



Asbestdeponi, -spredning til nærområdet og helbredsrisici

AV Miljø, Advedøreholmen 97, Hvidovre



cand. scient., Donald E. Davis

læge, Henning Mørck

Marts 2012

SBMI 16086

Klient: AV Miljø
Avedøreholmen 97
2650 Hvidovre
Att.: Per P. Wellendorph, deponichef

Vedrørende: Påbud dateret 26 august 2011 efter tilsynsbesøg d. 1. juni 2011 af tilsynsførende Rolf Hansen, Arbejdstilsynet.

Baggrund: AV Miljø er et affaldsdeponeringsanlæg beliggende på Avedøre Holme i Hvidovre. Asbestdeponering har pågået i forskellige fyldområder på lokaliteten siden etablering i 1989. Aktuelt er det et fyldområde der er placeret tæt på virksomhedens personalebygninger der har vakt bekymring. Som følge heraf har arbejdstilsynet givet følgende påbud:

- At undersøge om asbestdeponiet kan udgøre en sikkerheds- og sundhedsmæssig risiko for de ansatte ved mandskabsbygningen.

Strategi:

- At vurdere mængden af luftbårne asbestfibre genereret ved asbestdeponering i fyldområdet.
- At vurdere de helbredsmæssige risici der er forbundet med eksponering til asbestfibre frigivet fra asbestdeponilokaliteten.

Indholdsfortegnelse

Konklusion.....	side 4 – 5
Formål/årsag.....	side 6
Undersøgelsesstrategi	side 6
Asbestdeponi.....	side 7

Beregningsmodel for asbestfiberspredning fra et asbestdeponi

Vindforhold ved AV- Miljø	side 8
Vindens påvirkning af et asbestdeponi.....	side 9
Spredning af asbestfibre fra et asbestdeponi.....	side 10
Luftprøver til bestemmelse af asbest.....	side 10

Undersøgelsesresultater

Asbest i luftprøver.....	side 11
Asbestfibre beregnet.....	side 12 – 13
Vindretning ved AV Miljø.....	side 14 – 16
Vurderingsgrundlag	side 17
Tabel 5: Asbest i luftprøver side 18 & 19	

Bilag:

Miljølære for ingeniører: Gauss modellen

DMI. Technical raport 99-13: Vejrdata fra Københavns Lufthavn

Konklusion

Baseret på besigtigelse, fintællinger af luftprøver, vindhastigheds- og vindretningsdata, beregningsmodeller og litteratur kan følgende konkluderes i henseende til det aktuelle deponifelt i AV Miljø:

- Hvor aflæsning af asbestholdigt affald pågår i deponifeltet vil koncentrationen af asbestfibre/bundter i luft være markant forhøjet. Beregnede middelværdier varierer fra 200 – 35.000 asbestfibre/bundter pr m^3 luft ved vindkategorierne svarende til hhv. en ”svag vind” og en ”stiv kuling til orkan”. Brug af værnemidler som foreskrevet skal indskræpes for de chauffører/vognmænd der udfører dette arbejde. Asbestrelaterede helbredsproblemer kan ikke udelukkes ved en akkumuleret livstidsfiberbyrde, med talrige aflæsninger uden brug af værnemidler.
- Ved afstande på 20m i vindretningen fra et aktivt asbestdeponiområde vil koncentrationen af asbestfiber/bundter være let forhøjet i forhold til det der kan opleves i almindelig udeluft. Beregnede middelværdier varierer fra 24 – 3160 asbestfibre/bundter pr m^3 luft ved vindkategorierne svarende til hhv. en ”svag vind” og en ”stiv kuling til orkan”. Da beregningsmodellen inkluderer estimerede luftkoncentrationer af asbest skal forsigtighedsprincippet anvendes. Brug af værnemidler anbefales derfor ved ophold af mere end få minutters varighed.
- Ved afstande på 50m og derover fra et asbestaflæsningsområde er luftopblandingen så stor at luftens indhold af asbest ikke kan adskilles fra baggrundskoncentrationen i almindelig udeluft. Beregnede middelværdier i 50m afstand fra et asbest-aflæsningsområde varierer fra 1 – 17 asbestfibre/ bundter pr m^3 luft ved vindkategorierne svarende til hhv. en ”svag vind” og en ”stiv kuling til orkan”.

AV Miljø bygninger er alle beliggende $\geq 50\text{m}$ fra deponifeltet.

