

NILU OR : 32/89 Revidert utgave
REFERANSE : O-8944
DATO : MARS 1992
ISBN : 82-425-0037-1

Vurdering av utslipp til luft fra et planlagt avfallsforbrenningsanlegg i Rådalen

T. Bøhler

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har etter oppdrag fra Mepex Consult vurdert utslipp til luft fra et planlagt forbrenningsanlegg for avfall i Rådalen, Bergen. Anlegget vil ha en maksimal kapasitet på 11 tonn avfall pr. time, og vil årlig destruere ca. 90 000 tonn avfall.

NILU har utført spredningsberegninger for anlegget basert på typiske utslippsverdier ved bruk av gassrensing. Meteorologiske data målt av NILU på Skjold i 1983-84 er anvendt for beregning av langtidsmidler. Det er beregnet maksimale timeverdier i bakkenivå og langtidsbelastning over året, og det er tatt hensyn til de spesielle topografiske forhold i området.

Norske retningslinjer for luftkvalitet tar hensyn til virkninger både på helse, vegetasjon og dyr, og en antar derfor at problemer ikke vil oppstå hvis disse verdier ikke overskrides. For de stoffer hvor norske grenseverdier ikke finnes, er det brukt svenske og vest-tyske grenseverdier for luftkvalitet. Den beregnede avsetning fra anlegget er sammenlignet med eksisterende avsetning i området av langtransporterte luftforurensninger. I konklusjonene nedenfor må det tas forbehold om de usikkerheter som inngår i estimering av utslippsverdier, spredningskoeffisienter, røykløft og topografiske effekter som benyttes i modellberegningene.

Ved vurdering av skorsteinshøyde er det tatt hensyn til at anlegget er foreslått plassert i steinbruddet i Rådalen. Ut fra dette gir spredningsberegningene at ingen grenseverdier overskrides hvis skorsteinshøyden er minimum 70 m.

De høyeste konsentrasjonene på bakken forekommer i fint vær ca. 300-500 m fra anlegget og i overskyet vær ca. 700-1000 m avstand. Hydrogenklorid og nitrogenoksider vil gi de høyeste timemidlete konsentrasjoner sett i forhold til grenseverdier. De maksimale verdiene for disse stoffene utgjør henholdsvis 25% og 60% av tilhørende grenseverdier.

Langtidsbelastningen fra anlegget over året vil være liten på grunn at avansert gassrensing skal benyttes. De mest belastede områdene over året er nordøst og sørøst for anlegget. Beregninger av årlige middelkonsentrasjoner av utslipp av svoveldioksid gir verdier som er opptil 14% av målt vintermiddel i 1983/84. For svoveldioksid og nitrogenoksider vil utslipp fra anlegget føre til maksimale årsmiddelverdier lavere enn 3% av forslag til grenseverdier. Beregningene viser at årlig avsetning av tungmetaller i maksimumsområdet vil være mindre enn 30% av bidraget fra langtransporterte luftforurensninger, unntatt for kadmium som er av samme størrelsesorden. Bidraget fra andre lokale kilder i området er ikke vurdert.

Bidraget til forsurenningen fra avfallsanlegget vil i maksimumsområdet være ca. 30% av eksisterende forsurening av langtransporterte luftforurensninger.

Det er også vurdert eksponering av dioksiner og furaner, forårsaket av utslipp fra avfallsanlegget. Under normale driftsbetingelser vil opptaket av disse stoffene via luft i maksimalområdet ikke overskride 0,1% av tolerabelt daglig inntak. Forutsetningene for disse beregningene er normale driftsforhold, da utslipp av disse stoffene varierer mye med driftsbetingelsene.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING	4
2 METEOROLOGISKE FORHOLD	5
2.1 Vindretning	5
2.2 Vindstyrke	6
2.3 Stabilitet	8
3 SPREDNINGSBEREGNINGER	10
3.1 Valg av skorsteinshøyde	10
3.2 Korttidskonsentrasjoner	12
3.3 Årsmiddelverdier	13
3.4 Tørr- og våtavsetning	15
3.5 Forsuring av vann og jordsmonn	16
3.6 Dioksiner og furaner - vurdering av eksponering	16
4 REFERANSER	17
VEDLEGG A: Tekniske data - utslippsverdier	18

