

TEKNIKÖVERFÖRING FRÅN LANDBASERADE FORDON TILL MINDRE FARTYG – DEL 1

Ecotraffic ERD³ AB
Floragatan 10 B
114 31 Stockholm

Kontaktperson: Lars Eriksson
Telefon: 08-545 168 00 (05)
lars.eriksson@ecotraffic.se

SAMMANFATTNING

Projektet har letts av Ecotraffic med Sjöfartsverket som samarbetspartner.

I detta projekt har en kartläggning av vilka landbaserade tekniker och innovationer inom avgasreningsområdet som kan nyttjas inom sjöfarten genomförts. Parallellt med detta har även svenska teknikleverantörer och olika typer av barriärer identifierats.

För att undersöka inställning och vilja till att vid sidan om direkta lagkrav göra miljöförbättringar inom sjöfartsområdet har en attitydundersökning genomförts.

I projektet har antalet kommersiella marindieselmotorer som kan vara lämpliga för att miljöanpassas kartlagts. Fokus har varit motorer i effektintervallet 130 – 600 kW och av årsmodell 1990 och nyare. Kartläggningen resulterade i att antalet motorer i detta segment är ca 5.000 st. Genom att motorer av detta slag med avgasreningsutrustning (EGR och Partikelfilter) så kan man minska utsläppen av CO med xx g/kWh, HC, NOX och partiklar. Om man med någon form av incitament skulle kunna åstadkomma att 20 % av motorerna utrustades med avgasreningsutrustning så skulle man kunna få en miljövinst på, CO, HC, NOX och partiklar (antagande att motorerna används 1.000 timmar per år med en medeleffekt på 300 kW). Att göra denna typ av bedömningar är givetvis mycket vanskligt. Resultatet baseras på en rad antaganden om driftstider mm. Därför skall resultaten mer ses som att man kan uppnå miljöfördelar genom att utrusta marina motorer med avgasreningsutrustning och ju mer man gör desto bättre. Att bygga om motorer leder också till skapande av inhemska arbetstillfällen och att en bransch ges möjlighet att expandera på en ny marknad. Om vi i Sverige går före och påskynar införandet av olika typer av incitament så kan svenska leverantörer få ett försprång gentemot utländska konkurrenter. Om man antar att man skulle miljöanpassa 500 – 1.000 motorer per så skulle detta leda till att xx arbetstillfällen skulle skapas hos svenska teknikleverantörer.

Intresset för dessa frågor är stort. Inom projektet anordnades ett endagsseminarium i Göteborg där 14 föreläsare lockade ca 85 – 90 åhörare. Seminariet resulterade i att en rad viktiga kontakter knöts. Bland annat så har planeringen av två demonstrationsprojekt startats. I det ena kommer försök att utföras på två olika Vägverksfärjor och i det andra projektet ombord på en av Marinens stridsbåtar. Vidare planeras ett möte med Redarföreningen och Sweref, där intresserade rederier skall väljas ut och kopplas ihop med teknikleverantörer. Syftet är att skapa fler demonstrationsprojekt. Under projektet har det noterats att många är intresserade av att miljöanpassa hjälpmotorer (för elgenerering). I många hamnar införs krav på att man skall använda landström då man ligger vid kaj. Detta är av flera anledningar komplicerat varför det är av stort intresse att i stället miljöanpassa hjälpmotorerna och fortsätta tillverka elenergi ombord.

INNEHÅLL

Appendix 1. (Seminariet i Göteborg den 14 september)

Appendix 2. (Tidningsartiklar om detta projekt)

INLEDNING OCH BAKGRUND

Landbaserad trafik är till stora delar reglerad med avseende på avgas-, och bulleremissioner. Tvingande och frivilliga regleringar har lett fram till innovationer och tekniska lösningar som medfört att utsläpp av oönskade komponenter drastiskt minskat under senare år. Grovt sett kan sägas att utveckling och framtagning av nya innovationer har letts av personbilsindustrin. Flest lösningar återfinns inom segmentet bensindrivna personbilar. Under senare år har dock många patent och tekniska lösningar för dieselmotordrivna personbilar också demonstrerats.

