

**Energieffektiv styrning av
elektriska motorvärmare**

PM för Energimyndigheten

Oktober 1998

Sammanställd av Ecotraffic R&D AB

Peter Ahlvik

INNEHÅLLSFÖRTECKNING		Sida
	SAMMANFATTNING	
1	INLEDNING	1
2	BAKGRUND	1
3	METODIK.....	2
3.1	Syfte och målsättning för projektet.....	2
3.2	Avgränsning av studien	2
3.3	Frågeställningar att besvara.....	3
3.4	Studiens upplägg och metodik.....	3
4	POTENTIAL TILL MINSKNING AV ENERGIANVÄNDNING OCH AVGASEMISSIONER	3
4.1	Reglerade avgasemissioner	4
4.1.1	CO EMISSIONER.....	4
4.1.2	HC EMISSIONER.....	4
4.1.3	NO _x EMISSIONER.....	5
4.1.4	PARTIKELEMISSIONER	6
4.2	Icke reglerade avgasemissioner	6
4.3	Bränsleförbrukning	8
4.4	Energianvändning	9
4.5	Samhälls- och privatekonomisk nytta av motorvärmare.....	9
4.6	Alternativ till elektriska motorvärmare.....	9
4.6.1	FÖRBÄTTRAD KONVENTIONELL AVGASRENING	9
4.6.2	ANDRA TYPER AV VÄRMARE	10
4.6.3	VÄRMELAGER	10
5	INKOPPLINGSTID OCH STYRNING	11
5.1	Optimal inkopplingstid.....	11
5.2	Styrning av inkopplingstid.....	12
5.3	Kontroll och övervakning.....	13
5.4	Märkning av styrutrustning.....	14
6	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	14
7	REFERENSER.....	15

FIGURFÖRTECKNING		Sida
<i>Figur 1:</i>	<i>CO emissioner</i>	<i>4</i>
<i>Figur 2:</i>	<i>HC emissioner</i>	<i>5</i>
<i>Figur 3:</i>	<i>NO_x emissioner.....</i>	<i>5</i>
<i>Figur 4:</i>	<i>Partikelemissioner</i>	<i>6</i>
<i>Figur 5:</i>	<i>Emissioner av polycykliska aromatiska föreningar (PAC).....</i>	<i>7</i>
<i>Figur 6:</i>	<i>Bränsleförbrukning.....</i>	<i>8</i>
<i>Figur 7:</i>	<i>Emissioner med ett värmelager</i>	<i>10</i>
<i>Figur 8:</i>	<i>Rekommenderad inkopplingstid.....</i>	<i>11</i>
<i>Figur 9:</i>	<i>Optimala inkopplingstider.....</i>	<i>12</i>

SAMMANFATTNING

En sammanfattning av tidigare publicerat material om elektriska motorvärmarens inverkan på reglerade och icke reglerade emissioner samt bränsleförbrukning och energianvändning har gjorts i detta PM. Alternativ till elektriska motorvärmare har också berörts. Underlaget har tagits fram i syfte att kunna användas som ett underlag för beslut om insatser på området och för diskussioner med branschföreträdare mm.

Det synes klart att elektriska motorvärmare har en stor effekt på emissionskomponenter som CO, HC, partiklar. NO_x emissionerna ökar dock i några fall liksom även energianvändningen under vissa betingelser. Det senare gäller främst ifall inkopplingstiden av motorvärmaren är för lång. En effekt som inte uppmärksammas speciellt mycket är minskningen av vissa hälsofarliga emissioner som t ex de polycykliska aromatiska föreningarna (PAC). Flera av dessa föreningar är mycket potenta mutagena och/eller cancerogena ämnen. Biologiska tester ger också ett liknande resultat.

Det finns tänkbara alternativ till elektriska motorvärmare men bedömningen är att det kommer att ta lång tid innan dessa kan få något större genomslag på marknaden. Användande av motorvärmare och liknande åtgärder är dessutom komplement till skärpningar av avgaskraven (och miljöklasser) och kan därför inte jämföras med dessa åtgärder.

Motorvärmare används i dag fel, dvs inkopplingstiden är alltför lång. Styrutrustningar som med automatik ger en optimal inkopplingstid är därför nödvändiga. Detta är ännu viktigare ifall man vill gå vidare för att öka användningen av motorvärmare. Insatser som information och miljömärkning är den typ av insatser som kan göras inom den närmaste framtiden för att främja en bättre användning av motorvärmare och i ett senare skede även öka den.

1 INLEDNING

Emissionerna från vägtrafiken utgör, trots vissa förbättringar de senaste åren, alltså en betydande del av de totala utsläppen. Detta gäller för de flesta emissionskomponenter och för vissa utsläpp, t ex CO₂, uppvisar både andelen och de absoluta emissionerna en ökande trend. Nya avgaskrav har beslutats för lätta fordon i Europa från år 2000 och liknande krav kommer att införas även för tunga fordon. Ytterligare avgaskrav har preliminärt beslutats (lätta fordon) eller planeras (tung fordon) för år 2005. Det kommer dock att dröja lång tid innan de miljömål som har beslutats av regeringen kan nås. Kompletterande åtgärder torde vara nödvändiga för att nå dessa mål inom de beslutade tidsramarna. Det långsiktiga målet att reducera utsläppen av klimatgaser torde inte kunna klaras av utan en storskalig introduktion av biodrivmedel ifall en mobilitet på nuvarande nivå skall kunna bibehållas. En energieffektivisering av transporter är en viktig faktor för att minska utsläppen av klimatgaser men det torde knappast finnas några realistiska möjligheter att åstadkomma en minskning av energianvändningen med ca 80 % som krävs för att nå det långsiktiga målet för klimatgaser. Även om drivmedel av icke fossilt ursprung måste introduceras i stor skala för att klara målen på lång sikt är dock energieffektivisering en av de bästa åtgärder som kan realiseras på kort sikt för att minska utsläppen av klimatgaser.

Eftersom de beslutade nationella målen enligt ovan inte kan nås enbart genom att byta ut fordonsparken är även åtgärder för att minska emissionerna (inkl. utsläppen av klimatgaser) på befintlig fordonspark av intresse. Användande av elektriska motorvärmare är en åtgärd som har en potential att minska de flesta emissionskomponenterna och under vissa betingelser även utsläppen av klimatgaser. En förutsättning för att utsläppen av klimatgaser inte skall öka är dock att inkopplingstiden för motorvärmaren kan begränsas. Ett antal studier har under de senaste åren utförts dels för att utröna emissionspotentialen och dels med syftet att beräkna den optimala inkopplingstiden för motorvärmaren. Resultaten från dessa studier visar entydigt att inkopplingstiden har en avgörande betydelse för inverkan på emissioner och energianvändning. Erfarenheter från användningen visar att inkopplingstiderna i praktiken tenderar att bli längre än nödvändigt. En automatisk styrning av inkopplingstiden som både optimerar denna och samtidigt inte ger avkall på komfortkraven är därför önskvärd.