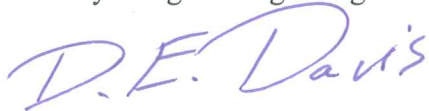
Det konkluderes derfor at asbestfiberbyrden ved ophold i AV Miljø bygninger ikke vil adskille sig fra den der fås ved ophold i almindelig udeluft.

Asbestekspositioner svarende til almindelig udeluft, er uden helsemæssig signifikans også set i forhold til livstidsfiberbyrden som helhed.

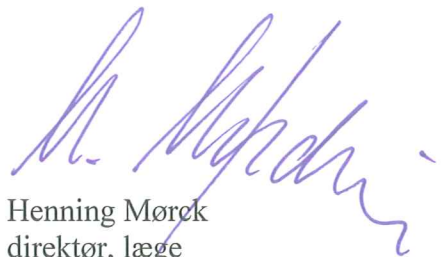
Forsigtighedsprincippet er dog ikke desto mindre på sin plads!

Det anbefales derfor at anlægge en sikkerhedszone hvor der ikke må deponeres asbest i den sidste $\frac{1}{4}$ af feltet ($\approx 50\text{m}$), svarende til den del af deponifeltet som er nærmest AV Miljø bygninger.

Ønskes yderligere rådgivning kontakt os da venligst.



Donald E. Davis
cand. scient., geolog, mineralog
dipl. environmental management



Henning Mørck
direktør, læge
dipl. public health

Formål/årsag

Fyldområdet der pt. benyttes til asbestdeponi er rektangulært i form ($\approx 200 \times 50$ m) med en længderetning der strækker sig fra nær kystlinjen til ca. 50 m til de nærmeste AV Miljø bygninger. Fyldfeltet er med en ydre omkransende ca. 5 m høj vold. Deponi sker pt. i den fjerne kystnære ende af fyldfeltet.

Følgende gælder:

- Der ses støvudvikling når asbestaffald dumpes fra lastbiler.
- Vinden har "frit stræk" idet der er tale om et kystnært område.
- Afstanden fra asbestdeponi til den nærmeste AV Miljø bygning er ringe.

Det er med udgangspunkt i disse faktorer at SBMI vil søge at belyse hvorvidt betydende koncentrationer af asbeststøv kan blive blæst til AV Miljø bygninger med mulige helbredsrisici af personale til følge. Herunder en vurdering af om nævnte scenarie tiltager i relevans i takt med at deponi sker tættere og tættere på AV Miljø bygningerne.

Undersøgelsesstrategi

Asbestdeponi på lokaliteten er søgt belyst via vinddata, luftprøver samt beregningsmodeller og litteratur. Rapporten fokuserer herved på specifikke processer med heraf afledte koncentrations- og ekspositionsbestemmelse. Metodetilgangen tillader således en vejledende angivelse af hvor mange asbestfibre den enkelte medarbejder vil kunne blive udsat for. Dette gælder tillige for forventet antal dage, samt omfang og intensitet af asbestfiberspredning.

Asbestdeponi

Asbestdeponering sker ved at lastvogne kører frem til en rampekant hvorefter asbestmaterialerne i vognladene tippes over aflæsningskanten. Resultatet er en asbestdyngge. Asbestdyngerne dækkede, på måledagene, arealmæssigt ca. 25x18m. Dyngerne inkluderede både intakt, smadret og plastindpakket asbestmateriale. Medens målinger pågik, blev der aktivt dumpet asbestmateriale fra tilkomne lastvogne. Dumpet materiale blev tillige skubbet på plads ”ud over rampekanten” af gravemaskiner. Indkommet materiale til asbestdeponi på måledagene, op til og indenfor måleperioder, er vist i tabel 1.

Tabel 1. AV Miljø deponi af asbestholdigt affald før og under måleserier.

Dato	Tidsrum	Antal lastvogne	Asbestholdigt affald	Netto asbestdeponi
26/01-2012	7-13	9 vejninger	Type 2 & type 3	108.680 kg
01/02-2012	7-13	10 vejninger	Type 2 & type 3	127.420 kg

Eksempel på deponi af asbestholdigt affald fra tilkørselsrampe.



Beregningsmodel for asbestfiberspredning fra et asbestdeponi

Til at forudberegne asbestmængden frigivet og spredt fra en aktiv asbestdeponilokalitet er der anvendt en række parametre. Disse er beskrevet i det følgende.

