

# Den Tyske Skole, Nydalen

## Beregning av luftforurensningsbelastning

Ivar Haugsbakk og Dag Tønnesen



## Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Metodebeskrivelse .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Nye forskrifter og Nasjonalt mål for luftkvalitet .....</b>	<b>6</b>
<b>4 Bakgrunnskonsentrasjoner .....</b>	<b>7</b>
<b>5 Beregningsresultater .....</b>	<b>8</b>
<b>6 Konklusjon .....</b>	<b>8</b>
<b>7 Referanser .....</b>	<b>9</b>
<b>Vedlegg A Helseeffekter av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>) .....</b>	<b>10</b>

## Sammendrag

*Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Avantor ASA v/Arkitektene as utført spredningsberegninger for luftforurensninger fra biltrafikk ved Store Ringvei ved Nydalsbrua, Oslo. Beregningene er utført for år 2007. Formålet med beregningene er å se om området er egnet til lokalisering av Den Tyske Skole.*

NILU har også sammenlignet måleresultatene med grenseverdiene i de nye forskriftene til luftkvalitet fastsatt ved Kgl. res. 4. oktober 2002 og Nasjonalt mål for luftkvalitet.

### Nye forskrifter og Nasjonalt mål for luftkvalitet

Luftkvaliteten i et område vurderes ved å sammenligne målinger eller beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning med grenseverdier satt ut fra virkning på helse og/eller vegetasjon. Begrepene grenseverdi og Nasjonalt mål er tallverdier for forurensningsgrad. Grenseverdier er juridisk bindende, mens Nasjonalt mål er en målsetning.

Tabell A viser grenseverdier fra den nye forskriften og Nasjonalt mål for luftkvalitet for de aktuelle komponenter.

*Tabell A: Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet. Tallene i parentes viser hvor mange ganger grenseverdien tillates overskredet hvert år.*

Komponent	Enhet	Midlingstid	Norske grenseverdier	Nasjonalt mål
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Time	<b>200<sup>1)</sup> (18)</b>	150 <sup>1)</sup> (8)
		År	<b>40<sup>1)</sup></b>	
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Døgn	<b>50 (35)</b>	50 (25)
		Døgn	<b>50<sup>1)</sup> (7)</b>	50 <sup>1)</sup> (7)
		År	<b>40</b>	
		År	<b>20<sup>1)</sup></b>	

1) Skal overholdes innen 1.1.2010

- Grenseverdier er generelt skjerpet de siste ti-årene. Gjelder både WHO, EU og Norge.
- Den nye forskriften, fastsatt ved Kgl. Res. 4. oktober 2002 er lik EUs nye grenseverdier.
- Nasjonalt mål for luftkvaliteten i byer og tettsteder ble vedtatt av Regjeringen høsten 1998. Nasjonalt mål er i hovedsak litt strengere enn den nye forskriften. Den nye forskriften og Nasjonalt mål tillater et visst antall overskridelser pr. år for NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub>.

## Beregningsresultater

Beregning av timemiddelkonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> viser at konsentrasjonsnivået utenfor 4. etasje av bygningen ligger på 133 µg/m<sup>3</sup> som maksimalt timemiddelnivå. I bakkenivå er de høyeste konsentrasjonene av NO<sub>2</sub> (timemiddel) beregnet til 109 µg/m<sup>3</sup>. Denne konsentrasjonen forekommer 90 m nordøst for vegen.

Døgnmiddelkonsentrasjon av PM<sub>10</sub> er beregnet til 61 µg/m<sup>3</sup> for 7. høyeste døgn utenfor 4. etasje av bygningen. Høyest konsentrasjon i bakkenivå (90 m fra vegen) er beregnet til 45 µg/m<sup>3</sup>.

## Konklusjon

Forurensningsbelastningen ved skolens fasade mot vegen er over Nasjonalt mål for luftkvalitet i nivå fra 3. etasje og oppover. I bakkenivå rundt skolen er forurensningsbelastningen lavere enn Nasjonalt mål for luftkvalitet. Høyden av brua og utforming av terrenget medfører at konsentrasjonsnivået i bakkenivå rundt bygningen er vesentlig lavere enn forventet ut fra avstanden til Ring 3. Beregningsresultatene viser altså akseptabelt forurensningsnivå på bakken. Balansert ventilasjon anbefales i bygningsmassens øvre etasjer, fra og med 3. etasje og oppover.