2 BAKGRUND

Den nyinrättade myndigheten med övergripande ansvar för energisektorn, Energimyndigheten (STEM) som bildades genom en avknoppning från NUTEK, publicerar ett antal informationsskrifter med syftet att minska energiförbrukningen (främst elförbrukningen). Några exempel är Eleffektiva villavärmepumpar, kylar, frysar, tvättmaskiner, torktumlare, diskmaskiner. Intresse finns nu också för att utreda förutsättningarna för att minska elenergianvändningen i elektriska motorvärmare till personbilar.

Inom transportsektorn används i dag främst fossil energi i form av flytande bränslen som t ex bensin och dieselolja för fordonens framdrivning. Tågtrafiken är ett undantag i sammanhanget i Sverige. Användningen av elenergi till elektriskt drivna motor- och kupévärmare används inte direkt till fordonets framdrivning men påverkar likväl bränsleförbrukningen på ett positivt sätt genom att bränsle ersätts med el. Motorvärmare är således en möjlighet att använda elenergi i transportsektorn. Man skall dock notera att det är ökningen av komforten som är den primära anledningen till användningen av motorvärmare för de flesta användarna. Den negativa aspekten av detta är att den önskade ökningen av komforten, i kombination med bristen på optimerad automatisk styrning av inkopplingstiden tenderar till att mer energi än nödvändigt används än som egentligen är motiverat utifrån komfortsynpunkt. Då marknaden för utrustningar som minskar elenergiförbrukningen hittills varit tämligen begränsad (liten efterfrågan) finns stora möjligheter att minska denna elförbrukning. Emedan elenergin förbrukas under den kalla delen av året samt under den tid på dygnet när belastningen på nätet är som störst är sannolikt inverkan på effektbehovet ett potentiellt större problem än energiförbrukningen.

Genom bl a de tester som utförts i ett projekt initierat av en arbetsgrupp ledd av Konsumentverket (med bl a STEM:s föregångare NUTEK som delfinansiär) [1]¹, samt utredningar utförda av VTI [2], finns nu ett underlag som kan användas för att ställa krav på utrustning avsedd att styra inkopplingstiden för motorvärmare.

3 METODIK

3.1 Syfte och målsättning för projektet

Syftet med detta PM är att belysa de frågor som är aktuella inför insatser som teknikupphandling, miljömärkning eller liknande åtgärder för att åstadkomma en mer miljöanpassad styrning av inkopplingstiden för elektriska motorvärmare.

Huvudmålsättningen för studien är att generera ett underlag som kan användas som ett beslutsunderlag (huvudsakligen internt inom STEM) men även som ett underlag för diskussioner med branschföreträdare och andra myndigheter. I ett senare skede kan studien tjäna som en vägledning för STEM:s rekommendationer och vid en eventuell upphandling av nämnda teknik.

3.2 Avgränsning av studien

I huvudsak behandlas i denna studie utrustning för styrning av elektriska motorvärmare i syfte att minska elenergiförbrukningen. Avgasemissionerna påverkas ej i samma omfattning av en optimal inkopplingstid (i förhållande till nuvarande användning) som energiförbrukningen men kan indirekt påverkas positivt av den information som sprids. Eftersom kupévärmare ofta används i kombination med elektriska motorvärmare diskuteras även kupévärmarna. Det finns även tänkbare

¹ Siffra inom parentes avser referens i referenslistan i slutet av rapporten.

alternativ till elektriska motorvärmare som kan vara av intresse att utreda i framtiden men dessa behandlas här endast på ett översiktligt sätt.

3.3 Frågeställningar att besvara

Följande frågeställningar är viktiga att behandla:

- Optimal inkopplingstid med enbart elektrisk motorvärmare (ingen kupévärmare). En generell rekommendation finns i en nyligen publicerad rapport från Konsumentverket. VTI kommer inom kort att publicera en rapport med en mer ingående analys av optimal inkopplingstider under olika förutsättningar. Privattekonomi, samhällsekonomi, maximal emissionsreduktion är några av de kriterier som kan väljas för att beräkna den optimala inkopplingstiden.
- Optimal inkopplingstid med både elektrisk motorvärmare och kupévärmare. Samma resonemang som ovan men där även en kupévärmare används.
- En viktig punkt för styrstrategin är den inkopplingstid som tillåts av utrustningen efter att den inprogrammerade starttiden (start av bilen) har passerats. Detta innebär i klartext den tid som värmningen tillåts fortsätta efter det att den inprogrammerade starttiden passerats.
- Några exempel på befintliga styrutrustningar tas fram och kommenteras.
- Förslag till hur regler och kriterier för godkännande av en energieffektiv styrning skall utformas tas fram. En oberoende testning av utrustningen, alternativt "självcertifiering" med en granskning av en oberoende part, är två möjliga vägar att tillse att kraven uppfylls.

3.4 Studiens upplägg och metodik

En genomgång och summering har gjorts av de tidigare utförda studierna i Sverige inom området. Kapitel 4 behandlar översiktligt resultaten från dessa studier. Diskussioner med branschföreträdare har gjorts i syfte att utröna intresset för insatser inom området och för att belysa några av de frågeställningar som finns. I kapitel 5 redovisas några överväganden angående de frågeställningar som listats ovan.

4 POTENTIAL TILL MINSKNING AV ENERGIANVÄNDNING OCH AVGASEMISSIONER

Inverkan på avgasemissioner och bränsleförbrukning redovisas endast översiktligt i denna studie. I huvudsak används resultaten från den studie som utförts på initiativ av Konsumentverket som underlag [1]. För den som är intresserad av mer ingående analyser hänvisas till underlaget i de rapporter som listats i referenslistan [3 – 6]. Eftersom inverkan varierar något beroende på teknisk nivå särredovisas katalysatorbilar respektive bilar utan katalysator. Man bör dock notera att underlaget är tämligen begränsat – två bilar utan katalysator och tre bilar med katalysator ingick i denna studie.

4.1 Reglerade avgasemissioner

4.1.1 CO emissioner

CO emissionerna minskar kraftigt med motorvärmare för bilar både med och utan katalysator vilket figur 1 visar.

