

Luftkvalitet i norske byer

Utvikling • årsaker • tiltak • fremtid

Steinar Larssen og Leif Otto Hagen



NILU OR 69/98
Referanse: O-97145
Dato: November 1998
ISBN: 82-425-1031-8

Kriterier, nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet

Oversikt over de viktigste luftkvalitetskriteriene, nasjonale mål og grenseverdiene. For fullstendig oversikt, se vedlegg. Alle verdier er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram pr. m^3 luft), unntatt CO, som er gitt i mg/m^3 . Alle verdiene gjelder virkninger på helse.

Stoff	Midlingstid	SFT		Forurensningsloven		EU
		Luftkvalitets- kriterier	Nasjonale mål	Kartleggings- grenseverdier	Tiltaks- grenseverdier	Forslag til nye grenseverdier
NO ₂	1 time	100	150	200	300	200
PM ₁₀	1 døgn	35	50	150	300	50
PM _{2,5}	1 døgn	20				
Pb	1 år			0,5	0,5	0,5
SO ₂	1 døgn	90	90	90	200	125
Benzen	1 år		2			
O ₃	1 time	100				
O ₃	8 timer	80				110
CO	8 timer	10				

- Kriterier og grenseverdier er generelt skjerpet de siste ti-årene. Gjelder både WHO, EU og Norge.
- SFTs luftkvalitetskriterier er satt ut fra at eksponeringsnivåene må være 2 ganger høyere enn kriteriene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Overskridelser kan derfor ikke tolkes som definitivt helseskadelige, men en kan heller ikke utelukke effekter hos spesielt sårbare mennesker ved nivåer under kriteriene. Partikkelkriteriene er fra 1998, og her er det ingen klar sikkerhetsfaktor mot virkninger.
- Nasjonale mål for luftkvaliteten i byer og tettsteder ble vedtatt av Regjeringen høsten 1998. De nasjonale målene er i hovedsak litt strengere enn EUs forslag til nye grenseverdier, men ikke så strenge som SFTs luftkvalitetskriterier, unntatt for SO₂. De nasjonale målene tillater et visst antall overskridelser pr. år for NO₂ og PM₁₀. Målene skal nås innen 1.1.2005 (NO₂: 1.1.2010)
- De gjeldende forskriftene i Forurensningsloven, som trådte i kraft fra 1.7.1997, skal revideres på grunnlag av de nye nasjonale målene og EUs nye grenseverdier. De nye grenseverdiene vil bli minst like strenge som EUs nye grenseverdier og kanskje så strenge som de nasjonale målene.
- EUs forslag til nye grenseverdier tillater et visst antall overskridelser pr. kalenderår. Grenseverdiene skal overholdes innen 1.1.2005 (NO₂: 1.1.2010). O₃-verdien er allerede gjeldende.
- For ytterligere detaljer, se tabell i vedlegg (side 31).

Begreper:

Luftforurensning og luftkvalitet	Luftkvaliteten i et område/på et sted vurderes ved å sammenholde målinger eller beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning med grenseverdier satt ut fra virkning på helse og/eller vegetasjon.
Grenseverdier, retningslinjer, anbefalte luftkvalitetskriterier	Tallverdi (sammen med midlingstid) som er satt for et forurensende stoff i luft for å beskytte mot virkninger på helse og vegetasjon. Grenseverdier er juridisk bindende, retningslinjer er en målsetning, mens anbefalte luftkvalitetskriterier ut fra faglige kriterier er satt så lavt at virkninger vanligvis ikke vil opptre.
Midlingstid	Tall for luftkvalitet oppgis gjerne som gjennomsnitt over ulike tidsperioder, som f.eks 1 time, 8 timer, 24 timer, 6 måneder og 1 år. Dette har sammenheng med at virkningen på organismen opptrer etter eksponering over en viss, kort eller lang, tid. Grenseverdier osv. er gitt for ulike midlingstider.

Prosjektmedarbeidere: Kari Arnesen, Ivar Haugsbakk, Vidar Langberget

Formgivning: Finn Bjørklid

Forsidefoto: Viktor Dahl

Luftkvalitet i norske byer

Utvikling - årsaker - tiltak - framtid

Forord

Det er en økende oppmerksomhet om luftkvaliteten i våre byer og tettsteder. Luftkvaliteten bestemmes av en rekke faktorer, og sammenhengene er kompliserte. Hensikten med denne rapporten er å gi en kortfattet og enkel oversikt over dette sammensatte saksfeltet. Rapporten er delt i tre deler.

I Del I gis en oversikt over utviklingen fram til i dag. Målinger av SO₂ og sot kom i gang sent på 50-tallet. Systematiske målinger av NO_x og NO₂, CO og partikler, ozon og benzen, startet senere i løpet av 70-, 80- og 90-tallet. Befolkningens eksponering til luftforurensninger og hovedkildene til denne beskrives, likeledes luftkvaliteten i norske byer i forhold til andre byer i Europa.

I Del II gis en nærmere beskrivelse av utviklingstrekk innen transport, en sektor som

er viktig for å forstå utviklingen.

I Del III gis en oversikt over framskrivninger av luftkvaliteten i Norge, samt varsling og overvåking. Framskrivningene er basert på antatt utvikling i viktige forhold som transport, bruk av energi til oppvarmings- og industriformål samt effekten av krav til drivstoff og kjøretøy. Det er videre gjort analyser av virkninger av ytterligere tiltak som kan være nødvendig for å nå nasjonale mål for luftkvaliteten.

En oversikt over de viktigste grenseverdiene og kriteriene, og faguttrykk er gitt på innsiden av omslagssiden, samt i eget vedlegg.

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Norsk Petroleumsinstitutt og Opplysningsrådet for Veitrafikken.



Innhold

Forord	3
DEL I: Utviklingen fram til i dag	6
Positiv utvikling fram til i dag - SO ₂ , sot, bly	6
Tidvis for mye NO ₂ i luften i forhold til SFTs luftkvalitetskriterier	9
Bakgrunns-ozon (O ₃) og NO gir mer NO ₂ og mindre ozon i byene	12
PM ₁₀ er et betydelig luftforurensningsproblem i byene vinterstid	13
Benzennivået i de største byene må reduseres for å overholde nasjonalt mål	17
Befolkningens eksponering til luftforurensninger i byer i Norge	18
Luftforurensninger i norske byer og i Europa	20
DEL II: Utvikling i trafikk og utslipp	21
Periodevis sterk vekst i antall kjøretøy og trafikk	21
Utslippskrav til biler skjerpes stadig	24
DEL III: Utviklingen framover	25
Betydelig reduksjon i utslippene fra biler i årene som kommer	25
Analyser viser betydelige forbedringer i luftkvaliteten i årene som kommer	26
Akutt-tiltak vil bli brukt på dager med høy forurensning	28
Overvåkingen og varslingen av luftkvalitet i byene forbedres og vil sannsynligvis øke i omfang	28
SPESIELLE TEMA:	
Boks 1: Måleprogram for luftkvalitet i byer og tettsteder	5
Boks 2: Materialskader på grunn av luftforurensning er redusert	8
Boks 3: Bare svak reduksjon i NO_x-utslipp i norske byer de siste årene	11
Biltrafikk og vedfyring gir mest PM₁₀-utslipp i byene	11
Boks 4: Piggdekk og svevestøv	15
Boks 5: Andel piggfritt i vintertrafikken øker	16
Boks 6: Utbyggingen av hovednett i byene påvirker forurensningssituasjonen	22
Boks 7: Alder og teknologi i norsk bilpark	23
VEDLEGG	29
Begreper/definisjoner/stoffer/kilder	29
Helsevirkninger	30
Anbefalte luftkvalitetskriterier, nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet	30

Boks 1

Måleprogram for luftkvalitet i byer og tettsteder

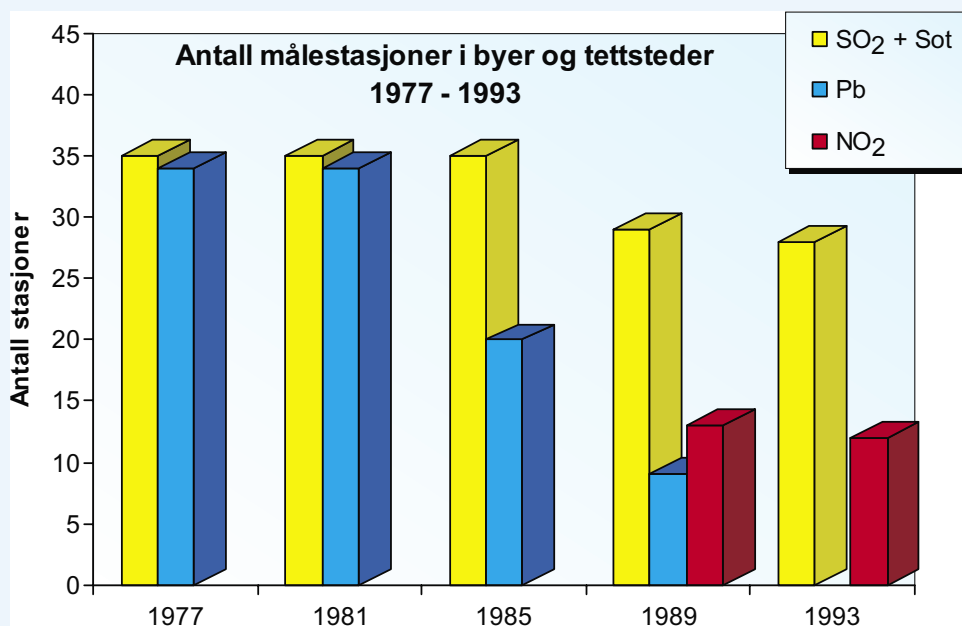
I en rekke større byer og industristeder er det i samarbeid mellom NILU og kommuner/industribedrifter gjennomført rutinemessige luftkvalitetsmålinger siden tidlig i 1970-årene. I noen byer foreligger måledata helt fra slutten av 1950-årene.

I årene 1977-1994 ble de fleste målingene i byer og tettsteder utført på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) under Statlig program for forurensningsovervåking, se Figur 1. Programmet var konsentrert om målinger av svoveldioksid (SO₂), sot og bly. Antall målestasjoner ble etterhvert redusert på grunn av lavere utslipp av disse stoffene. Siste

blymåling ble utført i 1992. NO₂-målinger ble inkludert i måleprogrammet fra 1986 på utvalgte stasjoner.

Fra 1994 er kommunene og veimyndighetene tillagt ansvaret for overvåkingen, som nå foregår i Oslo, Drammen, Sarpsborg, Fredrikstad, Skien, Porsgrunn, Bergen og Trondheim. Målingene omfatter i hovedsak nitrogenoksider (NO, NO₂, NO_x) og svevestøv (PM₁₀). De tidligere sotmålingene representerte bare svarte partikler (hovedsakelig sot). Disse verdiene ikke kan sammenlignes direkte med dagens PM₁₀-målinger.

Stoffene og deres mulige virkninger er beskrevet i vedlegget.



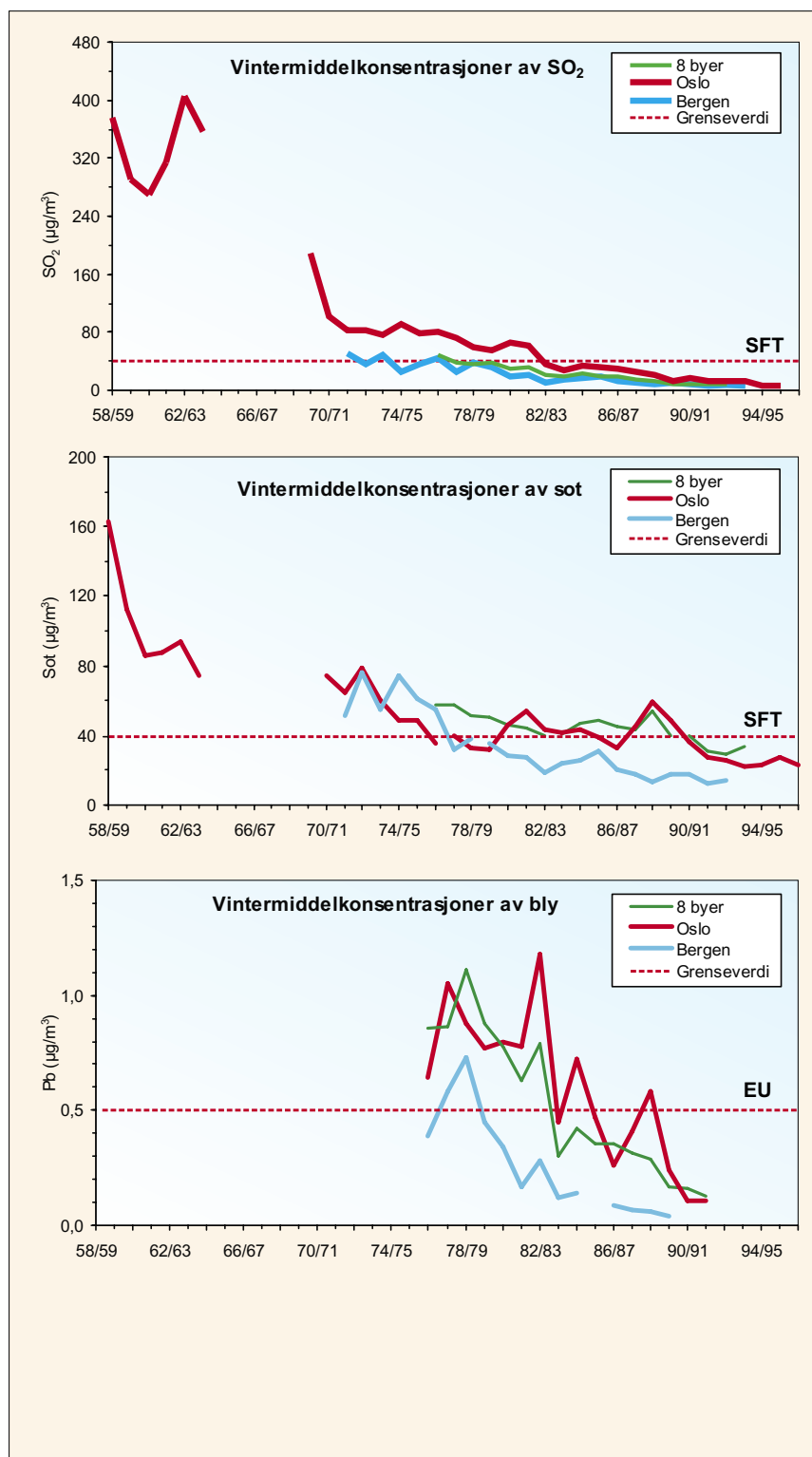
Figur 1: Det tidligere Statlig program for forurensningsovervåking hadde inntil 35 målestasjoner i 30 byer og tettsteder.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn.

DEL I

Utviklingen fram til i dag

Positiv utvikling fram til i dag - SO₂, sot, bly



Det har vært betydelig nedgang i konsentrasjonene av SO₂, sot og bly fra slutten av 1950-årene til i dag. Konsentrasjonene ligger på godt under SFTs anbefalte luftkv alitetskriterier, og SO₂-nivået også godt under det nasjonale målet.

SO₂

I slutten av 1950-årene og begynnelsen av 1960-årene var vintermiddel-konsentrasjonene av SO₂ i Oslo opptil 10 ganger høyere enn SFTs nåværende anbefalte luftkvalitetskriterium, se Figur 2. På den tiden ble det brukt mye svovelholdig koks og kull til boligoppvarming og tungolje i industrien. Reduksjonen i SO₂-nivået i norske byer skyldes først en overgang til bruk av fyringsoljer og elektrisitet til oppvarming og deretter en gradvis mindre bruk av fyringsoljer kombinert med nedgang i svovelinnholdet i fyringsoljene (Figur 3).

SO₂-nivået i Oslo er i dag redusert til ca. 2% av nivået på slutten av 1950-tallet. Målinger gjennomført av Miljøetaten i Oslo i 1996/97 viser at gjennomsnittskonsentrasjonen vinterstid nå er nede på ca. 20% av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium. De maksimale døgnmiddelverdiene er godt under det nye nasjonale målet, som i dette tilfellet er identisk med luftkvalitetskriteriet.

