

NILU : OR 60/98
REFERANSE : O-98051
DATO : OKTOBER 1998
ISBN : 82-425-1020-2

Beregning av trafikkforurensning i Steinkjer i forbindelse med planer for ny E6

Dag Tønnesen

Innhold

	Side
Sammendrag	3
1. Innledning	5
2. Metodebeskrivelse	5
3. Luftkvalitetskriterier	7
4. Bakgrunnskonsentrasjoner	7
5. Beregninger	8
6. Hyppighet av forekomst av beregnede konsentrasjoner	20
7. Referanser	21
Vedlegg A Anbefalte luftkvalitetskriterier og helseeffekter av nitrogendioksid og svevestøv	23
Vedlegg B Trafikktall	29
Vedlegg C Beregningsresultater; NO_x fra trafikken i området	35
Vedlegg D Isokonsentrasjonskurver for belastning av NO₂ ved sørlig vind	39

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens Vegvesen Nord-Trøndelag (SVNT) utført beregninger av luftforurensning fra biltrafikk ved Nordsileiret i Steinkjer for dagens vegløsning og for en alternativ løsning med E6 i tunnel. For begge alternativer er det utført beregninger for en trafikksituasjon med rushtidstrafikk for år 2005.

Beregningene er utført for nitrogendioksid (NO_2) som er en god indikator for problemomfang vedrørende luftforurensning fra biltrafikk. I tillegg er svevestøvproblematikken vurdert på bakgrunn av de beregnede konsentrasjonene av NO_2 og målte konsentrasjoner av NO_2 og svevestøv. I beregningene er det tatt hensyn til bakgrunnsbidrag fra bakgrunnskilder fra omkringliggende veier når disse gir maksimalt bidrag. Slike situasjoner kan inntreffe i perioder med rushtrafikk morgen/ettermiddag, samtidig med dårlige spredningsforhold.

En sammenligning mellom beregningene for dagens trafikksituasjon og alternativ trafikkløsning med tunnel viser at forskjellen mellom alternativene er størst for vind fra sør. For vind fra de to hyppigst forekommende vindretningene, vind fra 60° og vind fra 240° , er forskjellene størst for den sistnevnte. Området vest for planlagt ny trasé av E6 får gjennomgående dårligere luftkvalitet med tunneløsningen, mens området øst for Bomveien vil få dårligst luftkvalitet med dagens veisystem. Overskridelse av luftkvalitetskriteriet for NO_2 -forurensning ved boenheter forekommer for dagens vegløsning, men ikke for tunnelalternativet.

NILU har vinteren 1997/98 på oppdrag fra SVNT gjennomført målinger av dagens luftforurensningsnivå i området nær søndre tunnelmunning ved den planlagte nye E6. På bakgrunn av målte konsentrasjoner av NO_2 og svevestøv er svevestøvsforurensning i beregningsområdet anslått.

Overskridelser av retningslinjer for luftkvalitet vil være markert større for svevestøv enn for nitrogendioksid, og vil kunne forekomme i hele beregningsområdet uansett hvilken vegløsning som velges. Under NILUs måleprogram ble det også stilt til rådighet meteorologiske data målt av Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI). Disse dataene er anvendt for å vurdere forekomst av beregnede konsentrasjoner.

Beregning av trafikkforurensning i Steinkjer i forbindelse med planer for ny E6

1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens vegvesen Nord-Trøndelag (SVNT) utført spredningsberegninger for utslipp fra biltrafikk ved Nordsileiret i Steinkjer for dagens trafikkløsning, og for en alternativ løsning med E6 i tunnel under Eggelia. Tunnelmunningen ligger i et bolig- og forretningsområde som på grunn av topografi og spredningsforhold antas å ha høy belastning av luftforurensning. NILU har også gjennomført målinger av dagens luftforurensningsnivå i området nær søndre tunnelmunning (Hagen,1998).

2. Metodebeskrivelse

For å kvantifisere forskjellen i luftforurensningsbelastning i områdene ved ulike "reseptorpunkter" er utslipp av NO_x og NO_2 beregnet fra veisystemet. I beregningene ble det brukt antatte trafikktall for 2005. De veiene som inngår i beregningene er vist på figurer i vedlegg B. Her er også inngangsdataene for trafikkmengde, tunghastigheter og hastigheter vist.

Det er beregnet utslipp og spredning av NO_2 fra veisystemene for å kvantifisere ulik luftforurensning i ulike avstander fra veisystemet.

Utslippene ble anvendt i spredningsmodellen "TRAFORO", som er basert på Environment 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 "reseptorpunkter" for et antall oppgitte spredningssituasjoner. Ved å variere vindretningen oppnås derved en beregning av både maksimalbelastning og hvilken belastning som inntreffer ved hyppigst forekommende spredningsforhold. De anvendte reseptorpunktene er vist i Figur 1. NILUs målestasjon for luftkvalitet lå mellom reseptorpunktene 20 og 21.



Figur 1: Resultatene fra spredningsberegningene er gitt for alle de 33 reseptorpunktene vist på figuren, for fire ulike scenarier.

3. Luftkvalitetskriterier

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt ut en veiledning til forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy (SFT, 1998). For nitrogendioksid (NO₂) og svevestøv (PM₁₀; partikler med diameter <10 µm) er de anbefalte luftkvalitetskriteriene henholdsvis 100 µg NO₂/m³ som timemiddel (75 µg NO₂/m³ som døgnmiddel) og 35 µg PM₁₀/m³ som døgnmiddel.

Ved fastsettelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier er det anvendt en usikkerhetsfaktor på 5. Dette betyr at eksponeringsnivåene må være 5 ganger høyere enn angitt verdi før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. De anbefalte kriterier kan derfor ikke tolkes slik at nivåer over disse er definitivt helseskadelig, men at det heller ikke kan utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalt kriterium.

Se for øvrig vedlegg A.

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 arealoppvarming, 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 NO₂-andel på 5-15%. En vesentlig del av NO₂-konsentrasjonene kommer fra oksidasjon av NO med langtransportert ozon (ozon i luften som kommer inn i beregningsområdet), og vil ha innvirkning på NO₂-konsentrasjonen via reaksjonen:



Bakgrunnsverdien for ozon er den samme for alle veiløsningene. Det er brukt en konsentrasjon på 60 µg/m³ for ozon i beregningene for maksimal timeverdi av NO₂. Dette er en representativ timemiddelverdi for å vurdere forurensning under vinterforhold i Norge, og er den verdien som også blir brukt i det nasjonale beregningsprogrammet VLUFT.

For NO₂ og PM₁₀ vil bakgrunnsnivået variere med størrelsen på tettstedet, samt vindforholdene om vinteren. I tillegg vil bakgrunnsnivået også normalt avta fra sentrum av tettsteder mot utkantområdene. Den anvendte bakgrunnskonsentrasjonen for timemidlet NO₂ er basert på måleresultatene og på typisk døgnvariasjon av bakgrunnskonsentrasjon. For området er det valgt en maksimal bakgrunnskonsentrasjon på 75 µg NO₂/m³ (inklusive 60 µg O₃/m³). Denne verdien representerer et maksimaltillegg for timemiddelkonsentrasjoner fra NO₂-utslipp som ikke er med i beregningene og fra oksidering av NO fra trafikkutslippene.

Den midlere belastningen over døgnet vil være betydelig lavere på grunn av variasjonen i ozonkonsentrasjon og NO_x -utslipp. I enkelte deler av området vil det for gitte vindretninger ikke være tilstrekkelig NO til stede for å få omdannet alt ozon til NO_2 , og i disse områdene vil bakgrunnskonsentrasjonen bli mindre enn $75 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.

5. Beregninger

Spredningsberegningene er utført for tolv vindretninger (30° sektorer rundt hele vindrosen). Beregningene er gjennomført for NO_2 . Da det er flere og mer usikre og dårligere kartlagte variable (som oppvirvling, slitasje og vegbanefuktighet) som bestemmer utslippsmengden av vegpartikkeldelen av svevestøv, er det ikke gjennomført beregninger for svevestøv. Forurensningen av svevestøv er isteden vurdert på bakgrunn av resultater fra det utførte måleprogrammet. En ytterligere kompliserende faktor skyldes at luftkvalitetskriteriene for svevestøv er gitt som døgnmiddelverdier, og for å modellere disse må man kartlegge både utslipps- og spredningsvariasjon fra time til time over døgnet. For å illustrere vei-generert forurensning fra de ulike alternativene også for svevestøv er beregningsresultatene for NO_x vist i vedlegg C. Støvforurensning på timebasis vil være proporsjonal med NO_x -konsentrasjonene.

Beregningsresultater for alle beregningspunkter og 12 vindretninger er vist i tabeller. Beregningspunkter ved boliger er vist på gråtonet bakgrunn. (Ved punkt 31 er det boliger under oppføring.) Tabell 1 viser tunnel, Tabell 2 viser framtidig trafikk med dagens vegsystem, Tabell 3 viser forkortet tunnel og Tabell 4 viser utslipp av tunnelluft gjennom søndre munning. Tabell 5 viser konsentrasjonene ved en økning av trafikken med 25% på alle veiene i beregningsområdet. Tabell 6 viser konsentrasjoner ved økt trafikk på ny E6 og ingen trafikk på gamle E6 nord for steinbrua. For å synliggjøre forskjellene mellom løsninger og alternativer er det regnet ut differanser mellom noen av dem. Differansene er vist på samme måte som konsentrasjonene, for alle reseptorpunkter og for 12 vindretninger. De differansene som er beregnet og vist er: tunnel - dagens vegløsning (Tabell 7), tunnel - forkortet tunnel (Tabell 8), tunnel uten utslipp - tunnel med utslipp i søndre munning (Tabell 9) og tunnelloøsning med - tunnelloøsning uten trafikk på gamle E6 (Tabell 10).