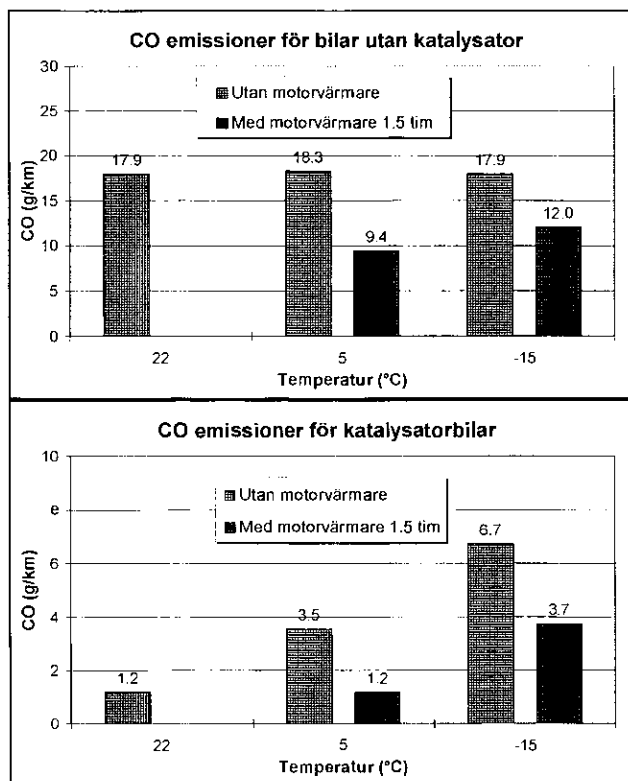
För bilar utan katalysator och utan motorvärmare har temperaturen ingen större inverkan på CO emissionerna. Normalt ger lägre temperatur högre CO emissioner även för bilar utan katalysator även om den relativa inverkan inte är så stor som för katalysatorbilar. Troligen hade CO emissionerna visat en mer naturligt ökande trend med sjunkande temperaturer ifall fler bilar hade testats.

När motorvärmare används för bilar utan katalysator minskar CO emissionerna markant och ligger t o m lägre än vid +22°C.

Utan motorvärmare har katalysatorbilarna vid +22°C och -5°C väsentligt lägre CO emissioner än bilar utan katalysator. Ökningen av CO emissionerna när temperaturen sänks är dock avsevärd och vid -15°C är den relativa skillnaden mellan fordonskategorierna endast en faktor 2. Motorvärmare har också en markant effekt på CO emissionerna från katalysatorbilarna. Minskningen är inte lika stor i *absoluta* tal som för bilar utan katalysator men den *relativa* minskningen är större.

4.1.2 HC emissioner

HC emissionerna utan motorvärmare uppvisar för bilar utan katalysator den förväntade trenden: högre emissioner med sjunkande temperatur (figur 2). Den relativa inverkan av temperaturen är dock inte särskilt stor. När motorvärmare används vid +5°C och -15°C blir HC emissionerna t o m något lägre än vid +22°C utan motorvärmare.



Figur 1: CO emissioner

För katalysatorbilar utan motorvärmare ökar HC emissionerna kraftigare vid sjunkande temperatur än för bilarna utan katalysator. Motorvärmare har även här en positiv effekt. Minskningen är på samma sätt som för CO emissionerna mindre i absoluta tal än för bilarna utan katalysator men den relativa minskningen är större.

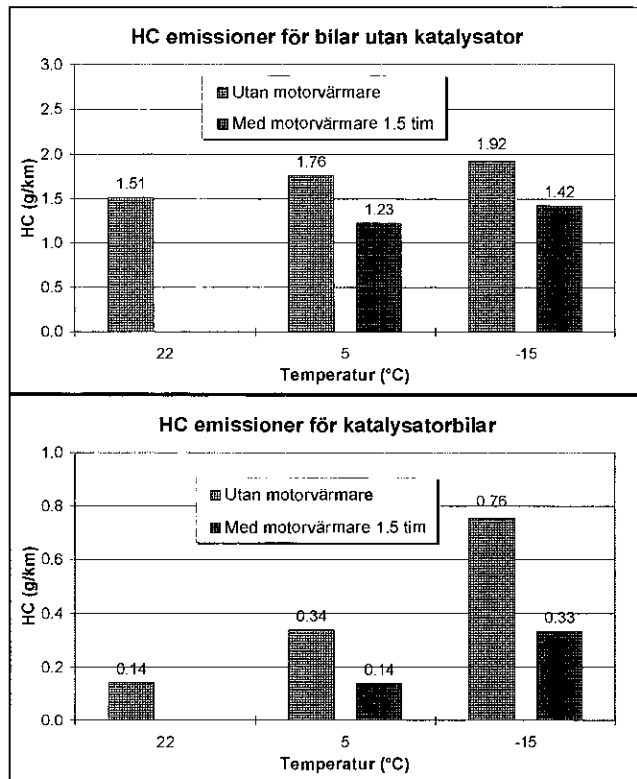
4.1.3 NO_x emissioner

NO_x emissionerna påverkas inte lika mycket som övriga emissioner, varken av temperatur eller användning av motorvärmare, vilket figur 3 visar. I vissa fall rör det sig dessutom om en ökning när motorvärmare används. Ett medeltal av samtliga bilar i undersökningen ger således en marginell ökning av NO_x emissionerna.

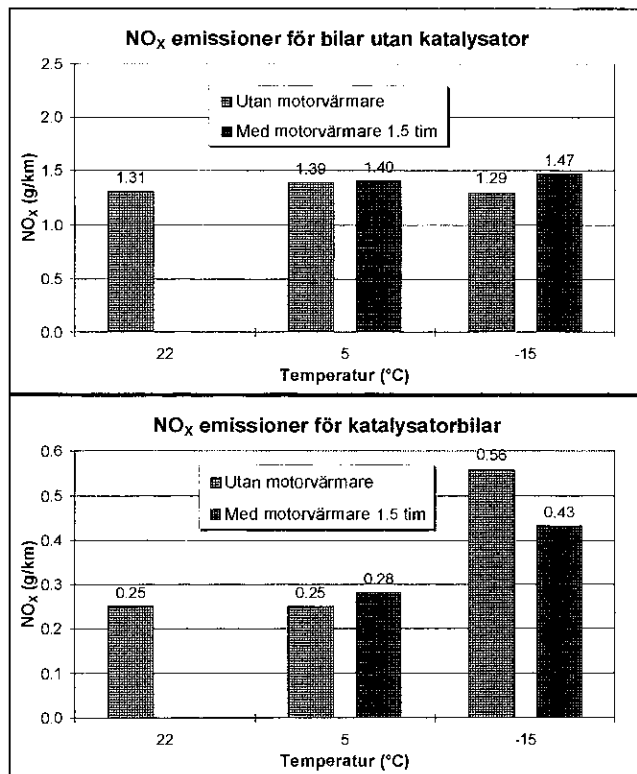
Att NO_x emissionerna kan bli högre med motorvärmare är inte oväntat. Motorvärmaren kan inte nämnvärt påverka katalysatorn att börja fungera tidigare.

Den ökning av NO_x emissionerna som finns i vissa fall är blygsam och kan accepteras eftersom de övriga emissionerna sänks så mycket.

Förutsatt att man utförde en grundlig optimering av motor- och styr-system med hänsyn till att motorvärmare används, finns det i framtiden möjligheter att eliminera den oönskade NO_x ökningen – dock inte helt utan att de övriga emissionerna förblir opåverkade (dvs det kan bli fråga om en viss ökning).



