

# Knallerter

---

Samfunds- og  
miljøøkonomiske  
fordele og ulemper

---

DECEMBER, 2002



Journal nr.: 2002-1304-001

ISBN.: 87-7992-005-5

Udarbejdet af : Henrik Saxe

Rapporten udgives kun elektronisk.

©2002, Institut for Miljøvurdering

Henvendelse angående rapporten kan ske til:

Institut for Miljøvurdering

Linnésgade 18

1361 København K

Tlf.: 7226 5800

Fax: 7226 5839

e-mail: [imv@imv.dk](mailto:imv@imv.dk)

[www.imv.dk](http://www.imv.dk)

# Indholdsfortegnelse

<b>RESUMÉ</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INDLEDNING</b> .....	<b>7</b>
<b>2. FOR OG IMOD</b> .....	<b>9</b>
<b>3. LUFTFORURENING</b> .....	<b>10</b>
3.1. EMISSION FRA KNALLERTER .....	10
3.1.1. <i>Cost 319 og Artemis</i> .....	10
3.1.2. <i>Tallene bag forsidehistorien</i> .....	11
3.1.3. <i>Danmarks knallerter kører sammenlagt 0,5 % af bilernes årlige kilometer</i> .....	11
3.1.4. <i>Luftforurening vanskelig at opgøre</i> .....	12
3.1.5. <i>Store mængder kulbrinter</i> .....	12
3.1.6. <i>EU's regulering af trafikemissioner</i> .....	13
3.1.7. <i>Partikler fra knallerter, manglende data</i> .....	15
3.1.8. <i>Partikler fra knallerter, nyere data</i> .....	16
3.1.9. <i>Men hvad med knallerter?</i> .....	17
3.1.10. <i>Opsummering</i> .....	19
3.2. LUFTFORURENING PÅVIRKER MENNESKER.....	19
3.2.1. <i>Hvilke luftforureningskomponenter skader vores helbred, og hvordan?</i> .....	19
3.2.2. <i>Europæiske tal</i> .....	22
3.2.3. <i>Danske tal</i> .....	22
<b>4. PORTRÆT AF KNALLERTKØREREN</b> .....	<b>22</b>
4.1. HVOR GAMLE ER DE?.....	23
4.2. HVOR MEGET TJENER DE?.....	24
4.3. FORMÅL MED KØRSLEN .....	25
4.4. TURLÆNGDEN .....	27
4.5. HVOR KØRER KNALLERTERNE HENNE? .....	28
4.6. ADGANG TIL BIL .....	29
4.7. KVINDER OG MÆND.....	30
4.8. OPSUMMERING .....	31
<b>5. TRAFIKSIKKERHED OG FOLKESUNDHED</b> .....	<b>31</b>
5.1. TRAFIKSIKKERHED .....	31
5.2. FOLKESUNDHED .....	33
<b>6. AFGIFTER, REGISTRERING OG SYN</b> .....	<b>34</b>
6.1. AFGIFTER.....	34
6.1.1. <i>Registreringsafgift for knallerter</i> .....	35
6.1.2. <i>Grøn ejerafgift</i> .....	36
6.2. REGISTRERING AF KNALLERT-30 .....	37
6.3. TEKNIK, VEDLIGEHOLDELSE OG SYN .....	37
<b>7. MILJØ- OG SAMFUNDSØKONOMISK VURDERING</b> .....	<b>37</b>
7.1. VÆRDISÆTNING AF FØLGERNE AF TRAFIKUHOLD .....	38
7.2. VÆRDISÆTNING AF FØLGERNE KNALLERTERS LUFTFORURENING FOR FOLKESUNDHED .....	39
7.2.1. <i>Luftforurening</i> .....	39
7.3. AFGIFTER.....	40
<b>8. KONKLUSION</b> .....	<b>41</b>

## r e s u m é

Det gode ved en knallert er, at den er billig i anskaffelse og drift, og at den bidrager til mobiliteten i egne af Danmark, hvor der er ringe adgang til offentlig transport. Men forurening med kulbrinter og partikler er højere for knallerter end for (benzindrevne) biler. Desuden er knallerter forbundet med støj og med uforholdsmæssigt mange ulykker. Umiddelbart vil man måske tro, at det er ligegyldigt, da der er få knallerter i forhold til biler, og da de kører færre kilometer om året. Den foreliggende samfunds- og miljøøkonomiske analyse viser imidlertid, at problemerne er uforholdsmæssigt store.

I maj 2001 skrev det tyske tidsskrift *Öko-Test* en artikel om miljøproblemer forbundet med knallerter. Artiklen var den direkte årsag til, at knallerter året efter blev forsidestof i en række danske dagblade, og at der blev rejst en sag i Folketinget. Dette er medvirkende til, at Institut for Miljøvurdering har valgt at se nærmere på fordele og ulemper ved knallerter i Danmark.

Denne rapport om fordele og ulemper ved knallerter i Danmark kan opsummeres i syv pointer:

- **Knallerter kulbrinteemission er uforholdsmæssig stor.** Totaktsmotoren, der findes på de fleste knallerter, udgør forureningsmæssigt et særligt problem. Danmarks knallerter forurener tilsammen luften med kulbrinter lige så meget som 7% af hele Danmarks personbilpark, selvom de kun tegner sig for 0,5% af de kørte kilometer. Til gengæld forurener knallerter mindre end biler med kvælstofilter ( $\text{NO}_x$ ) og med kuldioxid ( $\text{CO}_2$ ). Disse regnes dog for mindre giftige for mennesker. Trods EU-direktivernes stadig stigende krav til køretøjers emission, vil knallerternes relativt store andel i luftforureningen fremover være omtrent uændret eller endog stigende, fordi motorteknikken og normerne for knallerter ikke følger med bilerne.
- **Knallerter emission af fine og ultrafine partikler kan vise sig problematisk.** Der mangler viden om partikelemission fra knallerter. En knallerter partikelemission anslås vægtmæssigt at svare til emissionen fra en dieselpersonbil. Tilsvarende er det estimeret, at knallerter er ansvarlige for ca. 1% af samtlige dieselkøretøjers partikelemission i byerne. Emission kan dog ikke umiddelbart oversættes til koncentration i luften. Der er desuden stor usikkerhed om, hvordan giftigheden af partikler afhænger af størrelse og fysisk-kemiske egenskaber, men en del af partiklerne i knallerter udstødning skønnes at høre til blandt de problematiske partikler. De sundhedsmæssige konsekvenser kan endnu ikke beregnes præcist, men der er god grund til at være agtpågivende. Hverken katalysator eller ny direct-injection teknologi garanterer, at vi slipper af med den mest kritiske del af partikelemissionen fra knallerter, selvom kulbrinteemissionen vil blive væsentligt reduceret. Massen af partikler vil falde med ny teknologi, men antallet af partikler vil sandsynligvis ikke falde i samme grad. Valg af den bedste type smøreolie kan reducere

såvel mængden af partikler fra knallerter, som antallet af forskellige organiske stoffer, der er adsorberet til partiklerne, samt partiklernes kræftfremkaldende evne.

- **Knallerterens benzinformbrug er større** end man skulle tro, taget i betragtning at knallertens egenvægt er langt mindre end for en bil. Hvis det indregnes, at personbiler i snit transporterer 1,6 personer og knallerten kun 1 person, bruger knallerter næsten ligeså meget brændstof som moderne økonomiske biler til det udførte (person)transportarbejde.
- **Knallerter er et væsentligt problem for trafikikkerheden.** Det er 75 gange farligere pr. kørt kilometer at køre Knallert-30 end at køre i bil, og 50 gange farligere at køre knallert-45 (og motorcykel). At være fodgænger eller cyklist er 'kun' 6 gange farligere pr. kilometer end at være bilist. Sikkerhedsmæssigt er det derfor en fordel at stige om til cykel eller bil. En del af risikoen kan dog være forbundet med føreren foruden med køretøjet. I absolutte tal er antallet af personskader i forbindelse med knallert-30 steget gennem de senere år, og ligger nu på det højeste niveau i 10 år. I 2001 var der ved ulykker med knallert-45 og knallert-30 i alt 43 dræbte, 696 alvorligt tilskadede og 573 lettere tilskadede.
- **Knallertejeren / familien tilhører ikke de laveste indkomstgrupper.** Knallert-30 er teenagerens køretøj, der hyppigt anvendes til kørsel til og fra arbejde og uddannelsessted, men oftest på småture, hvor cyklen kunne erstatte knallerten. Teenageren tilhører som enkeltperson lavindkomstgruppen, mens hans husstand tilhører mellemindkomstgruppen. Knallert-45 derimod er den relativt velhavende (400-500.000 kr./år.) families motorkøretøj nummer to, når der ikke er råd til at anskaffe to biler. Det er oftest kvinden, der benytter den til arbejde i områder, hvor der er ringe adgang til offentlig transport, og hvor afstandene gør cyklen ubekvem. De fleste knallertejere har adgang til bil og anvender den regelmæssigt.
- **Knallerten er hverken belagt med registrerings- eller grøn ejerafgift.** Afgifter, registrering og regelmæssige syn af motorkøretøjer medvirker til at regulere miljø- og trafikikkerhed. Afgifterne kan desuden ses som et bidrag til de omkostninger, de pågældende køretøjer koster samfundet i form af udbygning og vedligeholdelse af vejanlæg, konsekvenser af trafikulykker, samt luftforurening. Et rimelighedsargument i forhold til andre private køretøjer taler for, at også knallerter skal pålægges registreringsafgift (i al fald knallert-45) og regelmæssige syn, og at der indføres registreringspligt for knallert-30 og grøn ejerafgift for alle knallerter. Det er vurderet, at brugerne eller deres husstand typisk har en indkomst, der at knallerter pålægges afgifter. Ved en rimelighedsbetragtning kan man sige, at staten mister afgifter til en værdi af omkring 150 millioner kroner årlig. Dette tal fremkommer, hvis man ud fra en rimelighedsbetragtning vælger at pålægge nye knallert-45 en registreringsafgift på linie med motorcykler, og alle knallerter pålægges en grøn ejerafgift på 500 kr. om året med sigte på at bedre luftkvaliteten i byerne.

- **Samfunds- og miljøøkonomisk estimeres knallerter at koste Danmark 1,3 mia. kroner om året.** Tallet dækker over de samlede omkostninger forbundet med trafikuheld (ca. 1 mia. kroner/år) og luftforureningens helbredsvirkninger (ca. 280 mio. kroner). Det svarer til 8.000 kroner pr. knallert pr. år. Luftforureningens skadevirkning afhænger formentlig af hvor mange og hvilke typer partikler knallerter udsender, og hvor skadelig kulbrinte- og partikelforureningen viser sig at være i forhold til den øvrige luftforurening. Sådanne data foreligger endnu kun sparsomt for knallerter.

## A b s t r a c t

The advantages of mopeds include that they are inexpensive in acquisition and maintenance, and that they provide important mobility in remote areas with little access to public transportation. But mopeds pollute the atmosphere with hydrocarbons and particles and more so than cars. Since mopeds in Denmark are far outnumbered by cars and each run fewer kilometres every year the problem tends to be neglected. However, the present analyses show that environmental and traffic safety problems with mopeds should not be ignored.

In May 2001 the German magazine *Öko-Test* wrote an article on environmental problems associated with mopeds. This article resulted in front page headlines in Danish newspapers, and a subsequent debate in Parliament. It also motivated the Environmental Assessment Institute to study the benefits and costs of mopeds in Denmark.

This report on benefits and costs of mopeds in Denmark may be summarised by making seven points:

- ***The hydrocarbon air pollution from mopeds is exceedingly high.*** The two-stroke engine, common for nearly all mopeds, presents a particular problem in regards to air pollution. The combined number of Danish mopeds pollutes the air as much as 7% of all passenger cars, though they annually cover only 0.5% of the road distance. Mopeds on the other hand pollute less with oxides of nitrogen (NO<sub>x</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). These are less toxic to humans. In spite of ever improving EU directives on vehicle emissions, mopeds are set to retain their high share of the total emission from traffic, because legislation and technology continues to lag behind those of cars.
- ***The emission of fine and ultra-fine particles from mopeds could be a serious problem.*** There is a gap in knowledge on this subject. Particle emission from mopeds have been tentatively estimated to equate (on a weight basis) the exhaust from a diesel passenger car. The limited data indicates that particle emission from mopeds equals approx. 1% of the emission from all diesel vehicles in cities. Emission does not directly translate into atmospheric concentration of particles. There are large uncertainties regarding how the toxicity of particles depends upon particle size and physiochemical characteristics. In this respect a fraction of the particles in moped exhaust are suspected to be among the most dangerous. Though the consequences to our health cannot yet be calculated with any precision, there are good reasons to be cautious. While hydrocarbons will be reduced significantly by the use of new technology, neither catalysts nor direct-injection technology can guarantee removal of the most critical fraction of particles from the moped exhaust. The weight of particles will be reduced by this new technology, but the number may not be affected to the same degree. Choosing the highest quality lubricant oil, however, will

reduce the number of exhaust particles and the number of toxic organic substances that adsorb to the particles and induce cancer.

- **Gasoline consumption is disproportional.** Considering the low weight of mopeds compared to cars their gasoline consumption is surprisingly high. Knowing that the average passenger car carries 1.6 people and a moped only 1, most mopeds use nearly as much fuel per kilometre and people transported as modern passenger cars.
- **Mopeds are hazardous in relation to traffic safety.** The risk of being involved in a serious traffic accident when riding a moped-30 is 75 times higher than when driving a car, while a moped-45 (like motorcycling) is 50 times more dangerous than a car. In comparison, pedestrians or a cyclists are 'only' 6 times more at risk per travelled kilometre than driving a car. If traffic safety is the only concern it is recommended to go by car or bicycle rather than by moped. Part of the risk, however, rests with the driver besides with the vehicle. In absolute numbers injuries with moped-30 have risen in recent years, and are now at the highest level in 10 years. In 2001 traffic accidents with moped-45 and moped-30 took 43 lives, 696 people were seriously injured and 573 were lightly injured.
- **Moped owners or their families do not belong to the lowest income brackets.** Moped-30 is the preferred motor vehicle of teenagers for driving to work or school, but most frequently for short drives, equally suitable for bicycles. The teenager as an individual belongs to the lowest income bracket, but his family typically belongs to the middle income bracket. Moped-45 on the other hand belongs in the relatively wealthy (400-500.000 DKK/year) family as the second motor vehicle, when two cars cannot be afforded. Typically, it is the wife who takes the moped-45 to work, where there is little access to public transportation and long distances to be covered, longer than a bicycle can accommodate. Most moped owners have access to a car and use it regularly.
- **Mopeds are neither imposed registration nor green owner's taxes.** Taxes, registration and regular inspection of motor vehicles collectively contribute to environmental improvement and traffic safety. Vehicle taxes may also be viewed as compensation for the cost motor vehicles put on society in terms of the need for improvement and maintenance of roads, consequences of traffic accidents, and air pollution. As an argument of fairness in comparison with other motor vehicles mopeds could be imposed taxes as motorcycles (at least moped-45). Moped-30 ought to be registered, and both moped types could be inspected regularly, and their owners could pay a green owner's tax with the purpose of improving the atmospheric environment. It is estimated that the drivers or their family can afford to pay vehicle taxes. The potential taxes currently add up to an annual revenue of approx. 150 million Dkr (€ 20 million) if future moped-45 owners pay registration tax, and all moped owners pay 500 Dkr/year in green owners tax.



- ***An economic estimate indicates that mopeds cost the Danish society 1.3 billion DKr (€ 170 million) a year*** in combined expenses associated with traffic accidents (1 billion DKr) and effects of air pollution on human health (280 million DKr). This equals 8.000 DKr (€ 1,070) per moped per year. The damage by air pollution probably depends on the number and type of particles in moped exhaust, and the toxicity of the emitted hydrocarbons and particles, compared to other traffic related air pollutants. Moped data on these subjects are scarce.

## 1. Indledning

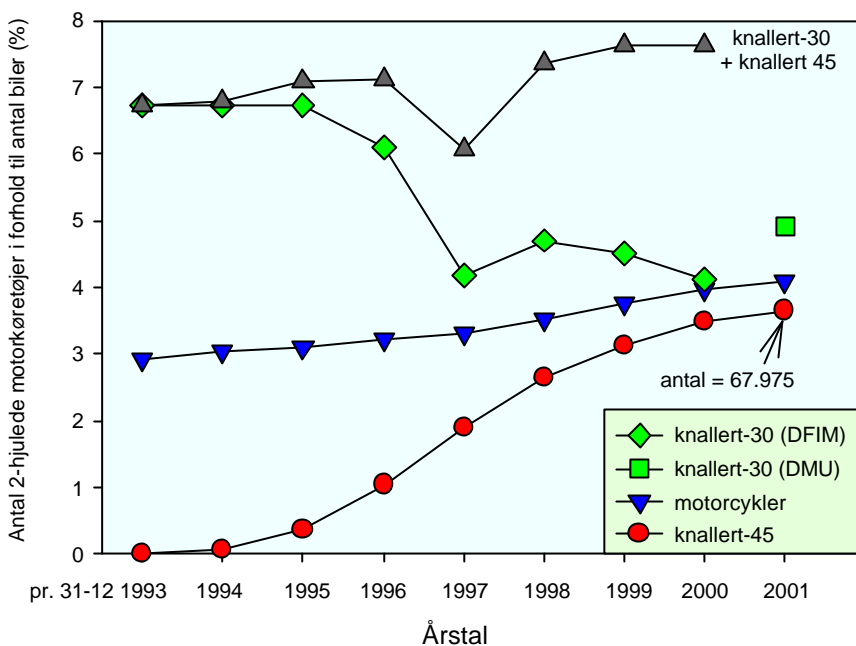
Da industrialiseringen efter 2. Verdenskrig for alvor tog fart, opstod der et stort behov for transportmuligheder til og fra arbejdspladsen. Her til lands var to danske virksomheder (BFC og Diesella) så tidligt som 1950 og 1951 fremme med en løsning, der blev betragtet som en "cykel med påhængsmotor" (Kjær 1999).