For alle beregningene har vi tatt utgangspunkt i at maksimal timetrafikk (rushtrafikk) utgjør ca. 10% av årsdøgntrafikk (ÅDT). Trafikktall for tunnelloøsningen er vist i vedlegg B.

Beregningene viser at for tunnelalternativet (tabell 1) kan beregnet timekonsentrasjon av NO_2 bli over luftkvalitetskriteriet ved punktene 1, 4 og 5. For alternativet "dagens løsning" (Tabell 2) blir det beregnet konsentrasjon over luftkvalitetskriteriet ved punkt 1 og 34. En økning av trafikken på 25% (Tabell 5) gir overskridelse av luftkvalitetskriteriet i ytterligere ett beregningspunkt (2). Maksimalbelastningen for alle punkter og vindretninger øker imidlertid bare med ca 8%. Dette kommer av at "bakgrunnstillegget" på $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utgjør over halvparten av totalkonsentrasjonen. En forkorting av tunnelpåbygget med 20 m medfører merkbar endring bare nær tunnelen (Tabell 3). For noen vindretninger

øker konsentrasjonen i enkelte punkter med 10-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (se Tabell 8). Utslipp gjennom munningen i sør ved maksimal timetrafikk medfører økning av konsentrasjonen for de aller fleste beregningspunktene (Tabell 4 og Tabell 9). Nivået på økningen varierer fra under 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ til over 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Omlegging av mer trafikk til ny E6 (Tabell 6) medfører overskridelse av luftkvalitetskriteriet i ytterligere ett beregningspunkt (2). Forskjellen til den opprinnelige trafikfordelingen (Tabell 10) er mest merkbar ved boligene ved gamle E6, og reduksjonen i belastning for disse er større enn økningen i belastning for beregningspunktene nær ny E6.

Tabell 7 viser forskjellen mellom tunnelalternativet og dagens løsning. Av tabellen framgår det at beregningspunktene i vestre deler av området gjennomgående får dårligere luftkvalitet med tunnelloøsning, mens punktene nær og øst for dagens trasé for Bomveien, og spesielt beregningspunktene langs gamle E6 (34-38) får dårligere luftkvalitet med dagens løsning. Forskjellene er større for sørvestlig vind enn for nordøstlig vind. De største forskjellene inntreffer for vind fra sør, som forekommer sjelden (2,5%). Isokonsentrasjonskurver for denne vindretningen og de to hovedalternativene er vist i vedlegg D.

Ved veikant er maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_2 en faktor 2,3 høyere enn maksimal døgnmiddelkonsentrasjon som følge av utslippsvariasjonen over døgnet. Ved litt avstand fra veikanten vil man i tillegg få effekt av variasjon i spredningsforhold. En rapport fra DNMI (1998) om målinger av meteorologiske forhold på Nordsileret i 1996-98 viser en vindretningsfordeling med to hovedvindretninger og en høy forekomst av svak vind (38,3% under 1 m/s i vintermånedene). I slike situasjoner vil forholdet mellom maksimal timemiddelkonsentrasjon og maksimal døgnmiddelkonsentrasjon i punkter utenfor veisonen øke med en faktor på ca 1,5 for hovedvindretningen, slik at forholdet mellom maksimal timemiddelkonsentrasjon og maksimal døgnmiddelkonsentrasjon blir 3,45. Ved Nordsileieret er hovedvindretningene vind fra 60°, 90° og 240° (nordøst, øst og sørvest). De høyeste beregnede timemiddelkonsentrasjonene ligger på 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, og verdien nærmest NILUs målestasjon er på ca 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for dagens løsning. Dette svarer til døgnmiddelkonsentrasjoner på henholdsvis 32 og 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, og er nær observert maksimalverdi på målestasjonen på 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Målingene viste at under de høyeste støvforurensningsdøgnene var svevestøvkonsentrasjonen 5 ganger høyere enn konsentrasjonen av NO_2 . Maksimal døgnmiddelkonsentrasjon av svevestøv for de mest belastede punktene kan derfor ligge på ca 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vurdert ut fra maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_2 og faktorer for time/døgn og svevestøv/ NO_2 .

For beregningspunkt ved boliger er punkt 31 sterkest belastet. Døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv kan her bli ca 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 1: Resultatene fra spredningsberegninger for tunnelloesningen. Tabellen viser timekonsentrasjoner av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for vind fra ulike retninger. Maksimalt bakgrunnsnivå på $75 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ er inkludert (se kapittel 4). Største belastning for de enkelte reseptorpunkt er uthevet. Alle konsentrasjoner gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddel.

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	85	86	86	33	18	17	85	89	88	91	101	102
2	875	260	89	91	94	42	25	15	49	75	80	99	100	91
3	785	375	83	87	87	88	90	85	31	40	16	28	60	63
4	810	365	101	99	96	98	103	101	34	38	18	28	59	82
5	840	360	28	27	27	39	61	60	108	101	96	98	105	105
6	875	350	31	30	29	36	66	51	86	86	85	86	90	40
7	925	430	26	25	26	29	56	62	84	84	84	89	50	19
8	715	550	52	55	73	89	89	85	84	84	47	58	50	53
9	895	585	19	27	24	24	29	46	87	85	62	50	19	19
10	870	615	19	24	24	23	31	84	85	82	67	56	20	18
11	710	630	85	85	87	92	85	62	70	54	53	44	89	87
12	750	670	25	26	30	28	83	85	82	79	82	54	17	23
13	665	670	83	83	84	86	82	83	62	53	65	36	74	84
14	690	695	19	21	28	28	93	90	87	86	88	86	27	19
15	775	735	18	18	22	22	56	85	72	62	50	24	17	18
16	755	760	18	18	22	23	56	83	62	51	42	23	17	18
17	750	785	18	18	21	23	46	82	55	51	33	19	18	19
18	725	795	19	18	20	23	56	78	56	58	36	22	20	24
19	680	775	23	22	23	29	82	82	67	76	51	20	19	21
20	675	820	18	19	22	28	74	78	65	58	27	16	15	18
21	650	835	18	18	20	27	81	82	71	30	25	15	15	18
22	685	840	18	18	21	25	61	70	56	38	21	15	15	18
23	655	855	18	18	19	24	69	74	57	23	20	15	15	18
24	575	810	30	31	34	82	87	52	36	17	17	20	24	33
25	480	835	27	27	25	52	81	29	20	21	23	25	24	24
26	410	835	16	19	33	64	62	34	25	16	15	15	15	15
27	415	680	18	29	82	84	75	54	50	16	15	17	17	17
28	490	725	19	27	77	85	82	54	51	21	16	17	17	17
29	450	620	49	41	45	68	46	24	16	15	40	44	44	44
30	530	665	57	62	68	80	54	25	20	18	45	44	43	44
31	750	200	90	93	90	88	90	87	15	17	22	22	34	52
32	970	275	65	59	56	80	88	87	84	87	87	60	69	26
33	1000	170	68	69	61	61	62	21	15	47	57	82	87	63
34	1050	650	84	86	84	86	88	46	65	51	40	16	57	68
35	970	775	42	40	47	54	45	34	56	40	26	15	31	47
36	990	820	15	15	16	22	35	63	77	58	44	44	25	15
37	910	860	34	34	35	41	34	42	43	34	17	15	28	33
38	850	930	31	31	32	32	30	73	39	29	15	16	29	32

Tabell 2: Resultatene fra spredningsberegninger for dagens vegløsning. Tabellen viser timekonsentrasjoner av NO₂ (µg/m³) for vind fra ulike retninger. Maksimalt bakgrunnsnivå på 75 µg NO₂/m³ er inkludert (se kapittel 4). Største belastning for de enkelte reseptorpunkt er uthevet. Alle konsentrasjoner gitt i µg/m³ som timemiddel.

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	92	93	93	37	18	17	83	86	86	91	98	99
2	875	260	98	102	108	50	26	15	43	65	73	108	103	100
3	785	375	60	71	69	84	86	85	48	64	19	18	29	36
4	810	365	86	85	84	87	91	92	50	60	25	18	28	38
5	840	360	33	31	33	56	82	82	97	90	86	85	88	93
6	875	350	33	33	37	51	83	76	87	83	76	56	66	63
7	925	430	36	38	38	39	56	49	81	62	41	47	67	32
8	715	550	39	41	41	43	59	40	24	15	16	21	35	37
9	895	585	31	39	35	34	39	46	89	81	82	85	39	29
10	870	615	30	35	35	32	45	93	85	83	84	90	43	28
11	710	630	44	44	47	42	59	36	19	15	23	39	28	42
12	750	670	65	65	70	61	60	49	20	15	26	42	32	68
13	665	670	43	43	47	40	55	28	19	20	31	58	42	37
14	690	695	51	50	56	47	57	32	17	18	33	65	29	42
15	775	735	27	28	32	31	89	89	84	84	88	88	22	26
16	755	760	27	28	31	32	89	88	84	84	88	86	20	27
17	750	785	28	28	31	32	83	85	76	82	84	33	20	28
18	725	795	28	27	30	32	89	88	84	87	88	39	21	33
19	680	775	68	78	82	82	56	30	17	59	73	47	53	67
20	675	820	27	27	30	83	89	83	86	86	29	16	15	26
21	650	835	27	26	28	81	85	69	83	30	26	15	15	25
22	685	840	28	28	30	36	88	66	81	49	21	15	15	28
23	655	855	28	27	27	38	84	59	82	23	19	15	15	27
24	575	810	29	29	55	67	85	86	37	17	17	19	20	23
25	480	835	31	33	36	69	67	25	20	20	22	23	22	22
26	410	835	19	26	42	72	53	29	23	16	15	15	15	15
27	415	680	24	54	73	70	68	46	47	16	15	17	17	17
28	490	725	25	49	86	68	71	47	48	20	16	16	16	16
29	450	620	57	43	36	45	39	15	15	15	38	41	41	42
30	530	665	88	39	41	36	43	20	15	17	42	41	40	43
31	750	200	87	93	89	86	87	84	15	17	22	28	37	53
32	970	275	82	77	73	85	95	93	89	92	92	32	42	34
33	1000	170	86	84	74	74	76	22	15	44	54	83	86	84
34	1050	650	94	95	94	98	102	73	57	32	35	20	91	95
35	970	775	85	85	85	88	83	40	44	27	39	15	75	87
36	990	820	15	15	16	22	63	89	87	85	85	86	53	15
37	910	860	82	82	82	84	66	45	34	35	18	17	64	82
38	850	930	77	77	78	72	51	62	28	40	15	20	70	81

Tabell 3: Resultatene fra spredningsberegninger for tunnelloesningen med tunneloverbygg forkortet med 20 m. Tabellen viser timrkonsentrasjoner av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for vind fra ulike retninger. Maksimale bakgrunnsnivå på $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er inkludert (se kapittel 4). Største belastning for de enkelte reseptorpunkt er uthevet. Alle konsentrasjoner gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddel.