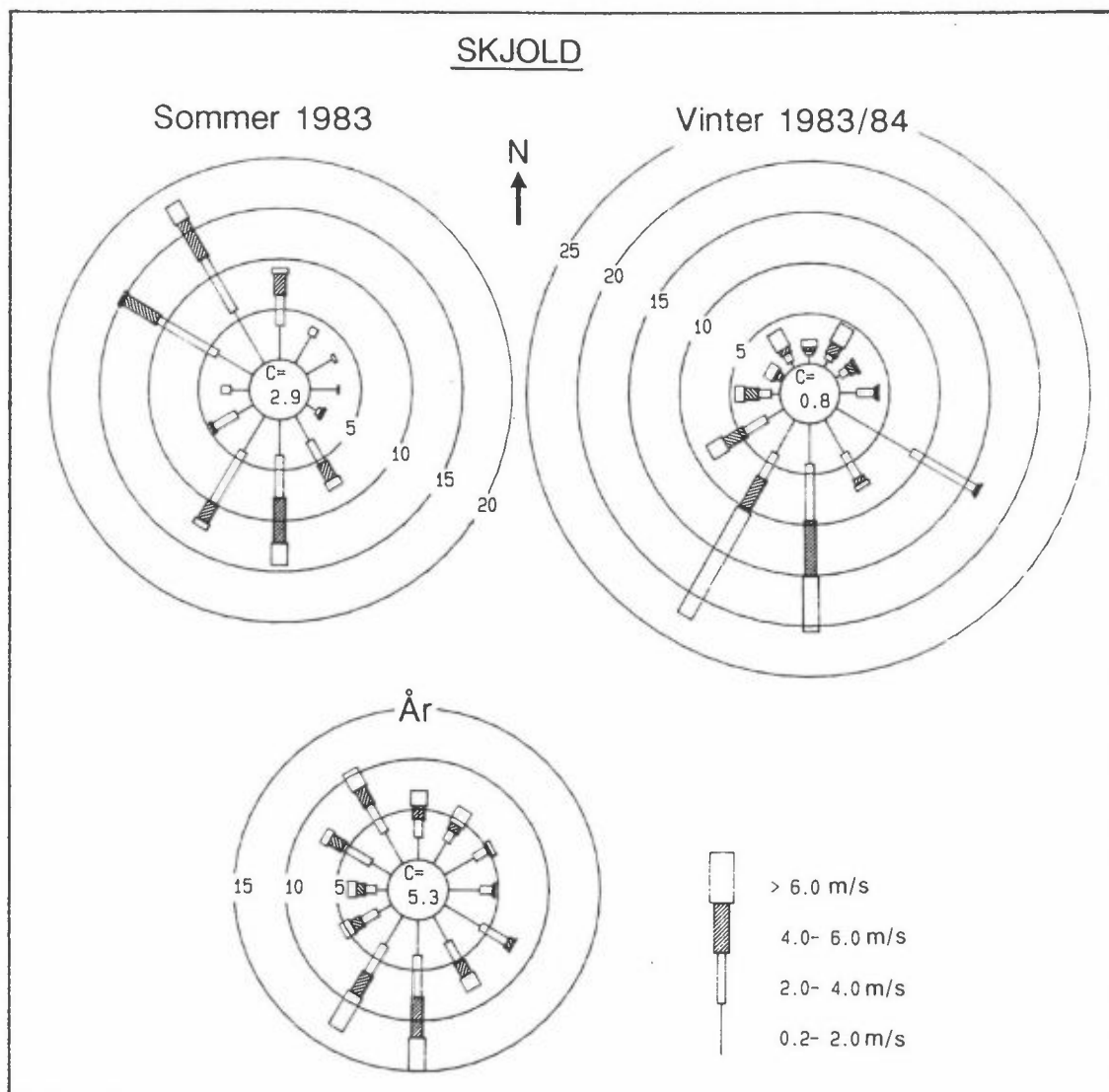
NILU utførte i perioden 1983-85 en basisundersøkelse i Bergen. Denne omfattet målinger av vindforhold og stabilitet på Skjold ca. 2,5 km nordøst for det planlagte avfallsforbrenningsanlegget. Disse målingene antas å være representative for spredningsforholdene rundt det planlagte forbrenningsanlegget. Anleggets bidrag er sammenlignet med luftkvalitetsmålinger utført på Hop i samme periode.

2 METEOROLOGISKE DATA

Basisundersøkelsen i Bergen i perioden 1983-85 inneholdt et omfattende måleprogram for meteorologi (Larssen, 1986). Hovedstasjonen for meteorologi var plassert på Skjold, hvor det i tillegg til vindmålinger ble utført temperaturmålinger i 36 m og 10 m for å vurdere atmosfærens stabilitet.

2.1 VINDRETNING

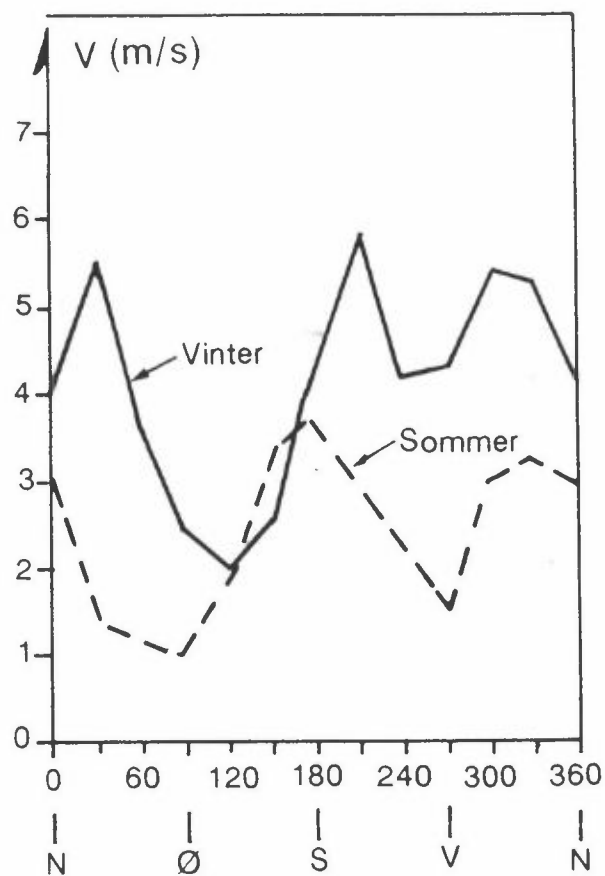
Vindfrekvensfordeling i tolv vindsektorer for sommeren 1983 og vinter 1983/84 på Skjold er vist i figur 2. Dominerende vindretning om vinteren var fra sør-sørvest (180° - 210°) som forekom i ca. 43% av tiden. Om sommeren forekom vind fra denne sektoren i ca. 27% av tiden. Dominerende vindretning om sommeren var vind fra nordvest (300° - 330°) med forekomst i ca. 35% av tiden.