Reduksjonen i SO₂ er hovedårsaken til reduserte korrosjonsskader (se Boks 2).

Sot

Også sotnivået er betydelig redusert. Nedgangen var størst tidlig i 1960-årene og skyldes, som for SO₂,

overgang fra koks og kull til fyringsoljer og elektrisitet til boligoppvarming, og også redusert utslipp fra industrien.

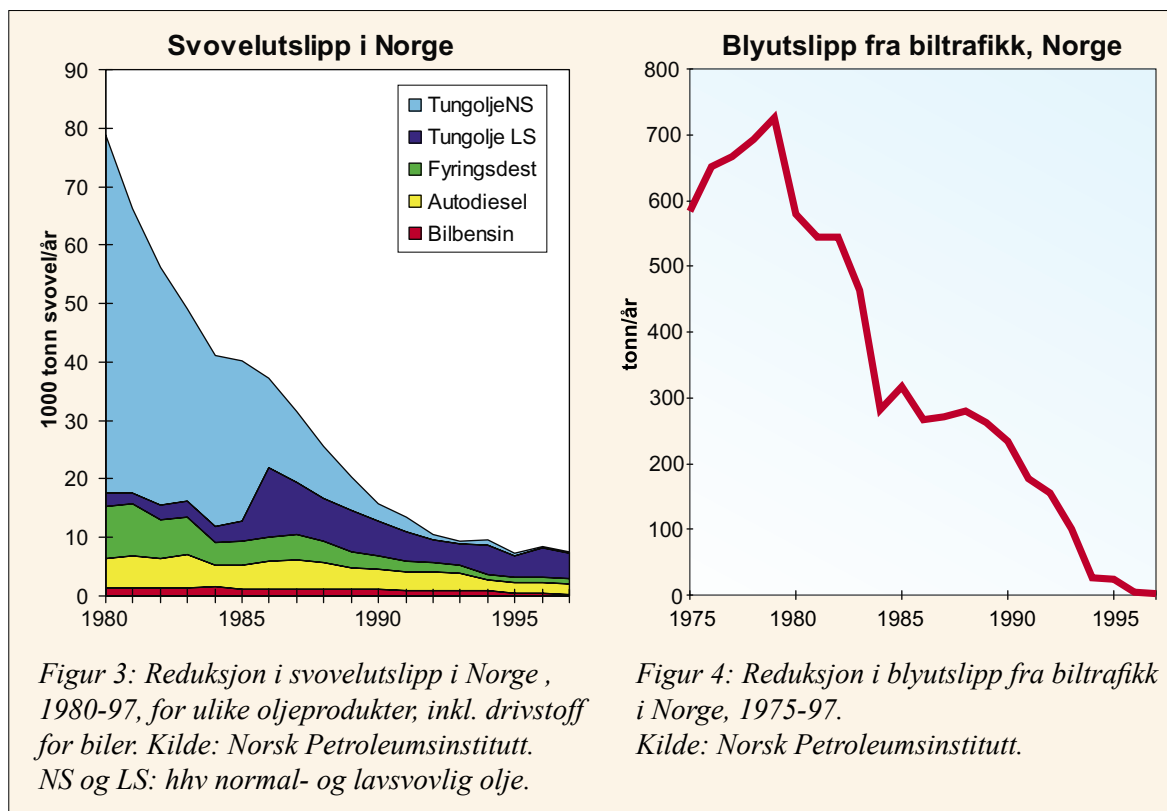
Sotnivået viste en jevn nedgang i årene 1977-1983, som sannsynligvis skyldes mindre bruk av fyringsoljer. Fra 1983 til 1989 var det konstant nivå eller en svak økning. Dette har sannsynligvis sammenheng med en sterk økning i biltrafikken, spesielt dieselmotorer (se Figur 23). I samme periode økte salget av autodiesel med vel 30%. Etter 1989 har salget av autodiesel fortsatt økt, men konsentrasjonen av sot er redusert. Dette kan ha sammenheng med milde vintre og gode spredningsforhold, men det kan også tyde på at utslippene fra dieselmotorer er redusert.

Midt i 1990-årene var sotnivået i Oslo og andre større byer redusert til ca. halvparten av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for halvårsmiddelverdi. I stedet for sot måles nå PM_{10} , som gir et mål for den totale mengden (vekten) av inhalerbare svevestøvpartikler (se side 13-16).

Bly

Konsentrasjonene av bly er redusert vesentlig. Dette skyldes en gradvis reduksjon av blytilsetningen til bensinen, dels gjennom avtaler mellom oljeselskaper og myndighetene, dels gjennom forskrift. Det kom påbud om mindre blytilsetning i lavoktan-bensin høsten 1980 og i høyoktan-bensin høsten 1983. Fortsatt nedgang i blynivået i 1990-årene skyldes økt salg av blyfri bensin. Alle nye bensindrevne personbiler må ha katalysator (og blyfri bensin) fra og med modellåret 1989. Allerede i 1993 utgjorde blyfri bensin nesten 70% av det totale salget av bensin. I dag selges det ikke blyholdig bensin i Norge, og blynivået i luft er nå redusert med mer enn 90% siden 1992 (Figur 2). Figur 4 viser utviklingen av blyutslipp i Norge fra 1975 til 1997.

Blymålinger på to stasjoner ved veier i Oslo i februar 1998 (Tåsen og Linderud) viste nivåer på 0,01-0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, som er 2-4% av Verdens helseorganisasjons retningslinjer og EUs forslag til grenseverdi, 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på årsbasis.



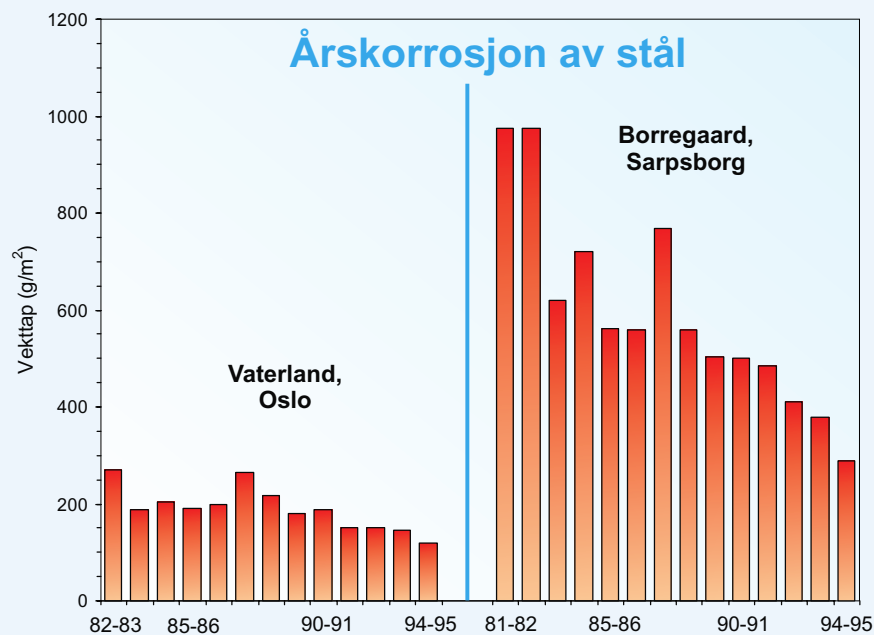
Boks 2

Materialskader på grunn av luftforurensning er redusert

SO₂ har vært den viktigste årsaken til de materialskadene en har observert i etterkrigstiden. Gjennomførte tiltak for å redusere utslippene har økt levetiden til de fleste materialer og redusert vedlikeholdskostnadene.

På feltstasjoner har NILU fra begynnelsen av 1980-årene overvåket hvordan luften har skadet utvalgte materialer. Figur 5 viser årskorrosjonen på Vaterland i Oslo med

fyring som en dominerende kilde, og ved Borregaard i Sarpsborg hvor forurensningene skyldes både prosessutslipp (fra industri) og fyring. Reduksjonen i utslipp av SO₂ har hatt stor effekt, særlig ved Borregaard, hvor prosessutslippet er betydelig redusert. Den største SO₂-reduksjonen i Oslo skjedde i 1960-årene. Likevel er korrosjonsskadene redusert der også i perioden 1981-95.



Figur 5: Korrosjonshastighetens endringer i perioden fra 1981 til 1995 for feltstasjonene Vaterland, Oslo og Borregaard, Sarpsborg.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn.

Tidvis for mye NO₂ i lufta i forhold til SFTs luftkvalitetskriterier. Nasjonalt mål er overskredet i Bergen de siste årene.

Det midlere NO₂-nivået om vinteren i større byer er lite endret fra 1986 fram til i dag og ligger under SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium ved stasjoner som ikke er trafikkbelastet. Tilsvarende kriterier for time- og døgnmiddelverdi overskrides imidlertid jevnlig ved de mest trafikkerte veiene. I sentrumsområdene utenom hovedveiene er det færre overskridelser. Nivået i de største byene er opp mot eller over nasjonale mål.

Eksposering til NO₂ både over kort og lang tid kan gi helseeffekter. Derfor brukes både gjennomsnittlig konsentrasjon i vinterhalvåret og døgn- og timemiddelverdier som kriterier. Biltrafikken er den dominerende kilden til NO₂ i byer og tettsteder (se Boks 3 og side 18-19).

Middelverdiene for vinterhalvåret har endret seg lite (gått svakt ned) i perioden 1986-1995 og var opp mot eller rundt SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium på 50 µg/m³ (Figur 6). I områder med mye trafikk kan imidlertid denne grenseverdien overskrides, se Figur 7.

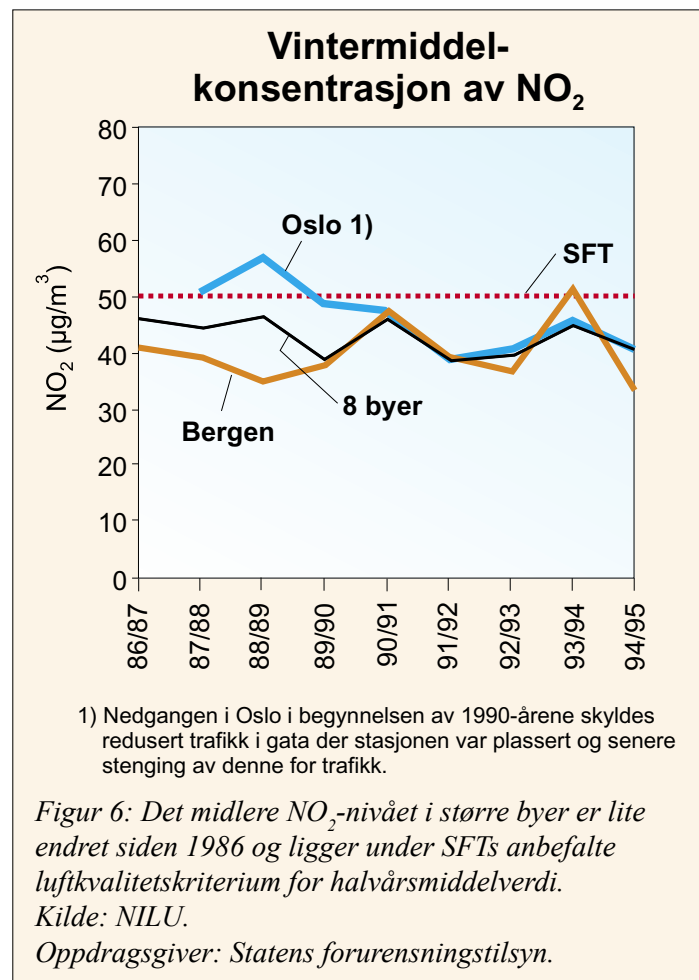
SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for døgnmiddelverdi på 75 µg/m³ overskrides hver vinter særlig ved de mest trafikkerte veiene (Figur 8). Målinger ved bybakgrunnsstasjonen "Nordahl Bruns gate" i Oslo (ikke vist her), som ikke er påvirket av direkte trafikkutslipp, gir noe lavere NO₂-verdier enn ved Kirkeveien og Tåsen. Vinteren 1996/97 ble døgnmiddelkriteriet overskredet 1 gang ved Nordahl Bruns gate, 7 ganger ved Kirkeveien og 12 ganger ved Tåsen. Høyeste målte døgnmiddelverdi på disse stasjonene er 130 µg/m³ (1994-95).

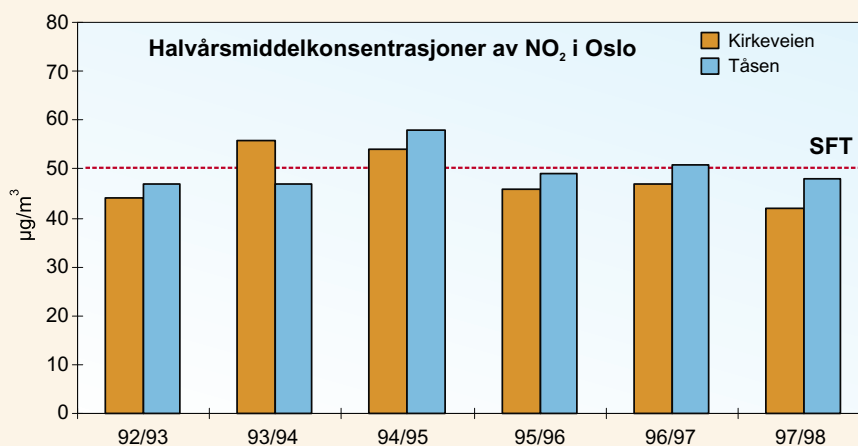
SFTs kriterium for timemiddel på 100 µg/m³ overskrides imidlertid langt hyppigere. Konsentrasjonen av NO₂ varierer mye fra time til time på grunn av endringene i vindstyrke, spredningsforhold og trafikkmengde. På målestasjonene i Oslo ble kriteriet for timemiddel overskredet 19 ganger ved Nordahl Bruns gate, 75 ganger ved Kirkeveien og 144 ganger ved Tåsen vinteren 1996/97. Høyeste målte timemiddelverdi var 175 µg/m³.

Nasjonalt mål for timemiddelverdi på 150 µg/m³ (med 8 tillatte overskridelser pr. år) ble ikke overskredet i Oslo vinteren 1996/97. Kirkeveien hadde 3 timemiddelverdier over 150 µg/m³ denne vinteren, mens Tåsen hadde 6.

I Bergen har det imidlertid vært overskridelser av nasjonale mål gjennom flere vintre, som vist i Figur 9, der timeverdiene på bybakgrunnsstasjoner har kommet så høyt som 280 µg/m³, og det vinteren 1995-96 var 212 timer over 100 µg/m³.

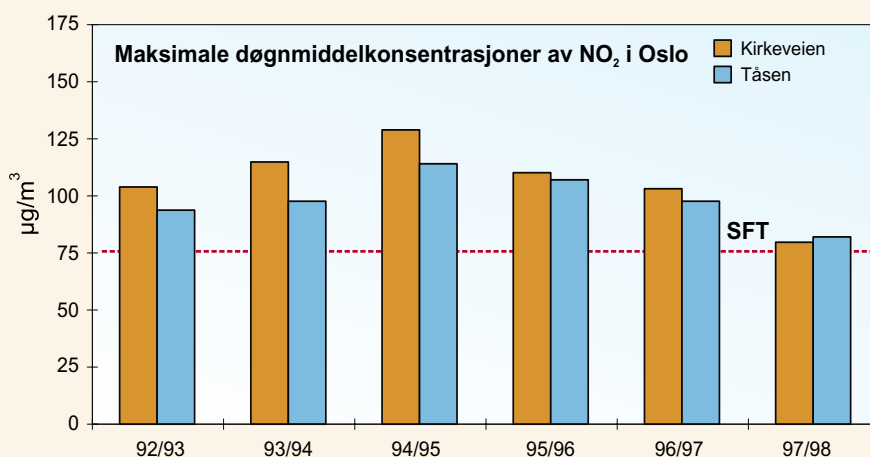
Med de nye kravene til utslipp fra kjøretøy vil utslippet av NO_x reduseres i takt med fornyelse av bilparken (se side 25). Nasjonalt mål for år 2010 vil sannsynligvis bli innfridd uten ytterligere tiltak, se for øvrig Del III.