# Den Tyske Skole, Nydalen

## Beregning av luftforurensningsbelastning

### 1 Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Avantor ASA v/Arkitektene as utført spredningsberegninger for luftforurensninger fra biltrafikk ved Store Ringvei ved Nydalsbrua, Oslo. Formålet med beregningene er å se om området er egnet som lokalitet for Den Tyske Skole.

### 2 Metodebeskrivelse

For å kvantifisere luftforurensningsbelastningen i området ved ulike “reseptor-punkter” er maksimale timemidlete konsentrasjoner av nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ) og svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) beregnet fra veisystemet. Beregningene er utført for 2007.

Utslippsberegningene bygger på Nasjonal Utslippsmodell, og er utført med samme metodikk som utslippsberegningene i beregningsprogrammet VLUFT, utviklet av NILU og Vegdirektoratet.

Utslippene ble anvendt i spredningsmodellen “TRAFORO”, som er basert på U.S. Environmental Protection Agency’s (EPA’s) modell HIWAY2. Modellen TRAFORO ble blant annet benyttet i undersøkelsen “Trafikk og Miljø” utført i Vålerenga/Gamlebyen i Oslo. Modellen beregner forurensning i gitte “reseptor-punkter” for et antall oppgitte spredningssituasjoner. Ved å variere vindretningen oppnås derved en beregning av både maksimalbelastning og av hvilken belastning som inntreffer ved hyppigst forekommende spredningsforhold.

De anvendte reseptorpunktene er vist i Figur 1.



*Figur 1: Reseptorpunkter benyttet ved spredningsberegninger i området Nydalen i Oslo. Reseptorpunkter 1-6 med avstander i meter til midtdeler på Nydalsbrua. Reseptorpunkter 1 og 2 er 12 m over bakken, mens øvrige reseptorpunkter er i bakkenivå.*

### 3 Nye forskrifter og Nasjonalt mål for luftkvalitet

NILU har sammenlignet måleresultatene med grenseverdiene i de nye forskriftene til luftkvalitet fastsatt ved Kgl. res. 4. oktober 2002 og Nasjonalt mål for luftkvalitet.

Luftkvaliteten i et område vurderes ved å sammenligne målinger eller beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning med grenseverdier satt ut fra virkning på helse og/eller vegetasjon. Begrepene grenseverdi og Nasjonalt mål er tallverdier for forurensningsgrad. Grenseverdier er juridisk bindende, mens Nasjonalt mål er en målsetning.

Tabell 1 viser grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet.

Tabell 1: Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet. Tallene i parentes viser hvor mange ganger grenseverdien tillates overskredet hvert år.

Komponent	Enhet	Midlingstid	Norske grenseverdier	Nasjonalt mål
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Time	<b>200<sup>1)</sup> (18)</b>	150 <sup>1)</sup> (8)
		År	<b>40<sup>1)</sup></b>	
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Døgn	<b>50 (35)</b>	50 (25)
		Døgn	<b>50<sup>1)</sup> (7)</b>	50 <sup>1)</sup> (7)
		År	<b>40</b>	
		År	<b>20<sup>1)</sup></b>	

1) Skal overholdes innen 1.1.2010

- Grenseverdier er generelt skjerpet de siste ti-årene. Gjelder både WHO, EU og Norge.
- Den nye forskriften, fastsatt ved Kgl. Res. 4. oktober 2002 er lik EUs nye grenseverdier.
- Nasjonalt mål for luftkvaliteten i byer og tettsteder ble vedtatt av Regjeringen høsten 1998. Nasjonalt mål er i hovedsak litt strengere enn den nye forskriften. Den nye forskriften og Nasjonalt mål tillater et visst antall overskridelser pr. år for NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub>.

#### 4 Bakgrunnskonsentrasjoner

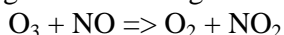
I tillegg til forurensningsbidraget fra veien er det tatt med bakgrunnsforurensning. Bakgrunnsnivået kan bestå av bidrag fra trafikk i nærliggende veier, industriutslipp, utslipp fra olje, kull og ved til oppvarming, samt langtransportert forurensning.

De høyeste forurensningskonsentrasjonene opptrer erfaringsmessig i vinterhalvåret, på grunn av oppvarmingsbehov og dårlige spredningsforhold.

Utslippene av nitrogenoksider fra biltrafikk og fyring skjer vesentlig som NO, med en NO<sub>2</sub>-andel på 5-15%.

For NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> vil bakgrunnsnivået variere med størrelsen på tettstedet, samt vindforholdene om vinteren. I tillegg vil det også normalt avta fra sentrum av tettsteder mot utkantområdene.

Det er også regnet med at bakgrunnsnivå av ozon på 60 µg/m<sup>3</sup>. Ozon reagerer med nitrogenmonoksid og danner nitrogendioksid etter ligningen:



Bakgrunnskonsentrasjonene anvendt i disse beregningene er 100 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> (Maksimal time, inkludert ozonoksydasjon) og 39 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> (7. høyeste døgn i året). Det er benyttet bakgrunnsverdier hentet fra beregninger utført av NILU for SFT, "Rikets miljøtilstand 2005" (under bearbeidelse). Verdier for middelkonsentrasjon på kvadratkilometer for gridruten nordøst for aktuell

plassering er benyttet, for å unngå å få med forurensningsbidraget fra Ring 3 to ganger.

## 5 Beregningsresultater

Utslipp fra trafikk på Ring 3 er beregnet på bakgrunn av en årsdøgntrafikk på 56000, en kjørehastighet på 70 km/h, en piggdekkandel på 20 %, og en tungtrafikkandel på 12 %. Beregninger av utslipp fra utslippsfaktorer fra VLUFT, og fra NILUs modell for vegstøv viser at utslippsintensiteten under maksimal timetrafikk er 1,32 g/km/s for NO<sub>x</sub> og 0,45 g/km/s for PM<sub>10</sub>.

Spredningsberegninger for utslippsintensitetene ovenfor gir konsentrasjonsbidrag til timemiddelkonsentrasjon av NO<sub>2</sub> og døgnmiddelkonsentrasjon av PM<sub>10</sub> som vist i Tabell 2 nedenfor. Det er forutsatt en oksydasjonsgrad i utslipp av nitrøse gasser på 20%. Samlet belastning blir summen av bidraget fra vegen og andre forurensningskilder. Bakgrunnsbidraget beskrevet i kapittel 4 er lagt til konsentrasjonsbidraget fra vegen. Samlet belastning er også vist i tabellen

Tabell 2: Konsentrasjonsbidrag fra Ring 3 og samlet forurensningsbelastning i beregningspunktene. Timemiddelkonsentrasjon av NO<sub>x</sub> og døgnmiddelkonsentrasjon av PM<sub>10</sub>. Enhet µg/m<sup>3</sup>.

Beregningspunkt	Timemiddel NO <sub>2</sub>		Døgnmiddel PM <sub>10</sub>	
	Vegbidrag	Totalt	Vegbidrag	Totalt
(1) Fasade S 4. etasje	32	133	22	61
(2) Fasade N 4. etasje	18	119	13	52
(3) Nordre elvebredd	8	109	6	45
(4) 150m fra vegen	8	109	6	45
(5) Fasade S bakkenivå	0	101	0	39
(6) Fasade N bakkenivå	3	104	2	41

## 6 Konklusjon

Spredningsberegningene viser at forurensningsbelastning fra Nydalsbrua (Ring 3) ikke når ned til bakkenivå på sørsiden av skolen. Ved vindretning oppover langs Nydalen når forurensning fra Ring 3 bakkenivå 50-90 m fra brua med økende konsentrasjonsbidrag nordover. Vegen ved sørsiden av skolen vil bidra til luftforurensning her bare i helt spesielle meteorologiske situasjoner, der forurensningen først transporteres nordøstover og deretter blandes ned i en motgående (sørgående) bakkenær luftstrøm som følger dalbunnen.

Forurensningsbelastningen ved skolens fasade mot vegen er over Nasjonalt mål for luftkvalitet i nivå fra 3. etasje og oppover. I bakkenivå rundt skolen er forurensningsbelastningen lavere enn Nasjonalt mål for luftkvalitet. Høyden av brua og utforming av terrenget medfører at konsentrasjonsnivået i bakkenivå rundt bygningen er vesentlig lavere enn forventet ut fra avstanden til Ring 3. Beregningsresultatene viser altså akseptabelt forurensningsnivå på bakken. Balansert ventilasjon anbefales i bygningsmassens øvre etasjer, fra og med 3. etasje og oppover.



## **7 Referanser**

SFT (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT rapport nr. 92:16).