Figur 2: Forekomst av vindretning på Skold fordelt på tolv sektorer for sommer, vinter og over året.
C: forekomst av vindstille.

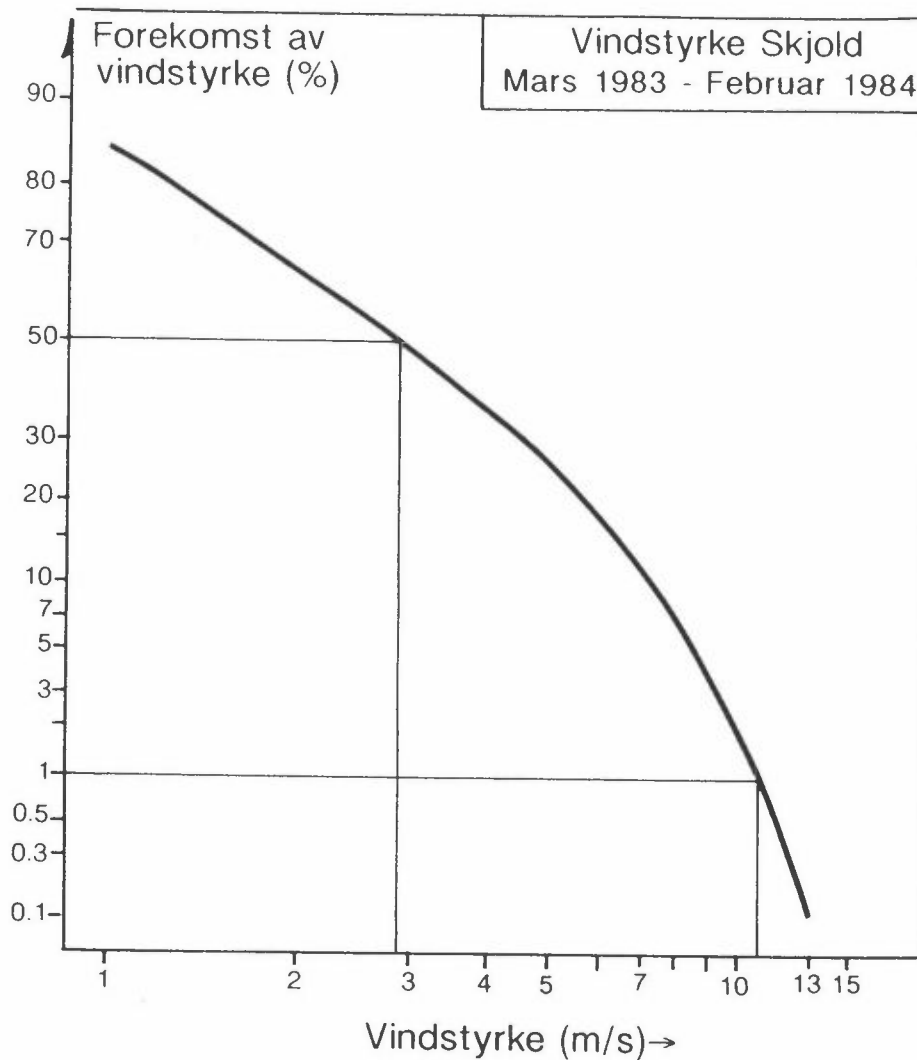
2.2 VINDSTYRKE

Midlere vindstyrke som funksjon av vindretning fordelt på 12 sektorer for sommeren 1983 og vinteren 1983/84 er vist i figur 3. Figuren viser at midlere vindstyrke varierer tilnærmet likt med vindretningen for begge årstider med høyere vindstyrker om vinteren. De høyeste vindstyrkene forekom ved vind fra omkring sør og de laveste ved vind fra omkring øst.



Figur 3: Midlere vindstyrke som funksjon av vindretning for sommeren og vinteren.

