

Vejledning fra miljøstyrelsen

Begrænsning af luftforurening fra oliefyrede anlæg

- Vejledning nr. 3/1976
- September 1976

miljøstyrelsen · Kampmannsgade 1 · 1604 København V · Tlf. (01) 14 83 10

Begrænsning af luftforurening fra oliefyrede anlæg

VEJLEDNINGER FRA MILJØSTYRELSEN

- nr. 1 - 74 Kontrollerede lossepladser
 - nr. 2 - 74 Miljøhensyn ved planlægning
 - nr. 3 - 74 Ekstern støj fra virksomheder
 - nr. 4 - 74 Badevand - udgøet
 - nr. 5 - 74 Svømmebassiner
 - nr. 6 - 74 Spildevand
 - nr. 7 - 74 Begrænsning af luftforurening fra virksomheder
 - nr. 8 - 74 Instruks om beredskab ved uheld med farlige stoffer
-
- nr. 1 - 75 Dambrug
 - nr. 2 - 75 Hydrogeologisk kortlægning
 - nr. 3 - 75 Farlige stoffer og præparater
-
- nr. 1 - 76 Bortskaffelse af sygehusaffald
 - nr. 2 - 76 Liste over farlige stoffer

Vejledningerne forhandles gennem boghandelen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
I. GENERELLE BEMÆRKNINGER	5
1. Indledning	5
2. Nogle definitioner	6
3. Oliefyrringsanlæg omfattet af vejledningen	7
4. Vejledningens anvendelse	7
4.1. Godkendelsesordningen efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 5	7
4.2. Indskriden over for godkendelsespligtige virksomheder efter miljøbeskyttelseslovens § 44	8
4.3. Oliefyrringsanlæg der ikke er installeret på godkendelsespligtige virksomheder	9
5. Almindelige bemærkninger	9
5.1. Godkendelsesordningen	9
5.2. Indskriden efter miljøbeskyttelseslovens § 44 og reglementet kapitel 10-11	10
II. EFTERSYN OG JUSTERING AF OLIEFYR	13
1. Generelt	13
2. Fyrringsanlæg for gasolie	13
3. Fyrringsanlæg for fuelolie	14
4. Målingernes udførelse	15
4.1. Måling af sodtal	16
4.2. Måling af olieokoks	16
4.3. Måling af kuldioxidindhold	16
4.4. Omregning af sodtal	16
4.5. Omregning af oliekokskoncentration	17

	Side
III. BEREGNING AF SKORSTENSHØJDER	19
1. Generelt	19
2. Fyringsanlæg for gasolie	19
2.1. Små skorstene	19
2.2. Store skorstene	19
3. Fyringsanlæg for fuelolie	22
3.1. Forudsætninger	22
3.2. Emissionen Q	23
3.3. Immissionskoncentrationen K_g	24
3.4. Luftkvalitetsfaktoren S	24
3.5. Fastlæggelse af beregnings- værdier	25
3.6. Skorstenens effektive højde H_e	26
3.7. Strømningsparameteren F	26
3.8. Skorstenstillægget h	26
3.9. Skorstenshøjden H	27
3.10. Eksempler	27
IV. VEJLEDNING FOR BRUGERE AF FYRINGSANLÆG FOR GASOLIE	31
1. Sødallet	31
2. Røggastemperaturen	31
3. $CO_2\%$	31
4. Røgtabet	31
5. Kedelrensning	32
6. Fremgangsmåde ved justeringen	33
7. Supplerende bemærkninger	33
V. LITTERATUR	35

AFSNIT I

GENERELLE BEMÆRKNINGER

1. Indledning

Olie er det dominerende brændsel til fyringsanlæg i Danmark såvel til boligopvarmning som i industrien, og selv om olie er et relativt renligt brændsel, kan en væsentlig del af luftforureningen henføres til oliefyring. Det er først og fremmest svovldioxid (SO_2) og faste partikler i form af sod og oliekok, der tilføres atmosfæren i betragtelige mængder fra oliefyringsanlæg. Det er derfor af stor betydning, at alle oliefyr er konstrueret, vedligeholdt og justeret på en sådan måde, at den uundgåelige forurening af luften nedsættes til det mindst mulige, og da der er en vis sammenhæng mellem minimal forurening og optimal fyringsøkonomi, er der dobbelt grund til at gøre en indsats for at nedbringe forureningen fra oliefyringsanlæg mest muligt.

Som det fremgår af titlen, er de foreliggende anvisninger ikke i sig selv bindende for de berørte virksomheder m.v. Vejledningen er udarbejdet af miljøstyrelsen som en hjælp dels til de kontrollerende myndigheder, dels til ejere og brugere af oliefyringsanlæg. Vejledningen bygger på det grundlæggende princip, at enhver, der forårsager luftforurening ved udsendelse (emission) til atmosfæren af forurenende stoffer, har pligt til at begrænse denne emission og sørge for en tilstrækkelig fortynding af de udsendte stoffer under hensyntagen til, hvad der i dag er teknisk muligt inden for en realistisk økonomisk ramme.

I overensstemmelse med dette princip er der ikke i vejledningen angivet generelle grænseværdier for, hvor meget et oliefyr må forurene. Der er derimod angivet en række værdier, som tilsammen giver et billede af, hvad man i dag bør kunne forlange af et oliefyringsanlæg, der er vel vedligeholdt og justeret, under hensyn til dels hvilken olie kvalitet der anvendes, dels hvor gammelt oliefyret er.

2. Nogle definitioner

Emission

Herved forstås udsendelse til atmosfæren af forurenende stoffer i fast, flydende eller gasformig tilstand.

Emissionsgrænser

En i denne vejledning angivet emissionsgrænse udtrykt i mg sod/kg olie eller g oliekoks/kg olie betyder den totale mængde af sod, respektive oliekoks (incl. aske), der udsendes pr. kg forbrændt olie i et hvilket som helst tidsrum af mindst en halv times varighed inden for perioden mellem to justeringer.

Der er ikke angivet emissionsgrænser for svovldioxid, da udsendelsen af svovldioxid ved oliefyring er proportional med svovlindholdet i fyringsolien, og der ikke i dag findes økonomisk overkommelige metoder til fjernelse af svovldioxid fra røggassen. I øvrigt henvises til miljøministeriets bekendtgørelse om begrænsning af svovlindhold i fyringsolier.

Immission

Herved forstås tilstedeværelsen ved jordoverfladen - i ca. 1½ meters højde over denne - af forurenende stoffer i fast, flydende eller gasformig tilstand.

Immissionskoncentrationsbidrag

Herved forstås i denne vejledning det bidrag, som et givet oliefyringsanlæg yder til tilstedeværelsen af forurenende stoffer i atmosfæren, dvs. immissionen.

