30
1986	0.22	0.50	0.97	2.20
1987	0.22	0.45	0.95	2.20
1988	0.20	0.45	0.95	2.20
1989	0.17	0.38	0.91	2.00
1990	0.16	0.30	0.85	1.97
1991	0.14	0.23	0.84	2.18
1992	0.13	0.22	0.82	2.13
1993	0.11	0.22	0.81	2.29
1994	0.07	0.21	0.71	2.24
1995	0.07	0.23	0.59	2.17
1996	0.06	0.19	0.63	2.33
1997	0.06	0.19	0.63	2.36
1998	0.09	0.21	0.62	2.14
1999	0.08	0.22	0.64	1.95
2000	0.09	0.23	0.72	1.55

Dette gir årlige utslippstall for SO_2 og NO_x i Oslo som vist i Tabell D.18 og i Figur D.15. Utslipet av SO_2 har holdt seg bemerkelsesverdig konstant, og den frivillige nedgangen i svovelinnholdet i de senere år er delvis "spist opp" av en økning i fergestørrelsen. Dette ser en også for NO_x , hvor større ferger får større drivstofforbruk og NO_x -utslipp, men hvor det ikke er så enkelt å sette inn tiltak for å redusere NO_x -utslippet.



Figur D.15: Utslipp av SO_2 og NO_x fra skipstrafikk i Oslo 1960-2000.
Enhet: tonn/år.

Disse beregningene er basert på en rekke forhold og antakelser. Ideelt sett skulle en ha registrert drivstofforbruk og motortype for alle skipene, men dette er det umulig å gjøre i ettertid. Vi har derfor søkt å beregne data for midlere driftsforhold som så er ganget med antall avganger ved utslippsberegningene. Skipene er fordelt i forskjellige typer fart og for disse er forbruket og utslippet beregnet, mens det her bare er vist totalresultatene. Der data har manglet, er det søkt å ekstrapolere fra andre år. Dette gjør at noen enkelttall kan ha blitt beregnet feil, men på den annen side har beregningene stemt med totaltallene for hvert år.

Tabell D.18: *Utslipp av SO₂ og NO_x fra skipstrafikk i Oslo 1960-2000.*
Enhet: tonn/år.

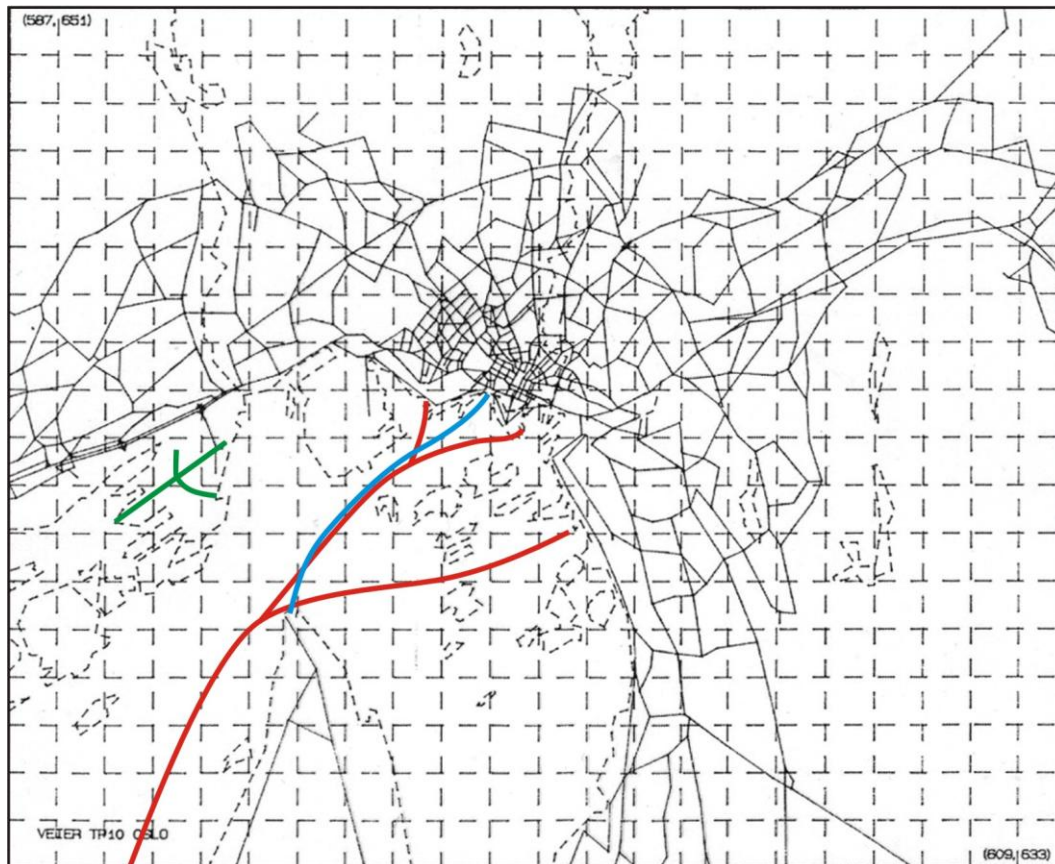
År	Innenriks	Utenriks		Sum	Innenriks	Utenriks		Sum
		havn	fart			havn	fart	
	SO ₂	SO ₂	SO ₂	SO ₂	NO _x	NO _x	NO _x	NO _x
1960	67,89	49,39	20,91	138,19	103,79	100,67	39,48	243,93
1961	66,37	54,78	23,43	144,58	101,46	111,67	44,24	257,37
1962	64,85	58,83	25,42	149,10	99,13	119,92	48,01	267,06
1963	63,33	58,78	25,67	147,77	96,80	119,81	48,47	265,08
1964	61,80	60,81	26,76	149,37	94,48	125,31	51,23	271,02
1965	60,28	61,80	27,49	149,57	92,15	127,36	52,63	272,14
1966	58,57	63,71	28,65	150,93	89,68	131,30	54,85	275,83
1967	57,27	64,62	29,38	151,26	87,41	133,16	56,24	276,82
1968	54,40	62,85	28,89	146,13	83,10	129,52	55,31	267,93
1969	57,16	67,59	31,42	156,17	87,44	139,29	60,16	286,89
1970	28,07	59,55	26,32	113,94	78,89	134,38	58,69	271,96
1971	28,87	61,43	27,46	117,77	80,78	138,64	61,25	280,67
1972	25,64	66,03	30,48	122,15	71,63	152,08	67,97	291,69
1973	17,10	67,97	32,23	117,30	71,93	152,54	74,32	298,79
1974	17,52	56,60	27,53	101,65	73,70	130,27	63,97	267,94
1975	19,35	55,30	27,03	101,68	81,83	126,11	61,03	268,96
1976	19,15	53,35	26,36	98,87	80,84	122,82	58,94	262,59
1977	15,40	44,43	23,97	83,80	86,71	126,68	58,36	271,75
1978	16,41	44,62	24,50	85,53	84,12	125,36	59,09	268,57
1979	17,40	49,57	28,65	95,62	84,08	134,54	63,61	282,23
1980	18,40	45,38	25,67	89,44	83,11	129,63	61,59	274,34
1981	17,89	52,77	27,87	98,53	81,02	148,51	66,20	295,72
1982	12,40	50,61	25,53	88,55	84,05	141,21	62,48	287,73
1983	14,22	54,96	27,40	96,57	80,26	145,71	64,23	290,20
1984	11,84	52,56	26,54	90,94	80,40	163,13	70,18	313,71
1985	12,20	51,25	27,03	90,48	82,54	142,06	65,07	289,68
1986	12,20	58,89	30,19	101,28	82,73	161,37	72,35	316,45
1987	11,19	60,70	29,25	101,14	84,24	168,78	73,63	326,65
1988	11,73	55,65	28,36	95,74	88,14	156,09	70,10	314,33
1989	8,74	59,01	28,26	96,01	77,90	171,75	74,99	324,65
1990	7,15	53,66	25,81	86,62	80,75	167,40	72,52	320,67
1991	5,40	51,18	25,66	82,25	79,53	162,46	71,80	313,79
1992	5,35	52,96	25,94	84,25	82,38	172,22	75,94	330,55
1993	5,30	57,13	28,88	91,32	81,64	187,82	82,50	351,96
1994	5,97	51,26	32,07	89,30	96,20	192,71	93,26	382,16
1995	6,86	46,58	30,25	83,68	100,98	207,68	99,19	407,85
1996	6,12	52,61	33,89	92,62	109,13	221,89	105,05	436,08
1997	6,07	51,37	33,15	90,60	108,25	217,29	104,28	429,82
1998	6,63	51,14	33,99	91,76	106,92	224,25	107,46	438,63
1999	6,42	53,84	34,12	94,38	98,88	223,15	104,50	426,53
2000	6,53	55,34	30,37	92,25	96,16	207,80	98,98	402,95

Utslippene fra skipstrafikken (og flytrafikken) er fordelt etter aktiviteten i rutene som vist i Tabell D.19 og Figur D.16. Utslippene fra innenrikstrafikken er dominert av Nesoddbåtene, havne-utslippene er fordelt på rutene med Filipstad, Vippetangen og Sjursøya, mens utslippene i fart er fordelt etter lengden innen

hver km²-rute. Fordelingsnøkkelen er den samme for hele perioden. Figur D.17 og Figur D.18 viser som et eksempel fordelingen av utslippene av SO₂ og NO_x fra skips- og flytrafikken i 1969.

Tabell D.19: Fordeling av utslippene fra skipstrafikken i Oslo.

Innenriks		Utenriks havn		Utenriks fart			
Rute	%	Rute	%	Rute	%	Rute	%
10 , 10	25	9 , 10	45	4 , 1	7,73	7 , 8	5,13
10 , 9	3	11 , 10	29	4 , 2	10,63	8 , 8	5,13
9 , 9	21	12 , 7	26	4 , 3	10,63	9 , 9	7,59
8 , 9	5			5 , 4	12,57	10 , 9	2,69
8 , 8	10			5 , 5	7,73	7 , 6	2,34
7 , 8	10			6 , 5	1,95	8 , 6	2,34
7 , 7	6			6 , 6	10,40	9 , 6	2,34
6 , 7	5			6 , 7	2,20	10 , 7	2,34
6 , 6	15			7 , 7	4,39	11 , 7	1,87



Figur D.19: Beregningsområdet for Oslo og østre Bærum med hovedtraseer for skip (rød), Nesoddbåten (blå) og fly (grønt).

MAP OF : SO2 UNIT: kg/h SOURCE: HAVN+FLY
 PERIOD : 1969 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2006/06/28 14.58 FILE: HAVN-FLY-1969.FLD

MAXIMUM VALUE IS 3.4721E+00, IN (9,10)
 SUM= 1.84543E+01 SCALE FACTOR: 1.0E-03

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
J=18
J=17
J=16
J=15
J=14
J=13
J=12
J=11
J=103472.1631.2238.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 9157.	.	.	.	.326.1643. 292.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 8	.	.	.157. 251. 63.	.	.	.837. 837.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 7405. 549.	.	.	.	.84. 67.2006.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 61352. 84. 84. 84.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 5277. 70.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 4451.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.381.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.381.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.277.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	

Figur D.20: Utslipp av SO₂ fra skips- og flytrafikken i 1969. Enhet: kg/h.

MAP OF : NOX UNIT: kg/h SOURCE: HAVN+FLY
 PERIOD : 1969 PLACE: OSLO GRID SIZE: 1000 METER
 CREATED: 2006/06/28 14.58 FILE: HAVN-FLY-1969.FLD

MAXIMUM VALUE IS 7.1553E+00, IN (9,10)
 SUM= 3.96838E+01 SCALE FACTOR: 1.0E-03

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
J=18
J=17
J=16
J=15
J=14
J=13
J=12
J=11
J=107155.2495.4611.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 9	.	.	.1733.	.	.	.	.499.2617.484.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 8	.	.1733.2774.693.	.	.	.1350.1350.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 7650.900.	.	.	.161.128.4134.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 62211.161.161.161.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 5531.134.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 4863.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 3	.	.	.730.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 2	.	.	.730.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J= 1	.	.	.531.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	

Figur D.21: Utslipp av NO_x fra skips- og flytrafikken i 1969. Enhet: kg/h.

D.3. Utslipp fra Oslo Lufthavn Fornebu

Det største utslippet ved flyplasser skyldes normalt utslipp fra biltrafikken, i tillegg kommer utslipp i forbindelse med oppvarming av terminalbygninger, kontorer og verksteder, samt tekniske utslipp i forbindelse med motortester m.v. Utslippsberegningene er i denne forbindelse begrenset til utslipp fra selve flytrafikken, de andre utslippene er dekket under utslipp fra biltrafikk og fyring. Utslipp fra Fornebu er ikke med i Statistisk Sentralbyrås utslippsberegninger for Oslo, i og med at flyplassen lå i Akershus, hvor også Gardermoen ligger. Det har vært vesentlig mer kompliserte beregninger enn antatt, på grunn av at mye data og informasjoner ikke har vært tilgjengelig.

Trafikktall

Beregningene har tatt utgangspunkt i årlige trafikktall for Fornebu, gitt av Avinor (tidligere Luftfartsverket). For hvert år 1970-1998 er det angitt antall flybevegelser pr. år (avganger og landinger) i forskjellige trafikkgupper og dette er regnet om til antall avganger pr. uke som vist i Tabell D.20.

Tabell D.20: Årlig antall flybevegelser på Fornebu 1970-98 og beregnet antall ukentlige avganger.

	Bevegelser/år						Avganger/uke					
	Rutefly Innland	Rutefly Utland	Charter Innland	Charter Utland	Annen Sivil Trafikk	SUM	Rutefly Innland	Rutefly Utland	Charter Innland	Charter Utland	Annen Sivil Trafikk	SUM
1970	23 017	18 525	4 976	7 353	28 334	82 205	221	178	48	71	272	790
1971	26 837	19 849	3 925	8 325	26 674	85 610	258	191	38	80	256	823
1972	28 543	21 249	2 740	8 117	21 910	82 559	274	204	26	78	211	794
1973	27 470	22 300	1 176	2 609	26 517	80 072	264	214	11	25	255	770
1974	25 103	22 046	434	1 195	27 530	76 308	241	212	4	11	265	734
1975	25 315	22 392	1 469	1 349	28 818	79 343	243	215	14	13	277	763
1976	26 566	23 233	1 362	1 357	29 405	81 923	255	223	13	13	283	788
1977	28 604	23 607	1 420	1 520	30 520	85 671	275	227	14	15	293	824
1978	30 405	24 576	1 577	1 700	32 274	90 532	292	236	15	16	310	871
1979	32 111	25 038	1 499	1 347	33 618	93 613	309	241	14	13	323	900
1980	33 687	23 151	1 533	1 208	35 751	95 330	324	223	15	12	344	917
1981	34 019	22 318	1 577	1 048	33 101	92 063	327	215	15	10	318	885
1982	34 432	24 433	1 532	1 337	28 273	90 007	331	235	15	13	272	865
1983	37 904	27 198	1 475	1 243	29 555	97 375	364	262	14	12	284	936
1984	39 494	28 426	1 520	1 250	29 650	100 340	380	273	15	12	285	965
1985	44 875	31 416	1 539	863	29 869	108 562	431	302	15	8	287	1044
1986	46 107	35 185	1 660	1 197	31 080	115 229	443	338	16	12	299	1108
1987	48 259	37 607	1 778	317	33 993	121 954	464	362	17	3	327	1173
1988	51 913	39 389	1 898	863	35 011	129 074	499	379	18	8	337	1241
1989	53 302	42 330	2 055	3 581	31 752	133 020	513	407	20	34	305	1279
1990	53 783	47 098	1 847	1 750	30 369	134 847	517	453	18	17	292	1297
1991	56 101	44 608	1 877	1 495	29 265	133 346	539	429	18	14	281	1282
1992	57 105	48 310	1 512	1 647	29 335	137 909	549	465	15	16	282	1326
1993	61 035	50 146	260	1 093	26 096	138 630	587	482	3	11	251	1333
1994	73 654	54 872	209	1 005	22 495	152 235	708	528	2	10	216	1464
1995	84 808	57 730	58	123	17 128	159 847	815	555	1	1	165	1537
1996	89 145	64 600	40	104	16 934	170 823	857	621	0	1	163	1643
1997	91 743	72 035	54	43	17 502	181 377	882	693	1	0	168	1744
1998	71 651	55 214	14	8	14 808	141 695	896	690	0	0	185	1771

For årene 1960-70 er rutetrafikken anslått på grunnlag av data fra Rutebok for Norges rutehefter som vist i Tabell D.21. Det ble her notert antall avganger pr. uke for de forskjellige rutene samt flytypen som ble benyttet. Avgangene ble så ganget med antall uker heftet gjaldt. Tilsvarende viser Tabell D.22 tall for hele perioden 1960-1995, men med 5-års intervaller og bare med noen hefter pr. år. Tabell D.22 viser også antall innenlandske rutefly (flybevegelser/2) fra Tabell D.20. I de første årene kunne ikke flyene til utlandet fly langt uten mellomlanding, først til Gøteborg, så direkte til København og Stockholm, mens fly til Amsterdam og London måtte innom Kjevik og Sola.

Tabell D.21: Beregnet antall flyavganger fra Fornebu 1960-1970.

	Norge	Utland	SUM
1960	3820	4349	8169
1962	4601	3255	7856
1964	6648	3605	10253
1966	9193	5020	14213
1968	10769	5239	16008
1970	12141	7652	19793

Tabell D.22: Beregnet antall flyavganger fra Fornebu 1960-1995.

	Norge	Utland	SUM	Fra Tab. C.16*0.5
1960	3458	6214	9672	
1965	8320	4576	12896	
1970	11999	7410	19409	11508
1975	13772	10021	23793	12656
1980	15949	12255	28204	16844
1985	21808	19130	40938	22438
1990	28496	20592	49088	26892
1995	43732	22510	66242	42404

Vi ser at antallet flyavganger til flyplasser i Norge i 1970, 12141 stemmer rimelig bra med tallet 23 017 flybevegelser for innenlandske rutefly i Tabell D.20. Her er det også tatt med noen KLM-avganger Fornebu-Kjevik-Amsterdam. Det er avvik mellom tallene for 1970 i Tabell D.21 og Tabell D.22 på grunn av at tallene i Tabell D.22 ikke er basert på alle rutebøkene hvert år, og på den tiden var det store sesongvariasjoner på enkelte ruter i noen perioder. Rutebok for Norge hadde normalt ikke med avganger for utenlandske flyselskaper, men utenlandsruter med mellomlanding i Kristiansand eller Stavanger ble tatt med, innimellom har det også vært med ruter for samarbeidende selskaper. I trafikk tallene i Tabell D.20 er det ikke tatt med avganger som av ulike årsaker har blitt kansellert, noe Ruteboken ikke kan si noe om. Fra 1970 til 1982 varierte trafikken mellom 39 000 og 47 000 avganger pr. år, så økte trafikken til ca. 60000 avganger i 1987, og holdt seg jevn igjen inntil en ny økning i 1994. På begynnelsen av 90-tallet ble chartertrafikken på Fornebu overført til Gardermoen. En del av den innenlandske chartertrafikken skyldes transport av militære mannskaper med sivile fly. Forsvarets bruk av Fornebu er ellers ikke med i trafikkstatistikkene, men mesteparten av dette har gått fra Gardermoen.

