

**TRAFIKENS UTSLÄPP -
HÄLSO- OCH MILJÖEFFEKTER -
MOTÅTGÄRDER**

**RAPPORT
FÖR
TRAFIKKONTORET I GÖTEBORG STAD**

av

Ecotrafic R&D AB

**Åke Brandberg
Bengt Sävbark**

TRAFIKENS UTSLÄPP - HÄLSO- OCH MILJÖEFFEKTER - MOTÅTGÄRDER

Innehåll		Sid
0	Sammanfattning	2
1	Bakgrund	4
2	Effekter	4
3	Utsläppta ämnen, bildade ämnen - olika drivmedel	11
4	Lagföreskrifter, Reduktionsmål	19
5	Utsläppspunktens betydelse	24
6	Typiska utsläpp från lätta och tunga fordon	25
7	Diskussion av påverkan på olika utsläpp och konsekvenser	29
8	Förslag till rangordning av alternativ	33

Ord- och förkortningsförklaringar

Bilaga 1 Miljö- och hälsopotential - Alkohol

Bilaga 2 Miljö- och hälsopotential - Bio- och Naturgas

TRAFIKENS UTSLÄPP - HÄLSO- OCH MILJÖEFFEKTER - MOTÅTGÄRDER

0 SAMMANFATTNING

Bilavgaser

- Svavel- och kväveoxidutsläpp från trafiken förorsakar betydande växt-, korrosions-, vittrings- och hälsoskador inom stora områden och är därför ett lokalt och storregionalt problem i Göteborgsområdet.
- Kvävedioxid, svaveldioxid, partiklar och ozon förorsakade av trafikens utsläpp är medansvarig för uppkomsten av allergier, luftvägssjukdomar och ökad dödlighet i hjärt/lungsjukdomar. Inverkan är störst inom lokala trafiktäta områden i Göteborgs innerstad.
- Trafikens utsläpp leder till ökad astmafrekvens och ökad risk för cancer. Bensin- och särskilt dieseloljedrivna fordon har högre riskpotens än alkohol- och gasdrivna fordon. Problemen är lokala och tröskelvärden föreligger ej.
- Vid bedömning av utsläpp som påverkar växthusgaseffekten skall hela kedjan medtagas. För trafiken innebär detta att t ex även utsläpp i samband med drivmedlets produktion skall ingå. Växthuseffekten är ett globalt problem.
- Bensinen innehåller idag ca 10 ggr mer svavel än i dieselolja(MK1). I hela kedjan släpps flera gånger mer svavel ut än från fordonet. Gas och alkohol har betydligt lägre svavelhalt.
- Avgasutsläppen från ett bio- och naturgasdrivet fordon tillhör de bästa beträffande hälsoeffekter. Naturgas är dock ett fossilt drivmedel och förstärker växthuseffekten. Tillgänglig biogasvolym är ringa.
- Betydande del av körningen inom tätorter sker som "kalkkörning" dvs med en icke fungerande katalysator. Potentialen för reduktion av de totala skadliga hälsoutsläppen uppgår i storleksordningen 50 % för personbilar i Göteborg! För befintliga bensinfordon bör förbättrad bensinkvalitet efterfrågas (miljöklass 1 eller 0).
- Hälsoriskämnen vid dieseloljedrift är väsentligt högre än för bensindrif. Förutom kväveoxidutsläppen är partikelutsläppen ett allvarligt hälsoproblem. Risk föreligger att skadliga mikropartiklar ej kan undvikas.
- Alkoholdrift leder till väsentligt lägre hälsorisker jämfört med bensindrif. Används bioråvara uppfylls även globala mål. Alkohol kan användas som

vätebärare vid vätgasdrift och är således ett långsiktigt hållbart drivmedel.

- DME är ett gasformigt drivmedel som med väsentligt lägre hälsoeffekter kan användas i dieselmotorer efter anpassning.

Sammanfattningsvis uppfyller biogasdrift de högst ställda kraven på lägsta utsläpp ur såväl globalt, regionalt som lokalt perspektiv. Naturgasdrift (och DME) uppfyller högt ställda krav på låga hälsorisker inom regionala och lokala områden som Göteborg. Alkoholdrift har låga utsläpp med hänsyn till globala, regionala och lokala krav. Bioalkoholer har förutsättningar att bli ett allmänt tillgängligt långsiktigt hållbart drivmedel.

Utsläppsmål

- Nuvarande gränsvärden för avgasutsläpp är föremål för skärpning. Idag oreglerade utsläpp kommer att bli reglerade med nya krav. Gränsvärden innebär ej att nivåer under är ofarliga.
- Försämringstakten av miljö- och hälsofarliga utsläpp från trafiken har sjunkit. Dock kvarstår betydande problem även om hänsyn togs till ett antal planerade åtgärder (t ex lägre kväveoxidutsläpp, nya bilar, IT etc.). Frågan uppstår hur länge vi skall acceptera ökande andel allergier (barn särskilt utsatt grupp), luftvägsskador och cancerogena risker samt skador på grödor, byggnader och kulturella minnesmärken.
- Det är väsentligt att dels se till de skadliga utsläppen under praktiska driftsförhållanden dels se till potentialen till förbättringar med ny teknik. Utsläpp vid "kallkörning", som är ett typiskt problem i Göteborg, överstiger mångdubbelt certifierade glädjesiffror.

Slutsatser

- *Metangasdrift rekommenderas i tätort där gas finns om ökade kostnader kan accepteras.*
- *Upphandlingskrav för nya fordon bör ställas på säkrad "kallkörning".*
- *Sammantaget bedöms diseloljedrift som sämre ur alla hälso- och miljökriterier. Dieselmotorns energieffektivitet kan fås med andra drivmedel.*
- *Alkoholdrift eliminerar utsläpp av bensen, PAC och partiklar. Kväveoxidutsläppen blir lägre och tillverkningen av alkoholer kan baseras på bioråvara. Samma alkohol skall kunna användas för person- och lastbilar. Utvecklingen kan leda till NOLL - utsläppsfordon genom alkoholer som vätebärare för bränsleceller.*

TRAFIKENS UTSLÄPP - HÄLSO- OCH MILJÖEFFEKTER - MOTÅTGÄRDER

1 BAKGRUND

Denna rapport skall tjäna som underlag för Trafikkontoret att i sin verksamhet utforma åtgärder, som kan minska konsekvenserna av effekter på hälsa och miljö från trafikens utsläpp inklusive de som sker vid drivmedlens produktion och distribution dvs hänsyn tas till hela kedjan samt energianvändning. Åtgärderna kan vara administrativa och/eller ekonomiska styrmedel rörande villkor för upphandling av trafiktjänster, trafik i miljözoner, parkering, etc.

Rapporten omfattar

- hur och var olika effekter sker
- identifikation av utsläppta ämnen som har känd påverkan
- mål som finns fastställda eller diskuteras för att minska konsekvenser av påverkans effekter
- typiska utsläpp från lätta och tunga fordon med olika drivmedel inkl. sådana i hela kedjan
- diskussion av hur olika effekter kan påverkas eller elimineras (noll-alternativ)
- förslag till rangordning av alternativ.

2 EFFEKTER

Effekterna har en Global - Regional - Lokal anknytning.

Olika typer av effekter resumeras kort och diskuteras med avseende på hur och var de kan inträffa.

2.1 FÖRSURNING

Svavel- och kväveoxidutsläpp från trafiken förorsakar betydande växt-, korrosions-, vittrings- och hälsoskador inom stora områden och är därför ett lokalt och storregionalt problem.

Försurning orsakad av trafiken sker genom dess utsläpp av svavel- och kväveoxider, som i atmosfären oxideras till starka mineralsyror, svavelsyra resp. salpetersyra. Såväl oxider som syror orsakar direkta växt-, korrosions-, vittrings- och djurskador genom torr deposition och indirekta skador genom sur nederbörd, våt deposition, som även påverkar mark och vatten. Hälsa-

effekter förstärks om syrorna absorberas på partiklar eller bildar fina droppar och partiklar (t.ex av ammoniumsulfat). Samtidig närvaro av både svavel- och kväveoxider har visats ha synergistisk effekt på både vittring och hälsoskador.

Både oxiders och syrors uppehållstider i atmosfären kan vara lång (många dagar) och utsläppseffekterna sprids över stora områden. Försurningen är därigenom ett lokalt och storregionalt problem och mindre beroende av utsläppspunkter även om lokala effekter är störst genom högre koncentration i luften före utspädningen under transport. De sura utsläppen faller under internationella avtal om begränsning av luftföroreningar genom långväga transporter, Long Range Transboundary Air Pollution (LRTAP).

2.2 SIKTBARHET

Svavel - och kväveoxidutsläpp orsakar nedsatt siktbarhet över stora områden och är därför ett regionalt problem.

Siktbarhet (visibility) influeras inte bara av direkta utsläpp av fina partiklar utan främst genom bildning av droppar (svavelsyra) och partiklar (ammoniumsulfat och -nitrat) i luften. Dessa droppar/partiklar är av submikron storlek ($\ll 1\mu\text{m}$). Trafikens utsläpp av svavel- och kväveoxider blir därigenom en orsak till nedsatt siktbarhet. Bildning av fina partiklar ($<1\mu\text{m}$) är karakteristisk för all förbränning, särskilt den i diesellojdrivna kolmotorer. Fina partiklar kan transporteras över långa avstånd och utgör ett regionalt problem.

2.3 VEGETATIONSSKADOR

Trafikens utsläpp av svavel, kväveoxider, marknära ozonbildande ämnen bidrar till ett storregionalt växtskadeproblem och i värsta fall till träddöd.

Vegetationsskador genom direkt påverkan av fotosyntesen har visats kunna ske av svaveldioxid efter upptag i barrs och lövs klyvöppningar. Mossor och lavar saknar skydd mot svaveldioxid och vissa lavararter är särskilt känsliga. Starka oxidationsmedel som kvävedioxid och ozon skadar barr och blad och minskar tillväxttakten för träd och växter. Vissa jordbruksgrödor är särskilt känsliga. Trafikens utsläpp av både sura gaser och ozonbildande ämnen bidrar till ett storregionalt växtskadeproblem. Indirekt påverkas växtligheten genom försurning av mark och vatten, som förändrar florans sammansättning och påverkar och trädens växtförutsättningar genom rubbningar i tillförsel av mineraliska växtnäringsämnen och av markens mikroorganismer och ev. frisättning av giftigt aluminium. Detta leder till långsammare tillväxt och i värsta fall till träddöd.

2.4 HÄLSOEFFEKTER

Trafikens avgaser påverkar hälsoeffekterna där människor vistas koncentrerat och är ett lokalt och regionalt problem. Bilister, cyklister och gående som vistas i avgasströmmen i tät trafik och på trafikerade gator med hög bebyggelse är utsatta för extra höga halter. Allergiker, barn, hjärtsjuka drabbas extra hårt.

Hälsoeffekter behandlas som enbart de som drabbar oskyddad allmänhet som följd av vistelse i utomhusluft. För yrkesmässig exponering gäller andra villkor och restriktioner. Se även tidigare PM "Hälsoeffekter - luftföroreningar" av Ecotraffic för Trafikkontoret, maj 1996. Hälsoeffekter sker naturligtvis främst i tätorter där människor mer koncentrerat finns och lokala utsläpp spelar störst roll. Långväga intransport av svavel- och kväveoxider, ozon, PAC och partiklar kan dock inte försummas som källa för lokala hälsoeffekter.