Der var i virkeligheden tale om letvægtsmotorcykler, hvor der blev stillet særlige sikkerhedsmæssige krav. Men allerede i 1953 blev der lovgivet for cykler med hjælpemotor, der ikke kunne køre stærkere end 30 km/t. Dermed blev knallerten frigjort fra lovgivningen om motorkøretøjer. Når blot man er fyldt 16 år, må man køre knallert uden kørekort og nummerplade. Der kræves dog et såkaldt knallertkørekort for unge mellem 16 år og 18 år, der ønsker at føre knallert som kører maksimalt 30 km/t. 80 danske fabrikker byggede fra 1949 og en snes år frem mere end to millioner knallerter. Knallerten afspejler en speciel kultur, som dog på ingen måde kun er dansk kultur.

Næste kapitel i historien om knallerter i Danmark startede med et EU-direktiv fra 1992, hvor vi blev pålagt at hæve den danske fartgrænse for knallerter til 45 km/t. Dette blev gennemført ved lov nr. 98 af 9. februar 1994. I Færdselslovens §2 defineres en knallert i dag som et *'to eller trehjulet køretøj med en forbrændingsmotor med en slagvolumen på ikke over 50 cm<sup>3</sup> eller elmotor og med en konstruktiv bestemt maksimal hastighed på højst 45 km/t.'* I medfør af Færdselslovens § 43 a, er fastsat bestemmelser, hvor der skelnes mellem registreringspligtig knallert (45 km/t) og ikke-registreringspligtig knallert (30 km/t). Til knallerter som må køre op til 45 km i timen, skal føreren have kørekort til bil eller motorcykel. Knallert-45 går også under betegnelsen EU-scootere.

Fra loven om knallert-45 blev vedtaget og til i dag, er antallet af disse køretøjer steget efter en S-formet kurve, der kunne antyde, at markedet for denne type køretøj er ved at være mættet (Figur 1). Det er bemærkelsesværdigt, at antallet af knallert-30 er faldet i nogenlunde samme takt som stigningen i knallert-45. Om dette skyldes at knallert-30-ejere har udskiftet deres køretøj med en knallert-45 vides dog ikke. Danmarks Statistik oplyser, at der pr. 1. januar 2002 var indregistreret 67.975 knallert-45 i Danmark (Danmarks Statistik 2002b). På samme tidspunkt var der 1.872.631 personbiler, 343.450 varebiler, 78.390 motorcykler og 64.083 andre motorkøretøjer indregistreret i Danmark. Antallet af knallert-45 er altså kun 4% af antallet af personbiler, mens antallet af knallert-30 er lidt højere (figur 1). Vi cykler i dag mindre, og køber flere knallerter, motorcykler og biler (Danmarks Statistik 2001; Danmarks Statistik og Trafikministeriet 2001)

Antallet af knallert-30 i perioden 1993-2000 er opgjort på baggrund af oplysninger fra DFIM (Dansk Forening for International Motorkøretøjsforsikring), der administrerer dækning af



Figur 1. Antal tohjulede motorkøretøjer i Danmark relativt til antal biler. Antal motorcykler og knallert-45 er taget fra Statistisk Tiårsoversigt 2001 og Transport 2002:14 fra Danmarks Statistik. Morten Winther (DMU) anslår, at der findes 160.000 knallert-erter i Danmark, hvoraf antal af knallert-30 kan beregnes til ca. 92.000. Mere præcise tal for knallert-30 er beregnet vha forsikringselskaberne's indberetning af knallert-30+45 til DFIM, der administrerer en erstatningsfond vedr. uforsikrede skader.

skader, forvoldt af uforsikrede og ukendte, via en puljeordning som forsikringselskaberne indbetaler til i forhold til det antal køretøjer af forskellig type, de har tegnet policer for. Da der er lovpligtig ansvarsforsikring på knallert-30, optræder disse køretøjer i DFIM's opgørelser, der dog p.t. kun strækker sig frem til år 2000.

En aktuell opgørelse vi har foretaget ved at kontakte 10 store forsikringselskaber viser, at der i dag er over 80.000 knallert-30 med lovpligtige ansvarsforsikringer, hvilket underbygger DMU's antagelse for 2001, at der var ca. 160.000 knallert-erter af begge typer tilsammen (figur 1). Det kan heraf beregnes, at der i øjeblikket er ca. 90.000 knallert-30.

Pr. 31-8-2002 var der ifølge danske importører i indeværende år solgt 3.882 knallert-45 og 6.500 knallert-30. Nyere tal antyder således, at det relative salg af knallert-30 atter er i fremgang.

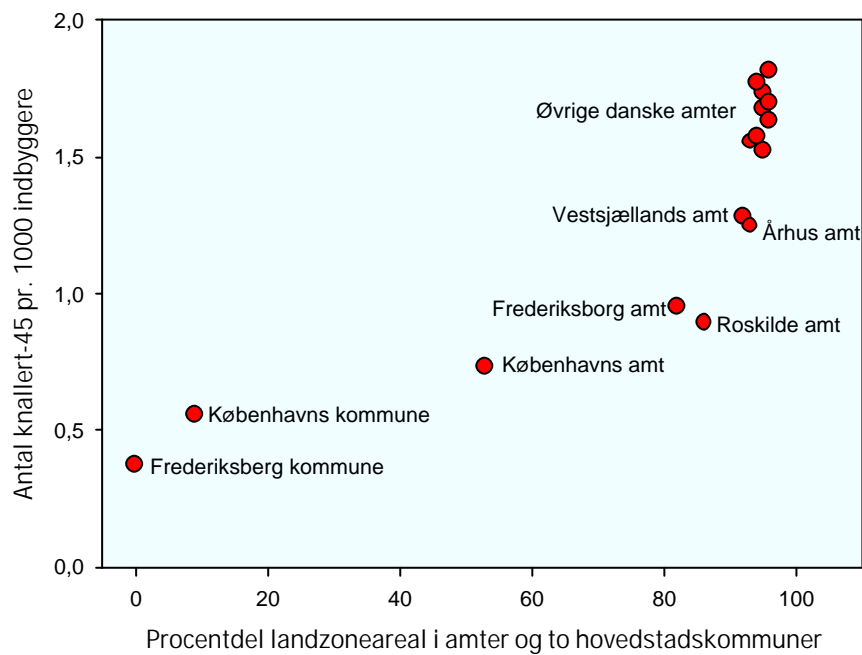
I maj 2001 skrev det tyske tidsskrift *Öko-Test* en artikel om miljøproblemer forbundet med knallert-erter (Assenmacher 2001). Artiklen blev opdaget af danske journalister et år senere, knallert-45 blev forsidestof i en række danske dagblade, og der blev rejst en sag i Folketinget. Dette var medvirkende til, at Institut for Miljøvurdering valgte at se nærmere på knallert-erter.

Det er en tanke værd, at trehjulede knallert-erter med lovgivningen fra 1994 blev tilladte for andre end handicappede. Hvis biler i Danmark fortsat pålægges den nuværende meget høje registreringsafgift, er det et muligt scenario, at stadig flere danskere finder på at anskaffe sig trehjulede knallert-45 med kabine. Denne type køretøjer er populære i andre lande, og er netop nu ved at dukke op i bybilledet herhjemme. Skulle et sådant køretøj fortrænge blot en mindre del af bilparken i danske byer, får vi en forøger kulbrinte- og partikulær forurening og en højere

ulykkesfrekvens (hvis den svarer til 2-hjulede knallert-45). 'TNT-ekspres' prøvekører p.t. en knallert-45-baseret 'kabinescooter' (førerkabine og lastrum) til uddeling af pakker. Køretøj er fri for afgifter, på trods af at det målt på flere stoffer er mere forurenende end en benzindreven bil.

## 2. For og imod

Denne rapport rummer en statistisk analyse af en række forhold omkring knallerter i Danmark. Dette særlige køretøj indebærer nogle få men væsentlige goder. Blandt goderne kan nævnes, at knallerter sammenlignet med andre motorkøretøjer er billige i anskaffelse (10-25.000 kr.) og drift, og hvad angår knallert-45 fylder den mindre, er mere smidig end biler i tæt bytrafik, og er nem at parkere. Man må tro, at mange har god brug af knallerten som dagligt transportmiddel, fordi der sælges flere i de tyndt befolkede amter, hvor der er ringere adgang til offentlig transport end i bykommuner som fx Københavns kommune (Figur 2).



Figur 2. Antal knallert-45 pr. 1000 indbyggere i forhold til procent landzone i landets amter og to hovedstadskommuner, København og Frederiksberg.

Figur 2 viser samtidig, at det er mere almindeligt at have knallert-45 i Vestdanmark end i Østdanmark. Knallerter bruger noget mindre benzin end biler, dog ikke så meget mindre, som man skulle tro. Og så er det jo nok sådan, at mange knallertkørere simpelthen synes den er sjov at køre omkring på, især på en sommerdag eller en lun sommeraften (Assenmacher 2001).

Men der er også en række samfundsmæssige problemer forbundet med knallerter (både knallert-30 og knallert-45). For det første forurener knallerter langt mere end biler hvad angår kulbrinter og partikler (men ikke  $\text{CO}_2$  og  $\text{NO}_x$ ). De er langt mindre trafiksikre end biler og cykler,

og mange vil sige, at de er i vejen for den øvrige trafik, i al fald når man kommer udenfor tæt bytrafik, hvor de på lovlig vis har vanskeligt ved at følge med. Knallerter indbringer hverken registreringsafgift eller grøn ejerafgift til staten som kompensation for ulemperne.

### 3. Luftforurening

#### 3.1. Emission fra knallerter

I erkendelse af at det nationale og internationale datagrundlag er sparsomt, vil vi i dette afsnit se nærmere på den luftforurening, der kommer fra knallerter, og sætte den i relation til andre motorkøretøjer anvendt til persontransport.

##### 3.1.1. Cost 319 og Artemis

Det omfattende COST 319 projekt '*Estimation of pollutant emissions from transport*' bekræfter med tal fra det hollandske TNO (institut for anvendt forskning), hvad man har vidst siden 1970'erne, at tohjulede motorkøretøjer sammenlagt bidrager betydeligt til mængden af visse komponenter af luftforurening fra trafikken (Rijkeboer 1997). Dette skyldes ikke mindst, at totaktsmotorer udsender store mængder uforbrændte kulbrinter, og at selv firetaktsmodellerne er mere forurenende med kulbrinter end biler. Knallerter har i dag oftest totaktsmotorer. Der er stor forskel på emissionen fra forskellige modeller, og der findes kun et meget begrænset antal målinger. Rijkeboer (1997) giver i nedenstående tabel en oversigt over de relativt få målinger af knallertemission man kendte til for 5 år siden. Der blev dengang ikke målt partikler.

**Tabel 1.** Emissionsværdier målt i tre måleprogrammer for knallerter (CORINAIR, BUWAL, TNO) som opfylder pre-ECE normer, ECE47 normer fra 1981, Schweiziske FAV4 normer (med katalysator) fra 1988 og nye, neddroslede knallerter målt af TNO, hvilket anses for nogle af de bedste tal fra virkelighedens verden vedrørende de knallerter som kører i dag. Benzinforbrug er omregnet med en massefylde på 0,705 g/l.

	CORINAIR		BUWAL		TNO
	Pre-ECE	ECE47	ECE47	FAV4	Ændrede
Km/l	39,2	39,2	44,1–54,2	64,1	23,5 - 35,3
HC	10	8	9,3	5,2	10,9 - 19,3
CO	6	5	3,9	1,6	6,2 - 11,5
NO <sub>x</sub>	0,05	0,05	<0,01	<0,01	0,03

Det fremgår af tabel 1, at nye knallerter, der er ændrede (droslet ned), så de ikke kan køre så hurtigt, som de faktisk er bygget til, forurener ligeså meget som gamle knallerter. Og som vi skal se senere, så er der *danske* tal som tyder på, at en del af de nye knallerter efterfølgende er tunede, så de kører for hurtigt ifølge loven. Der kendes ikke målinger for hvordan *denne* ændring påvirker emissionen.

I et igangværende EU-projekt der har til formål at måle trafikemission (Artemis 2002) meddeler Dr. Elst,<sup>1</sup> der er ansvarlig for projektets arbejde med tohjulede motorkøretøjer, at der måles på sammenlagt 90 tohjulede køretøjer, men at ingen af dem er knallerter (slagvolumen < 50 cm<sup>3</sup>).

### 3.1.2. Tallene bag forsidehistorien

Tidsskriftet *Öko-Test* fik i 2001 TÜV (Technischer Überwachungs-Verein, bl.a. bilprøvning) i Essen til at måle benzinforbrug og emission fra fire knallerter ( $\leq 50$  cm<sup>3</sup>) af vidt forskellig type blandt de mest solgte i Tyskland (Assenmacher 2001). En moderne totakter med indsprøjtning-motor (Aprilia SR 50 DITECH Sport), en firetakter (Piaggio ZIP II 4T 50), en totakter med katalysator (Yamaha Slider 50 SR), og en gammel totakter fra 1950'erne (Vespa ET 2 50). I tabel 2 sammenstilles TÜV's testdata for de fire knallerter med tal fra DMU for den gennemsnitlige emission fra en ældre knallert-30, en nyere knallert-45, og en bil som opfylder Euro 3<sup>2</sup> normen. Tabel 2 er tilføjet fabrikanternes emissionstal for to af de mindst forurenende biler, Opel Corsa Eco og VW Lupo TDI 3L. Det skal bemærkes, at man ikke uden videre kan sammenligne tallene, fordi måleomstændighederne er forskellige, hvilket kan påvirke resultaterne en del.

**Tabel 2.** Luftforurening fra fire knallert-45 modeller<sup>1</sup>, 2002-tal for ældre knallert-30 og nyere knallert-45 uden koldstart<sup>2</sup>, samt en 2002-bil (EURO3) vægtes for kørsel i by, land og motorvej uden/med koldstart<sup>2</sup>, en typisk bil<sup>3</sup> (ny, jævn kørsel, varm motor) uden og med katalysator, og de rene biler med benzin- (Opel) og dieselmotor (VW)<sup>4</sup>. Bemærk kulbrinte-forureningen (HC).

Forbrug & Emission	Aprilia SR 50	Piaggio ZIP II	Yamaha 50 SR	Vespa ET 250	2002 knallert-30	2002 knallert-45	2002-bil u/m koldst.	Typisk bil +/- kataly.	Opel Eco Corsa	VW 3L Lupo
Km / liter	42,9	37,6	29,9	30,1	29,2	29,2	12,46	12-14	20,4	33,3
CO <sub>2</sub> , g/km	45,16	45,90	51,20	32,00	-	-	-	165/170	118	81
CO, g/km	2,979	8,952	12,639	13,505	15	7,5	0,88/3,81	15/5	0,418	0,202
HC, g/km	1,845	1,159	2,856	8,275	9,00	4,05	0,01/0,17	2,0/0,6	0,066	0,022
NO <sub>x</sub> , g/km	0,503	0,397	0,056	0,165	0,03	0,03	0,07/0,11	2,5/0,5	0,022	0,220

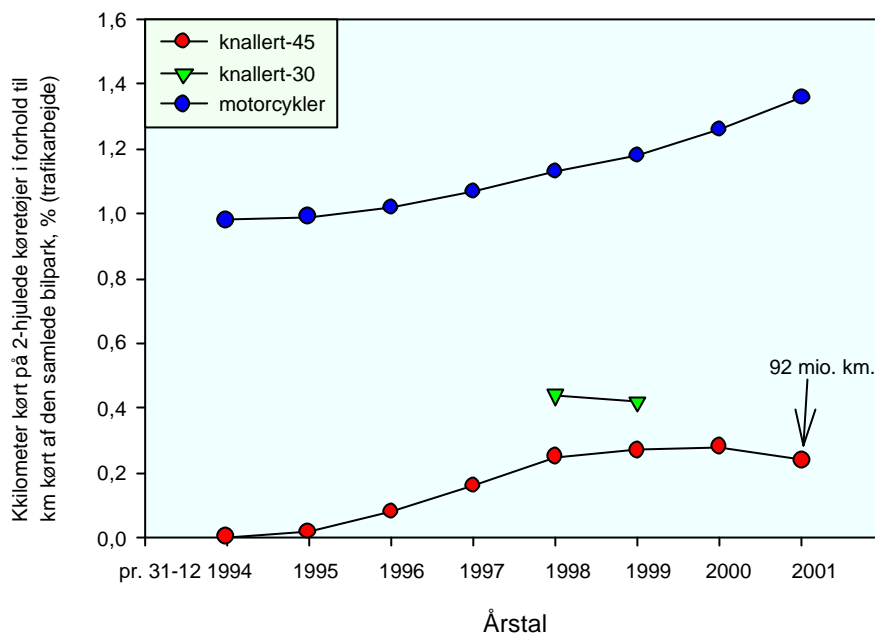
1: assenmacher, 2001; 2: tal i flg. Morten Winther, DMU; 3: Jensen *et al.*, 1998; 4: tal i flg. danske importører.

### 3.1.3. Danmarks knallerter kører sammenlagt 0,5 % af bilernes årlige kilometer

For at beregne den samlede forurening fra knallerter er det vigtigt at vide, hvor mange kilometer de kører årligt – også kaldet trafikarbejdet. Ud fra tal på Vejdirektoratets hjemmeside ([www.vd.dk](http://www.vd.dk)) kan det beregnes, at trafikarbejdet for knallert-45 i 2001 var 0,24% af det samlede trafikarbejde for personbiler og varevogne under 2 tons (figur 3). Trafikarbejdet for knallert-45 er stagnerende, mens trafikarbejdet for motorcykler er stigende, set relativt til bilers trafikarbejde. Trafikarbejdet for knallert-30 kendes kun for nogle få år. Det ligger her lidt over trafikarbejdet for knallert-45. Knallerter står samlet for ca. 0,5% af trafikarbejdet.

<sup>1</sup> Personlig korrespondance oktober 2002

<sup>2</sup> EU's betegnelse for emissionsnormer for biler gældende fra 2001



Figur 3. Kørsel i Danmark på knallert-45, knallert-30 og motorcykel vist som total antal kilometer i forhold til biler.

Men det kan også være relevant at se på deres væsentligste nyttevirkning, transport af personer, kaldet (person)transportarbejde. Mens knallert-45 transporterer 1 person (passager ikke tilladt), så transporterer en bil i snit 1,6 personer (Danmarks Statistik og Trafikministeriet 2001), og knallerter står derfor sammenlagt for kun 0,3% af transportarbejdet for den samlede personbilpark.