Ser en på tallene for "Rutefly Innland", "Annen Sivil Trafikk" og summen av "Rutefly Utland" og "Charter Innland og Utland" i Tabell D.20 så fulgte de hverandre gjennom hele 1970-tallet med ca. 1/3 i hver gruppe. For 1960-tallet er det regnet med en midlere fordeling for "Rutefly Innland", "Rutefly Utland" "Charter Innland", "Charter Utland" og "Annen Sivil Trafikk" på henholdsvis 29%, 20 %, 8 %, 11 % og 32 %. Dette gir trafikk tall som vist i Tabell D.23.

Tabell D.23: Flyavganger pr. år på Fornebu 1960-1998.

	Rutefly Innland	Rutefly Utland	Charter Innland	Charter Utland	Annen Sivil Trafikk	SUM
1960	3312	2284	914	1256	3654	11420
1961	3657	2522	1009	1387	4036	12611
1962	4002	2760	1104	1518	4416	13801
1963	4879	3365	1346	1851	5384	16825
1964	5785	3990	1596	2194	6383	19948
1965	6891	4753	1901	2614	7604	23763
1966	8002	5519	2207	3035	8830	27593
1967	8694	5996	2398	3298	9594	29981
1968	9387	6474	2590	3561	10358	32369
1969	9963	6871	2748	3779	10994	34355
1970	12141	9263	2488	3677	14167	41103
1971	13419	9925	1963	4163	13337	42805
1972	14272	10625	1370	4059	10955	41280
1973	13735	11150	588	1305	13259	40036
1974	12552	11023	217	598	13765	38154
1975	12658	11196	735	675	14409	39672
1976	13283	11617	681	679	14703	40962
1977	14302	11804	710	760	15260	42836
1978	15203	12288	789	850	16137	45266
1979	16056	12519	750	674	16809	46807
1980	16844	11576	767	604	17876	47665
1981	17010	11159	789	524	16551	46032
1982	17216	12217	766	669	14137	45004
1983	18952	13599	738	622	14778	48688
1984	19747	14213	760	625	14825	50170
1985	22438	15708	770	432	14935	54281
1986	23054	17593	830	599	15540	57615
1987	24130	18804	889	159	16997	60977
1988	25957	19695	949	432	17506	64537
1989	26651	21165	1028	1791	15876	66510
1990	26892	23549	924	875	15185	67424
1991	28051	22304	939	748	14633	66673
1992	28553	24155	756	824	14668	68955
1993	30518	25073	130	547	13048	69315
1994	36827	27436	105	503	11248	76118
1995	42404	28865	29	62	8564	79924
1996	44573	32300	20	52	8467	85412
1997	45872	36018	27	22	8751	90689
1998	35826	27607	7	4	7404	70848

En analyse av "Annen Sivil Trafikk" (også kalt GA) for Fornebu for 1991-97 viser ca. 25 % taxifyly, 4 % ambulansefly, 5 % skolefly, 12 % privatfly og 54 % "annen trafikk". En viktig del av denne trafikken var post- og avisflyene som fløy hver natt til Kristiansand, Stavanger, Bergen, Mørebyene, Trondheim og nordover.

Utslipp

Vanligvis beregnes utslippet fra flytrafikken som utslippet fra en syklus hvor et fly nærmer seg flyplassen, lander, takser inn til terminalen, oppholder seg ved terminalen, takser ut fra terminalen til rullebanen, letter og stiger til marsjhøyde, kalt en **LTO**-syklus ("Landing-Take-Off"). Normalt beregnes utslippet fra flybevegelsene opp til ca. 1000 m, men i våre beregninger er det regnet med en **redusert LTO-syklus** med utslipp opp til ca. 100 m, fordi høyere utslipp ikke vil påvirke bakkekonsentrasjonene nevne-verdig. På grunnlag av tidsstudier i forbindelse med modellberegninger på Fornebu i 1980 og 1989 (Grønskei, 1981, Knudsen, 1990) er regnet med et midlere tidsforbruk ved avgang (take-off) på 71.5 sekunder, ved landing (approach) på 45.6 sekunder og ved taksing (og venting) på 287 sekunder. Mindre jetfly og småfly trenger ikke så lang rullebane, men de må vente noe mer. Det er derfor regnet med at de bruker 70 % av tiden for de store, som gir T-O 50 sekunder, landing 32 sekunder og takse 200 sekunder.

Fra Rutebok for Norge ble det også notert hvilke flytyper som trafikkerte Fornebu i perioden 1960-1995, og for disse er anslått faktorer for drivstofforbruk og NO_x-utslipp ved Take-off, Approach og Idle som vist i Tabell D.24. For de ulike motortypene er det benyttet utslippsfaktorer fra ICAO Engine Exhaust Emissions Data Bank (1995) og fra www.epa.gov/otaq/models/ap42/ora0036.pdf. For eldre flytyper finnes det lite utslippsdata, så her er det brukt faktorer fra AP-42 (USEPA, 1972). Det var fortsatt noen flytyper der det ikke var mulig å finne utslippsfaktorer, her er der benyttet faktorer for liknende motortyper med tilsvarende effekt. Tabell D.25 viser drivstoff-forbruk i kg/s og utslipp av NO_x i g/kg drivstoff for de ulike fasene. avgang (take-off, 71.5 sekunder), landing (approach, 45.6 sekunder) og taksing (287 sekunder), samt utslippet pr. LTO-syklus. Det er regnet med 0.05 % S i drivstoffet, fra 1975 0.02 % S.

På Fornebu var det ved starten to rullebaner, (05-23) og (01-19). Etter hvert som jetflytrafikken krevde en lengre rullebane ble det bygget en ny rullebane (06-24) noen hundre meter sydøst for den gamle i 1959-62. Den nye rullebanen ble forbeholdt ordinære rutefly, mens annen flyging benyttet mest (01-19). i 1979 ble det regnet med 272 daglige bevegelser på Fornebu (166 ordinære og 106 andre flygninger) (Grønskei, 1981). Disse fordelte seg med alle ordinære fly og 36 andre fly på (06-24), mens 70 andre fly brukte (01-19). Det har ikke vært mulig å finne ut når bruken av (01-19) sluttet, men det må ha vært på begynnelsen av 1980-tallet.

I løpet av disse 38 årene har det skjedd store forandringer i flyene og flymotorene, og det er prøvd å ta hensyn til dette. I Rutebok for Norge er det angitt hva slags fly som fløy de forskjellige rutene for årene i Tabell D.24, og dette er brukt til å lage et middelutslipp pr. LTO for rutefly og charterfly som vist i Tabell D.25.

Tabell D.24: Utslippsfaktorer for fly som har trafikert Fornebu 1960-1998.

Fly som har fløyet på Fornebu 1960-1998			Ant.	Fuel flow, kg/sec			NOx-emission g/kg		
	Flytype	Motortype	mot	T/O	App	Idle	T/O	App	Idle
Caravelle	Aerospatiale SE210 Caravelle	P&W JT8D-1	2	1.04	0.2977	0.1323	19.3	6	2.9
ATR42	Aerospatiale/Alenia ATR-42	P&W C PW 121	2	0.064	0.034	0.019	19.25	13.93	1.16
BE20	Beech Super King Air200	P&W C PT6A-41	2	0.0642	0.034	0.0185	7.998	4.65	1.982
B99	Beechcraft B99 Airliner	P&W C PT6A-27	2	0.053	0.027	0.014	7.832	8.368	2.435
B727	Boeing 727-100/200	P&W JT8D-9A	3	1.04	0.298	0.132	17.92	5.64	2.9
B737	Boeing 737-100/600	CFM56-7B20/3C1	2	0.584	0.26	0.097	19.2	9.1	4.3
B767	Boeing 767-200/400	GE CF6-80C2	2	2.4	0.636	0.199	32.22	9.76	3.99
RR	Canadair CL-44	RR Tyne Rty.12 Mk515/10	4	0.299	0.0138	0.0078	11.43	8.214	0.769
CNA	Cessna 404 Titan	Continental GTSIO-520-Ms	2	0.0167	0.0077	0.0015	2.653	3.61	1.727
Convair	Convair CV-440 Metropolitan	P&W R-2800-CB17	2	0.23	0.0636	0.0199	4.02	2.06	1.48
DHC-6	De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter	P&W C PT6A-27	2	0.053	0.027	0.014	7.832	8.368	2.435
DH7	De Havilland Canada DHC-7 Dash 7	P&W C PT6A-50	2	0.0642	0.034	0.0185	7.998	4.65	1.982
Comet	De Havilland DH106 Comet	RR Avon 524	4	0.23	0.0636	0.0199	4.02	2.06	1.48
DC3	Douglas DC-3	P&W Twin Wasp	2	0.0984	0.0375	0.0093	1.64	1.85	0.8
DC4	Douglas DC-4 Skymaster	P&W R-2000	4	0.0984	0.0375	0.0093	1.64	1.85	0.8
DC6B	Douglas DC-6B Cloudmaster	P&W Double Wasp CA15	4	0.0984	0.0375	0.0093	1.64	1.85	0.8
DC7C	Douglas DC-7C Seven Seas	Wright Turbo Co R-3350	4	0.0984	0.0375	0.0093	1.64	1.85	0.8
EMB	Embraer EMB.110 Bandeirante	P&W C PT6A-34	2	0.064	0.034	0.019	19.25	13.93	1.16
SWM	Fairchild Swearingen SA227	Garrett TPE331-11u	2	0.0577	0.0315	0.0141	12.374	9.877	2.854
F50	Fokker 50	P&W C PW 125B	2	0.064	0.034	0.019	19.25	13.93	1.16
F27	Fokker F27 Friendship	RR Dart RDa 7 Mk 532-7R	2	0.1775	0.081	0.052	6.04	0.882	0.708
F28	Fokker F28 Fellowship	RR Spey Mk 555-15H	2	0.72	0.222	0.115	18.92	5.92	1.83
DC10	Mc Donnell DC-10-10/40	P&W JT9D	3	2.315	0.679	0.238	44.9	9.4	3.3
DC8	Mc Donnell DC-8-72?	P&W JT3D	4	1.254	0.389	0.128	12.69	5.3	2.2
DC9	Mc Donnell DC-9-10/50	P&W JT8D-7	2	0.9892	0.2861	0.1291	17.2	6.3	3.15
M80	McDonnell Douglas MD80	P&W JT8D-219	2	1.354	0.3817	0.1344	27	9.13	3.6
M87	McDonnell Douglas MD87	P&W JT8D-217C	2	1.282	0.363	0.137	16.49	7.65	4.05
Twin Pio	Scottish Aviation Twin Pioneer	Alvis Leonides 531 radial	2	0.0984	0.0375	0.0093	1.64	1.85	0.8
TU134	Tupolev TU134	Soloviev D-30	3	1.15	0.35	0.13	19.1	7	3.6
TU5	Tupolev TU154	Soloviev D-30-KU-154-II	3	1.42	0.42	0.207	14.5	5.1	2.9

Tabell D.25: Forbruk og utslipp av NO_x og SO₂ ved en redusert LTO-sykel på Fornebu.

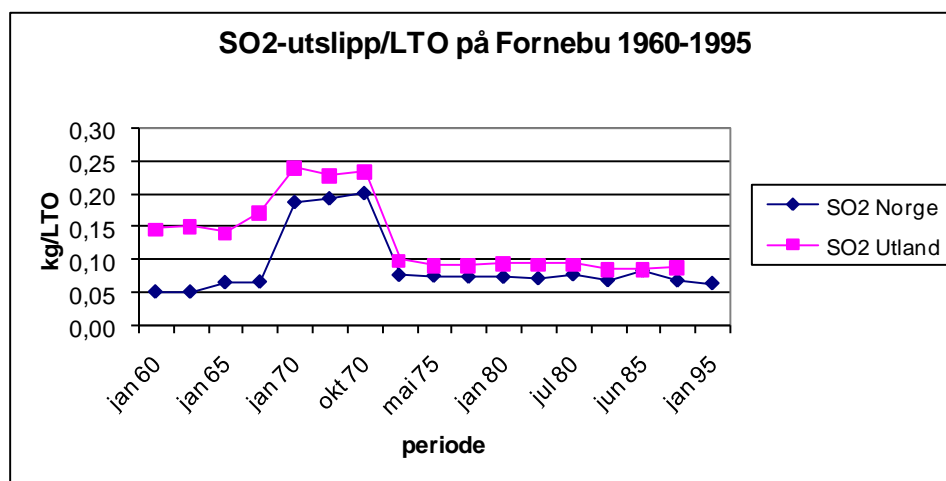
Kode	Flytype	Drivstoff-forbruk, kg			NO _x -utslipp, g			Fuel	NO _x	SO ₂
		Take-off	Landing	Taxing	Take-off	Landing	Taxing	kg/LTO	kg/LTO	kg/LTO
1	Caravelle	148.72	27.15	75.94	2870.30	162.90	220.23	251.81	3.253	0.252
2	ATR42	9.15	3.10	10.91	176.18	43.19	12.65	23.16	0.232	0.023
3	BE20	9.18	3.10	10.62	73.43	14.42	21.05	22.90	0.109	0.023
4	B99	7.58	2.46	8.04	59.36	20.61	19.57	18.08	0.100	0.018
5	B727	223.08	40.77	113.65	3997.59	229.92	329.59	377.50	4.557	0.377
6	B737	83.51	23.71	55.68	1603.43	215.78	239.42	162.90	2.059	0.163
7	B767	343.20	58.00	114.23	11057.90	566.11	455.76	515.43	12.080	0.515
8	RR	85.51	2.52	8.95	977.43	20.68	6.89	96.99	1.005	0.097
9	CNA	2.39	0.70	0.86	6.34	2.54	1.49	3.95	0.010	0.004
10	Convair	32.89	5.80	11.42	132.22	11.95	16.91	50.11	0.161	0.050
11	DHC-6	7.58	2.46	8.04	59.36	20.61	19.57	18.08	0.100	0.018
12	DH7	9.18	3.10	10.62	73.43	14.42	21.05	22.90	0.109	0.023
13	Comet	65.78	11.60	22.85	264.44	23.90	33.81	100.23	0.322	0.100
14	DC3	14.07	3.42	5.34	23.08	6.33	4.27	22.83	0.034	0.023
15	DC4	28.14	6.84	10.68	46.15	12.65	8.54	45.66	0.067	0.046
16	DC6B	28.14	6.84	10.68	46.15	12.65	8.54	45.66	0.067	0.046
17	DC7C	28.14	6.84	10.68	46.15	12.65	8.54	45.66	0.067	0.046
18	EMB	9.15	3.10	10.91	176.18	43.19	12.65	23.16	0.232	0.023
19	SWM	8.25	2.87	8.09	102.10	28.37	23.10	19.22	0.154	0.019
20	F50	9.15	3.10	10.91	176.18	43.19	12.65	23.16	0.232	0.023
21	F27	25.38	7.39	29.85	153.31	6.52	21.13	62.62	0.181	0.063
22	F28	102.96	20.25	66.01	1948.00	119.86	120.80	189.22	2.189	0.189
23	DC10	496.57	92.89	204.92	22295.88	873.14	676.23	794.37	23.845	0.794
24	DC8	358.64	70.95	146.94	4551.19	376.05	323.28	576.54	5.251	0.577
25	DC9	141.46	26.09	74.10	2433.04	164.38	233.43	241.65	2.831	0.242
26	M80	193.62	34.81	77.15	5227.79	317.82	277.72	305.58	5.823	0.306
27	M87	183.33	33.11	78.64	3023.05	253.26	318.48	295.07	3.595	0.295
28	Twin Pio	14.07	3.42	5.34	23.08	6.33	4.27	22.83	0.034	0.023
29	TU134	246.68	47.88	111.93	4711.49	335.16	402.95	406.49	5.450	0.406
30	TU5	304.59	57.46	178.23	4416.56	293.03	516.86	540.27	5.226	0.540

Flytypene Boeing B767 og McDonnell DC10 hadde motorer med både stort drivstoff-forbruk og høy utslippsfaktor for NO_x, så disse skiller seg markert ut i Tabell D.25. Ved å beregne summen av utslippet fra de flyene som ifølge Rutebok for Norge trafikerte Fornebu i 1960-95 og dele på antall avganger får en midlere utslippsfaktor som vist i Tabell D.26. Her skiller januar 1975 seg ut på grunn av en del utenlandsfligheter med DC10. I en oversikt over SAS' flyflåte står det at SAS brukte Douglas DC-10-30 fra 1985 til 1991, så vi velger å regne med at noe er feil i dataene for januar 1975 og justerer utslippet etter perioden før og etter. Figur D.19 og D.20 viser utslippet pr. LTO av NO_x og SO₂. Ellers er utslippene for innenlandstrafikken mindre enn for utenlandstrafikken, spesielt for perioden 1960-70, vesentlig fordi det ble brukt mindre fly. Utslippene er bemerkelsesverdig konstant, mest på grunn av en utstrakt bruk av DC-9-fly; mellom 1970 og 1985 var mellom 50 % og 63 % av avgangene med DC-9. Fra 80-tallet kom også en økende andel med B-737-fly. På 90-tallet var det flere lengre utenlandsfligheter fra

Fornebu som brukte større fly med høyt NO_x-utslipp. I Tabell D.26 er det også tatt med et anslag av utslippsfaktorer for "annen sivil trafikk" (GA-trafikk). Økningen i SO₂-utslippet fra 1965 til 1970 skyldes at man tok i bruk større fly, mens nedgangen 1970-1975 skyldes svovelrestriksjoner.

Tabell D.26: Midlere utslipp av SO₂ og NO_x pr. redusert LTO-sykel på Fornebu for rutefly og for GA-trafikk. Enhet: kg/LTO.

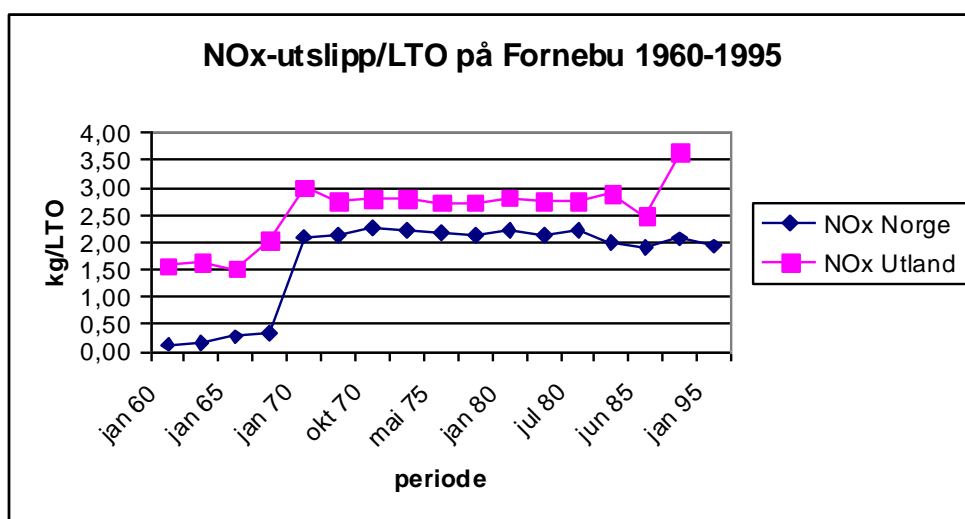
	SO ₂ Norge	SO ₂ GA	SO ₂ Utland	NO _x Norge	NO _x GA	NO _x Utland
jan 60	0.0513	0.0369	0.1471	0.1397	0.1009	1.5783
jul 60	0.0512	0.0383	0.1508	0.1490	0.1061	1.6392
jan 65	0.0657	0.0457	0.1414	0.2818	0.1320	1.5291
jul 65	0.0666	0.0421	0.1728	0.3314	0.1193	2.0298
jan 70	0.1885	0.1011	0.2402	2.1101	1.0346	3.0091
jul 70	0.1942	0.1056	0.2290	2.1428	1.0512	2.7566
okt 70	0.2022	0.1111	0.2332	2.2581	1.1202	2.7995
jan 75	0.0769	0.1247	0.3467	2.2192	1.3204	7.0937
mai 75	0.0757	0.0426	0.0930	2.1879	1.1207	2.7378
jul 75	0.0742	0.0376	0.0930	2.1416	1.1073	2.7378
jan 80	0.0739	0.0350	0.0955	2.2086	0.8195	2.8199
mai 80	0.0718	0.0530	0.0939	2.1347	1.5321	2.7698
jul 80	0.0778	0.0452	0.0938	2.2385	1.2894	2.7671
jan 85	0.0688	0.0266	0.0871	2.0048	0.6076	2.8979
jun 85	0.0837	0.0274	0.0862	1.9170	0.6717	2.4783
jan 90	0.0684	0.0264	0.0893	2.0672	0.0319	3.6538
jan 95	0.0643	0.0263	0.0882	1.9314	0.0406	3.0660



Figur D.19: SO₂-utslipp pr. LTO på Fornebu 1960-1995.