Även inom området tung landbaserad trafik har många nya tekniska lösningar presenterats under senare år. Fokus inom detta segment har främst varit åtgärder för att minska partikel- och kväveoxidutsläppen. Under den allra senaste tiden har även regleringar inom arbetsmaskinområdet införts. Förutom tvingande regleringar återfinns även en rad frivilliga och lokala regleringar inom detta område. Bland annat har de stora städerna (Stockholm, Göteborg, Malmö) gemensamma upphandlingskrav där nivåerna förutsätter någon form av avgasrening eller alternativa drivmedel. Vägverket har egna krav osv.

De första avgaskraven för fartyg, MARPOL 73/78, beslutades av International Maritime Organisation (IMO) 1997. Kraven i annex VI till direktivet gäller för nya fartyg byggda efter 1 januari 2000 eller fartyg som genomgår en omfattande renovering efter detta datum. I kraven begränsas NO_x emissioner för motorer med en motoreffekt överstigande 130 kW. NO_x gränsen har satts som en kurva beroende på motorns varvtal och varierar mellan 17 g/kWh (<130 r/min) och 9,8 g/kWh (≥2000 r/min). Man kan notera att kraven *inte* är teknikdrivande och kan klaras utan eller med endast måttliga modifieringar av motorerna. För de tämligen små motorer vi här avser, och som oftast är derivat av motorer till tunga fordon, är kraven i dag för andra applikationer, som t.ex. tunga fordon (5 g/kWh) och arbetsmaskiner (9,2 g/kWh), strängare. Grundmotorerna kan således anpassas till annex VI kraven utan större insatser. Vidare gäller annex VI kraven bara för NO_x emissioner och exempelvis vore en minskning av partikelemissionerna en önskvärd åtgärd för den kategori av mindre fartyg som avses studeras i detta projekt.

Den utveckling och införande av tekniska lösningar som skett på land har inte alls ägt rum i samma utsträckning inom sjöfartsnäringen. Sjöfartsnäringen kan sägas vara relativt konservativ. En av anledningarna till denna konservatism mot nya innovationer kan tänkas vara att säkerhet och driftpålitlighet är enormt viktiga parametrar på sjön. Erfarenheter från införande av NO_x-reducerande tekniker på stora fartyg¹ visar dock på att det går att införa avancerad avgasreningsteknik på sjön utan att för den skull äventyra sjösäkerheten.

Ett av syftena med denna förstudie är att undersöka möjligheten att överföra befintliga och fungerande landbaserade tekniska lösningar och innovationer inom avgasrening, buller och bränsleförbrukning till sjöfartsnäringen. Förutsättningarna för drastiskt minskade emissioner av NO_x och partiklar undersöks.

De viktigaste målen är att finna lämpliga fungerande landbaserade tekniker och strategier som kan överföras till fartyg, identifiera lämpliga samarbetspartners för fortsättning av projektet (demonstrationsbyggnation) och att finna slutkunder som är villiga att ställa upp med fartyg för demonstrationsbyggnation. Eftersom Sjöfartsverket är med i projektet så skulle (av praktiska) fartyg ägda av Sjöfartsverket kunna vara en av de kategorier av fartyg som i första hand kommer att användas som demonstrationsplattformar. Vidare skall tekniska och icke-tekniska barriärer identifieras och kartläggas.

¹ Sjöfartsverket har infört ett system med differentierade farledsavgifter. En rörlig del av avgiften baseras på fartygets NO_x-utsläpp och bränslets svavelinnehåll. Farledsavgift betalas varje gång fartyget går på svenskt territorialvatten. Den rörliga miljödelen på avgiften är relativt stor. Detta har lett till att det främst är båtar av typ Finland- och Danmarksfärjor som infört avgasreningsutrustning.

