

Vurderet af:

Miljø- og Energiministeriets og Sundhedsstyrelsens arbejdsgruppe for udendørs luftforurening
Status pr. september 2001

Forord

I 1998 tog Sundhedsstyrelsen initiativ til at nedsætte en fælles arbejdsgruppe for Miljø- og Energiministeriet og Sundhedsstyrelsen med henblik på at foretage vurderinger af de sundhedsmæssige aspekter i forbindelse med udendørs luftforurening, samt løbende at vurdere betydningen af nye EU-grænseværdier på området. I forbindelse med gruppens arbejde og som resultat af gruppens diskussioner udarbejdes der for de enkelte luftforureningskomponenter kortfattede monografier, der sammenfatter gruppens holdning med hensyn til sundhedsmæssige aspekter og relevansen af en eventuel varsling og alarmering af befolkningen ved forhøjede niveauer.

Gruppen er pr. september, 2001 sammensat af følgende personer:

Læge Jette Blands, Sundhedsstyrelsen
Cand. pharm. Poul Bo Larsen, Miljøstyrelsen (formand)
Afdelingslæge Elle Laursen, Sundhedsstyrelsen
Seniorforsker Finn Palmgren, Danmarks Miljøundersøgelser
Konsulent Per Balleby Suhr, Miljøstyrelsen
Cand. scient. Ulrik Torp, Miljøstyrelsen
Lektor, læge Torben Sigsgaard, Århus Universitet
Overlæge dr. med. Ebbe Taudorf, Århus Kommunehospital

Kulilte (carbonmonoxid)

Baggrund for vurderingen

Kulilte dannes ved ufuldstændig forbrænding. Vejtrafik er hovedbidragsyder m.h.t. emission af kulilte og kulilte i danske byområder skyldes hovedsageligt biltrafik. Kulilte bindes til hæmoglobinet i blodet med en bindingsevne der er ca. 240 gange større end for ilt, hvorfor forhøjede kulilteniveauer kan medføre iltmangel. Kritiske forhøjede niveauer af kulilte under særlige forhold som fx i parkeringskældre og tunneler kan ikke udelukkes (Miljøstyrelsen 1997; WHO 1999).

Der er ikke nogen formel dansk grænseværdi for kulilte.

WHO (1996) angiver følgende vejledende grænseværdier for kulilte:

- 100 mg/m³ (90 ppm) over 15 minutter
- 60 mg/m³ (50 ppm) over 30 minutter
- 30 mg/m³ (25 ppm) over 1 time
- 10 mg/m³ (10 ppm) over 8 timer

I det nye EU-direktiv 2000/69/EF om benzen og kulilte anføres som en maksimalgrænseværdi over 8 timer et kulilteniveau på 10 mg/m³ (10 ppm). Samtidig anføres det, at det ikke anses hensigtsmæssigt at indføre en varslingsværdi for kulilte, bl.a. fordi en relevant værdi på 100 mg/m³ ikke anses for sandsynlig at opnå i udeluft, ud over ved lokale, episodiske overskridelser.

Befolkningens eksponering

Kilder i Danmark

Den helt dominerende kilde til CO i Danmark (og de fleste andre lande) er benzindrevne biler. CO dannes ved ufuldstændig forbrænding i benzinmotorer. Emissionen af CO fra benzindrevne biler uden katalysatorer ved bykørsel er 5-10 g/km. Dette reduceres med 80-90% på katalysatorbiler. Tilsvarende emitterer person dieselbiler omkring 0.5 g/km. Store dieselbiler (busser og store lastbiler) emitterer 5-10 g/km. Flere detaljer findes i fx. RSK Environment, 2000.

CO emissionen var i 1990 ca. 660.000 tons, hvoraf ca. 500.000 stammede fra vejtrafik. I 1998 var tallene henholdsvis ca. 590.000 og 300.000 tons. Der er altså tale om et væsentligt fald for vejtrafikkens vedkommende, primært på grund af indførelse af katalysatorer på nye biler fra 1990 (DMU, 2000).

Niveauer

Den helt dominerende kilde til CO i Danmark (og de fleste andre lande) er benzindrevne biler. CO dannes ved ufuldstændig forbrænding i benzinmotorer. Emissionen af CO fra benzindrevne biler uden katalysatorer ved bykørsel er 5-10 g/km. Dette reduceres med 80-90% på katalysatorbiler. Tilsvarende emitterer person dieselbiler omkring 0.5 g/km. Store dieselbiler (busser og store lastbiler) emitterer 5-10 g/km. Flere detaljer findes i fx. RSK Environment, 2000.

