

NILU : OR 9/96
REFERANSE : O-1841
DATO : FEBRUAR 1996
ISBN : 82-425-0742-2

R 862 Sentrumstangenten
Spredningsberegninger for
3 sjaktalternativer

Tone Bekkestad

Innhold

	Side
Sammendrag	2
1. Innledning	3
2. Tekniske data	4
3. Meteorologiske forhold	5
4. Anbefalte luftkvalitetskriterier	6
5. Ventilasjon gjennom sjakter	7
6. Sjaktdimensjonering	8
7. Spredningsberegninger	8
7.1 Maksimale timemiddelkonsentrasjoner	8
7.2 Rundkjøringen ved Håkonsgt. 7	9
7.3 Pel. nr. 950 (Clodiusbakken) og pel. nr. 600 (Tennisbanen)	10
8. Samlet vurdering av de tre alternativene	11
9. Referanser	11

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens Vegvesen, Prosjekt Tromsø, vurdert nødvendige ventileringshastigheter og anbefalt høyde på sjakttårn for tre alternative lokaliteter av utluftningssjakt for Sentrumstangenten tunnel i Tromsø.

Forurensningsbelastningen er beregnet for nitrogendioksid og estimert for karbonmonoksid og støv/sot.

NO₂ er brukt som dimensjonerende komponent ved anbefaling av høyde på sjakttårn.

Minste anbefalte sjakthøyde for rundkjøringen ved Håkon 7. gt. er 25 m. For pel.nr. 950 (Clodiusbakken) og pel.nr. 600 (Tenningsbanen) er minste anbefalte sjakthøyde 20 m. Sjakten ved Håkon 7. gt. har minste anbefalte høyde 5 m høyere enn for de to andre alternativene. Dette skyldes at utslippsmengden av NO₂ er større for dette alternativet, som følge av at tunnelluften ved Håkon 7. gt. har forurensningsbidrag fra Hansjordnes, Tverrforbindelsen, Bjarne G-tunnelen/P-anlegget og fra Langnestunnelen.

Ved valgt høyde på sjakttårnet som anbefalt ovenfor, vil ikke SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for helse overskrides for noen av komponentene, uansett meteorologiske forhold.

Hvis man utelater sterk vind fra øst-sørøst som dimensjonerende situasjon på grunn av lav forekomst (ca. 1%), anbefaler NILU at sjakthøyden ikke bør være lavere enn 15 m for å ta hensyn til nærliggende bygninger og de topografiske forhold i området.