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	85	86	86	33	18	17	85	89	88	91	101	102
2	875	260	89	91	94	42	25	15	49	75	80	99	100	91
3	785	375	83	87	87	88	90	85	31	40	16	28	61	63
4	810	365	101	99	96	98	103	101	34	38	18	28	60	82
5	840	360	28	27	27	39	61	60	108	101	96	98	105	105
6	875	350	31	30	29	36	66	51	86	86	85	86	91	40
7	925	430	26	25	26	29	56	62	84	84	84	89	51	19
8	715	550	52	55	73	89	89	85	84	84	47	58	51	53
9	895	585	19	27	24	24	29	46	87	85	62	51	19	19
10	870	615	19	24	24	23	31	84	85	82	67	57	20	18
11	710	630	85	85	87	92	85	62	70	54	53	44	90	87
12	750	670	25	26	30	28	83	85	82	79	82	54	18	23
13	665	670	83	83	84	86	82	83	62	53	65	36	77	84
14	690	695	19	21	28	28	93	90	87	86	88	86	33	19
15	775	735	18	18	22	22	56	85	72	62	50	26	17	18
16	755	760	18	18	22	23	56	83	62	51	43	25	17	18
17	750	785	18	18	21	23	46	82	55	51	37	19	18	19
18	725	795	19	18	20	23	56	78	56	58	44	22	20	24
19	680	775	23	22	23	29	82	82	67	76	55	30	19	21
20	675	820	18	19	22	28	74	78	66	67	33	16	15	18
21	650	835	18	18	20	27	81	82	78	48	25	15	15	18
22	685	840	18	18	21	25	61	70	57	50	21	15	15	18
23	655	855	18	18	19	24	69	74	68	26	20	15	15	18
24	575	810	30	31	64	84	86	52	36	17	17	20	24	33
25	480	835	27	27	26	52	81	29	20	21	23	25	24	24
26	410	835	16	19	35	64	62	34	25	16	15	15	15	15
27	415	680	18	31	82	84	75	54	50	16	15	17	17	17
28	490	725	19	32	77	85	82	54	51	21	16	17	17	17
29	450	620	49	41	45	68	46	24	16	15	40	44	44	44
30	530	665	62	62	68	80	54	25	20	18	45	44	43	44
31	750	200	90	93	90	88	90	87	15	17	22	22	34	53
32	970	275	65	59	56	80	88	87	84	87	87	60	70	26
33	1000	170	68	69	61	61	62	21	15	47	57	82	87	63
34	1050	650	84	86	84	86	88	46	65	51	40	16	57	68
35	970	775	42	40	47	54	45	34	56	40	27	15	31	47
36	990	820	15	15	16	22	35	63	77	58	45	44	25	15
37	910	860	34	34	35	41	34	42	43	34	18	15	28	33
38	850	930	31	31	32	32	30	73	39	31	15	16	29	32

Tabell 4: Resultatene fra spredningsberegninger for tunnelløsningen dersom ventilasjonslufta fra tunnelen slippes ut i søndre munning. Tabellen viser timekonsentrasjoner av NO₂ (µg/m³) for vind fra ulike retninger. Maksimalt bakgrunnsnivå på 75 µg NO₂/m³ er inkludert (se kapittel 4). **Største belastning for de enkelte reseptorpunkt er uthevet. Alle konsentrasjoner gitt i µg/m³ som timemiddel.**

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	85	86	86	33	18	17	85	89	88	91	102	102
2	875	260	89	91	94	42	25	15	49	75	80	99	102	91
3	785	375	83	87	87	88	90	85	31	40	16	28	79	63
4	810	365	101	99	96	98	103	101	34	38	18	28	82	82
5	840	360	28	27	27	39	61	60	108	101	96	98	108	105
6	875	350	31	30	29	36	66	51	86	86	85	86	94	40
7	925	430	26	25	26	29	56	62	84	84	84	90	56	19
8	715	550	52	55	73	89	89	85	84	84	47	58	83	53
9	895	585	19	27	24	24	29	46	87	85	62	82	19	19
10	870	615	19	24	24	23	31	84	85	82	67	83	20	18
11	710	630	85	85	87	92	85	62	70	54	53	45	101	87
12	750	670	25	26	30	28	83	85	82	79	82	87	22	23
13	665	670	83	83	84	86	82	83	62	53	65	36	101	84
14	690	695	19	21	28	28	93	90	87	86	88	90	87	19
15	775	735	18	18	22	22	56	85	72	62	82	51	17	18
16	755	760	18	18	22	23	56	83	62	51	91	29	17	18
17	750	785	18	18	21	23	46	82	55	53	93	19	18	19
18	725	795	19	18	20	23	56	78	56	82	92	22	20	24
19	680	775	23	22	23	29	82	82	67	83	134	42	19	21
20	675	820	18	19	22	28	74	78	85	118	29	16	15	18
21	650	835	18	18	20	27	81	83	133	49	25	15	15	18
22	685	840	18	18	21	25	61	70	87	93	21	15	15	18
23	655	855	18	18	19	24	69	82	114	24	20	15	15	18
24	575	810	30	31	37	151	99	52	36	17	17	20	24	33
25	480	835	27	27	30	90	81	29	20	21	23	25	24	24
26	410	835	16	19	47	82	62	34	25	16	15	15	15	15
27	415	680	18	83	82	84	75	54	50	16	15	17	17	17
28	490	725	19	88	82	85	82	54	51	21	16	17	17	17
29	450	620	58	62	45	68	46	24	16	15	40	44	44	44
30	530	665	91	70	68	80	54	25	20	18	45	44	43	44
31	750	200	90	93	90	88	90	87	15	17	22	22	34	54
32	970	275	65	59	56	80	88	87	84	87	87	60	82	26
33	1000	170	68	69	61	61	62	21	15	47	57	82	89	63
34	1050	650	84	86	84	86	88	46	65	51	41	19	57	68
35	970	775	42	40	47	54	45	34	56	40	66	15	31	47
36	990	820	15	15	16	22	35	63	77	59	69	44	25	15
37	910	860	34	34	35	41	34	42	43	43	23	15	28	33
38	850	930	31	31	32	32	30	73	40	75	15	16	29	32

Tabell 5: Konsentrasjoner av NO₂ ved tunnelalternativet med en økning av trafikken på 25% på alle veglenkene i forhold til grunnalternativet. Se forøvrig tabellforklaring foran.

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	88	88	88	38	19	18	88	92	91	95	107	108
2	875	260	92	95	99	49	28	15	58	83	83	105	106	94
3	785	375	85	90	90	92	93	88	35	46	16	31	71	75
4	810	365	107	105	101	104	110	108	39	44	19	31	70	84
5	840	360	31	30	30	45	73	71	117	107	102	103	112	112
6	875	350	35	34	33	41	79	60	89	89	87	88	94	46
7	925	430	29	28	29	33	66	74	86	87	86	93	59	20
8	715	550	61	65	82	93	92	88	87	86	55	69	59	63
9	895	585	20	30	26	26	33	54	90	88	74	59	20	20
10	870	615	20	26	26	25	35	87	87	84	80	66	21	19
11	710	630	88	88	90	96	87	74	82	64	63	51	93	91
12	750	670	28	29	34	31	85	88	84	83	84	64	18	25
13	665	670	85	85	87	89	84	85	74	63	78	41	82	86
14	690	695	20	23	31	31	97	93	90	89	91	89	30	20
15	775	735	19	19	24	24	66	88	82	74	59	26	18	19
16	755	760	19	19	24	25	66	85	74	60	49	25	18	19
17	750	785	19	19	23	25	54	84	65	60	38	20	19	20
18	725	795	20	19	21	25	66	83	66	69	41	24	21	26
19	680	775	25	24	25	33	83	84	80	83	60	21	20	23
20	675	820	19	20	24	31	82	83	78	69	30	16	15	19
21	650	835	19	19	21	30	83	84	82	34	28	15	15	19
22	685	840	19	19	23	28	73	82	66	44	23	15	15	19
23	655	855	19	19	20	26	82	82	68	25	21	15	15	19
24	575	810	34	35	39	83	90	61	41	18	18	21	26	38
25	480	835	30	30	28	61	83	33	21	23	25	28	26	26
26	410	835	16	20	38	76	74	39	28	16	15	15	15	15
27	415	680	19	33	84	86	83	64	59	16	15	18	18	18
28	490	725	20	30	83	88	83	64	60	23	16	18	18	18
29	450	620	58	48	53	81	54	26	16	15	46	51	51	51
30	530	665	68	74	81	83	64	28	21	19	53	51	50	51
31	750	200	94	97	93	91	93	89	15	18	24	24	39	61
32	970	275	78	70	66	83	91	90	86	89	89	71	82	29
33	1000	170	81	82	73	73	74	23	15	55	68	84	89	75
34	1050	650	86	88	86	88	91	54	78	60	46	16	68	81
35	970	775	49	46	55	64	53	39	66	46	29	15	35	55
36	990	820	15	15	16	24	40	75	83	69	51	51	28	15
37	910	860	39	39	40	48	39	49	50	39	18	15	31	38
38	850	930	35	35	36	36	34	82	45	33	15	16	33	36

Tabell 6: Konsentrasjoner av NO₂ ved tunnelloøsningen, men med trafikk langs gamle E6 redusert med 220 kjt/time og trafikk langs nye E6 økt med 220 kjt/time. Se forøvrig tabellforklaring foran.