CO emissionen var i 1990 ca. 660.000 tons, hvoraf ca. 500.000 stammede fra vejtrafik. I 1998 var tallene henholdsvis ca. 590.000 og 300.000 tons. Der er altså tale om et væsentligt fald for vejtrafikkens vedkommende, primært på grund af indførelse af katalysatorer på nye biler fra 1990 (DMU, 2000).

Forekomst i Danmark

Kemiske omdannelser af CO i byer er uvæsentlig, derfor er forekomsten i byer udelukkende bestemt af emissionen og spredningen. Derfor findes de højeste koncentrationer i snævre gader, med megen trafik og ubrudte husrækker langs med gaden (gadeslugt).

Målinger udføres rutinemæssigt i danske byer under den Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram (LMP) (Kemp and Palmgren, 1999). I nedenstående tabel er vist et resumé af målingerne i 1998:

Tabel 1. Statistik for timemiddelværdier af CO i 1998. Alle værdier er angivet i mg/m³. *) 8 timers værdier er beregnet som glidende middelværdi af time resultater.							
Station	Gennemsnit (år)	Median (time)	98-perc. (time)	99.9-perc. (time)	Max. 24 time	Max. 8 timer *)	Max. 1 time
København/ Jagtvej	1,201	0,949	3,704	7,009	3,741	5,073	8,519
Odense/ Albanigade	0,866	0,570	3,178	6,321	3,326	4,970	11,666
Aalborg/ Limfjordsbroen	1,192	0,879	4,065	7,250	3,068	5,339	8,489
København/ baggrund	0,352	0,303	0,949	2,044	1,108	1,878	2,465
EU grænseværdi						10,000	
WHO anbefaling	-	-	-	-	-	10,000	30,000

Der er konstateret en klart faldende tendens som følge af indførelse af katalysatorer på alle nye benzindrevne biler fra oktober 1990. Figur 1 viser denne tendens på Jagtvej i København; hvor antallet af katalysatorer skønnes at være 60-70% i 1999 mod 30-40% i 1994.

Udviklingstendens for CO koncentration (fuldt optrukket linie) og emissionen (stiplet linie) på Jagtvej i København. Her er emissionen beregnet ved hjælp af "baglæns" beregning fra luftkvalitetsdata, samt data om meteorologi. Baggrundsniveauet, der udgør ca. 20% er fratrukket de målte koncentrationer. (Palmgren et al. 2000)

Eksposering

Befolkningen udsættes for kulilte i mange forskellige situationer og miljøer fx ved transport i biler, ved ophold i byområder med tæt trafik, i forbindelse med gasafbrænding ved madlavning og opvarmning, samt ved udsættelse for tobaksrøg, der er en betydelig kilde i indeklimaet (40-90 mg kulilte pr. cigaret). Rygere, der ryger 20 cigaretter om dagen har typisk en kulilte-hæmaglobin-bindingsprocent, COHb% i blodet på ca. 5% i blodet (Taudorf 2000).

Forsøg med personbåren monitorering har vist at måling af gennemsnitlige niveauer i udeluft korrelerer dårligt med den enkeltes persons kulilteeksposering som følge af mange lokale kilder til kulilteeksposering (IPCS/WHO 1999).

Den mest almindelige situation med betydelig forøget kulilteeksposering vurderes at være under transport i biler, hvor der er målt et gennemsnitlig kulilteniveau på 10-29 mg/m³. I forbindelse med pendling er der målt eksponeringsniveauer op til 40

mg/m³ (IPCS/WHO 1999). I forbindelse med parkeringskældre og tunneller er der målt niveauer højere end 115 mg/m³ (WHO 1996).

Sundhedsmæssige effekter

Toksikokinetik og virkningsmekanisme

Kulilte optages hurtigt ved indånding og ca. 85% af den optagede mængde i blodet bindes til hæmoglobinet i blodet under dannelse af carboxyhæmoglobin (COHb) med en bindingsaffinitet der er mere end 200 gange større end iltens. Måling af COHb indholdet i blodet anvendes som en specifik markør for kulilteudsættelse. I forbindelse med kulilteudsættelse stiger COHb hurtigt de første 3 timer og steady-state niveau nås efter 6-8 timers eksponering. Kulilte passerer let over placenta og eliminationen i fosterets blod er betydeligt langsommere end hos moderen. Halveringstiden for elimination af kulilte med udåndingsluften anses at være på 2- 6,5 timer afhængigt af det opnåede COHb i blodet og personens vejrtrækning (IPCS/WHO 1999).