Det enkelte oliefyringsanlægs maksimalt tilladelige bidrag til immissionen anvendes som beregningsværdi ved bestemmelse af den nødvendige skorstenshøjde m.v., jfr. afsnit III.

I denne vejledning er ikke optaget immissionsværdier af den i § 8 i lov om miljøbeskyttelse omhandlede art (kvalitetskrav) eller metoder til måling heraf.

Brændselseffekt

Ved et anlægs brændselseffekt forstås den effekt, der tilføres med brændslet ved maksimal kedelbelastning, dvs. summen af kedelnettoeffekten og samtlige tab. Brændselseffekten udtrykkes i MW. (1 MW = 860 Mcal/h).

3. Oliefyringsanlæg omfattet af vejledningen

Vejledningen omfatter:

- 1) Oliefyringsanlæg, hvortil der som brændsel anvendes gasolie (destillatolie), og som har en brændselseffekt på over 15 kW (13000 kcal/h) og indtil 30 MW (25,8 Gcal/h).
- 2) Oliefyringsanlæg med en brændselseffekt på indtil 30 MW, hvortil der som brændsel anvendes fuelolie (residualolie).

Vejledningen omfatter kun rent oliefyrede anlæg. For anlæg med kombinationskedel for forbrænding af olie og fast brændsel kan vejledningen dog anvendes, når oliefyret er i drift alene. Som eksempel på anlæg, som ikke er omfattet af vejledningen, kan nævnes tørringsanlæg for grøntpiller o.lign. samt anlæg for destruktion af affald ved forbrænding, uanset om der forefindes oliefyrede hjælpeaggregater.

4. Vejledningens anvendelse

4.1. Godkendelsesordningen efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 5

Vejledningens anvisninger kan anvendes som udgangspunkt for fastlæggelse af vilkårene for myndighedernes godkendelse af de oliefyeringsanlæg, der er omfattet af vejledningen, og som er installeret i virksomheder, der er optaget i bilaget til miljøbeskyttelsesloven, og som derfor skal søge godkendelse efter lovens kapitel 5.

Kraft- og varmemærker med en brændselseffekt større end 30 MW (svarende til en ydelse på mindst 25 MW) er selvstændigt optaget under punkt H.1. i bilaget som en virksomhedskategori, hvortil der er krav om godkendelse. For disse kraft- og varmemærker er der givet anvisninger i miljøstyrelsens vejledning nr. 7/1974 "Begrænsning af luftforurening fra virksomheder", jfr. vejledningens side 23-24 vedrørende fueloliefyrede anlæg til frembringelse af varme eller dampkraft med en brændselseffekt større end 30 MW.

4.2. Indskriden over for virksomheder, der er optaget i bilaget til miljøbeskyttelsesloven med pålæg om afhjælpende foranstaltninger efter lovens § 44

Såfremt et af denne vejledning omfattet oliefyreanlæg i en virksomhed, der er optaget i bilaget til miljøbeskyttelsesloven, medfører forurening, som ikke skønnes at være uvæsentlig, kan anvisningerne i vejledningen finde anvendelse som grundlag for myndighedernes behandling af sager vedrørende foranstaltninger til afhjælpning af forureningen, ligesom beregning af skorstenshøjder kan ske i overensstemmelse med vejledningen.

Dette gælder i princippet såvel med hensyn til virksomheder, der er etableret og i drift inden lovens ikrafttræden den 1. oktober 1974, som med hensyn til virksomheder, der er etableret senere, og derfor har været underkastet en godkendelsesbehandling efter lovens kapitel 5.

Bestemmelsen i miljøbeskyttelseslovens § 44, stk. 4, sætter dog visse grænser for adgangen til at skride ind over for en godkendt virksomhed, idet indgreb forudsætter, at forureningen går væsentligt ud over det, som blev lagt til grund ved godkendelsen.

For så vidt angår fueloliefyrede anlæg til frembringelse af varme eller dampkraft med en brændselseffekt på over 30 MW henvises til miljøstyrelsens vejledning nr. 7/1974.

4.3. Oliefyringsanlæg, der ikke er installeret på virksomheder, der er optaget i bilaget til miljøbeskyttelsesloven

Disse anlæg er ikke omfattet af godkendelsesordningen eller indgrebsmulighederne efter lovens kapitel 5, men der er efter bestemmelserne i kapitel 10-11 i bekendtgørelse nr. 170 af 29. marts 1974 af reglement om miljøbeskyttelse hjemmel til at meddele påbud om afhjælpende foranstaltninger, eventuelt forbud, hvis sådanne anlæg medfører væsentlige ulemper for omgivelserne.

Bestemmelserne vil således kunne anvendes ved ulemper fra private villafyr, fyringsanlæg i etageboliger og i virksomheder, der ikke er optaget på bilaget til loven, f.eks. mindre fjernvarmeverker, jfr. bemærkningerne til bestemmelserne i miljøministeriets cirkulære af 17. april 1974 om reglement om miljøbeskyttelse.

Ved behandlingen af sådanne sager vil anvisningerne i denne vejledning, herunder med hensyn til skorstenshøjde, kunne finde anvendelse.

5. Almindelige bemærkninger

5.1. Godkendelsesordningen

Hvis et oliefyrringsanlæg har røgrensningsudstyr, bør det være så effektivt, at de vilkår, der er indeholdt i en godkendelse som emissionsgrænser, kan overholdes i hele anlæggets levetid og under alle sædvanligt forekommende driftsforhold. Oliefyrringsanlæggets rensningsudstyr bør derfor ofte være dimensioneret for betydeligt lavere emissioner end grænseværdierne.

I forbindelse med fastlæggelsen af emissionsgrænserne i vilkårene i en godkendelse må den godkendende myndighed være opmærksom på, om det ved projektets udformning er sikret, at der vil ske en tilfredsstillende fortynding af de forurenende stoffer i omgivelserne, f.eks. ved udsendelse i passende højde. Det bør i øvrigt tilstræbes, at emissionen fra flere

oliefyrringsanlæg inden for en enkelt virksomheds område samles i så få skorstene som muligt, dog således at hver kedelenhed får separat røgrør. Til brug for såvel myndigheders som virksomheders vurdering af disse forhold er der i afsnit III optaget anvisninger til bestemmelse af skorstenshøjder. En afgørende faktor, der indgår i skorstensberegningerne, er virksomhedens maksimale bidrag til immissionskoncentrationen i omgivelserne. Der bør tages hensyn til såvel den kontinuerlige emission som emissionens variationer og risikoen for driftsforstyrrelser.