Vindforhold ved AV Miljø

Vejrdata

Til vurdering af vindforholdene ved AV Miljø på årsbasis er anvendt vejrdata relateret til vindmølleparken lokaliseret umiddelbart udfor kystlinjen ved AV Miljø.

Ved målestationen foretages bl.a. simultan registrering, af vindretning og vindhastighed med beregning af middelværdier hver tiende minut. Det er disse middelværdier der er benyttet. Datasættet udgøres således af 1 målesæt hver 10 min, kontinuerligt i en periode på 12 måneder (=52.560 målesæt) fra d. 01. januar til og med d. 31. december 2011.

Begrænsninger

Vindretningsdata er uden korrektioner. Dette er ikke tilfældet med vindhastighedsdata.

Målestationen relateret til vindmøllerne er beliggende i en højde af 93m. Vindhastigheden i ≈ 100 m højde er betydelig højere end det der ses i jordniveau. Videnskabelige korrekte korrelationer er ikke lige for. Dette kræver lange overlappende simultanmålinger fra lokaliteten i jordniveau og målestationens ”vindmøllehøjde”. Aktuelt er der derfor tale om et vejledende estimat.

Til dette er anvendt forskningsresultater fra målestationen på Risø. Nærmere bestemt vindhastighedsprofiler fra masten i Risø, svarende til simultanmålinger i forskellige højder over en femårig periode. Baseret på nævnte vindhastighedsprofiler er der benyttet den mindste korrektionsfaktor muligt ($\approx$ tilnærmelse af neutrale og stabile atmosfæriske forhold). De korrigerede vindhastigheder er derfor forsat at betragte som forhøjede.

Hertil kommer at korrektionen ikke er lavet til hovedhøjde men til ca. 10m højde. Overfladens ruhedsparametre er ej heller inkluderet. Begge faktorer ville, hvis inkorporeret, give en yderligere sænkning af vindhastigheden.

En ide om hvor meget de er forhøjet ses ved at foretage en sammenligning mellem tabel 4, kolonne med middelvindhastigheder og bilag med tabel visende vindhastigheder ved Københavns Lufthavn.

Vindens påvirkning af et asbestdeponi

Vindens landskabelige virkning afhænger af den kraft eller energi den indeholder. Vinden udøver en belastning på landskabet ved at der opstår tryk og sug (=vinkelrette spændinger) samt træk (=tangentiale spændinger) på terrænets overflade. Dette gælder også for en dyng af asbestholdigt affald. Energien kommer måleligt til udtryk som det tryk, der vil være på en arealenhed vinkelret på vinden, vindens hastighedstryk: $\frac{1}{2} \rho v^2$ (Newton/m²). Igen er der talrige variabler der gør sig gældende såsom læforhold, tærskelværdier mm. Til trods for usikkerheden antages det i beregningsmodellen at den ophvirvling/transportmængde vinden kan præstere, er proportional med vindhastigheden i anden potens. Dvs. den mængde asbest der frigives pr arealenhed fra asbestdeponilokaliteten er beregnet som proportional med vindhastigheden i anden potens.

Luftfoto af AV- Miljø med afmærkning af deponifelt af asbestholdigt affald samt den nærmest beliggende bygning. Deponi foregår pt. kun i den fjerne halvdel af området.



Spredning af asbestfibre fra et asbestdeponi

Til estimering af spredningen af asbestfibre fra en asbestdeponilokalitet er der anvendt en punktkildemodel. Modeller af denne type finder typisk anvendelse når virkningen af luftforureninger skal estimeres (fx miljøgodkendelser for forurenende virksomheder). Modeller af denne type er i sagens natur med indbyggede simplificeringer, som betyder, at beregningsresultatet ikke fuldstændigt afspejler de virkelige forhold. Aktuelt er der anvendt en Gauss- model. Denne gør det muligt at beregne forureningskoncentration (=asbestfibre pr m^3 luft) i forskellige afstande fra en forureningskilde (=asbestdeponidyngen). I den aktuelle sag er det koncentrationen af asbest ved jordoverfladen og i vindretningen der er blevet beregnet. Matematikken til Gauss-modellen er vist i bilag 1.