SFT (1998) Veiledning til forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT veiledning nr. 98:03).

## **Vedlegg A**

### **Helseeffekter av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>)**

## Helseeffekter av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>)

(SFT, 1992)

**Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>)** kan medføre helseeffekter i konsentrasjoner som kan forekomme i forurenset uteluft. Kunnskaper om virkninger av NO<sub>2</sub> foreligger bl.a. fra akutte forgiftningstilfeller som følge av ulykker i yrkeslivet. Disse har i verste fall hatt dødelig utgang. I forbindelse med forurenset uteluft vil de mulige helseskadene som følge av at befolkningen kontinuerlig eller periodevis gjennom lengre tid utsettes for NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i luften opp til 2 000 µg/m<sup>3</sup> først og fremst være av interesse. Opp mot dette konsentrasjonsnivået er sammenhengen mellom konsentrasjon og effekt uklar og grunnlagsmaterialet for å fastsette laveste observerbare skadeeffekt-nivå er begrenset.

Dyreforsøk har gitt verdifulle opplysninger om virkningsmekanismene. Således finner man ved kortvarig eksponering for NO<sub>2</sub> -konsentrasjoner på 3 700 µg/m<sup>3</sup> eller mer økt mottakelighet for infeksjoner og morfologiske forandringer. Etter lengre eksponering for 190 µg/m<sup>3</sup> eller mer og eventuelt tidvis eksponering for toppkonsentrasjoner ti ganger høyere, finner man morfologiske forandringer og økt mottakelighet for infeksjoner. Ikke bare påvirkes lungenes forsvarsceller (makrofagene i lungeblærene), men også hvite blodlegemer som er en del av immunforsvaret (fra 470 µg/m<sup>3</sup> og høyere).

Undersøkelser av effekten av NO<sub>2</sub> på mennesker i kontrollerte forsøk viser store variasjoner mellom forsøkspersoner. I lungefunksjonstester viser det seg at astmatikere er den mest følsomme gruppen. I sammenligninger mellom grupper av forsøkspersoner har man funnet signifikante effekter på lungefunksjon etter eksponering for 460 µg/m<sup>3</sup> eller mer i 20 minutter lenger.

Epidemiologiske undersøkelser er blitt foretatt på befolkningsgrupper i forurensete områder, og i nyere studier har man også sammenlignet grupper eksponert for ulike NO<sub>2</sub> -konsentrasjoner innendørs. De få epidemiologiske data som foreligger tyder på at NO<sub>2</sub> fra 110-150 µg/m<sup>3</sup> kan føre til økt antall tilfeller av luftveissykdommer hos barn. Dessuten har man ved eksponering for 200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, sammen med andre forureningskomponenter, funnet økt forekomst av lungesykdommer og nedsatt lungefunksjon hos barn og voksne.

**Svevestøv (PM<sub>10</sub>)**. Forbrenning av fossilt brennstoff er den vesentligste kilden til inhalerbare partikler (partikler med diameter <10 µm, også kalt PM<sub>10</sub>) i luft i tettsteder i Norden. De viktigste kildegruppene er forbrenning av bensin og diesel i bilmotorer, samt olje og ved i større og mindre stasjonære forbrenningsenheter. Kull og koks kan være en kilde av betydning enkelte steder.

Utslipp fra industriprosesser kan være viktige partikkelkilder i en del byer og tettsteder.

Veistøv er en vesentlig partikkelkilde om vinteren i områder med utstrakt bruk av piggdekk. I tørre perioder med oppvirvling av tørt støv fra veistøvdepotet,

dominerer veistøvet grovfraksjonen av inhalerbart støv (partikler med diameter 2,5-10  $\mu\text{m}$ ), men gir også et vesentlig bidrag til finfraksjonen (diameter  $<2,5 \mu\text{m}$ ).

Helsemessige konsekvenser i luft skyldes både mengden og partiklenes kjemiske sammensetning.

Fra forbrenning av fossilt brennstoff fås i hovedsak karbonholdige partikler, dels organiske karbon (helt eller delvis uforbrent brennstoff) og dels uorganisk (elementært) karbon. Uorganiske karbonpartikler består for størstedelen av karbon i gitterstruktur med stor lysabsorberende evne. De fremstår som svarte partikler, "sot"-partikler. Polysykliske organiske materiale (POM) er i noen grad absorbert på sotpartiklene, men POM er hovedsakelig en bestanddel i den organiske karbonfraksjonen. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er en stoffgruppe i den organiske materiale som det knytter seg spesiell interesse til, fordi endel PAH-forbindelser er klassifisert som karsinogene. Eksempler på slike stoffer er bens(a)pyren og nitropyren. Mutagenitetsanalyse ved hjelp av spesielle bakteriestammer (f.eks. "Ames test") er i dag den mest benyttede metode for å indikere partiklers mutagenitet og karsinogenitet.