På grund af begrænsningerne i adgangen til efterfølgende indskriden over for godkendte virksomheder, jfr. miljøbeskyttelseslovens § 44, stk. 4, henstilles det, at godkendelsesmyndigheden så udtømmende som muligt fastlægger vilkårene for oliefyrringsanlæggets luftforurening i selve godkendelsen.

Med hensyn til godkendelsesordningen henvises generelt til miljøministeriets bekendtgørelse nr. 176 af 29. marts 1974 om godkendelse af særligt forurenende virksomheder samt til cirkulære af 15. maj 1974 vedrørende godkendelsesordningen.

5.2. Indskriden efter miljøbeskyttelseslovens § 44 og reglementets kapitel 10-11

Der er i vejledningen i et vist omfang anført særlige emissionsgrænser for ældre oliefyrringsanlæg, hvorved forstås anlæg ældre end 6-8 år. Det vil derfor kun i særlige tilfælde være rimeligt at acceptere mindre afvigelser fra disse grænser.

Ved vurderingen af rimeligheden af at tillade lempelser for så vidt angår virksomheder, der var etableret og i drift inden lovens ikrafttræden den 1. oktober 1974, bør der i overvejelserne bl.a. indgå en konstatering af, hvorvidt den enkelte virksomheds bidrag til immissionskoncentrationen i området er overskredet i væsentlig grad samt en vurdering af, hvilke yderligere foranstaltninger der er mulige, og hvilke omkostninger der vil være forbundet hermed.

I førstnævnte henseende bemærkes, at en virksomheds bidrag til immissionskoncentrationen i et givet område kan ligge inden for de angivne grænser, f.eks. hvis virksomheden har en meget høj skorsten, selv om emissionsgrænsen for virksomheden er overskredet. Også i sådanne tilfælde bør der i givet fald træffes foranstaltninger til nedbringelse af emissionen, idet emissionsgrænsernes formål bl.a. er at bringe den totale emission for landet som helhed ned til et minimum. I særlige tilfælde hvor løsningen af en eksisterende virksomheds luftforureningsproblemer støder på sådanne tekniske vanskeligheder, at en umiddelbar nedsættelse af luftforureningen ikke er mulig eller forbundet med ekstraordinært store udgifter, kan det overvejes at meddele virksomheden pålæg om en gradvis nedsættelse af forureningen inden for nærmere angivne tidsfrister.

Endelig henvises til den brede omtale af gældende bestemmelser, myndigheder m.v. i de generelle bemærkninger i afsnit I i miljøstyrelsens vejledning nr. 7/1974.

AFSNIT II

EFTERSYN OG JUSTERING AF OLIEFYR

1. Generelt

Alle oliefyrringsanlæg bør med jævne mellemrum efterses og justeres. Hyppigheden er afhængig af, om der i det daglige er tilsyn med anlægget af kvalificeret arbejdskraft eller ej.

For oliefyrringsanlæg i en- og tofamiliehuse og andre anlæg, der normalt kører uden tilsyn, bør eftersyn og justering finde sted mindst en gang om året. Eftersynet bør foretages af kvalificerede personer, der i givet fald kan foretage udskiftning eller reparation af defekte dele, og som har modtaget den nødvendige uddannelse til at kunne foretage målinger til bedømmelse af anlæggets forureningsgrad og effektivitet. Resultatet af målingerne bør afgives skriftligt til brugeren.

Formålet med periodiske eftersyn og justeringer af oliefyret er først og fremmest at tilsløre, at oliefyrenes tekniske tilstand og drift holdes på et sådant niveau, at emission af sod og olieokoks begrænses mest muligt samtidig med, at der opnås en rimelig brændselsøkonomi.

I praksis betyder dette, at oliefyret indreguleres således, at der søges opnået et lavt sodtal (Bacharach) samtidig med et relativt højt indhold af kuldioxid (CO_2) i røggassen.

Som vejledning kan følgende anføres:

2. Fyrringsanlæg for gasolie

Et nyt gasoliefyret bør kunne brænde med en $\text{CO}_2\%$ i røgen på 10-12, uden at sodtallet (Bacharach) derved bliver større end 2.

Sodtal 2 svarer til en emission på ca. 11 mg sod/kg olie, når $CO_2\% = 10$ og ca. 9 mg sod/kg olie, når $CO_2\% = 12$.

Ældre gasoliefyre (6-8 år) bør kunne brænde med en $CO_2\%$ i røgen på 8-12%, uden at sodtallet derved bliver større end 3.

Sodtal 3 svarer til en emission på ca. 31 mg sod/kg olie, når $CO_2\% = 8$ og ca. 21 mg sod/kg olie når $CO_2\% = 12$.

Såfremt et oliefyrianslæg efter justering ikke kan brænde, som anført ovenfor, må resultatet betragtes som utilfredsstillende.

Eftersynet bør omfatte nødvendig rensning, udskiftning af defekte dele samt justering. Kedlen bør samtidig renses (Se i øvrigt vejledningens afsnit IV, side 31).

Til støtte for justeringen må der foretages måling af sammenhørende værdier for røggassens sodtal (efter Bacharach) og røggassens indhold af kuldioxid (CO_2) i % (målt ved ca. $20^\circ C$) samt røgetemperaturen umiddelbart efter kedel eller ovn.

Målingernes udførelse er beskrevet under pkt. 4.

3. Fyrianslæg for fuelolie

Fuelolie bør ikke anvendes i brændere med en brændelseffekt under 1,0 MW, svarende til ca. 100 kg olie/h.

Et nyt fueloliefyre bør kunne brænde med en $CO_2\%$ på 12, uden at sodtallet derved overstiger 3, hvilket svarer til en emission på ca. 20 mg sod/kg olie. Emissionen af oliekokks incl. aske bør ikke overstige 2,5 g/kg olie.

Ældre oliefyre (6-8 år) bør kunne brænde med en $CO_2\%$ på 8-10, uden at sodtallet derved overstiger 3.

Sodtal 3 svarer til en emission på ca. 29 mg sod/kg olie, når $CO_2\% = 8$ og ca. 23 mg sod/kg olie, når $CO_2\% = 10$. Emissionen

af olieokoks incl. aske bør ikke overstige 2,5 g/kg olie.

Såfremt et oliefyriansanlæg efter justering ikke kan brænde, som anført ovenfor, må resultatet betragtes som utilfredsstillende.

For fueloliefyrens vedkommende bør eftersynet ligeledes omfatte nødvendig rensning, udskiftning af defekte dele samt justering. Målingen må omfatte sodtal, $CO_2\%$ og røgtemperatur som ved gasoliefyrr og tillige mængden af olieokoks i røggassen, omregnet til g olieokoks pr. kg indfyret olie. Målingerne bør foretages under forskellige belastningsforhold. Der bør mindst foretages målinger ved mindste, største og normal belastning.