For "Annen Sivil Trafikk" (også kalt GA, General Aviation) har vi mindre informasjon, men en analyse av trafikken på Fornebu for årene 1990-1994 viser ca. 34 % taxifly, 3 % ambulansfly, 6 % skolefly, 14 % privatfly og 43 % "annen trafikk". En viktig del av denne trafikken var post- og avisflyene som fløy hver natt til Kristiansand, Stavanger, Bergen, Mørebyene, Trondheim og nordover. De fleste av disse flyene var ulike typer av Cessna, men Piper og andre flytyper ble

også benyttet. Hvis vi antar at vi kan bruke en tilsvarende fordeling for hele perioden 1960-1998, men hvor vi bytter ut endel fly med propellfly, får vi et middelutslipp pr. LTO for GA-trafikken som vist i Tabell D.26. Middelutslippet interpoleres for mellomliggende år og ganges med trafikk tallene fra Tabell D.20 til utslippstall i Tabell D.26, som også er vist i Figur D.21 og D.22. Utslipet fra flytrafikken er fordelt etter aktiviteten i rutene som vist i Tabell D.28 og Figur D.19. Fordelingsnøkkelen er den samme hele tiden.



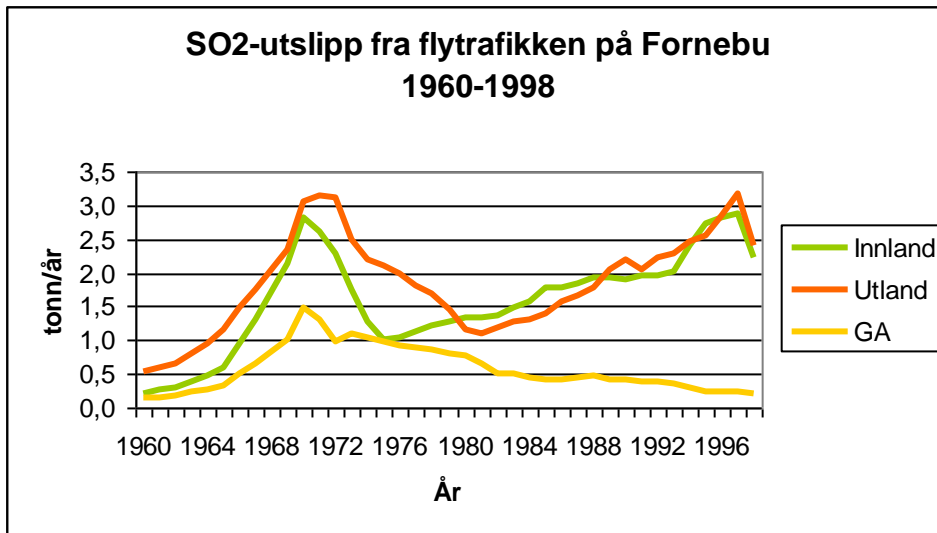
Figur D.20: NO_x -utslipp pr. LTO på Fornebu 1960-1995.

Tabell D.27: Utslipp fra flytrafikken på Fornebu 1960-1998. Enhet: tonn/år.

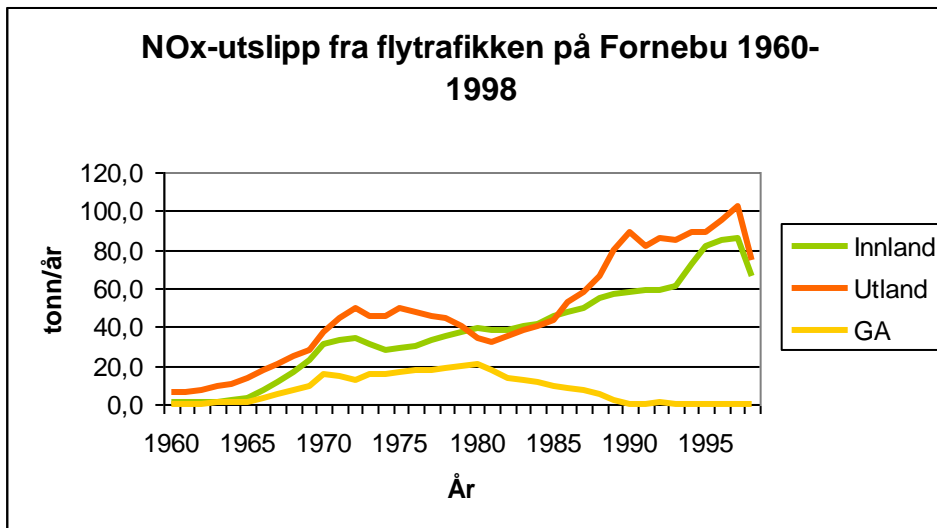
	NO _x				SO ₂			
	Innland	Utland	GA	Sum	Innland	Utland	GA	Sum
1960	0,61	5,69	0,38	6,68	0,22	0,53	0,14	0,88
1961	0,82	6,42	0,44	7,68	0,25	0,59	0,16	1,00
1962	1,07	7,17	0,50	8,74	0,29	0,65	0,18	1,12
1963	1,50	8,93	0,63	11,06	0,37	0,80	0,22	1,40
1964	2,02	10,79	0,77	13,59	0,47	0,96	0,27	1,70
1965	2,70	13,11	0,96	16,76	0,58	1,16	0,33	2,07
1966	6,90	17,13	2,76	26,79	0,94	1,48	0,50	2,91
1967	11,60	20,68	4,79	37,07	1,30	1,75	0,65	3,70
1968	16,96	24,56	7,11	48,63	1,71	2,05	0,83	4,59
1969	22,70	28,44	9,60	60,74	2,13	2,34	1,02	5,49
1970	31,53	37,44	15,02	83,99	2,83	3,05	1,48	7,36
1971	33,21	44,42	14,46	92,09	2,61	3,16	1,30	7,06
1972	33,84	50,10	12,14	96,08	2,29	3,12	0,98	6,39
1973	31,04	45,73	15,01	91,78	1,76	2,50	1,09	5,35
1974	27,72	45,68	15,92	89,32	1,26	2,20	1,03	4,49
1975	29,13	49,74	17,01	95,88	1,01	2,11	0,97	4,09
1976	30,47	48,06	17,34	95,87	1,05	1,98	0,92	3,95
1977	32,87	45,58	17,97	96,42	1,13	1,81	0,88	3,83
1978	35,13	43,97	18,98	98,08	1,21	1,68	0,85	3,74
1979	37,04	40,45	19,75	97,24	1,27	1,46	0,81	3,54
1980	38,94	33,92	20,97	93,84	1,33	1,15	0,77	3,25
1981	38,47	32,31	17,65	88,43	1,35	1,08	0,66	3,09
1982	37,96	35,39	13,57	86,92	1,36	1,18	0,52	3,06
1983	40,58	38,78	12,61	91,97	1,50	1,28	0,49	3,27
1984	41,24	40,17	11,06	92,48	1,56	1,31	0,45	3,32
1985	45,51	43,39	9,55	98,45	1,77	1,40	0,40	3,57
1986	47,34	52,42	8,05	107,81	1,78	1,59	0,42	3,79
1987	50,12	58,30	6,74	115,16	1,83	1,66	0,45	3,95
1988	54,48	65,77	4,81	125,06	1,92	1,78	0,47	4,17
1989	56,63	79,44	2,44	138,51	1,94	2,04	0,42	4,40
1990	57,50	89,24	0,48	147,23	1,90	2,18	0,40	4,48
1991	59,14	81,52	0,49	141,15	1,96	2,05	0,39	4,40
1992	59,00	85,40	0,52	144,91	1,96	2,22	0,39	4,56
1993	60,86	84,57	0,48	145,92	2,02	2,27	0,34	4,64
1994	72,33	88,95	0,44	161,72	2,41	2,47	0,30	5,17
1995	81,96	88,69	0,35	170,99	2,73	2,55	0,23	5,51
1996	84,92	95,39	0,36	180,66	2,83	2,85	0,22	5,90
1997	86,16	102,02	0,39	188,57	2,88	3,16	0,23	6,27
1998	66,29	74,92	0,34	141,54	2,22	2,42	0,19	4,83

Tabell D.28: Fordeling av flyutslippet fra Fornebu.

Rute	%
3 , 8	25
4 , 8	40
4 , 9	25
5 , 8	10



Figur D.21: SO₂-utslipp fra flytrafikken på Fornebu 1960-1998. Enhet: tonn/år.



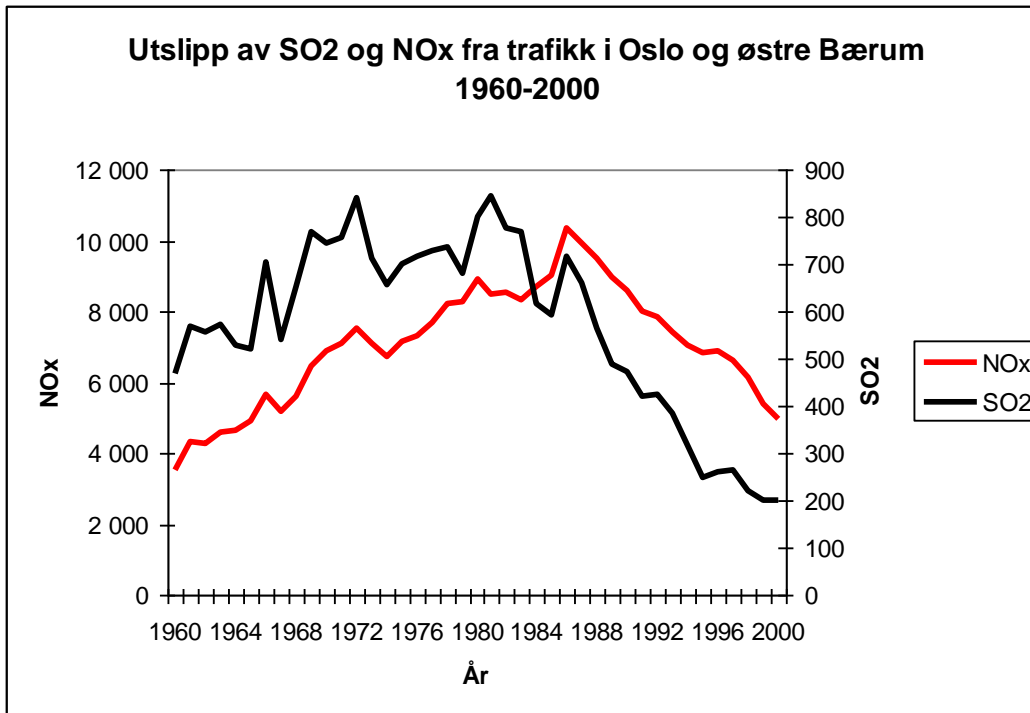
Figur D.22: NO_x-utslipp fra flytrafikken på Fornebu 1960-1998. Enhet: tonn/år.

D.4. Samlet trafikkutslipp.

Tabell D.29 og Figur D.23 viser utslippet av SO₂ og NO_x fra bensin- og dieselkjøretøyer, skip og fly i Oslo-området 1960-2000. Utslippet fra biltrafikken i Tabell D.2 er ganget med 1,104 for å få med utslippet i østre Bærum. Det største NO_x-utslippet er fra biltrafikken, fordelt på bensin- og dieselbiler i forholdet 2 til 1. Etter hvert som innenriksfarten gikk ned sank SO₂-andelen for skipstrafikken fra nesten 30 % i 1960 til vel 10 % i 1980, men med reduksjonene i S-innholdet

Tabell D.29: Utslipp fra trafikk i Oslo og østre Bærum. Enhet: tonn/år.

År	Biltrafikk i Oslo + østre Bærum				Flytrafikk		Skipsfart		Samlet trafikk	
	SO ₂		NO _x		SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
	B	D	B	D	Sum	Sum	Sum	Sum	Sum	Sum
1960	81,81	246,63	2242,22	1033,34	0,88	6,68	138,19	243,93	467,5	3526,2
1961	97,04	326,89	2658,43	1370,06	1,00	7,68	144,58	257,37	569,5	4293,5
1962	98,37	307,35	2695,97	1288,37	1,12	8,74	149,10	267,06	555,9	4260,1
1963	109,30	313,98	2994,05	1315,97	1,40	11,06	147,77	265,08	572,4	4586,2
1964	120,45	255,47	3299,86	1069,78	1,70	13,59	149,37	271,02	527,0	4654,2
1965	131,60	237,80	3606,77	996,91	2,07	16,76	149,57	272,14	521,0	4892,6
1966	131,71	416,98	3606,87	1747,63	2,91	26,79	150,93	275,83	702,5	5657,1
1967	140,32	244,43	3845,23	1024,51	3,70	37,07	151,26	276,82	539,7	5183,6
1968	136,34	366,75	3734,83	1536,77	4,59	48,63	146,13	267,93	653,8	5588,2
1969	153,79	454,19	4212,86	1903,30	5,49	60,74	156,17	286,89	769,6	6463,8
1970	159,86	464,34	4378,46	2161,63	7,36	83,99	113,94	271,96	745,5	6896,0
1971	165,71	464,67	4540,75	2162,74	7,06	92,09	117,77	280,67	755,2	7076,2
1972	168,03	543,17	4604,78	2529,26	6,39	96,08	122,15	291,69	839,7	7521,8
1973	162,29	427,69	4448,02	2240,02	5,35	91,78	117,30	298,79	712,6	7078,6
1974	148,71	399,76	4312,22	2033,57	4,49	89,32	101,65	267,94	654,6	6703,1
1975	156,77	437,96	4545,17	2227,87	4,09	95,88	101,68	268,96	700,5	7137,9
1976	160,30	454,19	4650,05	2310,67	3,95	95,87	98,87	262,59	717,3	7319,2
1977	169,91	469,86	4926,05	2390,16	3,83	96,42	83,80	271,75	727,4	7684,4
1978	174,98	472,40	5075,09	2746,75	3,74	98,08	85,53	268,57	736,7	8188,5
1979	177,41	401,75	5143,54	2724,67	3,54	97,24	95,62	282,23	678,3	8247,7
1980	182,27	526,83	5287,06	3249,07	3,25	93,84	89,44	274,34	801,8	8904,3
1981	169,35	571,54	5284,85	2810,78	3,09	88,43	98,53	295,72	842,5	8479,8
1982	170,46	513,80	5320,18	2841,70	3,06	86,92	88,55	287,73	775,9	8536,5
1983	173,66	495,14	5418,43	2503,87	3,27	91,97	96,57	290,20	768,6	8304,5
1984	177,63	342,90	5543,18	2758,90	3,32	92,48	90,94	313,71	614,8	8708,3
1985	148,27	351,18	5784,96	2826,24	3,57	98,45	90,48	289,68	593,5	8999,3
1986	137,01	475,27	6105,12	3824,26	3,79	107,81	101,28	316,45	717,3	10353,6
1987	138,88	417,75	6152,59	3323,04	3,95	115,16	101,14	326,65	661,7	9917,4
1988	119,12	344,89	6054,34	2978,59	4,17	125,06	95,74	314,33	563,9	9472,3
1989	115,37	272,69	5767,30	2735,71	4,40	138,51	96,01	324,65	488,5	8966,2
1990	110,95	268,60	5305,82	2794,22	4,48	147,23	86,62	320,67	470,7	8567,9
1991	106,87	228,31	4879,68	2690,45	4,40	141,15	82,25	313,79	421,8	8025,1
1992	103,00	233,28	4463,47	2916,77	4,56	144,91	84,25	330,55	425,1	7855,7
1993	101,57	187,90	4199,62	2732,40	4,64	145,92	91,32	351,96	385,4	7429,9
1994	100,24	119,78	3908,16	2575,63	5,17	161,72	89,30	382,16	314,5	7027,7
1995	32,90	127,73	3571,44	2672,78	5,51	170,99	83,68	407,85	249,8	6823,1
1996	32,90	128,62	3219,26	3021,65	5,90	180,66	92,62	436,08	260,0	6857,7
1997	34,00	134,58	3005,77	3005,97	6,27	188,57	90,60	429,82	265,5	6630,1
1998	34,11	91,19	2676,10	2850,53	4,83	141,54	91,76	438,63	221,9	6106,8
1999	33,56	70,99	2215,73	2744,54	0,00	0,00	94,38	426,53	198,9	5386,8
2000	31,46	77,17	1731,07	2829,55	0,00	0,00	92,25	402,95	200,9	4963,6



Figur D.23: Utslipp fra trafikk (bil, fly og skip) i Oslo og østre Bærum. Skala for NO_x til venstre, for SO₂ til høyre. Enhet: tonn/år

av bensin og diesel har bilutslippet gått ned slik at i 2000 sto skipstrafikken for over 45 % av SO₂-utslippet. Utslippet fra flytrafikken er minimalt, likeledes NO_x-utslippet fra skipstrafikken. NO_x-utslippet økte fra 1960 til midten av 80-tallet, da katalysator på bensinbilene begynte å få effekt. Økningen i antall dieselpersonbiler etter 2000-skiftet har gitt en økning i SO₂-utslippet fra biltrafikk.

Vedlegg E

Spredningsberegninger og meteorologi

Spredningsberegninger og meteorologi

I sin enkleste form betyr begrepet **atmosfærisk stabilitet** luftas tendens til å motstå eller øke vertikalbevegelser. Stabiliteten er relatert til en rekke fysiske variable som vindskjær (gradienter i vinden) og den vertikale temperaturprofilen, men det er mest vanlig å bruke temperaturen som et mål for stabiliteten.