Luftprøver til bestemmelse af asbest

Til belysning af problematikken vedr. asbest i luft er data indhentet i to målerunder. I begge målerunder blev der målt i tre afstande langs en ret linje fra asbest-aflæsningsområdet. Målelinjerne blev ved begge måleserier orienteret således at de var parallelle med vindretningen. Langs hver målelinje blev der indhentet en luftprøve svarende til 20m, 50m og 100m fra lokaliteten med aktiv asbestdeponi. Vejledende vindhastighedspunktmålinger blev foretaget ved hver måleposition. Indenfor måleperioden, er disse punktmålinger sammenholdt med præcisionsmålinger i form af vindretning og vindhastighed fra målestationsdata relateret til vindmølleparken ved kystlinjen udfor AV Miljø. De fundne asbestfiberkoncentrationer danner grundlaget for ekspositionen i de ovennævnte afstand samt til beregning af asbestmængden der frigives pr arealenhed fra aflæsningsområder med aktiv asbestdeponi, dvs. ”kildestyrken”.

Billedet viser målelinjen i form af kabelledninger på jord her set i en afstand af knap 100meter (=3 kabelruller á 25meter) fra område med deponi af asbestholdigt affald fra tilkørselsrampe.



Undersøgelsesresultater

Asbest i luftprøver

Identifikation af asbest

Det skal her pointeres at der er tale om fintællinger hvor kun asbestfibre/fiberbundter er registreret. Identifikation er udført ved optisk mineralogi hvor hver enkelt potentiel asbestfiber er undersøgt i henseende til fiberform, elongations tegn, udslukningsvinkler i forhold til akser, interferens farve og pleochroism. Metodikken er klassisk og standard for geologiske/mineralogiske mikroskopiundersøgelser. Detektionsgrænser og statistiske beregninger er beregnet i henhold til DS2169, blot med den udvidelse at hele prøvematerialet er undersøgt og ikke kun en brøkdel deraf. Talte fibre er tillige korregeret i henhold til relevant videnskabelig litteratur indenfor området (se kommentar ved tabel).

Resultater

Resultaterne af prøver til bestemmelse af asbestfibre i luft er vist i tabel 5 (side 17 & 18). I målinger indhentet 20m fra området med aktiv asbestdeponi sås en koncentrationen på 37 - 41 asbestfibre/bundter pr m³ luft. I målinger indhentet i afstande på 50m og 100m fra deponiområdet var koncentrationen af asbestfiber/bundter under detektionsgrænsen ($\approx$ 11-14 asbestfibre/bundter). Det skal her nævnes at der faktisk blev registreret asbest i de pågældende prøver blot ikke i statistisk signifikante koncentrationer (typisk 1-2 fibre/bundter). Samlet gælder at niveauet er indenfor det interval der kan opleves i almindelig udeluft (10 – 100 asbestfibre pr m³ udeluft, jf.: WHO 2000, Air Quality Guidelines, chapter 6.2, Asbestos. Se afsnit ”Vurderingsgrundlag”).

Billedet th. viser de AV Miljø bygninger der er nærmest deponifeltet når set fra den vold der omgiver deponifeltet. Afstanden til den nærmeste bygning er ca. 50m.



Asbest fibre beregnet

De fundne koncentrationer i luftprøver på måledagene viste 37-41 asbestfibre/bundter pr m^3 luft i en afstand på 20m fra deponilokaliteten. Vindhastigheden var hhv. 4,42m/s og 4,72m/s. I henhold til Gauss- modellen for spredning fra en forureningskilde kan koncentrationen af asbestfibre/bundter, frigivet fra asbestdeponilokaliteten, bestemmes til 470-556 asbestfibre/bundter pr m^3 luft. Omregnes vindhastigheden til vindens hastighedstryk fås følgende basisrelation: For hver newton vindens hastighedstryk ændres vil mængden af frigivet asbest fra asbestdyngen ændres med 50 asbestfibre/bundter pr m^3 luft. Udføres denne beregning for de relevante vindretninger (se afsnit: *Vindretning ved AV- Miljø*) fås de i tabel 3 angivne værdier.

Resultater

Resultaterne af beregningsmodellen er entydige når vægtet i forhold til hvad der kan opleves som normal udeluft (Se afsnit "*Vurderingsgrundlag*").

Ved kilden (asbestdeponilokaliteten) er koncentrationen af asbestfibre/bundter markant forhøjet i forhold til de asbestfibrekoncentrationer der kan opleves i almindeligt udeluft. Beregnede middelværdier varierer fra 200 – 35.000 asbestfibre/bundter pr m^3 luft ved vindkategorierne svarende til hhv. en "svag vind" og en "stiv kuling til orkan".

I en afstand af 20m fra asbestdeponilokaliteten er niveauet faldet betragteligt.