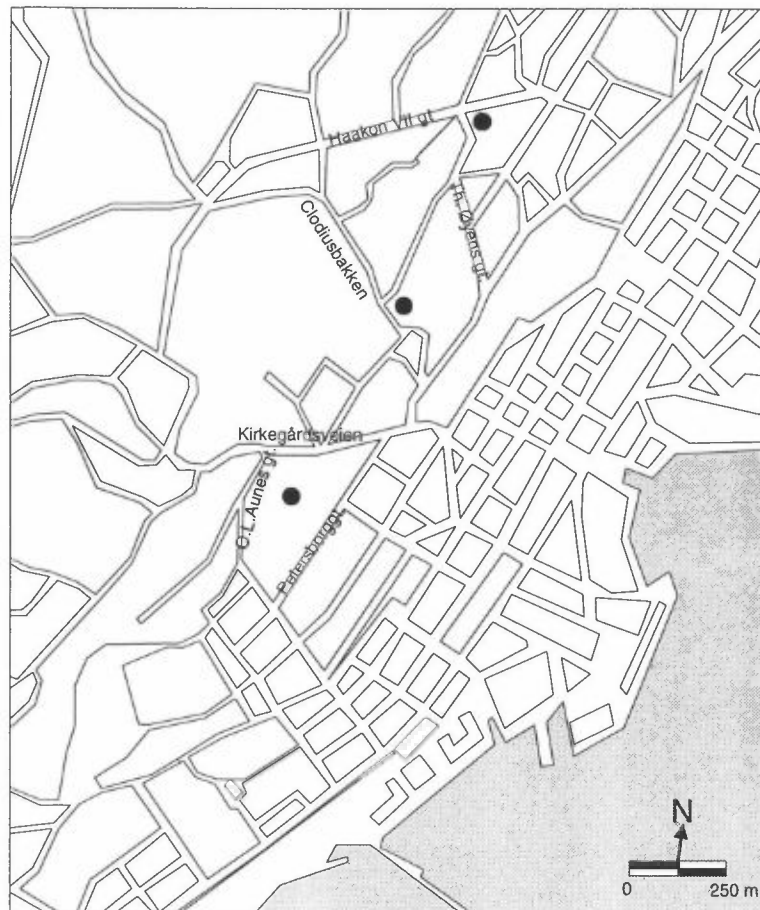
R 862 Sentrumstangenten

Spredningsberegninger for 3 sjakktalternativer

1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens Vegvesen, Prosjekt Tromsø, vurdert nødvendige ventileringshastigheter og anbefalt høyde på sjakttårn for tre alternative lokaliteter av utluftningssjakt for Sentrumstangenten tunnel i Tromsø.

I figur 1 er det presentert et kart over Tromsøya som viser de tre alternative lokalitetene for plassering av et sjakttårn i forbindelse med utlufting fra Sentrumstangenten tunnel.



Figur 1: De tre alternative lokalitetene for utluftningssjakt for Sentrumstangenten.

Det er utført separate vurderinger for de tre sjaktalternativene, en etter dagens anbefalte luftkvalitetskriterier gitt av Staten forurensningstilsyn (SFT), og en etter forskriftsutkastet til forurensningsloven om grenseverdier for lokal forurensning og støy, presentert i høringsuttalelsen fra Miljøverndepartementet 18. september 1995.

Forurensningsbelastningen er beregnet for NO₂ (antar 10% oksidasjon av NO_x til NO₂ i tunnelen), og det er estimert forurensningsbelastning for CO og støv/sot på bakgrunn av forholdet mellom disse utslippsmengdene og utslippet av NO₂. Resultatene er presentert grafisk for NO₂, da denne er dimensjonerende komponent ved fastsettelse av minste anbefalte høyde for utluftingssjaktene.

2. Tekniske data

Tekniske data som utslippsmengder og sjaktkapasitet mottatt fra Berdal Strømme a.s er presentert i tabell 1. Disse er gitt for midlere og maksimal kapasitet.

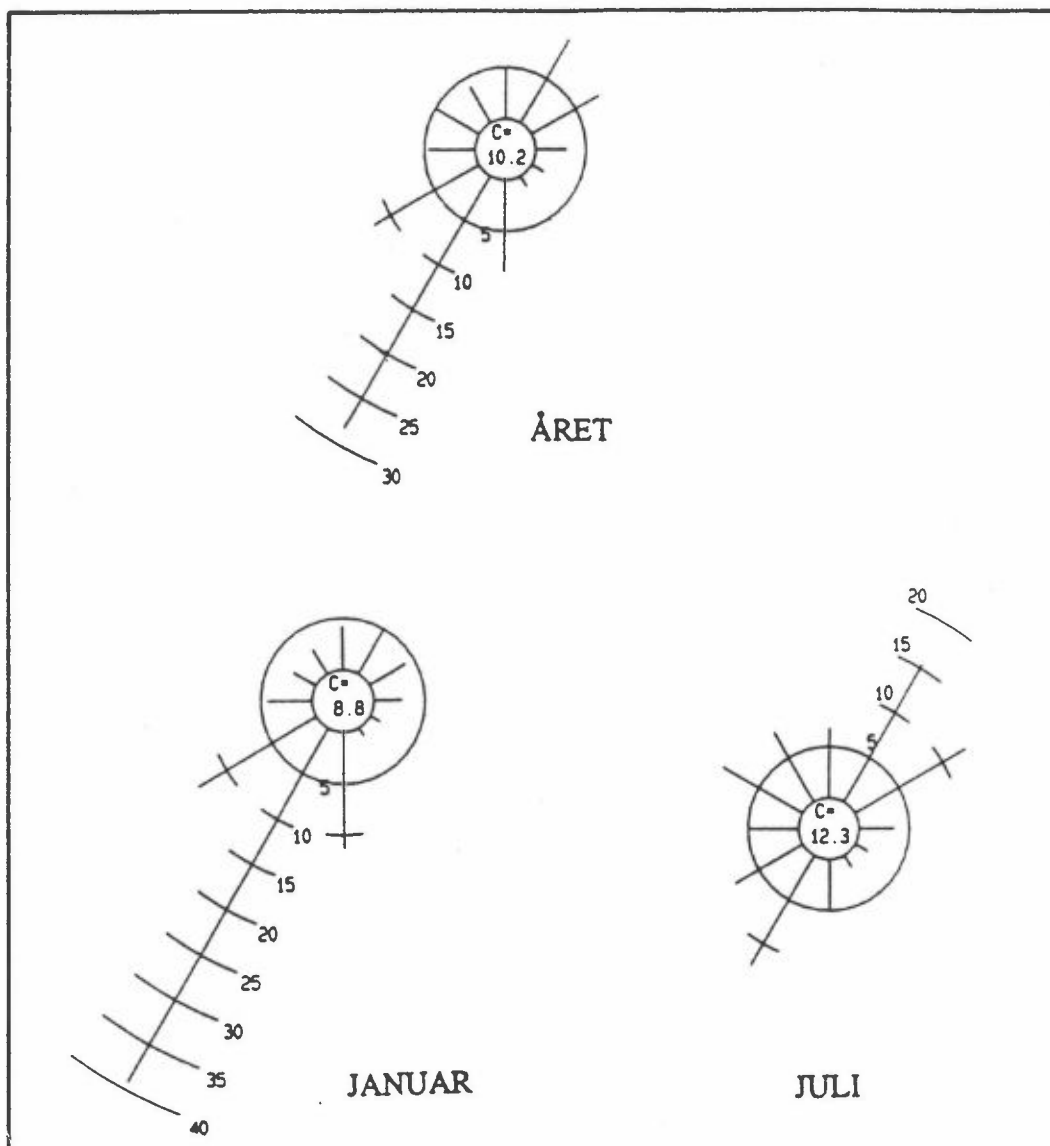
Tabell 1: *Produksjonstall (g/s) for NO_x, CO og støv/sot i tunnelen, samt nødvendig friskluftbehov og maksimal sjaktkapasitet (m³/s).*