Exponeringssituationen kan vara högst olika beroende på var man befinner sig. Bilister i fordon i avgasströmmen i tät trafik exponeras i långt högre grad än personer en bit vid sidan av vägen. Gående/cyklande på livligt trafikerade gator omgivna av hög bebyggelse ("street canyons") blir också utsatta för högre halter än på eller intill öppna vägar.

2.4.1 Akuta hälsoeffekter

Kvävedioxid, svaveldioxid, partiklar och ozon förorsakade av trafikens utsläpp är medansvariga för uppkomsten av allergier, luftvägssjukdomar och ökad dödlighet i hjärt/lungsjukdomar. Inverkan är störst inom lokala trafiktäta områden.

Akuta hälsoeffekter var tidigt fokuserade på *kolmonoxid* genom dess förmåga att hindra blodets upptagning av syre och därigenom minska prestationsförmågan, vilket är särskild risk för personer med hjärtsjukdomar. Även kväveoxid (NO) har egenskapen att blockera syreupptagningen.

Andra effekter är *svaveldioxids* irritation av slemhinnor och av vävnader i särskilt de övre andningsvägarna (på grund av hög löslighet i vatten) med ökade andningssvårigheter som följd. Astmatiker i arbete är en särskilt känslig grupp. Samtidig närvaro av sot och partiklar och svaveldioxid tycks ge en synergistiskt förstärkande effekt.

De starkt oxiderande gaserna *kvävedioxid* och *ozon* orsakar irritationer i ögon och luftvägar särskilt längre ned genom mindre löslighet i vatten och kan skada slemhinnor och lungvävnader och spridas till andra organ med blodet. Resultatet kan bli nedsatt lungfunktion och sämre motstånd mot infektioner. Särskilt känsliga grupper för oxidanter i luften är astmatiker och personer med luftvägssjukdomar. Kvävedioxid anses tillsammans med svaveldioxid och ozon medansvarig för uppkomst av allergier och överkänslighet genom att påverkade vävnader blir inkörsport för allergener. Oxidanterna misstänks

också spela en roll för uppkomst och utveckling av cancer, dock utan att själva vara mutagena.

Lätta kolväten har med undantag för aromater och n-hexan låg akut toxicitet och har direkta effekter endast i höga koncentrationer i form av narkotiska effekter av ospecifikt slag (huvudvärk, trötthet, koncentrationssvårigheter). Den akuta hälsoeffekten sker främst genom kolvätenas medverkan i ozonbildningen och genom möjligheten till bildning av toxiska metaboliter (omvandlingsprodukter) i kroppen. N-hexan är ett sådant exempel genom bildning av en metabolit med neurotoxiska egenskaper i det perifera nervsystemet. Andra oxidationsprodukter av kolväten i atmosfären är *aldehyder*, som ger irritationseffekter i ögon och luftvägar och misstänks orsaka uppkomst eller främja utveckling av hudirritationer och allergier.

Korttidsexponering för fina *partiklar* kan ge lungfunktionspåverkan, luftvägsymtom (irritation, hosta, inflammation) och sensibilisering för angrepp av andra ämnen. De anses också innebära en inte försumbar risk för utveckling av lungcancer.

2.4.2 Kroniska hälsoeffekter

Trafikens utsläpp leder till ökad astmafrekvens och ökad risk för cancer. Bensin- och särskilt dieselojdrivna fordon har högre riskpotens än alkohol- och gasdrivna fordon. Problemen är lokala och tröskelvärden föreligger ej.

Kroniska hälsoeffekter orsakas av lång tids exponering för kemiska ämnen i mycket låga koncentrationer, vilket förekommer i tätorter och i vissa områden med stor industriell verksamhet. Fokus är riktat mot ökningen av den allmänna astmafrekvensen och mot risken för cancer i olika former. Denna är en följd av ämnenas förmåga att kemiskt binda till cellernas DNA och starta en cancerutveckling direkt eller indirekt genom sina omvandlingsprodukter (metaboliter) i kroppen. Något tröskelvärde, under vilket risk för cellskada inte finns, anses inte föreligga för den mekanism som kan leda till cancer. Risken ökar med ackumulerad dos av ämnet och det antal oreparerade cellskador som uppstått.

En lång rad kemiska ämnen har förmågan att binda till DNA och bäst känd är bensen, för vilken samband har fastställts mellan exponering och en cancerform (leukemi) hos människa (andra former finns i andra organ efter spridning i kroppen). Andra som troliga eller möjliga cancerogena klassade ämnen är gasformiga olefiner (vätefattiga kolväten, främst 1,3-butadien, eten, propen), aldehyder (formaldehyd, acetaldehyd, akrolein), gruppen PAC (polycykliska aromatiska föreningar) och ultrafina partiklar. Dessa har på senare tid fått ökad uppmärksamhet, då de även utan adsorberade, genotoxiska ämnen, kan orsaka utveckling av lungcancer.

Ozon har i cellstudier visats kunna binda till DNA och betraktats som genotoxiskt men klassas inte som cancerogent. Kvävedioxid har inte befunnits ha

direkta cancerframkallande egenskaper men andra indirekta mekanismer misstänks vara möjliga. För både ozon och kvävedioxid behövs mer forskning innan slutsatser kan dras.

Olika ämnen har olika riskpotens och för att kunna göra bedömningar av den totala effekten av i luften uppmätta halter och av skillnader mellan olika drivmedel/motorteknik används vägningstal för gaser enligt skilda källor, som inte alltid är eniga. De återges i tabellen på nästa sida. Risktalet 1 för bensen motsvarar en riskfaktor (risken för cancer vid livslång, 70 år, exponering för $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ av ämnet i luften) på $2,9 \cdot 10^{-5}$ (CARB).

Tabell Relativa cancerrisker (bensen = 1)

Bedömare * Ämne (ingår i HC)	US EPA	CARB	CAPCOA	"Sverige"
1,3-butadien	34	6	10	8
bensen	1	1	1	1
formaldehyd	1,6	0,2	0,45	3
acetaldehyd	0,27	0,1	0,1	-
eten	-	-	(5) ^o	2
propen	-	-	(0,2) ^o	0,3

^o beräkn. som 5 % av data för motsvarande epoxider

* US EPA: US Environmental Protection Agency - CARB: California Air Resources Board
CAPCOA: Calif. Air Pollution Control Officers Assoc. - "Sverige": Ehrenberg, Törnqvist,
Strålningsbiol. inst, Sthlms univ.

Tabellen talar om att t ex inom Kolväten (HC) finns ett antal olika komponenter med varierande riskfaktorer. Sänks nivån för totala HC behöver detta inte innebära att den totala riskfaktorn sänks. Detta förhållande leder fram till att idag oregerade utsläpp kommer att regleras i framtiden.

Butadien innebär största risk, följd av eten och bensen, och acetaldehyd har lägsta risk medan meningarna går isär för formaldehyd. För PAC och partiklar måste annan särskild värdering göras. För partiklar från dieseloljedrivna dieselmotorer indikeras en riskfaktor på $1,4 - 2,6 \cdot 10^{-5}$ per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ partiklar.

Exponeringen sker givetvis mest nära utsläppskällor (avgaser i tätorter) och hälsoriskerna är främst lokala problem särskilt för ämnen med kort livslängd i atmosfären (olefiner, aldehyder). Olefiner omvandlas i atmosfären till aldehyder. Andra ämnen såsom partiklar och partikelbundna PAC (och ozon och kvävedioxid) kan emellertid transporteras långa vägar och därvid även omvandlas till mer potenta cancerogener (oxiderade, nitrerade ämnen) som ger förhöjda bakgrundsvärden och ökad risk över större regioner. Exponering sker också som följd av nedfall och spridning via livsmedel.

2.4.3 Neurotoxiska effekter

Området bedöms som angeläget för forskning med tanke på risker förknippade med fosterutveckling och utveckling i barnaår.

Neurotoxiska effekter, d.v.s. påverkan av nervsystemen och hjärnans utveckling, relateras främst till inverkan av vissa metaller framför allt kvicksilver, bly och aluminium. Bly med diffus spridning med bensin är nu för trafiken ett passerat stadium. För aluminium spelar trafiken bara en indirekt roll genom bidrag till försurningen av mark och risk för frigörande till vatten. Aromatiska kolväten och n-hexan har i höga doser visats påverka nervsystemen men om detta har någon effekt i verkliga exponeringssituationer för allmänheten är okänt. Området bedöms dock som angeläget för forskning med tanke på möjliga effekter av lägre doser av icke-naturliga ämnen för fosterutveckling och utvecklingen i tidiga barnaår.

2.4.4 Växthusgaseffekter

Vid bedömning av utsläpp som påverkar växthusgaseffekten skall hela kedjan medtagas. För trafiken innebär detta att t ex även utsläpp i samband med drivmedlets produktion skall ingå. Växthuseffekten är ett globalt problem.

Växthusgaseffekter erhålls genom förstärkningen av absorptionen i atmosfären av den långvågiga (infraröda) värmestrålningen från jordytan genom koldioxidutsläpp vid användning av fossila drivmedel och de förstärks genom utsläpp även av metan och dikväveoxid (N₂O) och andra fleratomiga gaser. Vidare sker omvandling i atmosfären, som kan förhöja växthuseffekten, t.ex. bildning av ozon, som är stark infrarödabsorberare. Hänsyn måste också tas till utsläpp tidigare i kedjan vid råvaruutvinning, produktion och distribution och sammantaget kan effekten öka med ca 20 - 40 %. Följden blir också att inte heller biobaserade drivmedel är utan påverkan av växthuseffekten. Den kan dock vara blott 20 - 35 % av motsvarande fossilbaserade.

Växthuseffekten beror också av livslängden för ämnet och dess omvandlingsprodukter i atmosfären och tiden över vilken effekten skall bedömas får därigenom inverkan. Den sammantagna effekten för olika ämnen jämfört med koldioxid i 100-årigt tidsperspektiv anges i tabell på nästa sida.

Tabell

Utsläpp	Formel	Faktor
koldioxid	CO ₂	1
metan	CH ₄	21
dikväveoxid	N ₂ O	290
kväveoxider	NO _x	7
kolmonoxid	CO	3
icke-metan kolväten	NMHC	11

Enl. Naturvårdsverket (1994) är de totala växthusgaserna följande:

CO ₂	55 %)	
CFC (s.k. freoner)	24 %)	
CH ₄	15 %)	>>>> varav energisektorn svarar för 46 %
N ₂ O	6 %)	

Talen för de tre sistnämnda är ej säkra då mekanismerna för omvandlingen i atmosfären inte är helt klarlagda.

Genom de långa uppehållstiderna i atmosfären är förstärkningen av växthuseffekten ett storregionalt och globalt problem, d.v.s. i stort sett oberoende av var utsläppen sker.

2.4.5 Stratofäriskt ozon

Aven stratosfären påverkas av trafikens utsläpp.

Stratosfäriskt ozon kan förstöras av föroreningar med ursprung i trafikens utsläpp och med så lång livslängd i atmosfären att spridning till stratosfären hinner ske. De med drivmedelsursprung är dikväveoxid och metan. Den förra anses dock ge mycket ringa bidrag och för metan finns en motverkande effekt genom ozonbildning i de närmast underliggande luftlagren och spridning till stratosfären.