Asbestkoncentrationen i luft er dog ved høje vindhastigheder at betragte som klart forhøjet i forhold til almindelig udeluft. Beregnede middelværdier varierer fra 24 – 316 asbestfibre/bundter pr m^3 luft ved vindkategorierne svarende til hhv. en "svag vind" og en "stiv kuling til orkan".

Ved afstande på 50m fra deponikilden er luftkoncentrationen af asbestfibre/bundter på et niveau med hvad der svarer til almindelig udeluft uanset vindhastighed. Beregnede middelværdier varierer fra 1 – 17 asbestfibre/bundter pr m^3 luft ved vindkategorierne svarende til hhv. en "svag vind" og en "stiv kuling til orkan".

Ved afstande på 80m og 100m fra et området med aktivt aflæsning af asbestmaterialer var niveauet igen lig udeluft. Beregnede middelværdier varierer fra 0 – 6 asbestfibre/bundter pr m^3 luft ved vindkategorierne svarende til hhv. en "svag vind" og en "stiv kuling til orkan".

Tabel 2. Procentvis fordeling af de vindstyrker ved vindretninger der kommer fra en 105-220° retning svarende til en østsydøst, sydøst, sydsydøst, syd og sydsydvest retning (2220,5 timer ≈ 92,5 dage).

Vindhastighed	Pct. af de ≈92 dage
Stille-næsten stille	5,63
Svag vind	19,77
Let vind	30,11
Jævn vind	30,61
Frisk vind	12,28
Hård vind	1,55
Stiv kuling-orkan	0,15

Tabel 3. Beregnet asbestfiber/bundter pr m³ luft ved hhv. asbestdeponilokaliteten og ved bestemte afstande fra denne. Datamængden= alle målinger med en vindretning der kommer fra en 105-220° retning.

Betegnelse/ Vindstyrke m/s		Asbestfibre/bundter pr m ³ luft				
		Asbestdeponi lokaliteten	20m fra kilden	50m fra kilden	80m fra kilden	100m fra kilden
Stille-næsten stille	0-1,5	38	10	1	0	0
Svag vind	1,5-3,3	198	24	1	0	0
Let vind	3,3-5,4	620	43	2	1	0
Jævn vind	5,4-7,9	1356	64	3	1	1
Frisk vind	7,9-10,7	2543	88	5	2	1
Hård vind	10,7-13,8	4155	112	6	2	1
Stiv kuling- orkan	>13,8	34611	316	17	6	3

Vindretning ved AV- Miljø

Når spredningen af asbest fra den aktuelle asbestdeponilokalitet på AV- Miljø skal beskrives, er vindretningen en helt afgørende faktor. Ekspositionen vil ganske enkelt veksle afhængigt af den dominerende vindretning. Til belysning heraf er anvendt vindretningsdata fra en vejrstation relateret til vindmølleparken udfor kystlinjen ved AV- Miljø. Der er ikke foretaget nogen korrektioner af datasættet der dækker året 2011. Resultaterne er grafisk præsenteret i figur 1, i form af en vindrose der viser fordelingen af vindens retning indenfor måleperioden året 2011.

I figuren er hyppigheden af vindretningen opdelt i 12 forskellige vindsektorer. Resultaterne viser at hyppigheden af de forskellige vindretninger er tydeligt forskellig. Især er vestlige vinde hyppige svarende til 40 pct. af året (sydvest, vest og nordvest). De mindst hyppige vindretninger er fra nord/nordnordøst/nordøst med samlet mindre end 10 pct. af året.

Aktuelt er det de vindretninger der kan resultere i at asbest blæses fra deponifeltet hen til AV- Miljøes personalebygning der er af interesse. De relevante vindretninger kan defineres som alle målinger med en vindretning der kommer fra en 105-220° retning (=østsydøst, sydøst, sydsydøst, syd og sydsydvest). Samlet drejer det sig om ≈ 92 dage om året, dvs. $\frac{1}{4}$ af årets dage.

Vedlagt som bilag ses en vindrose for Københavns Lufthavn baseret på middelværdier over en 10 års periode. Det ses ved sammenligning at hyppigheden af vindretninger ikke adskiller sig signifikant fra de vindretninger der ses ved 1-års måleperioden ved AV Miljø. Det konkluderes derfor at vindrosen for AV Miljø med rimelig tilnærmelse afspejler de vindretninger der er gældende over en længere tidsperiode.

Billedet tv viser en mast evt. den med vejrstationsdata, placeret udfor kystlinjen ved AV Miljø. Den er givetvis en del af vindmølleparken.