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	85	85	85	33	18	17	85	89	88	91	102	104
2	875	260	88	91	94	42	25	15	49	75	80	100	101	91
3	785	375	84	88	88	90	91	86	31	40	16	28	62	66
4	810	365	104	101	98	101	106	104	34	38	18	28	62	82
5	840	360	25	25	25	38	61	61	112	104	99	100	109	108
6	875	350	28	27	26	34	66	51	86	87	86	87	93	38
7	925	430	23	22	22	25	55	62	84	85	84	91	51	15
8	715	550	60	63	81	90	89	85	84	84	47	58	54	61
9	895	585	15	23	21	21	26	47	88	86	69	55	18	15
10	870	615	15	20	21	20	29	85	86	83	73	60	18	15
11	710	630	88	88	90	96	86	62	70	54	53	44	94	91
12	750	670	23	23	27	26	84	87	84	83	83	64	18	20
13	665	670	85	85	87	89	83	83	62	53	65	36	83	86
14	690	695	17	19	25	26	96	93	90	89	91	89	30	17
15	775	735	15	15	19	20	54	86	78	69	55	24	16	15
16	755	760	15	15	18	20	55	84	68	57	47	23	17	15
17	750	785	15	15	18	20	45	83	61	56	36	19	17	15
18	725	795	16	15	17	20	56	82	62	64	38	22	20	20
19	680	775	20	20	20	26	83	83	78	82	60	21	19	18
20	675	820	15	16	19	25	78	82	73	64	27	16	15	15
21	650	835	15	15	17	24	82	83	81	30	25	15	15	15
22	685	840	15	15	18	22	63	77	63	40	21	15	15	15
23	655	855	15	15	16	21	72	81	64	23	20	15	15	15
24	575	810	28	28	31	83	88	52	36	17	17	20	24	32
25	480	835	25	25	22	57	82	29	20	21	23	25	24	24
26	410	835	15	17	31	68	62	34	25	16	15	15	15	15
27	415	680	16	28	82	84	75	54	50	16	15	17	17	17
28	490	725	17	27	80	86	82	54	51	21	16	17	17	17
29	450	620	47	42	46	69	46	24	16	15	40	44	44	44
30	530	665	57	65	71	82	55	25	20	18	45	44	43	44
31	750	200	91	92	90	88	90	87	15	17	22	22	34	54
32	970	275	60	53	50	76	88	87	84	87	87	65	77	22
33	1000	170	59	64	61	61	62	21	15	47	57	82	87	58
34	1050	650	66	83	67	78	83	40	67	54	43	16	15	15
35	970	775	15	15	21	22	27	33	59	42	27	15	15	15
36	990	820	15	15	16	22	26	34	56	38	21	15	15	15
37	910	860	15	15	15	19	23	43	46	36	17	15	15	15
38	850	930	15	15	15	18	22	78	42	31	15	15	15	15

Tabell 7: *Differanse mellom tunnelloøsning og dagens løsning (Tabell 1-Tabell 2). Positiv verdi betyr at tunnelloøsning gir høyest konsentrasjon. Høyeste positive og laveste negative verdi er uthevet.*

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	-7	-7	-8	-4	0	0	2	2	2	-1	3	3
2	875	260	-9	-11	-14	-8	-1	0	6	10	7	-9	-3	-9
3	785	375	23	16	18	4	4	0	-17	-24	-3	10	31	27
4	810	365	15	14	12	11	12	9	-16	-22	-7	10	31	44
5	840	360	-5	-4	-6	-17	-21	-22	12	11	11	13	17	12
6	875	350	-2	-3	-8	-15	-17	-25	-1	3	9	30	24	-23
7	925	430	-10	-13	-12	-10	0	13	3	22	43	42	-17	-13
8	715	550	13	14	32	46	30	45	60	69	31	37	15	16
9	895	585	-12	-12	-11	-10	-10	0	-2	4	-20	-35	-20	-10
10	870	615	-11	-11	-11	-9	-14	-9	-1	-1	-17	-34	-23	-10
11	710	630	41	41	40	50	26	26	51	39	30	5	61	45
12	750	670	-40	-39	-40	-33	23	36	62	64	56	12	-15	-45
13	665	670	40	40	37	46	27	55	43	33	34	-22	32	47
14	690	695	-32	-29	-28	-19	36	58	70	68	55	21	-2	-23
15	775	735	-9	-10	-10	-9	-33	-4	-12	-22	-38	-64	-5	-8
16	755	760	-9	-10	-9	-9	-33	-5	-22	-33	-46	-63	-3	-9
17	750	785	-10	-10	-10	-9	-37	-2	-21	-31	-51	-14	-2	-9
18	725	795	-9	-9	-10	-9	-33	-10	-28	-29	-52	-17	-1	-9
19	680	775	-45	-56	-59	-53	26	52	50	17	-22	-27	-34	-46
20	675	820	-9	-8	-8	-55	-15	-5	-21	-28	-2	0	0	-8
21	650	835	-9	-8	-8	-54	-4	13	-12	0	-1	0	0	-7
22	685	840	-10	-10	-9	-11	-27	4	-25	-11	0	0	0	-10
23	655	855	-10	-9	-8	-14	-15	15	-25	0	1	0	0	-9
24	575	810	1	2	-21	15	2	-34	-1	0	0	1	4	10
25	480	835	-4	-6	-11	-17	14	4	0	1	1	2	2	2
26	410	835	-3	-7	-9	-8	9	5	2	0	0	0	0	0
27	415	680	-6	-25	9	14	7	8	3	0	0	0	0	0
28	490	725	-6	-22	-9	17	11	7	3	1	0	1	1	1
29	450	620	-8	-2	9	23	7	9	1	0	2	3	3	2
30	530	665	-31	23	27	44	11	5	5	1	3	3	3	1
31	750	200	3	0	1	2	3	2	0	0	0	-6	-3	-1
32	970	275	-17	-18	-17	-5	-7	-6	-6	-6	-5	28	27	-8
33	1000	170	-18	-15	-13	-13	-14	-1	0	3	3	-1	1	-21
34	1050	650	-10	-9	-10	-13	-15	-27	8	19	5	-4	-34	-27
35	970	775	-43	-45	-38	-34	-38	-6	12	13	-13	0	-44	-40
36	990	820	0	0	0	0	-28	-26	-10	-27	-41	-42	-28	0
37	910	860	-48	-48	-47	-43	-32	-3	9	-1	-1	-2	-36	-49
38	850	930	-46	-46	-46	-40	-21	11	11	-11	0	-4	-41	-49

Tabell 8: Differanse mellom tunnelloøsning og forkortet overbygg (Tabell 3-Tabell 1). Positiv verdi betyr at kortest overbygg gir høyest konsentrasjon. Størst differanser for hvert punkt er uthevet. Negative verdier skyldes avrundingsunøyaktigheter.

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	875	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	785	375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	810	365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	840	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
6	875	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
7	925	430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	715	550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	895	585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10	870	615	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	710	630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0
12	750	670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13	665	670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
14	690	695	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1	6	0
15	775	735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
16	755	760	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
17	750	785	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
18	725	795	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
19	680	775	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	0	0
20	675	820	0	0	0	0	0	0	1	9	6	0	0	0
21	650	835	0	0	0	0	0	0,1	7	18	0	0	0	0
22	685	840	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0
23	655	855	0	0	0	0	0	0	11	3	0	0	0	0
24	575	810	0	0	30	2,7	-0,3	0	0	0	0	0	0	0
25	480	835	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	410	835	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	415	680	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	490	725	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	450	620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	530	665	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	750	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	970	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
33	1000	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
34	1050	650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	970	775	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
36	990	820	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
37	910	860	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
38	850	930	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Tabell 9: *Differanse mellom utslipp fra tunnel gjennom søndre munning og vanlig ventilasjonsretning (Tabell 4-Tabell 1). Differansen viser tilleggsbelastning fra tunnelutslipp med maksimaltrafikk. Høyeste tillegg i hvert punkt er uthevet.*

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0
2	875	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0
3	785	375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
4	810	365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,1	0
5	840	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3	0
6	875	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3	0
7	925	430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	6	0
8	715	550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,2	0
9	895	585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0
10	870	615	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,4	0	0
11	710	630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11,3	0
12	750	670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,5	5	0
13	665	670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,3	0,4
14	690	695	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2	59,8	0
15	775	735	0	0	0	0	0	0	0	0	31,8	27	0	0
16	755	760	0	0	0	0	0	0	0	0	48,6	6	0	0
17	750	785	0	0	0	0	0	0	0	2	60	0	0	0
18	725	795	0	0	0	0	0	0	0	24,3	56	0	0	0
19	680	775	0	0	0	0	0	0	0	7	82,5	22	0	0
20	675	820	0	0	0	0	0	0	19,9	60,3	2	0	0	0
21	650	835	0	0	0	0	0	0,8	62,4	19	0	0	0	0
22	685	840	0	0	0	0	0	0	30,5	55,1	0	0	0	0
23	655	855	0	0	0	0	0	7,7	57,1	1	0	0	0	0
24	575	810	0	0	3	68,8	12,3	0	0	0	0	0	0	0
25	480	835	0	0	5	38,1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	410	835	0	0	14	17,8	0	0	0	0	0	0	0	0
27	415	680	0	53,8	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	490	725	0	61,4	5,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	450	620	9	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	530	665	33,7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	750	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
32	970	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,1	0
33	1000	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0
34	1050	650	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
35	970	775	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
36	990	820	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0
37	910	860	0	0	0	0	0	0	0	9	6	0	0	0
38	850	930	0	0	0	0	0	0	1	46	0	0	0	0

Tabell 10: Differanse mellom tunnelloøsning med flytting av trafikk fra gamle til nye E6 og grunnalternativet (Tabell 6-Tabell 1). Positiv verdi betyr at flyttingen gir høyere konsentrasjon, negativ verdi betyr at flyttingen medfører redusert konsentrasjon. Høyeste positive og laveste negative tall er uthevet.