3 UTSLÄPPTA ÄMNEN, BILDADE ÄMNEN - OLIKA DRIVMEDEL

3.1 ALLMÄNT

3.1.1 Behov av nya provmetoder

Fordonens utsläpp regleras i lag. Bestämmelserna grundas på trubbiga testprocedurer som kommer att ändras. Oreglerade ämnen kommer att regleras i framtiden. Bensin- och diesellojdrift kommer att få svårare att möta framtida utsläppskrav jämfört med t ex gas- och alkoholfordon.

Kallkörningsproblematiken (förvärmning av motor och katalysator) vid korta körningar (0 - 10 km) kräver åtgärder.

Varje drivmedel har sina karakteristiska utsläpp av ämnen men de påverkas kvantitativt av i vilken motortyp drivmedlen används och av hur (katalytiska) reningssystem fungerar. Dessutom måste hänsyn tas till omvandlingen i atmosfären (t.ex. aldehydbildning från olefinkolväten, ozonbildning, nitrering) för bedömning av exponering och effekter

En del typer av utsläpp, kolmonoxid CO, oförbränt och ofullständigt förbränt bränsle HC, kväveoxider NO_x och partiklar, regleras i lag som högsta tillåtna värden vid standardiserad provningsprocedur. Ur effektsynvinkel är detta delvis ett alltför trubbigt instrument, och det är därför troligt att dels ett antal i dag oreglerade ämnen kommer bli reglerade i framtiden, dels provningsproceduren kommer att förändras för att bättre motsvara verkliga förhållanden. Det senare har redan skett t.ex. genom att i den europeiska testcykeln lägga in komplettering med körning i högre hastigheter (lätta fordon) och vid transienta förlopp (tung fordon). Dessutom föreskrives viss provning vid låg temperatur (-7°C) för att motverka höga kallstartutsläpp.

I Nordamerika har införts föreskrifter om beräkning av påverkan på ozonbildning och cancerrisk (av cancerogena gaser). Detta medför att fler ämnen i utsläppen, framför allt av organiska ämnen, måste analyseras, vilket modern analysteknik gjort möjligt. För bedömning av cancerriskens förändringar används ovan nämnda vägningstal. För beräkning av potentialen för ozonbildning används andra vägningstal, som illustreras av diagrammet i Figur 1, som anger hur många gram ozon (O₃) kan bildas av ett gram av ämnet. Observera att dessa tal avser bildningen under 4-dagars episoder då kolvätenärvaron är styrande för bildningen (tätortsförhållanden). Under förhållanden då NO_x-närvaron är styrande (större regioner) är vägningstalen för potentialen lägre men rangordningen mellan olika ämnen är densamma. Skillnaderna mellan olika ämnen är som synes mycket stora.

3.1.2 Svavel

Allt svavel som finns i ett drivmedel kommer också ut via avgaserna. Bensinen innehåller idag ca 10 ggr mer svavel än i dieselolja(MK1). I hela kedjan släpps flera gånger mer svavel ut än från fordonet. Gas och alkohol har betydligt lägre svavelhalt.

Svaveloxider släpps ut helt beroende på drivmedlets svavelhalt. Miljöklassade dieseloljor i Sverige har så låga svavelhalter, <10 ppm, att de för försurningen är närmast betydelselösa, medan de i tidigare oljor låg på ca 500 ppm (eller högre), vilket också är nyligen införd max. gräns för västeuropeisk vägdieselolja. Lätta marina dieseloljor (och lätta eldningsoljor, villaolja) har numera svavelhalt på under 1000 ppm. Tjock marindieselolja har oftast svavelhalter på mer än 10.000 ppm men för färjetrafiken inomskärs används frivilligt en olja med högst 5.000 ppm. Tjocka oljor är s.k. restoljor och innehåller dessutom aska och metallorganiska föreningar med tungmetallerna nickel och vanadin. Det finns emellertid alternativ i s.k. WRD-oljor, som är destillatoljor med mycket låg nickel/vanadinhalt och kan fås med högsta svavelhalt på 1.000 ppm.

Bensin har f.n. betydligt högre halt svavelhalt än miljöklassade dieseloljor, högst 100 ppm (miljöklassad bensin för katalysatorbilar; motsvarar 5 mg SO₂ per MJ), men förslag har lagts att minska högsta halt till 50 eller 75 ppm (reformulerad bensin i USA har högst 40 ppm medan deras standardbensinen har i genomsnitt >300 ppm, Sverige MK2-bensin 100 ppm).

Utsläpp av svaveloxider i kedjan för produktion av bensin och dieselolja är många gånger högre än vid användningen i fordon beroende på bruket av svavelrika bunkeroljor vid råoljetransport över haven och bränslen i raffinaderierna. Typiska utsläpp torde vara 20 - 30 mg SO₂ per MJ bensin eller dieselolja.

Alternativa drivmedel som naturgas, biogas, metanol, etanol har alla svavelhalter under 10 ppm (svavelhaltig luktillsats till gaser under tryck) och alkoholerna nära noll.

3.2 NATURGAS

Avgasutsläppen från ett naturgasdrivet fordon tillhör de bästa beträffande hälsoeffekter. Naturgas är dock ett fossilt drivmedel och förstärker växthuseffekten.

Naturgas innehåller ur hälsosynpunkt inga riskämnen och avgaser från motor-drift endast låga halter formaldehyd, eten och propen beroende på gasens innehåll av etan och propan, och de kan ytterligare sänkas med katalysator. NO_x-utsläpp kan vara mycket låga (beroende på motorteknik och renings-system och bland de lägsta jämfört med andra alternativ. Metanutsläpp sker

både från hanteringskedjan och från motorn och är svåra att hålla låga men är ur hälsosynpunkt utan betydelse då bidraget till ozonbildningen i tätort är försumbart och endast av betydelse för den globala bakgrundsivån.

Utsläpp av växthusgaser är med naturgas (CNG) som kolfattigt/väterikt bränsle drygt 30 % lägre än med bensin och några få procent lägre jämfört med dieseloljedrift vid rimliga antaganden om utsläpp av metan i hela kedjan. Utsläpp av andra växthusgaser än koldioxid ökar motorns utsläpp med ca 10 % (koldioxidekvivalenter) och inkluderas hela kedjan från produktionen är ökningen ca 30 %.

3.3 BIOGAS

Biogasdrift uppfyller de högst ställda kraven för såväl miljö- och hälsorisker. Lägsta värden uppnås från slam från avloppsreningsverk. Tillgänglig volym är ringa.

Biogas består av enbart metan som bränsle och saknar naturgasens högre kolväten. Detta innebär att hälsorisker med biogas är än lägre än med naturgas. Stor skillnad föreligger i utsläpp av växthusgaser, då biogasen framställts ur förnyelsebar organisk råvara. Vissa läckage av metan vid produktion och rening (men intern elgenerering för kompression) och användning av fossila drivmedel vid odling, skörd och transport av råvara, t.ex. lucern eller vallgröda, gör dock att utsläppen av växthusgaser kan uppgå till 35 - 40 % av dem med naturgas. Lägre värden erhålls vid produktion enbart från slam från avloppsreningsverk.

3.4 PROPAN

Propan påverkar de globala utsläppen i samma storleksordning som bensin och dieselolja. Propandrift har dock väsentligt lägre hälsoeffekter.

Propan är den specialform av LPG (Gasol) för motordrift som i Sverige benämns Motorgas. Motor-LPG definieras genom egenskapen att kunna hanteras som flytande drivmedel under måttligt tryck vid omgivningstemperaturer. Specifikationer för motorgas i nordliga områden (Skandinavien, Nord-Amerika) föreskriver minst 95 % propan, medan blandningar av propan och butan marknadsförs i Europa. Innehållet av omättade kolväten, olefiner och dubbelomättade olefiner, måste vara mycket begränsat.

Propan produceras dels i samband med utvinning av råolja och naturgas, dels som produkt vid raffinering av råolja. Naftareformern är då den främsta källan men även den katalytiska krackern ger bidrag. Den senare ger dock till stor del omättade gaskolväten, som bara begränsat får ingå i motorgasen utan hamnar i stället i bensinen via andra raffineringprocesser.

Direkta riskämnen i motorgas är bara dess innehåll av lätta olefiner (propen)

och indirekt övriga kolväten med deras potential för ozonbildning, som dock är relativt liten (Figur 1). Vid motordrift med motorgas är riskämnena främst eten och propen, form- och acetaldehyd och kväveoxider, medan bidragen av bensen och aromater, PAC och partiklar av bränsleårsprung är inga eller mycket små. Bidragen från de tidigare leden är små med undantag för svavel- och kväveoxider från fartygstransport och landdistribution med tankbil. De kan utgöra 50-75 % av utsläppen från fordonen.

Utsläppen av växthusgaser domineras av fossil koldioxid från motordriften och bidragen vid denna från andra gaser är ca 5 % (koldioxidekvivalenter). Inkluseras hela kedjan tillkommer ytterligare 12-25 % (koldioxidekvivalenter) med det högre värdet för raffinaderipropan. Fossil koldioxid från bränsle- och drivmedelsanvändning dominerar tillskottet. Utsläppen vid propandrift beräknas vara ca 25 % jämfört med bensindrift och 10 % lägre vid dieseloljedrift.

3.5 BENSIN

Dagens svenska bensin kan förbättras väsentligt och har lång väg kvar till den kaliforniska standarden. En fungerande katalysator renar avgaserna effektivt. Tyvärr sker den huvudsakliga körningen inom tätorter som "kallkörning" dvs med en icke fungerande katalysator.

Bensin innehåller bensen och aromater som främsta hälsovådliga ämnen och av övriga kolväten lätta olefiner, som är särskilt aktiva för ozonbildning vid utsläpp genom avdunstning och spill. Reformulering (miljöklassning) av bensin riktas främst mot kraftigt sänkt halt av bensen och begränsning av halten aromater (som ger bensen i avgaserna). Vidare sänks flyktigheten och halten lätta olefiner, som ger butadien i avgaserna. Ännu inte särskilt beaktat är att bensin innehåller PAH, som genom bensinbilarnas stora antal är en betydande källa både för partiklar och PAC och jämförbar med dieseloljetrafikens utsläpp. Viss reduktion erhålls genom att bensinens slutkokpunkt sänks.

Även en så långt som är rimligt reformulerad bensin kommer att ge utsläpp av starkt ozonbildande ämnen (butadien, eten, propen, aldehyder, andra kolväten, kväveoxider) och cancerriskämnen (butadien, bensen, eten, propen, aldehyder, PAC, partiklar). Minskningen av totala effekterna kan inte bli mer än ca 25 % jämfört med dagens genomsnittsbensin. Kväveoxidutsläppen påverkas endast marginellt.