På sommerdager med sterk solstråling eller om vinteren når kald luft transporteres over en varmere flate, f.eks. åpen sjø, vil temperaturen avta med mer enn $-1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, og dette betyr at en liten luftpakke som beveges oppover får en mindre tetthet enn omgivelsene og prøver å bevege seg videre oppover. En slik superadiabatisk tilstand gir sterk blanding, og luften blir **ustabil**. Synker temperaturen med omkring $-1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ har vi en tørradiabatisk tilstand, og en luftpakke vil verken bevege seg opp eller ned, luften er **nøytral**. Ved mellom -1 og $0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ vil en luftpakke som beveges oppover få en større tetthet enn omgivelsene, og prøve å gå nedover, vi har **lett stabile** forhold. Hvis temperaturen øker med høyden vil en slik luftpakke bli tvunget til å være i ro. Dette skjer ved vindstille forhold, spesielt om natten. På grunn av utstråling fra bakken blir luften nær bakken kaldere enn luften over. Dette gjør at luften blir **stabil**, og det er liten vertikalutveksling av luft. Utslippene fanges gjerne av et "lokk", og en observerer ofte høye forurensningskonsentrasjoner. Vi kan ha en grunn bakkeinversjon på ca. 10 m som mest holder igjen utslippene fra trafikken, vi kan ha høyere inversjoner som sperrer utslippene fra fyring, ca. 50 m, til inversjoner som sperrer for utslippene fra høye skorsteiner, i 2-300 m høyde. Inversjonene kan også være slik at utslippene kommer gjennom inversjonslaget, men greier ikke å komme ned til bakken. Oslo-gryta er spesielt utsatt for inversjoner vinterstid ved høytrykksituasjoner med svak vind og klarvær når lufta såvidt renner ned dalene (Groruddalen, Maridalen, Sørkedalen) og møtes over en åpen Oslofjord.

Som tidligere nevnt er spredningen av utslippene beregnet ved hjelp av to forskjellige gaussiske modeller som beregner spredningen av utslippene fra henholdsvis arealkilder (trafikk og fyring, AREA-KILDER) og fra større punktkilder (POINT-KILDER) (Gram, 1996). For arealkildene er utslippet lokalisert geografisk til km^2 -ruter. Utslipet innen en km^2 -rute simuleres som 10×10 små punktkilder, og det beregnes spredningen fra hver av disse, og bidraget summeres. For hver rute er det anslått en "boks-høyde" fra 5 til 30 m, avhengig av størrelsen på ruhetselementene i ruten (bygningshøyde, vegetasjon etc.) Bokshøyden er et mål for den vertikale spredningen av utslippene innen ruten. Fyringsutslipp har gjerne en utslippshøyde lik bokshøyden (utslipp fra piper på tak), mens utslippet fra biltrafikken skjer ved bakken (0,5 - 2 m). På denne måten får vi tatt hensyn til forskjellige spredningsforhold for fyring og trafikk i ulike deler av byen. Utslippene fra punktkildene skjer høyere enn bokshøyden, og det beregnes den overhøyden røyk-fanen får p.g.a. avgasshastigheten og at røyken er varmere enn lufta. Til slutt adderes alle bidragene, og en kan også legge til et bidrag fra kilder utenfor beregningsområdet. Dette er ikke gjort ved disse beregningene. Slike gaussiske modeller er godt egnet til beregning av langtidskonsentrasjoner; de er robuste, men de er basert på at en har relativt stasjonære spredningsforhold og ikke for kompliserte vindforhold, og de har ingen mulighet til å beskrive spredningsforholdene fra time til time.

Frekvensfordelingsmatrise

For å beregne spredningen av utslippene tar en utgangspunkt i en frekvensfordelingsmatrise $f(\theta, S, N)$ som forteller om frekvensen (hyppigheten) av vind i 12 forskjellige sektorer θ , 4 stabilitetsklasser S (ustabilt, nøytralt, lett stabilt og stabilt) og 4 vindstyrkeklasser N . Helst skulle frekvensmatrisen beregnes ut fra timevise data for vind og stabilitet for hvert år, men dette foreligger ikke, fordi det simpelt hen aldri har vært målt. Stabilitet er en variabel som forteller bl.a. om de vertikale spredningsforholdene, og den inngår ikke i parameterlisten ved Meteorologisk Institutt.

I Oslo har det vært brukt temperaturforskjellen mellom Blindern og Tryvann som en indikator på stabiliteten, men Tryvann ligger så høyt at stasjonen ikke kan fortelle noe om spredningsforholdene i Oslo-gryta. Under Oslo-undersøkelsen vinteren 1970/71 ble det opprettet en termografkjede oppover Holmenkollåsen (Grønnskei et al., 1973). Her hadde vi samtidig et såkalt Imcometer som registrerte halvttime-verdier av SO_2 på St. Hanshaugen. I et program for multippel regressjonsanalyse, MULREG (Gram, 1972) ble SO_2 -verdiene korrelert med timevise temperaturdata fra Fornebu, Blindern, hele termografkjeden og Tryvann. Programmet beregnet de beste lineære sammenhengene mellom SO_2 og kombinasjoner av en, to tre eller fire temperaturvariable. De beste korrelasjonene fikk en med SO_2 mot temperaturdifferansen mellom enten Fornebu eller Blindern og en av stasjonene i termografkjeden, på høyde med Holmenkollen, som f.eks.

$$[SO_2] = a * T_{Bli} - b * T_{Hol} + c,$$

der T_{Bli} og T_{Hol} er temperaturen på Blindern og Holmenkollen. Hvilken av stasjonene i Holmenkollen-området som gav best korrelasjon varierte litt over døgnet. Kl. 00, 06, 12 og 18 kom Tryvann inn med data, men var aldri i nærheten av å være med som forklaringsvariabel. Tryvann ligger nemlig for høyt til å være med på å beskrive stabilitetsforholdene i Oslo-gryta.

Som et mål for stabiliteten har vi i stedet benyttet en metode av Turner, der stabiliteten beregnes på grunnlag av vindstyrken og strålingsbalansen (Turner, 1964). Innstrålingen beregnes igjen på grunnlag av beregnet solhøyde og skydekket, om natten er utstrålingen avhengig av skydekket. Fra nettstedet <http://eklima.met.no> er det hentet ned interaktivt historiske observasjonsdata for temperatur, vindstyrke, vindretning, skydekke og skyhøyde for DNMI's værstasjon på Fornebu for alle årene fra 1960 til flyplassen ble nedlagt i oktober 1998. Observasjonene gjelder for tidspunktene 00, 06, 12 og 18 GMT. Grunnen til at Fornebu ble valgt er at Blindern ikke hadde nattobservasjoner, og i lange perioder var bare data kl. 12 og 18 GMT tilgjengelig. Etter Turners metode får en ikke noe lett stabilt ved lave vinder, alt går i stabilt-klassen. Vi har derfor valgt å fordele frekvensen av stabilt i vindstyrkeklasse 1 etter tilsvarende fordeling av lett stabilt/stabilt i vindstyrkeklasse 2.

Fornebu ligger litt utenfor Oslo sentrum, og har en vindretningsfordeling som avviker noe fra andre områder. Stasjonen har dessuten en svært høy vindstillefrekvens, i 1971 var det 34 % vindstille, i 1974 18 % vindstille. Vi har derfor sett på data fra Fornebu og fra NILUs værstasjon på Valle-Hovin for årene 1995-98 og tatt ut samtidige observasjoner på de to stasjonene. Tabell E.1 viser en noe forskjellig vindretningsfordeling på de to stasjonene. På grunnlag av tallene i

Tabell E.1 er det beregnet en kumulativ, betinget frekvensfordeling som vist i Tabell E.2. Den viser at når det har blåst i sektor 30° på Fornebu, så har det i 21 % av tiden blåst i sektor 30° på Valle-Hovin, 54 % i sektor 60°, 4 % i sektor 90° osv. Dette er benyttet til å generere nye tall for vindretningen ved at det for hver observasjon blir trukket et tilfeldig tall mellom 0 og 1, og så sammenlignes dette med verdiene i Tabell E.2. Er f.eks. verdien av det tilfeldige tallet 0,49, så vil det tilsvare 60° (mellom 0,21 og 0,75) på Valle-Hovin hvis det blåste 30° på Fornebu, 180° (mellom 0,27 og 0,61) hvis det blåste 150° på Fornebu og 90° (mellom 0,42 og 0,50) hvis det var vindstille på Fornebu. Dette er spesielt viktig for vindstillegruppen, for Fornebu var det 14% vindstille, for Valle-Hovin 4,7%. I 39% av tiden der det var vindstille på Fornebu blåste det i sektor 60° på Valle-Hovin (nedover Groruddalen).

Tabell E.1: Fordeling av vindretning på Fornebu og Valle-Hovin 1995-98.
Enhet: antall observasjoner i vindsektorer.

Valle-Hovin	FBU													SUM
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	Stille	
30	246	46	8	7	6	2	3	15	26	42	109	256	52	818
60	636	336	106	41	22	18	20	92	136	136	288	525	524	2880
90	44	34	73	24	7	7	6	16	24	27	59	84	113	518
120	13	16	50	40	5	4	2	7	11	8	11	29	28	224
150	19	12	27	52	49	24	12	13	20	31	28	53	51	391
180	45	13	23	28	114	306	57	38	20	22	23	83	94	866
210	41	20	30	22	69	440	243	154	79	46	24	105	141	1414
240	37	15	14	23	39	74	146	215	138	68	38	63	117	987
270	17	7	5	4	5	6	21	77	117	62	26	35	76	458
300	11	4	2	1	2	2	2	5	22	57	35	19	16	178
330	9	2	2	1	4	4	2	5	23	72	74	45	4	247
360	31	7	1	0	3	1	3	8	11	40	127	119	15	366
Stille	31	13	13	7	7	33	29	28	28	27	42	72	136	466
SUM	1180	525	354	250	332	921	546	673	655	638	884	1488	1367	9813

Tabell E.2: Kumulativ, betinget frekvensfordeling av vindretning på Fornebu og Valle-Hovin 1995-98.

Valle-Hovin	FBU												
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	Stille
30	0,21	0,09	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	0,02	0,04	0,07	0,12	0,17	0,04
60	0,75	0,73	0,32	0,19	0,08	0,02	0,04	0,16	0,25	0,28	0,45	0,52	0,42
90	0,78	0,79	0,53	0,29	0,11	0,03	0,05	0,18	0,28	0,32	0,52	0,58	0,50
120	0,80	0,82	0,67	0,45	0,12	0,03	0,06	0,19	0,30	0,33	0,53	0,60	0,52
150	0,81	0,85	0,75	0,66	0,27	0,06	0,08	0,21	0,33	0,38	0,56	0,64	0,56
180	0,85	0,87	0,81	0,77	0,61	0,39	0,18	0,27	0,36	0,42	0,59	0,69	0,63
210	0,88	0,91	0,90	0,86	0,82	0,87	0,63	0,50	0,48	0,49	0,61	0,76	0,73
240	0,92	0,94	0,94	0,95	0,94	0,95	0,90	0,82	0,69	0,60	0,66	0,81	0,82
270	0,93	0,95	0,95	0,96	0,95	0,96	0,93	0,93	0,87	0,69	0,69	0,83	0,87
300	0,94	0,96	0,95	0,97	0,96	0,96	0,94	0,94	0,91	0,78	0,73	0,84	0,89
330	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,96	0,94	0,95	0,94	0,90	0,81	0,87	0,89
360	0,97	0,98	0,96	0,97	0,98	0,96	0,95	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,90
Stille	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell E.3 og E.4 viser frekvensfordelingsmatrisene for året 1960 før og etter denne vindretning/ stabilitets-justeringen. Det kan virke som juks med dataene, men det er det nærmeste vi kan komme, i og med at dataene vi egentlig skulle ha brukt aldri har vært målt.

På grunnlag av vind- og skydataene er det på denne måten for hvert år 1960-1998 beregnet frekvensfordelingsmatriser med 4 stabilitetsklasser, 4 vindstyrkeklasser og 12 vindretnings-sektorer. Disse kobles sammen med andre data som brukes i KILDER-programmene til meteorologi-filer som i filen **Oslo-1960.met** som er vist i Figur E.1. Filen inneholder først en blanding av faste data og data som middeltemperatur (linje 3) og midlere vindhastighet i vindstyrkeklassene (linje 5). Videre for 12 vindsektorer frekvensen av stabilitetsklassene stabilt, nøytralt, lett stabilt og stabilt for 4 vindstyrkeklasser. Til slutt er det gitt frekvensen av "Calm" (< 0.2 m/s) i de 4 stabilitetsklassene. I programmene POINT-KILDER og AREA-KILDER fordeles denne vindstillefrekvensen etter retningsfordelingen i den laveste vindstyrkeklassen. Til spredningsberegningene for 1999 og 2000 er det benyttet meteorologi-filen for 1998.

Tabell E.3: Frekvensfordelingsmatrise for 1960 før justering.

Retn	0,0 - 2,0 m/s				2,0 - 4,0 m/s				4,0 - 6,0 m/s				over 6,0 m/s				SUM
	US	N	LS	ST	US	N	LS	ST	US	N	LS	ST	US	N	LS	ST	
30	0.55	2.05	0.00	1.43	0.07	5.19	0.55	0.34	0.20	3.28	0.14	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	14.62
60	0.34	1.57	0.00	0.61	0.41	4.51	0.41	0.41	0.20	2.46	0.20	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	11.48
90	0.27	0.55	0.00	0.20	0.00	1.30	0.14	0.07	0.07	0.34	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	3.01
120	1.09	0.96	0.00	0.14	0.75	1.43	0.27	0.07	0.20	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.19
150	0.89	0.41	0.00	0.07	0.55	0.96	0.41	0.07	0.00	0.48	0.07	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	4.10
180	1.23	0.68	0.00	0.41	1.16	2.53	0.55	0.27	0.20	1.57	0.07	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	9.84
210	0.48	0.27	0.00	0.14	0.27	0.82	0.20	0.07	0.00	0.55	0.07	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	3.28
240	0.27	0.41	0.00	0.55	0.14	0.41	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84
270	0.68	0.68	0.00	0.61	0.07	0.48	0.00	0.20	0.07	0.34	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	3.28
300	0.89	0.75	0.00	1.57	0.20	0.41	0.20	0.41	0.00	0.14	0.07	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	4.78
330	0.48	1.02	0.00	1.84	0.20	1.02	0.34	0.61	0.07	0.48	0.07	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	6.49
360	0.48	1.78	0.00	2.19	0.20	1.71	0.34	0.34	0.14	1.84	0.55	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	10.31
Calm	5.26	9.63	0.00	6.90													21.79

Tabell E.4: Frekvensfordelingsmatrise for 1960 etter justering.

Retn	0,0 - 2,0 m/s				2,0 - 4,0 m/s				4,0 - 6,0 m/s				over 6,0 m/s				SUM
	US	N	LS	ST	US	N	LS	ST	US	N	LS	ST	US	N	LS	ST	
30	1.02	2.05	1.45	0.87	0.07	2.19	0.34	0.20	0.14	1.64	0.20	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	10.72
60	4.23	8.81	3.61	2.88	0.55	8.13	1.02	0.82	0.41	4.44	0.27	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	36.61
90	1.16	0.89	0.32	0.16	0.27	1.02	0.41	0.20	0.14	0.75	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53
120	0.27	0.55	0.07	0.07	0.07	0.75	0.20	0.20	0.00	0.34	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	2.66
150	0.75	0.82	0.00	0.61	0.48	1.09	0.00	0.14	0.20	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37
180	1.02	0.75	0.73	0.36	0.48	1.43	0.55	0.27	0.07	1.16	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	7.38
210	1.71	1.84	0.72	0.58	1.02	2.66	0.34	0.27	0.07	1.30	0.20	0.00	0.00	1.02	0.00	0.00	11.75
240	0.96	1.43	0.20	1.02	0.41	1.09	0.07	0.34	0.07	0.82	0.07	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	6.83
270	0.55	0.89	0.48	0.48	0.20	0.61	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	3.62
300	0.07	0.14	0.16	0.32	0.20	0.20	0.07	0.14	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
330	0.27	0.68	0.19	0.18	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00	0.20	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88
360	0.48	1.09	0.19	0.56	0.14	0.48	0.07	0.20	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	3.76
Calm	0.55	2.19	0.27	0.26													3.26

```

ÅRS-MIDDEL 1960      ,Periode
OSLO                 ,Sted
6.18                 ,Tmiddel, °C
12                   ,Antall sektorer
0.6,2.7,4.6,7.1     ,Middelvindstyrke i 4 hastighetsklasser
10                   ,Vindmålinger i 10 m høyde
0.2                  ,Starthastighet 0.2 m/s
Y                    ,Standard vindprofileksp
N                    ,Ikke standard inv.høyde
700.,500.,300.,300.,Nye inv,høyder
30 1.02 2.05 1.45 0.87 0.07 2.19 0.34 0.20 0.14 1.64 0.20 0.00 0.00 0.55 0.00 0.00 10.72
60 4.23 8.81 3.61 2.88 0.55 8.13 1.02 0.82 0.41 4.44 0.27 0.00 0.00 1.43 0.00 0.00 36.61
90 1.16 0.89 0.32 0.16 0.27 1.02 0.41 0.20 0.14 0.75 0.20 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 5.53
120 0.27 0.55 0.07 0.07 0.07 0.75 0.20 0.20 0.00 0.34 0.07 0.00 0.00 0.07 0.00 0.00 2.66
150 0.75 0.82 0.00 0.61 0.48 1.09 0.00 0.14 0.20 0.27 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 4.37
180 1.02 0.75 0.73 0.36 0.48 1.43 0.55 0.27 0.07 1.16 0.00 0.00 0.00 0.55 0.00 0.00 7.38
210 1.71 1.84 0.72 0.58 1.02 2.66 0.34 0.27 0.07 1.30 0.20 0.00 0.00 1.02 0.00 0.00 11.75
240 0.96 1.43 0.20 1.02 0.41 1.09 0.07 0.34 0.07 0.82 0.07 0.00 0.00 0.34 0.00 0.00 6.83
270 0.55 0.89 0.48 0.48 0.20 0.61 0.14 0.14 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.14 0.00 0.00 3.62
300 0.07 0.14 0.16 0.32 0.20 0.20 0.07 0.14 0.00 0.14 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.43
330 0.27 0.68 0.19 0.18 0.07 0.14 0.00 0.00 0.00 0.20 0.14 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.88
360 0.48 1.09 0.19 0.56 0.14 0.48 0.07 0.20 0.00 0.41 0.00 0.00 0.00 0.14 0.00 0.00 3.76
Caln 0.55 2.19 0.27 0.26

```

Figur E.1: Meteorologi-fil til KILDER-programmene.

Spredningsberegninger

En punktkilde som har et utslipp av forurensning på Q (i gram/sek) i et punkt med koordinater $(0,0,H)$ vil gi en konsentrasjon χ i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i punktet (x, y, z) , gitt ved følgende formel:

$$\chi(x, y, z, H) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z\bar{u}} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

hvor

$\chi(x, y, z, H)$ er middelkonsentrasjonen i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i punktet x, y, z ,

x er avstanden nedvinds fra kilden, i m

y er avstanden vinkelrett på vindretningen, i m

z er høyden over bakken, i m

u er vindhastigheten, i m/s

Q er utslippsstyrken, i $\mu\text{g}/\text{s}$

σ_y og σ_z er standardavviket av forurensningskonsentrasjonen i y - og z -retningen, i m. Disse er gjerne gitt som stabilitetsavhengige funksjoner av avstanden x .

H er den effektive høyden for røykfanen i m. Den er summen av skorsteinshøyden H_s og overhøyden ΔH .