Sjaktlokalitet		Rundkjøring v/ Håkon 7. gt.	Pel. nr. 950 Clodiusbakken	Pel nr. 600 Tennisbanen
NO ₂ (middel)	(g/s)	0,262	0,124	0,124
NO ₂ (maks)	(g/s)	0,458	0,160	0,160
CO (middel)	(g/s)	15,84	6,73	6,73
CO (maks)	(g/s)	29,05	9,32	7,54
Støv/sot	(g/s)	0,130	0,039	0,061
Friskluftbehov	(m ³ /s)	94	40	43
Sjaktkapasitet	(m ³ /s)	200	100	100
Utslippshastighet	(m/s)	15	15	15
Utslippsdiameter	(m)	4,1	2,9	2,9

Middel angir middelveien av utslippet når alle tunnelgrener ventileres samtidig med dimensjonerende hastighet (=1,0 m/s). Max angir største verdi av enten summen av alle grener (Hansfjordnes, Tverrforbindelsen, Bjarne G-tunnelen/ P-anlegget og Langnestunnelen) delt på antallet grener eller det største utslippet i en av grenene. Dette fordi alle grener forutsettes å ha likt tverrsnitt og lik utluftingshastighet.

3. Meteorologiske forhold

For å vurdere de meteorologiske forhold i området er DNMI's (Det Norske Meteorologiske Institutt) målinger ved Værvarslinga i Nord-Norge (VVN) på Tromsøya benyttet (langtidsmiddel for perioden 1957-1990). Forekomst av vindretning fordelt på tolv sektorer for Værvarslinga er vist i figur 2. I tillegg til midlere fordeling av vindretning over hele perioden er også januar og juli måned i perioden presentert.



Figur 2: Forekomst av vind (%) fordelt på 12 retninger ved Værvarslinga i Nord-Norge for januar, juli og hele perioden 1957-1990.

Dominerende vindretning ved Værvarslinga i Nord-Norge (VVN) over året er vind fra sør-sørvest (210°). Vind fra denne retningen forekom gjennomsnittlig 28% av tiden i måleperioden. Vindrosen for juli måned viser høyest forekomst av vind fra nord-nordvest. Dette skyldes lokal sjøbriseeffekt.