Vidare är en viktig del i detta arbete att påvisa nyttan av att använda redan befintlig landbaserad teknik inom sjöfarten. Om det är så att man kan nå samma resultat med avgasrening på sjön som man gjort på land så kommer detta att leda till dramatiskt sänkta utsläpp av främst NO_x och partiklar. Som en positiv bieffekt kommer även utsläpp av oförbränd kolmonoxid (CO) och kolväten (HC) drastiskt att minska. Införande av vissa tekniker, som t.ex. partikelfilter, leder också till sänkta bulleremissioner. Om en del av det landbaserade transportarbetet kan överföras till sjötransporter så kommer utsläppen av CO_2 att minskas vilket i sin tur leder till minskat beroende av fossilbränslen och minskad trängsel inom landtransporterna

Ett av målen med denna förstudie är att undersöka attityder och vilja hos, redare, teknikleverantörer och politiker med flera till att inom sjöfartsnäringen implementera befintlig landtrafikbaserad avgasrening-, buller- och bränsleförbrukningsreducerande tekniker. Att göra miljöförbättringar inom sjöfartsnäringen kan få många positiva återverkningar. En av de stora fördelarna med fartyg är de är mycket energieffektiva i fråga om förbrukad mängd energi per transporterad viktenhet. Att styra över en del av transportarbetet från land till sjöfart kan därför resultera i minskade CO_2 -utsläpp och ett minskat beroende av fossila bränslen. I vissa städer såsom Göteborg och Stockholm är det i mån av plats svårt att expandera på land. Av trängselskäl är det därför motiverat att styra över så mycket av transportarbetet som möjligt från land till sjö. Minskad trängsel på land kommer att ge positiva effekter som ett bättre trafikflyt. Ett bättre flyt resulterar i minskade avgasemissioner och en minskad bränsleåtgång. En förutsättning för att kunna motivera en dylik omstyrning av transportarbetet torde kräva att fartygens avgasutsläpp ligger i paritet med utsläpp från den landbaserade trafiken.

Inom sjöfart så finns en hel del gjort inom segmentet stora fartyg och riktigt små båtar (typ fritidsbåtar). Många stora fartyg har i och med de miljödifferentierade farledsavgifterna infört avgasreningsutrustning. I området fritidsbåtar finns idag miljöanpassade inom- och utombordare i form av 4-taksmotorer och 2-taksmotorer med direktinsprutning.

I mellanskiktet ”stora båtar – och små fartyg” saknas både tekniska lösningar och relevanta studier. Som exempel på båtar kan nämnas Vägverksfärjor, Polisbåtar, Skärgårdsbåtar, Kustbevakningsbåtar med flera. Dessa fartyg trafikerar ofta tätbebyggda områden.

Eftersom Sverige sedan lång tid tillbaka haft en framgångsrik fordonsindustri så har det runt denna industri byggts upp företag och forskningsmiljöer av mycket hög klass. Ett mål med denna studie är att intressera dessa underleverantörer för att applicera innovationer och tekniska lösningar i en för dem ny bransch

Förväntade resultat och effekter

På kort sikt definieras här som förväntade resultat efter del 1 (förstudien), och på lång sikt definieras som förväntade resultat efter den andra etappen (del 2).

På kort sikt

- Identifierat inhemska teknikleverantörer och bedömt deras teknik och strategier
- Identifierat tekniska och icke-tekniska barriärer
- Klargjort vilka landbaserade tekniker och innovationer inom avgasreningsområdet som kan nyttjas inom sjöfarten.
- Kartlagt antal fartyg och fartygstyper samt deras användningssätt inom detta fartygsderivat
- Gjort en bedömning om tillväxtpotentialen för inhemska teknikleverantörer
- Fört ut projektresultaten i det avslutande seminariet
- Visat för makthavare storleksordningen av de miljövinster som kan göras genom att överföra redan tillgänglig landbaserad avgasreningsteknik till sjöfartsområdet.

På lång sikt

- Svenska leverantörer får avsättning för sina produkter på en ny marknad.
- Om sjöfarten miljöanpassas så kan en större del av transportarbetet överföras till detta transportslag. Detta leder i sin förlängning till mindre trängsel på land vilket i sin tur leder till bättre framkomlighet och flyt i trafiken. Ett bättre trafikflyt ger minskade avgasemissioner och lägre bränsleåtgång.
- Miljövinster i form av minskade CO₂-emissioner och minskat beroende av fossila bränslen genom byte av transportslag.
- Drastisk minskning av partikel- och NO_x-utsläpp.
- Minskad nedsmutsning i form av sot och partiklar
- Visat för andra länder vad som åstadkommit i Sverige inom detta område
- Införande av partikelfilter resulterar i lägre bulleremissioner.