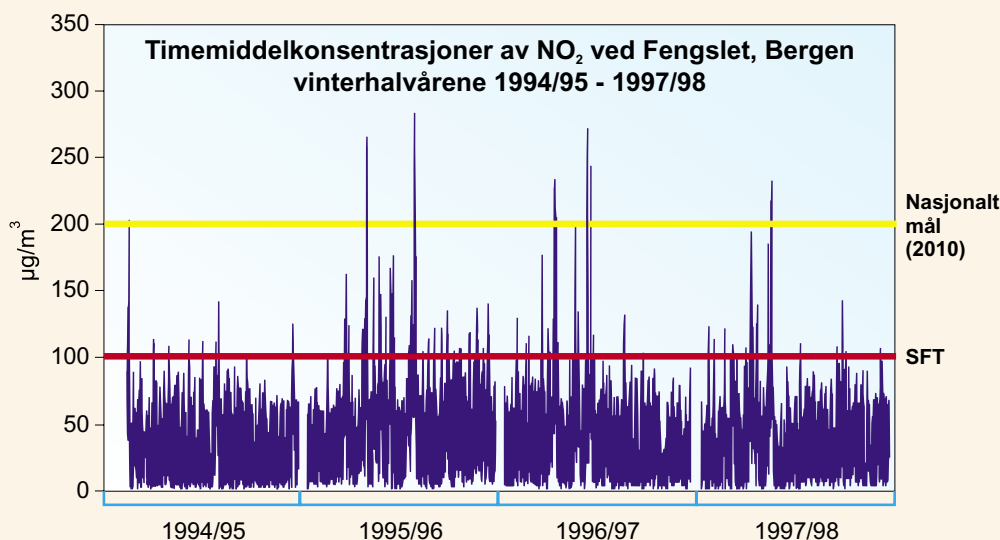
Figur 7: Ved veier med stor trafikk kan også SFTs halvårsmittelkriterium overskrides.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Statens vegvesen Oslo.



Figur 8: SFTs luftkvalitetskriterium for døgnmiddelverdi overskrides tildels betydelig.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Statens vegvesen Oslo.



Figur 9: Tidsrekker for NO₂ (timemiddelkonsentrasjoner) ved bybakgrunnsstasjonen Fengslet i Bergen viser store variasjoner i konsentrasjonsnivå og mange overskridelser av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium. Nasjonalt mål på 150 µg/m³ med 8 tillatte overskridelser pr. år er i figuren estimert å tilsvare en maksimalverdi på 200 µg/m³. Denne verdien er overskredet i Bergen de siste årene.

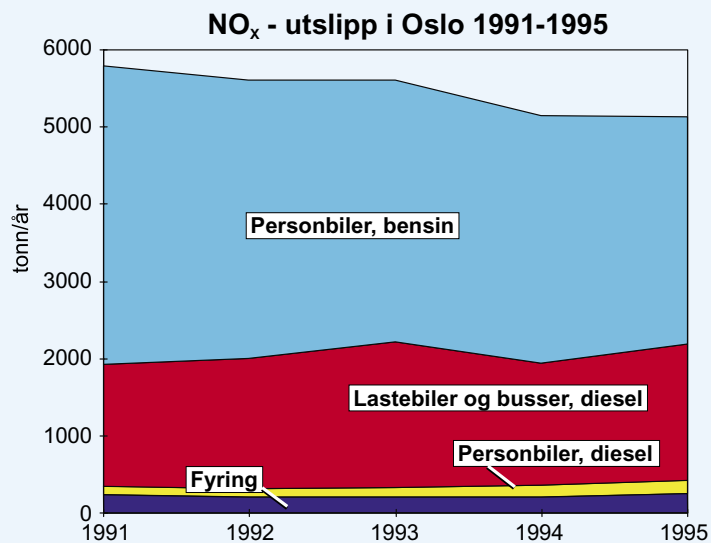
Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Bergen kommune/Statens vegvesen Hordaland.

Boks 3

Bare svak reduksjon i NO_x-utslipp i norske byer de siste årene

Biltrafikken er den viktigste NO_x-kilden i byene våre. Til tross for økt trafikk har utskifting av bilparken til biler med mer moderne rensetstyr resultert i en moderat reduksjon i utslippene fra trafikken f.eks. i Oslo (se Figur 10).

I tillegg til utslippene tatt med i figuren kommer avfallsforbrenning (Haraldrud og Klemetsrud forbrenningsanlegg) og sjøfart (fjordtrafikken) på tilsammen ca. 1000 tonn. Disse skjer i enkeltanlegg og i havn- og fjordområdet, og bidrar til luftforurensning mer lokalt.



Figur 10: Utslipp av NO_x i Oslo fra forskjellige kilder, 1991-1995.

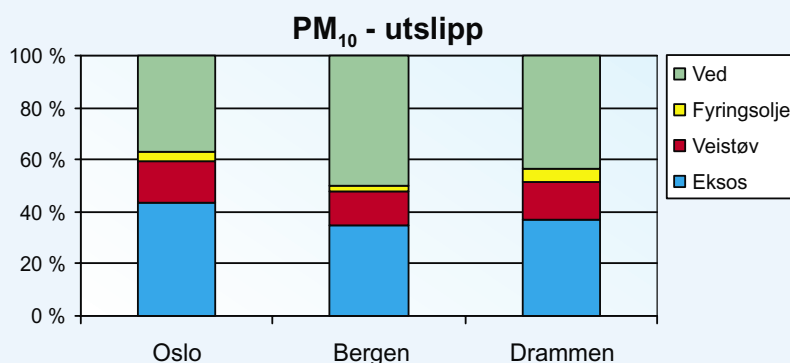
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Biltrafikk og vedfyring gir mest PM₁₀-utslipp i byene

De største kildene til PM₁₀ i byene på årsbasis er eksos (mest bileksos, men også noe fra skip og motorredskaper), veistøv og vedfyring. Figur 11 viser fordelingen i Oslo, Bergen og Drammen.

Usikkerheten i utslippsberegningen er størst for vedfyring og veistøv. For å vurdere hva disse utslippene betyr for forurensningstilstanden må en huske følgende (se også side 18-19):

- Veistøv og fyring er vinter-relatererte, slik at bidragene fra disse kildene da blir enda større i forhold til eksosen.
- Veistøv gir bidrag bare når det er tørt, og bidraget kan da dominere helt.
- Fyringsutslippene skjer over tak og får da noe mindre betydning enn biltrafikk-utslippene som skjer ved bakken.



Figur 11: Utslipp av PM₁₀ (relativ fordeling) i Oslo, Drammen, og Bergen i 1995 (hele året).

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Bakgrunns-ozon (O_3) og NO lokalt reagerer og gir mindre ozon og mer NO_2 i byene

Langtransportert ozonholdig luft gir i seg selv miljøskader. I byene reagerer ozon kjemisk med nitrogenmonoksid (NO) fra lokale utslipp/trafikk. Dette gir et betydelig NO_2 -bidrag i byene og samtidig mindre O_3 i byene enn utenfor.

All forbrenning gir utslipp av **nitrogenoksider**: 90-95% som NO og resten som NO_2 . Det er særlig NO_2 som kan gi helseskader. Målinger av luftkvalitet i byer viser imidlertid at NO_2 -andelen er betydelig høyere enn dette. Årsaken er kjemisk reaksjon mellom NO og O_3 (ozon) i lufta, som raskt danner NO_2 og O_2 . Kilder til O_3 i lufta som kommer inn mot byene er i hovedsak langtransporterte luftforurensninger fra Kontinentet, men også global bakgrunn.

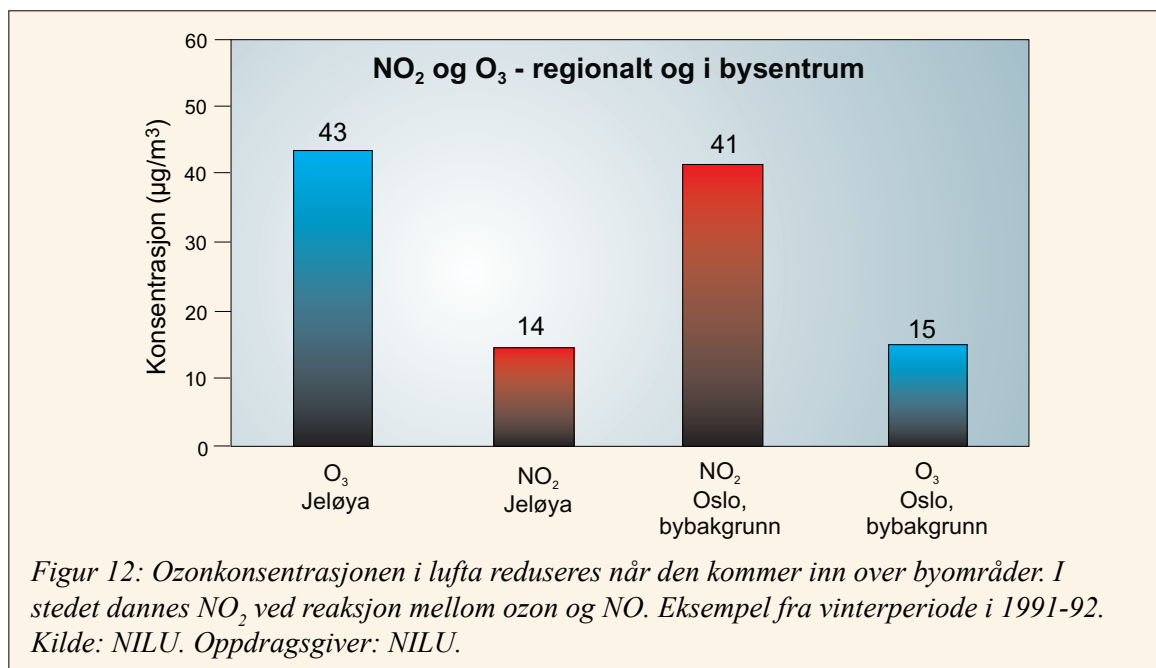
Reaksjonen mellom NO og O_3 gir omtrent like stort NO_2 -bidrag over de fleste delene av Oslo sentrum. Denne ozon-genererte bybakgrunns-verdien av NO_2 er en relativt stor del av NO_2 -nivået i byer i Norge. NO_2 -nivået ved gatestasjonene er i gjennomsnitt bare er 10-30% høyere enn ved en bybakgrunnsstasjon.

Reaksjonen mellom NO og O_3 medfører at O_3 -nivået i byluft oftest er lavere enn utenfor byene, se Figur 12. Til gjengjeld blir NO_2 -konsentrasjonen i byene høyere enn den ville vært uten denne reaksjonen. Det direkte langtransportbidraget av NO_2 er bare noen få mikrogram pr m^3 luft.

Ved intens «innstråling» vil fotografiske reaksjoner føre til økt O_3 -nivå i store byområder, når reaksjonene kan stryke i forurenset luft over flere timer. I norske byer er imidlertid økt O_3 fra fotokjemi, men en kan få dette i spesielle situasjoner også i Norge i le av større byer og industriområder.

Etter hvert som en stadig større andel av bilparken får katalysator, vil utslippet av NO reduseres betydelig. Likevel vil det som oftest være nok NO i lufta til å reagere med O_3 , slik at reaksjonen mellom NO og O_3 fortsatt vil være en nesten like stor NO_2 -kilde som før. Derfor vil de fleste tiltak mot NO_x redusere NO_2 -konsentrasjonen i lufta i mindre grad enn de reduserer NO-konsentrasjonen. Det foregår imidlertid et internasjonalt arbeid for å redusere ozon-nivået i årene framover.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for **ozon** for middelverdier over 8 timer for virkninger på helse ($80 \mu g/m^3$) og vegetasjon ($60 \mu g/m^3$) overskrides ofte, spesielt utenfor byene. Helsekriteriet overskrides oftest i månedene mars-august, mens det er få overskridelser i månedene oktober-januar. Vegetasjonskriteriet overskrides de fleste dagene i sommerhalvåret i Sør-Norge, mens det er langt færre overskridelser i Nord-Norge og på Svalbard. Det er færre overskridelser i byene enn utenfor.



PM₁₀ er et betydelig luftforurensningsproblem i byene vinterstid, og nasjonalt mål overskrides vesentlig

Sett i forhold til grenseverdier og nasjonale mål er PM₁₀ (svevestøv) det største luftforurensningsproblemet i byene. Avhengig av værforhold og hvor man oppholder seg, er det ulike kilder som dominerer. Hovedkilden, spesielt ved veiene, er piggdekkenes slitasje av veidekket og oppvirvling av dette støvet fra veibanen i perioder med bar og tørr vei vinterstid. Bileksosen bidrar selvsagt, og vedfyringen betyr også mye, spesielt på kalde dager (se Boks 3 og Boks 4).

Konsentrasjonene av PM₁₀ varierer mye fra time til time og fra dag til dag, se Figur 13, som viser variasjonene i konsentrasjonen i PM₁₀ (døgnmiddelverdier) ved gatestasjonen Kirkeveien i Oslo.

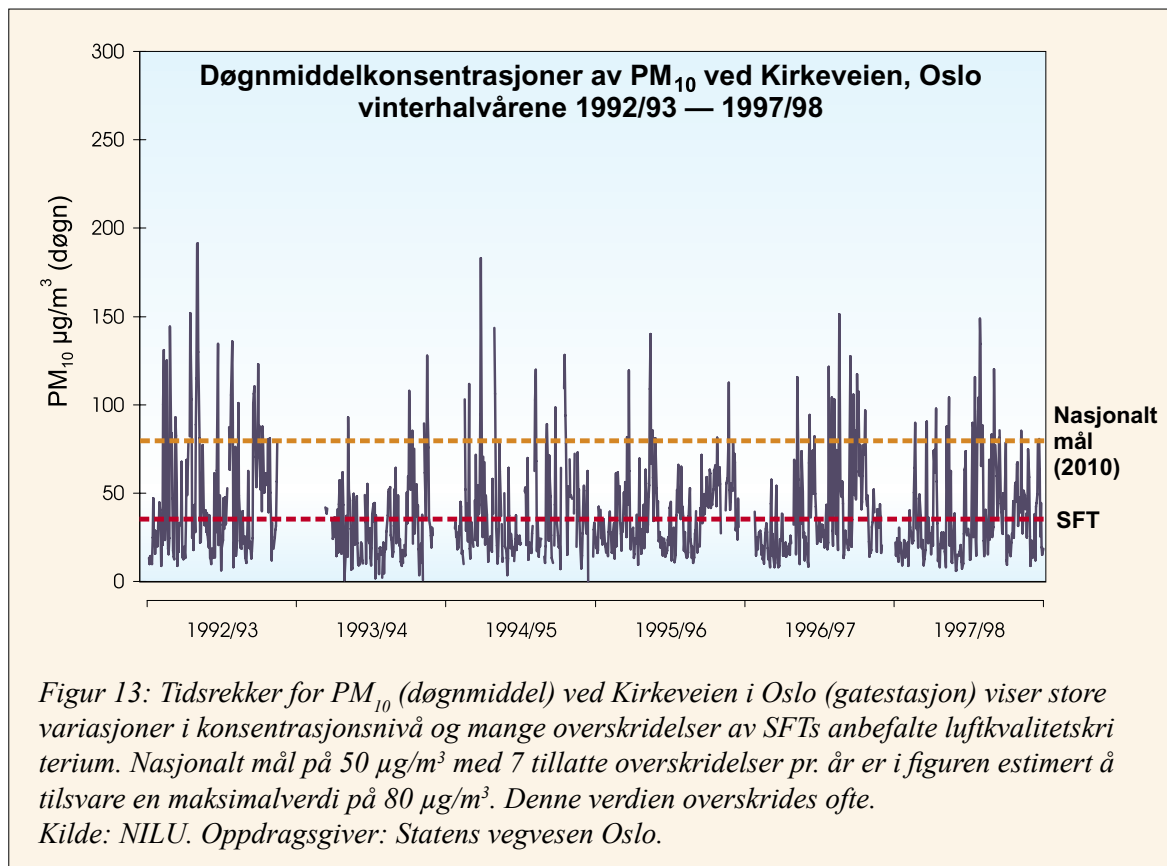
SFTs luftkvalitetskriterium for døgnmiddel, som i 1998 ble skjerpet fra 70 til 35 µg/m³, overskrides rundt halvparten av dagene ved trafikkbelastede målestasjoner i Oslo. De høyeste verdiene er 4-5 ganger over kriteriet. På bybakgrunnsstasjonen i Nordahl Bruns gate, som ikke er så påvirket av trafikken, overskrides

kriteriet hver sjette dag i gjennomsnitt (ikke vist her). **Nasjonalt mål** for år 2010, som tilsvarer en maksimal døgnmiddelverdi på 80 µg/m³, overskrides i gjennomsnitt hver femte dag om vinteren ved veier, se eksempel i Figur 14.