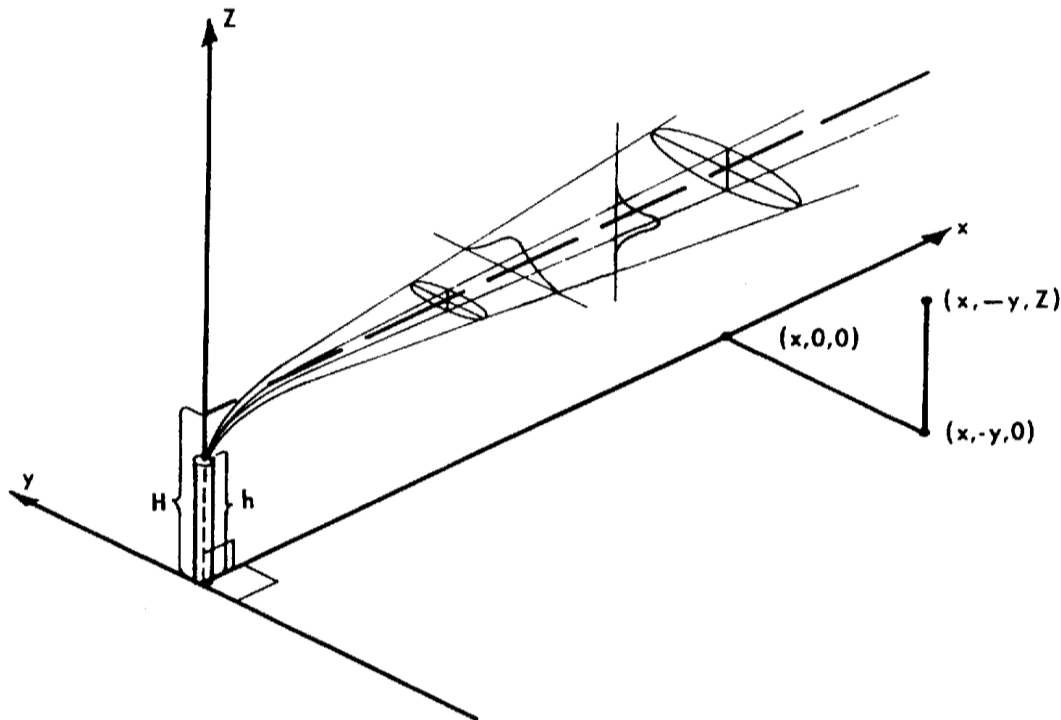


Figure E.2: Koorinatsystem for Gaussisk spredning fra en punktkilde.

Langtidsmiddelkonsentrasjonen χ i et punkt på bakken i avstand x m fra utslippet beregnes som summen over alle stabilitetsklasser S , vindstyrkeklasser N med middelvind u_N m/s og med vind fra sektor θ :

$$\chi(x, \theta) = \sum_S \sum_N \left\{ \left(\frac{2}{\pi} \right)^{1/2} \frac{Q f(\theta, S, N)}{\sigma_{zS} \cdot \bar{u}_N \left(\frac{2\pi x}{n} \right)} \exp \left(- \frac{H_u^2}{2\sigma_{zS}^2} \right) \right\}$$

der

- Q er utslippet i kg/h
- $f(\theta, S, N)$ er frekvensen av vind fra sektor θ , vindstyrkeklasse u_N , og stabilitet S .
- σ_{zS} er sigma z for stabilitetsklasse S .
- n er antallet sektorer (12 sektorer á 30°)
- H_u er skorsteinshøyden ved vindstyrke u

Spredningen av utslippene er beregnet ved hjelp av to forskjellige gaussiske modeller som beregner konsentrasjoner fra henholdsvis større punktkilder (POINT-KILDER) og fra arealkilder (trafikk og fyring, AREA-KILDER) (Gram, 1996). For **punktkildene** er utslippet som navnet sier lokalisert til et punkt, og konsentrasjonene beregnes etter ligningen ovenfor.

Arealkildene består av mange små punktkilder hvor man ikke har detaljerte data om posisjon, skorsteinsdata etc. utover at utslippet lokalisert geografisk til km^2 -ruter. Utslippet innen en km^2 -rute simuleres som 10×10 små punktkilder, og det beregnes spredningen fra hver av disse, og bidraget summeres. For hver rute er det anslått en "boks-høyde" H_b fra 5 til 30 m, avhengig av størrelsen på ruhets-elementene i ruten (bygningshøyde, vegetasjon etc.). Bokshøyden er et mål for den vertikale spredningen innen ruten. Fyringsutslippet har gjerne en utslipps-høyde lik bokshøyden (utslipp fra piper på tak), mens utslippet fra biltrafikken

skjer ved bakken (1-2 m). På denne måten får vi tatt hensyn til forskjellige spredningsforhold for fyring og trafikk.

I stedet for σ_{zS} i formelen ovenfor benyttes

$$\sigma_z^2 = \sigma_{zS}^2 + H_b^2,$$

der

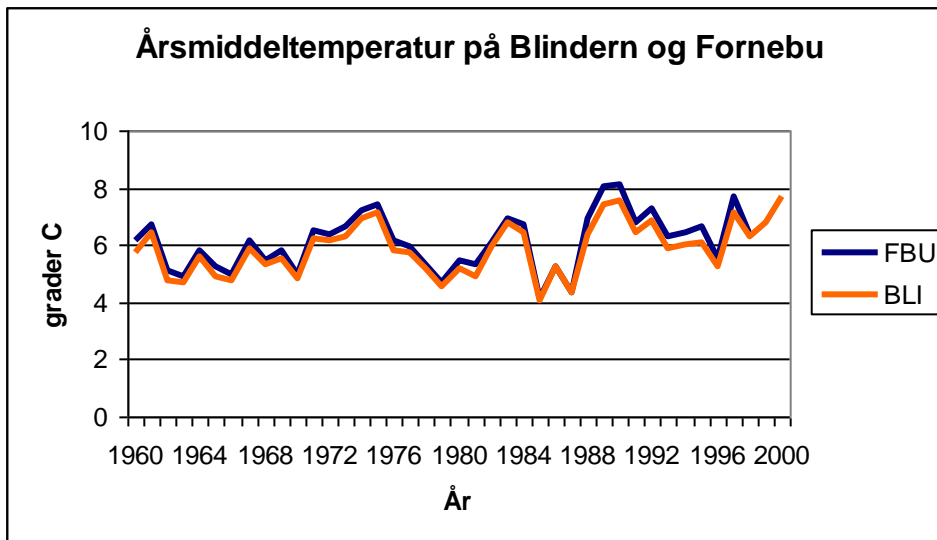
σ_{zS} er sigma z for stabilitetsklasse S og H_b er bokshøyden.

Utslippene fra punktkildene skjer høyere enn bokshøyden, og det beregnes den overhøyden røykfanen får p.g.a. avgasshastighet og at røyken er varmerer en lufta omkring. Til slutt adderes alle bidragene, og en kan også legge til et bakgrunnsbidrag fra kilder utenom beregningsområdet. Slike gaussiske modeller er godt egnet til langtidsberegninger, de er robuste, men de er basert på at en har stasjonære spredningsforhold, og de har ingen mulighet til å beskrive spredningsforholdene fra time til time.

Vedlegg F viser middelveidier av SO_2 (og sot) for vinterhalvåret (oktober-mars) og sommerhalvåret (april-september) for årene 1974-1994 (Gram og Grønseki, 2002). Antallet måleverdier har variert fra år til år. I beregningene for 1973-98 brukte vi en vinter-spredningsmatrise sammen med årsutslipp og justerte konsentrasjonene til årsmiddelveidier ved å skalere resultatene med faktoren 0.727 for SO_2 , som var forholdet mellom årsmiddelveidier og vintermiddelveidier. Vi må bare anta at forholdet for perioden 1960-72 ikke var vesentlig forskjellig fra perioden 1973-98, selv med et noe annet fyringsmønster. Kalde vintre avspeiler seg ofte i høyere fyringsutslipp, mer her kommer tilgangen på rimelig spillkraft også inn. Tabell E.5 og Figur E.2 viser årsmiddelttemperaturen på Blindern og Fornebu 1960-2000.

Tabell E.5: Årsmiddelttemperatur ($^{\circ}C$) på Blindern og Fornebu.

	FBU	BLI		FBU	BLI		FBU	BLI
1960	6.18	5.72	1974	7.23	6.95	1988	6.91	6.33
1961	6.68	6.44	1975	7.41	7.15	1989	8.04	7.38
1962	5.07	4.77	1976	6.13	5.82	1990	8.09	7.54
1963	4.88	4.69	1977	5.96	5.72	1991	6.77	6.42
1964	5.81	5.56	1978	5.33	5.18	1992	7.28	6.83
1965	5.25	4.90	1979	4.70	4.52	1993	6.26	5.85
1966	4.99	4.73	1980	5.43	5.19	1994	6.41	6.03
1967	6.17	5.85	1981	5.33	4.93	1995	6.63	6.11
1968	5.43	5.29	1982	6.10	5.96	1996	5.55	5.27
1969	5.77	5.55	1983	6.92	6.77	1997	7.68	7.13
1970	4.96	4.81	1984	6.68	6.42	1998	6.37	6.32
1971	6.48	6.22	1985	4.13	4.09	1999		6.77
1972	6.39	6.13	1986	5.23	5.24	2000		7.72
1973	6.62	6.28	1987	4.34	4.33			

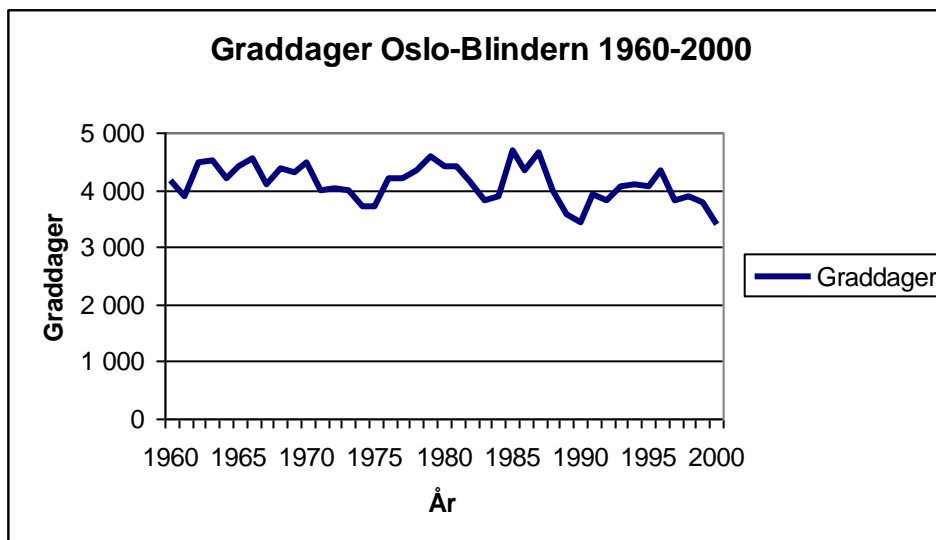


Figur E.2: Årsmiddeltemperatur på Blindern og Fornebu.

Ved Meteorologisk institutt benyttes det et såkalt "energi-gradtall" for å beskrive oppvarmingsbehovet. Utgangspunktet for dette gradtallet er forskjellen mellom en basistemperatur 17 °C og aktuell døgnmiddeltemperatur. Når døgntemperaturen er over basistemperaturen er gradtallet lik null. Energi-gradtallet for en periode er summen av gradtallene for hvert enkelt døgn i perioden. Høyt graddagstall indikerer derfor gjerne kalde år. Tabell E.6 og Figur E.3 viser graddagstall for Oslo-Blindern for perioden 1960-2000. Gradtallet for månedene oktober-desember 2002 var 1678 som var det høyeste siden målingene startet i 1937, mens en høsten 2000 hadde 1063, som var det laveste gradtallet som er registrert de siste 50 år. Det kan se ut som at antallet graddager har gått ned de siste 20 årene. Men graddagstallet sier ingen ting om stabilitetsforholdene.

Tabell E.6: Graddager ved Oslo-Blindern 1960-2000. Etter Aune, 2002.

År	Graddager	År	Graddager	År	Graddager
1960	4157	1974	3696	1988	4000
1961	3864	1975	3694	1989	3569
1962	4460	1976	4209	1990	3435
1963	4525	1977	4191	1991	3907
1964	4193	1978	4341	1992	3802
1965	4419	1979	4571	1993	4072
1966	4529	1980	4389	1994	4102
1967	4083	1981	4415	1995	4062
1968	4368	1982	4124	1996	4349
1969	4310	1983	3803	1997	3797
1970	4490	1984	3893	1998	3897
1971	3977	1985	4700	1999	3779
1972	4037	1986	4320	2000	3409
1973	3973	1987	4636		



Figur E.3: Graddagstall for Oslo Blindern 1960-2000. Etter Aune, 2002.

Vedlegg F

Målinger av SO₂ og NO_x i Oslo

Målinger av SO₂

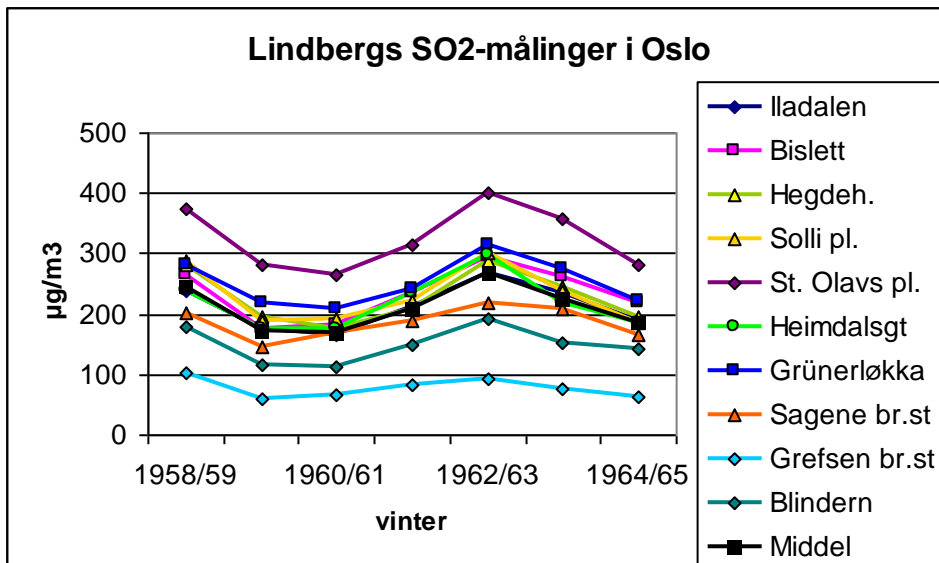
De første målinger av luftforurensninger i Oslo ble utført av Walter Lindberg i perioden 1956 - 1966. Han gjorde bl.a. målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og sot (røykpartikler) på 11 steder i Oslo-området, og studerte sammenhenger mellom luftforurensninger og dødelighet i Oslo. Tabell F.1 viser navnene på Lindbergs målesteder. Tabell F.2 viser vintermiddel-, sommermiddel- og årsmiddelverdier for Lindbergs målestasjoner. Figur F.1 (= Figur 3) viser et plott av Lindbergs vintermiddelverdier for perioden 1958/59 til 1964/65 (Lindberg, 1968). Tabell F.3 viser forholdet mellom Lindbergs vintermiddelverdier og årsverdier. Stasjonen ved Stortorget hadde så mange hull i dataserien at den ikke er tatt med.

Tabell F.1: Lindbergs målesteder i Oslo 1958-65.

Målested	Navn	Målested	Navn
1	Kingos gt (Iladalen)	7	Heimdalsgt.
2	Bislett	8	Grünerløkka
3	Hegdehaugsvn	9	Sagene brannstasjon
4	Solli plass	10	Grefsen brannstasjon
5	St. Olavs plass	11	Blindern
6	Stortorget		

Tabell F.2: Lindbergs SO₂-målinger i Oslo 1958-65. Enhet: µg/m³.

Vinter	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	Middel
1958/59	240,0	264,0	282,0	288,0	375,0	237,0	283,0	201,0	102,0	178,0	245,0
1959/60	174,0	177,0	196,0	190,0	281,0	175,0	219,0	147,0	61,0	116,0	173,6
1960/61	164,0	183,0	174,0	191,0	264,0	174,0	207,0	169,0	66,0	112,0	170,4
1961/62	211,0	234,0	207,0	222,0	314,0	236,0	243,0	188,0	83,0	150,0	208,8
1962/63	267,0	296,0	287,0	301,0	401,0	299,0	313,0	219,0	92,0	192,0	266,7
1963/64	235,0	261,0	245,0	238,0	356,0	219,0	274,0	207,0	77,0	153,0	226,5
1964/65	188,0	220,0	194,0	187,0	283,0	187,0	221,0	166,0	63,0	141,0	185,0
	211,3	233,6	226,4	231,0	324,9	218,1	251,4	185,3	77,7	148,9	210,9
Sommer											
1959	37,0	44,0	27,0	40,0	52,0	44,0	34,0	49,0	15,0	23,0	36,5
1960	39,0	43,0	34,0	45,0	52,0	56,0	38,0	43,0	21,0	34,0	40,5
1961	36,0	38,0	23,0	38,0	48,0	42,0	28,0	40,0	15,0	27,0	33,5
1962	53,0	58,0	41,0	48,0	75,0	66,0	49,0	46,0	16,0	33,0	48,5
1963	58,0	61,0	41,0	43,0	76,0	58,0	51,0	52,0	17,0	33,0	49,0
1964	54,0	55,0	42,0	44,0	70,0	53,0	48,0	49,0	17,0	32,0	46,4
	46,2	49,8	34,7	43,0	62,2	53,2	41,3	46,5	16,8	30,3	42,4
År											
1959	122,0	132,3	133,0	139,5	190,0	125,0	142,5	111,5	48,3	85,0	122,9
1960	104,0	111,5	109,5	117,8	162,3	115,3	125,5	100,5	42,3	74,0	106,3
1961	111,8	123,3	106,8	122,3	168,5	123,5	126,5	109,3	44,8	79,0	111,6
1962	146,0	161,5	144,0	154,8	216,3	166,8	163,5	124,8	51,8	102,0	143,1
1963	154,5	169,8	153,5	156,3	227,3	158,5	172,3	132,5	50,8	102,8	147,8
1964	132,8	147,8	130,8	128,3	194,8	128,0	147,8	117,8	43,5	89,5	126,1
	128,5	141,0	129,6	136,5	193,2	136,2	146,3	116,0	46,9	88,7	126,3



Figur F.1: Lindbergs SO₂-målinger i Oslo 1958-65.

Tabell F.3: Forholdet mellom Lindbergs vintermiddelverdier og årsverdier.