KARTLÄGGNING AV TEKNIK OCH TEKNIKLEVERANTÖRER

Kännetecknen för en dieselmotor är låg specifik bränsleförbrukning och höga NO_x- och partikelutsläpp. Vid kartläggning av avgasreningsteknik har fokus varit just på partiklar och NO_x eftersom emissioner av oförbrända kolväten och kolmonoxid lätt kan oxideras över en katalysator. I figur xx nedan visas en grov karta över hur teknikläget ser ut nu. Område kommersiella marinmotorer är det område som har minst begränsningar. Exempelvis kan man överföra tekniken med EGR (avgasåterföring) från landsidan. På grund av att större fartyg använder svavelrika bunkeroljor så kan inte denna teknik användas på stora fartyg. På samma sätt kan H.A.M-teknik (att utifrån havsvatten befukta inloppsluften) överföras från stora fartyg till området kommersiella marinmotorer. Det går dock inte att använda denna teknik på landbaseerade fordon. Alltså – kommersiella marinmotorer är det segment motorer där flest antal tekniska lösningar kan användas.

	Personbilsdieslar	Kommersiella tunga dieslar	Kommersiella marindieslar	4-takts medelvarviga
	Personbilar	Lastbilar Bussar Arbetsmaskiner	Skepp, Båtar Hjälpmotorer	Hjälpmotorer, Finlands- och Danmarksfärjor
EGR	JA	JA	NEJ	NEJ
DPF	JA	JA	(JA)	NEJ
EGR + DPF	JA	JA	(NEJ)	NEJ
SCR	NEJ	(JA)	NEJ	JA
H.A.M	NEJ	NEJ	NEJ	(JA)
H ₂ O-injektion	NEJ	NEJ	NEJ	JA
NO _x -lagring	JA	NEJ	NEJ	NEJ
Högtrycksinsprutning	JA	JA	JA	JA
HCCI	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ

Figur xx. Teknikläget för avgasreningstekniker. Till segmentet kommersiella marindieslar kan teknik överföras både från landsidan och från segmentet 4-takts medelvarvsmotorer (stora fartygsmotorer)

Reducering av emissioner från dieselmotor

Vid förbränningen av bränslet erhålls förbränningsprodukterna CO₂ och H₂O. En del av den tillförda luftens kväve oxideras till NO_x och genom ofullständig förbränning bildas även CO, HC och partiklar. Utsläppsnivåerna för dessa fyra emissionsprodukter är reglerade genom lagstiftning. För att uppfylla dessa vid var tid gällande emissionsnivåer har olika typer av efterbehandlingstekniker utvecklats.

HC och CO

För en dieselmotor är dessa nivåer normalt låga dock kan nivåerna vara höga på äldre motorer med måttliga insprutningstryck och kompressionsförhållande. Dieselavgaser har ett överskott av syre vilket medför att en oxidationskatalysator kan användas för att oxidera CO och HC till CO₂ och H₂O. Beroende på typ av katalytisk beläggning erfordras en mininivå på avgas-temperaturen till katalysatorn för att oxidationen skall ske. För en marinmotor kan låga temperaturnivåer inträffa vid långvarig tomgångskörning för att t.ex producera värme eller ladda batterier.

Reduktion av NO_x

För reduktion av kväveoxider kan en 3-vägs-katalysator inte användas direkt eftersom avgaserna innehåller syre. Andra tekniker har därför utvecklats eller befinner sig under utveckling.

EGR system

EGR (Exhaust Gas Recirculation) innebär att en del av avgaserna återförs tillbaka till motorn genom inblandning i förbränningsluften. EGR verkar utspädande på syrehalten, vilket i sin tur minskar bildandet av kväveoxider vid förbränningen. Den andra effekten är att avgasen reducerar förbränningstemperaturen genom sin kylande inverkan. Bildning av kväveoxid är mycket starkt temperaturberoende.