Punkt	x	y	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1	830	260	-0,3	-0,3	-0,3	0	0	0	0	0	0	0	1,5	2
2	875	260	-0,3	-0,4	-0,3	0	0	0	0	0	0	0,7	1,3	0
3	785	375	0,7	1,3	1,2	1,3	1,4	0,1	0	0	0	0	2	3
4	810	365	3	2,8	2,5	2,6	3,2	2,2	0	0	0	0	3	0,6
5	840	360	-3	-2	-2	-1	0	1	3,3	3,3	2,9	2,9	3,9	3,6
6	875	350	-3	-3	-3	-2	0	0	0,1	1,2	1,2	1,2	2,2	-2
7	925	430	-3	-3	-4	-4	-1	0	0,1	0,8	0,8	1,2	1	-4
8	715	550	8	8	8	0,5	0,4	0	0	0	0	0	4	8
9	895	585	-4	-4	-3	-3	-3	1	0,9	0,7	7	5	-1	-4
10	870	615	-4	-4	-3	-3	-2	0,4	0,8	0,7	6	4	-2	-3
11	710	630	2,7	2,8	3,2	4,4	0,9	0	0	0	0	0	4,4	3,5
12	750	670	-2	-3	-3	-2	0,8	1,5	1,3	3,6	1,3	10	1	-3
13	665	670	2,1	2,1	2,3	2,7	0,4	0	0	0	0	0	8,7	2,4
14	690	695	-2	-2	-3	-2	3,8	3,3	2,7	2,8	3	3,3	3	-2
15	775	735	-3	-3	-3	-2	-2	0,9	6	7	5	0	-1	-3
16	755	760	-3	-3	-4	-3	-1	0,7	6	6	5	0	0	-3
17	750	785	-3	-3	-3	-3	-1	0,6	6	5	3	0	-1	-4
18	725	795	-3	-3	-3	-3	0	4	6	6	2	0	0	-4
19	680	775	-3	-2	-3	-3	0,8	1,1	11	6,1	9	1	0	-3
20	675	820	-3	-3	-3	-3	4	4,1	8	6	0	0	0	-3
21	650	835	-3	-3	-3	-3	1,2	0,9	10	0	0	0	0	-3
22	685	840	-3	-3	-3	-3	2	7	7	2	0	0	0	-3
23	655	855	-3	-3	-3	-3	3	7	7	0	0	0	0	-3
24	575	810	-2	-3	-3	1,1	1,5	0	0	0	0	0	0	-1
25	480	835	-2	-2	-3	5	0,7	0	0	0	0	0	0	0
26	410	835	-1	-2	-2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
27	415	680	-2	-1	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
28	490	725	-2	0	3	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0
29	450	620	-2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	530	665	0	3	3	1,7	1	0	0	0	0	0	0	0
31	750	200	0,7	-0,3	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
32	970	275	-5	-6	-6	-4	-0,1	0	0	0	0,1	5	8	-4
33	1000	170	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,9	-5
34	1050	650	-17,8	-3,2	-16,5	-7,5	-4,8	-6	2	3	3	0	-42	-53
35	970	775	-27	-25	-26	-32	-18	-1	3	2	1	0	-16	-32
36	990	820	0	0	0	0	-9	-29	-21	-20	-23	-29	-10	0
37	910	860	-19	-19	-20	-22	-11	1	3	2	0	0	-13	-18
38	850	930	-16	-16	-17	-14	-8	5	3	2	0	-1	-14	-17

6. Hyppighet av forekomst av beregnede konsentrasjoner

Konsentrasjonene av NO₂ som er beregnet og vist i Tabell 1 til Tabell 6 forutsetter utslipp fra maksimal timetrafikk og vindstyrke på rundt 1 m/s.

Maksimal timetrafikk forekommer for 2 timer i døgnet. I ytterligere 7 timer ligger timetrafikken på 70-80% av maksimalnivået. Beregningene er representative for vindstyrker som forekommer i ca. 35% av tiden i vinterhalvåret uavhengig av vindretning (vindstyrke fra 0,8 m/s til 1,2 m/s). For de aktuelle vindstyrkene er de to oftest forekommende vindretningene vind fra 90° (4,6%) og 60° (6,3%).

Vurdert på bakgrunn av målingene til DNMI, vil det i 20% av tiden (uavhengig av vindretningen) være dårligere spredningsforhold enn i beregnings situasjonen. Timemiddelkonsentrasjonene av NO₂ i de mest belastede punktene for den mest ugunstige vindretningen og meget svak vindstyrke kan da bli ca. 165 µg/m³ i forhold til ca. 110 µg/m³ som vist i beregningsresultatene. Bidraget fra veiene i beregningen blir 2,5 ganger større, og bakgrunnskonsentrasjonen blir uendret. Faktoren 2,5 er hentet fra det nasjonale beregningsprogrammet for veiforurensning (VLUFT).

De hyppigst forekommende vindretningene for svak vind (under 1 m/s) er 60°, 90° og 330°, hver med ca. 4% forekomst. Maksimalbelastningen fra beregnings situasjonen for disse vindretningene er litt over 100 µg/m³, og kan for svakere vindstyrker da bli ca. 135 µg/m³. For beregningspunkter ved bolig er de beregnede maksimalkonsentrasjonen opptil 93 µg/m³, og vil for svakere vindstyrker kunne bli litt over 110 µg/m³.

Samlet maksimal forekomst av kombinasjonen av mest ugunstige spredningsforhold og maksimal trafikk for en enkelt vindretning er 0,33%, dvs. ca. 10 timer i vinterperioden. Dette kan inntreffe for vind fra 60°, 90° og 330°. Beregningen av hyppighet forutsetter at vind i disse retningene er jevnt fordelt over døgnet.

For svevestøv vil utslippsmengden også variere betraktelig med nedbør og luftfuktighet. Nivået av de høyeste døgnmiddelverdiene av svevestøv er anslått fra luftkvalitetsmålingene. Målingene viste at 7 (4,5%) av døgnene i måleperioden hadde døgnmiddelverdi på over 50 µg/m³. Forholdet mellom døgnkonsentrasjoner av NO₂ og PM₁₀ varierer betydelig for disse døgnene. Høyeste forhold mellom PM₁₀ og NO₂ var på 5,6 og laveste på 3,5. Denne variasjonen er grunnlag for å gi et anslag for forekomst av høy svevestøvforurensning i et vinterhalvår.

Tabell 11 viser hvilket konsentrasjonsområde av svevestøv som kan forekomme i 4,5% av tiden (7 døgn) i vinterhalvåret for hovedvindretningene 60°, 90° og 240° ut fra et beregnet nivå av NO₂-konsentrasjonen. Det er regnet om fra time til døgn, og så fra NO₂ til PM₁₀. For de øvrige vindretningene vil konsentrasjonsnivået av PM₁₀ bli vesentlig lavere, avhengig av forekomsten av vind fra retningen.

Tabell 11: Døgnmiddelkonsentrasjon av svevestøv med forekomst 4,5% av tiden i vinterhalvåret for forskjellige nivåer av beregnet timekonsentrasjon av NO₂. Enhet: µg/m³.

NO ₂ konsentrasjon	Høyeste PM ₁₀	7 høyeste PM ₁₀
90	146	91
80	130	81
70	114	71
60	97	61

I hele området vil døgnmiddelkonsentrasjoner av svevestøv over luftkvalitetskriteriet på 35 µg/m³ kunne forekomme for alle de beregnede alternative veiløsningene.

7. Referanser

DNMI (1998) Lokalklimagransking i samband med ny E6 gjennom Steinkjer. Oslo (DNMI-rapport nr. 22/98).

Hagen, L. O. (1998) Målinger av luftkvalitet i Steinkjer i forbindelse med planer for ny E6. November 1997- april 1998. Kjeller (NILU OR 30/98).

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

Torp, C., Tønnesen, D. og Larssen, S. (1995) Brukerveiledning for VLUFT Versjon 3.1. Kjeller (NILU TR 4/95).