Det bør tilstræbes, at røggassens indhold af sod og olieokoks efter justeringen ligger noget under de vejledende emissionsgrænser, da der under driften kan indtræde en gradvis forringelse af forbrændingsbetingelserne med øget partikelemission til følge.

For så vidt angår undersøgelser af olieokoks hidrørende fra forbrænding af fuelolie, må man være opmærksom på, om der er tilsat særlige stoffer (additiver) med henblik på at reducere oliekoksemissionen. Hvis justeringen er foretaget under brug af additiver, bør disse også tilsættes under daglig drift.

4. Målingernes udførelse

Der findes endnu ikke i Danmark standardiserede målemetoder, men for de gasoliefyrede anlægs vedkommende gælder det, at oliefyrsinstallatører i en lang årrække har foretaget sådanne målinger, som nævnt på side 14, efter metoder, som praktisk taget svarer til de normer, som er nævnt nedenfor i afsnit 4.1-4.3.

For fueloliefyrede anlæg er målingerne noget mere komplicerede, idet der fra disse anlæg foruden sod også emitteres olieokoks og askepartikler, og alene anlæggenes dimensioner kan give

visse måletekniske problemer, hvorfor det i målerapporten nøje må angives, efter hvilke metoder målingerne er udført.

Målingerne bør foretages i overensstemmelse med følgende eller andre lige så nøjagtige metoder:

4.1. Måling af sodtal

Sodtallet måles med en almindelig sodpumpe i forbindelse med en Bacharach sodtalsskala, som beskrevet i den amerikanske norm ASTM-D 2156-65 USA 1965 eller den tyske norm DIN 51.402.

(Omregning af sodtal se pkt. 4.4.).

4.2. Måling af olieokoks

Indholdet af olieokoks incl. aske måles efter metoden, som er beskrevet i miljøstyrelsens vejledning nr. 7/1974 "Begrænsning af luftforurening fra virksomheder", afsnit IV, eller den tyske Richtlinie VDI 2066, Leistungsmessungen an Entstaubern, maj 1966.

4.3. Måling af CO₂%

CO₂-indholdet måles efter metoden, som er beskrevet i British Standard 1756 part 2 (Orsats apparat) eller den amerikanske norm ASME PTC 19.10 USA 1968 (Orsats apparat).

I stedet for Orsats apparat kan anvendes de i handelen værende apparater, som består af en lille beholder med en absorptionsvæske og en skala, hvorpå CO₂% direkte kan aflæses, eller andet udstyr med mindst samme nøjagtighed.

4.4. Omregning af sodtal

Ved målinger i henhold til denne vejledning kan sodtal omregnes til sodkoncentration C_s på grundlag af følgende tabel:

Sodtal 0	svarer til	$C_s = 0$	mg/m ³
" 1	"	"	$C_s = 0,2$ " "
" 2	"	"	$C_s = 0,6$ " "
" 3	"	"	$C_s = 1,3$ " "
" 4	"	"	$C_s = 2,5$ " "
" 5	"	"	$C_s = 4,5$ " "
" 6	"	"	$C_s = 7,7$ " "

C_s er sodkoncentrationen målt i mg sod pr. m³ røggas ved ca. 20°C.

Røggassens indhold af sodpartikler E_{sod} i mg pr. kg indfyret olie bestemmes af formlen:

$$E_{sod} = \frac{190}{CO_2} \times C_s \text{ mg/kg indfyret olie,}$$

hvor CO_2 er kuldioxidkoncentrationen i røggassen i volumenprocent ved ca. 20°C.

4.5. Omregning af oliekokskoncentration

Røggassens indhold af oliekok E_k i g pr. kg indfyret olie bestemmes af formlen:

$$E_k = \frac{0,16}{CO_2} \times C_k \text{ g oliekok/kg indfyret olie,}$$

hvor CO_2 er kuldioxidkoncentrationen i røggassen i volumenprocent målt ved 20°C, og C_k er oliekokskoncentrationen i mg pr. m³ tør røggas ved 0°C og 1013 mb (normal tilstand). (Massen af oliekokspartikler skal inkludere askeindholdet).

AFSNIT III

BEREGNING AF SKORSTENSHØJDER

1. Generelt

Alle skorstene skal overholde bestemmelserne i det gældende bygningsreglement.

Ved fastsættelsen af en skorstens fysiske højde må der tages hensyn til, om brændslet er fyringsgasolie eller fuelolie, idet der er forskel på røggassens indhold af skadelige stoffer, såvel gasformige som partikelformige, for de to typer af brændsel.

2. Fyringsanlæg for gasolie

2.1. Små skorstene (brændselseffekt mellem 15 kW og 120 kW)

For små skorstene vil en beregning af skorstenen på basis af det tilladelige immissionskoncentrationsbidrag for SO_2 ikke være realistisk, da de spredningsmeteorologiske forhold ikke kan beskrives generelt for lave højder i bebyggede områder.

Skorstenshøjden bestemmes som angivet i tabel I, side 21.

2.2. Store skorstene (brændselseffekt mellem 120 kW og 30 MW)

For større anlæg kan immissionskoncentrationsberegninger gennemføres ved hjælp af empiriske formler. Imidlertid viser erfaringen, at disse metoder vil give værdier for skorstenshøjden, der kan ligge væsentlig under de værdier, man vil opnå ved hjælp af en træktafsberegning.

Træktafsberegningen kan derfor lægges til grund for beregningen, når der tillige tages hensyn til den omliggende bebyggelse, således at der ikke opstår ulemper for de omboende.

Til fastsættelse af den nødvendige skorstenshøjde kan man herefter anvende følgende fremgangsmåde:

Skorstenshøjden (uden tillæg) findes ved hjælp af normal træk-tabsberegning.

Desuden findes skorstenshøjden ved hjælp af tabel I, side 21.

Den største af de to således fundne værdier anvendes som den endelige skorstenshøjde.

Skorstenens indvendige diameter bør dimensioneres således, at der opnås så stor røghastighed som mulig ved maksimal belastning samtidig med, at det nødvendige træk er til rådighed.

Skorstene, der er tilsluttet kedelanlæg for overtryksfyring eller udstyret med røggasventilator (exhauster), bør dimensioneres således, at røghastigheden ved laveste belastning ikke kommer under 7 m/s.

Hver kedelenhed i et anlæg med stærkt varierende belastningsforhold bør have separat røgrør.