Det finns två olika typer av EGR system. Den ena typen återför avgaser direkt från avgasgrenröret till insugsgrenröret. Detta benämns "short route EGR" eller "High pressure EGR" se figur .

Det andra systemet innebär att man tar avgaserna efter ett partikelfilter och för dessa tillbaka till motorns inlopp mellan luftfilter och kompressor. Detta system kallas för "Long route EGR" eller "Low pressure EGR". Detta system kräver ett partikelfilter med hög reningsgrad eftersom kompressorn skulle skadas om orenade avgaser förs in till kompressorn.

För att motorns prestanda skall påverkas så lite som möjligt och effekten av EGR gasen skall vara så stor som möjligt krävs det att EGR gasen i båda fallen kyls. Ju mer EGR gasen kyls desto effektivare är EGR systemet.

SCR- Selective Catalytic Reduction

I SCR katalysatorn mixas avgaserna med ammoniak eller urea som reduceringsmedel som omvandlar NO_x till kvävgas (N₂) och vatten. Omvandlingsgraden är hög, ca 90% och det effektiva temperaturområdet ligger mellan 200 och 500 grader C. SCR tekniken är den idag mest effektiva tekniken för att reducera NO_x särskilt för dieselmotorer eftersom den kräver syrehaltiga avgaser. De möjliga reduktanterna är ren vattenfri ammoniak, utspädd ammoniak och urea och reagerar enligt: $4\text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 = 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

Nackdelen med systemet är att det kräver en mycket exakt dosering av ammoniaken. Om mängden är för liten minskar NO_x omvandlingen och om den är för stor går överskottet ut i atmosfären. I första hand lämpar sig metoden därför på stationära motorer som har en låg grad av transienter. Ju mer transient applikationen är desto större krav ställs på reglersystemet och dess sensorer. Vidare innebär det att tekniken inte heller är lämplig för montering i efterhand särskilt då inte på motorer som saknar elektronisk styrning.

Ytterligare en nackdel är att ammoniak alltid måste finnas tillgänglig för att systemet skall kunna arbeta. Detta ställer krav både på lagringsutrymme på farkosten och att det är lika lätt-tillgängligt som dieselbränslet.

Nox lagring i katalysator

Under normal drift i mager miljö lagras Nox genom kemisk bindning i en speciellt för ändamålet preparerad katalysator. För att regenerera de lagrade kväveoxiderna erfordras en fet avgasmiljö. Denna kan åstadkommas genom extra insprutning av bränsle i cylindern eller via insprutning av bränsle direkt i avgaserna via ett doseringssystem. Både lagrings och regenereringsprocessen ställer krav på temperaturen på avgaserna och effektiviteten för dessa katalysatorer är därför avhängig av farkostens belastningskollektiv samt utformningen av avgassystemet.

Humid Air Motor (H.A.M. systemet)

Insugningsluften till motorn befuktas med vatten. Vattenången har i likhet med EGR gasen en kylande effekt på förbränningen och reducerar därmed NOx bildningen, som är starkt temperaturberoende. Munters, som utvecklat systemet rapporterar upp till 70 % reduktion på stora fartygsdieslar.

Alternativ teknik med vattenkyld förbränning är direktinsprutning av vatten i cylindern eller via en vatten emulsion i bränslet. Dessa tekniker ger en något högre verkningsgrad hos motorn jämfört med H.A.M. tekniken.

Partikelreduktion

Partikelfiltret filtrerar bort ca 80-90% av alla partiklar som finns i avgaserna. Dessa partiklar består till största delen av små kolpartiklar av varierande storlek. På dessa partiklar finns rester av oförbränt bränsle, svavel och slitagepartiklar från motorn.