Vedlegg A

Anbefalte luftkvalitetskriterier og helseeffekter av nitrogendioksid og svevestøv

Anbefalte luftkvalitetskriterier og helseeffekter av nitrogendioksid og svevestøv

Helseeffekter av nitrogendioksid og svevestøv

(SFT, 1992)

Nitrogendioksid (NO₂) kan medføre helseeffekter i konsentrasjoner som kan forekomme i forurenset uteluft. Kunnskaper om virkninger av NO₂ 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 NO₂-konsentrasjoner i luften opp til 2 000 µg/m³ 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 NO₂ -konsentrasjoner på 3 700 µg/m³ eller mer økt mottagelighet for infeksjoner og morfologiske forandringer. Etter lengre eksponering for 190 µg/m³ eller mer og eventuelt tidvis eksponering for toppkonsentrasjoner ti ganger høyere, finner man morfologiske forandringer og økt mottagelighet for infeksjoner. Ikke bare påvirkes lungenes forsvarsceller (makrofagene i lungeblærene), men også hvite blodlegemer som er en del av immunforsvaret (fra 470 µg/m³ og høyere).

Undersøkelser av effekten av NO₂ 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/m³ eller mer i 20 minutter lenger.

Epidemiologiske undersøkelser er blitt foretatt på befolkningsgrupper i forurensede områder, og i nyere studier har man også sammenlignet grupper eksponert for ulike NO₂ -konsentrasjoner innendørs. De få epidemiologiske data som foreligger tyder på at NO₂ fra 110-150 µg/m³ kan føre til økt antall tilfeller av luftveissykdommer hos barn. Dessuten har man ved eksponering for 200 µg/m³ NO₂, sammen med andre forurensningskomponenter, funnet økt forekomst av lungesykdommer og nedsatt lungefunksjon hos barn og voksne.

Svevestøv (PM₁₀). Forbrenning av fossilt brennstoff er den vesentligste kilden til inhalerbare partikler (partikler med diameter <10 µm, også kalt PM₁₀) 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 μm), 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 α -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.

Veistøvets 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 α -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.

Anbefalte luftkvalitetskriterier er gitt i tabell A1.

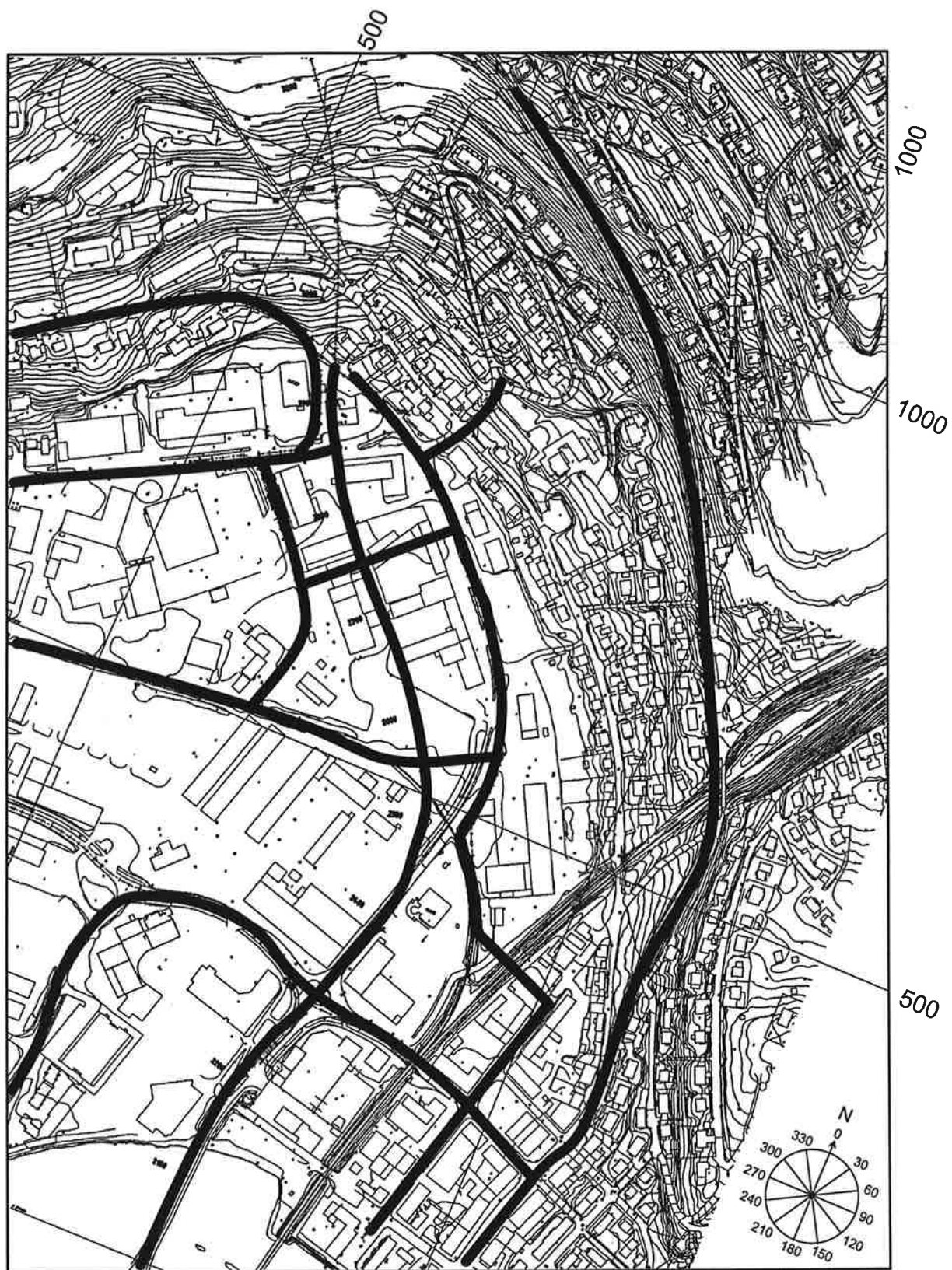
Tabell A1: Anbefalte luftkvalitetskriterier.

Komponent	Måle-enhet	Virknings-område	Midlingstid					
			15 min	1 t	8 t	24 t	30 d	6 mnd
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Helse	500	100		75		50
Svevestøv, PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Helse				35		40*

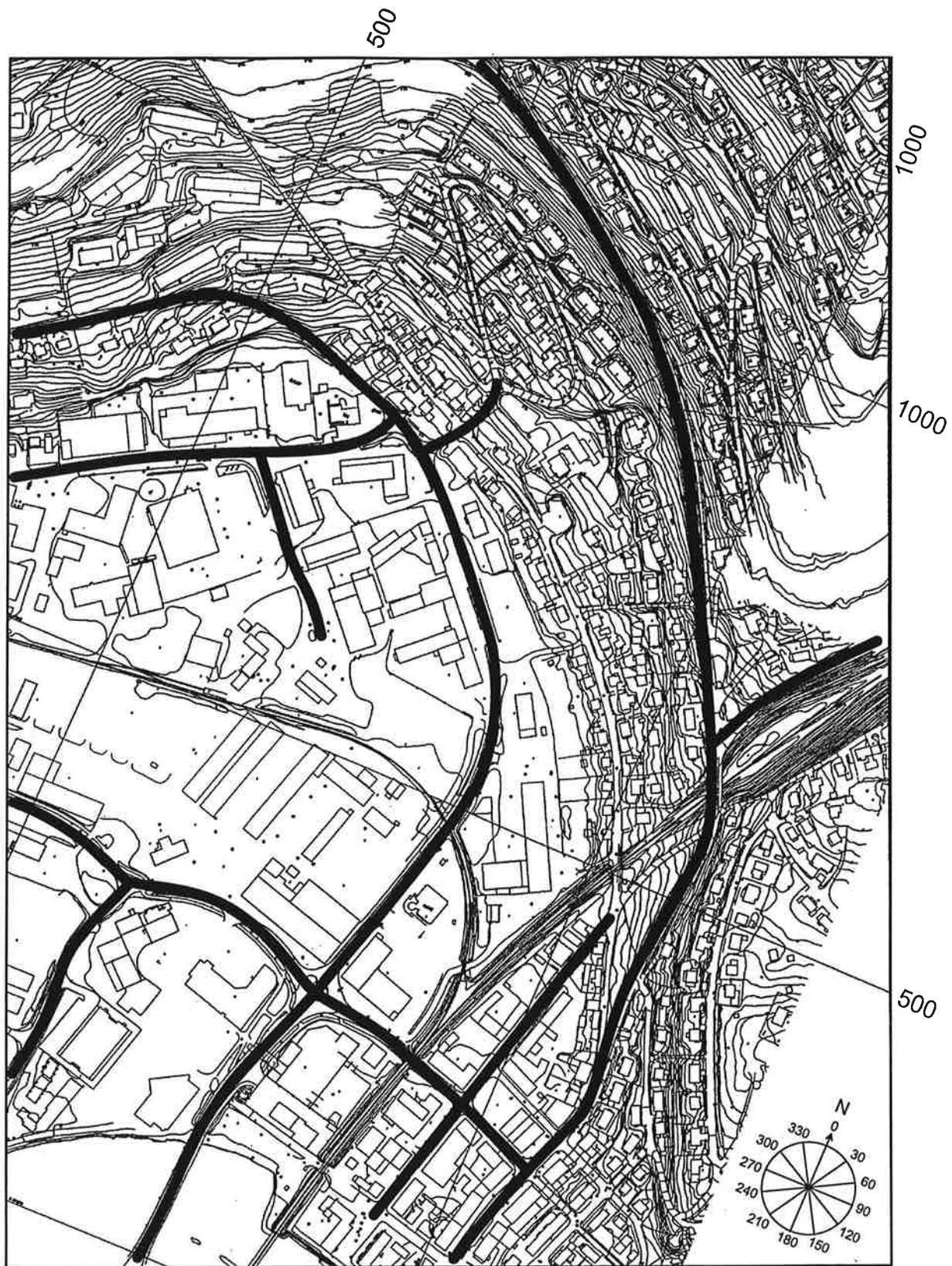
*Denne verdien er ikke revidert etter at 24t-verdien ble senket fra 70 til 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vedlegg B

Trafikktall



Figur B1: Veier som inngår i beregning av tunnelalternativet.