Bly i bensineksos og sulfat i avgasser fra motordiesel- og oljeforbrenning er eksempler på andre sporstoffer i partikler fra forbrenning av fossilt brensel som kan ha helsemessig betydning. Innholdet av bly og svovel i brennstoff er blitt vesentlig redusert i det siste tiåret, og bly i bensin vil i Norden praktisk talt være borte i løpet av 5-10 år.

Veidekker av asfalt består til ca. 95% av steinmateriale. Noen steder (ikke i Oslo) kan  $\alpha$ -kvarts være en vesentlig bestanddel av steinmateriale, og dette kan utgjøre en viss helserisiko. De resterende 5% er bitumen, tungløselig organisk materiale, med innhold bl.a. av PAH-stoffer. Veistøv vil for øvrig bestå av partikler fra den lokale geologi, samt alt slags materiale som er inntransportert med og deponert fra kjøretøy.

I Norge slites anslagsvis 250 000 tonn fra asfaltveidekket hvert år. Bare en liten del av dette er inhalerbare partikler. Størrelsesfraksjonen av støv tatt fra veier i Oslo ga at bare 0,1% av massen var inhalerbare partikler, dvs. 250 tonn på landsbasis. Til sammenligning utgjør eksospartikkelutslippet fra veitrafikken i Norge anslagsvis 1 800 tonn i piggdekkseasonen.

I tørre perioder i piggdekkseasonen er imidlertid veistøvbidraget mye større enn i gjennomsnitt. Ved våt vei og utenom piggdekkseasonen (etter godt veirenhold) er mengden av veistøv vesentlig mindre enn eksospartikkelutslippet. Ved lavere kjørehastighet og tungtrafikkandel avtar veistøvslitasjen og oppvirvling vesentlig, sannsynligvis med kvadratet av hastigheten og nær proporsjonalt med tungtrafikkandelen, idet de store kjøretøyene står for det meste av oppvirvlingen.

Veistøvetts innhold av bly, PAH og mutagenitet har i gjennomsnitt liten betydning i forhold til eksosutslippet. Ved tørr vei vil veistøvet dog føre til en viss økning i bly- og PAH-konsentrasjonen i luften, men mutageniteten fra veistøvet er helt uten betydning. Dersom steinmaterialet i asfalten inneholder  $\alpha$ -kvarts, kan dette innebære en helserisiko.

I tillegg kommer også tilførselen av partikler til tettstedet fra kilder utenfor (bakgrunnsforurensning). Denne varierer mye, avhengig av område og tid. Generelt er den større jo nærmere en kommer Kontinentet. I Norden er den størst i Sør-Sverige og Danmark.



## Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 85/2006	ISBN 82-425-1814-9 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 13	PRIS NOK 150,-
TITTEL Den Tyske Skole, Nydalen Beregning av luftforurensningsbelastning		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-106144	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk og Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Anne Kirsti K. Karlsen	
OPPDRAGSGIVER Avantor ASA v/Arkitektene as Bogstadveien 702 0355 OSLO			
STIKKORD Spredningsberegninger	Nitrogenoksider	Svevestøv	
REFERAT Før etablering av den Tyske Skole i Nydalen må luftkvalitetsnivået bli kartlagt. Spredningsberegninger for passerende Ring 3 viser akseptable bakkekonsentrasjoner av NO <sub>2</sub> og PM <sub>10</sub> . Det anbefales balansert ventilasjon i bygningsmassens øvre etasjer, fra og med 3. etasje.			
TITLE Calculating air quality at The German School, Nydalen.			
ABSTRACT Before establishing the German School at Nydalen air quality has to be investigated. The results from dispersion calculations pollutants indicate acceptable ground level values of NO <sub>2</sub> and PM <sub>10</sub> . Balanced ventilation is recommended for the upper floors of buildings.			

\* Kategorier:    A    Åpen - kan bestilles fra NILU  
                  B    Begrenset distribusjon  
                  C    Kan ikke utleveres