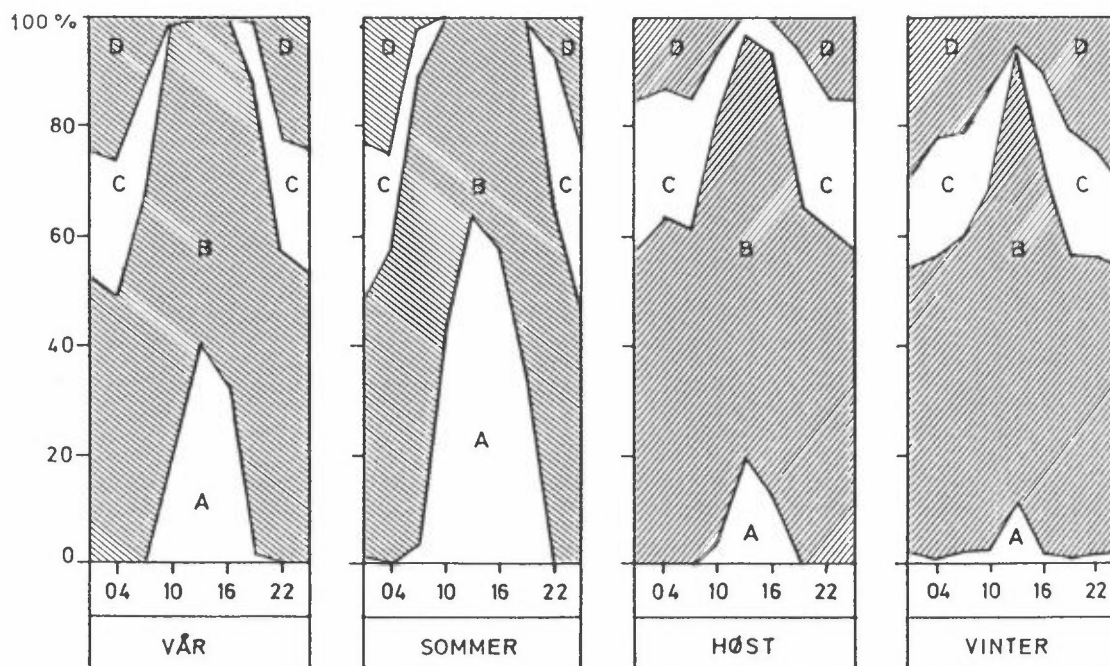
Figur 4 viser kumulativ frekvensfordeling av vindstyrke på Skjold for perioden mars 1983 til februar 1984. Figuren viser at vindstyrker over 10 m/s forekom i mindre enn ca. 2% av tiden og vind over 13 m/s forekom i mindre enn 0,1% av tiden over året. Medianverdien var ca. 2,9 m/s.



Figur 4: Kumulativ frekvensfordeling av vindstyrke på Skjold for perioden mars 1983 til februar 1984.

2.3 STABILITET

Stabilitetsmålingene er basert på timevise målinger av temperatordifferansen mellom 36 m og 10 m målt på Skjold. Stabiliteten er avgjørende for vertikalspredningen og fortynningen av luftforurensninger i atmosfæren. Fordeling av stabilitetsklasser over døgnet for hver årstid er vist i figur 5.



Figur 5: Frekvens (%) over døgnet for hver årstid på Skjold.
 A: Ustabil (soloppvarming, svak vind)
 B: Nøytralt (overskyet, sterk vind)
 C: Lett stabilt (stille, klart vær)
 D: Stabilt (stille, klart vær)

Stabil og lett stabil sjiktning med dårlige spredningsforhold forekom oftest om vinteren og høsten på grunn av utstråling og avkjøling av lufta nær bakken. Ustabil sjiktning forekom oftest midt på dagen om våren og sommeren på grunn av soloppvarming. Nøytral sjiktning inntreffer ved sterk vind og overskyet vær, og dette forekom oftest om høsten og vinteren.

3 SPREDNINGSBEREGNINGER

Ved bruk av meteorologiske data og typiske utslippsverdier for avfallsanlegg har NILU utført spredningsberegninger for å vurdere både korttids- og årsmiddelverdier for konsentrasjon og avsetning på bakken rundt det planlagte avfallsforbrenningsanlegget i Rådalen. Spredningsberegningene er utført ved bruk av NILUs gaussiske spredningsmodeller, hvor det antas at konsentrasjonsfordelingen i røykskyen er normalfordelt både horisontalt og vertikalt normalt på vindretningen (Bøhler, 1987). Beregningene er utført for både ustabile, nøytrale og stabile forhold, og det er tatt hensyn til topografi og bygninger og at vindstyrken øker med høyden.