De høyeste PM₁₀-konsentrasjonene måles på dager med lite vind og med tørre og bare veier. På slike dager kan veidekke-slitasjen på grunn av piggdekk utgjøre 85-90% av bidraget til PM₁₀ i luft på veinære steder (se Boks 4).

Vintermiddelverdien av PM₁₀ i de største byene er rundt 40 µg/m³ ved trafikkerte veier. Dette tilsvarer SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium (Figur 15), men kriteriet forventes å bli skjerpet i tråd med det nye kriteriet for døgnmiddel. I tillegg til piggdekk gir vedfyring og langtransporterte forurensninger og bileksos (mest fra dieselmotorer) vesentlig bidrag til gjennomsnittsnivået om vinteren.

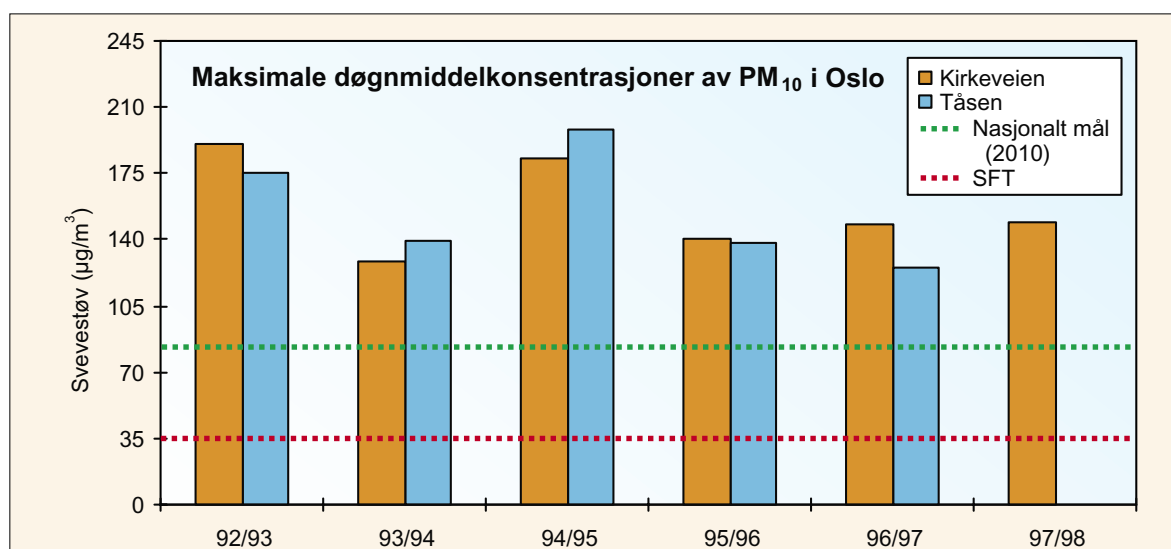
Strengere krav til utslipp av partikler for kjøretøy er vedtatt i EU. Dette vil gi et visst bidrag til redusert forurensning, men grenseverdiene kan bare innfris ved sterkt redusert bruk av piggdekk og redusert vedfyring (se side 26-27).



Pågående forskning, også i Norge, legger vekt på å søke å avklare hvilke effekter små partikler fra eksos og forbrenning (PM_{2,5} og mindre) og større partikler fra veistøv kan gi på befolkningens helse. Hva er viktigst? Det er vel kjent at eksospartikler er viktige, men nyere forskning tyder på at også større partikler har betydning for helsen.

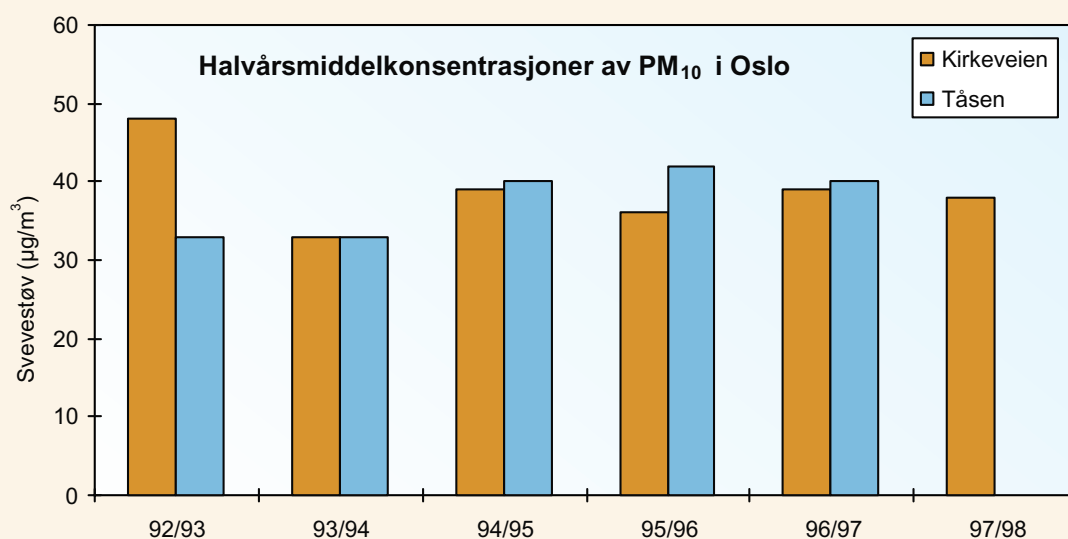
Siden 1996 har bruken av piggfrie dekk økt betraktelig (se Boks 5). Det kan være flere årsaker til at dette ikke ga utslag i målingene i Kirkeveien vinteren 1997/98 (Figurene 14 og 15). Endringer i værforholdene og trafikken

kan være med å kamuflere en ventet endring på grunn av økt piggfri-andel. Det kan også være slik at veistøvdepotet som bygges opp fra piggdekkenes slitasje, og som frigjøres når det er tørt, likevel er stort nok til å gi nesten like mye oppvirvlet støv, og at vi vil se et tydelig fall i PM₁₀ først ved enda høyere piggfriandeler. Disse sammenhengene skal studeres nærmere.



Figur 14: PM₁₀-nivået (døgnmiddel) i de største byene (her vist Oslo-data) er langt høyere enn SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. Nasjonalt mål på 50 µg/m³ med 7 tillatte overskridelser pr. år er i figuren estimert å tilsvare maksimalverdi på 80 µg/m³. Denne verdien overskrides også vesentlig.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Statens vegvesen Oslo.



Figur 15: Halvårsmiddelkonsentrasjonen av PM₁₀ ligger rundt SFTs gjeldende luftkvalitetskriterium på 40 µg/m³ (Denne verdien er under revisjon).

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Statens vegvesen Oslo.

Boks 4

Piggdekk og svevestøv

Veistøv, bileksos (mest fra dieslbiler) og vedfyring er hovedkildene til svevestøvet i byluft i Norge. Veistøv gir mest grovstøv (PM_{10}), men også noe $PM_{2,5}$. Eksospartikler og vedfyring gir mest finstøv ($PM_{2,5}$). I tillegg er langtransporterte partikler fra kontinentet ikke ubetydelig, særlig for $PM_{2,5}$.

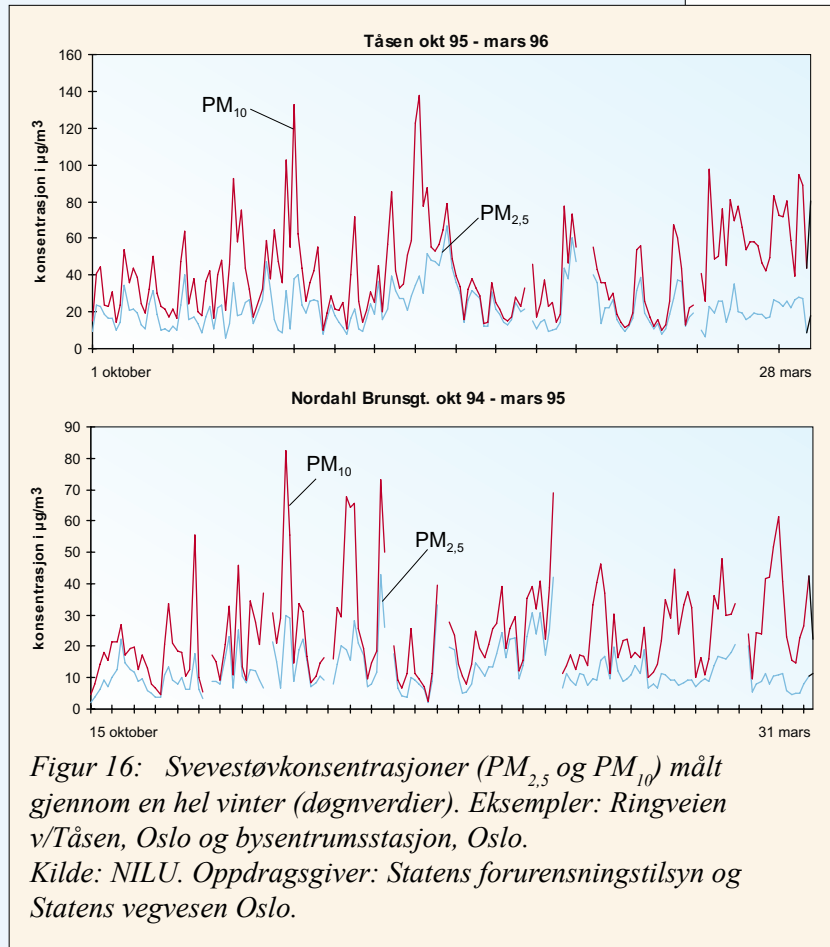
Data fra målinger ved gater og i bysentra i de største byene er brukt til å beregne/vurdere betydningen av de ulike utslippene. Figur 16 viser et eksempel på hvordan konsentrasjonene av PM_{10} og $PM_{2,5}$ varierer fra dag til dag om vinteren ved en sterkt trafikkert vei (Ringveien ved Tåsen, Oslo) og i Oslo sentrum generelt (Nordahl Brunstg-stasjonen). PM_{10} kan bli svært høy på dager med tørr veibane. $PM_{2,5}$ -nivået er da mye lavere, men veistøvet kan likevel gi et stort bidrag til $PM_{2,5}$. Noen ganger er $PM_{2,5}$ også ganske høyt, og omtrent lik PM_{10} . Det er på dager med dårlig spredning og fuktig vei, når vedfyring og bileksos er viktigst.

Figur 17 viser at de dagene PM_{10} -forurensningen er høyest, er veistøvet den dominerende kilden til PM_{10} og $PM_{2,5}$, både langs veier og i bylufta generelt. (Konsentrasjonen av PM_{10} , i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, er likevel langt høyere enn $PM_{2,5}$ disse dagene). Til årsmiddelverdien blir veistøvbidraget mindre, men fortsatt betydelig. Langtransportert forurensning fra kontinentet gir faktisk et betydelig bidrag, 40-50%, mest til $PM_{2,5}$ i bylufta utenom veiene (ikke vist på figuren).

Figur 17: Veistøvet maksimale bidrag til svevestøvet ($PM_{2,5}$ og PM_{10}) i luft ved gater og veier og i byluft generelt. Sammendrag basert på målinger i norske byer.

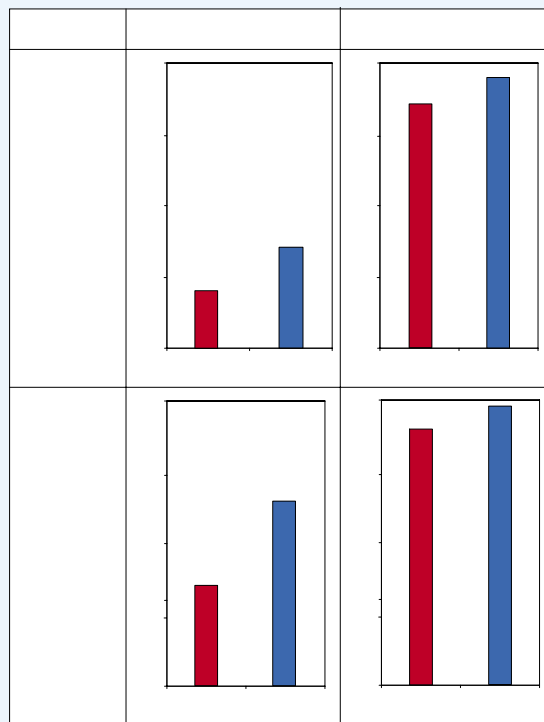
Kilde: NILU.

Oppdragsgiver: Samferdselsdepartementet



Figur 16: Svevestøvkonsentrasjoner ($PM_{2,5}$ og PM_{10}) målt gjennom en hel vinter (døgnverdier). Eksempler: Ringveien v/Tåsen, Oslo og bysentrumsstasjon, Oslo.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn og Statens vegvesen Oslo.

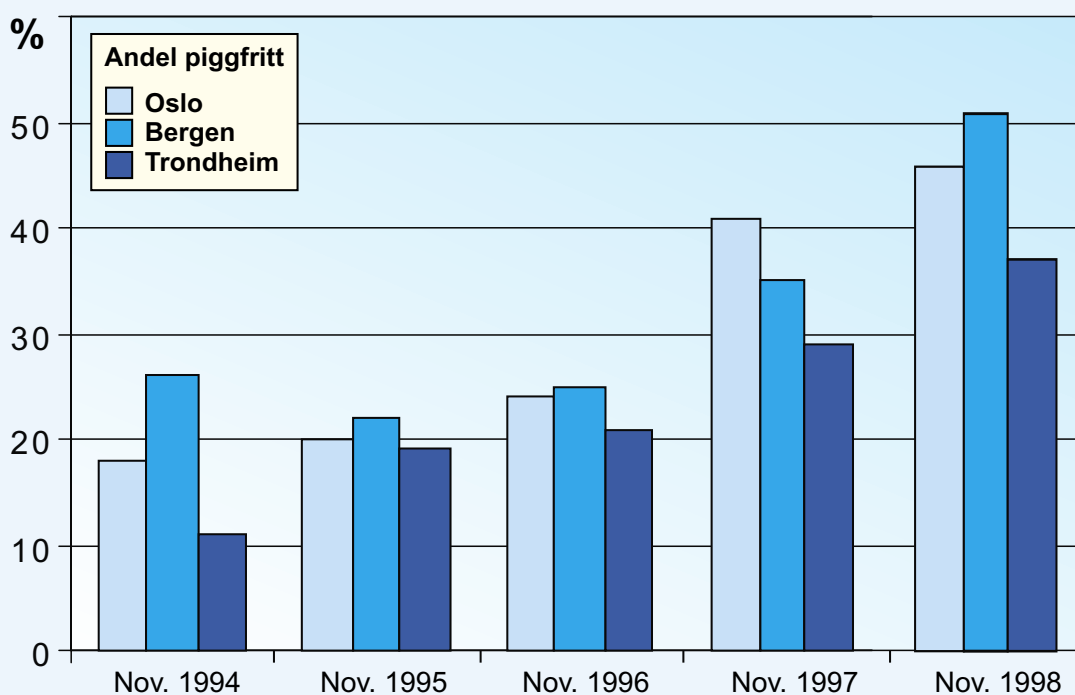


Boks 5

Andel piggfritt i vintertrafikken øker

Salget av piggfrie dekk har økt raskt de siste årene, fra ca. 15% før 1995 og til ca. 50% i første halvdel av 1998. Andelen er større i de største byene. Fordi levetiden på dekk er 5-6 år, er andelen av biler med piggdekk totalt sett foreløpig noe lavere enn salget indikerer. Figur 18 viser utviklingen i hvor mange som kjører piggfritt i Oslo, Bergen og Trondheim. Tallene er fra markedsundersøkelser og er

naturlig nok usikre, men økningen i bruk av piggfrie dekk er klar. Tallene tyder på at andelen biler med piggfritt vinteren 1998-99 er opp mot 50% i Oslo og Bergen, og knapt 40% i Trondheim. Lastebiler og busser har en mye høyere piggfriandel enn lette biler.