Den mest kritiske meteorologiske situasjonen for transport av forurensning fra de tre alternative plasseringene av sjakttårn i forbindelse med Sentrumstangenten, er sterk vind fra øst-sørøst. Denne vindretningen forekommer sjelden, og i gjennomsnitt kun 3-4 % av året. Vindstyrker over 10 m/s forekommer hovedsaklig ved vind fra vest-sørvest til vest.

Spredningsberegningene i denne utredningen er utført for forskjellige kombinasjoner av vindstyrke og atmosfærisk blandingsevne. Generelt kan transport og spredning av luftforurensning fra høye utslipp karakteriseres ved det følgende:

Ustabile spredningsforhold forekommer ved svak til middels vindstyrke når bakken er varmere enn lufta, det vil si når det er solinnstråling om dagen og om sommeren. Luftas vertikale blandingsevne ved slike forhold er svært god. Fortynning av utslippet skjer raskt, men det kan også nå raskt ned til bakken.

Nøytrale spredningsforhold forekommer ved middels til sterk vind og overskyet vær. Luftas vertikale blandingsevne er større enn under stabile forhold og mindre enn under ustabile forhold.

Stabile spredningsforhold forekommer ved svak til middels vindstyrke når bakken er kaldere enn lufta, det vil si når det er nettoutstråling av varme fra underlaget, ved klare netter og om vinteren. Luftas vertikale blandingsevne er liten. Fortynning av utslipp skjer langsomt, og eleverte utslipp må transporteres langt før det når bakken. Konsentrasjonen i røykskyen vil da fremdeles være høy.

4. Anbefalte luftkvalitetskriterier

Resultatene fra spredningsberegningene er sammenholdt med dagens forslag til grenseverdier for luftkvalitet gitt av Statens forurensningstilsyn (SFT), og forskriftutkast til forurensningsloven om grenseverdier for lokal forurensning og støy presentert i høringsuttalelsen fra Miljøverndepartementet (MD, 1995).

Nedenforstående verdier i kategorien "SFT" er hentet fra SFTs fagrapport om virkninger av luftforurensning på helse og miljø (SFT, 1992). I denne rapporten er det foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier for bl.a. nitrogendioksid og karbonmonoksid. Disse er blant de vanligste forurensningskomponentene i uteluft som gir helseproblemer. Luftkvalitetskriteriene er fastsatt ut fra viten om hvilke nivå man antar at befolkningen kan utsettes for av luftforurensning, uten at det oppstår alvorlige skadevirkninger på helsen.

I høringsuttalelsen fra Det kongelige miljøverndepartement "Forskrifter til forurensningsloven om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy" av 18. september 1995, ble de foreslåtte forskriftene til ny forurensningslov presentert.

Denne er basert på ønsket om å få utført en kartlegging av miljøtilstanden og få gjennomført oppryddingstiltak overfor eksisterende helserelevante miljøproblemer. Forskriftene skal inneholde grenseverdier for kartleggingsplikt og tiltaksplikt for bl.a. komponentene nitrogendioksid (NO₂) og svevestøv (PM₁₀). De foreslåtte grenseverdiene for kartlegging og tiltak er presentert i tabell 2.

Tabell 2: *Anbefalte luftkvalitetskriterier gitt av SFT for helse, og nye foreslåtte grenseverdier for kartleggingsplikt og tiltaksplikt, presentert i høringsuttalelse fra Miljøverndepartementet.*

Komponent		Midlingstid	
		1 time	24 timer
NO ₂ (µg/m ³)	SFT	100	75
	Kartlegging	300	
	Tiltak	350	70
PM ₁₀ (µg/m ³)	SFT	100	70
	Kartlegging		250
	Tiltak		300
CO (mg/m ³)	Dagens	25	

5. Ventilasjon gjennom sjakter

I tilfeller der ventilasjonshastigheten ved tunnelmunningen ikke er tilstrekkelig til at grenseverdiene for NO₂ ikke overskrides ved bygninger i nærheten av munningene, er ventilasjon gjennom sjakter med ventilasjonstårn et alternativ. Forurensningsnivået i områdene rundt munningen vil da bli vesentlig lavere enn dersom utslippene slippes ut gjennom munningene.