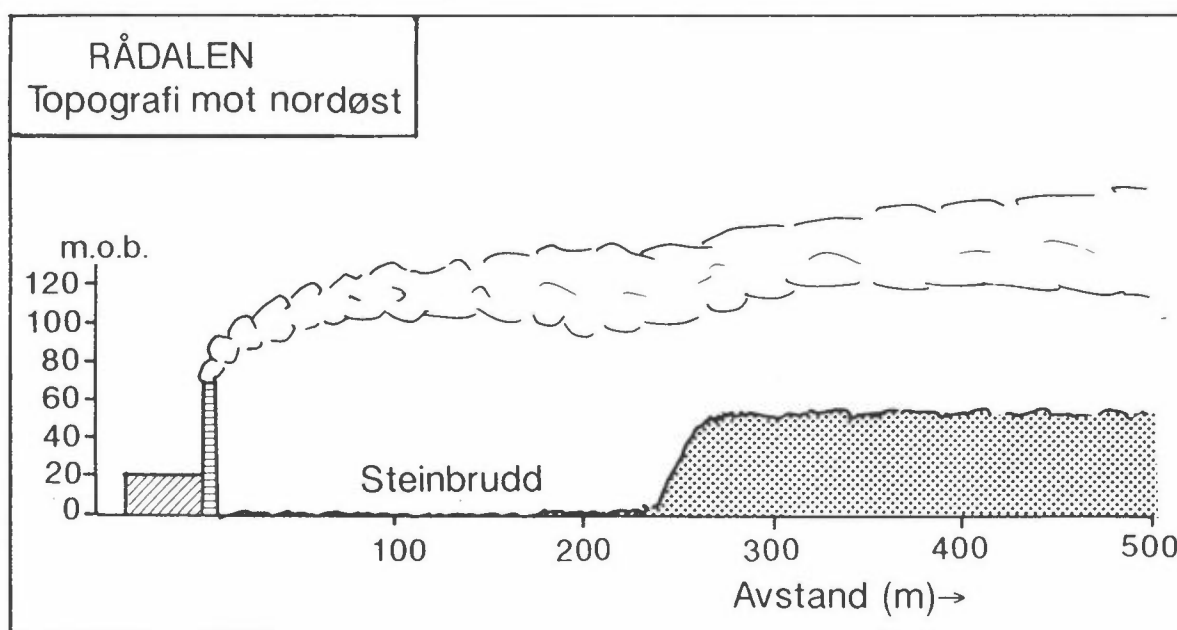
Resultatene er sammenlignet med luftkvalitetsmålinger tatt i basisundersøkelsen og foreslåtte norske og utenlandske retningslinjer for luftkvalitet eller omregnede verdier til uteluft fra norske normer for arbeidsatmosfære. Retningslinjene som anvendes her er de samme som har vært brukt ved dimensjonering av avfallsanlegg tidligere (Bøhler, 1986; Bøhler, 1985).

3.1 VALG AV SKORSTEINSHØYDE

Ved valg av skorsteinshøyde for et avfallsforbrenningsanlegg er det normalt hydrogenklorid som er den dimensjonerende komponent hvis kun elektrofilter blir brukt til rensing. Dette anlegget vil imidlertid bli bygget med et mer avansert renseanlegg for å vaske ut bl.a. sure komponenter. Det kan imidlertid oppstå korte perioder hvor renseanlegget er ute av drift. Slike episoder er ikke vurdert i denne rapporten.

Minste skorsteinshøyde for et slikt anlegg vil normalt være lav på grunn av de små utslippene etter rensing. Bygningsdimensjoner og topografiske forhold vil da være avgjørende for valg av skorsteinshøyde. Nedslag bak bygninger og innslag på hauger og åser kan føre til korte perioder med høye konsentrasjoner som bør unngås.

Avfallsforbrenningsanlegget er planlagt plassert i Fana steinknuseverk. Mot sør-sørvest er terrenget relativt flatt, mens det mot nordøst er en ca. 50 m høy bratt skrent 200-250 m fra anlegget. Om vinteren er dominerende vindretning fra sør-sørvest, slik at utslippet vil transporteres mot skrenten i ca. 43% av tiden om vinteren og ca. 30% av tiden over året. Beskrivelse av terrenget ved vind mot skrenten er gitt i figur 6.

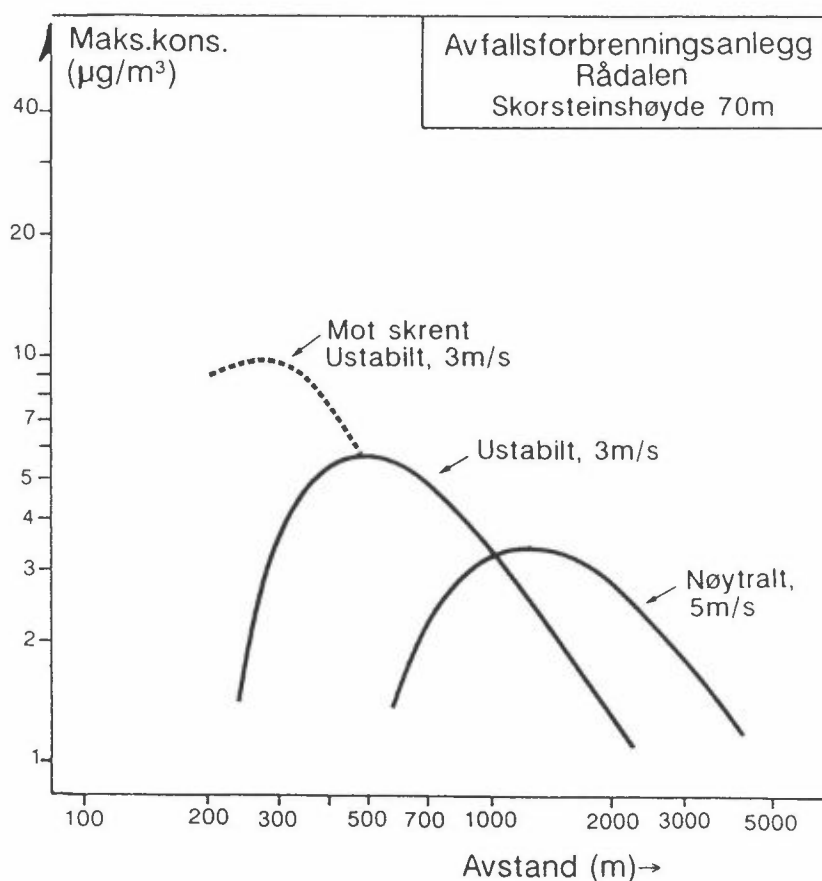


Figur 6: Terrengbeskrivelse ved vind fra sør-sørvest (210°).