Figur 2: HC emissioner



Figur 3: NO_x emissioner

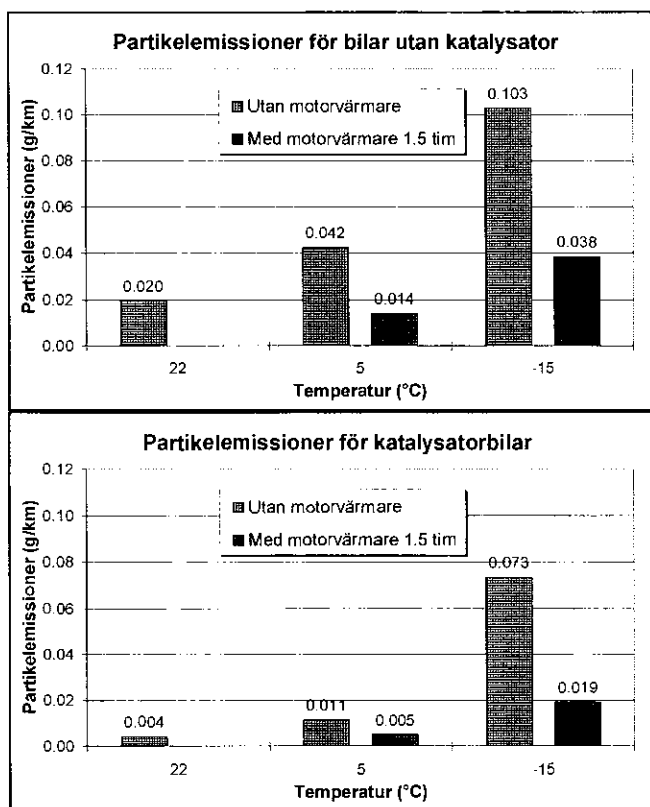
4.1.4 Partikelemissioner

Partikelemissionerna är som regel mycket låga för bensindrivna bilar i jämförelse med dieseldrivna bilar. Vid lägre temperaturer ökar dock dessa emissioner även för bensindrivna bilar, vilket figur 4 visar.

Partikelemissionerna är vid +22°C låga för båda bilkategorierna men väsentligt lägre för katalysatorbilarna. Vid lägre temperaturer ökar partikelemissionerna kraftigt för båda kategorierna av bilar. Nivån är dessutom av samma storleksordning som för dieseldrivna bilar.

När motorvärmare används minskar partikelemissionerna för båda kategorierna av bilar kraftigt jämfört med fallet utan motorvärmare. Katalysatorbilarna uppvisar dock fortfarande lägre partikelemissioner än bilarna utan katalysator.

Genom att partikelemissionerna på senare tid rönt stort intresse ur hälsosynpunkt [8] har åtgärder som kan minska dessa emissioner en hög prioritet.



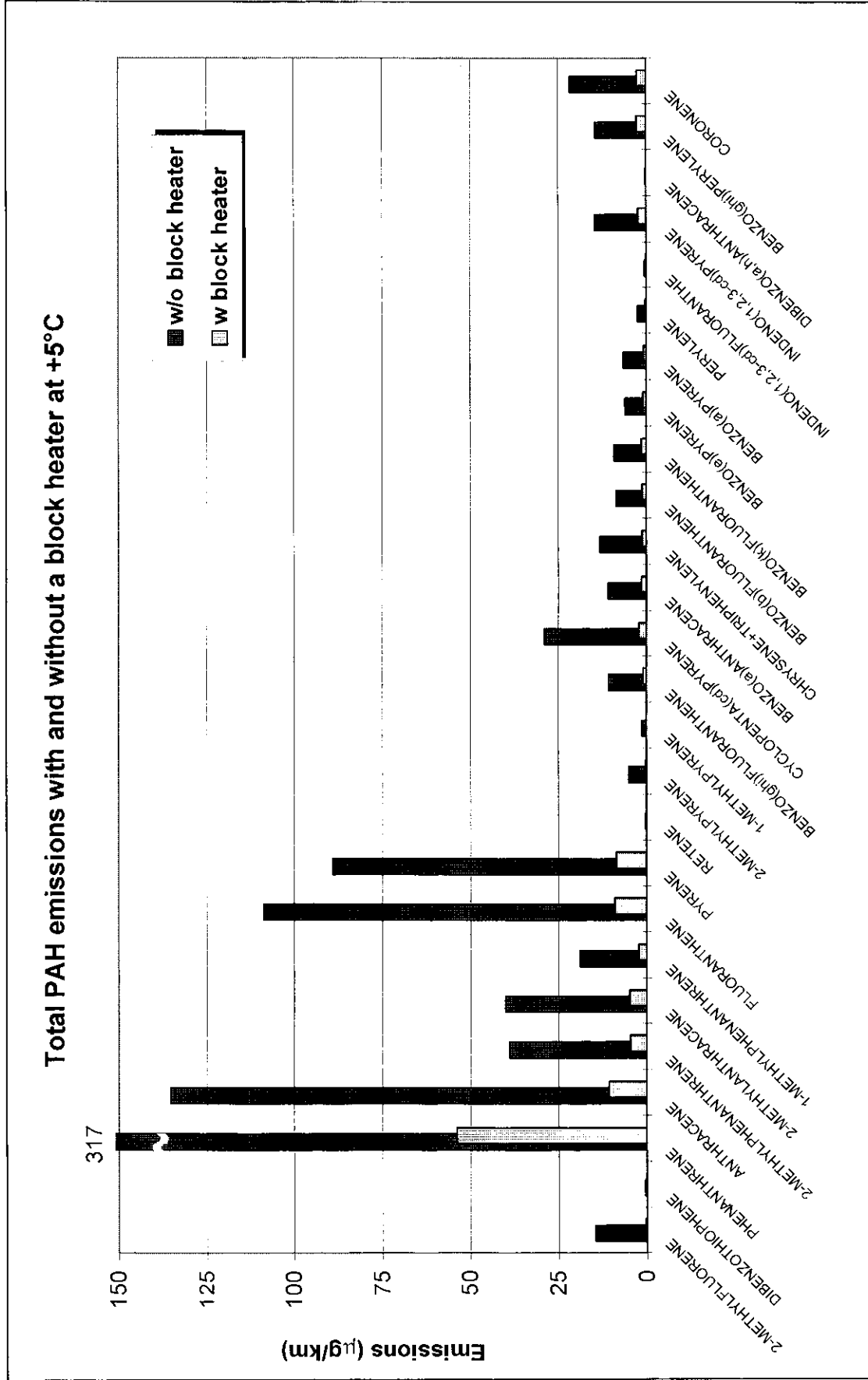
Figur 4: Partikelemissioner

4.2 Icke reglerade avgasemissioner

Hälsosofarliga icke reglerade emissioner har undersökts i väsentligt mindre omfattning än de reglerade emissionerna även om underlaget i det senare fallet också är tämligen begränsat. I en studie finansierad av Naturvårdsverket motorvärmartillverkarna och MTC har en komplettering av den tidigare nämnda studien av konsumentverket utförts [5]. Undersökningen utfördes på en bil med katalysator som ingick i den förra studien.