TABEL I

<u>Skorstenshøjder for fyringsanlæg for gasolie.</u>	
Brændselseffekt E	Skorstenshøjden H
<p>I</p> $15 \text{ kW} < E \leq 120 \text{ kW}$ <p>(13000 kcal/h. < E ≤ 100000 kcal/h.)</p>	<p>Som angivet i bygningsreglementet for små skorstenene.</p>
<p>II</p> $120 \text{ kW} < E \leq 1 \text{ MW.}$ <p>(100000 kcal/h. < E ≤ 860 Mcal/h.)</p>	<p>Som angivet i bygningsreglementet for store skorstenene.</p> <p>Dog skal H være mindst 1,25 x højdeforskellen mellem skorstenens foden og tagryggen på enhver bygning inden for en afstand af 100 m.</p> <p>Ved flade tage bør skorstenens højde over tag dog være mindst lig med halvdelen af bygningens bredde.</p>
<p>III</p> $1 \text{ MW} < E \leq 30 \text{ MW.}$ <p>(860 Mcal/h. < E ≤ 25800 Mcal/h.)</p>	<p>Som II, dog skal H yderligere mindst være lig med højdeforskellen mellem skorstenens foden og tagryggen af enhver bygning i en afstand mellem 100 m og (100 + 15 x E (MW)) m fra skorstenen.</p>

3. Fyringsanlæg for fuelolie

3.1. Forudsætninger

Nomogrammerne til dette afsnit skal tjene som et hjælpemiddel til beregning af skorstenes fysiske højder. Nomogrammerne findes bagest i vejledningen.

Til sikring af at det nødvendige træk er til rådighed, bør der udføres en supplerende træktabsberegning med anvendelse af den totale våde røggasmængde som parameter.

Skorstenens indvendige diameter bør dimensioneres således, at der opnås så stor røghastighed som muligt ved maksimal belastning samtidig med, at det nødvendige træk er til rådighed.

Skorstene, der er tilsluttet kedelanlæg for overtryksfyring eller udstyret med røggasventilator (exhauster), bør dimensioneres således, at røghastigheden ved laveste belastning ikke kommer under 7 m/s.

Hver kedelenhed i et anlæg med stærkt varierende belastningsforhold bør have separat røgrør.

Spredning af partikler, gasser og lugtstoffer bestemmes af en række variable faktorer. Det er derfor nødvendigt at foretage betydelige generaliseringer og forenklinger i beregningerne, idet man dog samtidig må tilstræbe at opnå den størst mulige sikkerhed for, at de tilstræbte luftkvalitetsforhold opnås bortset fra enkelte sjældent forekommende situationer.

I visse tilfælde kan det anbefales, at der foretages en speciel sagkyndig vurdering, bl.a. baseret på spredningsmeteorologiske beregninger. Som eksempler på sådanne tilfælde kan nævnes:

- a. Fyringsanlæg i et område med specielle topografiske forhold.

- b. Fyringsanlæg med en betydelig emission fra flere skorstene.

Følgende højdebetegnelser er anvendt (se tegning side 27):

H betegner skorstenens fysiske højde i meter.

H_s betegner skorstenens teoretiske højde i meter over jordoverfladen.

H_e betegner skorstenens effektive højde i meter. Denne højde er bestemt som summen af den teoretiske højde og røgfanens løft, og den beregnes med udgangspunkt i et vist immissionskoncentrationsbidrag ved jordoverfladen, idet der ikke tages hensyn til forstyrrelser hidrørende fra omliggende bygninger o. lign.

h er et højdetillæg i meter.

B betegner niveauforskellen i meter mellem skorstensfoden og en bygningshøjde, jfr. pkt. 3.8.

3.2. Emissionen Q

Ved fyring med fuelolie vil svovldioxidemissionen være dimensionerende for skorstenshøjden.

Emissionen fra en punktkilde udtrykkes som

$$Q = \frac{E_s \times A}{3600}, \text{ hvor}$$

Q betegner totalemissionen i g/s (gram pr. sekund).

E_s betegner emissionen af svovldioxid i g/kg olie. Ved anlæg for fyring med fuelolie kan der regnes med, at der emitteres 20 g svovldioxid pr. kg fuelolie pr. vægtprocent svovl i fuelolien.

A betegner anlæggets kapacitet, udtrykt i kg forbrændt olie pr. time.

3.3. Immissionskoncentrationen K_g

Den immissionsgrænseværdi, der skal anvendes i nomogram 1, skal være en korttidsværdi, dvs. et halvtimesgennemsnit.

3.4. Luftkvalitetsfaktoren S

For at kunne beregne en skorsten ud fra lokale forhold er det nødvendigt at inddrage tre parametre i beregningerne.

- a. Man vil i et bestemt område normalt ikke lade en ny punktkilde på forhånd lægge beslag på hele den maksimalt tilladelige immissionskoncentration, men kun en given andel, som vi kan kalde P (f.eks. $P = 0,5$). Denne faktor bør fastsættes i samråd med de lokale myndigheder. Hvis K_g er den tilladte maksimale immissionskoncentration, skal beregningen af skorstenshøjden i dette tilfælde altså baseres på $P \times K_g$.
- b. Man må tage hensyn til det forhold, at luften i et område normalt er forurenat af andre kilder altså har en baggrundskoncentration K_b . Hvis f.eks. K_b er af størrelsen $0,3 \times K_g$, skal beregningen af skorstenshøjden baseres på $0,7 \times K_g$ ($= K_g - K_b = K_g \times (1 - K_b/K_g)$).
- c. De fleste beregningsmetoder for røgudbredelse er baseret på fladt terræn uden væsentlige hindringer for vinden. Hvis de topografiske forhold er af en sådan karakter, at det skønnes, at de ovenfor nævnte simple konditioner ikke er tilstede, kan der, såfremt det ikke skønnes nødvendigt at udføre en spredningsmeteorologisk beregning, indføres en korrektionsfaktor f, der i fladt terræn tillægges værdien 1. En sådan faktor vil for en skorsten placeret på en høj bakke være af størrelsesordenen 0,8, mens den i bunden af et dybt dalstrøg vil være af størrelsesordenen 0,6.

I mange tilfælde vil det være nødvendigt at inddrage to eller alle de nævnte forhold i beregningsgrundlaget. Af praktiske grunde indføres derfor en luftkvalitetsfaktor S, der udtrykkes som

$$S = P \times f \times (1 - K_b/K_g).$$

Det maksimalt tilladelige immissionskoncentrationsbidrag for et fyringsanlæg i henhold til ovenstående vil herefter være

$$\underline{S \times K_g = P \times f \times (K_g - K_b)}.$$

3.5. Fastlæggelse af beregningsværdier

For enhver skorsten fastsættes et immissionskoncentrationsbidrag. Herved forstås det bidrag til indholdet af svovldioxid i omgivelserne, som forårsages af den omhandlede skorsten.