Den spesielle topografien som skrenten forårsaker vil være avgjørende for valg av skorsteinshøyde. Beregningene er utført med utslippstemperatur 60°C som ifølge oppdragsgiver er lavest tenkelige temperatur (vedlegg A). Varmere utslipp vil gi høyere røykløft og bedre spredning før utslippet når bakken. Spredningsberegninger gir at for skorsteinshøyde 70 m vil innslag på skrenten være redusert til et minimum og kun forekomme ved høye vindstyrker. Maksimale bakkekonsentrasjoner vil ved normal drift ikke overskride norske forslag til retningslinjer for uteluft ved valg av skorstein lik 70 m.

3.2 KORTTIDSKONSENTRASJONER

Tekniske data gitt i vedlegg A er brukt til å beregne maksimale timeverdier for et utslipp på 1 g/s. Spredningsberegninger er utført for ustabile, nøytrale og stabile forhold og for forskjellige vindretninger. Resultatene er vist i figur 7 for skorsteinshøyde 70 m. Figuren viser maksimale timeverdier på bakken som funksjon av avstanden fra utslippet. Spesielt er det beskrevet bakkekonsentrasjoner på skrenten nordøst for anlegget. Ved ustabil sjiktning, som forekommer på dagen ved lave vindstyrker og soloppvarming, vil røykskyen fluktuere mye horisontalt og vertikalt. Dette vil føre til forhøyete verdier på skrenten. Ved nøytral og stabil sjiktning er den vertikale utstrekning av skyen mindre og røykskyen når ikke ned til bakken før på større avstander.



Figur 7: Maksimale timeverdier på bakken som funksjon av avstand fra anlegget for et utslipp på 1 g/s.

Ved bruk av utslippsdata gitt i vedlegg A, er maksimale timeverdier i åpent, flatt terreng og mot skrenten for de enkelte stoffer satt opp i tabell 1. Forutsetningen for beregningene er bruk av avansert gassrensaneanlegg og røykgasstemperatur 60°C.

Tabell 1: Maksimale timeverdier på bakken for utslipp fra avfallsanlegget ved normal drift.
Maks.kapasitet: 11 tonn avfall pr. time.

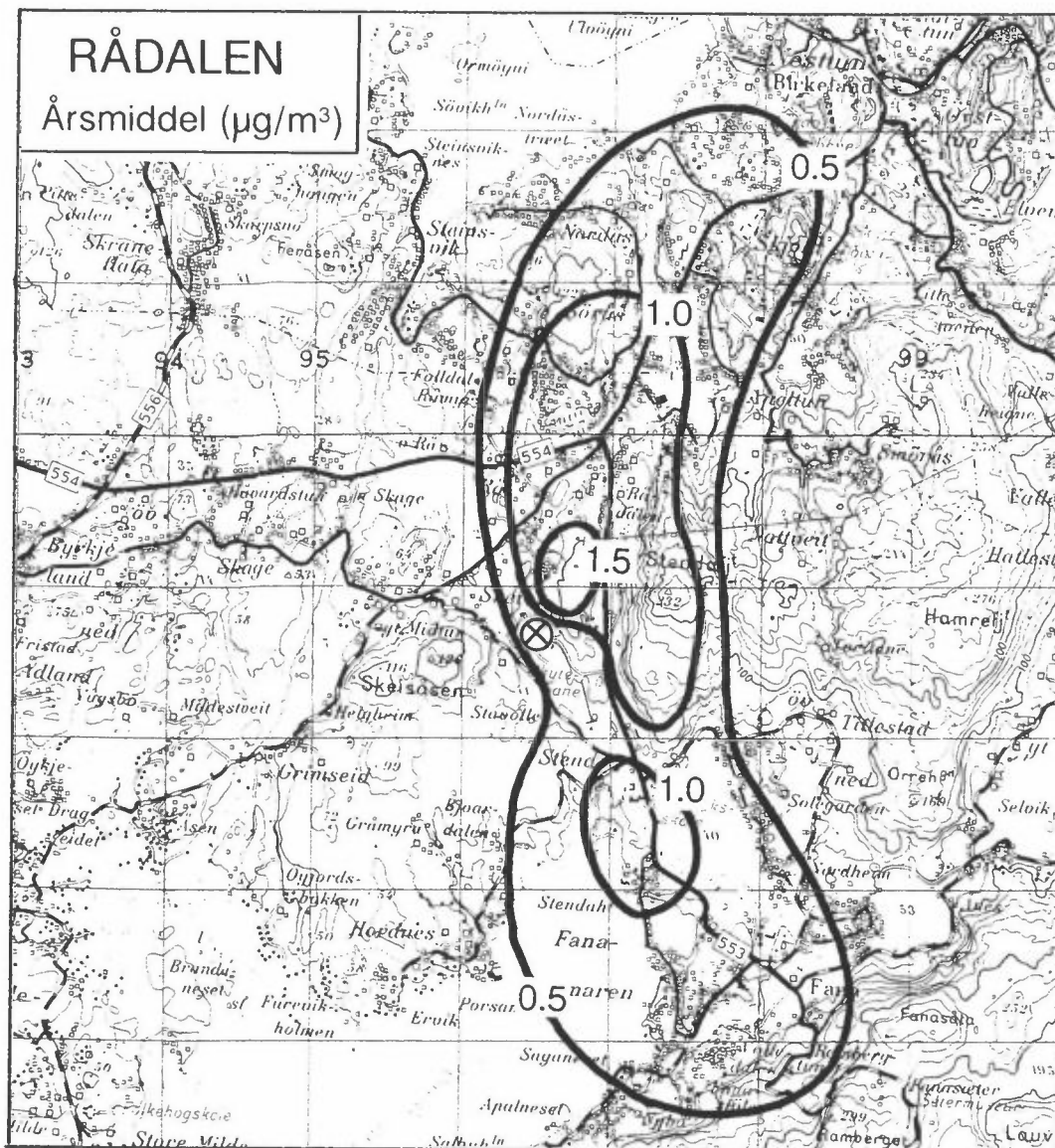
Støv	Utslipp	Ingen topografi	Mot skrent	Forslag til grenseverdi
Støv	0,6 g/s	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hydrogenklorid	2,1 "	13 "	21 "	80 "
Svoveldioksid	6,4 "	38 "	64 "	200 "
Nitrogendioksid	8,6 "	52 "	86 "	140 "
Hydrogenfluorid	21,4 mg/s	0,1 "	0,2 "	80 "
Kvikksølv	2,1 "	13 ng/m^3	21 ng/m^3	1 200 ng/m^3
Bly	21,4 "	150 "	214 "	5 000 "
Kadmium	2,1 "	13 "	21 "	800 "
Dioksiner	42,8 ng/s	0,3 pg/m^3	0,4 pg/m^3	-