### 3.1.4. Luftforurening vanskelig at opgøre

Det er imidlertid meget kompliceret at modellere den faktiske emission fra knallerter og biler, fordi mængden og arten af skadestoffer bl.a. afhænger af køretøjets motorteknik, alder, vedligeholdelse, køremåde, belastning, tiden efter koldstart og meteorologiske forhold (Winther 1999). Brugte knallerter vides fx at forurene mere med kulbrinter (og CO) end nye knallerter (Tsai et al. 2000).

### 3.1.5. Store mængder kulbrinter

Et internt notat fra Miljøstyrelsens Transport- og luftkvalitetskontor resumerer knallerter luftforurening i forhold til den samlede vejtrafik i Danmark (tabel 3). Notatet viser, at knallerter yder et væsentligt bidrag til trafikens samlede emission af kulbrinter (5,7%), til trods for at der er langt færre knallerter end biler, og til trods for at den gennemsnitlige knallert kører færre kilometer pr. år end den gennemsnitlige bil. Knallerter bidrag til den samlede trafiks emission af NO<sub>x</sub> og CO<sub>2</sub> er derimod ubetydeligt. Vi vil i den videre diskussion derfor fokusere på kulbrinter – og af årsager som fremgår senere – også på partikler.

Man kan også vælge at sammenligne knallerter med personbiler snarere end med den samlede

Tabel 3. Luftforurening år 2000 iflg. tal fra DMU (notat fra Miljøstyrelsen, tilsendt IMV)

Forureningsemne	Vejtrafik – i alt	Knallerter	Knallerters andel
Kulbrinter (HC)	42.000 tons	2.400 tons	5,7 %
kvælstofoxider (NO <sub>x</sub> )	75.000 tons	8 tons	0,01 %
Kuldioxid (CO <sub>2</sub> )	11.206.000 tons	20.500 tons	0,2 %

vejtrafik. DMU har fx beregnet det totale kulbrinteudslip i 1997 fra personbiler i Danmark til 52.013 tons, mens knallerterne af alle typer som helhed udsendte 1.998 tons, eller 3,8% af bilernes emission.<sup>3</sup> Tilsvarende modelberegninger for år 2000 afspejler det større antal knallerter (knallert-30 + knallert-45) i år 2000 end i 1997, der var et atypisk år<sup>4</sup> (figur 1), og den samtidige reduktion af bilparkens emission pga. trinvis indførelse af nye EU normer. I 2000 var bilernes totale kulbrinteemission således *faldet* til 35.513 tons, mens knallerternes samlede emission var *steget* til 2.417 tons kulbrinte pr. år, svarende til 6,8% af bilernes emission. Vi konkluderer, at knallerternes kulbrinteemission ikke er trivial.

#### 3.1.6. EU's regulering af trafikemissioner

Emissioner fra motoriserede køretøjer i Europa reguleres i dag af EU, der angiver klare mål for luftkvalitet og nationale lofter for emissioner. Som det fremgår af figur 4, strammes kravene til nye modeller i forhold til ældre modeller. Normerne forkortes i figuren fx ECE 40-0, Euro 1, osv..

Hvis vi anvender emissionsnormerne fra figur 4 og ser på emissionen af knallerter og motorcykler i forhold til biler ifølge de til enhver tid gældende normer, så har de tohjulede køretøjer altid forurenet mere end biler med firetaktsmotor, bl.a. fordi de tohjulede altid har omfattet en langt større andel af totaktsmotorer, som man af motortekniske årsager ikke har kunnet stille så høje krav til. Biler med totaktsmotor har i mange år været udelukket fra det danske marked, og det høje niveau for biler med totaktsmotor (figur 4) skal derfor ikke tages som udtryk for det generelle niveau for biler i 1980'erne.

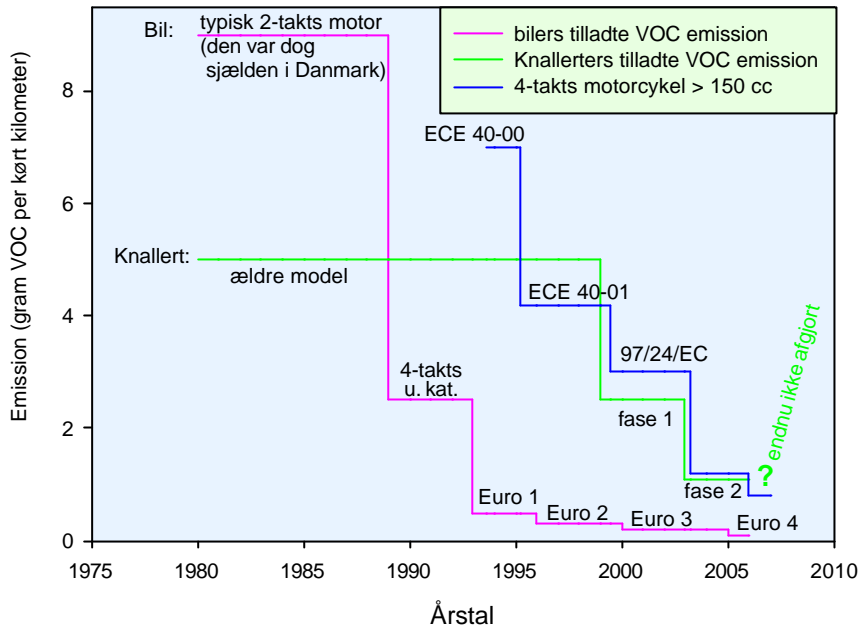
Pointen med figur 5 er den, at de tohjulede køretøjer også fremover ifølge gældende normer vil forurene mere end biler, når det gælder kulbrinter, idet der i en forudseelig årrække fortsat vil blive stillet højere krav til bilers end til knallerternes og motorcyklernes emission. Der skal gøres en ekstraordinær indsats hvis knallerter forureningsmæssigt skal indhente bilers lave niveau.

Med hensyn til forurening med kulbrinter er det derfor uheldigt, at de tohjulede motorkøretøjer udgør en stadig større andel af den samlede motorkøretøjspark. Men hvad angår den absolutte forurening, ser det ud til, at EU-lovgivningen vil begrænse det totale udslip fra alle typer køretøjer i en grad, som klart overstiger forøgelsen forårsaget af deres tiltagende antal i Europa.

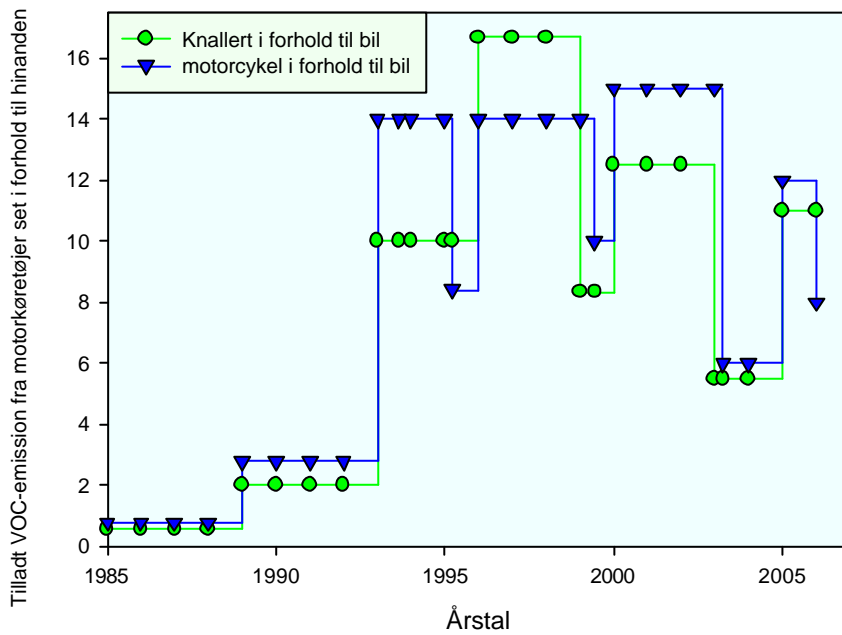
<sup>3</sup> Morten Winther, DMU – personlig korrespondance oktober 2002

<sup>4</sup> Der indgik relativt få knallert-30 i modellen for 1997





Figur 4. Tilladt luftforurening med kulbrinter fra knallerter og biler ifølge EU-regulativer (Miljøstyrelsens Transport- og Luftkvalitetskontor 2002). Tal for motorcykler stammer fra ece og EU bestemmelser, samt Europa-parlamentets og rådets direktiv 2002/51/EF af 19. juli, 2002. Bestemmelser for motorcykler afhænger af motorprincip og størrelse, så de angivne værdier er kun et eksempel. Kurverne skal læses med forbehold, da der i de første år kun var en grænseværdi for NOx + VOC, og ikke for VOC alene.



Figur 5. Emissionsnormer fastsat af EU har påvirket forholdet mellem forskellige køretøjer VOC-emission. I tiden før EU-regulering er der anslået typiske værdier for emission, bl.a. fordi der kun var lovgivning for VOC + NOx.

Kravene til motorcyklers emissioner øges i 2003 og igen i 2006, hvor den samlede reduktion i forhold til i dag udgør 65-70% (ENDS 2002; EU kommissionen 2002). Vi ved dog endnu ikke hvor store krav EU vil stille til knallerter emission fra 2006 (EU kommissionen 2002). De krav som stilles omfatter imidlertid alle typer knallert (både knallert-30 og knallert-45).

### 3.1.7. Partikler fra knallerter, manglende data

Partikler er den form for luftforurening fra trafikken, som har fået mest omtale i fagskrifter og i pressen i den seneste tid. Hovedparten af de partikler i atmosfæren, som mennesket er ansvarlige for, kommer fra forbrændingsprocesser, hvor trafikken er den væsentligste kilde.

#### Faktaboks 1. Partikler fra forbrændingsprocesser

**Partikler fra forbrændingsprocesser dannes af gasser ved kemiske reaktioner, kernedannelse, kondensering, koagulering, samt fordampning af dråber i tåge og skyer, hvori der er opløste gasser og deres reaktionsprodukter. Partiklerne består i varierende grad af sulfat-, nitrat-, ammonium- og brintioner, kulstof, organiske stoffer (fx PAH), metaller (fx bly, cadmium, vanadium, nikkel, kobber, zink, mangan og jern) og partikelbundet vand. Kilderne omfatter emission ved forbrænding af kul, olie, benzin, diesel og træ, samt omdannelsesprodukter af kvælstofilter, svovldioxid og organiske stoffer (herunder biologisk dannede forbindelser, fx terpen), foruden høj-temperatur processer (fx metaludvinding og stålvalseværker).**

**Partikler fra motorkøretøjer dannes dels i motoren, dels i udstødningssystemet og dels umiddelbart udenfor udstødningsrøret. Partiklerne fra motorkøretøjer omfatter hovedsagelig fine (<2,5 µm) og ultrafine (<0,1 µm) partikler, mens de grove partikler dannes ved friktion i kobling, bremses og mellem dæk og vejbane. Sidstnævnte grove (>2,5 µm) partikler bidrager med den største masse målt med PM<sub>10</sub> (summen af partikler mindre end 10 µm).**

Dannelsen af partikler fra motorkøretøjer er uløseligt bundet sammen med såvel typen af brændstof, som forbrændingsprocessen og de resulterende emissionsgasser. Der er derfor to forhold, som gør totaktsmotorer, der er almindelige blandt knallerter, til særligt problematiske luftforurenere. Det ene er, at de udsender uforholdsvis store mængder kulbrinter, fordi totaktsmotorer, der anvendes til knallerter fordi de er lette og kompakte, har en lav udnyttelsesgrad. Som tommelfingerregel sendes mindst 25% af kulbrinterne i forbrændingskammeret uforbrændt ud af udstødningsrøret, fordi indsugnings- og udblæsningsventilerne er åbne på samme tid.<sup>5</sup> Det andet forhold er, at totaktsmotorer kører på olieblandet benzin, som simpelthen giver mere røg. Den blå-hvide røg udgøres af partikler, hvor ca. 95% stammer fra smøreolien i benzinen (Patschull & Roth 1994). En henvendelse til DMU (Roskilde) og Teknologisk Institut (Århus) i Danmark, TÜV i Tyskland og TNO i Holland viste, at der fortsat ikke er særlig godt dokumenteret kendskab til partikelemission fra knallerter.

I de senere års to store Europæiske samarbejdsprojekter omkring emissioner fra transportsektoren (COST 319 og Artemis, se afsnit 3.1.1.), er der ifølge de projektmedarbejdere vi talte med ikke målt eller planer om at måle partikelemission fra knallerter (Artemis 2002; Rijkeboer 1997).

---

<sup>5</sup> Spencer Sørensen, DTU – personlig korrespondance oktober 2002.

Der er således konsensus om, at gode tal for knallerter emission er en mangelvare. Ikke mindst mangler der viden om emissioner forbundet med knallerter særlige køremønstre og ved koldstart, idet der altid udledes langt større mængder CO og kulbrinter ved koldstart.

### 3.1.8. Partikler fra knallerter, nyere data

Et schweizisk institut har målt partikelemission fra en totakts 'knallert' (Yamaha EW50 Slider), der kører op til 60 km/t, og fra en lille firetakts motorcykel (Aprilia 125) (Czerwinski et al. 2002). Undersøgelsen viste bl.a., at udstødningen fra totakts 'knallerten' indeholdt langt flere ultrafine partikler end udstødningen fra firetakts motorcyklen, og endog flere ultrafine partikler end en typisk dieselmotor. Den dominerende partikelstørrelse fra knallerten var blandt de ultrafine partikler 50-60 nm, i modsætning til dieselmotorens 100 nm partikler. Montage af katalysatorer på totakts og firetakts køretøjerne medførte en nedgang i antallet af ultrafine partikler i firetakters udstødning, men en stigning i totakters udstødning under flere forhold (forårsaget af et ændret benzin:luft blandingsforhold). Og dette til trods for, at man almindeligvis regner med, at en katalysator på udstødningen af en totakts knallertmotor er den mest omkostningseffektive måde, hvorpå disse køretøjers forurening nedbringes. Katalysatoren fjerner 50-90% af partikelmassen (og 60-80% af kulbrinter og CO (Manufacturers of Emission Control Association 1999; Palke & Tyo 1999; Sakai et al. 1999). Man skal endvidere være opmærksom på katalysatorens begrænsede holdbarhed, et forhold som kunne kontrolleres ved regelmæssige syn eller anden lovgivning. Oplysninger om partikelmassen siger i øvrigt ikke noget sikkert om antallet af partikler. Og dertil kommer, at der findes partikler af mange typer, og at de formodes at kunne ændre giftighed ved at adsorbere forskellige stoffer. Man har endnu ikke klarhed over hvilke størrelser og typer af partikler, der er mest skadelige for vores helbred, men mindre partikler adsorberer – alt andet lige – større mængder organiske stoffer relativt til partikelmassen (Ye et al. 1999).

Totakters partikler stammer hovedsagelig fra benzinen smøreolie (kulbrinter). Der kommer flest partikler under acceleration og ved tophastighed – to forhold som optræder hyppigt for knallerter i almindelig bytrafik.

En italiensk undersøgelse viser, at knallerter pr. kørt kilometer bidrager til partikelforureningen med samme størrelsesorden som en Euro-0 (1990) og en Euro-1 (1993) dieselpersonbil (tabel 4).

I Italienske byområder, hvor der kører mange knallerter, er den samlede emissionen af partikler fra knallerter anslået at være 2300 tons/år, hvilket er af samme størrelsesorden som den samlede emission af partikler fra dieseldrevne personbiler – målt som masse (4300 tons/år).

Hvad angår det enkelte køretøj, så er dieselpersonbiler en mindre vigtig kilde til partikler end tunge (> 3,5 tons) dieselbiler.

Tabel 4. Emission af partikler (PM<sub>10</sub>) fra knallerter og dieselpersonbiler målt ved deres samlede masse (Santino & Picini 2001) Data fra dieselpersonbiler kommer fra (Færdselsstyrelsen 2001).

Køretøj	Testcyklus	Partikelemission (mg/km)
Diesel personbil, Euro 0 (1990)		280
Diesel personbil, Euro 1 (1993)		140
Diesel personbil, Euro 2 (1997)		80
Diesel personbil, Euro 3 (2001)		50
Diesel personbil, Euro 4 (2006)		25
Knallert med katalysator	ECE47 testcyklus, ca. 30 km/t	43
Knallert uden katalysator	ECE47 testcyklus, ca. 30 km/t	172

Tabel 5a. Forskellige køretøjers bidrag til bybaggrunden af partikler (PM<sub>10</sub>) fra dansk vejtrafik (Palmgren et al. 2002; Palmgren et al. 2001). Tunge køretøjer inkluderer lastbiler og busser over 3,5 tons. Personbiler omfatter både benzin- og dieselpersonbiler).

	Tunge køretøjer	Varebiler	Personbiler
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	0,46	0,28	0,24
Andel i % af PM <sub>10</sub>	47	28	25

Tabel 5b. Emission fra køretøjer i den danske trafik (Færdselsstyrelsen 2001). Personbiler omfatter kun dieselpersonbiler.

	Tunge køretøjer	Varebiler	Personbiler
Kg/år i by	520	870	190
Andel af emission, i by	33	55	12
Kg/år i alt	1450	1740	350
Andel af emission, i alt	41	49	10

Når det drejer sig om koncentration af partikler målt som antal i byluft, gør antallet af benzinbiler disse køretøjer til en vigtig kilde til ultrafine partikler – også sammenlignet med dieselbiler (Wählén et al. 2002). Benzinbiler er derfor medregnet i tabel 5a. Tabel 5a angiver kilderne til partikler i danske byer fra vejtrafikken, mens tabel 5b angiver emissioner fra forskellige typer køretøjer i byerne og for hele landet.

### 3.1.9. Men hvad med knallerter?

Tabel 5 tager ikke højde for *antallet* af partikler, og giver ikke tal for knallerter. Flertallet af de fine/ultrafine partikler fra knallerter er mindre (aerodynamisk diameter på 55 nm) end tilsvarende partikler fra dieselbiler (100 nm), og antallet pr. vægtenhed er derfor større. Regnes

der med kuglerunde partikler, så svarer en given masse af 100 nm partikler til 6 gange så mange 55 nm partikler (knallerter).