Summen af samtlige koncentrationsbidrag såvel fra det aktuelle anlæg som fra øvrige kilder i omgivelserne bør ikke overstige 0,75 mg svovldioxid/m³ luft målt som middelværdi i 30 minutter mere end højst 15 gange pr. måned (1% af tiden).

Såfremt baggrundskoncentrationen K_b i et område ikke er påvist ved målinger, skal der regnes med

$$K_b = 0,10 \text{ mg/m}^3$$

Uanset det beregnede bidrags ($S \times K_g$) størrelse kan der for det enkelte fyringsanlæg kun tillades et bidrag på højst 0,35 mg/m³.

Denne værdi er gældende for frit beliggende fyringsanlæg. For andre fyringsanlæg bør den multipliceres med

- 0,6 i byområders centrale dele
- 0,8 i alle andre tilfælde.

3.6. Skorstenens effektive højde H_e

Ved hjælp af nomogram 1 og de beregnede værdier for Q og $S \times K_s$ kan den effektive skorstenshøjde bestemmes.

3.7. Strømningsparameteren F

Strømningsparameteren F beregnes af formlen

$$F = R \times t, \text{ hvor}$$

R betegner den specifikke røggasmængde i m^3 -normal/h (tør).

t betegner røggastemperaturen ved skorstenens top i $^{\circ}C$.

Ved at trække en linie gennem H_e og F i nomogram 2 bestemmes H_s .

3.8. Skorstenstillægget h

Skorstenstillægget h beregnes dels som angivet i punkt a, dels som angivet i punkt b, hvorefter den højeste værdi benyttes som skorstenstillæg.

a. Skorstenstillægget h_1 beregnes ud fra følgende hensyn til bebyggelse inden for et område, som begrænses af en cirkel med radius $2 \times H_s$ fra skorstenen. Ved bebyggelse forstås i denne forbindelse enhver form for bebyggelse, og B_1 er den største niveauforskelle mellem skorstensfoden og tagryggen på bebyggelsen.

$$\text{Ved } \frac{B_1}{H_s} \leq 0,3 \quad \text{fås } h_1 = 0 \text{ m}$$

$$\text{ved } 0,3 < \frac{B_1}{H_s} < 1,0 \quad \text{fås } h_1 = \frac{B_1 \div 0,3 \times H_s}{0,7} \text{ m}$$

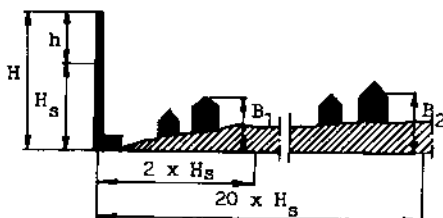
$$\text{ved } B_1 = 1,0 \quad \text{fås } h_1 = B_1 \text{ m}$$

b. Skorstenstillægget h_2 fastlægges som

$$h_2 = B_2,$$

idet B_2 er den største niveauforskel mellem skorstensfoden og loftet i øverste etage i den bebyggelse, der er beliggende inden for et område, som begrænses af en cirkelring med ydre radius $20 \times H_s$ og indre radius $2 \times H_s$ fra skorstenen. Ved bebyggelse forstås i denne forbindelse enhver form for bebyggelse, hvor mennesker opholder sig i længere tid (beboelse, kontorhuse, fabrikkationslokaler osv.).

Der kan dog ses bort fra enkelte bebyggelser, der har en lille horisontal udstækning ($< 30^\circ$) vinkelret på retningen til skorstenen og ligger i området mellem $10 \times H_s$ og $20 \times H_s$.



3.9. Skorstenshøjden H

Skorstenens fysiske højde H beregnes som

$$H = H_a + h$$

3.10. Eksempler

Eksempel 1

En boligblok med en højde på 16 m skal udstyres med to gasoliefyrede overtrykskedler, den ene med en nettoeffekt på 1 MW og den anden med en nettoeffekt på 0,5 MW.

Kedlernes virkningsgrad ved fuld belastning er opgivet til 85%.

Brændselseffekten bliver

$$\frac{1,5}{0,85} = 1,77 \text{ MW.}$$

Indenfor en afstand af 100 m fra skorstenen er den højeste bygnings højde 12 m. 115 m fra skorstenen ligger der en bygning med en højde til tagryggen på 20 m.

En træktafsberegning har vist, at en stålskorsten med en højde på 18 m og røgrørsdiametre på henholdsvis 32 og 24 cm vil være tilstrækkelig. Hastigheden i de to røgrør vil ved maksimal belastning blive henholdsvis ca. 10 og 9 m/s.

Da der er tale om et fyringsanlæg for gasolie skal tabel I, side 21, anvendes.

Da den nævnte bygning med en højde på 20 m ligger mellem 100 m og $100 + 15 \times 1,5 = 123$ m fra skorstenen øges skorstenshøjden til 20 m.

Eksempel 2

Et fyringsanlæg er indrettet for forbrænding af fuelolie. Der kan forbrændes maksimalt 120 kg/h ved et CO_2 -indhold i røggasen på 12%.

Olien har et svovlindhold på 2,5 vægtprocent og en effektiv brændværdi på 9.700 kcal/kg. Ved et svovlindhold på 2,5% kan der regnes med $2,5 \times 20 = 50$ g SO_2 pr. kg forbrændt olie.

Anlæggets brændselseffekt:

$$120 \times 9.700 \times \frac{1}{860 \times 10^3} = 1,35 \text{ MW} < 30 \text{ MW}$$

$$Q = \frac{120 \times 50}{3.600} = 1,67 \text{ g/s}$$

$$K_B = 0,75 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$$

$$K_D = 0,10 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$$

$$P = 0,6$$

$$f = 1,0$$

$$S \times K_B = 0,6 \times 1,0 \times (0,75 - 0,10) = 0,39 \text{ mg/m}^3.$$

Anlægget er beliggende i udkanten af en by, hvor der, jfr. punkt 3.5. kan tillades et immissionskoncentrationsbidrag på maksimalt $0,28 \text{ mg/m}^3$. Det vil sige, at der i dette tilfælde skal regnes med

$$\underline{S \times K_g = 0,28 \text{ mg/m}^3.}$$

Trækkes i nomogram 1 en linie gennem $Q = 1,67 \text{ g/s}$ og $S \times K_g = 0,28 \text{ mg/m}^3$ fås

$$\underline{H_e = 21 \text{ m.}}$$

Røgteperaturen ved skorstenstoppen er beregnet til 225°C , og den udviklede røggasmængde ved et CO_2 -indhold i røggassen på 12% er $15 \text{ m}^3\text{-normal/kg olie}$ ($\frac{180}{100} \text{ m}^3\text{-normal /kg olie}$).