Tårnenes høyde over bakken må tilpasses topografien slik at røyknedslag ikke forekommer. Dette betyr bl.a. at plasseringer på lavere høyde krever høyere tårn enn plasseringer høyere i terrenget.

Det er utført beregninger av nødvendige ventilasjonshastigheter og anbefalte høyder på sjakttårn for ventilering av tunnelluft for de tre alternative sjaktplasseringene. For å forsikre seg mot at høyere konsentrasjoner opptrer som følge av røyknedslag ved middels sterk vind, bør utslippshastigheten gjennom tårnet være minst 15 m/s. Det bør også legges vekt på det visuelle inntrykket av utslippstårnene, slik at de ikke blir for dominerende, og tårnene bør ikke ligge i umiddelbar nærhet av boliger.

I tilfelle brann vil lufthastigheten i tunnellopene stabiliseres på 2 m/s. Luftkapasiteten vil i et slikt tilfelle øke med 100 m³/s for hvert av alternativene. Dette gir en total luftstrøm på 300 m³/s for Håkon 7. gt. og 200 m³/s for henholdsvis pel. nr. 950 og pel. nr. 600. For å kompensere for økt luftmengde må ekstra viftekapasitet settes inn for å øke utslippshastigheten gjennom sjakttårnet. Utluftingshastigheten for sjaktene blir da 22,5 m/s og 30,0 m/s for henholdsvis Håkon 7. gt., pel. nr. 950 og pel. nr. 600.

6. Sjaktdimensjonering

Ved dimensjonering av høyde for sjakttårn er det valgt de mest ugunstige spredningsforhold og vindretninger, og det er tatt hensyn til bygninger, topografi og at vindhastigheten øker med høyden. Det er antatt midlere utslippkonsentrasjoner, tilsvarende timemiddel, ved dimensjonering av høyde for sjakttårnet. Det er også tatt hensyn til at det i enkelte kortere episoder (maksimum) vil kunne være opptil to ganger høyere produksjonstall for forurensende komponenter (utslippstallene er gitt i tabell 1).

Det er anbefalt en utslippshastighet på 15 m/s for å unngå nedtrekk på le-siden av sjakten ved høye vindstyrker. Vindstyrker mellom 10-15 m/s forekommer relativt sjeldent på Tromsøya (ca. 2,5 % av timene i året), men vil være av betydning for bakkekonsentrasjonene de dagene dette forekommer.

Vind mot vest vil være kritisk med hensyn på topografien i området. Denne vindretningen forekommer sjeldent i Tromsø, spesielt i kombinasjon med høye vindstyrker. Til vurdering av minste sjakthøyde er det valgt sterk vind fra sørøst som forekommer ca. 1% av tiden over året.

Minste anbefalte sjakthøyde for rundkjøringen ved Håkon 7.gt er 25 m. For pel. nr. 950 (Clodiusbakken) og pel. nr. 600 (Tennisbanen) er minste anbefalte sjakthøyde 20 m. Sjakttårnet ved Håkon 7.gt har en minste anbefalt høyde 5 m høyere enn for de to andre alternativene. Dette skyldes at utslippmengden av NO₂ er større for dette alternativet som følge av at tunnelufta ved Håkon 7. gt. har forurensningsbidrag fra Hansjordnes, Tverrforbindelsen, Bjarne G.-tunnelen/P-anlegget og fra Langnestunnelen.

7. Spredningsberegninger

7.1 Maksimale timemiddelkonsentrasjoner

Beregninger av maksimal belastning i bakkenivå som følge av utslipp av forurensende komponenter gjennom et sjakttårn i forbindelse med den nye Sentrumstangenten tunnel, er utført ved hjelp av NILUs gaussiske spredningsmodell. Modellen antar at konsentrasjonsfordelingen i røykskyen er normalfordelt horisontalt og vertikalt vinkelrett på vindretningen (Bøhler, 1987). Beregningene er utført for ustabile (U), nøytrale (N) og stabile (Ls og S) atmosfæriske forhold.