Figur B2: Veier som inngår i beregning av "Dagens løsning".

Tabell B1: Startpunkt, sluttpunkt og trafikktall (kjt/time) for veier som inngår i alternativet "tunnelløsning".

x1	y1	x2	y2	timetraf
755	0	765	160	1400
765	160	810	290	1400
810	290	845	450	1610
845	450	815	525	1610
815	525	640	730	700
640	730	610	790	700
580	120	610	315	330
610	315	655	330	330
655	330	735	325	330
735	325	810	290	330
810	290	980	245	890
980	245	1060	210	600
930	110	980	245	300
980	245	999	370	200
1020	70	1060	210	770
1060	210	1080	270	530
1080	270	1090	570	530
1090	570	1060	650	530
1060	650	1150	800	330
1060	650	910	920	220
910	920	830	1000	220
830	1000	600	1150	220
400	475	645	510	400
645	510	705	520	980
705	520	780	515	980
780	515	815	525	980
815	525	880	560	390
345	605	555	725	400
555	725	645	630	560
645	630	670	590	560
670	590	645	510	560
645	630	755	730	35
555	725	605	760	70
605	760	570	840	70
570	840	510	855	70
510	855	455	845	70
455	845	275	705	70
999	370	930	395	150
930	395	895	460	150
895	460	880	500	150
880	500	880	560	150
880	560	845	630	120
845	630	755	730	120

755	730	705	795	85
705	795	605	835	85
705	795	740	850	85

Vedlegg C

Beregningsresultater; NO_x fra trafikken i området

Tabell C1: Belastning av NO_x fra veitrafikken for trafikksituasjon med ny E6 i tunnel.

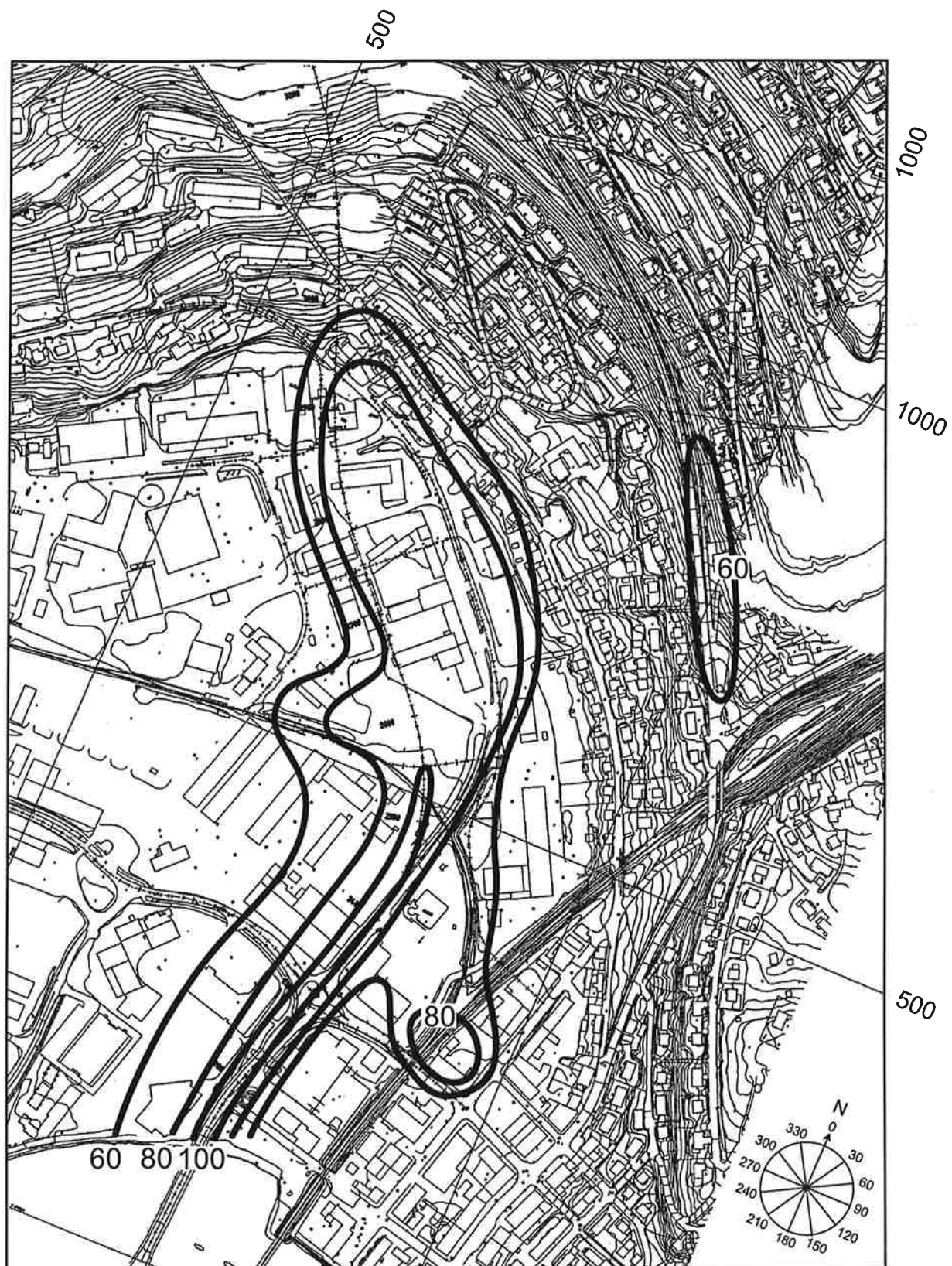
Punkt	X	Y	30.	60.	90.	120.	150.	180.	210.	240.	270.	300.	330.	360.
1	830	260	100.	107.	105.	18.	3.	2.	102.	135.	127.	156.	258.	265.
2	875	260	137.	162.	193.	27.	10.	0.	34.	60.	65.	239.	247.	155.
3	785	375	80.	117.	116.	133.	146.	104.	16.	25.	1.	13.	45.	48.
4	810	365	256.	236.	209.	230.	277.	263.	19.	23.	3.	13.	44.	68.
5	840	360	13.	12.	12.	24.	46.	45.	332.	259.	213.	225.	297.	297.
6	875	350	16.	15.	14.	21.	51.	36.	109.	111.	98.	105.	154.	25.
7	925	430	11.	10.	11.	14.	41.	47.	89.	92.	86.	144.	35.	4.
8	715	550	37.	40.	58.	143.	138.	103.	94.	88.	32.	43.	35.	38.
19	895	585	4.	12.	9.	9.	14.	31.	122.	101.	47.	35.	4.	4.
10	870	615	4.	9.	9.	8.	16.	94.	97.	68.	52.	41.	5.	3.
11	710	630	102.	102.	119.	167.	98.	47.	55.	39.	38.	29.	142.	124.
12	750	670	10.	11.	15.	13.	77.	101.	72.	64.	69.	39.	2.	8.
13	665	670	78.	79.	92.	109.	74.	83.	47.	38.	50.	21.	59.	89.
14	690	695	4.	6.	13.	13.	175.	145.	119.	111.	130.	109.	12.	4.
15	775	735	3.	3.	7.	7.	41.	100.	57.	47.	35.	9.	2.	3.
16	755	760	3.	3.	7.	8.	41.	82.	47.	36.	27.	8.	2.	3.
17	750	785	3.	3.	6.	8.	31.	72.	40.	36.	18.	4.	3.	4.
18	725	795	4.	3.	5.	8.	41.	63.	41.	43.	21.	7.	5.	9.
29	680	775	8.	7.	8.	14.	67.	71.	52.	61.	36.	5.	4.	6.
20	675	820	3.	4.	7.	13.	59.	63.	50.	43.	12.	1.	0.	3.
21	650	835	3.	3.	5.	12.	66.	68.	56.	56.	15.	10.	0.	3.
22	685	840	3.	3.	6.	10.	46.	55.	41.	23.	6.	0.	0.	3.
23	655	855	3.	3.	4.	9.	54.	59.	42.	8.	5.	0.	0.	3.
24	575	810	15.	16.	19.	67.	117.	37.	21.	2.	2.	5.	9.	18.
25	480	835	12.	12.	10.	37.	66.	14.	5.	6.	8.	10.	9.	9.
26	410	835	1.	4.	18.	49.	47.	19.	10.	1.	0.	0.	0.	0.
27	415	680	3.	14.	68.	86.	60.	39.	35.	1.	0.	2.	2.	2.
28	490	725	4.	12.	62.	102.	67.	39.	36.	6.	1.	2.	2.	2.
29	450	620	34.	26.	30.	53.	31.	9.	1.	0.	25.	29.	29.	29.
30	530	665	42.	47.	53.	65.	39.	10.	5.	3.	30.	29.	28.	29.
31	750	200	152.	176.	147.	129.	146.	115.	0.	2.	7.	7.	19.	37.
32	970	275	50.	44.	41.	65.	127.	123.	87.	115.	115.	45.	54.	11.
33	1000	170	53.	54.	46.	46.	47.	6.	0.	32.	42.	71.	115.	48.
34	1050	650	88.	107.	85.	105.	126.	31.	50.	36.	25.	1.	42.	53.
35	970	775	27.	25.	32.	39.	30.	19.	41.	25.	11.	0.	16.	32.
36	990	820	0.	0.	1.	7.	20.	48.	62.	43.	29.	29.	10.	0.
37	910	860	19.	19.	20.	26.	19.	27.	28.	19.	2.	0.	13.	18.
38	850	930	16.	16.	17.	17.	15.	58.	24.	14.	0.	1.	14.	17.