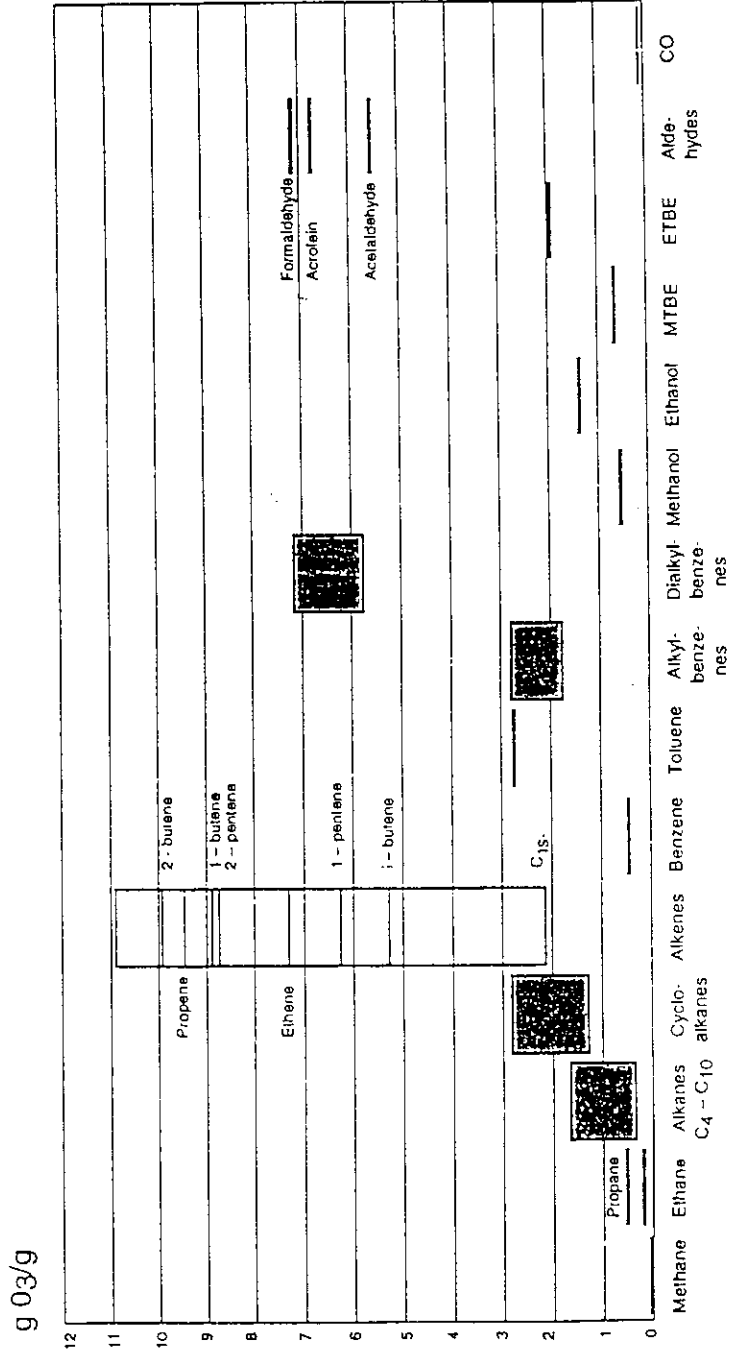
Bensinmotorer är helt beroende av katalytiska system för låga utsläpp (obligatoriska i nya bilar). För funktionen är låg svavelhalt väsentlig, då svavel är ett katalysatorgift. Bensen (och metan) är svårast att reducera katalytiskt då de är kemiskt stabila kolväten. Utsläppen sker huvudsakligen under perioden omedelbart efter kallstart på grund av chokningen och innan katalysatorn fungerar. System för att påskynda uppvärmningsförloppet och starten av katalysatorn finns utvecklade och kan i enstaka fall köpas.

Utsläpp av hälsoriskämnen i de tidigare leden i bensinkedjan bedöms som

Figur 1

OZONE POTENTIAL

MIR: Maximum incremental reactivity
(SAPRC 1991)



Bilden visar gram möjligt ozon-utsläpp per gram (O₃/g) av olika ämnen. T ex "Formaldehyde" 7,2 g ozon per gram Formaldehyde. För "Cykloalkenes" anges området för olika cykloalkener.

Source: SAI (Auto/Oil July 1994)
Diagram: Ecotraffic

ringa och utgörs mest av kväveoxider och ozonbildande kolväten. Lokalt kan de vara ett större problem då det är fråga om relativt stora punktutsläpp. Kväveoxidutsläppen är av samma storleksordning som vid användningen i bil med trevägskatalysator.

Utsläpp av växthusgaser från bilen domineras av den fossila koldioxiden men kan öka med upp mot 20 % (räknat som koldioxidekvivalenter) genom övriga gaser, varav dikväveoxid, N₂O, ger största enskilda bidraget. Med modern teknik kan ökningen minska till ca 10 %. Utsläppen tidigare i bensinkedjan ökar bilens växthusgasutsläpp med ca 20 % varav koldioxiden från raffinaderier står för den dominerande andelen.

3.6 DIESELolja

Hälsoriskämnen vid dieseloljedrift är väsentligt högre än för bensindrift. Förutom kväveoxidutsläppen är partikelutsläppen ett allvarligt hälsoproblem. Risk föreligger att skadliga mikropartiklar ej kan undvikas.

Dieselolja har som enda problemkomponent i hanteringen innehållet av PAH, som vid hudkontakt kan tas upp och således bör undvikas. Miljöklassningen av vägdieseloljor innebar en mer än 90 %-ig reduktion av PAH-halten (och än mer av svavelhalten). Dieseloljornas låga flyktighet gör att inga hälsoriskproblem uppstår genom avdunstning, möjligen med undantag för viss luktölaghet.

Den dieseloljedrivna motorns största problemutsläpp är kväveoxider, partiklar och PAC, som är betydligt högre än från en ottomotor och delvis betingade av bränslets egenskaper. Utsläpp av gasformiga bränslerester är lägre än från ottomotorn men andelen hälsoriskämnen (bensen, eten, propen, aldehyder) är högre. Modern katalysatorteknik (oxidationskatalysator) kan användas för att reducera dem och möjliggörs genom de miljöklassade oljornas mycket låga svavelhalt.

Hälsoriskämnen i de tidigare leden i dieseloljekedjan bedöms som små jämfört med utsläppen från motordriften. Kväveoxidutsläppen beräknas vara mindre än en tiondel jämfört med utsläppet från dagens motorer.

Utsläpp av växthusgaser från motorn domineras av den fossila koldioxiden. Bidragen från övriga gaser innebär en ökning på 10 - 20 % (som koldioxidekvivalenter) med största bidrag från kväveoxider och dikväveoxid, N₂O, men också med största osäkerhet om dikväveoxidens bidrag, då entydiga utsläppsdata saknas.

Utsläppen i hela kedjan domineras av motorns utsläpp, som ökas ca 15 % (koldioxidekvivalenter) genom utsläpp i de tidigare leden. Ökningen beror till allra största delen på ökade utsläpp av fossil koldioxid.

3.7 METANOL

Metanoldrift leder till väsentligt lägre hälsorisker jämfört med bensindrift. Används bioråvara uppfylls även globala mål. Metanol kan användas som vätebärare vid vätgasdrift och är således ett långsiktigt hållbart drivmedel.

Metanol är ett enhetligt bränsle utan innehåll av andra hälsoriskämnen. Metanols flyktighet är jämfört med bensin låg och utsläpp genom avdunstning i hanteringen motsvarande lägre. Dessutom har metanol låg potential för ozonbildning. Metanol är dock akut mycket giftigt för människa om den drickes och risken ligger i att den förväxlas med etanol (dricksprit). Hudkontakt innebär dock inte större hälsorisk än med bensin och inandning av metanolångor i de koncentrationer, som kan uppkomma i olika situationer för hanterare och användare, bedöms inte innebära någon hälsorisk, då de ligger långt under yrkeshygieniska gränsvärden.

Avgaserna från motordrift med metanol har formaldehyd och kväveoxider som enda betydande hälsoriskämnen. Övriga med bränsleorsprung är praktiskt taget helt eliminerade och sammantaget bedöms ozon- och cancerriskpotentialen till mindre än en femtedel av bensindriften. Även om bränslet för nuvarande FFV är en blandning av metanol och bensin (M85) är minskningen mer än en halvering. Kväveoxidbildningen är vid metanoldrift lägre genom lägre flamtemperatur, vilket är särskilt påtagligt i dieselmotorer (som inte har katalytisk NOx-reduktion). Mer än halverade NOx-utsläpp har uppmätts jämfört med diesellojdrift.

Utsläpp av hälsoriskämnen från de tidigare leden i kedjan är små både när produktionen sker från naturgas eller biomassa. Ökade utsläpp kan, i jämförelse med produktion av bensin och dieselloja, ske av kväveoxider. Vid användning i dieselmotor blir utsläppen dock sammantaget lägre men kan vara högre vid användning i ottomotor.

Växthusgasutsläppen från metanoldrivna motorer domineras av koldioxid och bidragen från övriga växthusgaser innebär blott 5 - 10 % ökning (koldioxid-ekvivalenter).

Utsläppen i de tidigare leden bedöms med fossil metanol medföra ökning med drygt 20 % och utgörs främst av koldioxid vid produktionen och metan vid gasutvinning och konvertering till metanol. Vid produktion från bioråvara är utsläppen högre främst genom tillkommande utsläpp vid odling och skörd av råvara orsakade av fossila drivmedel och gödningsmedel. Sammantaget är de dock inte mer än ca 25 % av växthusgaserna med fossil metanol. Jämfört med bensindrift är utsläppen drygt 20 % lägre med fossil metanol och 80 % lägre med bio-metanol.

3.8 DME

DME är ett gasformigt drivmedel som med väsentligt lägre hälsoeffekter kan användas i dieselmotorer med mindre ändringar. DME produceras på liknande sätt som metanol. Ökade kostnader för distribution av gasen uppvägs ej av lägre produktionskostnad.

DME (dimetyleter) kan liksom metanol vara ett enhetligt bränsle, bestående av en enda molekyl utan kol-bindningar, och är utan innehåll av riskämnen och har låg potential för ozonbildning. DME används bl.a. inom farmaceutisk industri som drivgas i sprayburkar och framställs från metanol. Som mer direkt från syntesgas framställt drivmedel kan DME innehålla några procent av metanol och vatten. Riskämnen i avgaser från motordrift kan vara formaldehyd och kväveoxider. DME är ännu inte omfattande undersökt som motorbränsle men preliminära resultat är att utsläppsnivåerna är låga. För kväveoxider är detta en följd av användning av lean burn-teknik.

Utsläpp i tidigare led är desamma som vid metanolproduktion.

3.9 ETANOL

Etanoldrift leder till väsentligt lägre hälsorisker jämfört med diesellojdrift. Används bioråvara uppfylls även globala mål. Etanol har använts som fordonsbränsle och bensinkomponent i USA, Brasilien samt i Sverige.

Etanol är ett enhetligt bränsle utan innehåll av andra riskämnen. Flyktigheten är låg (lägre än för metanol) och hälsoriskerna i hanteringen är inga vid sidan av tillgrepps- och missbruksrisken. Ozonbildningspotentialen är relativt låg men högre än för metanol.

Avgaser från motordrift med etanol innehåller som riskämnen främst acetaldehyd men också formaldehyd och eten. Kväveoxidutsläpp är lägre än för bensin- och diesellojdrift med störst skillnad (30 - 40 %) med dieselmotorer. Med katalytisk rening vid ottomotorer är skillnaden i NOx-utsläpp inte alltid mätbar. Sammantaget sker en betydande reduktion av ozonpotentialen, som till viss del kvarstår även vid användning av blandbränslen med bensin i FFV, och än större reduktion av cancerpotentialen kan noteras.

Utsläpp av hälsoriskämnen i de tidigare leden i kedjan bedöms som små och utgörs främst av NOx-utsläpp vid odling och skörd och från eldning av bio-bränslen vid konverteringen till etanol. Därvid finns också en viss osäkerhet ang. utsläpp av PAC, som nu inte kan bedömas. De ökade NOx-utsläppen kan till stor del upphäva reduktionen vid motordriften.