Udslippet af partikler fra alle knallerter kan, ved brug af data fra tabel 4 (172 mg partikler/km) og antal kørte kilometer ifølge Transportvaneundersøgelsen (250 mio km/år fordelt på begge knallerttyper), skønsmæssigt sættes til at være ca. 43 ton/år, heraf ca. 20 ton/år i danske byer. Dette svarer til ca. 11% af dieselpersonbilers partikelemission, ca. 4% af de tunge køretøjers emission og ca. 1% af samtlige køretøjers partikelemission i byerne. Datagrundlaget for disse tal erkendes at være spinkelt, og emissionsværdier (tabel 5a) kan ikke umiddelbart oversættes til koncentrationer i luften (tabel 5b), bl.a. fordi der er andre kilder til byluftens indhold af partikler, end de køretøjer som kører i byen, nemlig andre kilder i byen, regionale kilder og udenlandske kilder (Palmgren et al. 2001).

Hvis vi antager, at antallet af ultrafine partikler er seks gange højere for knallerter end for dieselbiler, fordi partikler fra knallerter har en mindre diameter, så kommer der 0,6 gange så mange ultrafine partikler fra knallerter i danske byer som fra dieselpersonbiler sammesteds, svarende til ca. 8% af partikelemissionen fra samtlige dieselkøretøjer i byerne. Også dette datagrundlag erkendes at være spinkelt. Ved værdisætning antages det på denne baggrund konservativt – men på et spinkelt datagrundlag – at partikler fra knallerter udgør en 1% af den samlede bybaggrund, og 1% af helbredsskaderne forårsaget af partikler.

Partikler fra knallerter er som nævnt sammensat af kulbrinter fra smøreolie tilsat benzinen (Sakai et al. 1999), mens dieselpartiklerne i højere grad består af kul. Der er dog sammenlignelighed mellem partiklernes adsorberede komponenter (Ye et al. 1999) og dermed muligvis også mellem deres giftighed. Dog vil knallertpartikler p.g.a. deres mindre diameter og dermed større overflade pr. masseenhed kunne adsorbere større mængder organisk stof.

For dieselbiler peger udviklingen i retning af montering af partikelfiltre, i første række på tunge køretøjer, hvor den samfundsmæssige rentabilitet er størst (Larsen et al. 2002). Nye dieselpersonbiler af flere mærker leveres allerede i dag med partikelfiltre fra fabrikken, måske for at imødekomme en mulig fremtidig kritik og krav.

Det kan i parentes nævnes, at visse partikelfiltre (CRT-filtre) har den ulempe, at udstødningsskassen kommer til at indeholde en større andel  $\text{NO}_2$ , hvorved kommende EU-normer for denne gas vil blive overskredet ved generel indførelse af partikelfiltre (Hertel & Berkowicz 2000).

Ifølge TNO i Holland<sup>6</sup> går udviklingen i knallertmotorer i retning af direkte indsprøjtningmotorer (DI-2-T), en teknologi som reducerer kulbrinteudslippet (Kojima et al. 2000) ved at tilføre brændstoffet til cylinderen, mens afgangsventilen er lukket. Men da smøreolie i benzinen stadig er nødvendig, vil denne fortsat være en kilde til partikeldannelse. Spørgsmålet om partikler fra

---

<sup>6</sup> Mr. Bremmers, personlig korrespondance oktober 2002

knallerter er relevant, fordi de kendte tekniske løsninger, kun delvist løser problemerne med knallerternes partikelemission. Der findes ikke partikelfiltre til knallerter.

Valg af den bedste type smøreolie kan imidlertid reducere såvel mængden af partikler, som antallet af forskellige organiske stoffer der er adsorberet til partiklerne, samt partiklernes mutagenitet – dvs kræftfremkaldende evne (Sakai et al. 1999; Zhou & Ye 1998). Man bør derfor være opmærksom på de anvendte typer smøreolie.

### 3.1.10. Opsummering

Luftkvaliteten vil i årene fremover – især i byerne – afhænge af balancen mellem en bedring, i takt med at EU-direktivernes krav til køretøjers emission øges, og en mulig forringelse forårsaget af det stadigt voksende antal motorkøretøjer. Knallerternes relativt store andel i luftforureningen vil fremover være omtrent uændret eller endog stigende, fordi motorteknikken og normerne for knallerter ikke følger med bilernes.

Totaktsmotoren udgør forureningsmæssigt et særligt problem, og det forhold at motor-konstruktionen på mange knallerter typisk ændres for at påvirke hastigheden, accentuerer problemet (Rijkeboer 1997). Det er også et problem, at vi ved så lidt om partikelemission fra knallerter, og om hvilke komponenter i luftforureningen (gasser, partikler, partikelstørrelser eller –typer) det vil være sundhedsmæssigt mest effektivt at reducere, og på hvilken måde.

Hverken katalysator eller DI-2T-teknologi garanterer, at vi slipper af med den mest kritiske del af partikelemissionen fra knallerter, selvom kulbrinteemissionen vil blive væsentlig reduceret. Massen af partikler vil falde med ny teknologi, men antallet af partikler vil sandsynligvis ikke falde i samme grad, medmindre der udvikles og indføres en ny type partikelfiltre (for knallerter). Dette vil dog være vanskeligt, så længe totaktsteknologien er fremherskende. Brug af den rette type smøreolie i totaktsbenzinen kan føre til færre og mindre giftige partikler i udstødningen.

## 3.2. Luftforurening påvirker mennesker

Det er ved et stort antal epidemiologiske og medicinske undersøgelser slået fast, at luftforurening påvirker menneskers helbred (Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society 1996). En væsentlig kilde til denne luftforurening er trafikken.

### 3.2.1. Hvilke luftforureningskomponenter skader vores helbred, og hvordan?

Der er i den medicinske faglitteratur beskrevet ganske mange virkemekanismer for individuelle luftforureningskomponenter og deres samlede virkning i forskellige blandingsforhold og eksponeringsscenerier (Ye et al. 1999). Samlet set kan man dog ikke udpege en enkelt komponent eller mekanisme som den kritiske. Indånding af kulbrinter og partikler og dertil knyttede organiske forbindelser er under særlig mistanke. Partikler er imidlertid ikke en simpel komponent, men en meget kompleks størrelse (faktaboks 1).

Det skal understreges, at der er meget stor usikkerhed forbundet med beregninger af de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening fra trafikken. Der er mange variable i beregningerne, der alle indgår i et komplekst samspil: Luftforureningskomponenter (gasser, væsker og partikler), klimaforhold, eksponeringsdosis og eksponeringsmønster, alder, helbred, fysisk aktivitet og konstitution, kost- og rygevaner, genetisk konstitution, m.v..

WHO giver i deres 'Guidelines for Air Quality' et udmærket overblik over luftforureningens sammensætning, kilder og virkning på mennesker, samt vanskelighederne ved at sætte grænseværdier for enkeltkomponenter (WHO 2000). Faktaboks 2, 3, 4, 5 og 6 samler nogle informationer om betydningen af de almindeligste luftforureningskomponenter fra trafikken.

Faktaboks 2. Kuldioxid, CO<sub>2</sub>

Udslippet af kuldioxid (CO<sub>2</sub>) afhænger direkte af brændstofforbruget. Knallerter er derfor, i al fald potentielt, mindre CO<sub>2</sub>-forurenende end biler pr. kørt kilometer. CO<sub>2</sub> i byluft er i de forekommende mængder – af størrelsesordenen 10 gange under tærskelværdien på 5000 ppm – ikke skadelig for menneskets sundhed. Men CO<sub>2</sub> bidrager til drivhuseffekten og dermed til globale klimaforandringer. Omkring 1/5 af den danske CO<sub>2</sub> emission stammer fra transportsektoren (Jensen et al. 1998), hvoraf knallerter kun udgør en forsvindende lille andel (tabel 2). Der bør arbejdes for bedre benzinøkonomi for knallerter som for biler, men med det nuværende antal knallerter i Danmark må denne komponent i knallerters udstødning anses for at være ubetydelig i forhold til bilernes emission.

Faktaboks 3. Kulmonooxid, CO

Kulilte (CO), der opstår ved ufuldstændig forbrænding af organiske stoffer, er i modsætning til CO<sub>2</sub> giftig for mennesker. CO binder sig efter indånding til hæmoglobin i de røde blodlegemer under dannelse af carboxyhemoglobin, hvorved blodets evne til at transportere ilt nedsættes. Høje koncentrationer af CO indåndes sandsynligvis oftere fra cigaretter end fra industriprocesser og trafik, men anses af nogle forskere for i alle tilfælde at bidrage til åreforkalkning i hjertet (Thom & Ischiropoulos 1997). Da en typisk knallert udsender lige så meget CO som en typisk bil, bør der arbejdes for at begrænse udslippet af CO fra knallerter. Vi har dog netop nået en samlet begrænsning af CO-emissionen fra trafik ved indførelse af katalysatorer til biler. Motorcykler kan i nogle tilfælde også købes med katalysator (fx BMW). CO fra knallerters udstødning anses for at være uden målbar betydning for befolkningens sundhed.

Faktaboks 4. Kvælstofilter, NO<sub>x</sub>

Kvælstofilter dannes primært af luftens naturlige indhold af kvælstof og ilt ved høje temperaturer. De vigtigste kilder for udendørs NO<sub>x</sub>-forurening er trafik og kraftværker, og i indendørs luft cigaretrykning og åben ild (gasovne til opvarmning og madlavning, komfur, stearinlys, m.v.). Udsatte grupper i befolkningen kan reagere negativt på indånding af NO<sub>x</sub>, specielt i kombination med andre giftige stoffer (Spengler et al. 1996; Utell et al. 1994). Sunde voksne mennesker forekommer dog at være ret robuste over for denne type forurening. Da en forsvindende lille andel af trafikens NO<sub>x</sub> stammer fra knallerter, må denne komponent anses for at være uden målbar betydning for befolkningens sundhed.

## Faktaboks 5. Kulbrinter og VOC

Kulbrinter (HC) er organiske forbindelser. Dieseludstødning indeholder sodpartikler som er dækket af kulbrinte og svovlsyre samt af rester fra dieselolie og motorolie. Trafikkens kulbrinteudslip består dog hovedsageligt af uforbrændt brændstof, som giver en ubehagelig lugt og kan være sundhedsskadelig, måske især adsorberet til ultrafine partikler.

Flygtige kulbrinter (VOC) indgår sammen med kvælstofilter ( $\text{NO}_x$ ) i dannelsen af den giftige ozon ( $\text{O}_3$ ) ved jordoverfladen. Kulbrinter og kvælstofilter indgår sammen med ozon i atmosfærekemiske processer, der fører til dannelsen af giftige og mutagene stoffer samt ultrafine partikler (Finlayson-Pitts & Pitts 1997). Polycykliske kulbrinter (PAH) i den foto-oxidative smog er sammen med partikler blandt byluftens potentielt giftigste stoffer (Grosovsky et al. 1999).

## Faktaboks 6. Partiklers helbredsskadelige egenskaber

Partikler er et meget heterogent og komplekst begreb (Fakta-boks 1). Den danske befolkning skønnes gennemsnitligt at være eksponeret for ca.  $22 \text{ mg/m}^3$ , hvoraf ca. en tredjedel skyldes naturligt skabte partikler, fx mineralske partikler (Raaschou-Nielsen et al. 2002). Man har beregnet overdødelighed og sygdom forårsaget af spidsværdier, som er målt at være op til  $160 \text{ mg/m}^3$  (DMU 2002). Omfattende udenlandske epidemiologiske undersøgelser underbygger, at langtidseksponering for fine og ultrafine snarere end større partikler er skadeligt for helbredet (Palmgren et al. 2002; Palmgren et al. 2001; Pope III et al. 2002). Indånding af partikler, især de ultrafine, medfører oxidativt stress og betændelse i lungevævet, hvilket ud over at påvirke luncellerne kan føre til påvirkning af det kardiovaskulære system (Vrang et al. 2002).

Der er utilstrækkelig viden om mekanismerne bag små partiklers påvirkning af vores helbred, idet man ikke umiddelbart kan overføre viden fra dyreforsøg til mennesker (Stöber 1995). De kritiske parametre formodes, foruden deres størrelse eller overfladeareal (Metz et al. 1999) at omfatte deres tilstand (faste/væskeformige), fordampningsvillighed, vandbindingsevne, kemisk sammensætning, morfologi og densitet (Wählin et al. 2002). Der er fundet et ligeså stort antal (> 100 forskellige) organiske forbindelser adsorberet til knallertpartikler som til dieselpartikler (Ye et al. 1999), men fordi overfladearealet er større for en given masse af mindre partikler, adsorberes der større mængder organiske forbindelser end til større partikler.

De fleste sundhedsskader forårsaget af trafikens luftforurening findes primært i byer, fordi tæt trafik og et nedsat luftskifte mellem boligkarreer i smalle gader opbygger større koncentrationer af luftforurening, og fordi befolkningstætheden selvsagt er størst i byen. I undersøgelsen *'Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark – Luftkvalitets- og sundhedsvurdering'* (Palmgren et al. 2001) har man imidlertid ikke kunnet tage hensyn til (hvilket man gør opmærksom på), at en stor del af befolkningen er udsat for stærk forurening fra trafikken under transport i fx trafikerede gader mellem hjem og arbejde, og at sådanne kortvarige høje eksponeringer kan være mere skadelige end tilsvarende dosis fordelt over længere tid. Man ved simpelthen for lidt om disse forhold til at kunne indregne dem. Sundhedsvurderingerne er undervurderede, da de



bygger på bybaggrund og derfor ikke medtager eksponering på gadeplan. Knallerter kører tæt på fodgængere og cyklister og ofte i smalle gader, hvor luftsiftet er ringest.

### 3.2.2. Europæiske tal

I en nyere undersøgelse konkluderes det, at luftforureningen i tre europæiske lande (Østrig, Frankrig og Schweiz) udtrykt ved luftens indhold af partikler med en aerodynamisk diameter  $<10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) koster 40.000 dødsfald om året, hvoraf halvdelen skyldes luftforurening fra trafik (Künzli et al. 2000). Luftforurening fra trafikken forårsagede desuden 25.000 nye tilfælde af kronisk bronkitis blandt voksne, 290.000 tilfælde af episodisk bronkitis blandt børn, mere end 500.000 astmaanfald, og mere end 16 millioner sygedage. Det er anslået, at den sundhedsmæssige pris for denne luftforurening årligt løber op i € 26,7 milliarder (Sommer et al. 2000). Beløbet er beregnet ud fra betalingsvillighed, materielle omkostninger (sundhedsvæsen, produktionstab) og immaterielle omkostninger (svie og smerte, tab af livskvalitet). Tre fjerdedele af denne udgift kunne tilskrives dødsfald, mens den sidste fjerdedel kunne tilskrives sygdom.

### 3.2.3. Danske tal

Befolkningstallet i Danmark er på 14% set i forhold til de nævnte tre lande. En omsætning af ovenstående tal efter forholdet mellem befolkningstallene i Danmark og de undersøgte lande indikerer, at vi i Danmark oplever 2.800 dødsfald om året forårsaget af luftforurening fra trafikken, et årligt tab i form af over 2 millioner sygedage, og en årlig samfundsøkonomisk omkostning på op til 28 mia. kroner. Men disse tal er forbundet med stor usikkerhed.

En dansk undersøgelse af helbredseffekter af partikulær luftforurening (Raaschou-Nielsen et al. 2002) anslår, at den menneskeskabte del af dette problem, hvoraf trafikken er den væsentligste faktor, forårsager 3.333 dødsfald om året, et tilsvarende antal tilfælde af kronisk bronkitis blandt voksne, ca. 11.000 tilfælde af akut bronkitis blandt børn, ca. 133.000 astma anfald, og knap to millioner sygedage. De danske tal er altså af samme størrelsesorden som tallene i den Europæiske undersøgelse. Vi konkluderer, at luftforurening fra trafik er af væsentlig betydning for såvel borgernes sundhed som for samfundet som helhed.

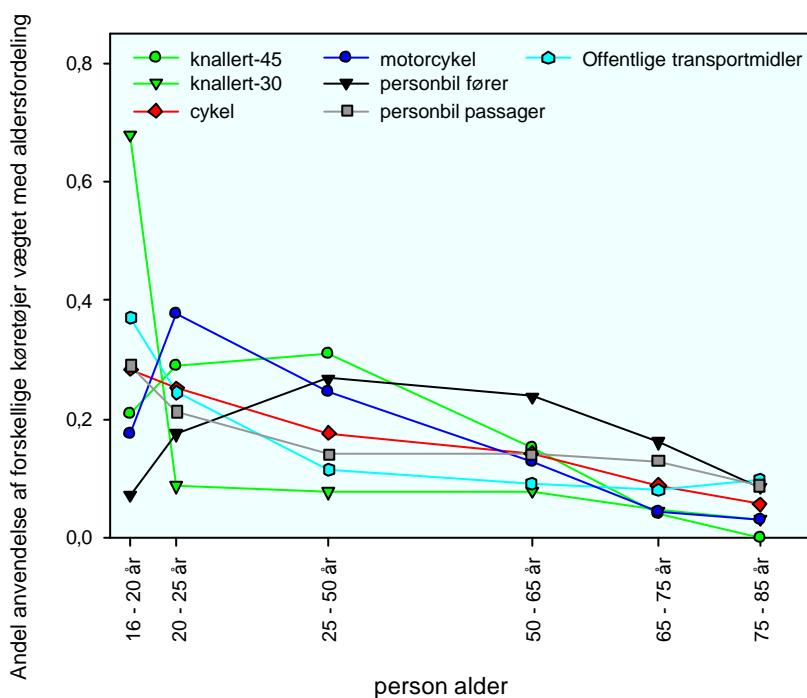
## 4 . P o r t r æ t a f k n a l l e r t k ø r e r e n

For at kunne vurdere forhold omkring trafiksikkerhed og folkesundhed forbundet med knallerter (afsnit 5), og for at vurdere rimeligheden af at knallerter ikke er pålagt afgifter på linie med andre motorkøretøjer (afsnit 6), tegner vi i dette afsnit et portræt af knallertkørerne. Hvor meget tjener de, hvor gamle er de, og hvad bruger de knallerten til? Hvor lang er hver tur på knallert sammenlignet med andre transportmidler, og hvor køres der flest kilometer – i byen eller på landet? Har knallertkøreren adgang til bil, og er det i øvrigt mænd eller kvinder, der kører?