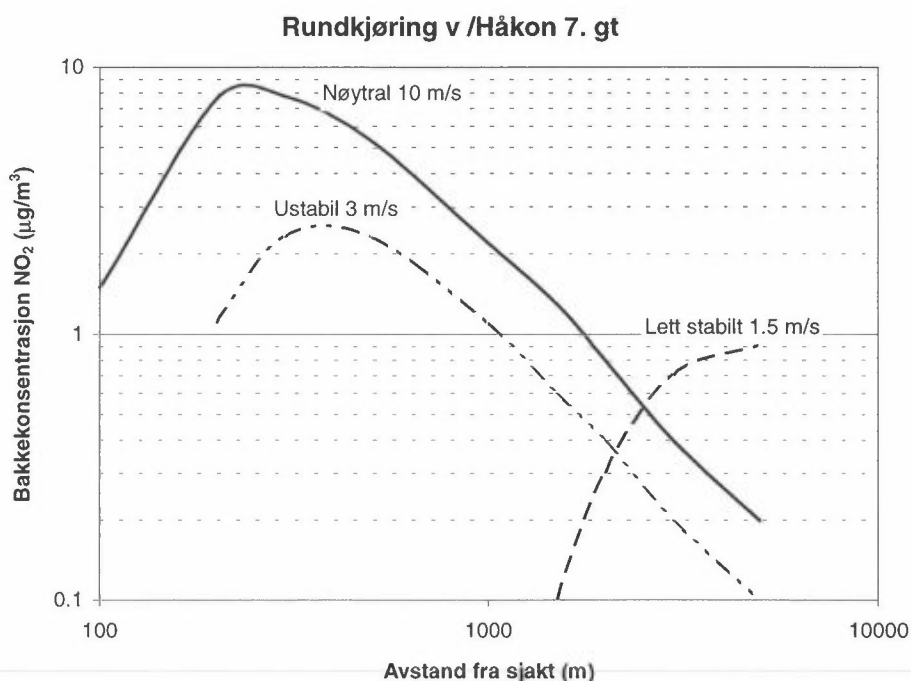
Resultatene fra spredningsberegningene er presentert i figur 3 og 4 som timemidlet bakkekonsentrasjon av NO₂ fra tunnelen. Bakgrunnsforurensningen i beregningsområdet er i de forurensningsepisodene beregningene gjelder antatt å være ca. 80 µg/m³, som sum av bakgrunn NO₂ og NO oksidert til NO₂ av ozon (O₃). Bakgrunnskonsentrasjonen skyldes hovedsakelig de totale utslippene fra trafikken i Tromsø. Dvs. at maksimal bakkekonsentrasjon av NO₂ som følge av utslipp fra sjakttårnene ikke kan overskride 20 µg/m³, for at det totale bidraget til luftforurensning av NO₂ i Tromsø ikke skal overskride SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium (100 µg/m³) som timemiddel.

For CO er det antatt en midlere bakgrunnskonsentrasjon på 0,5-1,0 mg/m³ som timemiddel. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for CO er satt til 25 mg/m³. Bakgrunnskonsentrasjonen for CO utgjør i seg selv ikke mer enn 2-4 % av det anbefalte luftkvalitetskriteriet gitt av SFT for helse.

For å kunne vurdere det relative bidraget fra støv/sot som forurensningsbelastning i området vil de estimerte bakkekonsentrasjonene bli sammenholdt med anbefalte luftkvalitetskriterier for svevestøv (PM₁₀ - svevestøv med diameter mindre enn 10 µm). For PM₁₀ eksisterer det luftkvalitetskriterier kun for 24-timers middel (70 µg/m³) og 6 måneders middel (40 µg/m³). Det er imidlertid vanlig praksis å benytte det samme forholdet mellom timemiddel og 24-timers middel for PM₁₀, som for NO₂. Dette vil gi et anbefalt luftkvalitetskriterium på ca. 100 µg/m³ som timemiddel.

7.2 Rundkjøringen ved Håkonsgt. 7

Figur 3 viser maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO₂ for utslipp fra sjakttårnet ved Håkon 7. gt. Som figuren viser, vil ikke bakkekonsentrasjonen av nitrogen dioksid fra sjakttårnet ved Håkon 7. gt. overskride SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium på 100 µg/m³ som timemiddel. De maksimale bakkekonsentrasjonene av nitrogen dioksid vil kunne komme opp mot 8,5-9 µg/m³ ved nøytralt sjiktet atmosfære og høye vindstyrker. Dette vil gi en totalbelastning i bakkenivå opp mot 90 µg/m³ for NO₂ som timemiddel.