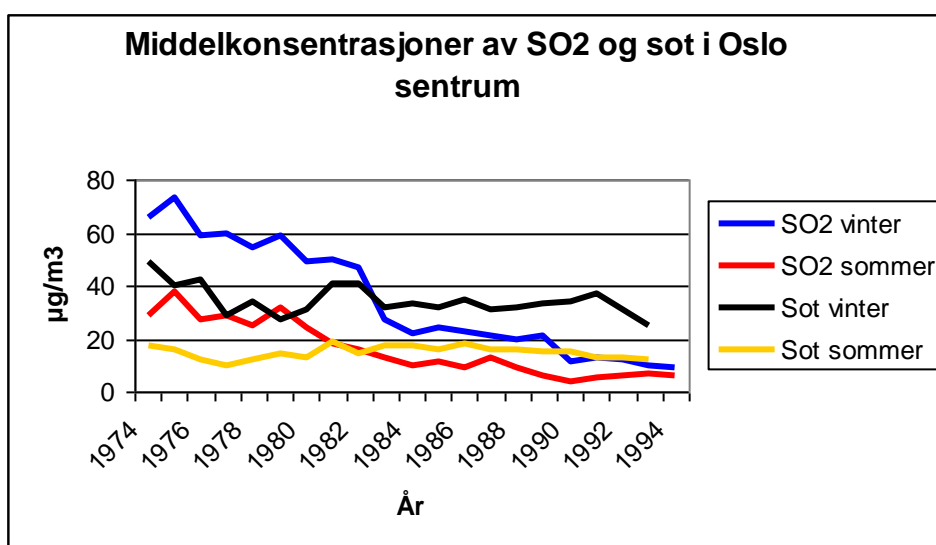
Vinter/år	Kingo	Bislett	Hegdeh.	Solli	St. Olav	Heimdal	Grünerl.	Sagene	Grefsen	Blindern	Midl
1958/59	1,967	1,996	2,120	2,065	1,974	1,896	1,986	1,803	2,114	2,094	2,001
1959/60	1,673	1,587	1,790	1,614	1,732	1,518	1,745	1,463	1,444	1,568	1,613
1960/61	1,468	1,485	1,630	1,562	1,567	1,409	1,636	1,547	1,475	1,418	1,520
1961/62	1,445	1,449	1,438	1,435	1,452	1,415	1,486	1,507	1,604	1,471	1,470
1962/63	1,728	1,744	1,870	1,926	1,765	1,886	1,817	1,653	1,813	1,869	1,807
1963/64	1,770	1,766	1,874	1,856	1,828	1,711	1,854	1,758	1,770	1,709	1,790
1958/64	1,463	1,560	1,497	1,370	1,465	1,373	1,510	1,431	1,344	1,589	1,460

Lindberg ble pålagt å stoppe med målingene sine, og i perioden mellom 1965 og 1969 ble det ikke utført regelmessige forurensningsmålinger i Oslo. I forbindelse med Bjarne Sivertsens hovedfagsarbeide (Sivertsen, 1969) gjorde Lindberg vinteren 1967/68 målinger av SO₂ og røyk ved Hygienisk institutt på Majorstua, men her var hovedvekten lagt på den relative variasjonen fra dag til dag av røykkonsentrasjonen.

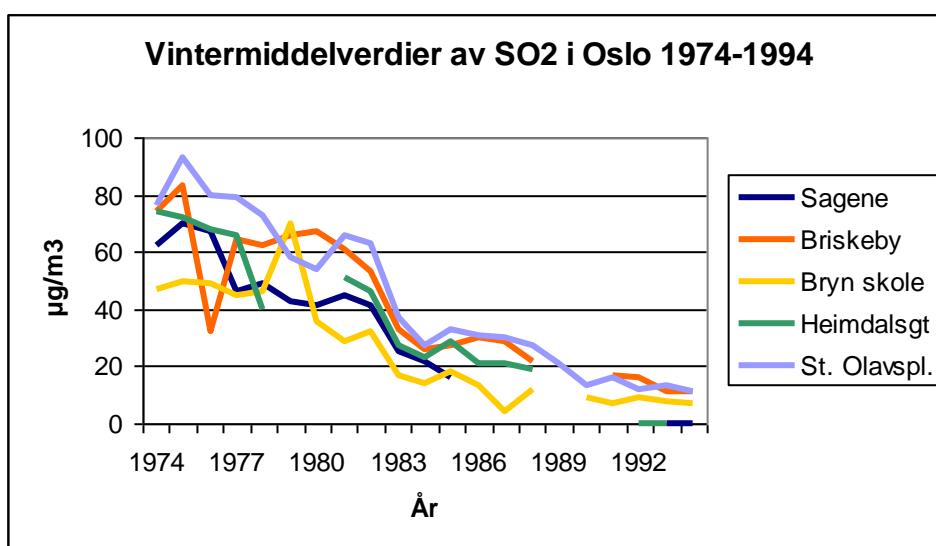
Oslo Helseråd, Oljeselskapenes miljøvernvalg og etter hvert NILU foretok målinger av SO₂ og støv/sot på tilsammen 13 steder i Oslo vinteren 1969/70, men bare Oslo Helseråds stasjoner på St. Olavs plass, Bryn og Nyland gikk uten vesentlige avbrudd. Senere har NILU i samarbeid med Oslo Helseråd og på oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn utført målinger av døgnverdier av SO₂ (og sot) på en rekke forskjellige steder i Oslo. Til å begynne med ble det målt døgnmiddel-konsentrasjoner i vinterhalvåret, for noen stasjoner også i sommerhalvåret, men etter hvert som måleverdiene sank ble måleprogrammene endret noe. Vi har derfor svært hullete måleserier å holde oss til. Antall stasjoner har variert sterkt, men vi har prøvd å se på stasjoner med lengre måleserier. Figur F.2 viser et plott av vinter- og sommermiddelverdiene av SO₂ og sot for sentrumsstasjonene (Gram og Grønскеi, 2002), mens Figur F.3 viser vintermiddelverdier for SO₂ for de enkelte stasjonene. Tabell F.4 viser middelverdier for tilgjengelige

døgnverdier av SO_2 for vinterhalvåret (oktober-mars), sommerhalvåret (april-september) og året for perioden 1974-1994 for stasjonene med lengst tidsserier. Antallet måleverdier har variert fra år til år, men det er beregnet tre middelverdier for hvert år, uavhengig av hull i seriene. Det er videre beregnet forholdet mellom årsmiddelverdien og vintermiddelverdien, også vist i Figur F.4. Dette viser en forbausende jevnhet, bortsett fra de siste årene, hvor SO_2 -konsentrasjonen var så lav at utenforliggende momenter kan gi større unøyaktighet i verdiene. Middelverdien for 1974-87 er 0.7243, tar vi med de fire siste, får vi 0,730.

For SO_2 har restriksjonene på bruk av svovelholdige fyringsoljer vært den vesentligste årsaken til nedgangen. Slutt på bruk av kull/koks samt nedleggelse og utflytting av industrien fra Oslo har fjernet sot-forurensningene, mens den økte biltrafikken har skapt et nytt partikkelproblem.



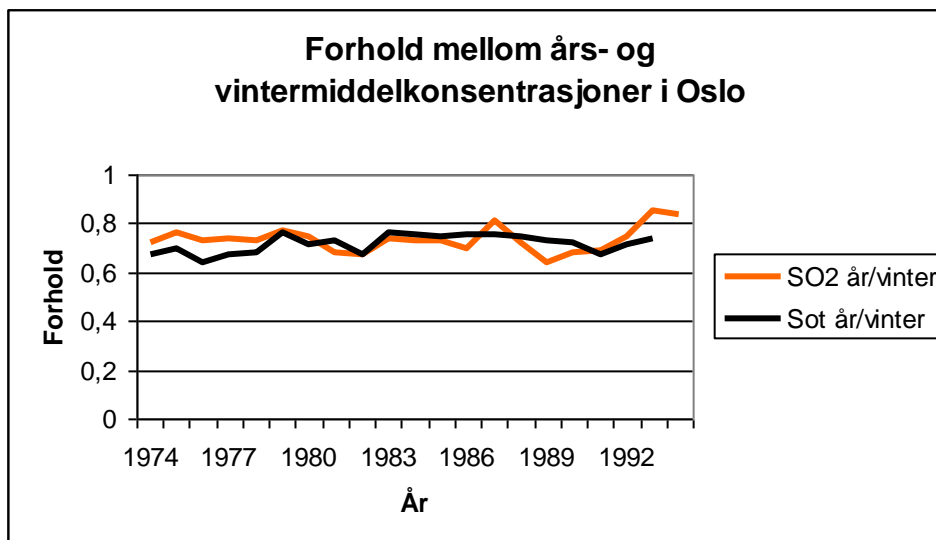
Figur F.2: Middelkonsentrasjoner av SO_2 og sot i Oslo sentrum 1974-1994.



Figur F.3: Vintermiddelkonsentrasjoner av SO_2 i Oslo 1974-1994.

Tabell F.4: *Middelverdier av SO₂ på ulike målesteder i Oslo 1974-1994. Enhet: µg/m³.*

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
Vinter																						
Sagene	62	70	67	46	49	43	41	45	41	25	22	16										
Briskeby	74	83	32	64	62	66	67	61	53	33	26	27	30	29	22			17	16	11	11	
Bryn skole	47	50	49	45	46	70	36	29	32	17	14	18	13	4	12		9	7	9	8	7	
Heimdalsgt	74	72	68	66	40			51	46	27	23	29	21	21	19							
St. Olavspl.	76	93	80	79	73	58	54	66	63	37	27	33	31	30	27	21	13	16	12	13	11	
Vinter-middel	66,6	73,6	59,2	60,0	54,0	59,3	49,5	50,4	47,0	27,8	22,4	24,6	23,8	21,0	20,0	21,0	11,0	13,3	12,3	10,7	9,7	
Sommer																						
Sagene	28	40	24	28	23	25	23	20	18	16	14											
Briskeby	28	49	24	31	26	30	28	20	17	15	12	14	9	20			6		8	9		
Bryn skole	24	24	23	22	23	50	21	10	10	7	5	5	5	4			2	4	4	5		
Heimdalsgt	33	44	30	30				20	21	16	14	14	12	20								
St. Olavspl.	36	37	36	35	31	25	26	21	17	14	9	11	11	8			4	6	8	9		
Sommer-middel	29,8	38,8	27,4	29,2	20,6	26,0	19,6	18,2	16,6	13,6	10,8	11,0	9,3	13,0			4,0	5,0	6,7	7,7		
Årsmiddel	48,2	56,2	43,3	44,6	37,3	42,6	34,6	34,3	31,8	20,7	16,6	17,8	16,5	17,0			7,5	9,2	9,5	9,2		
År/vinter	0,724	0,764	0,731	0,743	0,691	0,719	0,698	0,681	0,677	0,745	0,741	0,724	0,695	0,810			0,682	0,688	0,770	0,859		



Figur F.4: Forholdet årsmiddel- mot vintermiddel-konsentrasjoner av SO_2 i Oslo 1974-1994.

For NO_x er forholdet et helt annet, idet det omtrent ikke eksisterer noen måledata for sommersesongen. I perioden 1980-84 ble det gjort noen målinger av NO_x i St. Olavs gt. og i Nordal Bruns gt., men stort sett bare i månedene januar og februar. Det ble også gjort sommermålinger i månedene mai og juni, som vist i Tabell F.5. Tabell F.6 viser resultater av målinger av NO_x ved Kirkeveien i Oslo 2001-2004 (Hagen, 2003, <http://www.luftkvalitet.info>). Her finner vi et middel av forholdet mellom årsmiddelverdien og vintermiddelverdien på 0.737, temmelig nær forholdet for SO_2 .

Tabell F.5: NO_x -målinger ved St. Olavsgt/N. Brunsgt i Oslo. Enhet: $\mu g/m^3$.

	St. Olavs gt			Nordal Bruns gt		
	Vinter	Sommer	År/vinter	Vinter	Sommer	År/vinter
1981	474	149	,657			
1982	322	169	,762	127	43	,669
1983	427	244	,786	155	35	,671
1984	371	243	,827	79	33	,709
sum	398,5	201,2	,752	120,3	37	,683

Tabell F.6: NO_x -målinger ved Kirkeveien i Oslo. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Periode	NO	NO_x	NO_2	NO	NO_x	NO_2
jul-sep 01	20.1	52.8	22.1			
okt-des 01	54.0	113.3	30.8	79.30	160.05	38.87
jan-mar 02	105.2	203.1	42.3			
apr-jun 02	28.2	78.4	35.2	30.60	80.73	33.95
jul-sep 02	18.2	57.0	29.2			
okt-des 02	49.6	111.3	35.5	65.82	146.55	45.95
jan-mar 03	97.4	203.9	55.1			
apr-jun 03	15.4	61.5	38.0	21.15	68.02	35.70
jul-sep 03	11.3	46.3	29.1			
okt-des 03	78.8	166.5	46.2	67.38	150.38	47.42
jan-mar 04	46.6	116.3	45.1			
apr-jun 04	21.1	68.9	36.5	28.28	68.50	25.27

Periode	sesong-middel			årsmiddel			år/vinter		
	NO	NO_x	NO_2	NO	NO_x	NO_2	NO	NO_x	NO_2
V 2001/2002	79.30	160.1	38.9				0.693	0.752	0.937
S 2002	30.60	80.7	34.0	54.95	120.39	36.41			
V 2002/2003	65.82	146.5	46.0				0.661	0.732	0.888
S 2003	21.15	68.0	35.7	43.48	107.28	40.83			
V 2003/2004	67.38	150.4	47.4				0.710	0.728	0.766
S 2004	28.28	68.50	45.27	47.83	109.44	36.34			
middel							0.688	0.737	0.864

Forskjellen i konsentrasjonsnivået av SO_2 for sommer- og vintersesongen skyldes en kombinasjon av a) lavere utslipp om sommeren og b) bedre spredning (færre inversjons-episoder) om sommeren. SO_2 slippes stort sett ut fra skorsteiner over hustak (20-30 m eller mer). For NO_x er forholdene noe annerledes. Som vist i Tabell D.3 er det relativt liten variasjon i biltrafikken (og utslippet) over året. Her skjer utslippet i bakkenivå, ofte med dårlig spredning. Fyringsutslippene skjer fortsatt 20-30 m eller mer over bakken og industriutslippene i 50-80 m. høyde.

Vedlegg G

Tidligere utslipps- og konsentrasjonsberegninger for Oslo

I dette vedlegget er det tatt med resultater fra NILU-rapporter som omhandler tidligere utslipps- og konsentrasjonsberegninger av SO₂ og NO_x i Oslo-området. Det har også vært gjort beregninger for andre stoffer som CO, CO₂, NO₂, partikler og bly, men dette er ikke tatt med her.

G.1 Beregninger for 1970

Etter at Walter Lindbergs målinger av SO₂ og sot ble stoppet i 1965 fikk NILU som ett av sine første større prosjekter vinteren 1969/70 i oppdrag av Oljeselskapenes miljøvernvalg å ta opp luftforurensningsforholdene i Oslo til fornyet undersøkelse. Målenettet til Lindberg ble vurdert, og oljeforbruket ble kartlagt i detalj (Joranger et al., 1971). På grunnlag av data fra oljeselskapenes kunderegistre ble det laget et kart over SO₂-utslippet fra bruk av fyringsoljer i Oslo for 1 kvartal 1970. Dette gav et totalutslipp på 3670 tonn SO₂, som gir et midlere fyringsutslipp på 1685.33 kg SO₂/time, og feltet som vist i Figur G.1 nedenfor.

```

MAP OF : SO2 UTSLIPP          UNIT: kg/h          SOURCE: OR 50/73
PERIOD : 1 kv 1970          PLACE: OSLO          GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2001/04/24 13.04  FILE: UTSLIPP-SO2-70.FLD

```

MAXIMUM VALUE IS 1.2476E+02, IN (11,11)
SUM= 1.68533E+03 SCALE FACTOR: .1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
J=18	2.	1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J=17	2.	3.	.	.	.	.	7.	74.	2.	.	.	.	226.	1.	1.	.	.
J=16	5.	3.	6.	7.	4.	34.	24.	150.	6.	72.	.	.	1.	72.	72.	69.	1.	.
J=15	4.	33.	11.	13.	8.	40.	123.	443.	189.	28.	10.	113.	243.	241.	95.	219.	3.	2.
J=14	5.	135.	11.	14.	115.	447.	57.	559.	221.	92.	52.	38.	24.	53.	31.	68.	2.	.
J=13	2.	5.	62.	9.	179.	508.	336.	425.	337.	352.	237.	31.	28.	45.	.	.	.	.
J=12	4.	27.	258.	70.	285.	592.	483.	478.	435.	145.	265.	66.	24.	141.	.	.	.	.
J=11	274.	8.	1.	99.	355.	583.	1248.	457.	267.	238.	102.	60.	68.	22.	.	.	.	.
J=10	47.	.	2.	4.	6.	255.	287.	299.	201.	115.	161.	23.	33.	.	.	.	.	.
J= 9	234.	.	2.	26.	.	.	.	13.	45.	22.	105.	102.	78.	.	.	.	.	.
J= 8	84.	2.	62.	7.	1.	73.	1.	.	.	.	.
J= 7	1.	4.	9.	5.	13.	234.	.	.	.	.	.
J= 6	1.	2.	4.	63.	27.	4.	.	.	.	.	.
J= 5
J= 4
J= 3
J= 2
J= 1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Figur G.1: Utslippsfelt for SO₂ fra oljefyring 1 kvartal 1970. Enhet: 0.1 kg SO₂/h. Maksimum av feltet er i rute (11,11) med 124.76 kg SO₂/h. (Grønnskei et al., 1973).

Dette var utslippsfeltet fra oljeforbruk i Oslo. I tillegg kommer SO₂-utslippet fra østre Bærum og fra trafikken, vesentlig dieselmotorer. Tabell G.1 viser utslippstall for Oslo-området for 1970 (Grønseth et al., 1973). Det mangler tall for utslippet fra industriprosesser utenom fyring (utslipp fra fyringen er med under stasjonære kilder), og her kommer i første rekke støvutslippene fra Spigerverket og støperiene i Lodalen inn. Lysaker Kjemiske Fabrikk som bl.a. produserte svovelsyre hadde til tider store ekstra-utslipp av SO₂ som luktet over store områder, men det har ikke vært mulig å få nærmere opplysninger om dette.

Tabell G.1: Utslipp for Oslo-området 1970. Enhet: tonn/år.

KILDEKATEGORI		SO ₂	Partikler	NO _x
Mobile kilder	Bensin	120	160	3 300
	Diesel	420	420	1 200
Stasjonær fyring	Olje	8 730	480	1 180
	Kull-koks	230	420	170
Avfall	Brenning	100	30	?
Industriprosesser	Olje/kull/koks	?	mye	?
Total		9 600	>1 510	5 850

G.2 Beregningene for 1979

I 1979 ble det laget en utslippsoversikt for Oslo-området basert på detaljerte forbrukstall og data fra trafikktegninger (Gram, 1982). Forbruket av fyringsoljer og trafikkarbeidet (bil-km) ble fordelt på km²-ruter, og utslippene beregnet ved bruk av forskjellige utslippsfaktorer. Tabell G.2 viser endel samletall fra utslippsoversikten. For fyring er utslippet delt i vinter-utslipp og sommer-utslipp, mens for trafikk og noen andre kildegrupper er det regnet med et jevnt utslipp over hele året. Vinterutslippet fra fyring er beregnet ut fra fordelingen av månedvis fyringsoljesalg for perioden 15. oktober til 15. april. Utslippet fra trafikken er noe større om vinteren enn om sommeren, p.g.a at det ble regnet med et høyere drivstofforbruk når det er kaldt. I rapporten 10/82 ble det presentert tilsvarende utslippsfelter, disse er punchet påny og benyttet ved konsentrasjonsberegningene.

Tabell G.2: Utslipp av luftforurensninger i Oslo-området 1979. Enhet: kg/h.