I den såkaldte Transportvaneundersøgelse, der har været gennemført siden 1992, svarer ca. 25.000 danskere i alderen 10-85<sup>7</sup> år hvert år på spørgsmål om deres transport den foregående dag. Resultaterne af disse interviews illustrerer bl.a. hvor meget, med hvilket formål og med hvilke transportmidler danskerne transporterer sig. Da der er relativt få knallerter med i undersøgelsen, har vi, for at få et godt statistisk grundlag, benyttet tal fra fire år (1998-2001) af Transportvaneundersøgelsen i udarbejdelsen af portrættet af den danske knallertkører.

4.1. Hvor gamle er de?

Figur 6 viser, at 2/3 af alle knallert-45-kørere er voksne mennesker (20-50-årige), mens 2/3 af alle knallert-30-kørere er helt unge (16-20-årige). Kun et fåtal bliver ved at køre knallert-30 udover 20-års alderen. Blandt de unge først i 20'erne bliver motorcykel og knallert-45 mere brugt. Sammenlignet med bilen er de tre transportmidler dog kun brugt af ganske få. Tallene underbygger, at knallert-30 køres af husets unge teenagere, mens knallert-45 køres af de voksne.

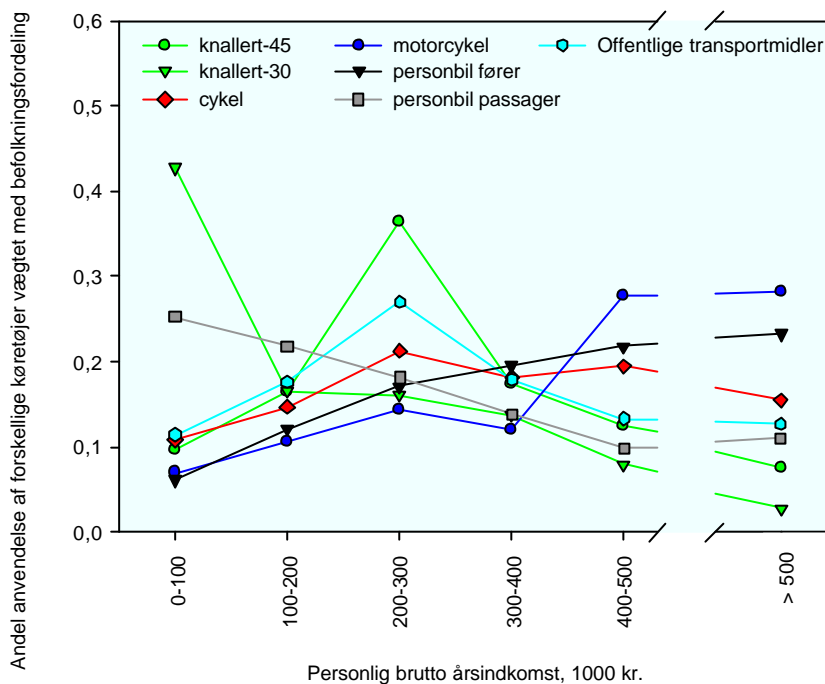


Figur 6. Den relative andel af anvendt persontransport med de angivne transportmidler i forskellige alderskategorier vægget med befolkningsfordelingen i de forskellige alderskategorier. Summen af andelen giver 1 for hver af transportformerne. Data stammer fra Transportvaneundersøgelsen 1998-2002, idet de adspurgte var 16-85 år.

<sup>7</sup> Ved undersøgelser vedrørende knallerter anvender vi en alder fra 15 eller 16 år og op.

4.2. Hvor meget tjener de?

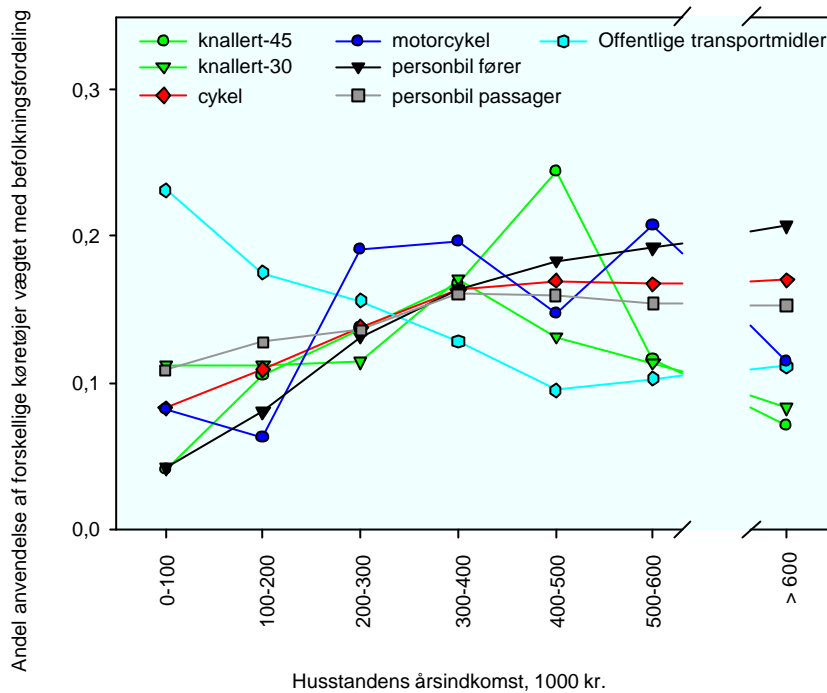
Figur 7 angiver for de enkelte transportmidler fordelingen af transportmidlernes anvendelse på personer med forskellig årlig bruttoindkomst, idet indkomstkategorierne er vægtet med befolkningsfordelingen indenfor kategorierne. Figuren illustrerer med andre ord, hvor stor muligheden er for at en person ejer et givet køretøj – afhængig af hvor meget personen tjener. Mens brugen af biler og motorcykler som fører stiger med stigende indkomst, falder andelen som kører med i bilen som passager. Dette skyldes, at bilejerskabet og andelen med to biler og med motorcykel stiger med indkomsten.



Figur 7. Den relative andel af anvendt persontransport med de angivne transportformer for forskellige brutto personindkomstkategorier vægtet med befolkningsfordelingen i de forskellige indkomstkategorier. Summen af andelen giver 1 for hver af transportformerne. Data stammer fra Transportvaneundersøgelsen 1998-2001, idet de adspurgte var 15-85 år gamle.

Andelen af knallert-30-brugere er højest i den laveste indkomstgruppe, hvilket hænger sammen med, at det først og fremmest er de unge, der benytter knallert-30. Brugen af knallert-45 topper derimod ved en personlig middelindkomst på 2-300.000 kr./år, hvilket også gælder for brug af cykel og offentlige transportmidler. Der er her tale om folk på arbejdsmarkedet, men med en mere beskedne indkomst.

Figur 8 angiver for de forskellige transportmidler fordelingen af anvendelsen på personer med forskellig husstandsbruttoindkomst, idet indkomstkategorierne er vægtet med husstandsantallet indenfor hver indkomstkategori. Det ses at være mest almindeligt at eje en knallert-30, når husstandens bruttoindkomst er middel stor, 300-400.000 kr. om året, mens



Figur 8. Den relative andel af anvendt persontransport med de angivne transportformer for forskellige brutto husstandsindkomstskategorier vægtet med befolkningsfordelingen i de forskellige indkomstskategorier. Summen af andelen giver 1 for hver af transportformerne. Data stammer fra Transportvaneundersøgelsen 1998-2001, idet de adspurgte var 15-85 år gamle.

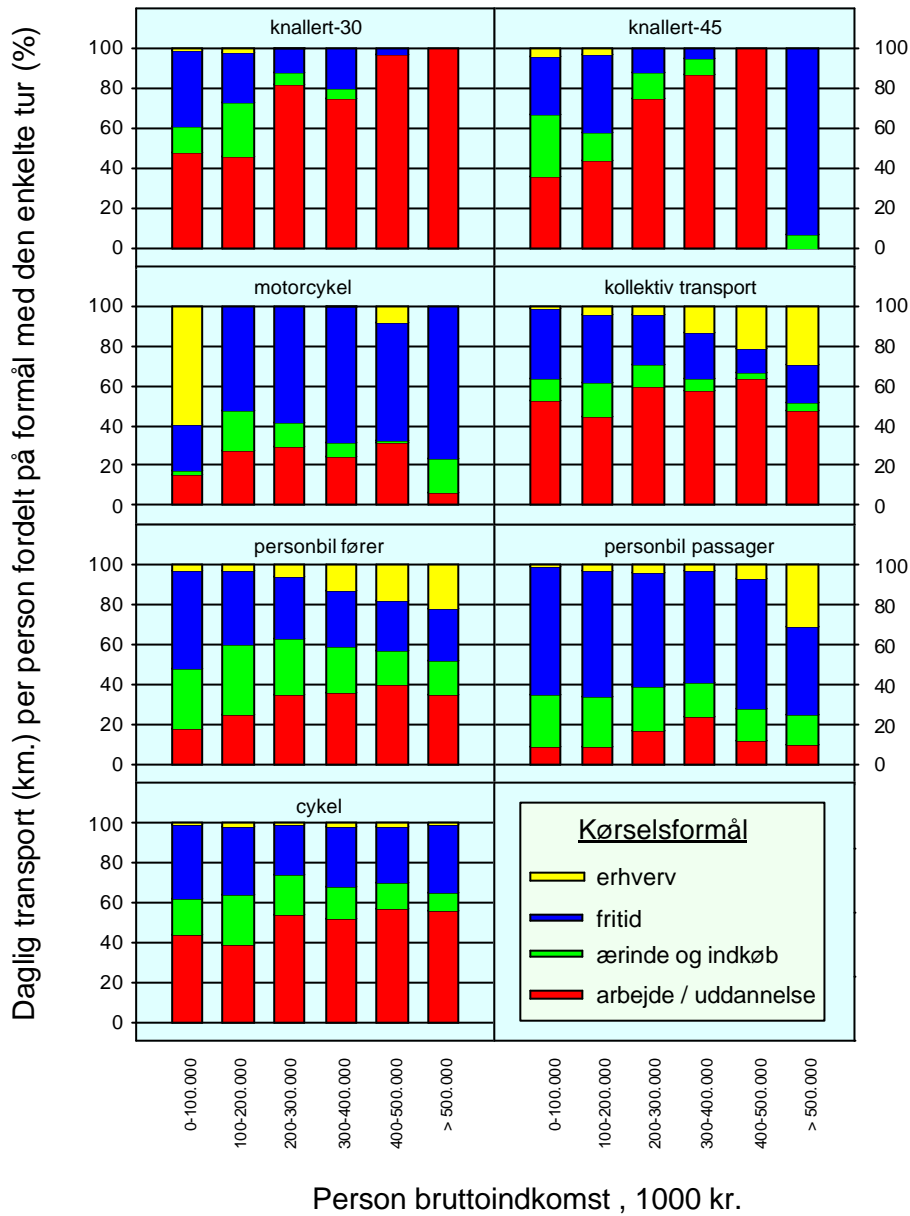
knallert-45 ejes af personer, der tilhører husstande med en relativt høj årlig bruttoindkomst, 400-500.000 kr. At andelen af motorcykler falder i netop denne gruppe antyder, at knallert-45 udfylder motorcyklens rolle i denne indkomstkategori, muligvis som familiens andet køretøj. Bilers andel stiger herfra med fortsat stigende husstandsindkomst, mens knallerternes andele falder.

At flertallet af knallert-30 findes hos personer med en lav årlig indkomst, men samtidig i familier med en middel stor indkomst understreger, at knallert-30 ejes af husets unge teenagere.

#### 4.3. Formål med kørslen

Figur 9 viser, hvilke formål knallerterne udfylder sammenholdt med andre transportformer opdelt efter personlig bruttoårsindkomst. Blandt de to laveste personindkomstskategorier bruges både knallert-30 og knallert-45 mere til fritid, ærinde kørsel og indkøb end til at køre til arbejde eller uddannelsessted. Dette skyldes nok, at en del af lavindkomstgruppen ikke har arbejde eller studerer. Først med stigende husstandsindtægt bliver knallerten overvejende brugt til kørsel til og fra arbejde eller uddannelsessted.

En sammenligning med andre transportformer viser dog, at både knallert-30 og knallert-45 anvendes mere til kørsel til arbejde og uddannelsessted end både personbil og motorcykel. I de højere indkomstskategorier anvendes knallerterne endog mere end cykel og offentlig transport

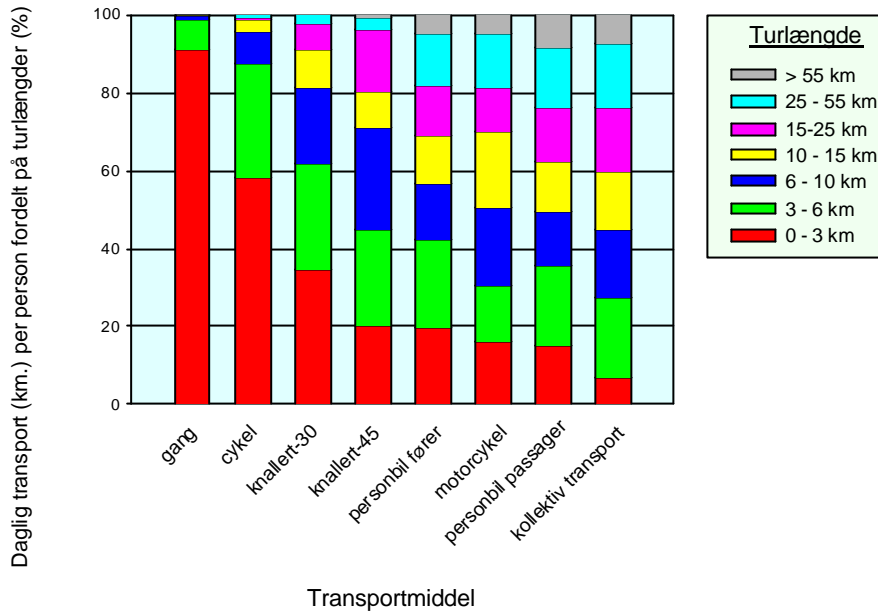


Figur 9. Sum af daglig transport per person fordelt på formål forbundet med hver tur. Data stammer fra Transportvaneundersøgelsen, idet de adspurgte var 15-85 år gamle.

til kørsel til arbejde og uddannelsessted. Dette tolkes som at betyde, at knallerter udfylder en rolle, som andre køretøjer ikke gør, nemlig et mobilitetsbehov vedrørende længere afstande end normal cykelafstand og i områder med ringe dækning af offentlige transport. Dette bidrager til et billede af knallerterne som et nødvendigt transportmiddel i visse sammenhænge – muligvis familiens andet motorkøretøj til at køre på arbejde i tyndt befolkede områder, når der ikke er råd til to biler.

#### 4.4. Turlængden

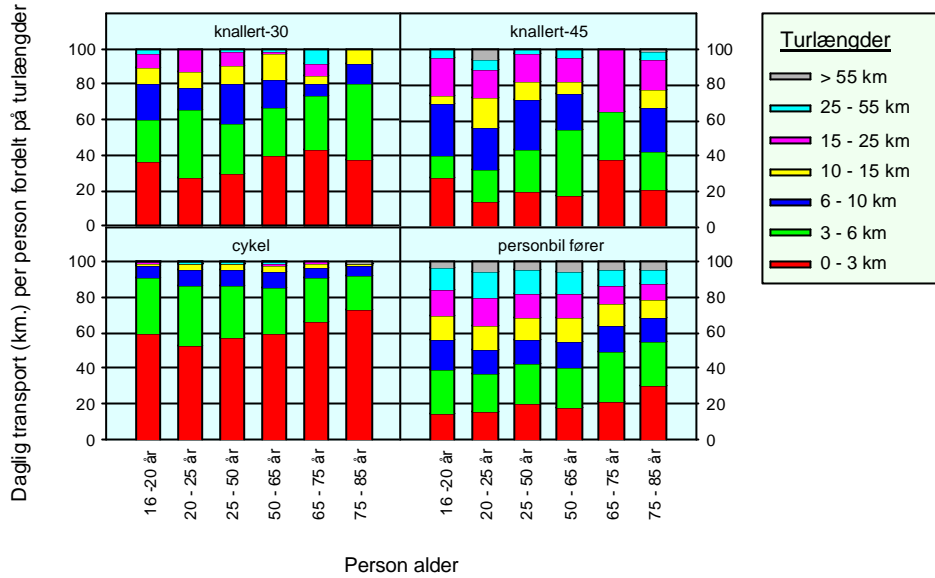
Den gennemsnitlige knallert-30 tur er på 5,5 km, og den gennemsnitlige knallert-45 tur er 8,4 km. Men problemet med at tolke sådanne tal er netop, at der er tale om gennemsnitsafstande, som dækker over et antal væsentligt længere ture (Figur 10).



Figur 10. Antal ture per person per dag fordelt på turlængde og forskellige transportmidler. Data stammer fra Transportvaneundersøgelsen, idet de adspurgte var 15-85 år gamle.

Mens kun 10% af cykelturene er over 5 km, og 5% er over 10 km, så er 20% af turene på knallert-30 og 30% af turene på knallert-45 over 10 km. Figur 10 dokumenterer, at knallerter udfylder et transportmæssigt 'hul' mellem korte ture til fods og på cykel og lange ture med offentlige transportmidler, motorcykel og bil.