Figur 5 visar resultaten för emissionerna av polycykliska aromatiska föreningar (PAC) vid +5°C med och utan motorvärmare. Flera av dessa ämnen är cancerframkallande och/eller mutagena. Det framgår tydligt att PAC emissionerna minskar väsentligt (70 – 90 %) när motorvärmare används. Emissionerna av 1-nitropyren, som är en nitrerad PAC och kraftigt cancerogen, uppvisade en minskning av samma omfattning som de PAC emissioner som visas i figur 5. Ett biologiskt test som genomfördes gav en nästan lika stor förbättring som för PAC emissionerna.

Resultaten från studien av de icke reglerade emissionerna indikerar att reduktionen av de hälsosofarliga ämnena är större än motsvarande reduktion av CO och HC emissioner.



Figur 5: Emissioner av polycykliska aromatiska föreningar (PAH)

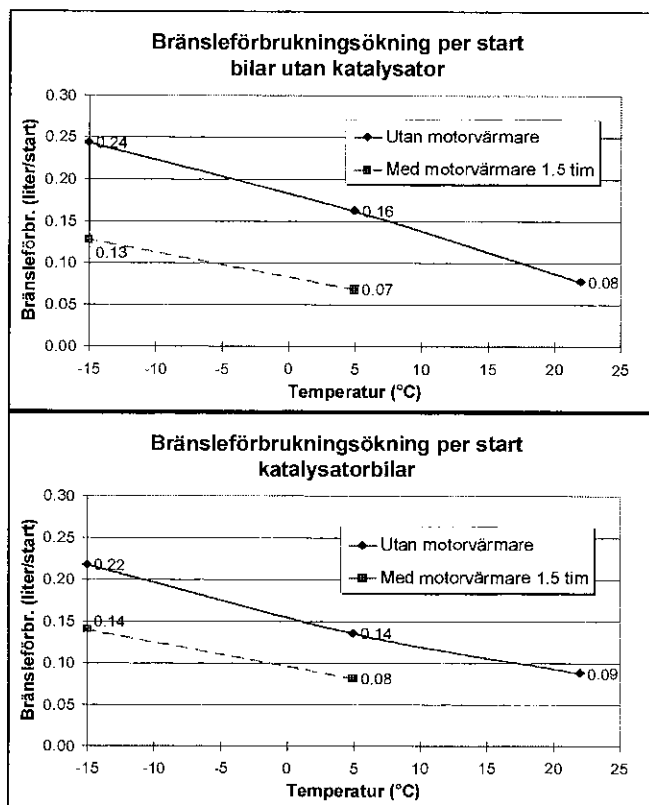
4.3 Bränsleförbrukning

Att bränsleförbrukningen sjunker med motorvärmare är välbekant. Även Konsumentverkets testprogram påvisade en sådan minskning, vilket figur 6 visar. Bränsleförbrukningen i figuren har plottats som en merförbrukning vid start jämfört med en helt varm motor (och bil). I figuren ses t ex att man vid -15°C får en merförbrukning på ca 0,25 liter per start med bilarna utan katalysator.

Bränsleförbrukningen påverkas kraftigt av temperaturen för båda kategorierna av bilar. Man kan också notera att det finns en viss ökning av förbrukningen även vid $+22^{\circ}\text{C}$. Detta beror på att bilen har denna temperatur vid start och således inte har nått full driftstemperatur (ca 90°C för kylvätskan). Man bör även notera att friktion i kraftöverföring, hjullager m.m. minskar när dessa komponenter blivit varma. En värmning av motorn kan således inte helt eliminera merförbrukningen vid start.

Minskningen av bränsleförbrukningen när motorvärmare används blir för bilarna utan katalysator ca 0,1 liter per start jämfört med fallet utan motorvärmare. Motorvärmare har en något mindre effekt på katalysatorbilarna, dvs. minskningen är något mindre än en 0,1 liter i detta fall. En bidragande orsak till att minskningen vid användande av motorvärmare är mindre i det senare fallet beror på att två av katalysatorbilarnas motorvärmare inte gett lika god uppvärmning som för de övriga bilarna. Den ena bilen hade en motorvärmare men lägre effekt än normalt och den andra bilen hade en motorvärmare med en speciell montering (så kallad kontaktvärmare), vilket inte ger lika god värmeöverföring som en normalt monterad värmare.

Det finns två huvudorsaker till minskningen av bränsleförbrukningen med motorvärmare. Den första är att mindre bränsleanrikning (så kallad chokning enligt gammal terminologi) behövs vid start på grund av den förbättrade bränsle-luftprepareringen. Den andra orsaken är att den högre motortemperaturen ger en lägre friktion i motorn, vilket också sänker bränsleförbrukningen.



Figur 6: Bränsleförbrukning

4.4 Energianvändning

De analyser som gjordes i Konsumentverksrapporten visar att man vid lägre temperaturer kan minska energianvändningen i *bilen* jämfört med fallet utan motorvärmare. I ett livscykelperspektiv är det dock av stor vikt hur elenergin produceras. Detta gäller såväl för den totala energianvändningen som för utsläppen av klimatgaser. Används fossileldade kraftverk för elgenereringen kommer sannolikt både total energianvändning utsläppen av klimatgaser att öka. I detta perspektiv är det viktigt att kunna styra inkopplingstiden optimalt för att minimera ökningen.

4.5 Samhälls- och privatekonomisk nytta av motorvärmare

I Konsumentverksrapporten beräknades samhälls- och privatekonomiska kostnader för både tätort och landsort. De inkopplingstider som användes i beräkningarna var de som rekommenderades i rapporten.

Den samhällsekonomiska nyttan i tätort var enligt beräkningarna stor vid lägre temperaturer då enbart motorvärmare användes oberoende av hur elenergin producerades. När även kupévärmare användes försvann dock den samhällsekonomiska nyttan.

Den samhällsekonomiska nyttan på landsbygden visade sig vara tveksam med oljekondensproducerad el men det fanns en viss vinst med svensk medelproduktion av el vid en lägre temperatur än +5°C.

I de privatekonomiska kalkylerna togs ej anskaffnings- och installationskostnader med eftersom de flesta skaffar sig motorvärmare av andra skäl än ekonomiska. Dessa kalkyler visade att en användning av motorvärmaren med de rekommenderade inkopplingstiderna var lönsam året runt. När kupévärmaren användes försvann lönsamheten.

4.6 Alternativ till elektriska motorvärmare

Elektriska motorvärmare är inte den enda möjligheten att minska avgasemissioner och bränsleförbrukning i personbilar. I detta avsnitt berörs alternativ till elektriska motorvärmare översiktligt.