Figur 18: Andelen personbiler, registrert i kommunen, som kjører piggfritt.

Kilde: Storbygruppe Veistøv (fra markedsundersøkelser utført av Opinion AS og Fakta Service AS).

Benzennivået i de største byene må reduseres for å overholde nasjonalt mål

Allerede vedtatte tiltak er sannsynligvis tilstrekkelig for å overholde nasjonalt mål gjeldende for bybakgrunn i 2010.

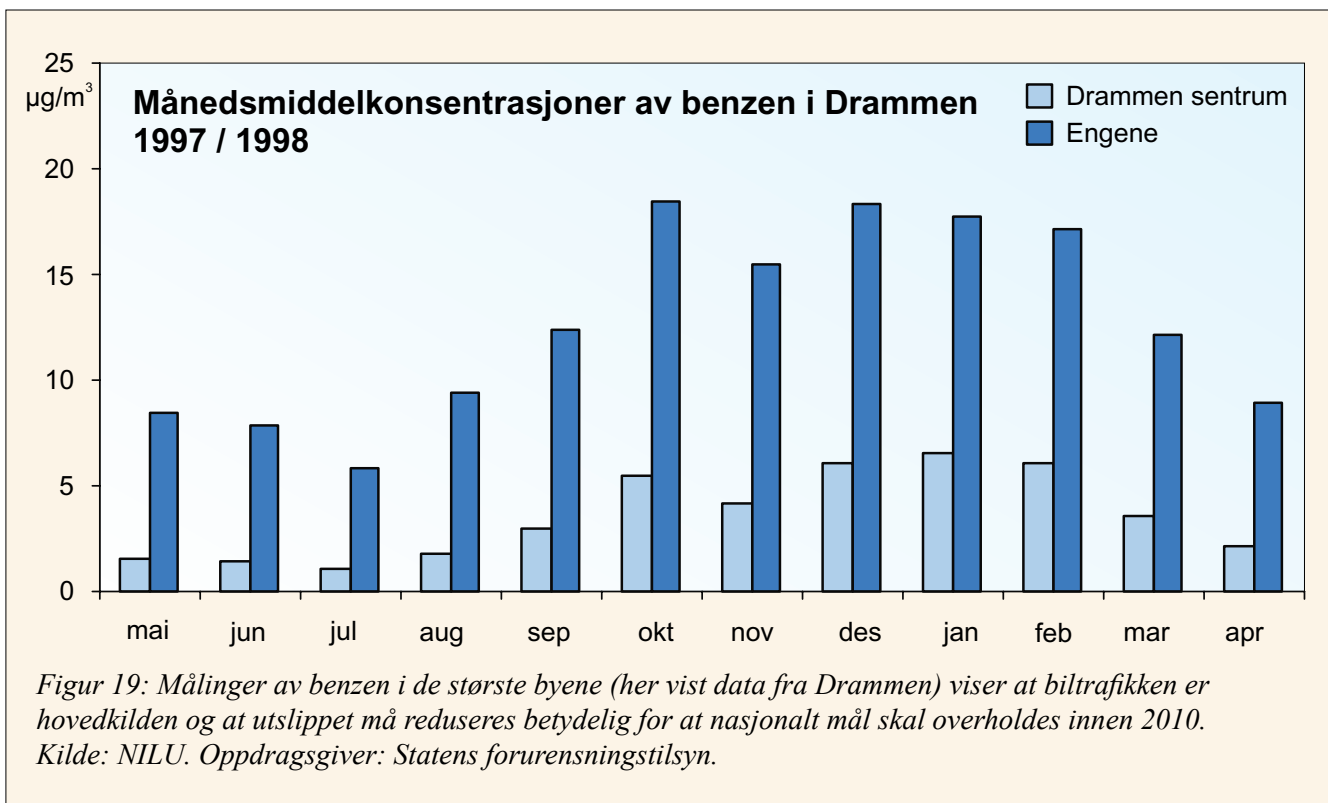
Det er lite data om benzeninnholdet i uteluft i norske byer, men Oslo og Drammen kommuner har startet overvåking av benzen i luft. Fra mai 1997 til april 1998 har NILU gjennomført målinger i Oslo, Bergen og Drammen ved en stasjon i sentrum (bybakgrunn), en gatestasjon sentralt og i et boligområde utenfor sentrum. Gatestasjonene hadde de klart høyeste konsentrasjonene, noe som viser at utslippene fra trafikken er den dominerende kilden. Høyere konsentrasjoner om vinteren enn om sommeren skyldes de meteorologiske forholdene (spredningsforholdene). Figur 19 viser måleresultatene fra Drammen. Drammen sentrum er en bakgrunnsstasjon, mens Engene er hovedgata gjennom sentrum.

Årsmiddelkonsentrasjonene av benzen i større norske byer er godt over $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ langs hovedgatene i sentrum og kanskje langs de største innfartsårene utenfor sentrum. I sentrumsområdene utenfor de mest trafikkerte gatene vil årsmiddelkonsentrasjonene være knapt $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og i

boligområder utenfor sentrum vil nivået sannsynligvis være under $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nasjonalt mål er at benzen for bybakgrunn (nivået i byer, utenom veinære områder) i 2010 ikke skal overskride $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddelverdi. Dette overskrides vesentlig idag.

EU har vedtatt et maksimalt innhold av benzen på 1% i bensin fra 2000. Dette vil også gjelde for Norge, som idag har gjennomsnittlig 3,5% benzen i bensinen. Benzen dannes også ved forbrenning av bensin i motoren, men katalysatoren reduserer eksosutslippene av benzen med ca. 90%.

Innen 2010 vil de fleste biler ha katalysator, og det nasjonale målet vil sannsynligvis innfris uten ytterligere tiltak for områder i bysentra som ikke er direkte påvirket av utslipp fra sterkt trafikkerte nærliggende gater.



Befolkningens eksponering til luftforurensninger i byer i Norge

Ved hjelp av nye metoder) kan en beregne hvordan forurensningen fordeler seg på ulike deler av en by og hvor mye de ulike kildene til forurensning betyr for befolkningseksponeringen. For NO_2 er bileksosen viktigste kilde, for PM_{10} dominerer veistøvet. For små partikler ($\text{PM}_{2,5}$) er vedfyringen viktig.*

I Figur 20 vises som eksempel befolkningens eksponering for PM_{10} i Oslo, $\text{PM}_{2,5}$ i Drammen og NO_2 i Bergen. Dette er framstilt på kart som viser de områdene i byene der grenseverdier overskrides, og hvor ofte og hvor mange mennesker som utsettes for overskridelser. Dette er her gitt som antall personer multiplisert med konsentrasjonen *over* grenseverdien, tilsammen for alle de timene/døgnene om vinteren når grenseverdien er overskredet. Slik belastning over grenseverdier dekker et relativt stort område i sentrum av byene. Figurene viser den generelle belastningen i områdene. *Den ekstra belastningen som er nær sterkt trafikkerte veier kommer i tillegg.*

Bidraget fra de ulike kildene anskueliggjøres best ved å se på hvordan belastningen endrer seg

når kilder tas bort. Dette er vist i figurene som gjelder PM_{10} i Oslo, med alle utslipp inne (inklusive bidraget fra langtransportert forurensning), samt når henholdsvis trafikkutslipp (eksos+veistøv) og vedfyringsutslipp er tatt helt bort.

Figurene viser at for PM_{10} generelt i byen (utenom veiene) betyr trafikken (veistøvet og eksosen) og vedfyringen omtrent like mye.

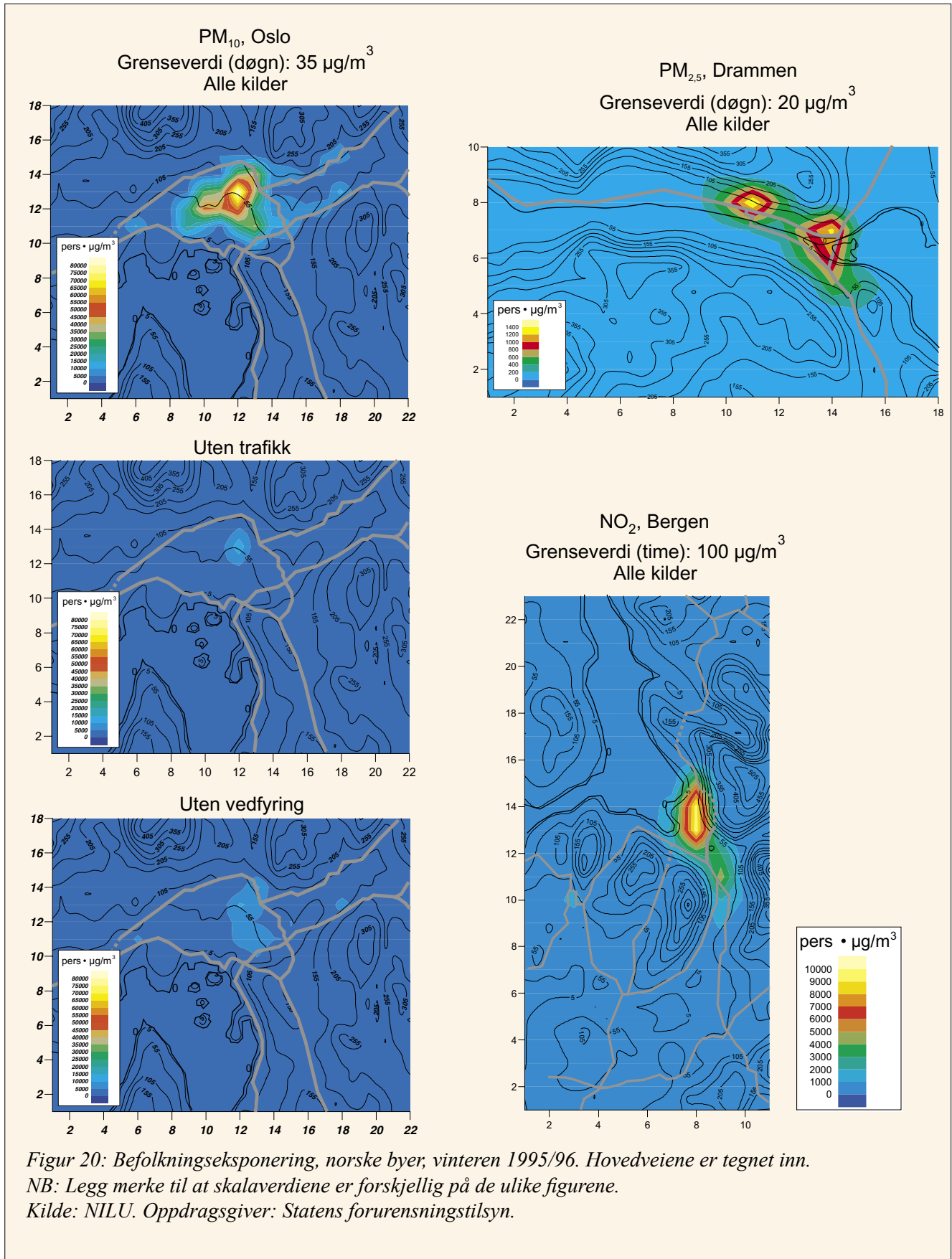
Tilsvarende beregninger for $\text{PM}_{2,5}$ og NO_2 er ikke vist her, men resultatene har gitt følgende:

For $\text{PM}_{2,5}$ (forbrenningspartikler som pustes helt ned i lungene) betyr vedfyringsutslippet mer enn bileksosen, og mest i sentrale deler av byene. Ved veiene øker bidraget fra veistøvet og bileksosen.

For NO_2 er det trafikkutslippet (eksosgassene) som dominerer, ved veiene og også i bylufta generelt.

Størrelsen på kildenes bidrag varierer betydelig i ulike områder i byene, slik at en detaljert analyse er nødvendig for å få det komplette bildet. Dette er nødvendig for å kunne sette inn de mest effektive virkemidlene.

*) Slike beregninger av befolkningens eksponering til forurensninger utføres ved hjelp av modeller for spredning av utslippene i lufta, basert på utslippskartlegging og meteorologiske data. De mest avanserte modellene beregner forandringene fra time til time over f.eks. et vinterhalvår, fra alle områder i en by.



Luftforurensninger i norske byer og i Europa

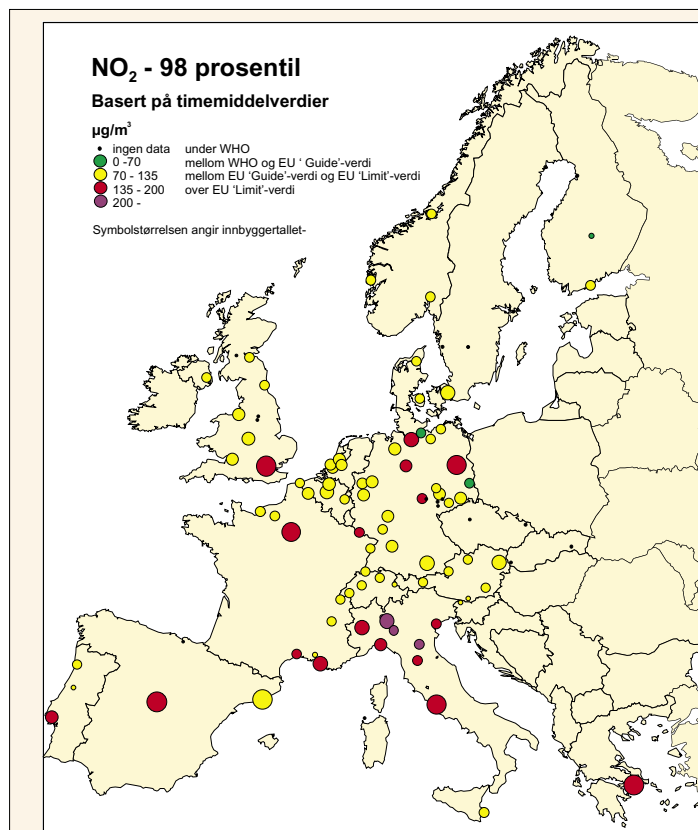
De fleste storbyer i Europa er mer forurenset enn norske byer.

SO₂-forurensning er nå stort sett bare et problem i enkelte industriområder i Europa. I Norge er SO₂ i luft nå ikke lenger et problem, bortsett fra i Varanger-området mot Kola, der russiske utslipp gir et høyt SO₂-nivå, og muligens fortsatt ved noen industristeder i Norge.

NO₂ er imidlertid et betydelig problem i mange europeiske byer, spesielt i Sør-Europa (Figur 21). Årsmiddelveidien av NO₂ kommer opp mot 100 µg/m³ (i 1993), som er 2,5 ganger høyere enn EUs nye forslag til grenseverdi som skal overholdes innen 2010. Høye korttidsverdier forekommer, og såkalt 98-prosentil-verdi (tilsvarende 7de høyeste døgnverdi hvert år) er målt opp mot 350 µg/m³, høyt over kommende krav.