För bedömning av utsläpp av växthusgaser är grunden att etanolen är

framställd ur bio-råvara och koldioxiden ingår i kort kretslopp. Tillskottet från andra gaser från motordriften är lågt (<10 % som koldioxidekvivalenter) jämfört med koldioxiddelen om denna varit fossil. Tillskottet av växthusgaser från de tidigare leden är betydligt större och domineras av koldioxid från användningen av fossila gödningsmedel och drivmedel vid odling och transporter. Sammantaget ger detta växthusgasutsläpp, som utgör 30 - 50 % (koldioxidekvivalenter; ved- resp. träråvara) ökning av koldioxiddelen vid motordrift om den varit fossil. Härvid har förutsatts att alla bränslen i produktionssteget är biobränslen, då annat inte är av intresse och är uteslutet ur växthusgassynvinkel. Jämfört med dieseloljedrift är dock de samlade växthusgasutsläppen 75 - 60 % lägre.

SLUTSATS

Biogasdrift uppfyller de högst ställda kraven på lägsta utsläpp ur såväl globalt, regionalt som lokalt perspektiv. Liten tillgång.

Naturgasdrift (och DME) uppfyller högt ställda krav på låga hälsorisker inom regionala och lokala områden (tätorter).

Alkoholdrift har låga utsläpp med hänsyn till globala, regionala och lokala krav. Bioalkoholer har förutsättningar att bli ett allmänt tillgängligt långsiktigt hållbart drivmedel.

4 LAGFÖRESKRIFTER, REDUKTIONSMÅL

4.1 ALLMÄNT

Nuvarande gränsvärden är föremål för skärpning. Idag oreglerade utsläpp kommer att bli reglerade med nya krav. Gränsvärden innebär ej att nivåer under är ofarliga. På väg mot en 0-vision vad gäller utsläpp kommer detta förhållande att tydliggöras.

Till skydd för människors hälsa för påverkan genom föroreningar i uteluften finns för några ämnen (kolmonoxid, svaveldioxid, kvävedioxid, sot och partiklar) av Naturvårdsverket utarbetade gränsvärden, som inte får överskridas (takvärden) eller inte överskrida ett medelvärde under viss tid. Till skydd av växande grödor finns riktvärden för ozon rekommenderade och till skydd av mark och vatten har kritiska belastningsgränser för surt nedfall bestämts.

Utgående från mätningar i övervakningsprogram eller i särskilda studier har konsekvenserna av olika utsläpps effekter på hälsa och miljö beräknats. När de befunnits oacceptabla har mål för reduktioner ställts upp, ofta efter internationella förhandlingar då det rör sig om gränsöverskridande spridning.

Gällande gränsvärden för luftkvaliteten i svenska tätorter för skydd av hälsa framgår av *tabell 1*.

För svaveldioxid har sagts att ett vintermedelvärde på 10 µg/m³ bör gälla som gräns för att hålla vittring och korrosion i känsliga områden under kontroll.

För kvävedioxid har IMM föreslagit skärpning av 1-tim.gränsvärdet till 90 µg/m³ efter genomgång av effekternas konsekvenser i epidemiologiska undersökningar. För partiklar har IMM föreslagit nya gränsvärden mätta som PM₁₀ på 100 µg/m³ som dygnsmedelvärde och 20 µg/m³ som halvårsmedelvärde.

För ozon finns inget svenskt gränsvärde utan riktlinjer har tagits från de av WHO rekommenderade värden: 150-200 µg/m³ som högsta 1- timmesvärde och 100-120 µg/m³ som 8-h medelvärde. Inom EU har föreslagits riktvärde på 110 µg/m³ som 8-tim.medelvärde. Baserat på senare studier har dock IMM föreslagit 80 µg/m³ som högsta 1-timmesvärde men inget långtidsmedelvärde, då underlaget för att föreslå ett sådant är alltför ofullständigt.

Till skydd mot växtskador har föreslagits att halten av ozon skall underskrida

Tabell 1. Gällande gränsvärden för luftkvalitet i svenska tätorter för skydd av hälsa.

Ämne	Riktvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medelvärdestid	Anmärkning
Kolmonoxid	6000	8 timmar	98-percentil för vinterhalvår ¹
Kvävedioxid	110	1 timme	98-percentil för vinterhalvår
	75	1 dygn	---
	50	vinterhalvår	medelvärde
Svaveldioxid	200	1 timme	98-percentil för vinterhalvår
	100	1 dygn	---
	50	vinterhalvår	medelvärde
Sot	90	1 dygn	98-percentil för vinterhalvår
	40	vinterhalvår	medelvärde

1) baserad på glidande 8-timmarsmedelvärden

Tabell 2. Rekommenderade bedömningsgrunder för partiklar (TSP och PM_{10}).

Rekommenderad bedömningsgrund ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medelvärdestid	Anmärkning
110	1 dygn	98-percentil för halvår
50	halvår	medelvärde

kritiska haltnivåer på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under dagtid (9-16) under vegetations-säsongen (april-september) och $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 1-h medelvärde (takvärde $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Alternativt föreslås kritisk exponeringsdos som är tiden under dygnets ljusa timmer med halter över $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

För kolväten eller oxygenater finns inga riktvärden för luftkvalitet. IMM har dock för bensen angivit $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som lågriskvärde. IMM diskuterade tidigare riktvärden för formaldehyd på $12 - 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som långtidsvärde och $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som korttidsvärde. Inga riktvärden finns fastställda, men IMM:s inställning är fortfarande densamma. WHO:s kommande reviderade riktlinjer sägs innehålla rekommendation om högst $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ formaldehyd som 30 min. medelvärde och bör för långtidseffekter vara så lågt som möjligt och ej överskrida $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Som nationella miljömål finns följande beslutade i Riksdagen:

- År 2000 skall halterna av kolmonoxid, kvävedioxid, svaveldioxid, sot och partiklar underskrida Naturvårdsverkets gränsvärden. Utsläppen av cancerframkallande ämnen i tätorterna skall halveras till år 2005 och målet skall vara att komma långt under risknivån inom strålskyddet för yrkesverksamma.
- Minskning av svavelutsläppen med 80 % till år 2000 jämfört med 1980.
- Minskning av kväveoxidutsläppen med minst 30 % mellan år 1980 och 1995. (Målet modifierat till 50 % minskning år 2005). LRTAP-mål 30 % till 1998.
- Utsläppen av flyktiga organiska ämnen (VOC) bör minska med 50 % till år 2000 räknat från 1988 års nivå.
- De svenska koldioxidutsläppen skall i enlighet med klimatkonventionen stabiliseras år 2000 till 1990 års nivå och därefter minska. Sverige skall verka för samma mål för Västeuropa.

Med utgångspunkt från vad människor och natur kan tåla (om frågan överhuvud kan ställas så!) finns behov av större reduktioner och i MaTs-arbetet har

följande etappmål indikerats för år 2005 resp. 2020 för *reduktion* av utsläpp till luften.

	2005	2020
• kväveoxider	50 %	80 % (vägtrafik 85 %, sjöfart 80%)
• svaveldioxid	45 %	90 % (vägtrafik 85 %, sjöfart 90%)
• kolväten (VOC)	70 %	85 % (vägtrafik 90 %, sjöfart 50%)
• cancerämnen	50 %	90 %
• koldioxid	5 %	15 % (vägtrafik 20 %); år 2050 60 %

Måluppfyllelsen kan beskrivas som följer:

- Gränsvärdena för kolmonoxid, svaveldioxid och sot till skydd för hälsa i tätorterna klaras redan i dag medan det för kvävedioxid bedöms inte kunna nås i storstadsområden till år 2000 utan ytterligare åtgärder. Önskat gränsvärde mot korrosion och vittring har nåtts för svaveldioxid men halter av kvävedioxid och ozon är för höga.
- Utsläppen av svaveloxider har minskat så mycket att alla mål uppfylls och vägtrafikens mål för 2005 (MaTs) har redan nåtts.
- Utsläppen av kväveoxider kommer inte att minska tillräckligt för att nå målet år 2000, då minskningar inom vägtrafiken, trots volymökning, uppvägs av ökningarna från andra trafikslag. För vägtrafiken bedöms 50 % minskning till år 2000 kunna uppnås.
- Utsläppen av VOC bedöms inte kunna minska tillräckligt för att nå målet år 2000.
- Målet för reduktion av cancerriskämnen kan inte bedömas då emissionsinventeringarna är otillräckliga.
- Stabiliseringen av koldioxidutsläppen till år 2000 bedöms inte kunna nås utan ytterligare åtgärder och viss ökning från transportsektorn befaras i stället.

4.2 MILJÖ- OCH HÄLSOTILLSTÅND

Försämringstakten av miljö- och hälsofarliga utsläpp från trafiken har sjunkit. Dock kvarstår betydande problem även om hänsyn tas till ett antal planerade åtgärder (t ex lägre kväveoxidutsläpp, nya bilar, IT etc.). Frågan uppstår hur länge vi skall acceptera ökande andel allergier (barn särskilt utsatt grupp), luftvägsskador och cancerogena risker samt skador på grödor, byggnader och kulturella minnesmärken.

Kraven på en 0-vision vad gäller trafikutsläpp kommer närmare.

Nedfallet av sura gaser (svavel- och kväveoxider och syror) över Sverige, som

till närmare 90 % kommer utifrån, har minskat kraftigt för svavelföreningar (en tredjedel lägre än 1980), men för kväveföreningarna syns ännu ingen påtaglig minskning. Försurningsläget har därför inte förändrats nämnvärt och belastningarna för mark och vatten är flera gånger kritiska värden i större delen av landet (liksom i Europa). Mest utsatt är den sydvästra Götaland. Möjligtvis har kulmen nu nåtts och försämringen går långsammare än tidigare, men kvardröjande effekter gör att det tar tid innan förbättring av marksituationen sker.

Genom eldning av bränslen med lägre svavelhalter och bättre rökgasrening har utsläppen på kontinenten minskat och trenden fortgår, så att halvering av nedfallet kan nås till 2005. För kväveoxiderna, som till mer än 50 % kommer från trafiken, är den långsamma övergången till katalytisk kväveoxidreduktion på nya bilar i Europa) orsak till att ännu ingen vändning nedåt kan ses. Inom de kommande 5-10 åren bör detta dock ske.

Data från mätstationerna i övervakningsprogram visar att överskridanden av gränsvärden för kvävedioxid sker ofta i många tätorter, där trafiken står för närmare 80 % av NO_x-utsläppen. Det beräknades (1992) att ca 3 % av Sveriges befolkning exponeras för värden som alltför ofta överskrider 1-h gränsvärdet på 110 µg/m³. Det är framför allt boende/arbetande längs livligt trafikerade gator och vägar som är utsatta. Om gränsvärdet som IMM föreslagit skulle sänkas till 90 µg/m³, skulle andelen överexponerade öka till ca 15 %.

Ozonhalterna i luften under växtsäsongen överskrider kritiska värden i södra och mellersta Sverige med 50-70 % och något mindre i norra Sverige. Detta bedöms medföra årliga skador på jordbruksgrödor i miljardklassen och på flera miljarder genom långsammare skogstillväxt. Bakgrundshalterna av ozon i Sverige och Europa har under de senaste decennierna stadigt ökat, troligtvis till följd av de ökande kväveoxidutsläppen i Europa, inkl. Sverige. En stabilisering och därefter sakta minskning kan förväntas i framtiden. Responsen på minskade utsläpp är snabb.

Ozonvärdena under sommartid i södra Sverige överskrider värdet 120 µg/m³ mer än tio gånger så ofta som är önskvärt och överskridanden sker även i norra Sverige. Ozonbildningen kring tätorter är så hög att känsliga grupper som barn och astmatiker kan få problem (>80 µg/m³ enligt IMM).