$\text{mg} = 10^{-3} \text{ g}$, $\mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$, $\text{ng} = 10^{-9} \text{ g}$, $\text{pg} = 10^{-12} \text{ g}$

Resultatene av spredningsberegningene gir at nitrogendioksid vil få de relativt høyeste bakkekonsentrasjonene på ca. 60% av forslag til grenseverdi ved innslag mot skrenten. Det forutsettes da at alt nitrogen slippes ut som nitrogendioksid. Dette er et overestimat, idet utslippet også inneholder nitrogenmonoksid. For saltsyre vil de høyeste timemidlete bakkekonsentrasjonene være ca. 25% av forslag til grenseverdi.

3.3 ÅRSMIDDELVERDIER

Samtidige målinger av vind og stabilitet på Skjold er brukt for å utarbeide statistikk over vind- og stabilitetsfordelinger over året. Disse er sammen med midlere utslipp fra anlegget brukt til å beregne årsmiddel av konsentrasjon og avsetning på bakken. Resultatet av spredningsberegningene for et utslipp på 10 g/s er vist i figur 8.



Figur 8: Midlere bakkekonsentrasjoner i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ over året for utslipp på 10 g/s fra avfallsanlegget.

Spredningsberegningene gir høyest belastning nordøst og sørøst for anlegget som er de to dominerende vindretninger. Området nordøst for anlegget vil få størst belastning på grunn av topografiske forhold. I tabell 2 er maksimale årsmiddelerverdier for gassene sammenlignet med målte verdier på Hop, ca. 5 km nordøst for anlegget. Målingene på Hop er fra perioden november 1983 til februar 1984. Årsmidler er normalt lavere enn vintermiddelerverdier.

Tabell 2: Beregnete maksimale årsmiddelkonsentrasjoner sammenlignet med målte verdier om vinteren på Hop.

Stoff	Konsentrasjon		Grenseverdier ² 6 mndr
	Beregnet	Målt ¹	
Støv	0,1 µg/m ³	16 µg/m ³	40-60 µg/m ³
Svoveldioksid	1,0 "	7 "	40-60 "
Nitrogendioksid	1,3 "	30 "	75 "
Kvikksølv	0,3 ng/m ³	-	-
TCDD-ekv.	7,0 · 10 ⁻³ pg/m ³	-	-

1 november-februar 1983-84

2 SFT-rapport nr. 38.

Tabellen gir at utslippet fra anlegget vil i maksimumsområdet som årsmiddel bidra med ca. 14% svoveldioksid og 4% nitrogendioksid av målte konsentrasjoner om vinteren på Hop. Beregnete bakkekonsentrasjoner av støv, svoveldioksid og nitrogendioksid vil bidra med mindre enn en prosent av forslag til 6 måneders grenseverdier.