Figur 3: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av nitrogen dioksid (µg/m³) som funksjon av avstand fra sjakttårnet for forskjellige meteorologiske situasjoner. (Rundkjøringen ved Håkon 7. gt.).

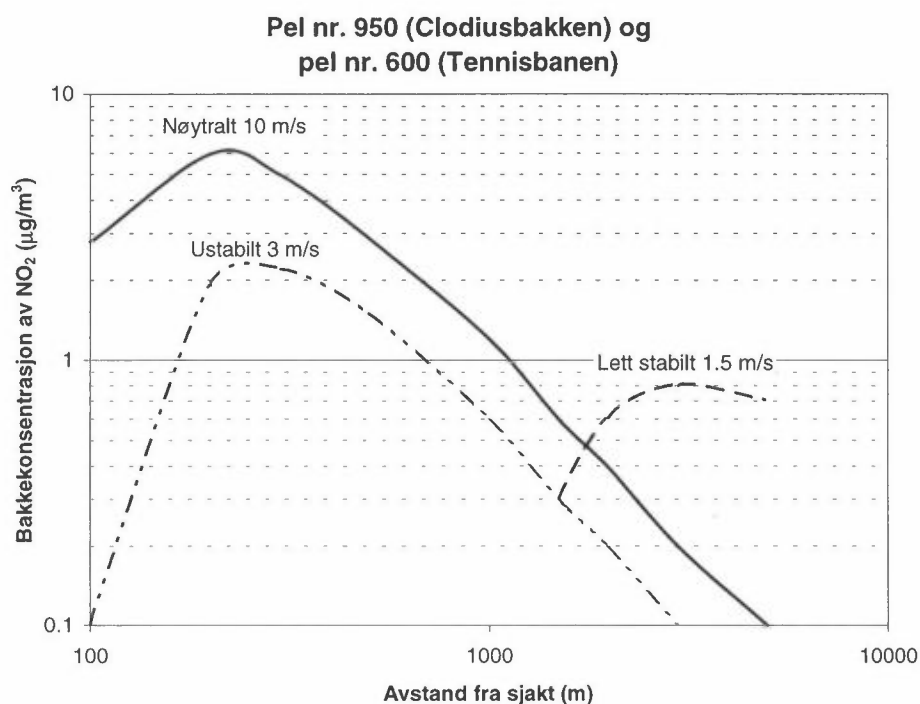
For kortere episoder enn en time (maksimum), vil naturlige variasjoner i utslipp gi totale maksimale bakkekonsentrasjoner av NO_2 opp mot $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De maksimale bakkekonsentrasjonene av CO vil kunne komme opp mot $0,53 \text{ mg}/\text{m}^3$ som timemiddel. Den totale belastningen av CO blir da $1-1,5 \text{ mg}/\text{m}^3$. Dette er ca. 4-6 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for helse ($25 \text{ mg}/\text{m}^3$).

For støv/sot kan bidraget for utslipp fra sjakttårnet komme opp mot $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemidlet maksimumkonsentrasjon i bakkenivå. Dette utgjør ca. 18 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for PM_{10} for helse ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

7.3 Pel. nr. 950 (Clodiusbakken) og pel. nr. 600 (Tennisbanen)

Den maksimale bakkekonsentrasjonen av nitrogen dioksid som funksjon av avstand fra sjakten for de to andre alternativene (pel. nr. 950 og pel. nr. 600) er vist i figur 4. Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon vil kunne komme i overkant av $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for ustabil atmosfærisk sjiktning og sterk vind mot vest. Ved vind langs hovedvindretningene sør-sørvest og nord-nordøst, vil NO_2 -konsentrasjonene midlet over en time være lavere. Det totale bidraget til luftforurensning av NO_2 i området vil for visse meteorologiske situasjoner kunne komme i overkant av $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er under SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for nitrogen dioksid som timemiddel ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 4: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av nitrogen dioksid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) som funksjon av avstand fra sjakttårnet for forskjellige meteorologiske situasjoner. (Pel. nr. 950 og pel. nr. 600.)