När det gäller cancerogena ämnen är mätunderlagen för bristfälliga för att kvantitativa slutsatser om trender för deras halter i luften. Vissa minskningar bör dock ha skett, men det kan konstateras att bensenhalterna ligger över det lågriskvärde på 1,3 µg/m³ som IMM satt upp. För formaldehyd är mätningarna mycket ofullständiga men synes vara under antydda riktlinjer.

Halterna av växthusgaser i luften ökar fortfarande men under senare tid i långsammare takt. Orsaken är inte klar men kan bero på lägre naturliga utsläpp av koldioxid och metan som följd av (tillfällig) dämpning av jordens medeltemperatur. Av människan orsakade utsläpp fortsätter att öka. För Sveriges del dominerar den fossila koldioxiden helt och utsläppen har under lång tid minskat något och under senare år varit stabil men tenderar nu att öka

till följd av större trafik- och transportvolym. Den ökade bakgrundshalten av ozon inverkar också på förhöjd växthuseffekt.

Kemiska ämnens effekter i kroppen leder till konsekvenser ur hälsosynpunkt, som kan sammanfattas som följer.

- Risken för cancer orsakad av kemiska ämnen i förorenad tätortsluft är lika höga som för yrkesverksamma utsatta för strålning och bedöms som 10 - 100 gånger högre än vad som är acceptabel risk för allmänheten. Härav det uppställda långsiktsmålet på minst 90 % reduktion av cancerrisk-ämnena. Trafiken ger stort bidrag till många av dessa.
- Allergier/överkänslighet mot vissa ämnen ökar både i Sverige och Västeuropa; bl.a. har ca 2 miljoner svenskar eller har haft dessa sjukdomar, närmare 10 % lider av hösnuva, har upp mot 5 % av barnen astma, dör 400-500 personer årligen av astma, får personer med pollenallergi och astma i tätorter kraftigare och mer långdragna besvär.
- Exponering för fina partiklar har i epidemiologiska undersökningar visats ha samband med ökade luftvägssymtom, ökad inläggning på sjukhus och ökad dödlighet i hjärt-/kärlsjukdomar. Långtidsexponering kan leda till ökad frekvens och dödlighet i lungcancer, men underlaget är för litet för att kunna sätta ett lågriskgränsvärde.
- Det finns en tätortsfaktor för allergiska sjukdomar, vari trafikens utsläpp för förorening av tätortsluften är en delförklaring.

5 UTSLÄPPSPUNKTENS BETYDELSE

Det finns många långlivade ämnen som påverkar hälsan i tätorter som släpps ut från trafiken i stort sett överallt. Föreskrifter om speciella bränslen och fordon bör därför krävas för alla fordon.

Utsläppsstället spelar för olika effekter en roll för vilka konsekvenserna blir och beror på från vilken synvinkel ev. problem ses. Slutsatser som dras kan bero på vilken infallsvinkeln är.

Enighet råder om att det är egalt för förstärkningen av växthuseffekten var på jorden utsläppen sker. Detta är sant för de mest långlivade ämnena men inte helt betydelselöst för mer kortlivade, såsom ozon, som regionalt ger betydande bidrag till växthuseffekten.

Vad gäller försurande utsläpp, med konsekvenser för mark, vatten, korrosion, vittring, etc, är de gränsöverskridande. Det är då av mindre betydelse var utsläppen inom en region sker och omvänt gäller att begränsning av utsläpp i tätort, vilka befinner sig nödvändiga där av andra skäl, också får storregional betydelse. Härtill kommer att utsläpp av sura gaser (kväveoxider är viktigast vad gäller drivmedel) har hälsopåverkan och självfallet blir viktigast att

reducera där människorna finns. Kväveoxidreduktion är således lika angelägen både ur lokal och regional synvinkel även om utsläppen till stor del sker utanför tätorten.

Samma resonemang kan föras för ozonbildningen och konsekvenserna av denna. Ozonbildning sker över stora regioner och styrs då ofta av kväveoxidutsläppen men förstärks av utsläpp av organiska ämnen i tätorter (från motordrift och industrier) och märks då främst i områden i lä om dessa. I den centrala tätorten är ozonhalten vanligen lägre genom att ozon förbrukas genom snabb oxidation av kväveoxid, NO, med motordrift som främsta källa, och resultatet blir i stället högre halt kvävedioxid, NO₂, vilket inte behöver innebära en förbättring.

För utsläpp av speciella hälsovådliga ämnen av kortlivat slag såsom olefiner är självfallet utsläppen i själva tätorten viktigast, medan långlivade ämnen har inflytande på hälsa även om de släpps ut långt borta och transporteras långa vägar (även gränsöverskridande). Till dem hör, förutom ovannämnda ozon och sura gaser, PAC och fina partiklar för vilka lågriskgränsvärden inte finns utan varje exponering adderas som ökad risk.

Det finns således många ämnen som har inflytande på hälsopåverkan i tätorter som släpps ut stort sett överallt (i många fall övervägande utomlands) och oberoende av användningssätt för fordonen. Det är därför svårt att se föreskrift om speciella bränslen och av åtgärder på fordon, som bara har tillämplighet för användning i tätorten, utan samma slags åtgärder bör krävas för alla fordon.

6 TYPISKA UTSLÄPP FRÅN LÄTTA OCH TUNGA FORDON

Det är väsentligt att dels se till de skadliga utsläppen under praktiska driftsförhållanden dels se till potentialen till förbättringar med ny teknik. Utsläpp vid "kalkkörning", som är ett typiskt tätortsproblem, överstiger mångdubbelt certifierade glädjesiffror.

För att kunna bedöma skillnader i hälso- och miljöeffekter mellan olika drivmedel behöver utsläpp av ovan nämnda ämnen klarläggas från olika typer av motorer. Tabell 2 sammanställer data från provningar på motorlaboratorier med standardiserade körcykler, som används för certifieringar av motorer. I verkligheten är omgivningsförhållandena i genomsnitt annorlunda, t.ex. lägre temperatur, annat körmönster, och utsläppen blir högre. Detta får särskild effekt för flytande drivmedel i ottomotorer, där kall start och sen funktionsstart av katalytiska reningssystem är orsak till den helt dominerande delen av utsläppen.

Nya drivmedel används vanligen i ombyggda otto- och dieselmotorer, som inte är lika utvecklade och optimerade som de för befintliga drivmedel. Provningar har ofta omfattat bara ett fåtal fordon. Härtill kommer att variabiliteten är

stor mellan olika fordon och i än högre grad olika fabrikat och ibland även mellan motorlab. Jämförelser mellan olika drivmedel bör göras kritiskt och helt rättvisande jämförelser är omöjliga att nå. Givna data motsvarar dagens teknik men med viss korrigeringsnivå för olika utvecklingsnivå och bekräftar i de flesta fall skillnader, som kan förväntas mellan olika drivmedel. Det är dock nödvändigt att också diskutera potentialen till förbättringar med överblickbar ny teknik.

Tabellens värden bygger på prov med fordon som i de flesta fall är utrustade med någon form av katalytisk avgasrening, som när denna är i funktion ger god reduktion av oönskade ämnen. Skillnader mellan olika drivmedel kan synas liten om inte en noggrannare analys görs av vad utsläppen består av. I verkligheten sker start av fordonet vid mycket lägre temperatur och det tar tid innan katalysatorn börjar fungera, vilket för t.ex. lätta fordon med trevägs-katalysator tar flera minuter (2 - 5 min. vid 0°C och stora skillnader mellan olika bilmärken). Det är därför viktigt för bedömningen av olika drivmedel att ta hänsyn till utsläpp under start- och uppvärmningsfaserna och då förstoras skillnaderna mellan de olika drivmedlen.

Det finns olika sätt att väsentligt förkorta uppvärmningstiden men de fordras inte för att kunna uppfylla nuvarande avgaskrav och finns därför inte som standardutrustning på nya bilar. Användning av motorvärmare (el- eller bränsledrivna) ger god reduktion av utsläpp av kolmonoxid och organiska

Tabell 2. Typiska avgasdata

	CO	NOx	HC NMHCE	CH ₄	PM	PAC p. + s.	Bensen	Eten	Propen	Buta- dien	Form- aldehyd	Acet- aldehyd	Allmän toxiskt	RWE (ozon, CARB)	PWT (cancer CARB)	GHG	Försur- ning
	g/km	g/km	g/km	mg/km	g/km	µg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km					
LÄTT OTTO-	MOTOR	MED	3-VÄG	KATA	LYSA	TOR	FTP-	CYKEL									
BENSIN	1,5	0,15	0,1	25-50	0,01	1,5+5	2-5	5-8	3-5	0,5	1,5-3	1-1,5	0	0	0	0	0
PROPAN	0,9	0,2-0,4	0,15	30	0,005	6+?	1	6	2+		1,5	0,5+	0/+	+	0	0	0/+
NATURGAS	0,1-1	0,15-3	0,02-1	400	0,00	6+?	0,0	1	<1	0,0	0,5-4	0,05-2	++	++	0/+	0/+	0/+
Metanol - M85	0,8	0,1	0,1		0,005		1	1	<0,5	0,1	5-8	0,2	+	+	++*	0	0
Metanol - M100	0,6	0,1	0,05	15-30	0,00		0,0	0,0	0,0	0,0	16	0,0	+	++	++*	+	+
Etanol - E85	0,8	0,1	0,1		0,005		1	(<5)	(<5)	0,1	2	11	+	(+)	++*	0	0
LÄTT (DI)	DIESEL	MOTOR	MED	OXIDA-	TIONS-	KATA-	LYSA-	TOR	FTP-	CYKEL							
Diesellojla	0,2	0,6	0,07	5	0,07	18+28	1,5	5	1,5-5	0,25-1	5-20	2-7	--	-	-	0	--
Metanol - M100	0,1	0,15	0,08								5		+	++	+	++*	0
DME	0,03	0,15	0,03		0,005								+	+	+	++*	+
TUNG (DI)	DIESEL	MED	OXIDA-	TIONS-	KATA-	LYSA-	TOR	BUSS-	CYKEL								
Diesellojla	0,4	11-14	0,1		0,3	20+16	50	20	<5		16-140	11-85	0	0	0	0	0
Etanol - E90	0,2	6	0,2		0,03	21+16		10-80	1-11	20	10-15	60-80	+	0	--	++*	+
Metanol - M100		4			0,05						100		+	+	+	++*	+
DME	0,2	5									2-20		++	+	++*	+	+
TUNG	OTTO-	MOTOR	MED	OXIDA-	TIONS-	KATA-	LYSA-	TOR	BUSS-	CYKEL							
PROPAN	0,8	4	1		0,01								+	0	+	0	+
METAN - NG	0,1	3-4	0,04	1-2000	0,01	1+45		(<5)	(<5)		4-14	2	++	++	0	0	++
Bensin	100	6,4	2,3		0,02	30+?	150	240	<40	5	3		-	-	-	-	0

Förklaringar av beteckningar ges på nästa sida

* förutsätter biorävara

Förklaring av beteckningar i tabell 2.