3.4 TØRR- OG VÅTAVSETNING

Ved beregning av total avsetning på bakken er det brukt avsetningshastighet 1 cm/s for både tørr- og våtavsetning, som er en relativ høy verdi. Avsetning av gasser og partikler vil ved bruk av gaussiske modeller få samme fordeling i området som bakkekonsentrasjoner. Total årlig avsetning i g/m² (mg/m²) fås ved å skalere årsmiddelkonsentrasjonene med en faktor lik 0,3. Beregnet midlere avsetning over året av bly, kadmium og dioksiner i maksimumsområdet nordøst for anlegget er gitt i tabell 3. På grunnlag av målinger av tungmetaller i lav og mose, og innhold av stoffene i luft og nedbør, er bidraget til avsetning som kommer fra andre land beregnet for det sørlige Skandinavia (Steinnes, 1984). Beregnet årlig avsetning i maksimumsområdet er i tabell 3 sammenlignet med bidraget fra andre land.

Tabell 3: Maksimal årlig avsetning av tungmetaller og organiske forbindelser sammenlignet med bidrag fra andre land.

Stoff	Beregnet avsetning	Bakgrunnsverdier
Kadmium	0,1 mg/m ² år	0,1 mg/m ² år
Bly	0,0 " "	5,0 " "
Dioksiner	2,0 ng/m ² "	-

Beregningene viser at bidraget til avsetning fra det planlagte avfallsforbrenningsanlegget i maksimumsområdet, vil det for kadmium være av samme størrelse som bakgrunnsnivå mens for bly vil bidraget til avsetningen være ca. 20%.

3.5 FORSURING AV VANN OG JORDSMONN

Avsetning i tørt vær og i nedbør av de sure gassene svoveldioksid, nitrogenoksider, hydrogenfluorid og hydrogenklorid vil kunne føre til forsuring av vann og jordsmonn. Det samlede bidrag til forsuringen i maksimumsområdet er beregnet til 20,0 mekv/m² år. Til sammenligning er det målt forsuring i området, forårsaket av langtransporterte forurensninger på ca. 70 mekv/m² år. Bidraget til forsuringen i maksimumsområdet nordøst for anlegget vil derfor være lavere enn 30% av langtransporterte luftforurensninger.

3.6 DIOKSINER OG FURANER - VURDERING AV EKSPONERING

Utslipp av organiske mikroforurensninger fra avfallsanlegg er avhengig av anleggets driftsbetingelser, og beregningene nedenfor gjelder for normale driftsforhold og ved bruk av gassrensing. Begrepet organiske forurensninger omhandler en rekke stoffer, deriblant dioksiner og furaner, som er en fellesbetegnelse for 210 forskjellige isomerer av klorerte dioksiner og furaner. Det er stor variasjon i toksisiteten av isomerene, og i tabellene foran er utslippene omregnet til 2,3,7,8-TCDD-ekvivalenter

som er det mest toksiske stoffet. For denne isomeren er det angitt et tolerabelt daglig inntak på 1-5 pg/kg kroppsvekt (pg = 10^{-12} gram).

Opptak av dioksiner kan skje gjennom innånding eller via inntatt føde. Opptak til mennesker via næringskjeden vil i første rekke skje gjennom konsumering av melkeprodukter og kjøtt fra husdyr som beiter i avsetningsområdet. Andre mulige opptaksveier gjennom føde er konsumering av frukt, bær og grønnsaker fra områder der avsetning har funnet sted.

Opptak via innånding ved at en voksen person puster inn ca. 20 m³ luft pr. døgn, gir et opptak i maksimumsområdet på ca. 0,1 pg TCDD-ekv. pr. døgn. Maksimalt opptak via luft vil derfor utgjøre mindre enn 0,1% av tolerabelt daglig inntak.

4 REFERANSER

Bøhler, T. (1985) Luftforurensning fra et planlagt forbrenningsanlegg for avfall i Volda/Ørsta. Lillestrøm (NILU OR 82/85).

Bøhler, T. (1986) Luftforurensning og miljøbelastning fra et planlagt forbrenningsanlegg for avfall i Målselv. Lillestrøm (NILU OR 69/86).

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

Larssen, S. (1986) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-85. Lillestrøm (NILU OR 58/86).

Steinnes, E. (1984) Contribution from long-range atmospheric transport to the deposition of trace metals in southern Scandinavia. Lillestrøm (NILU OR 29/84).

VEDLEGG A

Tekniske data - utslippsverdier

Driftsdata for brenningsanlegget

Maksimal kapasitet : 11 tonn pr. time
 Årlig destruksjon : 90 000 tonn
 Midlere røykgassvolum: 80 000 m³_N/h
 Gasstemperatur : 60° C
 Utslippshastighet : 15 m/s
 Utslippsdiameter : 1,5 m
 Driftstid : 8 000 timer/år

Tabell A1: Utslippsverdier for spesialavfallsanlegg.

Stoff	Rågass	Renset gass
Støv	4 000 mg/m ³ N	30 mg/m ³ N
Saltsyre, HCl	1 000 "	100 "
Svoveldioksid, SO ₂	500 "	300 "
Nitrogendioksid, NO ₂	400 "	400 "
Hydrogenfluorid, HF	5 "	1 "
Kvikksølv, Hg	0,5 "	0,1 "
Kadmium, Cd	1 "	0,1 "
Bly, Pb	3,0 "	1,0 "
TCDD-ekv.		2,0 ng/m ³ N