Kilde	Vinter		Sommer	
	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
Oljefyring	522.1	293.5	316.8	164.4
Enkeltkilder	106.8	60.4	49.0	28.1
Fast brensel, vinter	28.7	11.7		
Fornebu	14.9	17.2	5.0	11.5
Oslo havn	36.4	10.7	36.4	10.7
Bensinbiler, vinter	10.9	305.4	9.9	297.3
Diesel, hele året	27.4	85.5	27.4	85.5
Trafikk Østre Bærum	2.2	1.1	2.2	1.1
Sum utslipp	749.4	785.5	446.7	598.6
% av årsutslipp	62.65	56.75	37.35	43.25

Langtidsmiddelkonsentrasjonene av SO₂ er beregnet ved at utslippene fra henholdsvis fyring og trafikk er slått sammen til felter som inngår i programmet AREA-KILDER (Gram, 1996) sammen med frekvensmatrisen for meteorologi vist i Figur G.2 (og i Figur E.1). Figuren viser frekvensen av vind og stabilitet i 4 vindstyrkeklasser (0-2, 2-4, 4-6 og over 6 m/s), 4 stabilitetsklasser og 12 30-graders vindsektorer. For trafikkutslippet er det benyttet en midlere utslippshøyde på 1 m, mens fyringsutslippet slippes ut i takhøyde (varierer over området).

	1.0 m/s				3.2 m/s				4.9 m/s				7.1 m/s			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30	0.3	2.0	0.3	0.1	0.7	3.1	0.1	0.0	0.4	1.9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
60	0.7	6.5	5.0	5.9	3.1	8.2	1.6	0.9	0.8	1.0	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
90	0.3	3.6	4.3	5.0	0.5	0.6	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
120	0.2	0.9	0.9	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	0.1	2.2	0.6	0.7	0.3	0.6	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
180	0.5	2.8	0.5	0.3	0.5	2.0	0.1	0.0	0.8	2.4	0.1	0.0	0.7	1.5	0.0	0.1
210	0.4	2.5	0.7	0.4	0.3	1.8	0.2	0.0	0.2	0.4	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
240	0.2	1.6	1.3	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
270	0.1	0.5	0.9	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
300	0.1	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
330	0.0	0.4	0.1	0.0	0.3	0.8	0.1	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
360	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.7	0.1	0.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
stille	0.2	0.5	0.2	0.1												

Figur G.2: Standard frekvensmatrise for vind, stabilitet og vindretning i Oslo. Figuren viser hvor stor prosent av tiden det har blåst fra en vindsektor for forskjellige vindstyrkeklasser (0-2 m/s, 2-4 m/s, 4-6 m/s og over 6 m/s) og for forskjellige stabilitetsklasser: 1: Ustabil, 2: Nøytralt, 3: Lett stabilt, 4: Stabilt.

Data for utslippet fra punktkildene ble brukt sammen med frekvensmatrisen i programmet POINT-KILDER (Gram, 1996). Konsentrasjonsbidragene fra fyring og punktkilder ble summert til et fyringsfelt, som sammen med trafikkfeltet og en bakgrunnsverdi gav totalfeltet for SO₂. Det ble regnet med en konstant bakgrunnsverdi på 1.5 µg/m³ i alle ruter fra kilder utenom beregningsområdet, vesentlig fra lang-transport. Figur F.2 viser konsentrasjonsfeltet for SO₂ for vinteren 1979. Feltet har en maksimalverdi på 68.14 µg/m³ i ruten (10,11), merket i **halvfet**.

G.3 Tiltaksanalysen for Oslo, beregninger for 1985 (og 2000)

I 1985 utredet Oslo kommune og Statens forurensningstilsyn i fellesskap en rekke tiltak for å redusere luftforurensningen i Oslo (Tiltaksanalysen). Som referanse ble det sett på to **grunnalternativer**: dagens situasjon (1985) og situasjonen i år 2000 dersom det ikke ble satt i verk tiltak utover de som allerede var vedtatt (i første rekke krav til katalysator og vedtatt fjernvarmeutbygging). Tiltakene ble satt opp mot grunnalternativet år 2000, og NILU beregnet forurensningsnivå og eksponering for ialt 38 tiltak. SFT fikk tilsendt beregningsresultater fra NILU, og gjorde selv beregninger av nytteverdier og kostnader for tiltakene. SFT var ikke interessert i å betale for rapportering av forurensnings-beregningene, men det ble laget et notat om utslippsberegningene (Gram og Grønnskei, 1987).

Tabell G.3 viser midlere timesutslipp i vinterhalvåret i Oslo for grunnalternativene i 1985 og 2000. For mindre kildegrupper ble det benyttet samme utslippstall for de to årene. I 1985 var det 22 store oljeforbrukere i Oslo som brukte lavsvovlig fyringsolje, i tillegg kom utslipp fra søppelforbrenning og fjernvarmeanlegg.

Tabell G.3: *Midlere timesutslipp av SO₂ og NO_x i vinterhalvåret i Oslo for grunnalternativene i 1985 og 2000. Enhet: kg/h*

	1985		2000	
	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
Punktkilder	160,2	93,9	231,1	111,2
Arealkilder	201,6	120,5	558,2	168,2
Oljefyring	361,8	214,4	769,3	279,4
Hovedveier				
bensin	5,2	472,1	1,3	120,4
diesel	29,1	280,3	40,8	372,7
Småveier				
bensin	1,3	89,7	0,4	30,3
diesel	5,1	54,0	6,5	67,7
Biltrafikk	40,7	905,2	48,9	590,8
Flyplass + havn	51,4	27,9	51,4	27,9
Kull + koks	3,7	0,3	3,7	0,3
Ved	3,3	5,9	4,0	8,7
Fast brensel	7,1	6,2	7,7	9,0
Samlet utslipp	460,9	1153,7	877,3	897,1

For å komme fra tallene i Tabell G.3 til årsutslipp kan trafikkutslippene multipliseres med 8760 (kanskje litt høyere p.g.a at trafikken er noe høyere om sommeren enn om vinteren). Regner en med et fyringsutslipp om sommeren på 30 % av vinterutslippet kan vinterutslippet multipliseres med 5700. Dette gir årsutslipp på henholdsvis 2900 tonn SO₂ og 9600 tonn NO_x i 1985 og 5300 tonn SO₂ og 7200 tonn NO_x. I 2000-prognosen regnet SFT med at det ville bli en økning i forbruket av LS-olje samtidig med en mangel på lavsvovlig olje slik at SO₂-utslippet ville øke fra ca. 2 500 tonn i 1985 til ca. 4 500 tonn i år 2000 for Grunnalternativet 2000. Noen av tiltakene er gjennomført, men svovelprognosen

har neppe slått til. For året 1997 beregnet Haakonsen i SSB et årsutslipp på henholdsvis 523 tonn SO₂ og 6342 tonn NO_x (Haakonsen, 2000).

G.4 Trafikkberegninger i 1991-1992

I 1991-1992 hadde NILU tre prosjekter som i første rekke gikk på biltrafikk: Trafikkplan indre by, Oslo (Gram, 1991), Transportplan Oslo-Akershus (Gram et al., 1992) og Hoved-flyplass Garder-moen (Grønnskei et al., 1992).

Under Trafikkplan indre by, Oslo gjorde Oslo Byplankontor trafikkmodellberegninger for dagens situasjon (1990) og for tre ulike strategier i 2005: Trend, Dagens og Redusert, og det ble beregnet maksimalkonsentrasjoner av CO og NO₂ langs gater og veier med PC-programmet VLUFT. Alternativene representerte dels allerede vedtatte planer for gjennom-føring av trafikkavviklingen ved utbygging av tunneler, dels "pakker" av tiltak der sterk satsing på hovedveinettet skulle følges opp med en rekke tiltak for å redusere ulempene, spesielt i indre bys hovedgater. I tillegg ble det forutsatt redusert hastighet i store områder av indre by. Tabell G.4 viser trafikkarbeid og NO_x-utslipp fra biltrafikken i Oslo-området. Trafikkarbeidet fra 1979-beregningene er også tatt med, samt utslippstall med trafikk fra 1990 og utslippsfaktorer fra 2005.

Tabell G.4: Trafikkarbeid og NO_x-utslipp fra biltrafikken i Oslo-området fra Trafikkplan indre by, Oslo.

TPI			1979	1990	2005	trend	dagens	reduisert
Trafikkarbeid	hovedveier	mill. bilkm/døgn		6,221	6,221	8,520	6,564	5,441
	småveier			0,768	0,768	1,037	0,837	0,700
	sum			6,989	6,989	9,557	7,401	6,141
	% småveier årsbasis	mill. bilkm.	1750	10,99	10,99	10,85	11,31	11,40
NO _x - utslipp	hovedveier	kg/h		809,9	335,3	505,4	373,6	310,0
	småveier			200,5	92,5	124,9	100,8	84,2
	sum			1010,4	427,8	630,3	474,4	394,2
		tonn/år		8,851	3,748	5,521	4,156	3,453

Transportplanarbeidet inngikk i en serie med prosjekter der det ble utarbeidet transport-planer for de 10 største byene i Norge (TP10), hvorav Oslo og Akershus var ett plan-område. Det ble beregnet antall personer som ville bli utsatt for konsentrasjoner av CO og NO₂ over anbefalte grenseverdier i sine boliger. Beregningene ble utført med programmet VLUFT 2.0, for "dagens situasjon" og for tre ulike trafikkutviklingsstrategier (trend, kollektiv og miljø) i 2015. Inngangsdata kom fra Oslo Byplankontor, Oslo kommunes etat for miljørettet helsevesen (Miljøetaten), Fylkesmannens Miljøvern avdeling i Oslo/Akershus og fra NILUs tidligere undersøkelser i Oslo. Tabell G.5 viser trafikkarbeid og NO_x-utslipp fra biltrafikken i Oslo-området fra TP10-undersøkelsen.

Trend-alternativet var et framtidsbilde der utviklingen i arealbruk og trafikk skulle fortsette som på 1980-årene, med kraftig vekst i biltrafikken og en nedgang i kollektiv-transportens andel av trafikken. For Oslo ble trafikkveksten beregnet til 106 %, for Akershus 48 %.

Kollektiv-alternativet innebar betydelige investeringer både i hovedveisystem og kollektiv-transportsystem, men uten restriksjoner på bilbruk. For Oslo ble trafikkveksten beregnet til 82 %, for Akershus 38 %.

Miljø-alternativet skulle begrense trafikkrelaterte miljøbelastninger, men gav allikevel en økning i trafikkarbeidet for Oslo på 20 % og en reduksjon i Akershus på 20 %.

Nedgangen i NO_x-utslippene skyldes katalysatortiltak.

Tabell G.5: Trafikkarbeid og NO_x-utslipp fra biltrafikken i Oslo-området fra Transportplan Oslo-Akershus.

Område	mill.bilkm/døgn				% mot 1989/90			NO _x 1000 tonn/år			
	1989/90	2015			2015			1989/90			
		trend	koll	miljø	trend	koll	miljø	trend	koll	miljø	
Sentrum	0,314	0,526	0,457	0,239	167,5	145,5	76,1	0,4	0,3	0,2	0,1
Indre ny	0,965	1,590	1,491	0,868	164,8	154,5	89,9	1,2	0,7	0,6	0,4
Ytre vest	0,911	2,001	1,961	1,375	219,6	215,3	150,9	1,1	0,8	0,8	0,5
Ytre øst	1,924	3,951	3,385	2,353	205,4	175,9	122,3	2,5	1,6	1,4	1,0
Ytre sør	0,829	2,232	1,799	1,159	269,2	217,0	139,8	1,1	1,0	0,8	0,5
Oslo	5,008	10,310	9,094	5,994	205,9	181,6	119,7	6,3	4,4	3,8	2,5
Follo	1,141	1,820	1,713	0,748	159,5	150,1	65,6	1,5	0,9	0,8	0,3
Asker/Bærum	2,185	3,088	2,971	1,987	141,3	136,0	90,9	2,8	1,7	1,5	0,8
N. Romerike	1,450	2,169	1,906	1,100	149,6	131,4	75,9	1,8	1,1	0,9	0,5
Akershus	4,776	7,077	6,590	3,835	148,2	138,0	80,3	6,1	3,7	3,2	1,6
Oslo/Akershus småveier	9,784	17,387	15,684	9,829	177,7	160,3	100,5	12,4	8,1	7,0	4,1
sum	10,762	19,126	17,252	10,812	177,7	160,3	100,5	15,7	10,2	8,9	5,1

Ved beregningene i forbindelse med Hovedflyplass Gardermoen ble hovedvekten lagt på forurensningsforholdene rundt Gardermoen. Det ble sett på regionale utslipp av CO, NO_x og CO₂ i Østlandsområdet ved alternative flyplass- og tilbringerløsninger i år 2000, 2010 og 2020, og lokale utslipp for flere lokaliseringalternativer på Gardermoen. Det ble videre utredet utslipp med alternativer for tilbringertjenesten basert på 50 % kollektivtrafikk med henholdsvis jernbane og buss samt for et sammenligningsalternativ der utenlandstrafikken ble avvirket fra Fornebu og innenlands- og chartertrafikken fra Gardermoen (delt trafikk).

Tabell G.6 viser NO_x-utslipp langs hovedveiene for ulike planalternativer. Det er sett på utslippene fra trafikkberegningene med og uten hovedflyplass på Gardermoen, og som ventet viser tabellen viser at bussløsningen gav større utslipp enn jernbaneløsningen.

HO.NSB : Hovedflyplass på Gardermoen med jernbaneutbygging
 SAM.NSB : Sammenligningsgrunnlaget med utbygging av jernbane
 HO.BUSS : Hovedflyplass på Gardermoen med bussløsning
 SAM.BUSS : Sammenligningsgrunnlaget med bussløsning

Tabell G.6: *NO_x-utslipp langs hovedveiene i Østlandsområdet for ulike planalternativer. Enhet: 1000 tonn/år.*

Planalternativ	2000		2010		2020	
	med flyplass	uten flyplass	med flyplass	uten flyplass	med flyplass	uten flyplass
HO.NSB	13,9	12,9	11,3	10,4	13,4	11,8
SAM.NSB	13,3	12,7	11,2	10,4	12,7	11,7
HO.BUSS	14,4	13,2	11,7	10,6	13,8	12,0
SAM.BUSS	13,6	12,9	11,4	10,6	13,1	12,0

G.5 Konsentrasjonsberegninger 1973-1998

I 2001-2002 hadde NILU to prosjekter som ble noe samkjørt: Beregning av årlige konsentrasjonsfelter av SO₂, NO_x, partikler og bly i Oslo for årene 1973-1998 (Gram og Grønskei, 2002) og beregninger av risikoområder for nedbrytning av kulturminner i Oslo (Henriksen et al., 2001) (se kapittel G.6). Beregningene tok utgangspunkt i konsentrasjonsberegninger for 1979 og for 1995. For 1979 ble det benyttet resultatene fra den forrige undersøkelsen, se kapittel G.2, mens for 1995 ble det laget en tilsvarende utslippsoversikt, og det ble også beregnet felter med bidraget fra trafikk, fyring og punktkilder. Beregningene av utslippet fra biltrafikken ble basert på oppskrevne trafikktall og nye utslippsfaktorer i henhold til programmet VLUFT 3.1 (Torp et al., 1995). Statistisk Sentralbyrå gav tall for årsutslippet fra fyring etc. innen hver grunnkrets, og dette ble fordelt på rutenettet via AirQUIS-systemet. For å beregne utslippet i vintersesongen ble det benyttet tall for månedsvise oljeforbruk vinteren 1970, og det ble antatt at fordelingen på vinter- og sommersesongen er rimelig riktig. Det ble regnet med en NO₂-andel på 10 % av NO_x-utslippet i primærutslippene fra fyring, mens NO₂-andelen i trafikkutslippene varierer med bl.a. kjøreforholdene. Tabell G.7 viser et sammendrag av utslippsberegningene.

Tabell G.7: *Utslipp fra forskjellige kildegrupper i Oslo vinteren 1995. Enhet: kg/h. Kilde: SSB og NILU.*

Kilde	SO ₂	NO _x	NO ₂
Vedfyring, vinter	4.40	8.56	0.85
Oppvarming vinter	14.20	18.21	1.82
Industri, vinter	3.56	4.78	0.48
Primær, vinter	11.23	18.55	1.86
Punkt, vinter	2.58	5.74	0.57
Trafikk, vinter	12.26	859.54	87.55
Utslipp vinter	48.24	915.37	93.13

Konsentrasjonsbidraget (summen av konsentrasjonsverdiene i alle rutene i feltet) fra de enkelte feltene var for 1979 som vist under kapittel G.2, mens de tilsvarende tall for 1995 var

TRAFIKK	Sum=	132.89 µg SO ₂ /m ³
FYRING	Sum=	201.00 µg SO ₂ /m ³
PUNKTKILDER	Sum=	40.63 µg SO ₂ /m ³
Bakgrunnsverdi 396 x 1.0 µg SO ₂ /m ³	Sum=	396.00 µg SO ₂ /m ³
	Sum=	<u>770.51 µg SO₂/m³</u>

Figur G.4 viser konsentrasjonsfeltet for SO₂ for vinteren 1995. Maksimum av feltet er i rute (10,10) med 6.86 µg SO₂/m³.

```

MAP OF : SO2                UNIT: UG/M3                SOURCE: ALLE 95
PERIOD : VINTER-MIDDEL     PLACE: OSLO                GRID SIZE: 1000 METER
CREATED: 2000/09/26 15.47  FILE: SUM-SO2-95.PRN

          MAXIMUM VALUE IS 6.8643E+00, IN (10,10)
          SUM= 7.70511E+02                SCALE FACTOR: 1.0E-03

      1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22

J=18 1219.1242.1263.1285.1317.1336.1339.1342.1368.1392.1415.1417.1406.1374.1362.1345.1359.1354.1334.1330.1293.1211.

J=17 1278.1307.1339.1380.1431.1441.1439.1445.1482.1534.1569.1593.1559.1482.1458.1450.1589.1593.1500.1466.1326.1238.

J=16 1382.1427.1470.1560.1637.1649.1641.1655.1752.1896.1965.1950.1816.1630.1590.1631.1835.1784.1670.1522.1394.1277.

J=15 1536.1612.1703.1862.1933.1925.1945.2048.2271.2458.2517.2437.2162.1938.1846.1928.2089.1963.1745.1620.1502.1350.

J=14 1746.1913.2073.2172.2171.2251.2359.2545.2749.2939.3147.3117.2728.2347.2111.2163.2142.1951.1816.1712.1556.1313.

J=13 1994.2193.2249.2278.2356.2536.2760.3045.3565.3998.4277.3999.3341.2704.2382.2308.2169.1905.1617.1465.1373.1265.

J=12 2260.2378.2454.2613.2856.3099.3114.3713.4658.5166.5204.4654.3749.3181.2684.2274.1918.1563.1373.1294.1277.1195.

J=11 2396.2542.2718.3104.3477.3574.3568.4415.5589.6759.6797.4976.3831.3188.2458.1997.1660.1419.1276.1225.1195.1156.

J=10 2444.2618.2883.3165.3165.3105.3509.4633.5851.6864.6049.4348.3371.2557.2067.1784.1528.1327.1231.1190.1163.1141.

J= 9 2501.2627.2695.2709.2664.2856.3156.3990.4503.4707.3674.2981.2361.2170.1881.1700.1463.1281.1203.1169.1148.1131.

J= 8 2337.2392.2479.2516.2528.2606.2734.2963.3019.2729.2638.2262.2015.1938.1711.1600.1381.1248.1177.1152.1132.1113.

J= 7 2159.2211.2291.2339.2381.2255.2281.2235.2041.2141.2085.1967.1896.1807.1665.1661.1442.1210.1150.1132.1110.1099.

J= 6 2061.2094.2126.2153.2096.2041.1901.1773.1757.1711.1672.1725.1699.1735.1663.1568.1272.1170.1134.1106.1095.1085.

J= 5 1934.1970.2000.1941.1869.1812.1703.1602.1525.1471.1480.1513.1577.1626.1510.1373.1213.1141.1104.1094.1086.1078.

J= 4 1835.1850.1807.1758.1686.1600.1574.1474.1443.1418.1419.1407.1475.1425.1343.1222.1162.1103.1090.1084.1077.1063.

J= 3 1738.1696.1651.1584.1504.1498.1432.1385.1364.1343.1349.1380.1385.1340.1354.1295.1150.1090.1073.1066.1061.1057.

J= 2 1599.1564.1507.1428.1413.1372.1337.1322.1302.1284.1285.1313.1301.1309.1402.1219.1147.1084.1065.1059.1055.1052.

J= 1 1488.1436.1366.1352.1310.1297.1284.1268.1241.1236.1293.1344.1348.1343.1209.1201.1126.1085.1055.1047.1044.1041.

      1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22

```

Figur G.4: Konsentrasjonsfelt for SO₂ for vinteren 1995.
Enhet: 0.001 µg SO₂/m³.