CARB	California Air Resources Board
CH ₄	metan
CO	kolmonoxid
DI	direktinsprutad
DME	dimetyleter
E85	etanol (vattenfri) med 15 % bensin
E90	etanol (med något vatten) med tändförbättrare och denaturering
GHG	"greenhouse gases", d.v.s. summa växthusgaser med vägningstal
HC	samlingsbeteckning för alla olika kolväten
M85	metanol med 15 % bensin
M100	metanol utan inblandningar (annat än färg-, lukt-, smakämnen)
NG	naturgas
NMHCE	samlingsbeteckning för organiska ämnen utom metan, korrigerade för syreinnhållet till kolväteekvivalenter
PAC	polycykliska aromatiska föreningar, d.v.s. inte bara kolväten
PM	partiklar
PWT	"potency weighted toxics", d.v.s. summa cancerriskämnen (gaser) sammanvägda med CARBs vägningstal
RWE	"reactivity weighted emissions", d.v.s. summa ozonbildande organiska ämnen sammanvägda med CARBs vägningstal
0	bedömning lika med bensin resp. dieselolja
+	" bättre än " " "
++	" mycket bättre än
-	" sämre än
--	" avsevärt sämre än

ämnen och lägre bränsleförbrukning men har nackdelen att förbruka resurser på annat håll (elgenerering). I tätorter innebär användning dock klara vinster ur hälsosynpunkt med viss effekt (även vid kallstart sommartid) trots att liten förhöjning av NOx-utsläpp ofta kunde noteras (sannolikt beroende på att kalibreringen av bränsletillförseln inte är anpassad för uppvärmd start).

Annat sätt att minska kallstartutsläpp är att använda värmeackumulator, som lagrar avgasvärme i saltsmälta (smältpunkt vid ca 70-75°C) för frigörande när kylvattentemperaturen är lägre. Ett tredje sätt är att elektriskt (från batteri) värma katalysatorn vid eller strax före kall start så att den snabbt (10-tal sekunder) kommer i funktion. Ingentenda av sätten finns emellertid på marknaden (ett undantag för en bilmodell med värmeackumulator som extra utrustning) trots att god effekt för reduktion av oönskade avgaser finns väl dokumenterad.

7 DISKUSSION AV PÅVERKAN PÅ OLIKA UTSLÄPP OCH KONSEKVENSER

Vägen mot en 0-vision har inletts. Betalningsviljan för renare avgaser kommer att öka i takt med att kunskapen och insikten sprider sig. Bilåkandets positiva effekter bevaras genom att eliminera de skadliga effekter dvs hälso- och miljöfarliga avgaser.

7.1 NOLL-VISION

Det är uppenbart att utvecklingen av drivmedel och motorer ger möjligheter till minskning av konsekvenserna av trafikens utsläpp även om vägen mot en NOLL-VISION sträcker sig långt in på nästa sekel. Inte ens ren eldrift är utan utsläpp om det ingår värmekraft i systemet även om hälsokonsekvenserna i tätort kan förbättras något genom användning av elfordon i tillämpliga nischer. Bedömningen av alternativens möjligheter försvåras självfallet av att motorer och fordon inte är lika långt utvecklade som för de konventionella drivmedlen. Ändå måste deras framtida potentialer diskuteras. Bästa möjlighet till trafik med nollutsläpp och samtidigt bred användning ger bränslecell som energi-omvandlare/elgenerator ombord på fordonen.

7.2 METANGASDRIFT

Metangasdrift rekommenderas i tätort där gas finns om ökade kostnader kan accepteras.

Metangasdrift (naturgas, biogas) leder till närmast eliminering av alla hälso-konsekvenser orsakade av organiska ämnen (med naturgas innehållande etan, propan finns låga resthalter av eten, propen och formaldehyd) och av partiklar/PAC. Försurning, korrosion, vittring och hälsokonsekvenser av

kvävedioxid är kraftigt reducerade, då utsläppen från tunga metangasdrivna motorer (lean burn-version) kan vara mindre än 1/3 av bästa värden vid diesellojdrift. Med användning av stökiometrisk drift och trevägs-katalysator kan än lägre värden uppnås.

Metangasdrift av lätta fordon kan också uppvisa lägre NOx-utsläpp än vid bensindriften även om reduktionen inte är lika stor som för tunga motorer och är beroende av väl fungerande styrsystem för bränsletillförsel och optimering för gasdrift. Motsatt resultat kan annars erhållas, och bränsleförbrukningen (i energiekvivalenter) tenderar att öka.

Inflytandet av kall start på utsläppen är mycket litet, vilket är en stor fördel jämfört med dagens bensinmotorer. De relativt höga metanutsläppen från motorn är betydelselös ur hälsosynpunkt i tätorten och den indirekta verkan genom bidrag till höjda bakgrundshalter av ozon torde vara försumbar.

Metangasdrift bör rekommenderas för fordon i områden där gas finns om de ökade kostnaderna kan accepteras, men kraven på utrustningen måste ställas höga.

7.3 PROPANGASDRIFT

Propan kan ej få en bred användning i Sverige. Detta i kombination med att propan ej kan fasas över till bioråvarubas leder till att propangasdrift ej rekommenderas.

Propangasdrift kan på samma sätt som vid metandrift leda till eliminering av hälsokonsekvenser orsakade av bensen och partiklar/PAC och minskade konsekvenser av kväveoxid (tung motorer med optimerade system). Däremot kan utsläpp av olefiner (främst propen och eten) och form- och acetaldehyd vara nära lika som vid bensindriften, och konsekvenser för hälsa genom ozon och cancerriskämnen blir avsevärt större än vid metangasdrift.

Det synes svårt att motivera satsning på ett drivmedel som propan, som inte kan få bred allmän användning och därmed inte dedikerade fordon med optimerade system. Propan saknar möjlighet att kunna fasas över till bioråvarubas.

7.4 BENSINDRIFT

Upphandlingskrav för nya fordon bör ställas på säkrad "kalkkörning". Potentialen för reduktion av de totala skadliga hälsoutsläppen i Göteborg uppgår i storleksordningen 50 % för personbilar!!

Bensindriften har under lång tid utvecklats i takt med successivt skärpta krav på lägre utsläpp, men har ändå högre utsläpp av ämnen som är av betydelse för att bedöma konsekvenser för hälsa (cancerrisker, akuta risker) och miljö

(ozon) än flera alternativ. Reformulering av bensin (vartill oxygenater som komponenter är ett medel) för att minska dessa risker har påbörjats och har potential för storleksordningen 25 % reduktion. Bensins innehåll av PAH har på senare tid börjat uppmärksammas.

Acceptansen av bensinmotorn är emellertid helt beroende av katalytisk avgasrening och däri ligger svagheten för dagens system. De fungerar inte innan de blivit varma efter kallstart och därmed inte under stora delar av typiska körnönster i tätorter. System att påskynda uppvärmningen av motorn och helst eliminera kallstart eller påskynda starten av katalysatorfunktionen (bota symtomen) är nödvändiga för att möta framtida krav. Sådana system finns men marknadsförs inte (el- eller bränsle drivna motorvärmare möjligt undantag). Krav vid upphandling kan vara ett sätt att få ut systemen på marknaden.

7.5 DIESELÖLJEDRIFT

Sammantaget bedöms dieseloljedrift som sämre ur alla hälso- och miljökriteria. Dieselmotorns energieffektivitet kan fås med andra drivmedel.

Dieseloljedriftens främsta argument är något energieffektivare system men ur hälso- och miljösynpunkt är nackdelarna många. Karakteristiskt är höga utsläpp av kväveoxider, partiklar och PAC. Hela spektret av övriga riskämnen (bensen, olefiner, aldehyder) finns i utsläppen och kräver oxidationskatalysator för att närma sig acceptabla nivåer. För att klara dieseloljedriften har det varit nödvändigt att ha liberalare krav (Europa) för NOx och partiklar än för bensindrift! En fördel för dieseldriften är mindre inflytande av verkan av kallstart på utsläppen. Sammantaget bedöms dieseloljedrift som sämre ur alla hälso- och miljökriteria (akut hälsorisk, ozon, cancer, försurning).

Det bör påpekas att dieselmotorns energieffektivitet inte förutsätter dieselolja som drivmedel utan kan fås även med andra drivmedel.

Varken dieselolja eller bensin kan på effektivt sätt baseras på bioråvaror och har därigenom låg potential att kraftigt reducera konsekvenserna av växthusgaspåverkan.

7.6 ALKOHOLDRIFT

Alkoholdrift eliminerar utsläpp av bensen, PAC och partiklar. Kväveoxidutsläppen blir lägre och tillverkningen av alkoholer kan baseras på bioråvara. Kallstartsproblematiken bör lösas på samma sätt som för bensindrift. Samma alkohol skall kunna användas för person- och lastbilar.

Alkoholdrift (metanol, etanol) ger som för de gasformiga drivmedlen möjlighet att eliminera utsläpp av bensen, PAC och partiklar. Lägre bildning av NOx är karakteristiskt genom lägre flamtemperatur (orsakad bl.a. av alkoholernas

högre avdunstningsvärmen) med viss fördel för metanol. Mest typiska som hälsovådliga avgaskomponenter är aldehyder, nästan enbart formaldehyd med metanol, mest acetaldehyd men även formaldehyd med etanol. Utsläpp av olefiner (butadien, eten) är med metanol mycket låga, medan etanol ger visst utsläpp av eten. För acceptabla utsläppsnivåer av aldehyder krävs katalytisk rening.

Sammantaget ger drift med drivmedel med hög alkoholhalt som den praktiseras i dag lägre utsläpp med avgaserna av NO_x, som dock något motverkas av utsläpp i tillverkningsleden, och kraftigt reducerade risker förknippade med ozonbildning och canceruppkomst. Härtill kommer kraftigt reducerad växthusgaspåverkan genom möjligheten att basera tillverkningen på biogas.

Alkoholerna är relativt lågflyktiga, har hög flampunkt och självantändningstemperatur. Därav följer att kallstart av både otto- och dieselmotorer inte sker lika lätt som med bensin och dieselolja. I ottomotor har detta som en kompromiss lösts genom tillsats av bensin (eller andra kolväten eller etrar) med lämplig flyktighet. I dieselmotorn har antingen ämne med låg temperatur för självantändning (tändförbättrare) tillsatts till alkoholen eller glödstift monterats i motorn. Alkoholernas höga avdunstningsvärmen gör att tiden för motorns uppvärmning och katalysatorers funktionsstart tenderar att förlängas med försämring av avgasutsläppen vid låga drifttemperaturer som följd. Åtgärder för att påskynda uppvärmningsförlopp blir angelägna.

Bränslemodificeringar är inte den idealiska lösningen dels då avgasbilden försämras, dels då de innebär specialkvaliteter, som ökar antalet sådana på marknaden, vilket inte är önskvärt. Då det i utvecklingsarbeten finns flera möjliga lösningar på att både kunna kallstarta och köra på enbart alkohol, bör framtagningen av dessa påskyndas. Detta kommer dock inte att ske förrän en framtida marknad för alkoholer bedöms komma eller efterfrågan genom upphandlingar sker.

7.7 DME-DRIFT

Användningen av DME styr mot vissa fordonsflottor där DME av distributionsskäl kan göras tillgänglig. Låga utsläpp och biobaserad råvara kan tala för marknadsintroduktion samt att DME kan tillverkas av naturgas och därmed bli ett alternativ på en större marknad som komplement till dieselolja.

DME (dimetyleter) ger som övriga ovannämnda alternativ möjlighet att eliminera utsläpp av bensen, aromater, PAC och partiklar. För andra oreglerade riskämnen (olefiner, aldehyder) föreligger inga undersökningsresultat annat än indikation på lågt utsläpp av formaldehyd. Oxidationskatalysator förutses för att få låga halter av CO och oförbränt bränsle. Potentialerna för både cancer, akuta hälsoeffekter och ozonbildning måste bedömas som mycket låga och, med bioråvara, även konsekvensen av förstärkt växthusgaseffekt.