Figur 1. Vindretningsdata for året 2011 fra en vindmølle udfør AV- Miljø vist som vindrose



Tabel 4. Vindretningsdata baseret på 52.560 målinger fra en vejstation relateret til vindmølleparken beliggende langs kystlinjen udfor AV- Miljø.

Vindretning	Vindsektor	Procentdel af året med pågældende vindretning	Middel Vindhastighed m/sek
Nordnordøst	15-45°	2,15	2,17
østnordøst	45-75°	4,21	4,19
Øst	75-105°	6,07	4,82
Østsydøst	105-135°	9,82	5,67
Sydsydøst	135-165°	7,72	6,47
Syd	165-195°	7,97	5,12
Sydsydvest	195-225°	9,25	7,23
Vestsydvest	225-255°	13,31	7,35
Vest	255-285°	16,13	7,18
Vestnordvest	285-315°	9,63	5,26
Nordnordvest	315-345°	6,52	4,87
Nord	345-15°	3,21	3,09

Vurderingsgrundlag

Asbestfibre i luft: Baggrundsniveau ifølge litteratur

Hvad er normalt? Typisk forekommer i udeluft 10 – 100 asbestfibre pr m³ luft, jf.:
WHO, Air Quality Guidelines, chapter 6.2, Asbestos, 2000 Denmark. Fra studier udført af SBMI, fortrinsvis i Storkøbenhavnsoområdet, er udeluftsniveauet typisk beliggende i den nedre halvdel af skalaen og derunder (< detektionsgrænsen).

Asbestfibre: Helserisici og livstidsasbestfiberbyrde

Den statistiske sandsynlighed for udvikling af asbestrelateret lungecancer og mesotheliom kan beregnes ved anvendelse af den reviderede udgave fra år 2000 af U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Integrated Risk Information System.

Ved vurdering gælder at en betydende helserisiko indtræder ved sandsynligheder på over 1: 1 mio. Denne sandsynlighed indtræder ved asbestfiberbyrder på ca. 2.1 mio. respirable fibre/fiberbundter.

Livstidsfiberbyrder der befinder sig under denne værdi er at betragte som "acceptable". Det må forventes at en livstidseksposition, udelukkende som funktion af at trække almindeligt dansk luft (jf. ovennævnte baggrunds niveau i Danmark), kan udgøre op til 50 % af den "acceptable" asbestfiberbyrde. Af den acceptable livstidsfiberbyrde er det således kun halvdelen der kan "formøbles" bort på asbestepisoder.

**TABEL 5: FØRSTE MÅLERUNDE
ASBEST I LUFT: LUFTPRØVEANALYSER**

Dato: 26. januar 2012

Prøvetagningssted: AV - Miljø

Prøvetagning: SBMI af DED

Kvalitetssikring: HM

Filter Nr.	Lokalitet	Pumpe flow (l/min)	Måletid (min)	Luft mængde (l)	Asbestfibre/bundter (fibre/m ³)	95% konfidensinterval ved Poissonfordeling (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)
1.	20m fra asbestdeponi	16	27	432	37	26 – 51	14
2.	50m fra asbestdeponi	16	30	480	u.d.	–	13
3.	100m fra asbestdeponi	16	30	480	u.d.	–	13

u.d. = under detektionsgrænsen

Metode: Til bestemmelse af asbestfibrekoncentrationen via luftmålinger benyttes udvidede tællekriterier efter DS 2169.

Asbestidentifikation: Der anvendes optisk mineralogi med polariseret lysmikroskopi (PLM). Der skelnes mellem asbest og non- asbestfibre samt mellem asbestvarianter.

Detektionsgrænse: Metoden kan detektere fiberlængder større end ~1µm, og diameter større end ~0.2µm, med en længde/bredde ratio større end 3, jf. ATSDR's National Asbestos Exposure Review: Former W.R. Grace/Zonolite Company Site, 2003.

Korrektion: Baseret på TEM- analyser er foretaget følgende korrektion af talte fibre: Amosit = ingen. Chrysotil korrigeres med en faktor 2, jf. Asbestos in Buildings, Aerosol Science and Technology 11: 221-243 (1989).