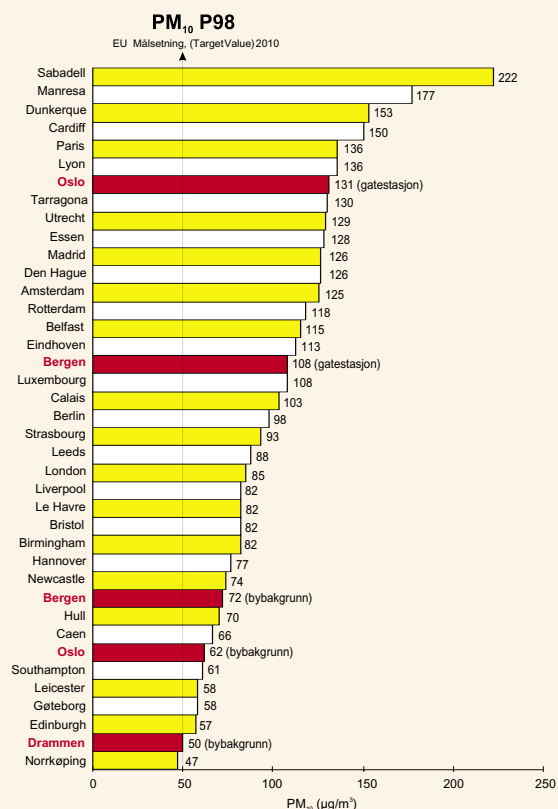
Norske byer ligger relativt godt an. Hovedstedene i Skandinavia har sammenlignbare nivå.

Også når det gjelder partikler overskrides kommende EU-krav vesentlig (Figur 22). I norske byer, selv med vårt veistøvproblem som skyldes piggdekkene, er PM₁₀-forurensningen lavere enn i mange andre byer. Mange av stedene med mest



Figur 21: Oversikt over NO₂-konsentrasjoner målt i en del europeiske byer, 1993. Grensene i figuren er valgt ut fra EUs nåværende grenseverdier.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Det europeiske miljøvernbyrået, København.



Figur 22: Oversikt over PM₁₀-konsentrasjoner målt i en del europeiske byer i 1990-95.

Kilde: NILU. Oppdragsgiver: Det

DEL II

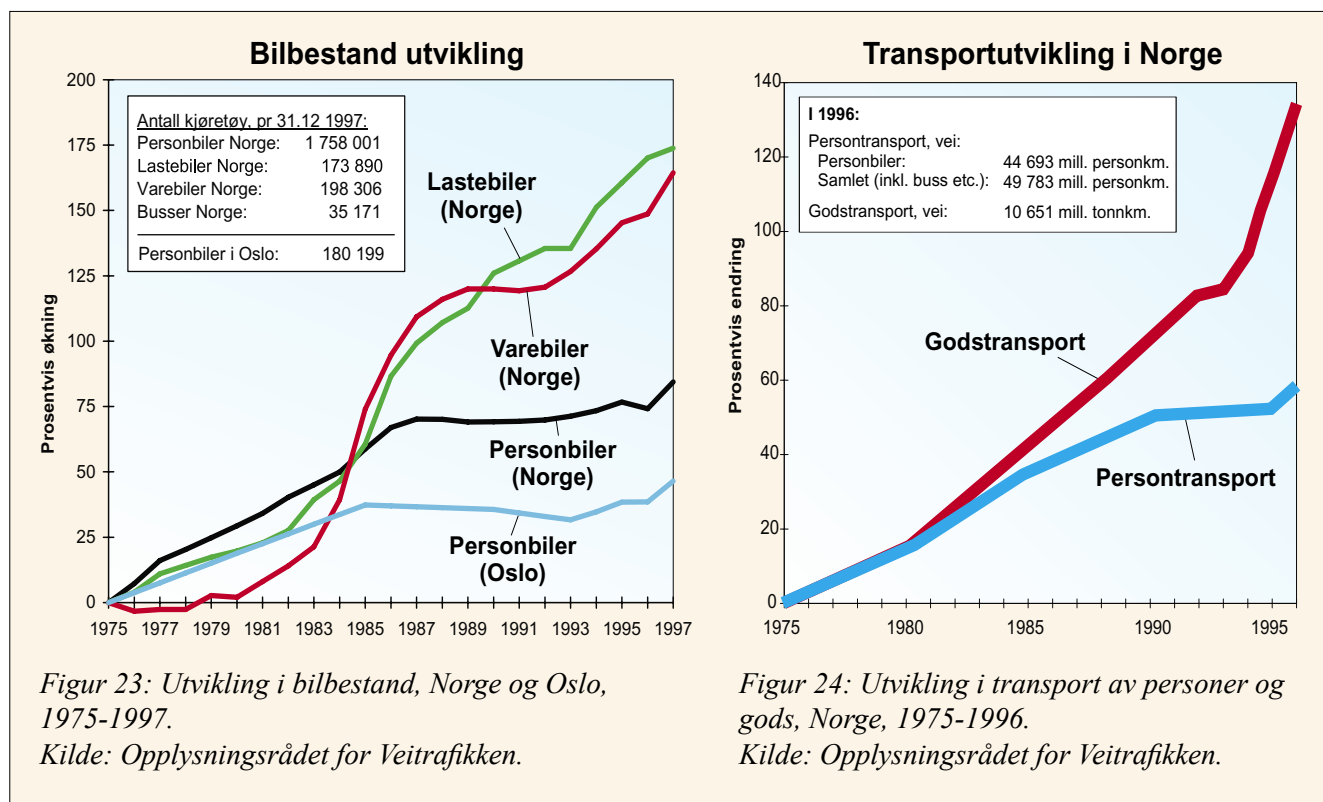
Utvikling i trafikk og utslipp

Periodevis sterk vekst i antall kjøretøy og trafikk

I perioden 1985-96 var det bare svak økning i personbil-bestand og -trafikk. De siste årene har både bilbestand og trafikk igjen økt. Det har vært jevn økning i antall lastebiler og godstransport i flere tiår, og spesielt stor har økningen vært siden 1993.

Etter et tiår med sterk økning i bestanden av personbiler 1975-85, økte antall personbiler bare svakt fram til 1996, se Figur 23. De siste to årene har antall biler og trafikk igjen økt.

Utviklingen i trafikk- og transportarbeidet følger i stor grad utviklingen i bilbestand (Figur 24). Det var stagnasjon i persontransporten i årene 1990-95. Godstransporten har økt sterkt hele tiden siden 1975, og spesielt sterkt de siste årene. Busstransporten har vært omtrent konstant i perioden.



Boks 6

Utbyggingen av hovedveinettet i byene påvirker forurensnings situasjonen

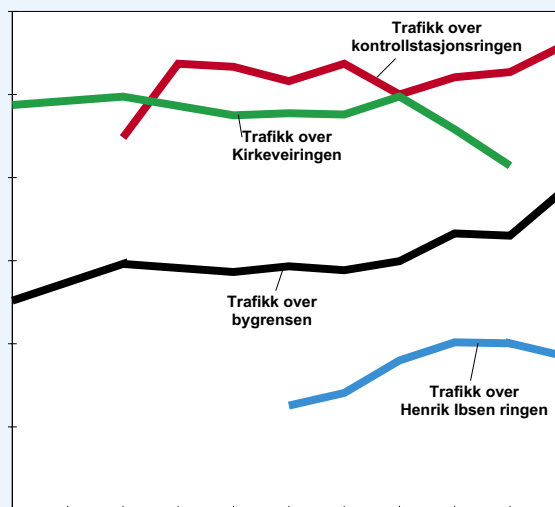
Den sterke hovedveiutbyggingen i byene det siste 10-året har påvirket den arealmessige fordelingen av luftforurensningen i byene. Tunneler og nye veitraséer har i mange tilfeller fjernet trafikk og forurensning fra beboere og beferdte strøk, men også økt problemene i områdene langs de nye traséene og der trafikken har økt.

Figur 25 for Oslo kan tjene som et eksempel på hvordan hovedveiutbyggingen styrer trafikkt utviklingen i ulike områder av byene.

Trafikken over bygrensen har økt jevnt og trutt det siste tiåret, spesielt de siste årene, mens trafikken gjennom bomringen har vært mer stabil, og over Kirkeveiringen har den gått ned de siste årene. Over innerste ring (Henrik Ibsen-ringen) har det vært en økning.

Totalt sett viser dette at trafikkarbeidet i Oslo samlet har økt. Antakelig har ringveiene rundt Oslo og sentrum tatt mye av økningen, mens deler av det sentrale området er blitt beskyttet.

Trafikkutvikling Oslo



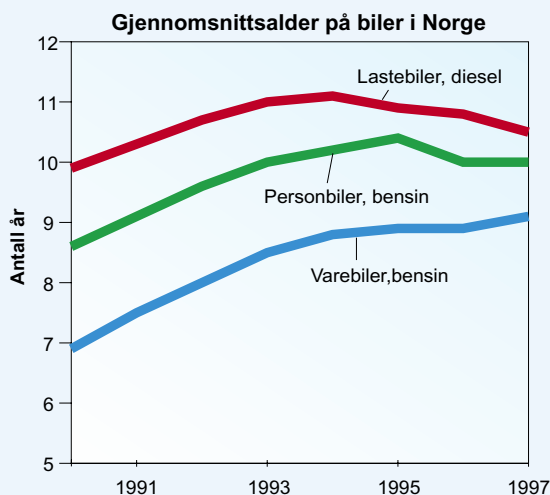
Figur 25: Trafikkutviklingen over ringer i Oslo, 1986-1996.
Kilde: Oslo kommune/Statens vegvesen Oslo (PROSAM).

Boks 7

Alder og teknologi i norsk bilpark

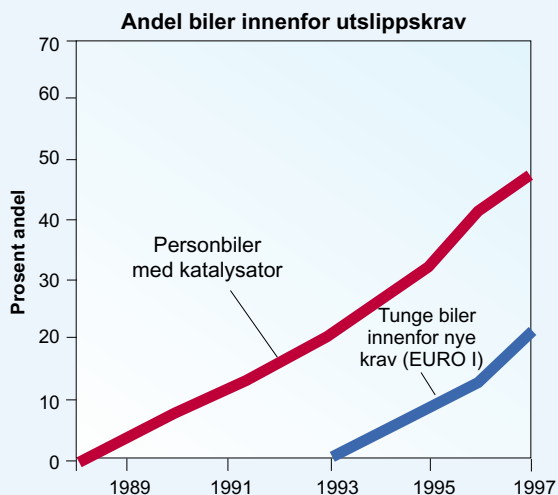
Norsk bilpark er gammel i europeisk sammenheng. Figur 26 viser bilparkens gjennomsnittsalder. Den økte betydelig tidlig på 90-tallet, og er pr. i dag ca. 3 år eldre enn i de fleste vesteuropeiske land.

Det betyr også at gjennomslag av ny teknologi tar tid. Figur 27 viser andel personbiler med katalysator og andel lastebiler som tilfredsstiller gjeldende krav til nyregistrerte lastebiler i EU.



Figur 26: Utviklingen i gjennomsnittsalder for norsk bilpark.

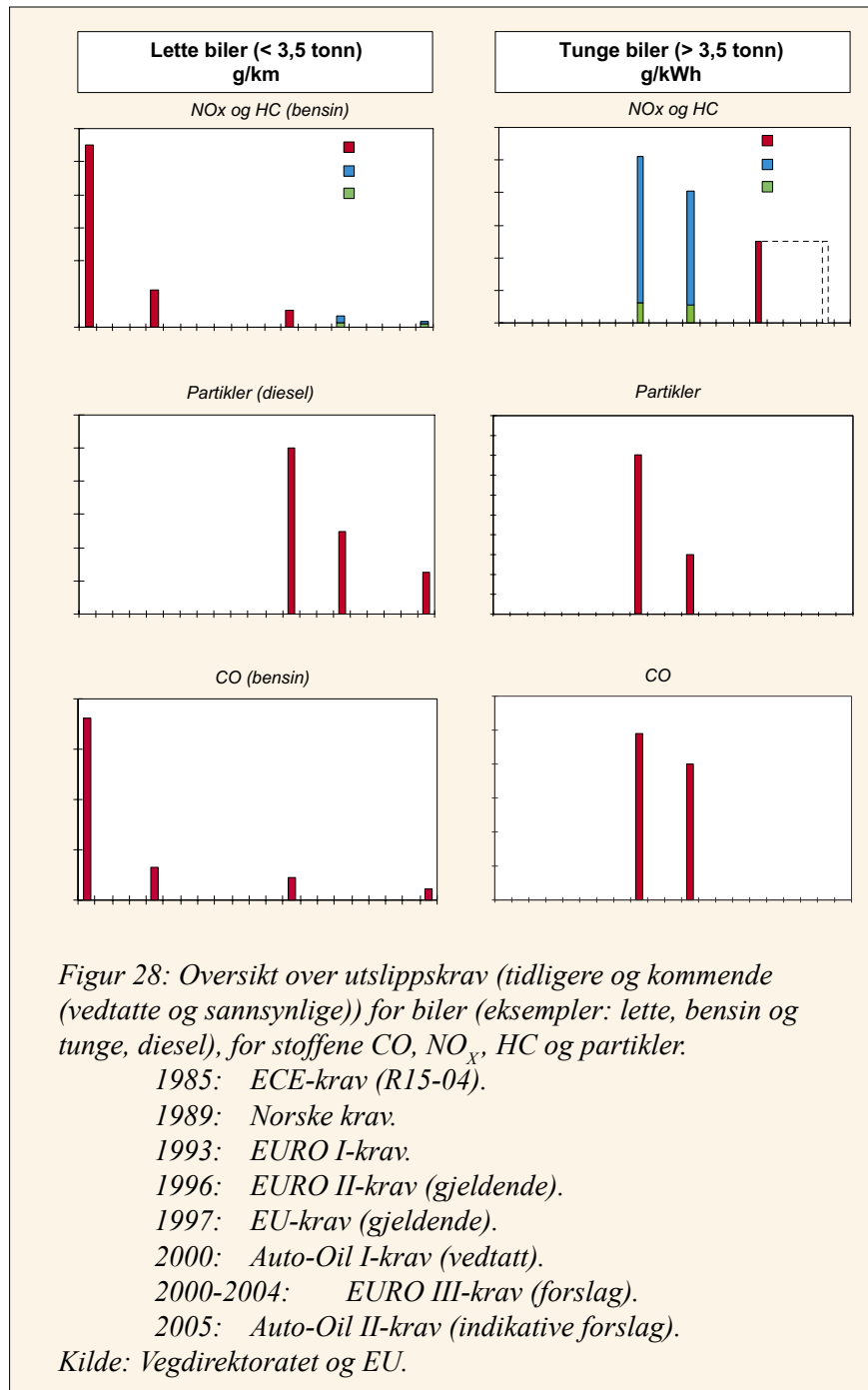
Kilde: Opplysningsrådet for Veitrafikken.



Figur 27: Grad av gjennomslag av aktuell ny teknologi i norsk bilpark.

Kilde: Opplysningsrådet for Veitrafikken.

Utslippskrav til biler skjerpes stadig



Det er i flere omganger stilt strengere krav til utslipp fra kjøretøy. Nye EU-krav til kjøretøy og drivstoff vil gjelde fra år 2000 og 2005.

Siden 70-tallet er krav til eksosutslipp fra biler skjerpet kraftig, først gjennom ECE-samarbeid, mens det nå er EU som stiller kravene. Figur 28 viser utviklingen i kravene.

Kravene til lette bensindrevne biler i 1989 medførte at bilene måtte utstyres med treveis katalysator. Dette innebar en kraftig reduksjon av utslippene fra nye biler. I 1997 kom nye krav som særlig skjerpet tillatt utslipp av NO_x. Samtidig kom det for første gang krav til utslipp av partikler til lette dieselmotorer. Nye krav vil komme i 2000 (de såkalte Auto-Oil I-kravene), og sannsynligvis i 2005 (Auto-Oil II-krav). Kravene innebærer at utslipp av CO og NO_x+HC vil reduseres med 95% eller mer i forhold til kravet i 1985.

Det er i flere omganger stilt strengere krav til tunge kjøretøy, de såkalte EURO-kravene, se Tabell 1. For de tunge dieselmotorer er det for NO_x skjerping allerede i 1996-kravene, og betydelig ytterligere skjerping en gang i 2000-2004 (EURO III). Når det gjelder partikler, fører kravene til tunge biler fra 1996 til sterkt reduserte utslipp, noe som vil kunne få betydelig positiv helsevirkning etter hvert.

Tabell 1: Reduserte utslipp fra tunge kjøretøy i forhold til krav før 1993.