4.6.1 Förbättrad konventionell avgasrening

Litteraturstudier har visat att det finns andra metoder att minska avgasemissionerna än att förvärma motorn. Förbättrad bränsle-luft preparering och elektriskt förvärmade katalysatorer är några exempel. Flera av de tänkbara metoderna för att minska avgasemissionerna kan också minska bränsleförbrukningen men detta är inget generellt axiom utan motsatsen förekommer också. Flera av de kända metoderna att ytterligare minska avgasemissionerna används i dag redan av vissa biltillverkare medan andra metoder ännu inte nått ett kommersiellt stadium. I vissa fall är kostnaden för hög i dag och i andra fall finns kvarstående tekniska problem att lösa. När de framtida avgaskraven skärps kommer flera av de ovannämnda metoderna att införas successivt. År 2000 infördes t ex skärpta avgaskrav i Europa och 2002 kompletteras dessa krav med krav även för kallstartemissioner (-7°C).

De senare kraven kommer att minska emissionerna avsevärt vid start i låga temperaturer. En kombination av de bästa avgasreningssmetoderna torde på lång sikt vara det mest kostnadseffektiva sättet att minska avgasemissionerna. Eftersom den tekniska utvecklingen är långsam och utbytet av bilparken är ännu långsammare kommer likväl elektriska motorvärmare att vara av intresse under lång tid framöver. Genom att motorvärmarna kan appliceras på en befintlig bilpark är dessutom denna åtgärd kompletterande till skärpningar av avgaskraven.

4.6.2 Andra typer av värmare

Så kallade bensinvärmare är en välkänd metod att förvärma motorn. Även om inga tester som visar potentialen för emissionsreduktioner har hittats, finns det rimliga skäl att tro att även dessa värmare har liknande eller större effekter² på emissionerna än elektriska motorvärmare. Emissionerna från bensinvärmaren tillkommer självfallet men det torde dock finnas goda förutsättningar för att hålla dessa emissioner på en mycket låg nivå. Däremot är det svårare att få energibalansen att gå ihop eftersom bensinvärmaren normalt förbrukar ca 0,2 till 0,3 dl per start³ och reduktionen av bilens bensinförbrukning bör (i analogi med resultaten för elektriska motorvärmare) ligga på omkring 0,1 dl per start.

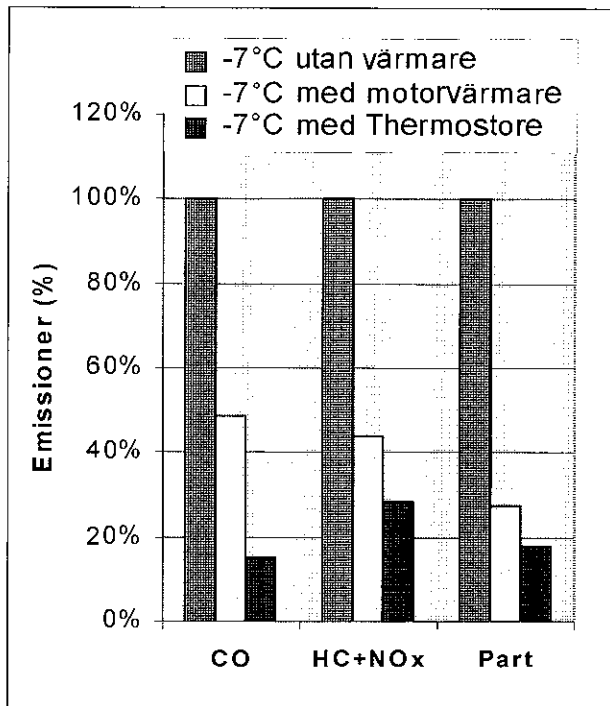
Det största problemet med bensinvärmare är egentligen kostnaden. Beroende på modell och utförande ligger kostnaden mellan 10 000 och 25 000 kr. Trots den höga kostnaden installeras bensinvärmare i dag av komfortskäl.

4.6.3 Värmelager

Värmelager använder lagrat värme från motorns kylvatten och är därmed oberoende av elektrisk ström för energiförsörjningen. En mycket effektiv isolering krävs för att kunna lagra värmen i flera dagar.

Ett värmelager (tillverkat av Modine) kan i dag beställas som extrautrustning till bilar av märket BMW. Värmelager av annat fabrikat (Centaur) finns även på eftermarknaden i Nordamerika och introduceras nu i Europa

En prototyp till ett värmelager från Thermostore har testats i ett projekt som rapporterats av Ecotrafic [9, 10]. Testerna har utförts med avseende på emissionsegenskaperna i två olika typer av personbilar. Genom att även en konventionell elek-



Figur 7: Emissioner med ett värmelager

² Genom att motortemperaturen som regel blir högre med bensinvärmare borde inverkan på emissionerna öka.

³ En viss förbättringspotential finns nog i dessa siffror.

trisk motorvärmare testades kunde resultaten jämföras. I figur 7 visas några av resultaten från den testserie som utfördes på en Ford Taurus FFV.

Thermostore minskar väsentligt CO, HC och partikelemissionerna vid kallstart. Vid en omgivningstemperatur på -7°C kan minskningen bli så stor som ca 80 %. NO_x emissionerna ökar med Thermostore men eftersom dessa emissioner var mycket låga för den aktuella bilen har inte ökningen någon större betydelse.

Thermostore kan med bästa styrning (förvärmning) minska emissionerna *mer* än en konventionell elektrisk motorvärmare. Man bör också notera att en elektrisk motorvärmare inte används vid samtliga starter och att emissionsreduktionen därför blir mycket större för Thermostore vid praktisk användning. En annan fördel är att ett värmelager inte behöver någon yttre tillförsel av energi och därför får en mycket lägre total energiförbrukning än en elektrisk motorvärmare.

Till nackdelarna med ett värmelager hör en betydligt högre kostnad än för en elektrisk motorvärmare och kupévärmare (även om kostnader för elinfrastrukturen tillkommer i elfallet). Lösningen är dock intressant på längre sikt och aktiviteterna för styrning av elektriska motorvärmare bör därför kompletteras när tiden är mogen.

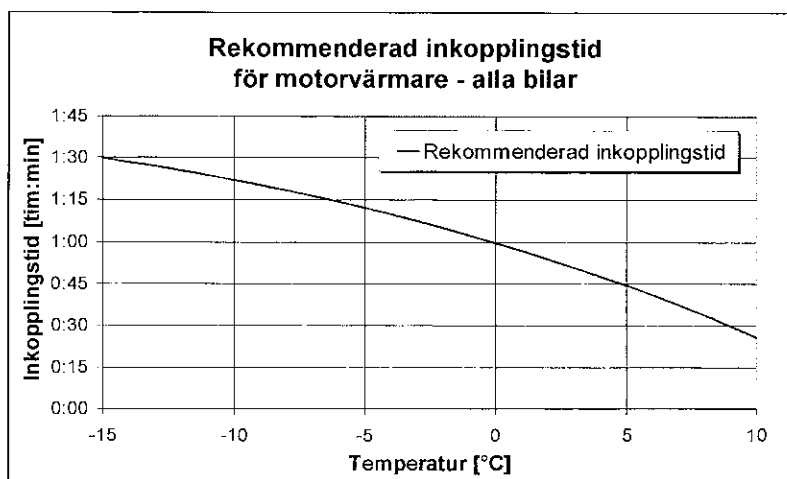
5 INKOPPLINGSTID OCH STYRNING

5.1 Optimal inkopplingstid

Trots att omfattningen av den testserien som genomfördes i Konsumentverkets regi var relativt stor var dock underlaget i minsta laget för att man med någon större säkerhet skall kunna beräkna de optimala inkopplingstiderna för motorvärmare. Testserien har innefattade bara två olika inkopplingstider och de två olika tiderna användes endast vid den lägsta temperaturen (-15°C). Eftersom frågan ansågs vara av så stort intresse gjordes dock några enkla beräkningar för att försöka ge en viss vägledning. Detta resultat visas i figur 8.