**TABEL 5: ANDEN MÅLERUNDE
ASBEST I LUFT: LUFTPRØVEANALYSER**

Dato: 01. februar 2012

Prøvetagningssted: AV- Miljø

Prøvetagning: SBMI af DED

Kvalitetssikring: HM

Filter Nr.	Lokalitet	Pumpe flow (l/min)	Måletid (min)	Luft mængde (l)	Asbestfibre/bundter (fibre/m ³)	95% konfidensinterval ved Poissonfordeling (fibre/m ³)	Detektionsgrænse (fibre/m ³)
1.	20m fra asbestdeponi	16	37	592	41	29 – 55	10
2.	50m fra asbestdeponi	16	35	560	u.d.	–	11
3.	100m fra asbestdeponi	16	37	592	u.d.	–	10

u.d. = under detektionsgrænsen

Metode: Til bestemmelse af asbestfibrekoncentrationen via luftmålinger benyttes udvidede tællekriterier efter DS 2169.

Asbestidentifikation: Der anvendes optisk mineralogi med polariseret lysmikroskopi (PLM). Der skelnes mellem asbest og non-asbestfibre samt mellem asbestvarianter.

Detektionsgrænse: Metoden kan detektere fiberlængder større end ~1 µm, og diameter større end ~0.2 µm, med en længde/bredde ratio større end 3, jf. ATSDR's National

Asbestos Exposure Review: Former W.R. Grace/Zonolite Company Site, 2003.

Korrektion: Baseret på TEM- analyser er foretaget følgende korrektion af talte fibre: Amosit = ingen. Chrysotil korrigeres med en faktor 2, jf. Asbestos in Buildings, Aerosol Science and Technology 11: 221-243 (1989).

SBMI

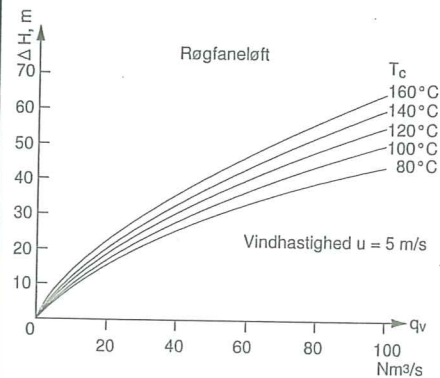
Skandinavisk Bio-Medicinsk Institut A/S

Bilag

Miljølære for ingeniører: Gauss-modellen

DMI Technical Report 99-13: Vejrdata fra Københavns Lufthavn

Gauss-modellen

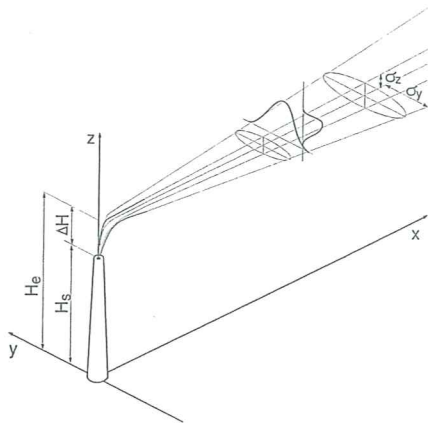


Figur B4.

Røgfanløftet ΔH kan findes, når røggasmængden q_v og røggastemperaturen T_c kendes – se figur B4. De indtegnede kurver gælder for skorstenshøjder mellem 50 og 100 m, og en vindhastighed på $u = 5$ m/s. Ved andre vindhastigheder kan benyttes, at ΔH er omvendt proportional med u (ΔH halveres, når u fordobles osv.).

Den effektive skorstenshøjde:

$$H_e = H_s + \Delta H.$$



Figur B5.

Koncentrationen kan herefter beregnes i ethvert punkt i det viste koordinatsystem ved hjælp af Gauss-formlen:

$$c(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right) \left[\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H_e}{\sigma_z}\right)^2\right) + \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H_e}{\sigma_z}\right)^2\right)\right]$$

hvor

$c(x,y,z)$ = røgkoncentrationen i pkt. (x,y,z) (g/m^3).

Q = emissionen af det pågældende stof (g/s).

u = vindhastigheden (m/s).

σ_y = spredningsparameteren i y -retningen (m).

σ_z = spredningsparameteren i z -retningen (m).

H_e = den effektive skorstenshøjde (m).

$\exp(x)$ = eksponentialfunktionen (e^x).

Spredningsparametrene σ_y og σ_z (se figur B5) er begge en funktion af x samt af atmosfærens stabilitetsforhold.

Mest interessant er koncentrationen ved jordoverfladen ($z = 0$) og i vindretningen ($y = 0$). Her bliver udtrykket noget simplere:

$$c = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{H_e}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

Spredningsparametrene σ_y og σ_z kan aflæses på figur B6 og B7.