Beregningene av de årlige konsentrasjonsfeltene ble gjort på forskjellige måter, avhengig av komponenten samt mengde og type foreliggende data. For SO₂-beregningene ble det tatt utgangspunkt i de beregnede SO₂-konsentrasjonsfeltene for 1979 og 1995, de observerte vintermiddelkonsentrasjonene på målestasjonene i Oslo sentrum, samt årlige estimat for bakgrunnskonsentrasjonen av SO₂ (1 - 1.5 µg/m³). Vi vet ikke hvor stort konsentrasjonsbidraget har vært fra fyring og trafikk for hvert år, men vi har bidraget for 1979 og 1995. Først ble det beregnet hvor stor del av SO₂-utslippet som kommer fra fyring, PFYR, og vi sa at

bidraget til SO₂-konsentrasjonen var proporsjonalt med dette. For hvert år K ble det beregnet to faktorer:

$$FYR(K)=[P_{FYR\ ref1} * SO_{2\ ref1} - P_{FYR\ K} * SO_{2\ K}] / [P_{FYR\ ref1} * SO_{2\ ref1} - P_{FYR\ ref2} * SO_{2\ ref2}] * (\text{\AA}/V),$$

der P_{FYR}, SO_{2 K}, SO_{2 ref1} og SO_{2 ref2} er fyringsandelen og [sentrumskonsentrasjonen - bak-grunnskonsentrasjonen] i henholdsvis år K og referanseårene, og forholdet år/vinter Å/V= 0.727 for SO₂, og tilsvarende

$$TRA(K)=[P_{TRA\ ref1} * SO_{2\ ref1} - P_{TRA\ K} * SO_{2\ K}] / [P_{TRA\ ref1} * SO_{2\ ref1} - P_{TRA\ ref2} * SO_{2\ ref2}] * (\text{\AA}/V),$$

for trafikken, der P_{TRA} = 1.0 - P_{FYR}.

I neste trinn ble det beregnet differansen mellom SO₂-feltene for fyring og trafikk i 1979 og 1995:

$$DSO2F(I, J) = SO2F79 (I, J) - SO2F95 (I, J),$$

$$DSO2T(I, J) = SO2T79 (I, J) - SO2T95 (I, J),$$

og til slutt konsentrasjonsfeltene i år K:

$$SO2F(I, J, K) = SO2F79 (I, J) - [DSO2F(I, J) * FYR(K)] + SO2B(K)*PFYR$$

$$SO2T(I, J, K) = SO2T79 (I, J) - [DSO2T(I, J) * TRA(K)] + SO2B(K)*PTRA,$$

og

$$SO2 (I, J, K) = SO2F(I, J, K) + SO2T(I, J, K)$$

Med denne prosedyren tok vi vare på endringene i formen på konsentrasjonsfeltene fra 1979 til 1995, og samtidig gjenspeilte de målte konsentrasjonene en kombinasjon av utslippsendringer og endringer i spredningsforholdene fra år til år. For Oslo sentrum, der konsentrasjonene var høyest, går dette bra, selv om det har vært store trafikkomlegginger fra 1979 til 1995. Oslotunnelen har først og fremst flyttet trafikken og utslippene i Rådhusgata under jorden, men utslippene skjer fortsatt i samme kilometer-rute. Vi har ikke helt greid å beregne forholdene i søndre del av Oslo, der utbyggingen på Søndre Nordstrand og forbrenningsanlegget på Klemetsrud ikke har gitt den samme nedgangen i SO₂-utslippene fra fyring som i byen forøvrig, og Europaveien har gitt økt trafikkutslipp.

Feltene for SO₂ ble beregnet på grunnlag av beregnede felter for basisårene 1979 og 1995, samt målinger av konsentrasjoner i Oslo sentrum. Konsentrasjonene vil være en funksjon av årsutslippet og spredningsforholdene for hvert år (egentlig vil årskonsentrasjonene være summen av 8760 timeskonsentrasjoner, men så lenge vi bare har tall for årsutslippet og ikke tilstrekkelig data for spredningsforholdene må vi benytte oss av de data som er tilgjengelig). For NO_x har en lite målinger å støtte seg til, og det ble derfor benyttet en helt annet metodikk.

Vi vet at spredningsforholdene er forskjellige for utslipp fra trafikk (bakkeutslipp) og fra fyring (i takhøyde). For hvert år ble det beregnet et **spredningsfelt** for fyring/industri-utslipp og et for trafikkutslipp etter:

$$FF (I, J, K) = SO2F (I, J, K) / QSO2 F (K),$$

$$FT (I, J, K) = SO2T (I, J, K) / QSO2 T (K)$$

der

FF (I, J, K) er spredningsfeltet for fyring for året K,
 SO₂F (I, J, K) er SO₂-feltet for fyring for året K,
 QSO₂F (K) er SO₂-utslippet fra fyring for året K,
 og tilsvarende for trafikkutslippet.

For å beregne årsmiddelkonsentrasjonen av NO_x ble spredningsfeltet for trafikk ganget med årsutslippet fra trafikk og spredningsfeltet for fyring med årsutslippet fra fyring, og til slutt ble det addert en bakgrunnskonsentrasjon B_{NO_x}(K) som varierer fra år til år.

$$\text{NO}_x (\text{I, J, K}) = \text{FF} (\text{I, J, K}) * \text{QNO}_x \text{ F} (\text{K}) + \text{FT} (\text{I, J, K}) * \text{QNO}_x \text{ T} (\text{K}) + \text{B}_{\text{NO}_x}(\text{K}).$$

Tilsvarende ble det beregnet konsentrasjoner av ”partikler” og bly.

G.6 Korrosjonsberegninger for 1979 og 1995

På oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn og Riksantikvaren utarbeidet NILU i 2001 en geografisk oversikt over risikoområder for nedbrytning av kulturminner i Norge med utgangspunkt i forurensnings- og klimaparametre (Henriksen et al., 2001). Den geografiske oversikten har omfattet:

- Risikokart for Oslo, basert på modellprogrammene AirQUIS/CorrCost og KILDER med emisjonsdata fra NILU for 1979 og fra Statistisk sentralbyrå (SSB) for 1995.
- Risikokart for Norge, basert på SFTs database for forurensninger i perioden 1992-96 slik den er tilgjengelig på NILU, meteorologiske data fra EMEP/MSC-W på DNMI og de modeller som er etablert innenfor EMEP-programmet.

Beregningene ble utført for metallene sink, kobber, bronse, aluminium og rusttregt stål samt for kalkpuss og kalkstein og kalkholdig sandstein.

Risikoberegningene er basert på empiriske ligninger som beskriver sammenhengen mellom den nedbrytning (korrosjon) en registrerer på materialer og de forurensningsmessige og meteorologiske faktorer som forklarer nedbrytningen. Resultatet oppgis ofte i g per m² for ett år (g/m² · år) eller som korrosjonsdybden i µm (0.001mm) per år.

De fleste ligningene inneholder de samme parameterene og har den samme generelle form for fritt eksponerte flater.

$$\text{ML} = a * (\text{SO}_2)^b * (\text{O}_3)^c * \text{RH} * \exp[d (T-10)] * t^e + f * \text{regn} * (\text{H}+) * t$$

der

ML = vekttap (Mass Loss) i g/m^2 dag

SO₂ = svoveldioksid i $\mu\text{g/m}^3$

O₃ = ozon i $\mu\text{g/m}^3$

RH = relativ fuktighet i prosent

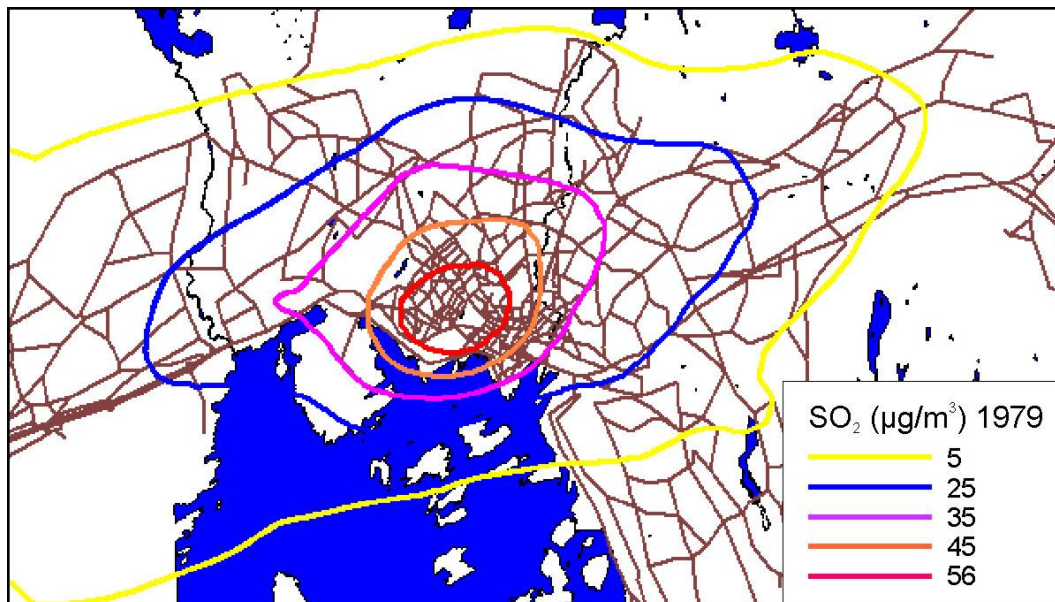
T = temperatur i °C

regn = årsnedbør i meter

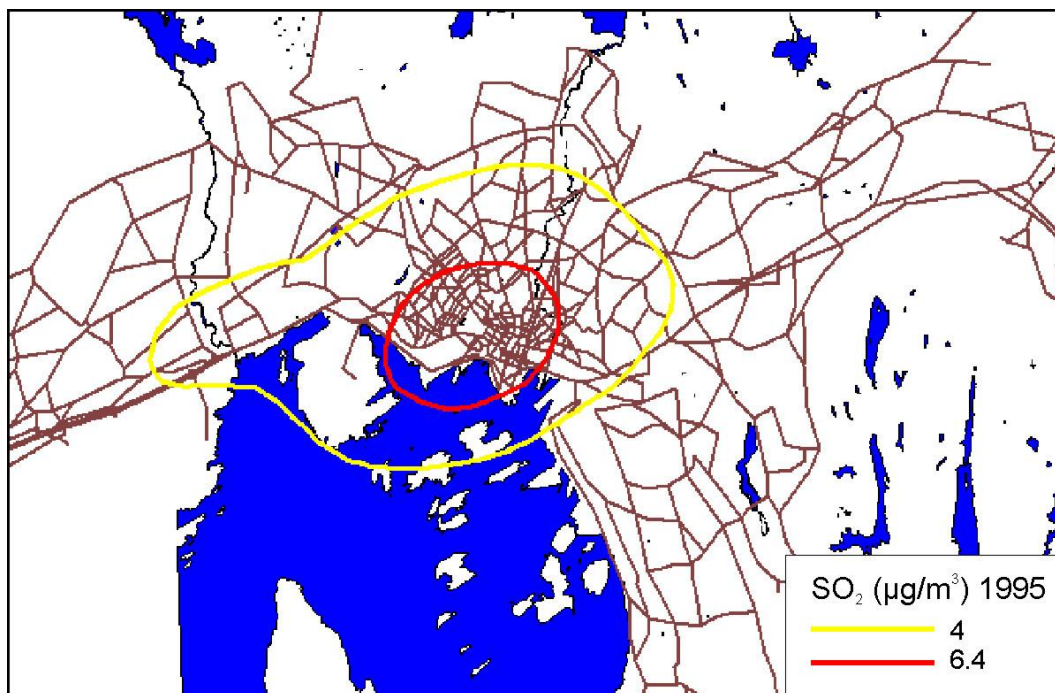
H⁺ = hydrogenionekonsentrasjonen mg/l

og a, b, c, d,e og f er empiriske konstanter for materialet og t er tid.

For risikokartet over Oslo ble forurensningene modellert i et 500x500m rutenett mens de meteorologiske parametrene er antatt like over hele området. Beregningene var basert på utslippstallene fra 1979 (Gram, 1982), mens til beregningene for 1995 fikk vi forbrukstall for fyring, industri og andre aktiviteter fra Statistisk Sentralbyrå, mens trafikkutslippene ble beregnet på grunnlag av NILUs trafikk tall. I Figur G.5 og Figur G.6 er det vist SO₂-konsentrasjonen i Oslo for årene 1979 og 1995.



Figur G.5: SO₂-konsentrasjonen i Oslo i luften i 1979 uttrykt som iso-linjer beregnet fra utslippsoversikter ved bruk av KILDER.



Figur G.6: SO_2 -konsentrasjonen i Oslo i luften i 1995 uttrykt som iso-linjer beregnet fra utslippsoversikter ved bruk av KILDER.

G.7 NO_xO_x -modellberegningene 1991/92

I 1991/92 hadde NILU et instituttprogram "NO_x og oksidanter i byområder", der en bl.a. studerte dannelsen av oksidanter i Oslo. Som inngangsdata til time-til-time modellberegninger, i første rekke av NO₂, ble det bl.a. beregnet utslipp av NO_x og ikke-metan hydrokarboner (NMVOC). Tabell G.8 viser midlere timesutslipp for Oslo-området vintersesongen 1991 (Gram, 1994).

Tabell G.8: Midlere timesutslipp i vinterhalvåret i Oslo-området 1991.
Enhet: kg/h.

Kildegruppe	NO _x	NMVOC
Biltrafikk, hovedveier	971	578
Biltrafikk, småveier	103	107
Havnetrafikk	84	6
Flytrafikk	40	8
Sum "trafikk"	1 198	700
Punktkilder	93	34
Arealfordelt oljefyring	83	10
Fast brensel (ved, kull/koks)	12	100
Sum "fyring"	188	144
Bensindistribusjon	-	123
Renserier etc.	-	360
Samlet utslipp	1 386	1 324

Fra dette prosjektet foreligger det fortsatt filer med beregnede timemiddel-konsentrasjonsfelter for NO, NO₂, NO_x, O₃ og O_x (= O₃ + NO₂) (Grønскеi et al., 2001), og på grunnlag av disse er det beregnet midlere felter for sommer- og vinter-perioden som vist i Tabell G.9. Tabellen viser også tidspunktet da summen av feltene var høyest og lavest. Det er store variasjoner i nivået, og høye

NO₂-konsentrasjoner forekommer episodisk, i første rekke ved langtransport av O₃-holdige luftmasser fra Mellom-Europa. Middelfeltet av O_x for sommeren er veldig "flatt", og dette betyr at NO₂ og O₃ er i motfase, d.v.s høye O₃-verdier gir lave NO₂-verdier og omvendt.

Tabell G.9: NO_x-O_x-konsentrasjoner i Oslo 1991/92. Enhet: µg/m³.

Periode	Komponent	Middel-felt			Høyeste og laveste		
		max/min	sum	rute	tid	sum	
Sommer	NO ₂	7.912	6239.9	1,18	26/5-92 22	27 318	
		36.439		12,10	8/5-92 04	387	
	NO _x	8.987	7576.0	1,18	24/5-92 22	46 058	
		55.057		12,10	8/5-92 04	387	
	O _x	60.922	24356.8	1,18	20/5-92 05	11 328	
		64.582	18116.8	12,10	1/6-92 09	46 624	
	O ₃	53.009		1,18	13/5-92 05	1 392	
		28.143	11699.1	12,10	23/5-92 17	38 438	
	Vinter	NO ₂	12.813	33081.8	1,18	18/11-91 03	333
			57.463		12,10	29/1-92 16	49 116
NO _x		14.797	33081.8	1,18	18/11-91 03	333	
		293.161		11,10	6/12-91 06	241 500	
O _x		42.882	18925.5	1,18	23/1-92 04	8 612	
		64.564		12,10	9/1-92 12	30 956	
O ₃		30.069	7226.4	1,18	31/1-92 09	0	
		6.879		11,10	29/12-91 12	27 891	



Norsk institutt for luftforskning

Postboks 100, 2027 Kjeller

Deltaker i CIENS og Miljøalliansen

ISO-sertifisert etter NS-EN ISO 9001

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORT NR. OR 55/2005	ISBN 978-82-425-1703-6 (trykt) ISBN 978-82-425-2089-0 (elektronisk) ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 196	PRIS NOK 150,-
TITTEL Årsmiddelkonsentrasjoner av SO ₂ og NO _x i Oslo 1960-2000 Modellberegninger		PROSJEKTLEDER Frederick Gram	
		NILU PROSJEKT NR. O-2226	
FORFATTER(E) Frederick Gram		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAAGSGIVERS REF. Per Nafstad	
OPPDRAAGSGIVER Nasjonalt Folkehelseinstitutt Postboks 4404 Nydalen 0403 Oslo		NILU - Norsk institutt for luftforskning 2027 Kjeller	
STIKKORD Oslo	Historiske beregninger	SO ₂ /NO _x	
REFERAT Det er beregnet felter med årsutslipp av SO ₂ og NO _x fra hovedkildegruppene trafikk, fyring og industri i Oslo-området for 40-årsperioden. Felter med årsmiddelkonsentrasjoner er beregnet med den gaussiske spredningsmodellen KILDER. Resultatene er sammenliknet med målte SO ₂ verdier for periodene 1957-63.			
TITLE Annual calculated concentration fields of SO ₂ and NO _x in Oslo 1960-2000.			
ABSTRACT Annual emission fields of SO ₂ and NO _x are calculated for the main groups traffic, heating and industrial sources in the Oslo area for the years 1960-2000. Concentration fields are calculated with a long-term Gaussian dispersion model (KILDER). The results are compared with measured SO ₂ -values from 1957-63.			

* Kategorier
A Åpen – kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-2226
DATO: MARS 2009
ISBN: ISBN 978-82-425-1703-6 (trykt)
ISBN 978-82-425-2089-0 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.