Dieselmotortekniken är den som är lämplig för DME genom dess naturligt goda tändvillighet (høgt cetantal) och samma eller högre verkningsgrad som vid diesellojdrift erhålles. DME har inte alkoholernas naturliga benägenhet till låg NOx-bildning men genom att avgasåterföring (EGR) problemfritt kan tillämpas kan låga NOx-utsläpp åstadkommas för uppfyllande, med god marginal, av närmast kommande kravnivåer (Euro 3 och 4). Dieselmotor-drivna lätta bilar kan med DME som drivmedel sannolikt uppfylla de kaliforniska ULEV-kraven. Som ottomotorbränsle är DME mindre lämpligt på grund av det låga oktantalet.

8 FÖRSLAG TILL RANGORDNING AV ALTERNATIV

En diskussion om rangordning av olika drivmedels/motoralternativ måste grundas på

- *vad man vet om läget för dagen*
- *utvecklingspotential*
- *möjligt genomslag för total förändring (nischbränsle eller allmän användning)*
- *vilken aspekt av hälso-/miljöproblematiken som anses viktigast*
- *kostnader, kostnadseffektivitet.*

Ser man enbart till *lokala hälso- och miljökonsekvenser erbjuder på kort sikt metangaser för tätortsfordon kvalitativt snabbaste väg till förbättringar* men genom begränsad tillgänglighet (och kanske även kostnader) blir den totala förändringen relativt liten. Utifrån kommande föroreningar av betydelse både för försurning och hälsoeffekter påverkas inte alls. Möjlig minskning av växthuspåverkan är ringa.

Alternativ eller kompletterande användning av *motoralkoholer (och ev. DME)* ger visserligen något mindre omedelbar kvalitativ förbättring men genom stor, i princip obegränsad tillgänglighet, bredare tillämpning och mindre kostsamt införande erhålles en *större total förändring. Utvecklingen kan leda till NOLL - utsläppsfordon genom alkoholer som vätebärare för bränsleceller.*

Minskning av växthuspåverkan har *potential att bli stor*, även om alkoholer till en början kan vara fossilbaserade, genom att råvarubasen är stor och distributionshindren små.

Det är dock viktigt att tekniken vidareutvecklas snabbt för att önskade konsekvenser skall kunna uppnås. *Det gäller*

- *stabil, tillförlitlig styrning av bränsletillförsel i fordon för gasbränslen (vilket är en svårare uppgift än med vätskeformiga)*
- *system för att eliminera/minska inflytandet av kallstart-fasen med de flytande drivmedlen*
- *utveckling av motorer för drift med enbart rena alkoholer*
- *för befintliga bensinfordon bör förbättrad bensinkvalitet efterfrågas (miljöklass 1 eller 0).*

ORD- OCH FÖRKORTNINGSFÖRKLARINGAR

air toxics	samlingsbeteckning på luftburna giftiga ämnen (definition i USA: bensen, 1,3-butadien, form- och acetaldehyd; i Sverige tillägges eten, propen)
aldehyd	förening med CHO-grupp; se oxidant
alkan	mättat kolväte med kolatomer i kedja; jf paraffin
alken	omättat kolväte med kolatomer i kedja; jf olefin
alkohol	förening med hydroxyl-grupp (-OH); namnet slutar på -ol
alkylat	kolväte med grenad kolkedja gjord av iso-butan och en olefin
allergen	ämne som orsakar allergi
Ames'test	prov med Salmonella-bakterier avseende mutationsförmåga
amylen	omättat kolväte med 5 kolatomer i kedja; synonym penten
aromat	kolväte innehållande bensenring
Avocet	handelsman (ICI) för en tändförbättrare av typen alkylnitrat
azeotrop	blandning av två ämnen som ej kan skiljas genom destillation
bensen	omättat (vätefattigt) kolväte med 6 kolatomer i ring
bio-alkohol	alkohol framställd av biomassaråvara
bio-eter	eter framställd med alkohol av biomassa-ursprung
cancerogen	cancerframkallande
CASH	<u>C</u> anada <u>A</u> merica <u>S</u> weden <u>H</u> ydrolysis
CHAP	<u>C</u> oncentrated <u>H</u> ydrochloric <u>A</u> cid <u>P</u> rocess
CNG	Compressed Natural Gas (komprimerad naturgas)
CO	kolmonoxid
Concawe	Oljeföretagens i Europa organisation för miljö-/hälsoskydd
dehydrera	ta bort väte från en kolväte-förening; motsats till hydrera
dehydratisera	ta bort vattenmolekyl från en förening
DIPE	di-iso-propyl-eter
EFOA	European Fuel Oxygenates Association
ETAE	etyl-tertiär-amyl-eter
ETBE	etyl-tertiär-butyl-eter
eter	förening med syrebrygga mellan två kolatomer; exempel: DIPE, ETBE, MTAE (TAME), ETAE, MTBE; se dessa beteckningar; framställes av alkohol och iso-olefinkolväte
Eurograde	bensin i Europa (RON 95) som är optimal i raffinaderi/motor
fasseparation	uppdelning av homogen vätska i två skilda skikt
fat	(eng. barrel) inom oljeindustrin använt volymmått = 159 liter
FCC	Fluid Catalytic Cracking; se krackning
Gasohol	I USA använt marknadsnamn för bensin med 10 vol-% etanol
genotoxisk	giftig för gener (arvsanlag, DNA)
haze	grumling eller slöja orsakad av finfördelat vatten i bensin
HC	samlingsbeteckning för alla kolväten i utsläpp
HHV	högre (kalorimetriskt) värmevärde innefattande vattenångas kondenseringsvärme
hydratisera	kemiskt anlagra vatten
isomerisera	omvandla kolväte med rak kolkedja till grenad kedja
KFB	Kommunikationsforskningsberedningen, f. d. TFB
krackning	nedbrytning av stora molekyler till mindre
LC ₅₀	koncentration av giftämne med 50 % dödlighet vid exponering

LD ₅₀	exponeringsdos med 50 % dödlighet för försöksdjur
LEV	Low Emission Vehicle
LHV	lägre (effektivt) värmeverde vid förbränning exkl. vattenångas kondenseringsvärme
LNG	Liquefied Natural Gas, d.v.s. förvätskad naturgas
LPG	Liquefied Petroleum Gas (propan och butaner)
MJ	Megajoule, miljon joule, energimått; 1 MJ = 0,239 kcal
MON	motor octane number, motoroktantal vid hög belastning
MTAE	metyl-tertiär-butyl-eter (skrives oftast TAME)
MTBE	metyl-tertiär-butyl-eter
mutagen	med förmåga att ge skada/förändring i arvsanlagen
mutation	skada/förändring av arvsanlagen
NOx	samlingsnamn för kväveoxid, NO, och kvävedioxid, NO ₂
oktantal	mått på förmåga att motstå spontan antändning (s k knackning) före gnistan vid förbränning i kolvmotor
olefin	omättat (vätefattigt) kolväte med kolatomer i kedja
oxidant	ämne med förmåga att oxidera jodid till jod; exempel är ozon, peroxider, aldehyder, kvävedioxid, organiska nitrater
oxygenat	ämne med kemiskt bundet syre, vanligen samlingsbeteckning för alkoholer och etrar
Oxinol™	handelsnamn för blandning bestående av metanol och TBA
ozon	se oxidant
PAH	polycykliska aromatiska kolväten; har flera bensenringar
PAC	polycykliska aromatiska föreningar, d v s inte bara kolväten
paraffin	mättat (väterikt) kolväte med kolatomer i kedja
partiklar	utsläpp mätt genom uppsamling på filter; bärare av PAC
penten	omättat kolväte med 5 kolatomer i kedja; äldre namn amylen
polybensin	fraktion erhållen genom polymerisation av propen och buten
ppm	parts per million, miljondelar
propen	omättat kolväte med 3 kolatomer i kedja
reformulering	förändring av sammansättning för att ge t ex bensin bättre egenskaper ur hälso- och miljösynpunkt
regierade utsläpp	- i lag begränsade utsläpp av CO, HC, NOx och partiklar
restolja	återstod efter avkokning av oljor vid (vakuum)destillation
RON	research octane number; research-oktantal vid lättare last; bland-RON = detta tal vid blandning av olika komponenter
RVP	Reid Vapor Pressure; ämnes ångtryck enligt standardmetod; bland-RVP motsvarande tal vid blandning med andra ämnen
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
SNG	Substitute Natural Gas, (syntetisk metan)
SNV	Statens Naturvårdsverk (i Sverige)
SSEU	Stiftelsen Svensk Etanolutveckling
TAME	se MTAE
TAAE	se ETAE
TBA	tertiär butylalkohol
TLEV	Transitional Low Emission Vehicle
ULEV	Ultra Low Emission Vehicle
US EPA	US Environmental Protection Agency

VOC volatile organic compounds, d.v.s. gasformiga kolväten och syre-
innehållande kemiska föreningar

växthusgas gas som i atmosfären absorberar värmestrålning från
jordytan och delvis reflekterar den tillbaka

ångkrackning krackning i närvaro av ånga för framställning av olefiner.

Miljö- och Hälsopotential¹⁾ - ALKOHOLER

	GLOBALT		REGIONALT		LOKALT 2)	
	Försurning	Ozon	Försurning	Ozon	Luftvägssjuk.	Cancer
<u>LÄTTA FORDON</u>						
• Låginblandning	+	0	+	+	+	+
• Stor skala 4)	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
<u>TUNGA FORDON</u>						
• Låginblandning 3)	+	0	0	0	0	+
• Kollektivtrafik	+	+	(+)	(+)	(+)	+
• Stor skala	+++++	+++++	+++++	+++	+++	+++++

Not. 1) Jämfört med bästa bensin och dieseloljepotential

Antal "+" innefattar total effekt

2) "Lokalt" utsättes för "Regional" påverkan som bl. a. markförsurning, korrosion, erosion

3) Omfattar låginblandning, blandbränslen - begränsade flottor

4) FFV och ren-alkoholfordon

Miljö- och Hälsopotential¹⁾ - BIO- + NATURGAS 4)

	GLOBALT	REGIONALT	LOKALT ²⁾
	Försurning	Ozon	Luftvägssjuk. Cancer
<u>LÄTTA FORDON</u>			
• Duo ³⁾	+	+	+
• Stor skala	+++	+++	+++
<u>TUNGA FORDON</u>			
• Kollektivtrafik	+	+	+
• Stor skala	+++	+++	++++

Not. 1) Jämfört med bästa bensin och dieseloljepotential

Antal "+" innefattar total effekt

2) "Lokalt" utsättes för "Regional" påverkan som bl. a. markförsurning, korrosion, erosion

3) Tvåbränslefordon (bensin/gas)

4) Begränsad tillgång/användning

Miljö- och Hälsopotential - ALKOHOLER

	GLOBALT	REGIONALT	LOKALT
	Försurning	Ozon	Luftvägssjuk. Cancer
<u>LÄTTA FORDON</u>			
• Låginblandning	+	0	+ + +
• Stor skala	+++++	+++++	+++++
<u>TUNGA FORDON</u>			
• Låginblandning	+	0	0 +
• Kollektivtrafik	+	(+)	(+)
• Stor skala	+++++	+++	+++

Not. Jämfört med bästa bensin och dieseloljepotential
Antal "+" innefattar total effekt