De partikelfilter som idag finns tillgängliga är beroende av en kontinuerlig regenerering av partiklarna som lagras i filtret. De faktorer som påverkar regenereringen är förhållandet mellan kväveoxider och partiklar (NOx/PM-förhållandet) i motorns avgaser, temperaturnivån i partikelfiltret samt under hur lång sammanhängande tid den kritiska temperaturnivån för regenerering innehålls. Vid otillräcklig regenerering lagras sot i filtret, vilket lokalt i filtret kan leda till en okontrollerad temperaturutveckling med filterhaveri som följd.

En särskild uppgift är att hantera de låga avgastemperaturer som uppstår då motorn används i applikationer som medför låga lastuttag från motorn. För att regenerering skall ske krävs att avgastemperaturen når över ca 300 grader C under ca 40% av tiden. Om så inte är fallet krävs ett system som oberoende av motorns avgastemperatur säkerställer temperatur-tidskravet.

För att erhålla kontinuerlig regenerering av sotpartiklar i filtret krävs att avgastemperaturen ligger inom intervallet 250-300 grader C. För att erhålla oxidation av kolet via det av katalysatorn producerade NO₂ krävs att NOx /PM förhållandet ligger på 8-10 g/g. Om dessa krav inte är uppfyllda ackumuleras sot i filtret.

Vid ackumuleringen av sot i filtret ökar mottrycket mot turbinen och dess expansionsförhållande minskar. Detta medför att effekten till kompressorn minskar och AFR värdet reduceras, vilket kan medföra alltmer ökande sot emission från motorn samt stigande bränsleförbrukning.

Om motorns körcykel inte medger att temperaturen inom vissa tidsramar når upp till nivåer för regenerering av filtret innan sotackumuleringen blir för hög måste en styrd generering av filtret ske. Nackdelen med EGR i detta sammanhang är att EGR gasen minskar NOx och ökar PM.

Reglersystem

Oavsett vilken typ av efterbehandlingsteknik som väljs så måste även ett anpassat reglersystem utvecklas. Förutom styrfunktion behövs i de flesta fall även övervaknings och diagnosfunktioner. För eftermonterade emissionssystem måste reglersystemen bygga på återkopplade system eftersom det är mycket kostnadskrävande att i efterhand mappa motorn med dess emissionssystem.

Ett alternativ till mappade reglersystem utgörs av modellbaserade reglersystem. Detta är en teknik som är under stark utveckling och kommer att bli den dominerande tekniken i framtiden allteftersom komplexiteten hos motorsystemen ökar. Denna teknik bedöms vara särskilt lämplig för marinmotorer eftersom motorlasten, både stationärt och transient, är förhållandevis lätt att modellera.

SVENSKA TEKNIKLEVERANTÖRER

I nedanstående förteckning presenteras svenska teknikleverantörer, dvs leverantörer som tillhandahåller (retrofit) eftermarknadsprodukter och tjänster. Vissa av leverantörerna är också OEM-leverantörer (Original Equipment Manufactory).

- STT Emtec AB
- Johnson Matthey (Emissionsteknik)
- ETG (Emission Technology Group AB)
- Swenox AB
- Munters
- Enklaven

Givetvis finns även andra teknikleverantörer och företag som kan ställa om sin produktion för att tillverka avgasreningsutrustning. De som nämns här är företag som redan idag aktivt arbetar med eftermarknadsprodukter inom avgasreningsområdet. Under och kring dessa företag finns givetvis ett stort antal andra leverantörer med produkter av högst varierad förädlingsgrad.