$$R = 15 \times 120 = 1800 \text{ m}^3\text{-normal/h}$$

$$F = 1800 \times 225 = 0,405 \times 10^6.$$

Ved at afsætte $H_e = 21 \text{ m}$ og $F = 0,405 \times 10^6$ i nomogram 2 fås herefter

$$\underline{H_g = 17 \text{ m}}$$

I en afstand af 20 m fra skorstenen ligger en bygning med en højde B_1 over skorstensfundamentet på 12 m og i afstanden mellem 34 og 340 m har den højeste større bebyggelse, hvor der i længere tid opholder sig mennesker, en højde B_2 over skorstensfundamentet på 16 m .

$$\text{ifølge 3.8a fås } \frac{B_1}{H_g} = \frac{12}{17} = 0,71$$

$$h_1 = \frac{12 - 0,3 \times 17}{0,7} = \frac{6,9}{0,7} = 9,85 \text{ m} \sim 10 \text{ m}$$

$$\text{ifølge 3.8b } h_2 = B_2 = 16 \text{ m} > h_1$$

$$\underline{\text{Skorstenshøjden } H = 17 + 16 = 33 \text{ m.}}$$

AFSNIT IV

VEJLEDNING FOR BRUGERE AF FYRINGSANLÆG FOR GASOLIE.

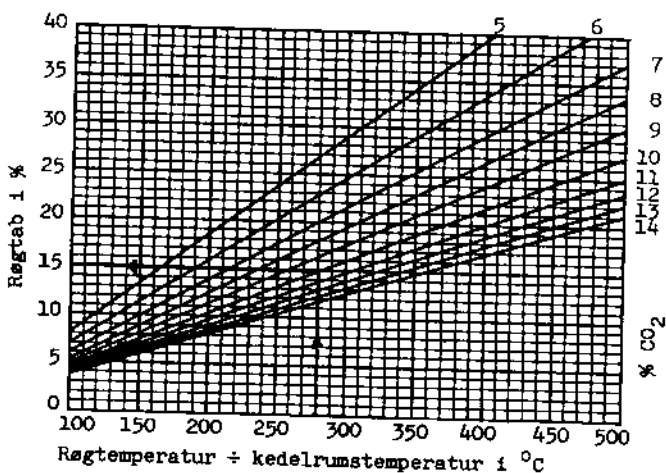
Nærværende afsnit er først og fremmest tænkt som en vejledning i bedømmelse af måleresultater for brugere af mindre oliefyr, fortrinsvis fyringsanlæg i en- og tofamiliehuse.

1. Sodtallet er et mål for, hvor meget oliefyret forurener. Bacharach-skalaen indeholder tallene fra 0-9. Sodtallet 0 betyder, at der praktisk taget ingen sod udsendes. Ved sodtal 9 vælter der sort røg ud af skorstenen. Der bør tilstræbes et sodtal på 0-2. Sodtal over 3 bør ikke accepteres.
2. Røggastemperaturen giver et begreb om, hvor meget varme, der spildes gennem skorstenen. Jo højere røgteperatur, desto højere varmetab. Der er dog grænser for, hvor lav røgteperaturen må være af hensyn til skorstenen. Røgteperaturen må aldrig være lavere end røgens syredugpunkt, som ligger omkring 150°C - 160°C . Da røgteperaturen måles mellem kedel og skorsten, bør den derfor ikke være under 175°C i en god skorsten, og den bør være endnu højere i en utæt eller dårligt isoleret skorsten.
3. CO₂% er røgens indhold af kuldioxid målt i % af røgens rumfang ved 20°C . Når kedelanlægget er fri for utætheder, er CO₂% et mål for, hvor meget overskudsluft, der anvendes ved forbrændingen og dermed et udtryk for røgtabets størrelse. Den største CO₂%, der teoretisk kan opnås, findes, når der ingen overskudsluft tilsættes forbrændingen, og er 15,3%. I praksis kan man ved mindre fyr sjældent opnå en CO₂%, der er højere end ca. 12. Man bør af hensyn til økonomien tilstræbe en så høj CO₂%, som kan opnås, uden at sodtallet derved stiger over 2 (se pkt.6).
4. Røgtabet er et mål for den energimængde, der forsvinder ud gennem skorstenen. Dette tal kan med god tilnærmelse betragtes som kedelanlæggets samlede tab under drift, idet

varmetab fra kedel og aftrækskanal normalt kommer kedelrummet og dermed forbrændingsluften til gode.

Som nævnt er røgtabet afhængigt af røgteperatur og $\text{CO}_2\%$.

Af nedenstående røgtabkurver kan man direkte afløse røgtabet, når røgteperatur, kedelrumstemperatur og $\text{CO}_2\%$ er målt.



I det viste eksempel er røgtabet 15% (røgteperatur 300 °C, kedelrumstemperatur 20 °C og 10% CO_2).

Det skal kraftigt understreges, at en tilfredsstillende virkningsgrad under drift kun vil kunne bevares, hvis sodtallet er lavt. Hvis sodtallet er højt, vil der hurtigt lægge sig et isolerende lag sod på kedlens indervægge, hvorved røgteperaturen stiger. Af kurverne ses det umiddelbart, at røgtabet herved vil stige.

5. Kedlen bør renses efter behov, dog mindst 1 gang om året.

6. Frengangsmåde ved justeringen.

Oliefyret indstilles således, at $\text{CO}_2\%$ bliver højst mulig, samtidig med at sodtallet er 2.

Derefter øges luftmængden så meget, at $\text{CO}_2\%$ falder $\frac{1}{2}$ -1. Sodontallet vil da vise sig at være et sted mellem 0 og 2. Ved denne frengangsmåde sikrer man sig, at sodtallet i løbet af driftsperioden inden næste justering ikke kommer væsentligt over 2, selv om luftmængden nedsættes lidt under driften, hvad der er normalt på grund af afsætning af asnavs i indsugningsåbningerne. Herefter måles skorstens-temperaturen. Hvis denne er meget høj, f.eks. 300°C eller derover, bør man forsøge at indsætte en mindre dyse og gentage justeringen.

7. Supplerende bemærkninger.

Det skal kraftigt understreges, at det er af væsentlig betydning for et oliefyrs forbrændingskvalitet og driftsøkonomi, at der sikres tilgang af tilstrækkelig og ren luft til kedelrummet.