Hos raske personer medfører endogen dannelse af kulilte et COHb niveau på 0,4-0,7%. Hos ikke-rygere ligger COHb indholdet sædvanligvis på 0,5 – 1,5%. Hos gravide er fundet øget COHb% på 0,7-2,5%. Ikke-rygende chauffører, betjente, mekanikere og tunnelarbejdere kan have en COHb% på op til 5% (WHO 1996). Almindelige rygere og storrygere har en COHb% på 3-4% henholdsvis omkring 10% (Miljøstyrelsen 1997)..

De toksiske effekter af kulilte anses at være en følge af manglende iltforsyning og kommer hurtigst til udtryk i organer og væv med højt iltforbrug som fx i hjernen, i hjertet, i arbejdende muskler og hos fosteret (IPCS/WHO 1999).

Dyreforsøg

Undersøgelser i flere forskellige dyrearter har vist at udsættelse af drægtige forsøgsdyr med kulilte niveauer på 170-230 mg/m³ (sv.t. COHb niveauer på 15-25%) har medført hos afkommet har medført nedsat fødselsvægt, forstørret hjerte, samt påvirkning af adfærd. Effekterne er i visse dyreforsøg set ved eksponeringsniveauer på omkring 70 mg/m³ (IPCS/WHO 1999).

Yderligere dyreeksperimentelle data omtales ikke nærmere, da viden om kuliltes toksiske effekter er meget omfattende ud fra de humane data.

Kontrollerede humane forsøg

Der er foretaget omfattende kontrollerede undersøgelser med mennesker for at afklare bindingen af kulilte til blodet under forskellige forhold og for at afklare effekterne heraf. Viden fra disse undersøgelser gør, at man har en ret præcis viden om kuliltes påvirkning af iltoptagelsen i blodet samt viden om ved hvilke COHb-niveauer forskellige effekter optræder.

COHb-niveauer på 5% eller derover bevirker nedsat evne til at udføre en række forskelligartede neuropsykologiske test bl.a. i forbindelse med undersøgelser af motorik og reaktionshastighed.

Hjertepatienter anses for at være de mest følsomme med hensyn til påvirkning af kulilteudsættelse. I kontrollerede forsøg har kulilteudsættelse der hos hjertepatienter medførte COHb% på 2.9-5,9% resulteret i påvirkning af hjertefunktionen samt fremmet udviklingen af angina pectoris anfald (WHO 1996).

Epidemiologiske undersøgelser

Epidemiologiske undersøgelser og kliniske data peger på at kulilteudsættelse i forbindelse med rygning eller erhvervs-mæssig udsættelse kan bidrage til at fremme udviklingen af hjertetilfælde og dødsfald i forbindelse hermed. Hos tunnelarbejdere hvis COHb% generelt lå under 5%, er der således fundet en overdødelighed på 35% m.h.t. dødsfald af hjertekarlidelser (WHO 1996)

Epidemiologiske undersøgelser vedrørende forhøjede niveauer af luftforurening i byområder i relation til dødelighed og sygelighed har ikke kunnet påvise nogen overbevisende sammenhæng mellem kulilteniveauer og sygelighed/ dødelighed. Enkelte undersøgelser har dog blandt den ældre del af befolkningen fundet forøgede antal hospitalsindlæggelser som følge af hjerte-kredsløbslidelser relateret til kulilteniveauerne efter der var korrigeret for effekter for øvrige forureningskomponenter (IPCS/WHO 1999).

Risikoanalyse

Følgende dosis-effektsammenhæng er anført for opnåede COHb-niveauer i forbindelse kulilteeksponering(HMSO 1994):

COHb %	Observerede effekter
2,5 - 4,0	Nedsat fysisk ydeevne hos unge raske mænd
2,7 - 5,1	Nedsat fysisk ydeevne som følge af smerter i brystet (angina) hos hjertepatienter
2,0 - 20,0	Mulige effekter på synsindtryk, hørelse, motorik, opmærksomhed samt øvrige færdigheder undersøgt i neuropsykologiske tests
4,0 - 33,0	Nedsat maksimalt iltforbrug i kort tids hård fysisk aktivitet hos unge mænd
20 - 30	Voldsom hovedpine
30 - 50	Svimmelhed, kvalme, sløvhed, kollaps
Over 50	Bevidstløshed og død