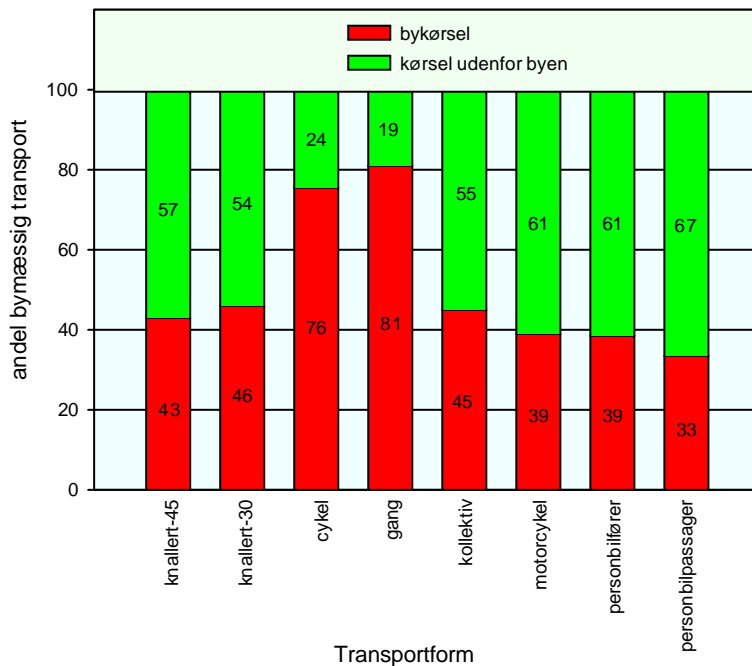
Figur 11 viser, at det i særlig grad er personer mellem 16 og 50 år, som kører de lidt længere ture, og især på knallert-45. Men figur 11 viser også, at 60-80% af turene på knallert-30 er småture (under 6 km), som svarer til den typiske cykeltur. Dette kunne underbygge et argument for at cyklen i et vist omfang kan erstatte knallert-30 som transportmiddel til arbejde og uddannelsessted. Cyklen kan dog ikke erstatte de længere ture, som overvejende foretages med knallert-45. Man ved dog ikke med sikkerhed hvilket transportmiddel der vil blive foretrukket, hvis der ikke var adgang til knallert.



Figur 11. Antal ture per person per dag fordelt på turlængde og alderskategori for fire køretøjskategorier. Data stammer fra Transportvaneundersøgelsen, idet de adspurgte var mellem 16 og 85 år gamle.

4.5. Hvor kører knallerterne henne?

Figur 12 viser, at knap halvdelen af knallerternes kørte kilometer lægges i byerne, hvilket svarer til en andel, der er en lille smule større end for biler og motorcykler, men langt mindre end for cykler.



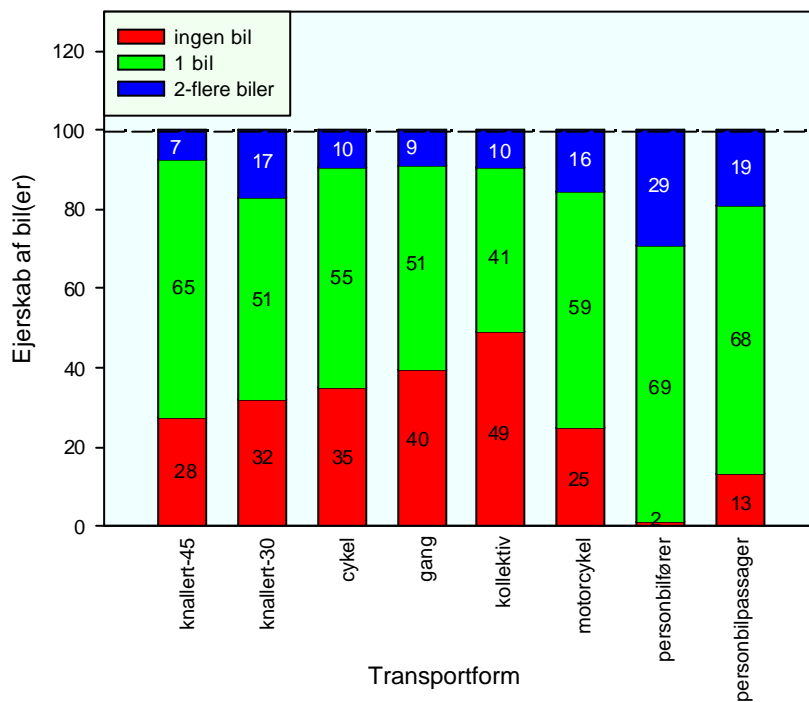
Figur 12. Andelen af de forskellige transportformers bymæssige transport andel (Transportvaneundersøgelsen).

Sammenlignet med biler er *antallet* af knallert-45 i byerne mindre end på landet. I Københavns kommune er der fx 37% færre biler pr. 1000 indbyggere end landsgennemsnittet, mens der er 57% færre knallert-45 pr. 1000 indbyggere end landsgennemsnittet.

Når man taler om transporttid, er cyklen ifølge almindelig erfaring konkurrencedygtig med knallerten og bilen op til de første 5 km i Københavns tætte trafik, og konkurrencedygtig med offentlige transportmidler over noget længere afstande (Københavns Kommune 2002).

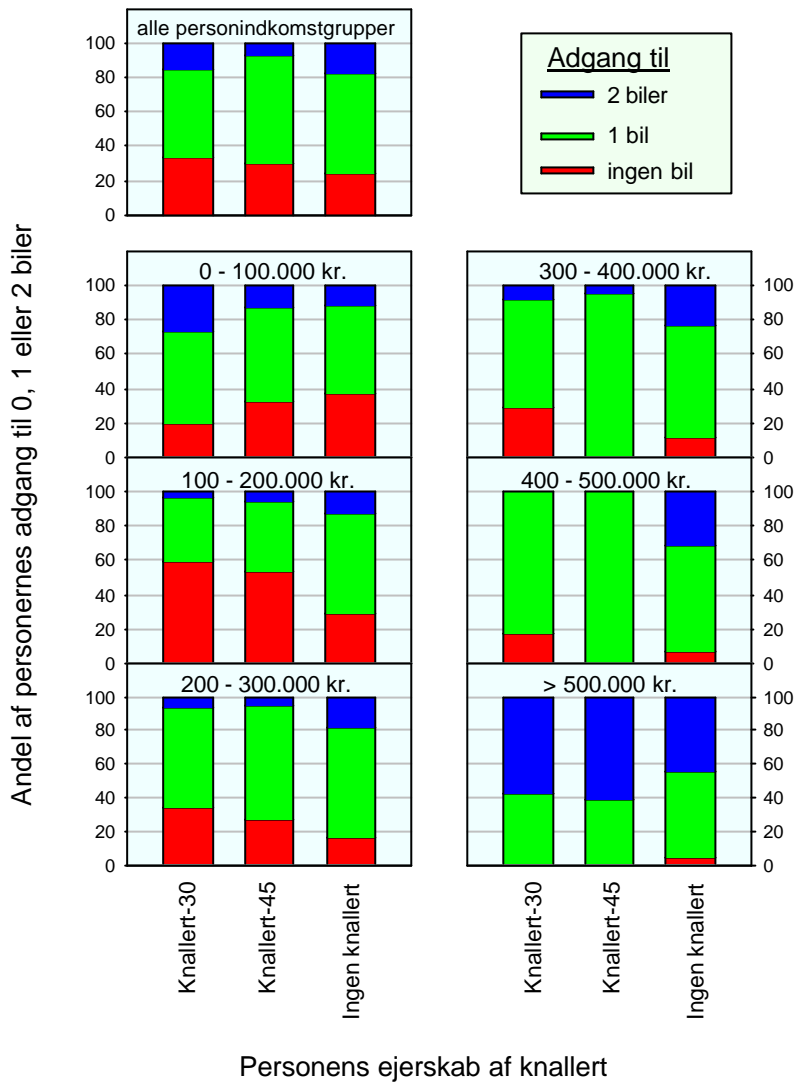
#### 4.6. Adgang til bil

Figur 13 viser, at 72% af alle der kører knallert-45, også kører i bil, mens 68% af alle som kører knallert-30, også bruger i bil – bilen ejes af familien. I lyset af de foregående analyser betyder dette dog næppe, at knallertkøreren kunne vælge at bruge bil fremfor knallert. Det betyder snarere, at knallerten er det andet eller tredje motorkøretøj i familien. Bemærk således at familier med knallert-45 sjældent har to biler. Knallert-45 er køretøjet, som en voksen kører på til og fra arbejde eller uddannelsessted, og knallert-30 er køretøjet, som teenageren bruger på mange småture i sin fritid og til skole.



Figur 13. For hver transportform vises ejerskabet af en bil.





Figur 14. Fordeling af knallerterbrugere og ikke-brugere på familiens bilejerskab for de enkelte personindkomstgrupper (Transportvaneundersøgelsen).

Figur 14 viser, at de højere indkomstkategorier næsten altid har adgang til en eller flere biler. Familiens indkøb og fritidskørsel er derfor dækket ind uden et egentligt behov for en knallert. I de lavere indkomstkategorier er der dog 20-60% som ikke har bil. I disse grupper er knallerten et væsentligt gode.

#### 4.7. Kvinder og mænd

Det kan ud fra Transportvaneundersøgelsen opgøres, hvordan forholdet mellem mandlige og kvindelige knallertkørere fordeler sig (tabel 7). Når kvinder kører knallert, kører de *færre*, men *længere* ture. Dette kunne tolkes som at betyde, at knallerter er vigtigere som funktionelt transportmiddel for kvinder end for mænd, mens knallerter måske er vigtigere som fritids- og hobbykøretøj for mænd end for kvinder. Tallene kan betyde, at knallert-45 bruges af kvinden i familien som familiens andet køretøj. Hun tager knallerten på arbejde, mens han tager bilen.

Tabel 7. Kvinders og mænds relative brug af knallertter (%)

	Kvinder		Mænd		kvinder	Mænd
	Knallert-30	Knallert-45	Knallert-30	Knallert-45		
					Begge typer, vægtet efter antal af hver type	
Antalture	18 %	13 %	82 %	87 %	15,8 %	84,2 %
Antalkilometer	48 %	40 %	52 %	60 %	44,5 %	55,5 %

#### 4.8. Opsummering

Knallert-30 er teenagerens køretøj, der hyppigt anvendes til kørsel til og fra arbejde og uddannelsessted, men oftest på småture, hvor cyklen kunne erstatte knallerten. Teenageren tilhører som enkeltperson lavindkomst gruppen, mens hans familie tilhører mellemindkomst gruppen.

Knallert-45 er derimod den relativt velhavende families motorkøretøj nummer to, når der ikke er råd til to biler. Det er oftest kvinden, der tager den til arbejde i områder, hvor der er ringe adgang til offentlig transport, og hvor afstandene gør cyklen ubekvem.

Der er ingen afgørende indkomst- og kørselsformålmæssige forhold, der taler imod påligning af registrerings- og grøn afgift, hvis man samtidig overvejer hvordan man undgår at ramme personer med et særligt kørselsbehov unødigt hårdt.

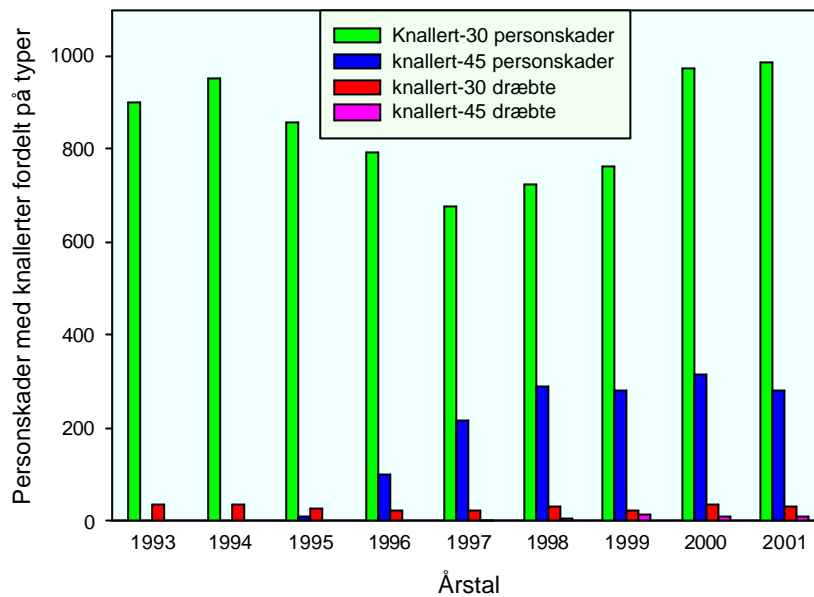
## 5. Trafiksikkerhed og folkesundhed

Set fra et samfundsøkonomisk synspunkt er trafiksikkerhed og folkesundhed to sider af samme sag. I begge forhold står væsentlige samfundsmæssige interesser på spil, og i begge forhold spiller valg af transportmiddel en stor rolle.

### 5.1. Trafiksikkerhed

Det samlede antal uheld med tohjulede motorkøretøjer er steget i perioden 1. april 2000 – 31. marts 2001 i forhold til 1994. ifølge en ny rapport fra Danmarks Transportforskning er det pr. kørt kilometer lige så farligt at køre på knallert-45 som at køre på motorcykel (Lund 2002). Begge dele er 50 gange farligere (20 dræbte eller alvorligt kvæstede pr. 10 mio. km.) end at køre i bil.

Det er 75 gange farligere pr. kørt kilometer at køre Knallert-30 end at køre i bil. At være fodgænger eller cyklist er 'kun' 6 gange farligere pr. kilometer end at køre i bil (Trafikministeriet 2001). I absolutte tal er antallet af personskader i forbindelse med knallert-30 steget gennem de senere år, og ligger nu på det højeste niveau i 10 år. Knallertkørekortet, som blev indført i 1980, har tilsyneladende ikke i tilstrækkelig grad kunne modvirke denne udvikling. Antallet af personskader i forbindelse med knallert-45 har stabiliseret sig.



Figur 15. Personskader med knallert-30 er til taget gennem de senere år, mens skader med knallert-45 har stabiliseret sig. Tallene bør vægtes mod figur 1. kilde: Danmarks Statistik (ww.dst.dk),

I 2001 var der ved ulykker med de to knallerttyper (knallert-45 og knallert-30) i alt 43 dræbte (12 og 31), 696 alvorligt tilskadekomne (174 og 522) og 573 (107 og 466) lettere tilskadekomne (Danmarks Statistik 2002a).

Antallet af trafikdræbte var i 2001 det laveste i 52 år (Vejdirektoratet 2002) og alligevel lå antal dræbte på knallert (43) i 2001 som det næsthøjeste i 9 år (det højeste var i 2000), og 20% over gennemsnittet for denne periode.

Politiets opfattelse af knallert-45 er, at den tilladte hastighed nogle steder er for høj i forhold til andre knallerters hastighed og andre steder for lav i forhold til hastigheden på de biler, som den færdes iblandt (Lund 2002). Knallert-45 påvirker på uheldig vis trafikrytmen. Der opstår farlige situationer i forbindelse med forbi kørsel og overhaling. Hastighedsmålinger har vist, at godt halvdelen af de målte knallert-45 kører hurtigere end den grænse, de er godkendt til. De kørte i snit 50 km/t (Lund 2002). Dette burde ikke kunne lade sig gøre ifølge den konstruktivt bestemte grænse (45 km/t) som fabrikker og leverandører er bekendt med.

Farten af knallertter kontrolleres af politiet ved hastighedsmåling i trafikken (hvor der tillades en hastighed som ligger 10% over den konstruktivt bestemte grænse) samt evt. ved en efterfølgende undersøgelse. Med virkning fra den 1. juni 2000 trådte lov 292, §43a i færdselsloven i kraft. Før denne dato kunne politiet kun give bøder, hvor knallertens hastighed var målt til at overskride de skilte hastighedsgrænser. Men med §43a blev det muligt for politiet at give bøder efter, hvor meget knallerten overskrider den konstruktivt bestemte hastighed (30 km/t hhv. 45 km/t for de to typer knallert). Den nye paragraf giver således mulighed for at inddrage kørekortet – ikke kun når en knallert-45 kører 70% hurtigere end den

skilte hastighedsgrænse, men også når den overskrider den konstruktivt bestemte hastighedsgrænse tilsvarende.

Paragraf 43a gav samtidig mulighed for at give større og hyppigere bøder i bestræbelsen på at regulere knallert-45's hastighedsoverskridelser. Dette havde efter politiets mening virket mere afskrækkende på hurtige knallertkørere, hvis ikke Rigsadvokaten havde besluttet, at der maksimalt kan idømmes 500 kr. i bøde. Dertil kommer en bøde på 1000 kr. hvis knallerten tages ind til nærmere undersøgelse, og den kan vises ikke at overholde bestemmelserne i detailforskrifterne.

Men kan knallerter da køre så hurtigt? Ja det kan de, når de er ulovligt ændret med det formål. Ved færdselspolitiets aktion i Esbjerg i uge 40 (2002) indbragte man i løbet af relativt få timer 115 knallerter for at køre for hurtigt. Desværre noterede politiet ikke, hvor mange knallerter de lod passere, fordi de kørte lovligt, så vi kan ikke beregne hvor stor en procentdel, der var ulovlige. Ca. en tredjedel af de stoppede knallerter var knallert-45, resten var knallert-30. Efterfølgende undersøgelser foretaget af bilinspektionen viste, at samtlige indbragte knallerter var ulovlige. Ifølge foreløbige tal fra Rigspolitiets Færdselsafdeling<sup>8</sup> kunne de indbragte knallert-45 i gennemsnit køre 61 km/t i timen (36% over den konstruktivt bestemte grænse), mens de indbragte knallert-30 i gennemsnit kunne køre 55 km/t (83% over den konstruktivt bestemte grænse). De knallerter der kører for hurtigt, kører altså typisk meget for hurtigt. Ulovlige knallerter anses for at udgøre en særlig risiko i trafikken.

## 5.2. Folkesundhed

Udover eventuelle sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening (afsnit 3.2) og trafikuheld (afsnit 5.1), er et relevant spørgsmål, der vedrører folkesundhed, hvorvidt knallerten erstatter transport med cykel, andet privat motorkøretøj eller offentlig transport.

Af tal fra Lund (2002) kan det beregnes, at den gennemsnitlige knallert-45 i 1999 kørte 1577 km, eller 4,3 km/dag. I afsnit 4.4 blev det vist, at knallerter udfylder et transportmæssigt 'hul' mellem cykel og bil. Det fremgår, at den gennemsnitlige køretur er på 5,5 km for knallert-30 og 8,4 km for knallert-45. Sådanne relativt korte ture kunne af mange mennesker gennemføres på cykel, men det vides som nævnt ikke hvor mange, der ville vælge at cykle, hvis de ikke havde knallert. Gennemsnitstal er som nævnt mindre vigtige for vurderingen end antallet af lange ture.