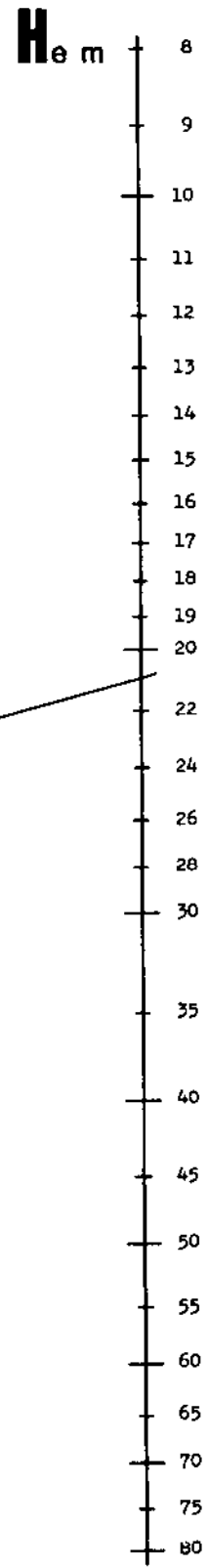
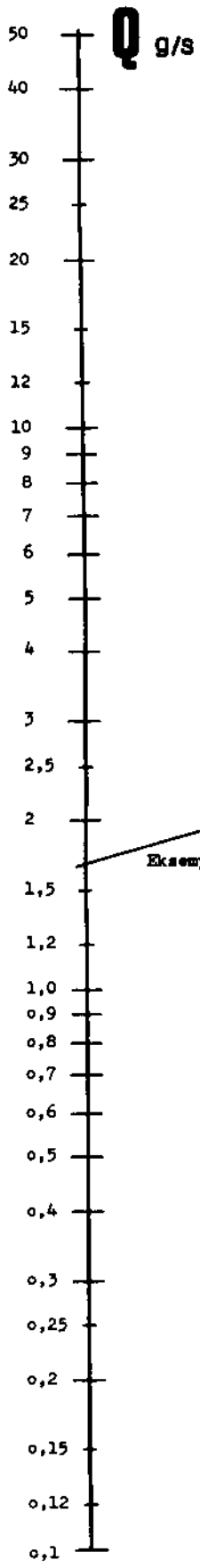
Hundehår, tekstiltaver, savsmuld o.lign. vil hurtigt kunne tilsætte et oliefyrs luftindtag, hvorved oliefyret bringes ud af justering, så sodmængden øges.

AFSNIT V

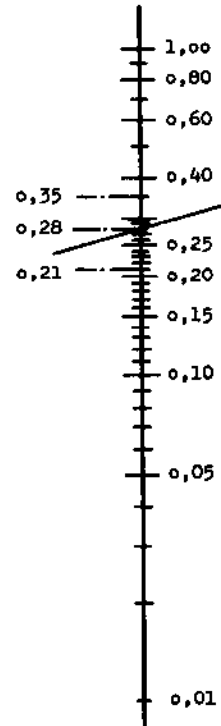
LITTERATUR

Som grundlag for vejledningen har været anvendt følgende litteratur:

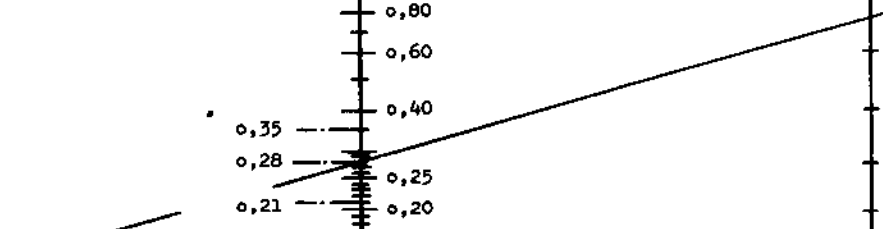
1. Poul Becher, Varme og Ventilation 2, 4. udgave, København, Teknisk Forlag, 1972.
2. G.A. Briggs, "Plume Rise", AEC Critical Review Series, U.S. Atomic Energy Commission, nov. 1969 p.p. 57-60.
3. G.A. Briggs, "Diffusion Estimation for small Emissions", udkast 1973 (ikke offentliggjort).
4. J. Christensen, "Meteorological Measurements at Rissø 1962-1964, Rissø Report no. 121. København, Jul.Gjellerups forlag, december 1965.
5. M. Hino. "Maximum Ground-Level Concentration and Sampling Time". Atmospheric Environment, volume 2, marts 1968.
6. Otto Jensen, "Occurrences of Stability Classes, Wind Speeds and Wind Directions as observed at Rissø", Rissø, 4000 Roskilde, Atomenergikommissionens bibliotek, okt. 1973.
7. W.L. Lee og A.C. Stern, "The Stack Height Requirements Implicit in the Federal Standards of Performance for New Stationary Sources", Journal of Air Pollution Control Association, volume 23, juni 1973, p.p. 505-513.
8. Miljøstyrelsen, vejledning nr. 7/1974, Begrænsning af luftforurening fra virksomheder.
9. A.C. Stern, "Air Pollution", 2. udgave, bind 1, p.p. 227-273, New York Academic Press Inc. 1968.
10. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates, Public Health Service Publication, no. 999-AP-26, 1970.



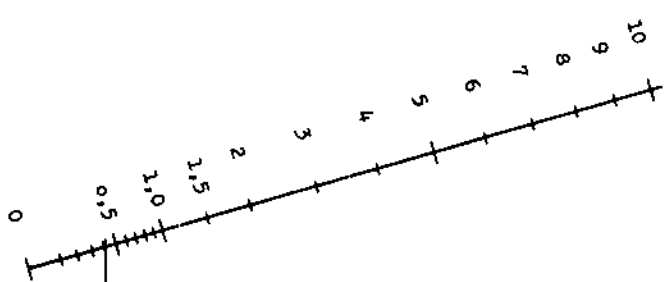
S × K_s mg/m³



Eksempel 2

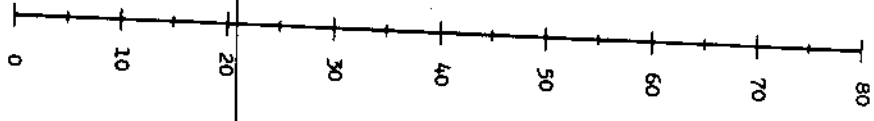


$F \times 10^{-6}$

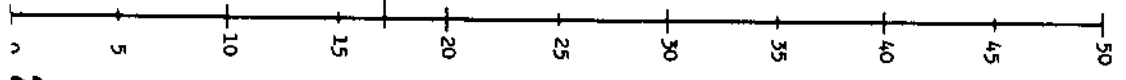


Exempel 2

H_e m



H_s m



ISSN 0108-6375

ISBN 87 503 2057 2

Pris: kr. 25,- inkl. 22% moms

JJ trykteknik a-s, københavn - 11908

Fu 00-30