Følgende sammenhæng angives mellem kulilteniveauer i indåndingsluften og opnået COHB% i blodet af HMSO (1994)

Effekter: kvalitativt og kvantitativt

De kulilteniveauer der måles på faste målestationer i Danmark vurderes ikke at give anledning til skadelige effekter i befolkningen. Særligt forhøjede kulilteniveauer i forbindelse med ophold i parkeringskældre, vejttunneller og andre steder med manglende ventilation kan medføre kraftigt forhøjede kulilteniveauer fra udstødningsgasser og dermed udgøre en risiko for hjertepatienter, idet iltmangel kan påvirke hjertefunktionen og udløse hjerteanfald.

Risikogrupper

Følgende grupper anses at være særlig afhængige af blodets iltindhold, og derfor særligt følsomme over for den iltmangel kulilteudsættelse medfører: fostre og spædbørn, gravide kvinder, ældre, herunder især personer med påvirket (nedsat) blodgennemstrømning af lunger, hjerne og hjerte samt personer med perifere kredsløbslidelser. Endvidere personer med anæmi eller andre tilstande der påvirker af blodets ilttransport. Især hjertepatienter anføres som følsomme, idet kulilteniveauer resulterende i COHb-niveauer omkring 3% og derover anføres at medføre øget risiko for frembringelse af hjerteanfald (IPCS/WHO 1999).

Derudover er der grupper, der er særligt udsatte for kulilteforureningen, og som derfor kan anses som potentielle risikogrupper. Dette inkluderer personer, der i høj grad udsættes for trafikudstødning, fx chauffører, cykelbude, gadehandlere, og andre der opholder sig i miljøer med tæt trafik.

Grænseværdier, information og varsling

Grænseværdier

WHO (1996) har angiver følgende vejledende grænseværdier for kulilte:

- 100 mg/m³ (90 ppm) over 15 minutter
- 60 mg/m³ (50 ppm) over 30 minutter
- 30 mg/m³ (25 ppm) over 1 time
- 10 mg/m³ (10 ppm) over 8 timer

Værdierne er sat under hensyntagen til at beskytte ikke-rygende hjertepatienter og ikke-rygende gravide for at undgå situationer med iltmangel, svarende til at blodet COHb-indhold ikke overstiger 2,5%.

I det nye EU-direktiv anføres en værdi på 10 mg/m^3 (10 ppm) over 8 timer som en maksimalgrænseværdi. Samtidig anføres det, at det ikke anses hensigtsmæssigt at indføre en varslingsværdi for kullilte, bl.a. fordi en varslingsværdi på 100 mg/m^3 ikke anses for sandsynlig at opnå i udeluft, ud over ved lokale, episodiske overskridelser.

Gruppen anser en grænseværdi på 10 mg/m^3 for kullilte som en passende værdi.

Information/varsling

Ud fra de eksisterende kullilteniveauer i udeluft vurderes der ikke at være grundlag for indførelse af informations/varslingsgrænse for kullilte.

Referencer

- DMU(2000):
www.dmu.d/1_english/1_viden/2_Miljoe-tillstand/3_luft/4_adaei/heavymetals.asp
- European Commission (1999). Ambient air pollution: carbon monoxide –position paper-, draft version 5.2, Directorate-General XI, 48 p.
- HMSO (1994). Carbon monoxide. Expert Panel on Air Quality Standards. Department of the Environment, HMSO, London, 24 p.
- IPCS/WHO (1999). Carbon monoxide. Environmental Health Criteria no. 213. International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva, 464 p.
- Kemp, K. and Palmgren, F. (1999) The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report for 1998. National Environmental Research Institute. NERI Technical Report 296, 66pp.
- Miljøstyrelsen (1997). Sundhedsmæssig vurdering af luftforurening fra vejtrafik. Miljøprojekt nr. 352, Miljøstyrelsen, 160-162.
- Palmgren, F., Hansen, A. B., Berkowicz, R. & Skov, H (2000): Benzene from traffic. Fuel content and ambient air concentrations. National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark. 44 pp. - NERI Technical Report No. 309
- RSK Environment (2000). www.london-research.gov.uk/emission/co.htm
- WHO (1999). Carbon monoxide. WHO air quality guidelines for Europe.