Det fremgår af afsnit 4.6., at mange knallertkørere har adgang til bil, men det vides på samme måde ikke om de i dagligdagen har mulighed for, og i givet fald ville vælge at tage bilen, hvis de ikke havde knallert. Det skal erindres, at bilens emission på væsentlige områder er renere end knallertens, og at der sker 10-15 gange færre ulykker med biler end med knallerter. Bilen er

---

<sup>8</sup> Politikommissær Henrik Vallø, Færdselspolitiet i Esbjerg – personlig korrespondance december 2002

altså ikke nødvendigvis et dårligt alternativ. Man skal dog huske på, at noget af ulykkesrisikoen kan dog tilskrives chaufførens køremåde snarere end køretøjets art.

En nyere dansk undersøgelse med deltagelse af over 30.000 forsøgspersoner viste, at de som cyklede til arbejde, sammenlignet med dem, som ikke cyklede, havde en signifikant nedsat dødelighed (Andersen et al. 2002). Undersøgelsen baserer sig på en ugentlig cykeltid på 3 timer. Såfremt flere cyklede til arbejde eller til andre formål i stedet for at bruge knallert, ville der være en nedsat dødelighed grundet den øgede mængde motion. Dette kan omregnes bl.a. til en samfundsmæssig gevinst i form af flere produktive arbejdsår. Men selvom man må formode at en del af de kilometer, der i dag køres på knallert ville blive kørt på cykel, hvis afgifter på knallerter gjorde dem mindre attraktive, så er der ingen undersøgelser, som belyser i hvilket omfang knallerten med og uden afgifter faktisk erstatter cyklen. Vi kan derfor ikke estimere et sådant tab.

## 6 . A f g i f t e r , r e g i s t r e r i n g o g s y n

Afgifter, registrering og regelmæssige syn af motorkøretøjer medvirker til at regulere miljø og trafiksikkerhed. Afgifterne kan desuden ses som et bidrag til de omkostninger de pågældende køretøjer koster samfundet i form af udbygning og vedligeholdelse af vejanlæg, konsekvenser af trafikulykker, samt luftforurening.

### 6.1. Afgifter

I områder som lider mere under luftforureningen fra totaktsknallerter end vi, fx i asiatiske storbyer, indfører man for tiden flere tekniske og lovgivningsmæssige tiltag for at forbedre miljøet på den mest omkostningseffektive måde (Kojima et al. 2000). Man er i de samme regioner meget opmærksomme på mulige socio-økonomiske implikationer af de valgte tiltag. Trods den større velstand i Danmark kan man have samme ønske om at sikre et motorkøretøj til de, som på samme tid har et udtalt behov for mobilitet og tilhører en lavere indkomstkategori. Derfor har vi i denne rapport analyseret brugeren og brugen af knallerten (afsnit 4).

Det kan vurderes, at knallertejerne eller deres husstand typisk har en indkomst, der muliggør at knallerter pålægges afgifter. Hvis særlige grupper er ramt, fx pga. et behov for at køre til arbejde over længere afstande i områder, hvor den offentlige transport mangler eller er ringe udbygget, vil det almindelige kørselsfradrag kompensere denne gruppe. Det kan i denne sammenhæng være et problem, at uddannelsessøgende ikke kan fratække kørsel til uddannelsesinstitutionen. Et særligt kørselsfradrag for knallerterens kørsel til arbejde og uddannelsessted kunne kompensere for en påligning af afgifter.

Spørgsmålet er, hvorfor knallerter i Danmark ikke er belagt med afgifter svarende til andre motorkøretøjer. Svaret skal nok søges i køretøjets historiske udvikling fra at være en 'cykel med

hjælpemotor' (afsnit 1) til det, den er i dag – et uforholdsmæssigt forurenende køretøj (afsnit 3) for familier der tilhører mellemindkomst- eller de højere indkomstkategorier (afsnit 4).

Knallert-45 deler vejbane (bortset fra motorvej og motortrafikvej) med afgiftsbelagte motorkøretøjer. At pålægge knallert-45 med afgifter svarende til motorcykler ville rimeligvis gøre dens eksistens overfor samfundet i almindelighed og de øvrige motortrafikanter i særdeleshed.

Afgifterne på knallerter kan foreslås som en såkaldt Pigou-afgift, der har til hensigt at regulere antallet af knallerter til det samfundsmæssigt optimale niveau. Denne afgift skal lige som en grøn afgift ideelt set fastlægges således at afgiftskilen præcist dækker den samfundsmæssige omkostning kørslen pålægger alle andre. I praksis vil afgiftsniveauet skulle afpasses under hensyntagen til pris- og afgiftsniveauet af mulige alternativer til knallerten. I de efterfølgende afsnit er der ikke beregnet en Pigou-afgift, men i stedet angivet nogle illustrative regneeksempler, der netop tager hensyn til et relevant afgiftsniveau, nemlig det der gælder for motorcykler.

#### 6.1.1. Registreringsafgift for knallerter

Registreringsafgiften er for motorcykler 0 % for de første 7.199 kr., mens der betales 105% af beløbet fra 7200 kr. op til 13.200 kr., og 180% af resten. Tabel 8 giver eksempler på priser for knallerter, idet knallert-30 og knallert-45 sælges for næsten den samme pris. Nogle få mærker tegner sig for størstedelen af salget.

Tabel 8. Priser for knallerter i Danmark

Mærke	Model	Pris	Anslået andel af markedet
PGO	Big Max	11.995 kr.	40%
	T-Rex	14.995 kr.	
	Dr . Big	15.995 kr.	
Aprilia	Sonic GP	15.998 kr.	55%
	DI model	21.998 kr.	
	RS 50	23.498 kr.	
Yamaha	Aerox	17.998 kr.	55%
	BW SPY	16.998 kr.	
Honda	Vision	11.995 kr.	
	SFX	14.995 kr.	
	X8r-S	18.000 kr.	
Andre mærker	Fx Vespa Zip	13.995 kr.	5%

Tabel 9 viser, hvordan priserne på knallerter vil stige ved at indføre motorcyklens registreringsafgift på knallerter. Da en eventuel ny registreringsafgift for knallerter vil betyde væsentlige

prisstigninger, vil en indfasningsperiode på flere år muligvis være hensigtsmæssig så enkelte borgere ikke kommer til at lide uforholdsmæssigt under et indgreb, på grund af uheldig timing.

Tabel 9 . Mulig registreringsafgift på knallerter, hvis den var på linie med motorcykler

Nuværende pris, kr.	Registreringsafgift, kr.	Beskattet pris, kr.
10.000	2.941	12.941
12.000	5.041	17.041
14.000	8.492	22.492
<b>16.000</b>	<b>12.092</b>	28.092
18.000	15.692	40.892
20.000	19.292	42.892
25.000	22.892	47.892

Registreringsafgiften kan bruges til at regulere påvirkningen af miljøet. Eksemplet kunne være VW Lupo 3D, der har fået et særligt afslag i registreringsafgiften, fordi den er særligt energi-effektiv. Det er en mulighed, at innovativ knallert-teknik på samme måde kunne belønnes med et nedslag i en mulig registreringsafgift? Dette ville fremme salget af de energi- og miljøvenlige knallerter.

#### 6.1.2. Grøn ejerafgift

For at fremme salget af de mest energi- og miljøvenlige knallerter kunne man også overveje at pålægge knallerter en grøn ejerafgift.

Den grønne ejerafgift har erstattet vægtafgiften for køretøjer, som er registreret efter 1. juli, 1997, med det formål at styre salget af nye biler i retning af mere energi- og dermed miljørigtige biler. Afgiften på benzin- og dieslbiler er forskellig, for at kompensere for at brændstofafgiften på diesel er lavere end på benzin. En grøn ejerafgift for knallerter, bør som for biler fremme de mest miljørigtige køretøjer. Dette kunne tale for ingen eller en meget lav afgift på firetakts knallerter, da de forurener væsentlig mindre hvad angår VOC og partikler end de i dag almindelige totakts knallerter. Der er for nylig bragt flere nye firetakts knallerter på markedet.

Tilsvarende, hvis det viser sig, at DI-teknikken (direct injection) for totakts knallerter er gunstig for CO- og HC-emissionen (afsnit 3.1.7), samt for emissionen af den farligste type partikler (afsnit 3.2.2), kunne denne teknologi fremmes med en nedsat grøn ejerafgift – altså forudsat at en sådan bliver indført. Ligeledes kan benzinforsbruget, uafhængig af teknikken, indgå i en mulig grøn ejerafgift for knallerter.

Det bør vurderes, om også eksisterende, ikke-registrerede knallert-30 og allerede registrerede knallert-45 bør omfattes af en grøn ejerafgift på linie med nye knallerter, evt. med indfasning over en årrække.

## 6.2. Registrering af knallert-30

Det er næppe teknisk muligt at pålægge knallert-30 afgifter uden en registrering i Centralregisteret for Motorkøretøjer.

I en rapport fra Danmarks Trafikforskning (Lund 2002) forslås det bl.a., at knallert-30 forsynes med nummerplade, således at identifikationen lettes. Nummerplade på knallert-30 er et udtrykt ønske fra politiet, for at kunne identificere dem i trafikken. Dertil kommer, at det fremover ikke vil være muligt på kontrolleret vis at indkalde knallert-30 til kontrol for sikkerhed, lovlighed og forurening (herunder kontrol af katalysator) uden en central registrering af køretøjerne.

## 6.3. Teknik, vedligeholdelse og syn

For knallerter med totaktsmotor er der overordentlig stor miljømæssig gevinst at hente ved, at der anvendes den rigtige type og koncentration af smøreolie i benzinen, samt at motoren altid er korrekt justeret (Kojima et al. 2000). Det bør vurderes, om de lovgivningsmæssige forhold afspejler denne viden.

Med den rette teknik kan væsentlige sider af luftmiljøet i Danmark samlet set forbedres med omkring 5% (afsnit 3). Den reneste løsning er knallerter med firetaktsmotor med reguleret katalysator (fjerner CO, HC og NO<sub>x</sub>). En noget ringere løsning udgøres af knallerter med totaktsmotorer med DI og ureguleret katalysator (fjerner CO og HC).

Men man kan nå langt, hvad angår emissionsbegrænsning af knallerter alene ved optimal vedligeholdelse af eksisterende og kommende køretøjer.

Indførelse af registreringsafgift og grøn ejerafgift kunne bidrage til at nå et mål om en bedre motorteknik, mens et krav om lovpligtigt syn for knallerter på linie med motorcykler eller biler, kunne bidrage til at nå et mål om bedre vedligeholdelse.

Mens biler skal til syn hvert 4. år, så skal motorcykler kun til syn ved ejerskifte, når de er af ældre dato. I følge registreringsbekendtgørelsen § 20, stk. 3 er en knallert-45 ikke underlagt syn, selv ved ejerskifte. Knallert-30 *kan* ikke underlægges syn, så længe den ikke er registreret med nummerplade (afsnit 6.2).

## 7. Miljø- og samfundsøkonomisk vurdering

Den miljø- og samfundsøkonomiske vurdering af knallerter i dette afsnit vedrører trafikuheld, helbredsmæssige konsekvenser af luftforurening, og en deraf følgende anbefaling om at overveje at pålægge knallerter afgifter for at regulere miljøet og trafikikkerheden.



### 7.1. Værdisætning af følgerne af trafikuheld

Hvad angår trafikuheld, kan de samfundsmæssige omkostninger opgøres som summen af udgifter til behandling og pleje af trafikofre, genoptræning, politi og redningskorps og det produktionstab, samfundet har, når den skadede ikke kan deltage i (Lauritsen et al. 2002). Dertil kommer det personlige tab af velfærd, som en trafikant og evt. pårørende lider under som følge af trafikulykker. Ydermere tilkommer offentlige udgifter i form af førtidspension, sygedage og revalideringsydelse, der dog ikke medtages i Vejdirektoratets estimat (2001), da disse ydelser er transfereringer og ikke repræsenterer samfundets omkostninger.

Velfærdstab udtrykker ideelt samfundets villighed til at betale for at reducere risikoen for lidelser og afsavn som følge af trafikuheld (Vejdirektoratet 2001). Miljøøkonomisk set svarer det til begrebet 'willingness to pay'. Optimalt set bestemmes velfærdstab gennem omfattende spørgeskemaundersøgelser, som fx i en WHO undersøgelse af skadeseffekter af luftforurening fra trafikken (Seethaler 1999).

Med antallet og typer af ulykker med knallerter – oplyst af Danmarks Statistik (afsnit 5.1) – og Vejdirektoratets prissætning af gennemsnitlige omkostninger ved trafik ulykker (Vejdirektoratet 2001; Vejdirektoratet 2002) man anslå udgifterne ved knallertulykker (tabel 10).

Tabel 10. De væsentligste omkostninger forbundet med ulykker med knallert ifølge aktuelle tal fra Vejdirektoratet (2001, 2002). At velfærdstab for dræbte er sat til 200% af det personrelaterede tab, og for alvorlig skade som 33% virker vilkårligt, men viser hvor vanskeligt det er at prissætte sådanne udgifter.

Person- skadetype	Omkostnings- type	Omkostning p.r Rapporteret tilfælde (1000 kr.)	Knallert-30		Knallert-45		Knallerter i alt
			Antal	Omkostning (1000 kr.)	antal	Omkostning (1000 kr.)	
Dræbte	Personrelateret	2.617	31	81.127	12	31.404	112.531
	Velfærdstab	5.234		162.254		62.808	225.062
Alvorlig skade	Personrelateret	609	522	317.898	174	105.966	423.864
	Velfærdstab	203		105.966		35.322	141.288
Lettere skade	Personrelateret	207	466	96.462	107	22.149	118.611
	Velfærdstab	14		6.524		1.498	8.022
Samlet omkostning							1.029.378

Det foretagne skøn bygger på en række antagelser. For det første antages, at knallertkørere er lige så omkostningstunge som andre tilskadekomne. Hovedvægten af ulykkerne omfatter cyklister, men det forekommer ikke urimeligt at antage, at en knallertkører kommer lige så

meget til skade ved en given ulykke som en cyklist, og at omkostningerne er mindst lige så store.

Vejdirektoratets vurdering af velfærdstab er vilkårligt sat ved at multiplicere de personrelaterede omkostninger for dræbte, alvorligt og lettere tilskadede med henholdsvis 2, 1/3 og 1/15 (tabel 10). I lande som vi normalt sammenligner os med er dette velfærdstab som nævnt ofte beregnet på basis af store spørgeskemaundersøgelser, og tallene er her typisk større (Seethaler 1999). Ved at bruge Vejdirektoratets estimat af velfærdstab, anlægger vi derfor en konservativ betragtning for det samfundsøkonomiske tab ved trafikulykker. Vejdirektoratets tal repræsenterer endvidere en værdi beregnet på grundlag af de dræbte og tilskadedes gennemsnitsalder, svarende til det antal vi anvender for trafikulykker med knallert.

Det kan diskuteres om velfærdstab er en omkostning, men da det efter et politisk skøn medtages ved prioritering af trafiksikkerheden ved anlæg af veje, finder vi det rimeligt også at medtage det ved en vurdering af trafiksikkerheden ved kørsel på vejene. Hvis velfærdstab udelades reduceres omkostninger fra ca. 1 mia. kroner til 655 millioner kroner.

Grunden til at Institut for Miljøvurdering i en rapport om partikelfiltre (Larsen et al. 2002) benyttede spørgeskemabaserede estimater – og ikke vejdirektoratets tal – er, at disse estimater var særligt egnede til luftforureningsbetingede helbredsskader. Samme talstørrelser er derfor tilsvarende anvendt i denne rapport ved vurdering af de helbredsmæssige konsekvenser af knallerters luftforurening (se afsnit 7.2.).

Hvis man vil beregne besparelsen ved at knallertkøreren kørte cykel i stedet for knallert, kan man ikke antage, at han ville have samme adfærd i trafikken som den gennemsnitlige cyklist og dermed samme risiko for at være indblandet i trafikulykker.<sup>9</sup> Desuden vil der være et tab af tid ved at anvende cykel i stedet for knallert. Vejdirektoratet har priser på værdien af tid, men sådanne beregninger falder udenfor formålet med denne rapport.

## 7.2. Værdisætning af følgerne knallerters luftforurening for folkesundhed

Hvad angår folkesundhed, er der to aspekter af knallerternes effekter – luftforurening og evt. nedsat motion ved fravalg af cykel (det kunne også være fravalg af offentlig transport eller andet motorkøretøj). Sidstnævnte er naturligvis et frivilligt forhold, og omfanget er formodentlig ikke trivielt for samfundsøkonomien, men kan på det foreliggende grundlag ikke beregnes (afsnit 5.2).

### 7.2.1. Luftforurening

Hvad angår værdisætning af følgerne af knallerters luftforurening for menneskers helbred finder vi, at der mangler data, for at kunne gennemføre en god analyse. I afsnit 3 konstateres det at

knallerter, foruden kulbrinter, må formodes at bidrage med ret store mængder partikler, og heriblandt ultrafine partikler. Men der er stor usikkerhed omkring partiklernes giftighed i forhold til partikler fra andre kilder, samt i hvor høj grad VOC er farligt sammenlignet med partikler. Kombineret med giftige stoffer fra forbrændt smøreolie tilsat benzinen er det en mulighed, at partikler fra knallerter er mere skadelige end partikler fra andre kilder.

Hvis knallerTERS forurening med partikler svarer til 4% af de tunge køretøjers bidrag i byerne (men formentlig er det mere størrelsen det kommer an på, se afsnit 3), så giver en analog betragtning til tidligere undersøgelser (Raaschou-Nielsen et al. 2002) knallerter ansvar for 1 – 50 sparede dødsfald pr. år alene forårsaget af partikulær luftforurening.<sup>10</sup> I analogi med den samfundsøkonomiske vurdering af udgifterne forbundet med luftforurening fra trafikken i Østrig, Schweiz og Frankrig (Sommer et al. 2000) og ved antagelse af, at man finder tilsvarende skader i Danmark (Raaschou-Nielsen et al. 2002), kan man illustrativt prissætte tilsvarende udgifter forbundet med knallerter. Når vi regner med at knallerter er ansvarlige for godt 4% af de tunge køretøjers bidrag i byerne, og at partikler er hovedansvarlige for helbredsmæssige skader forårsaget af trafikens luftforurening, kan man skønsmæssigt sætte udgiften til ca. 1% af 28 mia. kroner årligt, eller 280 mio. kroner årligt (1.750 kr./år/knallert).