Inkopplingstiden bör således med ledning av kurvan i figur 8 maximeras till 1,5 timmar vid -15°C och lägre temperaturer. Vid 0°C rekommenderas maximalt en timme och över $+10^{\circ}\text{C}$ bör inte motorvärmare användas alls.

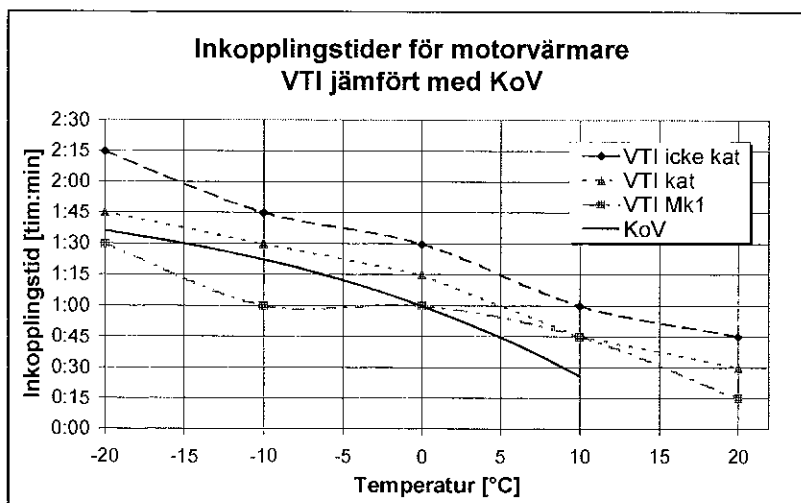
Hammarström på VTI har genomfört en mycket omfattande studie av optimal inkopplingstid av elektriska motorvärmare



Figur 8: Rekommenderad inkopplingstid

[2, 7]. Beräkningarna använder samma underlag som tidigare nämnts. Såväl samhällsekonomiska som privatekonomiska värderingar har använts. Den senare varianten behandlas ej här då det visat sig att folk inte anskaffar motorvärmare av ekonomiska skäl. Beräkningarna omfattar tre typer av bilar: bilar utan katalysator, med katalysator och miljöklass 1 bilar. De optimala inkopplingstiderna blir olika långa beroende på bilarnas kategorier och påverkas även av parkeringstiden (motortemperaturen). För att minska mängden data diskuteras bara fallet med 24 timmars parkeringstid i denna jämförelse. I figur 9 jämförs de rekommenderade inkopplingstiderna enligt Konsumentverksrapporten med de beräknade optimala tiderna enligt VTI:s rapport.

Som synes är inkopplingstiderna väsentligt längre för bilarna utan katalysator i VTI:s studie jämfört med studien för Konsumentverket. Detta är rimligt eftersom emissionsvinsterna för denna kategori av bilar är större än för andra kategorier. Den rekommenderade tiden i Konsumentverkets rapport skall ju gälla för alla bilar. Skillnaden mellan övriga kategorier i VTI:s studie och den rekommenderade



Figur 9: Optimala inkopplingstider

enligt Konsumentverkets rapport är mindre. Vid högre temperaturer är emellertid VTI:s optimala tider längre. I beräkningarna av effekterna av motorvärmare i VTI-rapporten har dock förutsatts att ingen användning av motorvärmare sker vid temperaturer över +10°C.

5.2 Styrning av inkopplingstid

Styrningen av inkopplingstiden kan principiellt ske på två ställen; i bilen eller vid eluttaget. I båda fallen finns redan kommersiella styrsystem som ger en begränsning av inkopplingstiden. Exempel på utrustning av den första typen är Calix Micro Timer. GARO AB tillverkar en utrustning för fast montering (stolpe el. dyl.).

Emedan äldre undersökningar av effekterna på avgasemissioner rekommenderat längre inkopplingstider, av storleksordningen 2 – 3 timmar, är inkopplingstiderna för en del av styrutrustningarna fortfarande något för långa i förhållande till den optimala inkopplingstiden. En tillverkare (GARO) har följt den i Konsumentverkets rapport rekommenderade kurvan. Då en separering mellan olika fordonskategorier ter sig praktiskt svår, är en enda kurva för alla kategorier av bilar att föredra i sammanhanget. För övrigt torde det finnas möjligheter till manipulation ifall flera olika kurvor skall användas. Med tanke på att bilparken framöver kommer att moderniseras

och därför kräva kortare inkopplingstid finns inga tunga skäl att ändra den i dag rekommenderade kurvan (t ex förlänga tiderna).

En annan fråga som är av stor betydelse är hur länge motorvärmaren skall tillåtas vara inkopplad *efter* att den inprogrammerade starttiden (starttid för bilen) passerats. I dag används t ex 0,5 tim av GARO. Alternativ som ingen begränsning alls, ingen eftervärmningstid och en tid som varierar med utomhustemperaturen är andra möjligheter. En halv timma måste anses som ganska rimligt i sammanhanget med tanke på krav på komfort och kundacceptans. Det första alternativet inbjuder till manipulationer och ingen eftervärmning lär ge problem med kundacceptansen. Det alternativ som rekommenderas här i första hand är att ha en variabel tid. Man vet ju att värmeförlusterna i princip är proportionella mot temperaturdifferensen och därmed torde en längre tid vara nödvändig vid låga temperaturer. Tider som 45 minuter vid -15°C , 30 minuter vid 0°C och 15 minuter vid $+10^{\circ}\text{C}$ kan vara lämpliga tider. Förslaget bör dock diskuteras med branschföreträdare innan ev beslut tas i frågan.

I de fall en temperaturgivare monterats i motorn finns möjlighet att noggrannare styra inkopplingstiden med hänsyn till motortemperaturen. Enligt VTI:s beräkningar kan nämligen inkopplingstiden förkortas ytterligare under sådana omständigheter. Med en givare i systemet är det tämligen trivialt att beräkna den nödvändiga tiden. Vid överskridande av en viss temperatur skulle även värmningen kunna avbrytas i förtid. Systemet kompliceras dock avsevärt med införande av ytterligare givare i systemet och man bör överväga att inte ta med denna aspekt ännu utan eventuellt komplettera med denna senare.