Tabell C2: Belastning av av NO_x fra veitrafikken for dagens veiløsning.

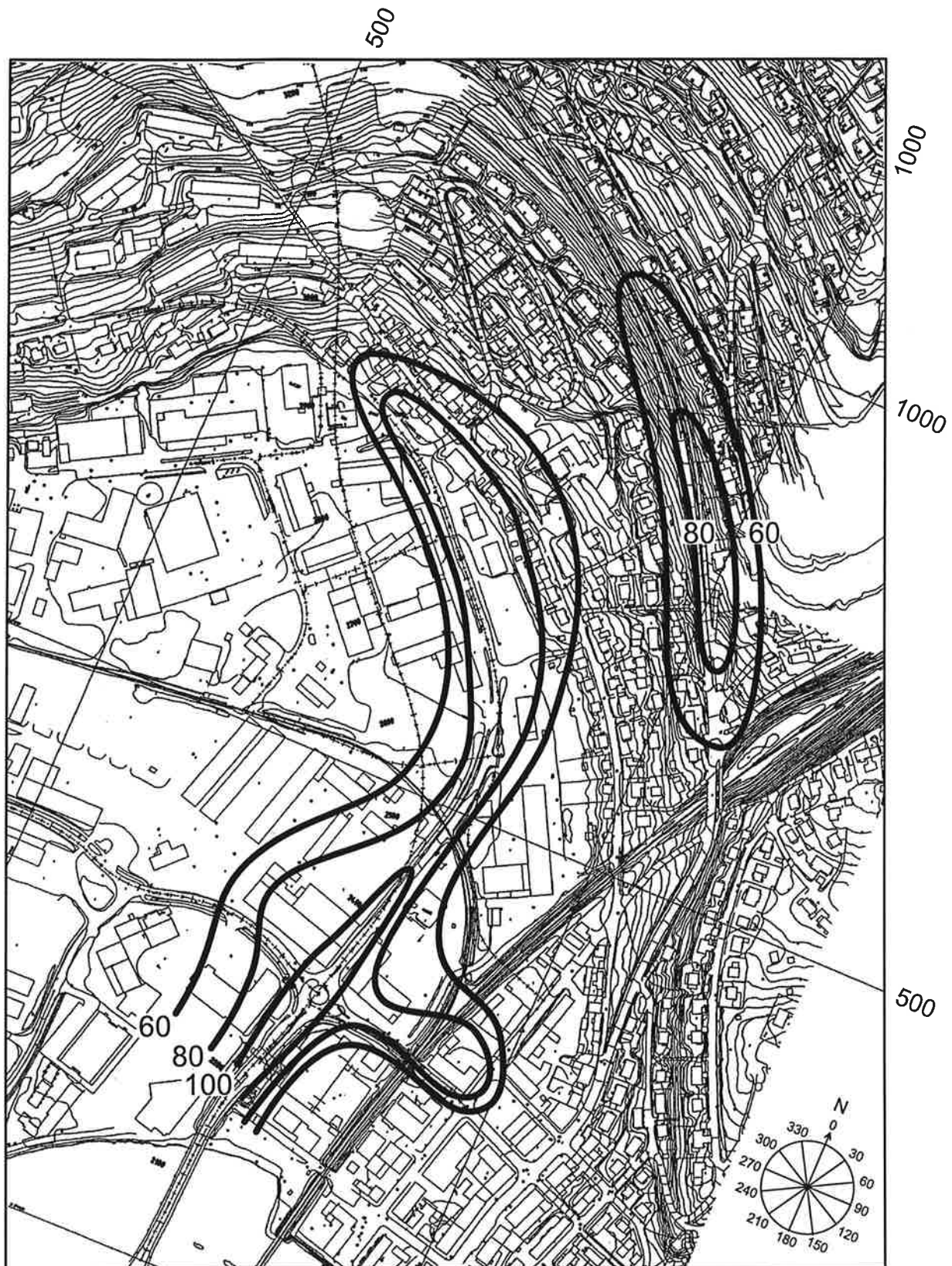
Punkt	X	Y	30.	60.	90.	120.	150.	180.	210.	240.	270.	300.	330.	360.
1	830	260	166.	181.	180.	22.	3.	2.	84.	112.	107.	164.	231.	236.
2	875	260	229.	274.	330.	35.	11.	0.	28.	50.	58.	329.	278.	245.
3	785	375	45.	56.	54.	90.	107.	104.	33.	49.	4.	3.	14.	21.
4	810	365	106.	99.	91.	124.	155.	169.	35.	45.	10.	3.	13.	23.
5	840	360	18.	16.	18.	41.	72.	67.	217.	148.	108.	97.	126.	177.
6	875	350	18.	18.	22.	36.	79.	61.	119.	77.	61.	41.	51.	48.
7	925	430	21.	23.	23.	24.	41.	34.	66.	47.	26.	32.	52.	17.
8	715	550	24.	26.	26.	28.	44.	25.	9.	0.	1.	6.	20.	22.
9	895	585	16.	24.	20.	19.	24.	31.	139.	66.	68.	95.	24.	14.
10	870	615	15.	20.	20.	17.	30.	180.	102.	82.	91.	145.	28.	13.
11	710	630	29.	29.	32.	27.	44.	21.	4.	0.	8.	24.	13.	27.
12	750	670	50.	50.	55.	46.	45.	34.	5.	0.	11.	27.	17.	53.
13	665	670	28.	28.	32.	25.	40.	13.	4.	5.	16.	43.	27.	22.
14	690	695	36.	35.	41.	32.	42.	17.	2.	3.	18.	50.	14.	27.
15	775	735	12.	13.	17.	16.	142.	142.	91.	88.	129.	128.	7.	11.
16	755	760	12.	13.	16.	17.	137.	132.	86.	88.	133.	113.	5.	12.
17	750	785	13.	13.	16.	17.	83.	95.	61.	70.	93.	18.	5.	13.
18	725	795	13.	12.	15.	17.	141.	125.	86.	115.	134.	24.	6.	18.
19	680	775	53.	63.	69.	74.	41.	15.	2.	44.	58.	32.	38.	52.
20	675	820	12.	12.	15.	76.	142.	79.	111.	114.	14.	1.	0.	11.
21	650	835	12.	11.	13.	66.	95.	54.	81.	15.	11.	0.	0.	10.
22	685	840	13.	13.	15.	21.	125.	51.	66.	34.	6.	0.	0.	13.
23	655	855	13.	12.	12.	23.	93.	44.	68.	8.	4.	0.	0.	12.
24	575	810	14.	14.	40.	52.	98.	110.	22.	2.	2.	4.	5.	8.
25	480	835	16.	18.	21.	54.	52.	10.	5.	5.	7.	8.	7.	7.
26	410	835	4.	11.	27.	57.	38.	14.	8.	1.	0.	0.	0.	0.
27	415	680	9.	39.	58.	55.	53.	31.	32.	1.	0.	2.	2.	2.
28	490	725	10.	34.	112.	53.	56.	32.	33.	5.	1.	1.	1.	1.
29	450	620	42.	28.	21.	30.	24.	0.	0.	0.	23.	26.	26.	27.
30	530	665	125.	24.	26.	21.	28.	5.	0.	2.	27.	26.	25.	28.
31	750	200	122.	177.	135.	108.	120.	94.	0.	2.	7.	13.	22.	38.
32	970	275	67.	62.	58.	101.	198.	181.	143.	173.	168.	17.	27.	19.
33	1000	170	109.	87.	59.	59.	61.	7.	0.	29.	39.	79.	108.	87.
34	1050	650	192.	199.	185.	232.	274.	58.	42.	17.	20.	5.	161.	201.
35	970	775	103.	96.	103.	129.	80.	25.	29.	12.	24.	0.	60.	123.
36	990	820	0.	0.	1.	7.	48.	136.	119.	97.	103.	111.	38.	0.
37	910	860	74.	71.	74.	86.	51.	30.	19.	20.	3.	2.	49.	70.
38	850	930	62.	62.	63.	57.	36.	47.	13.	25.	0.	5.	55.	66.

Vedlegg D

Isokonsentrasjonskurver for belastning av NO₂ ved sørlig vind



Figur D1: Isokonsentrasjonskurver for NO₂ ved vind fra sør (180°).
Tunnelalternativet



Figur D2: Isokonsentrasjonskurver for NO₂ ved vind fra sør (180°).
Dagens løsning.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 60/98	ISBN 82-425-1020-2 ISSN 0807-7207	
DATO <i>16.10.98</i>	ANSV. SIGN. <i>Øystein Horn</i>	ANT. SIDER 42	PRIS NOK 75,-
TITTEL Beregning av trafikkforurensning i Steinkjer i forbindelse med planer for ny E6		PROSJEKTLEDER Dag Tønnesen	
		NILU PROSJEKT NR. O-98051	
FORFATTER(E) Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Statens vegvesen, Nord-Trøndelag vegkontor Postboks 2033 7701 Steinkjer			
STIKKORD Trafikkforurensning	Modellberegning	Vegalternativer	
REFERAT Det er beregnet forurensning av NO ₂ for alternative løsninger av E6 nord for Steinkjer sentrum. Svevestøvforurensning er anslått på bakgrunn av beregnet NO ₂ og målinger av NO ₂ og svevestøv i området. Tunnelalternativet vil ikke gi overskridelse av luftkvalitetskriteriet for NO ₂ ved boenheter. Videreføring av dagens løsning gir overskridelser. For svevestøv vil luftkvalitetskriteriet kunne overskrides i hele området uansett vegløsning.			
TITLE Calculation of traffic-generated air pollution in Steinkjer in connection with development of new E6 in the area.			
ABSTRACT			

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