		NO _x -reduksjon	Partikkelreduksjon
EURO I	Gjelder fra 1.10.93	27%	60%
EURO II	Gjelder fra 1.10.96	45%	85%
EURO III	Foreslått fra 2000-2004	62%	85%

DEL III

Utviklingen framover

Betydelig reduksjon i utslippene fra biler i årene som kommer

Skjerpede krav førte inntil 1992-93 bare langsomt til en minskning av utslippet fra bilparken, fordi utskiftingen av gamle biler tar tid. Norsk personbilpark er en av Vest-Europas eldste, men økt nybilsalg og vraking de siste årene har snudd trenden. Reduksjonen i utslippet vil nå skyte fart.

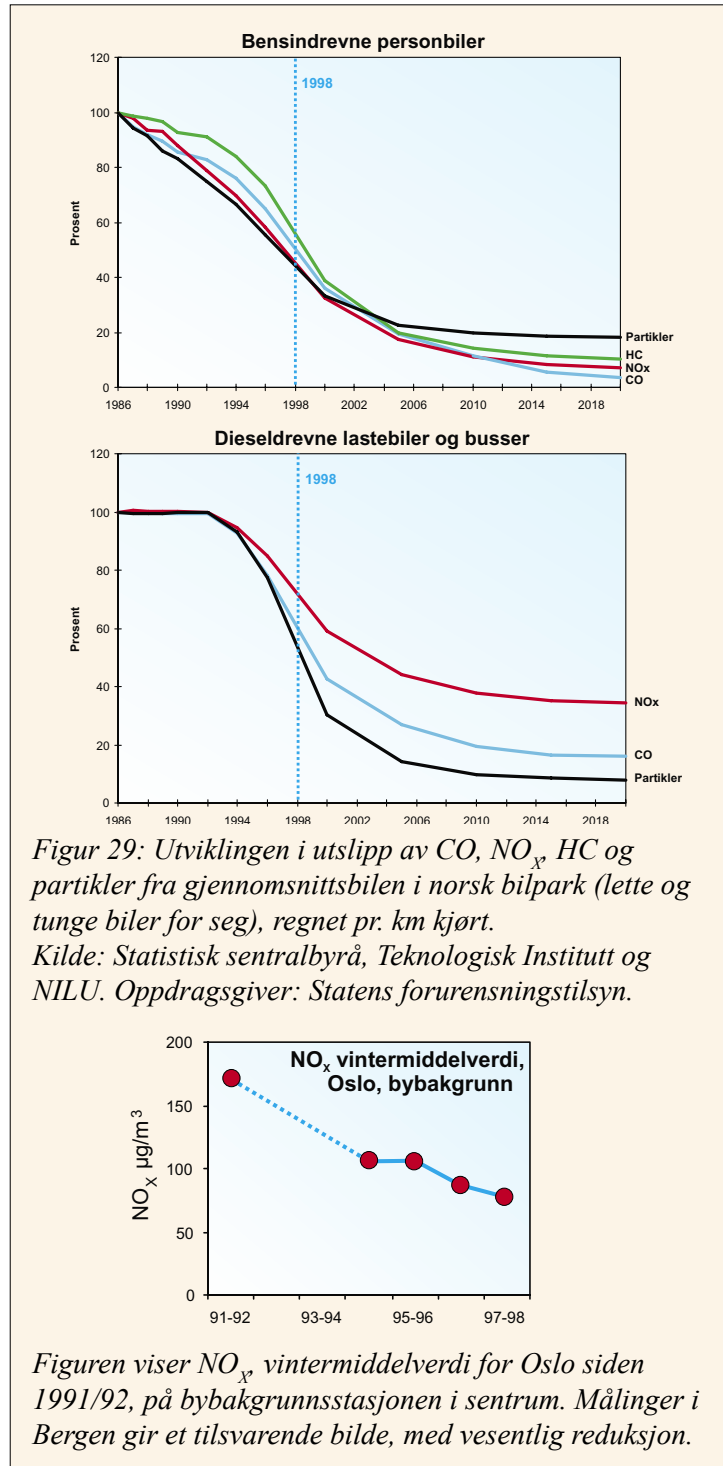
Bilsalget i Norge var svært høyt midt på 1980-tallet for så å falle til et rekordlavt nivå. Resultatet er at Norge fortsatt har en stor bestand av biler uten katalysator, det vil si modeller før 1989. Disse er teknisk sett ennå ikke modne for utskifting. Dette betyr at eksosutslippene er relativt høye fra norsk bilpark. Dersom bilparken hadde vært 3 år yngre, som i mange land i Europa, ville utslippene vært anslagsvis 30% lavere enn i dag.

Fra 1996 har nybilsalget økt sterkt, og mange gamle biler er vraket. Ved årsskiftet 97-98 hadde 45% katalysator. Dette har medført vesentlig reduksjon i gjennomsnittlig utslipp pr. bil (se Figur 29). I denne beregningen er det tatt hensyn til at utslippene øker noe etterhvert som hver bil i bilparken blir eldre. I dag er utslippet pr. bil fra de bensindrevne personbilene redusert til ca. halvparten av hva de var i 1989 da katalysatorkravet kom. Også for tunge dieselmotorer gir strengere krav etterhvert lavere utslipp. Andel lastebiler og busser som tilfredsstiller EURO I kravene var ved slutten av 1996 ca. 10%. Utslippene fra diesel lastebiler er redusert med 20-40% siden 1989.

Denne beregnede utslippsreduksjonen finnes igjen i form av reduserte NO_x -konsentrasjoner målt i bysentra (se figuren nederst til høyre). En del av reduksjonen kan skyldes noe mindre trafikk i nærområdet ved stasjonen, men redusert utslipp fra bilene er viktigste faktor.

I 2005 vil utslippet pr. bensindrevet bil i gjennomsnitt bare være en femtedel av utslippet i 1989. Lastebiler/busser vil ha redusert NO_x -utslippet med ca. 60%, og partikkelutslippet med ca. 80%.

Forutsetningen er at kravene faktisk innføres, og at aldringen av bilene ikke fører til en forverring av utslippene som er større enn det som er forutsatt



Figur 29: Utviklingen i utslipp av CO, NO_x, HC og partikler fra gjennomsnittsbilen i norsk bilpark (lette og tunge biler for seg), regnet pr. km kjørt.

Kilde: Statistisk sentralbyrå, Teknologisk Institutt og NILU. Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn.

Figuren viser NO_x vintermiddelverdi for Oslo siden 1991/92, på bybakgrunnsstasjonen i sentrum. Målinger i Bergen gir et tilsvarende bilde, med vesentlig reduksjon.

ut fra erfaring og teknologiske faktorer.

Virkingen på NO₂-utslipp og -konsentrasjon er imidlertid mye mindre, som vist på side 9-10.

Analyser viser betydelige forbedringer i luftkvaliteten i årene som kommer. Prognosene tyder på at nasjonale mål for 2005 og 2010 vil bli overholdt de fleste steder, men SFTs kriterier for luftkvalitet vil kreve ytterligere tiltak.

Framskrivning av luftforurensningen i norske byer basert på de gjeldende prognoser for utvikling i trafikk, piggdekkbruk etc. gir som resultat at nasjonale mål for NO₂ og PM₁₀ blir overholdt de fleste steder i 2005 og 2010 uten flere tiltak enn de som alt er vedtatt, bortsett fra ved et antall boliger langs hovedveinettet. Dette krever at forutsetningene virkelig holder. Ytterligere tiltak må til dersom SFTs luftkvalitetskriterier skal innfris innen 2010.

Regjeringen har høsten 1998 vedtatt nasjonale mål for luftkvalitet i byer og tettsteder. Disse er litt strengere enn de nye forslagene til EU-direktiver som antas vedtatt av Europaparlamentet i 1999. De nye EU-direktivene vil skjerpe kravene til luftkvalitet i Europa i 2005 og 2010. Både kravene fra EU og de nasjonale mål i Norge er vesentlig strengere enn dagens gjeldende grenseverdier i Forurensningsloven, mens SFTs luftkvalitetskriterier er enda strengere. Forskriftene i Forurensningsloven skal endres. En sammenfatning av de ulike kravene er gitt i vedlegget og på innsiden av rapportens forside.

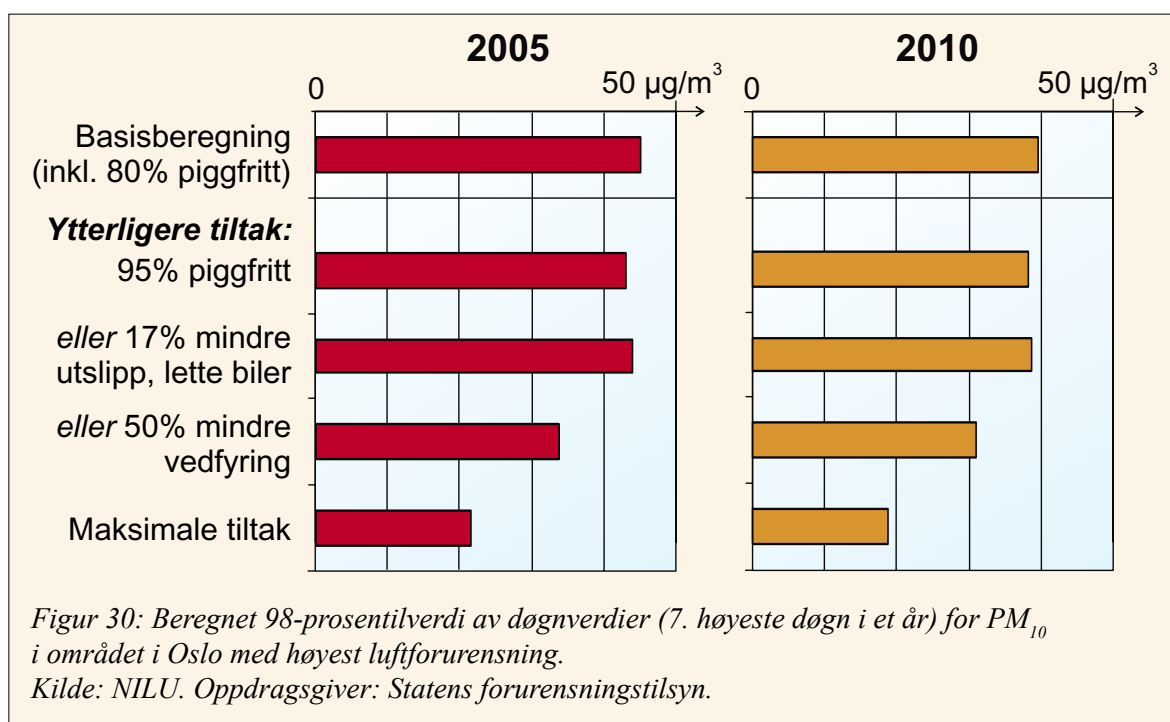
Av Del I gikk det fram at det er PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂ som gir problemer. For å finne mer ut om hvor store de framtidige overskridelsene vil kunne bli og hvilke tiltak som er effektive for å

løse problemene, er det laget flere framskrivninger av utviklingen i luftkvalitet fram mot år 2010. Det skilles mellom **basis- eller referansealternativet** og alternativ med **ytterligere tiltak**:

- Basisalternativet beskriver dagens situasjon, samt antatt videre utvikling. Her gjøres det bl.a. antakelser om økonomisk utvikling, utvikling i transport og fordeling av transporten på privatbil, kollektiv transport og varetransport og utvikling av energibruk for øvrig. I tillegg tas det hensyn til de tiltak som allerede er vedtatt i Norge eller EU.
- Ytterligere tiltak legges så til dette i den grad det er nødvendig for å tilfredsstille kravene til luftkvalitet i framtiden.

En oversikt over den utvikling som ligger i basisalternativet, og mulige ytterligere tiltak er gitt på neste side.

Gjennomføring av basisalternativet vil i seg selv sannsynligvis kreve reguleringer og tiltak fra myndighetene, bl.a. for å holde trafikkveksten under kontroll, og å realisere en høy piggfri-andel, samt en reduksjon i vedfyringen. Redusert bidrag fra Europa ligger også inne som en forutsetning. Anslaget for dette er basert på en realistisk



prognose, men det forutsetter selvsagt at reduksjonene faktisk blir realisert.

Framskrivningene er gjort for Oslo og Bergen. De ga som resultat at for **PM₁₀** vil **nasjonale mål** innfris i basisalternativet for bylufta generelt i disse byene. Figur 30 viser som eksempel resultater for Oslo. Grensen ligger her på 50 µg/m³ (døgnverdi), med 7 tillatte overskridelser pr. år, både i 2005 og 2010.

Et antall boliger langs hovedveinettet i Oslo (og også i noen andre byer) vil i 2005 og 2010 likevel fortsatt ha forurensning over nasjonale mål for PM₁₀. I 2005 (25 tillatte overskridelser) dreier det seg om anslagsvis 40-50 boliger. I 2010 (7 tillatte overskridelser) er det 200-300 slike boliger. Ved 95% piggfri andel er det svært få boliger som får PM₁₀-problemer.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium på 35 µg/m³ (døgnmiddel) vil overskrides for en vesentlig del av Oslos befolkning. I 2005 med 80% piggfri andel og 50% redusert vedfyring gjelder det anslagsvis 250 personer. Sterk reduksjon i vedfyring samt ekstraordinære tiltak på dager med høy PM₁₀-forurensning (f.eks. hastighetsreduksjon på hovedveinettet, trafikkreduksjon) må til for å redusere forurensningen ytterligere. Likevel vil noen titusener personer fortsatt bo i områder med PM₁₀-døgn over 35 µg/m³.

For NO₂ er situasjonen ganske tilsvarende. **Nasjonalt mål** på 150 µg/m³ (timemiddel) med 8 tillatte overskridelser, innfris i 2010 med bra margin i bylufta generelt, men noen titalls boliger vil fortsatt ha NO₂ høyere enn målet.

SFTs anbefalte kriterium på 100 µg/m³ (timemiddel) vil i basisalternativet overskrides for 15-20 000 personer i 2010. I tillegg vil det være overskridelser for en del boliger langs veinettet som ikke er med i beregningene så langt. Utfasing av diesel personbiler, samt bruk av naturgass i stedet for diesel i busser, reduserer anslaget til 3 000 personer (pluss de som bor mest utsatt til ved veiene). Tiltak som gir redusert trafikk, samt el-biler, reduserer utslippene ytterligere.

Forutsetninger og mulige tiltak		
Basissituasjonen, Oslo		
Kilde/tiltak	Endring i forhold til 1995	
	2005	2010
Trafikkøkning (bilkm) ¹	+17,5%	+28%
Redusert utslipp fra biltrafikken som følge av vedtatte krav i Norge og EU ² (inkl. fra trafikkøkningen)	-61% (PM)	-73% (PM)
Reduksjon i bidrag fra forurensning fra Europa ³	-25% (PM og NO _x)	-35% (PM og NO _x)
Andel piggfritt ⁴	68-80% (PM)	74-80% (PM)
Reduksjon i vedfyring ⁴	-(0-17)% (PM)	-(0-25)% (PM)
Mulige tiltak		
Kilde/tiltak	Antatt omfang	
Teknologi, biler	f.eks. 7% av alle lette biler i 2010 alle busser i Oslo, ca. 1 000 busser.	
- El.biler		
- Gassbusser (naturgass)		
- Utfasing av taxi dieselbiler		
Tiltak mot biltrafikken	4% reduksjon i trafikken samlet 10% reduksjon i 10-20% arbeidsreiser reduksjon	
- Veiprisering		
- Parkeringsrestriksjoner		
- Hastighetsreduksjon ⁵	f.eks. fra 60-90 km/t til 50 km/t fra 50 km/t til 30 km/t	
- Paristiltak ^{5,6}	ca. 20% reduksjon i trafikken	
Ytterligere tiltak mot piggedekk	90% piggfritt	
Ytterligere tiltak mot vedfyring	50-90% reduksjon	
Tiltak mot oljefyring i mindre anlegg	fjernvarme skal dekke all økning i fossilt energibehov	

- 1 Samme økning for lette og tunge biler.
- 2 Katalysatorkravet fra 1989, og nye EU-krav til lette og tunge biler.
- 3 Som resultat av reduksjonen i utslipp og forurensning i Europa.
- 4 Usikkert hvor stor reduksjonen blir ut fra vedtatte/antatte tiltak.
- 5 Forutsatt brukt på dager med høy forurensning.
- 6 Halvparten av bilparken har forbud mot å kjøre, basert på siste siffer i registreringsnummeret.