Den højeste koncentration ved jordoverfladen forekommer der, hvor røgfanen "rammer" jorden. Det kan vises, at denne har størrelsen

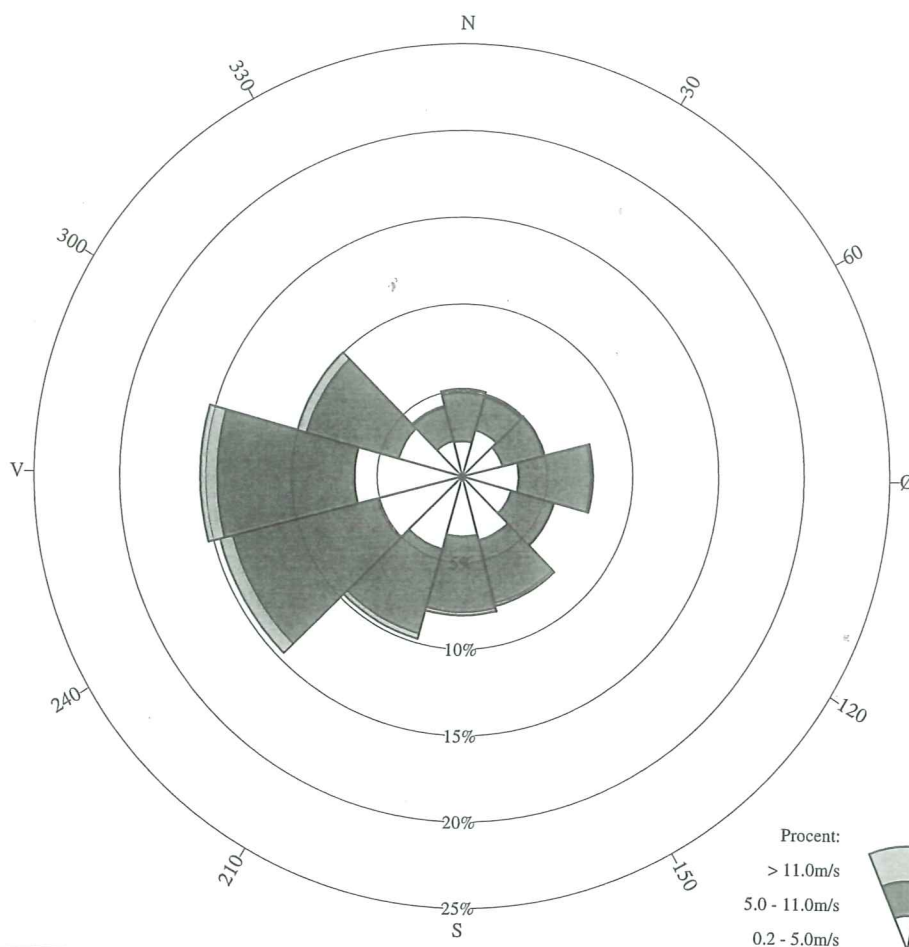
$$c_{\max} = \frac{2Q}{\pi e u H_e^2} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma_y}$$

hvor e er grundtallet for den naturlige logaritme ($e = 2,7183$).

Station 06180 KØBENHAVNS LUFTHAVN

01-01-89 - 31-12-98

Hele perioden



	N	30	60	Ø	120	150	S	210	240	V	300	330	Ialt
%	5.1	4.9	5.0	7.7	5.6	7.7	8.0	9.7	14.6	15.3	10.0	4.2	98.0
% 0.2-5.0m/s	2.1	2.8	2.4	3.3	3.0	3.8	3.5	4.4	5.1	6.3	3.9	2.1	42.7
% 5.0-11.0m/s	2.8	2.0	2.5	4.2	2.6	3.8	4.4	5.1	8.8	8.0	5.6	2.0	51.7
% > 11.0m/s	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.8	1.0	0.5	0.1	3.6
Middel hastighed	5.9	5.0	5.2	5.5	5.0	5.2	5.5	5.6	6.3	6.0	6.1	5.3	5.7
Største hastighed	18.0	16.5	13.9	17.0	12.9	15.0	16.5	14.9	21.6	19.6	18.0	14.4	21.6

Totalt antal observationer = 29189

Vindstille defineret som hastighed ≤ 0.2 m/s

Antal observationer med vindstille/varierende vind: 580 = 2.0%

Kilde: DMI