Dette tal kan dog blive *højere*, hvis også kulbrinteemissionen er afgørende for sundhed (fordi knallerter forårsager ca. 7%), hvis partikler i knallerTERS emission er mindre end de øvrige partikler i luften, og det deraf følgende større overfladeareal adsorberer flere toksiske stoffer, eller hvis de af andre grunde er mere giftige end de øvrige partikler i luften. Tallet kan også blive højere hvis det viser sig at akutte eksponeringer til luftforurening er vigtigere end eksponering til bybaggrunden.

Omvendt vil tallet være mindre, hvis antallet partikler i knallerTERS emission er færre end antaget, større end gennemsnittet, eller mindre giftige, hvis kulbrinterne er relativt uskadelige, og hvis anden trafikemission (fx NO<sub>x</sub>) er af væsentlig betydning for helbredet.

Det spinkle datagrundlag betyder, at der endnu ikke kan udføres en tilstrækkelig sikker miljøøkonomisk analyse af, hvad knallerTERS luftforurening betyder for samfundsøkonomien. Men de tilgængelige data antyder samtidig, at en sådan er væsentlig at få gennemført.

### 7.3. Afgifter

Hvis vi antager, at den typiske knallert-45 er blevet solgt for ca. 16.000 kr. er det offentlige siden 1994 gået glip af et provenu på over 800 millioner kroner ved *ikke* at have pålagt de ca. 68.000 solgte knallert-45 en registreringsafgift svarende til motorcykler (tabel 9). Denne betragtning forudsætter, at en registreringsafgift ikke havde reduceret salget.

---

<sup>9</sup> Kristian Kidholm, Odense Universitetshospital – personlig korrespondance december 2002

<sup>10</sup> Forudsat der er linjær sammenhæng mellem partikkelkoncentration og sparede dødsfald.

Hvis der regnes med et årligt salg af 6.000 knallerter til en forhandlerpris af 16.000 kr. vil der med en registreringsafgift svarende til motorcykler (12.092 kr./knallert, tabel 9) være et årligt provenu til staten på 72 mio. kroner. En del af beløbet kunne bidrage til at bedre luftmiljøet ved at fremme salget af energi- og miljørigtige knallerter. Disse tal forudsætter dog, at salget ville være uændret efter indførelse af en afgift, hvilket næppe ville være tilfældet. Men et reduceret antal køretøjer ville imidlertid modsvares af tilsvarende reducerede udgifter forbundet med trafikulykker, hvor knallerter er indblandet. I den forbindelse vil det dog ikke nytte om knallertkørerne i stedet havde kørt knallert-30, fordi ulykkesfrekvensen er større for denne type køretøj. Det skal derfor overvejes om også knallert-30 bør pålægges registreringsafgift, hvilket indebærer, at den fremover skal registreres i Centralregisteret for Motorkøretøjer (afsnit 6.2.).

En grøn ejerafgift på fx 500 kr. betalt af alle landets ca. 160.000 knallert ejere ville årligt indbringe staten 80 millioner kroner. Denne foreslåede værdi er kun et illustrativt regneeksempel, da det ikke er et udtryk for den miljøøkonomiske beregnede optimale grønne afgift. Afgiften, eller en del af den, kunne anvendes til at give rabat på de mest miljørigtige knallerter, og kørselsfradrag for de som skønnes i særlig grad at blive ramt af nye afgifter på knallerter.

I følge et notat fra Færdselsstyrelsen (Færdselsstyrelsen Bilteknisk Afdeling 1999) om knallert-45 lægger EU's rammedirektiv 92/61 for dette køretøj ingen hindringer i vejen for national lovgivning vedrørende afgift. Notatet anbefaler en analyse af, hvorvidt en ændring af afgiftsreglerne vil være hensigtsmæssige.

Skatteministeriet har for nylig gjort et omfattende arbejde for at analysere konsekvenser af mulige omlægninger af registreringsafgiften på andre motorkøretøjer (Skatteministeriet 2001). Vi håber, at nærværende rapport med sin kombinerede analyse af miljømæssige, trafiksikkerhedsmæssige og socio-økonomiske aspekter vedrørende knallerter kan bidrage til, at også dette køretøj inddrages i de videre overvejelser.

## 8 . K o n k l u s i o n

Knallerter bidrager uforholdsmæssigt meget til luftforureningen fra trafikken. Det drejer sig om ca. 7% af kulbrinterne og ca. 1% af partiklerne, på trods af at knallerterne årligt kun kører omkring 0,5% så mange kilometer som personbilerne. Knallerternes samlede emission af NO<sub>x</sub> og CO<sub>2</sub> er til gengæld ubetydelig sammenlignet med bilparkens samlede emission.

Helbredsmæssige udgifter forbundet med luftforurening vurderes med en række forbehold at løbe op til 280 mio. kroner årligt (ca. 1.750 kr./år/knallert). Det er 50-75 gange farligere at køre knallert end at køre bil (per kørt kilometer). Trafikulykker der implicerer knallerter betyder en samfundsøkonomisk omkostning på omkring 1 mia. kr. årligt (ca. 6.250 kr./år/knallert). Den

samlede miljø- og samfundsøkonomiske omkostning er derfor op til 1,3 mia. kr. om året, hvilket svarer til ca. 8.000 kr./år/knallert.

Rapportens samfunds- og miljøøkonomiske analyser peger i retning af at knallerter bør pålægges afgifter. Begrundelsen for afgifter ville dels være for at kompensere for de omkostninger knallerter påfører samfundet, dels for at fremme salget af mere energi- og miljøvenlige knallerter, dels for at øge trafikikkerheden, og endelig af hensyn til rimeligheden ved sammenligning med tilsvarende motorkøretøjer, hvor der betales afgifter. Knallert-45 deler vejbane med anden motoriseret trafik, der som helhed er pålagt sådanne afgifter.

En årlig grøn ejerafgift på 500 kr. pålagt alle Danmarks 160.000 knallerter ville indbringe staten et årligt provenu på 80 mio. kroner (illustrativ talstørrelse). Det kan desuden overvejes at pålægge registreringsafgift på linie med motorcykler, i al fald for knallert-45. Et årligt salg af 6.000 knallert-45 ville her indbringe staten et provenu på ca. 72 mio. kr. (illustrativ talstørrelse), der dog vil reduceres i takt med evt. faldende styksalg. Samfundet har på tilsvarende vis givet en skattefritagelse i størrelsesordenen 800 millioner kroner siden 1994, ved ikke at kræve en registreringsafgift for knallert-45, der ligger på linie med registreringsafgiften for motorcykler.

Det ville lette færdselspolitiets arbejde, om også knallert-30 var registreret i Registeret for Motorkøretøjer. Det ville samtidig muliggøre påligning af en registreringsafgift, bl.a. for at modvirke at knallert-45 køre bliver knallert-30 køre. Knallert-30 er i forhold til deres antal og kørselsarbejde impliceret i mere end dobbelt så mange ulykker som knallert-45. Dette peger på, at knallert-30 bør overvejes pålagt tilsvarende afgifter man evt. vælger at pålægge knallert-45. Implikation i færdselsulykker kan dog foruden køretøjet også kan hænge sammen med kørerne.

En socio-økonomisk analyse af knallertkørerne viser, at knallerten generelt *ikke* er et køretøj for de laveste husstandsindkomstkategorier, at ejerne oftest har adgang til bil, og at de kørte ture på knallert-30 ofte er så korte, at de kunne være klaret på cykel. Skønt knallerterne, specielt knallert-45, udfylder et væsentligt behov hos dele af befolkningen, er det vanskeligt at finde argumenter, der går imod at pålægge knallerter registrerings- og grøn ejerafgift. Eventuelle sociale skævheder kunne modsvares af særlige kørselsfradrag finansieret af de pålagte afgifter.

På tværs af en række fagområder opstilles i denne rapport samfunds- og miljøøkonomiske argumenter, der peger i retning af grønne afgifter på knallerter, med det mål, at opnå et signifikant bedre luftmiljø og – om muligt – færre færdselsulykker med knallerter.

**Tak**

Under udarbejdelse af rapporten fik vi hjælp fra en række institutioner og enkeltpersoner, som vi hermed takker – Kåre Clemmensen (Finansministeriet), Morten Winther og Finn Palmgren (DMU), Niels-Anders Nielsen (Færdselsstyrelsen), Ken Friis Hansen (Danmarks Teknologiske Institut), og Erik Iversen (Miljøstyrelsen). Særlig tak til Linda Christensen og Danmarks Transportforskning for konsulentbistand vedrørende udtræk af data fra Transportvaneundersøgelsen. Ansvar for rapportens indhold hviler dog helt på forfatteren.

## Referencer

- Andersen, L. B., Schnohr, P., Scroll, M., Hein, H. O. 2002 Dødelighed associeret med fysisk aktivitet i fritiden, på arbejdet, sport og cykling til arbejde. *Ugeskrift for læger* 164:1501-6
- Artemis 2002 *Assessment and reliability of transport emission models and inventory systems. WP500: Emissions of motorcycles; emission factors; emission inventory; round robin test; 2-wheelers emission research. EU 5th. Framework. Projektløbetid 1-1-2000 til 30-6-2003. Oplysninger fra nøglepersoner.*
- Assenmacher, H. 2001 Klein, spassig und giftig. *Öko Test* May 2001
- Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society 1996 Health effects of outdoor air pollution. *Am J Respir Crit Care Med* 153:3-50
- Czerwinski, J., Comte, P., Napoli, S., Wili, P. 2002 Summer cold start and nanoparticulates of small scooters. *SAE Paper* 2002-01-1096
- Danmarks Statistik 2001 *Persontransport 1998-2000*. Transport 2001:32.
- Danmarks Statistik 2002a *Danmarks Statistikbank*:  
<http://www.statistikbanken.dk/Statbank5a/selectvarval/saveselections.asp>.
- Danmarks Statistik 2002b *Motorparken pr. 1. januar 1998-2002*. Transport 2002:14.
- Danmarks Statistik og Trafikministeriet 2001 *Nøgletal for transport 2001*. Transport.
- DMU 2002 *Luftforureningsepisode i påsken 2002, Pressemeddelelse*
- ENDS 2002 *European motorcycle emissions cut by 70 percent*. **Environment Daily** 1182.
- EU kommissionen 2002 *Europa-parlamentets og rådets direktiv 2002/51/EF af 19. juli 2002 om reduktion af emissionerne af forurenende stoffer fra to- og trehjulede motordrevne køretøjer og om ændring af direktiv 97/24/EF*.
- Færdselsstyrelsen 2001 *Partikelfiltre på tunge køretøjer*. Færdselsstyrelsen.
- Færdselsstyrelsen Bilteknisk Afdeling 1999 *Notat om tre- og firehjulede 45 km/t køretøjer*. Færdselsstyrelsen.
- Finlayson-Pitts, B. J. & Pitts, J. N. Jr. 1997 Tropospheric air pollution: ozone, airborne toxics, polycyclic aromatic hydrocarbons, and particles. *Science* 276:1045-52
- Grosinsky, A. J., Sasaki, J. C., Arey, J., Eastmond, D. A., Parks, K. K., Atkinson, R. 1999 *Genotoxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons and their atmospheric reaction products*. The Health Effects Institute, Research Report 84.
- Hertel, O. & Berkowicz, R. 2000 *NO<sub>2</sub> niveauet i bygader ved anvendelse af CRT partikelfiltre*. København: Færdselsstyrelsen.

- Jensen, M., Gudmundsson, H., Fenger, J., Christensen, L. 1998 *Bilisme og miljø - en svær balance*. Temarapport 18. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Kjær, J. 1999 Knallerter, og specielt de danske. *Vintage Nyt* 360
- Københavns Kommune, V. & P. 2002 *Cykelpolitik 2002-2012*.
- Kojima, M., Brandon, C., Shah, J. 2000 *Improving urban air quality in South Asia by reducing emissions from two-stroke engine vehicles*. Verdensbanken.
- Künzli, N., Kaiser, R., Medina, S. 2000 Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *The Lancet* 356(9232):795-801
- Larsen, T., Kristoffersen, A., Andersen, H. T. 2002 *Samfundsøkonomisk vurdering af partikelfiltre*. Institut for Miljøvurdering. [www.imv.dk](http://www.imv.dk)
- Lauritsen, J. M., Kidholm, K., Skov, O., Nørgård, L. 2002 Økonomisk dækningsgrad og gennemsnitlige omkostninger ved hospitalsbehandlet tilskadekomst. *Ugeskrift for Læger, original meddelelse* 28.oktober, 2002.
- Lund, H. 2002 *45-knallerter - kørekort, risiko, hastighed, uheld*. Rapport 1. Danmarks Transportforskning.
- Manufacturers of Emission Control Association 1999 *Emission control of two- and three-wheel vehicles*. Washington D.C.
- Metz, N., Resch, G., Steinparzer, F. 1999 *Characterization of particulate matter emission of modern diesel passenger cars*. Proceedings of the Symposium: "Transport and Air Pollution, Graz 31. maj - 2. juni. COST 619.
- Palke, D. R. & Tyo, M. A. 1999 The impact of catalytic aftertreatment on particulate mater emissions from small motorcycles. *SAE Paper* 1999-01-3299
- Palmgren, F., Wählin, P., Berkowicz, R., Loft, S. H., Raaschou-Nielsen, O. 2002 *Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark - opdatering pr. 5. juni 2002 (Udkast)*. Danmarks Miljøundersøgelser. [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)
- Palmgren, F., Wählin, P., Berkowicz, R., Hertel, O., Jensen, S. S., Loft, S., Raaschou-Nielsen, O. 2001 *Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark - Luftkvalitets- og sundhedsvurdering*. Faglig rapport 358. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Patschull, J. & Roth, P. 1994 Measurement and reduction of particles emitted from a two-stroke engine. *SAE Technical Paper Series* 941683
- Pope III, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K., Thurston, G. D. 2002 Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *Journal of American Medical Association* 287(9):1132-41
- Raaschou-Nielsen, O., Palmgren, F., Jensen, S. S., Wählin, P., Berkowicz, R., Hertel, O., Vrang, M.-L., Loft, S. H. 2002 *Helbredseffekter af partikulær luftfouering i Danmark - et forsøg på kvantificering*. Den Almindelige Danske Lægeforening.



- Rijkeboer, R. C. 1997 *Emission factors for mopeds and motorcycles*. TNO report n°97.OR.VM.31.1/RR. The Netherlands
- Sakai, T., Nakajima, T., Yamazaki, H. 1999 *O-PM / Emitted matters caused by two-stroke engine oil and its reduction*
- Santino, D. & Picini, P. 2001 *Particulate matter emissions from two-stroke mopeds*. Intern rapport. Ente Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente.
- Seethaler, R. 1999 *Health costs due to road traffic-related air pollution*. Bern, Schweiz: Federal Department of Environment, Traffic, Energy and Communications, Bureau for transport studies.
- Skatteministeriet 2001 *Rapport fra arbejdsgruppen vedrørende mulig omlægning og forenkling af registreringsafgiften*.  
[www.skm.dk/pub1/registreringsafgiftsrapportindex.htm](http://www.skm.dk/pub1/registreringsafgiftsrapportindex.htm).
- Sommer, H., Künzli, N., Seethaler, R., Chanel, O., Herry, M., Masson, S., Vergnaud, J.-C., Filliger, P., Kaiser, R., Medina, S., Puybonnieux-Textier, V., Quénel, P., Schneider, J., Studnicka, M. 2000 *Economic evaluation of health impacts due to road traffic-related air pollution*. Expert workshop on assessing the ancillary benefits and costs of greenhouse gas mitigation strategies, 27-29 March 2000, Washington, D.C.
- Spengler, J. D., Schwab, M., McDermott, A., Lambert, W. E., Samet, J. M. 1996 *Nitrogen dioxide and respiratory illness in children*. The health Effects Institute, Research Report 58.
- Stöber, W. v. 1995 Zur vermuteten Kanzerogenität von Dieselmotoren. *Neue Zürcher Zeitung* 6.6.95.
- Thom, S. R. & Ischiropoulos, H. 1997 *Exploration of a link between exposure to carbon monoxide and atherosclerosis*. The Health Effects Institute, Research Report 80.
- Trafikministeriet 2001 *Regeringens handlingsplan for trafiksikkerhed: Hver ulykke er én for meget*.
- Tsai, J.-H., Hsu, Y.-C., Weng, H.-C., Lin, W.-Y., Jeng, F.-T. 2000 Air pollutant emission factors from new and in-use motorcycles. *Atmospheric Environment* 34:4747-54.
- Utell, M. J., Frampton, M. W., Morrow, P. E., Cox, C., Levy, P. C., Speers, D. M., Gibb, F. R. 1994 *The effects of inhaled oxidants and acid aerosols on pulmonary function*. The Health Effects institute, Research Report 70.
- Vejdirektoratet 2001 *Trafikuheldsomkostninger 1999*. Rapport 204.
- Vejdirektoratet 2002 *Trafikuheldsomkostninger 2002*  
<http://www.vd.dk/wimpdoc.asp?page=document&objno=60260>

- Vrang, M.-L., Hertel, O., Palmgren, F., Wåhlin, P., Raaschou-Nielsen, O., Loft, S. H. 2002 Helbredseffekter af trafikgenererede ultrafine partikler. *Ugeskrift for læger* 164:3937-41
- Wåhlin, P., Palmgren, F., Dingenen, R. v. 2002 Experimental studies of ultrafine particles in streets and the relationship to traffic. *Atmospheric Environment* 35(Suppl. 1):S63-S69
- WHO 2000 *Guidelines for Air Quality*, Geneve. <http://www.who.int/peh/>.
- Winther, M. 1999 *Analyse af emissioner fra vejtrafikken*. Faglig rapport 265. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Ye, S., Zhou, W., Song, J., Peng, B.-C., Yuan, D., Lu, Y.-M., Qi, P.-P. 1999 Toxicity and health effects of vehicle emissions in Shanghai. *Atmospheric Environment* 34:419-29
- Zhou, W. & Ye, S. 1998 Effects of two new lubricants on the mutagenicity of scooter exhaust particulate matter. *Mutation research* 414:131-7