Som tidigare nämnt står kupévärmaren för en större del av energianvändningen än en elektrisk motorvärmare. En optimal inkopplingstid för motorvärmaren minskar även energiförlusterna till kupévärmaren. I dag är det dock inte möjligt att separat styra inkopplingstiden för kupévärmaren. Även om detta vore önskvärt finns andra möjligheter som t ex att kupévärmaren är försedd med en egen styrning (termostat). Frågan om styrning av kupévärmare bör utredas vidare och föreslås därför uppskjutas tillsvidare.

5.3 Kontroll och övervakning

Ett system för att godkänna styrutrustningen (enligt de kriterier som ställts upp) måste finnas. Flera olika alternativ används i dag för de olika produkter som finns bland STEM:s insatser på området. I jämförelse med att generera underlag för många av dessa produkter ter sig problemet i detta fall tämligen trivialt. Man skall ju bara kontrollera att en viss tid hålls.

Tänkbara möjligheter är att produkterna testas av en helt oberoende instans, t ex Konsumentverket, SP eller något annat ackrediterat organ. Den metod som rekommenderas är dock en slags "självcertifiering". Med detta avses att provningen sker hos leverantören/tillverkaren varefter denne lämnar en provningsrapport. En oberoende granskning av materialet görs och därefter kan produkten godkännas enligt de uppställda kriterierna.

Systemet föreslås senare uppdateras med styrning av även kupévärmare.

5.4 Insatser för bättre användning av motorvärmare

De olika insatserna för en mer energieffektiv användning av motorvärmare kan indelas i följande områden.

- Information
- Teknikupphandling
- Miljömärkning

Information är den insats som hittills använts. Konsumentverkets rapport tillsammans med pressmeddelanden och presskonferenser är exempel på sådana informationsinsatser. Det finns skäl att gå vidare med liknande insatser även denna höst. STEM:s ELOFF strömsnål är ett exempel på en typ av information som kan ha en effekt på marknaden. För att gå vidare på denna linje krävs diskussioner med branschföreträdare.

STEM har inom flera områden tillämpat teknikupphandlingar del för att driva på teknikutvecklingen men framförallt för att kunna kommersialisera teknik som är näst intill färdigutvecklad. Det är tveksamt om just denna kategori av produkter är lämplig för en teknikupphandling. I och med att tekniken är så pass enkel att tillämpa i detta fall finns kanske andra bättre sätt att åstadkomma ett genomslag på marknaden.

Det finns i dag ett otal antal olika miljömärkningar på marknaden. Frågan uppstår naturligtvis ifall det finns för många olika typer av märkningar. Dock kan man inte förneka att miljömärkningen haft en mycket stor effekt på vissa områden. Rekommendationen är därför att man bör gå vidare på detta område även om detta inte är det mest naturliga första steget. Svanen och Falken kan vara två tänkbara miljömärkningar i detta fall.

En fråga som också är av stor vikt är huruvida man skall gå vidare med insatser för att öka användningen av motorvärmare. En större konsensus mellan de olika involverade myndigheterna krävs för att denna fråga skall kunna drivas vidare.

Som synes av ovanstående resonemang behöver denna fråga belysas vidare, främst i diskussioner mellan de berörda myndigheterna.

6 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

En sammanfattning av tidigare publicerat material om elektriska motorvärmarens inverkan på reglerade och icke reglerade emissioner samt bränsleförbrukning och energianvändning har gjorts i detta PM. Alternativ till elektriska motorvärmare har också berörts. Underlaget har tagits fram i syfte att kunna användas som ett underlag för beslut om insatser på området och för diskussioner med branschföreträdare mm.

Det synes klart att elektriska motorvärmare har en stor effekt på emissionskomponenter som CO, HC, partiklar. NO_x emissionerna ökar dock i några fall liksom även energianvändningen under vissa betingelser. Det senare gäller främst ifall inkopplingstiden av motorvärmaren är för lång. En effekt som inte uppmärksam-

mats speciellt mycket är minskningen av vissa hälsofarliga emissioner som t ex de polycykliska aromatiska föreningarna (PAC). Flera av dessa föreningar är mycket potenta mutagena och/eller cancerogena ämnen. Biologiska tester ger också ett liknande resultat.

Det finns tänkbara alternativ till elektriska motorvärmare men bedömningen är att det kommer att ta lång tid innan dessa kan få något större genomslag på marknaden. Användande av motorvärmare och liknande åtgärder är dessutom komplement till skärpningar av avgaskraven (och miljöklasser) och kan därför inte jämföras med dessa åtgärder.

Motorvärmare används i dag fel, dvs inkopplingstiden är alltför lång. Styrutrustningar som med automatik ger en optimal inkopplingstid är därför nödvändiga. Detta är ännu viktigare ifall man vill gå vidare för att öka användningen av motorvärmare. Insatser som information och miljömärkning är den typ av insatser som kan göras inom den närmaste framtiden för att främja en bättre användning av motorvärmare och i ett senare skede även öka den.

7 REFERENSER

1. Konsumentverket : "Användning av motorvärmare vid kallstart av bensindrivna personbilar." Konsumentverket Rapport nr 1997:29, 1997.
2. Hammarström U.: "Avgasutsläpp från vägtrafiken i Vägverkets regioner – utveckling utan alternativt med optimal användning av motorvärmare." Koncept till VTI meddelande eller rapport under utgivning, 1998.
3. Ahlvik P.: "Inverkan av motorvärmare på kallstartemissioner och bränsleförbrukning." MTC-Rapport MTC 9618, 1996.
4. Ahlvik P., Erlandsson L. and Laveskog A.: "The Influence of Block Heaters on the Emissions from Gasoline Fueled Cars with Varying Emission Control Technology at Low Ambient Temperatures." SAE Paper 970747, 1997.
5. Ahlvik P. "Influence of engine block heaters on emissions from gasoline fuelled cars at low ambient temperature." MTC-Rapport MTC 9620A, 1997.
6. Ahlvik P, Westerholm R, Almén J, Ludykar D.: "Impact of a Block Heater on Regulated and Some Unregulated Emissions from a Gasoline Fueled Car at Low Ambient Temperatures." SAE Paper 972908, 1997.
7. Hammarström U. och Henriksson P.: "Indata till EMV-modellen, ett datorprogram för beräkning av avgasemissioner från vägtrafik. Källredovisning." Koncept till VTI notat 5-1997, 1997.
8. Skandias Miljökommission: "Partiklar och hälsa - ett angeläget problem att undersöka", Skandia Rapport nr 5, 1996.
9. Ahlvik P.: "Thermostore, Minskade avgasemissioner med hjälp av lagrat värme – Tester på en Ford Taurus FFV." Thermostore 1998.
10. Ahlvik P.: "Thermostore, Minskade avgasemissioner med hjälp av lagrat värme – Tester på en Mercedes E200." Thermostore 1998.