Konklusjon:

I forhold til nasjonale mål vil det altså fortsatt gjenstå noen problemer langs hovedveinettet i noen av de største byene, selv når de reduksjoner som ligger i basisalternativet er fullt gjennomført. Realisering av basisalternativet må da sikres. SFTs kriterier krever ytterligere tiltak om de skal oppnås.

Fremskrivningen er gjort for Oslo og Bergen. En tilsvarende vurdering av alle områder i Norge skal gjennomføres, som forberedelse til at EU-kravene skal innfris.

Framskrivningen er gjort for 2005 og 2010. Takten på forbedringen i luftkvaliteten fram til da avhenger av takten i gjennomføringen av tiltakene og takten i utskiftingen av bilparken.

Akutt-tiltak vil bli brukt på dager med høy forurensning

Vinteren 1998/99 vil det for første gang i Norge i flere byer bli gjennomført akutt-tiltak mot luftforurensning på dager da det varsles høyt forurensningsnivå. Tiltakene retter seg i hovedsak mot trafikken.

Tiltak gjennomføres først i Oslo. Det er Samferdselsdepartementet/Vegdirektoratet som i samarbeid med de største bykommunene, gjennom «Bedre Byluft»-prosjektet har stått for planleggingen og forberedelsene til å gjennomføre akutt-tiltak. Når varslet verdi for PM_{10} overskrider $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddelverdi, dvs. den samme som F-

lovens kartleggingsgrense) vil det bli gjennomført hastighetsreduksjoner på en del av hovedveinettet inn til Oslo, fra 80 og 70 km/h til 60 km/h. Dette vil redusere PM_{10} -nivået i områdene som påvirkes av veistøvet fra disse veiene.

Ytterligere tiltak vurderes også, bl.a. mulighetene for å tillate bare katalysatorbiler å kjøre inn i byene på dager når det er varslet mye forurensning fra eksos og forbrenning.

«Bedre byluft»-prosjektet skal videreføres i kommende år, bl.a. med utvikling av bedre prognosemodeller, og utredning av andre effektive tiltak.

Overvåkningen og varslingen av luftkvalitet i byene forbedres og vil sannsynligvis øke i omfang

I dag (1998) overvåkes luftforurensningen rutinemessig i bare 8 byer i Norge (Oslo, Bergen, Trondheim, Drammen, Skien, Porsgrunn, Sarpsborg og Fredrikstad), med kun 1-2 målestasjoner i hver by.

Det er kommunene selv som har ansvaret for overvåkningen. Måleresultatene legges for flere byer ut på internet-sider etter bare få timer. Dette gir videre grunnlag for varsling av luftforurensningen for kommende døgn, som

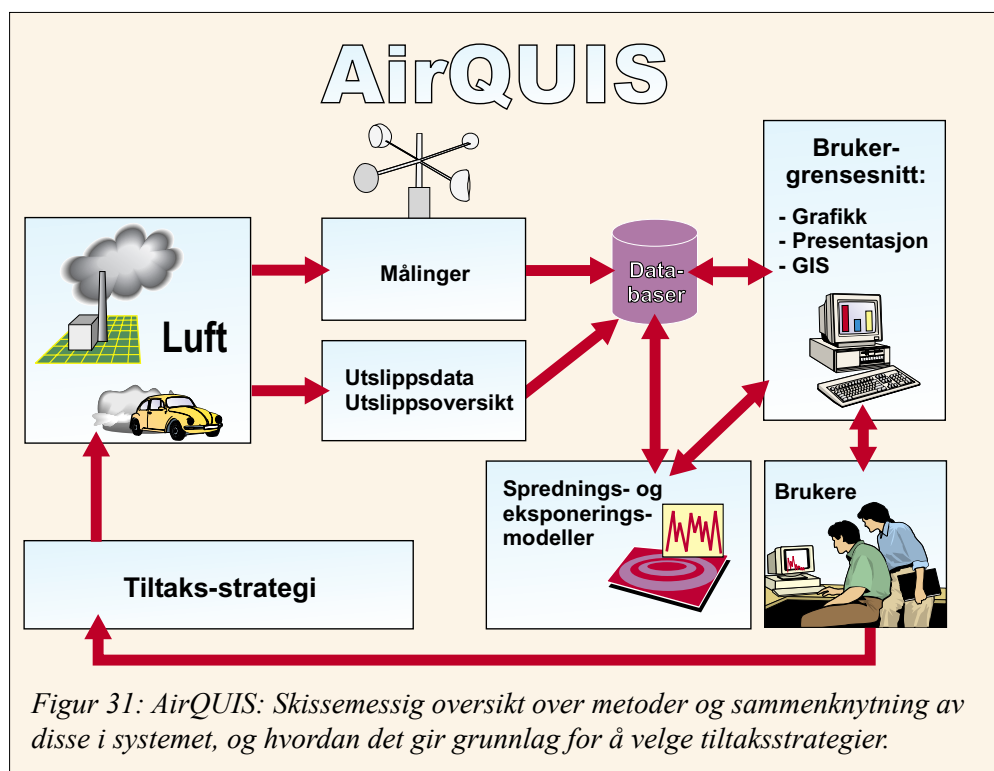
utføres i Oslo, Bergen, Drammen og Trondheim. Kravene i EUs kommende nye direktiver vil sannsynligvis medføre krav til en økning i denne overvåkningen, med virkning fra omkring 2001.

Nye direktiver fra EU, samt egen norsk vurdering, kan gjøre voervåking av flere stoffer nødvendig, f.eks. PAH, tungmetaller.

I tillegg til målinger gjennomfører NILU på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn årlig beregning av befolkningens eksponering i Oslo, Bergen, Trondheim og Drammen (resultater som

vist på side 19). Dette gir et mye mer fullstendig bilde av situasjonen i byene og utfyller informasjonen fra målingene.

NILUs moderne programvare for overvåking, beregning og informasjon om luftkvalitet, **AirQUIS-systemet**, er pr. høsten 1998 i bruk i Oslo og Drammen (se Figur 31). Dette gir kommunene et verktøy for å vise, informere om, beregne og varsle luftkvaliteten effektivt, samtidig som det også er et verktøy for effektiv planlegging av tiltak for å forbedre den.



Figur 31: AirQUIS: Skissemessig oversikt over metoder og sammenknytning av disse i systemet, og hvordan det gir grunnlag for å velge tiltaksstrategier.

Vedlegg

Begreper/definisjoner/stoffer/kilder

Luftkvalitet:	Luftens innhold av forurensende stoffer
Grenseverdier, retningslinjer, anbefalte luftkvalitetskriterier:	Tallverdi (sammen med midlingstid) som er satt for et forurensende stoff i luft for å beskytte mot virkninger på helse, vegetasjon, flora og fauna. Grenseverdier er juridisk bindende, retningslinjer er en målsetning, mens anbefalte luftkvalitetskriterier er satt så lavt at virkninger vanligvis ikke vil opptre.
Midlingstid:	Tall av luftkvalitet oppgis gjerne som gjennomsnitt over ulike tids-perioder, som f.eks 1 time, 8 timer, 24 timer, 6 måneder og 1 år. Grenseverdier osv. er gitt for ulike midlingstider.
Nitrogenoksider (NO og NO₂, summen er NO_x):	De viktigste kildene er forbrenning av fossile brensler ved høy temperatur. I byene er utslipp fra biltrafikken den største kilden. 5-10% av NO _x -utslippene er nitrogendioksid (NO ₂), som er viktigst helse-messig. Resten av utslippet er nitrogenmonoksid (NO).
Svoveldioksid (SO₂):	De viktigste kildene i et byområde er forbrenning av svovelholdige brensler, spesielt fossile brensler (kull og olje), særlig fra oppvarming. Det er også noe bidrag fra diesel-kjøretøyer.
Svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}):	Partikler med aerodynamisk diameter under 10 µm (PM ₁₀) kan pustes inn i luftveiene. De største avsettes i øvre luftveier. PM _{2,5} er partikler med diameter under 2,5 µm (mikrometer). Disse kan følge med luftstrømmen helt ned i lungene. Hovedkilder til PM _{2,5} i et byområde er utslipp fra fyring (særlig med ved), eksosutslipp fra biler og langtransporterte luftforurensninger. Slitasje av veidekket på grunn av piggdekk og oppvirvling fra kjørebanelen gir store mengder partikler med diameter mellom 2,5 og 10 µm på dager med bar og tørr kjørebane om vinteren. Det gir også betydelig PM _{2,5} -bidrag.
Sot:	Dette er forbrenningspartikler (hovedsakelig karbon) med diameter i hovedsak under ca. 5 µm. Hovedkildene er som for PM _{2,5} : fyring, eksosutslipp og langtransporterte forurensninger. Sot ble tidligere målt i overvåkingsprogrammet i byer og tettsteder (indirekte målemetode). I dag måles istedet PM _{2,5} og PM ₁₀ på vektbasis.
Ozon (O₃):	Bakkenært ozon er en forurensningskomponent som i hovedsak dannes ved fotokjemiske reaksjoner mellom nitrogenoksider og flyktige organiske forbindelser. Hovedkilden til bakkenært ozon i Norge er langtransporterte luftforurensninger fra andre land i Europa.
Flyktige organiske forbindelser (VOC):	De viktigste kildene i uteluft er forbrenning av fossile brensler som boligoppvarming og eksosutslipp, samt fordampning av løsemidler. Innemiljøproblemer kan oppstå som følge av byggarbeider og oppussing.
Benzen:	Aromatisk VOC-forbindelse som i hovedsak skyldes utslipp fra bil-trafikk. Benzen er klassifisert som et kreftfremkallende stoff.
Bly (Pb):	Tungmetall som er brukt som tilsetningsstoff i bensin. Blyinnholdet i bensin er gradvis redusert gjennom 1980- og 1990-årene. Nå selges det knapt blyholdig bensin i Norge.

Helsevirkninger

Nitrogendioksid (NO₂): Nedsatt lungefunksjon hos de med lungesykdom. Økt forekomst av luftveissykdommer, luftveisinfeksjoner og bronkitt.

Svoveldioksid (SO₂): Økt luftveismotstand, særlig hos astmatikere.

Svevestøv (PM_{2,5} og PM₁₀): Nedsatt lungefunksjon, forverret bronkitt, astma og kronisk lungesykdom.

Det er uavklart hvilken størrelsesfraksjon av partikler som gir størst effekt. Forskningen på dette feltet er for tiden betydelig, også i Norge. I forskningen legges det nå mye vekt på å studere effektene av ulike partikkel-fraksjoner, dvs. PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ og også mindre. Resultater kan tyde på at både små og store partikler er viktig for helse-effekter.

SO₂ i kombinasjon med svevestøv: Nedsatt lungefunksjon, økt frekvens av luftveissykdommer, økt sykkelighet, økt dødelighet.

Ozon (O₃): Redusert lungefunksjon, irritasjon av slimhinner, hoste, astmaanfall, særlig hos barn.

Benzen: Benzen har virkninger på det genetiske materialet selv ved relativt lave eksponeringsnivåer og kan forårsake ondartet sykdom (leukemi). Risikoen for dette er imidlertid svært liten.

Generelt: Ved fastsettelsen av de anbefalte luftkvalitetskriteriene i 1992 for SO₂, NO₂, ozon og sot ble det benyttet usikkerhetsfaktorer på mellom 2 og 5. Eksponeringsverdiene må derfor opp i 2-5 ganger kriterieverdiene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter.

Normalt friske mennesker vil derfor som regel ikke merke helsevirkninger ved de nivåer som vanligvis måles i norske byer og tettsteder. Det kan imidlertid ikke utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalte luftkvalitetskriterier.

For partikler (PM₁₀ og PM_{2,5}) er det ingen klar usikkerhetsfaktor.

Anbefalte luftkvalitetskriterier, nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet

I 1997 fastsatte Regjeringen kartleggings- og tiltaksgrenser i forskriften til forurensningsloven. Overskridelser av kartleggingsgrenser medfører utredning av tiltak for å bringe luftforurensningsnivået under grenseverdien. Overskridelser av tiltaksgrensen skal følges opp av tiltak for å få ned luftforurensning snivået.

EU har nå lagt fram forslag til nye grenseverdier for luftkvalitet for EU/EØS-området. Disse har i hovedsak tatt utgangspunkt i Verdens helseorganisasjons anbefalte retningslinjer. EUs grenseverdier for midlingstider 1 time, 8 timer eller 24 timer kan tillates overskredet et visst antall ganger i året. Når disse blir vedtatt i EU, vil de gjennom EØS-avtalen også gjelde i Norge. Disse grensene er tildels betydelig strengere enn gjeldende forskrifter i Forurensningsloven.

Regjeringen har høsten 1998 vedtatt nasjonale mål for luftkvalitet for byer og tettsteder som skal overholdes innen 1.1.2005 (PM₁₀, SO₂) eller 1.1.2010 (PM₁₀, NO₂, benzen). Disse kravene er bygget opp som de nye EU-kravene, men verdiene er litt strengere. Alle offentlige

data og rapportering om framdriften i miljøarbeidet, utviklingen i miljøtilstand osv, og virkningsberegninger i nasjonale transportplaner skal legges opp etter disse målene.

SFT har tidligere utarbeidet såkalte anbefalte luftkvalitetskriterier som er satt ut fra at eksponeringsnivåene må være 2-5 ganger høyere enn kriteriene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Overskridelser kan derfor ikke tolkes som definitivt helseskadelige, men en kan heller ikke utelukke effekter hos spesielt sårbare mennesker ved nivåer under kriteriene. Disse kriteriene er betydelig lavere enn kartleggings- og tiltaksgrensene i forskriften til forurensningsloven og også lavere enn kommende EU-krav og nasjonale mål. I motsetning til de kravene som er nedfelt i forskriften og kommende EU-krav, er SFTs kriterier ikke juridisk bindende.

Tabellen på neste side gir et sammendrag av de ulike kravene og kriteriene.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier, nasjonale mål, forurensningslovens tiltaks- og kartleggingsgrenser og EUs forslag til grenseverdier for luftkvalitet med hensyn til virkning på helse

Grenseverdiene er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nasjonale mål er vedtatt av Regjeringen høsten 1998. EUs forslag skal behandles siste gang i Europaparlamentet i januar 1999. Det er sannsynlig at forslaget i sin nåværende form blir vedtatt.

Stoff	Midlingstid	1 time	8 timer	24 timer	6 måneder	År
NO₂	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier	100		75	50	
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)	150¹⁾ (8 pr. år)				
	Forurensningslovens tiltaksgrense	300²⁾				
	Forurensningslovens kartleggingsgrense	200				
	EUs nye grenseverdier (og antall tillatte overskridelser)	200¹⁾ (18 pr. år)				40¹⁾
PM₁₀	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier			35	Ny verdi skal utarbeides	
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)			50²⁾ (25 pr. år) 50¹⁾ (7 pr. år)		
	Forurensningslovens tiltaksgrense			300²⁾		
	Forurensningslovens kartleggingsgrense			150		
	EUs nye grenseverdier (og antall tillatte overskridelser) Grenseverdier for 2010 er veiledende			50²⁾ (35 pr. år) 50¹⁾ (7 pr. år)		40²⁾ 20¹⁾
PM_{2,5}	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier			20	Ny verdi skal utarbeides	
Pb	EUs nye grenseverdi					0,5 ²⁾
SO₂	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier			90	40	
	Nasjonalt mål			90		
	Forurensningslovens tiltaksgrense			200²⁾		
	Forurensningslovens kartleggingsgrense			90		
	EUs nye grenseverdier (og antall tillatte overskridelser)	350²⁾ (24 pr. år)			125²⁾ (3 pr. år)	
Benzen	Nasjonalt mål					2¹⁾³⁾
O₃	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier	100	80			
	EUs grenseverdi		110			

1) skal overholdes innen 1.1.2010

2) skal overholdes innen 1.1.2005

3) gjelder bybakgrunn, dvs. utenom sterkt trafikkerte gater og veier.



Norsk institutt for luftforskning

Instituttveien 18, postboks 100, NO-2027 Kjeller

Tlf.: 63 89 80 00 • Fax 63 89 80 50

Internett: www.nilu.no