For kortere episoder enn en time, vil tilsvarende den totale maksimale bakkekonsentrasjonen av nitrogendioksid kunne komme i overkant av $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

For pel. nr. 950 og pel. nr. 600 vil den maksimale timemidlete bakkekonsentrasjonen av CO kunne komme opp mot $0,33 \text{ mg}/\text{m}^3$ ved de mest ugunstige meteorologiske spredningsforholdene. Med en bakgrunnskonsentrasjon på $0,5\text{--}1 \text{ mg}/\text{m}^3$ vil den totale belastningen i området kunne komme opp mot $0,8\text{--}1,3 \text{ mg}/\text{m}^3$. Dette utgjør ca 3-5 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for helse med hensyn på karbonmonoksid.

Den maksimale timemidlete bakkekonsentrasjonen av PM_{10} vil for disse alternativene kunne komme opp mot $10\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som utgjør omtrent 10% av det anbefalte luftkvalitetskriteriet gitt av SFT.

8. Samlet vurdering av de tre alternativene

Ved bruk av minste anbefalte sjakthøyde vil forurensningsbidraget for de tre alternative lokalitetene ikke bli vesentlig forskjellig.

I dette tilfellet bør avstand fra sjakttårnet til bebyggelse vektlegges ved valg av lokalitet for utluftningssjakt. Håkon 7. gt. synes i så fall minst egnet, da sjakttårnet planlegges plassert mellom en rekke bolighus, som kan bli influert av røyknedslag fra sjakten ved sterk vind. Ut fra spredningsmessige forhold er det vanskelig å skille mellom pel. nr. 600 og pel. nr. 950, men en visuell vurdering tilsier at Clodiusbakken (pel. nr. 950) trolig er det beste alternativet.

Ved dimensjonering av høyde for sjakttårn er det tatt hensyn til lokal topografi og bebyggelse. Anbefalte sjakthøyder i denne rapporten har tatt hensyn til effekten av nærliggende bygninger (bygningsturbulens) og mulig nedtrekk av forurensning ved pipens le-side for høye vindstyrker. Kombinasjonen sterk vind (vindstyrker over 10 m/s) og øst-sørøstlig vind inntreffer i gjennomsnitt 1% av tiden over året.

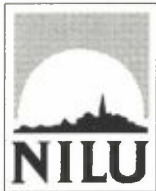
Hvis man utelater sterk vind fra øst-sørøst som dimensjonerende situasjon på grunn av lav forekomst, anbefaler NILU at sjakthøyden ikke bør være lavere enn 15 m for å ta hensyn til nærliggende bygninger og de topografiske forhold i området.

9. Referanser

Bøhler, T. (1987) User's guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).

Det kongelige miljøverndepartementet (1995) Alminnelig høringsforskrift til forurensningsloven om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy. Oslo (brev fra MD 18. september 1995).

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



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORT NR. OR 9/96	ISBN-82-425-0742-2	
DATO 28/2-96	ANSV. SIGN. <i>P. Berg</i>	ANT. SIDER 11	PRIS NOK 30,-
TITTEL R 862 Sentrumstangenten Spredningsberegninger for 3 sjaktalternativer		PROSJEKTLEDER Tone Bekkestad	
		NILU PROSJEKT NR. O-1841	
FORFATTER(E) Tone Bekkestad		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Rigmor Thorsteinsen	
OPPDRAKSGIVER Statens Vegvesen, Prosjekt Tromsø Postboks 3304 9003 TROMSØ			
STIKKORD Tunnel	Sjakt	Spredningsberegninger	
REFERAT Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag Statens Vegvesen, Prosjekt Tromsø, utført og vurdert nødvendig utblåsningshastighet og anbefalt høyde på sjakttårn for 3 alternative lokaliteter av utluftningssjakt for Sentrumstangenten tunnel i Tromsø. Forurensningsbelastningen er beregnet for NO _x og estimert for CO og støv/sot. NO ₂ er dimensjonerende komponent ved anbefaling av høyde på sjakttårn. Anbefalte skorsteinshøyder er 25 meter for rundkjøringen ved Håkon 7. gt. og 20 meter for henholdsvis Pel. nr. 950 (Clodiusbakken) og pel.nr. 600 (Tennisbanen). Ved slike skorsteinshøyder vil ikke SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier overskrides for noen av komponentene, uansett meteorologiske forhold.			
TITLE R 862 Sentrumstangenten. Emission calculations for 3 stack locations			
ABSTRACT			

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