KARTLÄGGNING MOTORBESTÅNDET

Avgränsningar

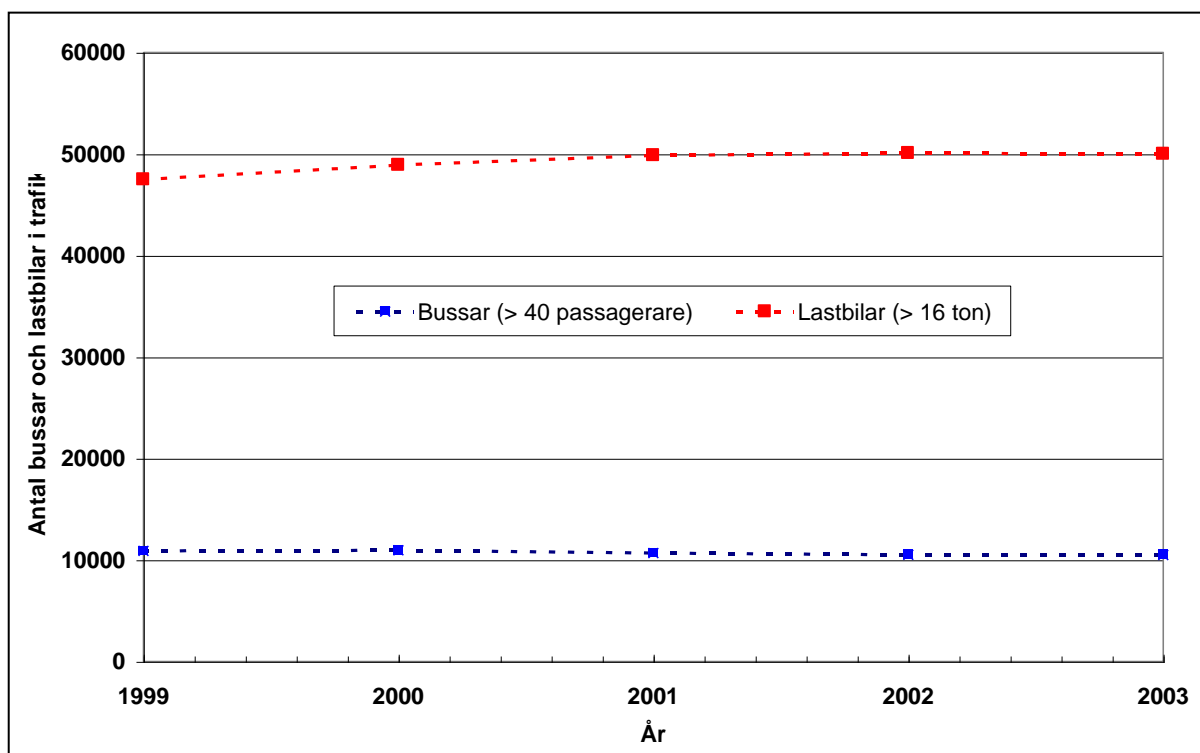
Då ett av syftena med denna studie var att identifiera marina motorer som i sitt grundutförande återfinnes i lastbilar och bussar (även i arbetsmaskiner) gjordes en effektavgränsning uppåt på 600 kW (816 hk). Nedåt har effekten begränsats till 130 kW (190 hk). Avgränsningarna har ansatts i samråd med motorexperter och motortillverkare. Större delen av jämförbara buss- och lastbilmotorer bedöms inrymmas i denna definition. Vidare är en avgränsning att det skall vara kommersiella dieselmotorer.

Jämförelse bussar och lastbilar

Den 1 januari 2003 fanns 14.013 bussar och 408.940 lastbilar registrerade i Sverige. Antalet bussar har varit mer eller mindre konstant under de senaste 5 åren medan antalet lastbilar ökat kraftigt (+ 21 %) under samma tidsperiod. Största delen av ökningen återfinnes i viktklassen > 2.000 kg. Att antalet lastbilar ökat kraftigt är missvisande eftersom ökningen skett i en viktsklass som normalt förknippas med personbilar. Den kraftiga ökningen av stadsjeepar och att man numera kan registrera en vanlig personbil som lastbil om man monterar ett "hundgaller" mellan baksätet och lastutrymmet, har antagligen bidragit till att antalet lastbilar har ökat. För att kunna jämföra buss- och lastbilmotorer med dito marina motorer så har följande definitioner införts.

- Lastbilar med en vikt > 16 ton
- Bussar med ett passagerarantal > 40 personer

Genom att använda denna definition så gör en koncentration till det segment av motorer som förknippas med och kallas för buss- och lastbilmotorer. Effektmässigt så inryms dessa motorer i intervallet 130 – 600 kW.



Figur xx. Antalet bussar (>40 passagerare) och lastbilar (>16 ton) under de senaste 5 åren.

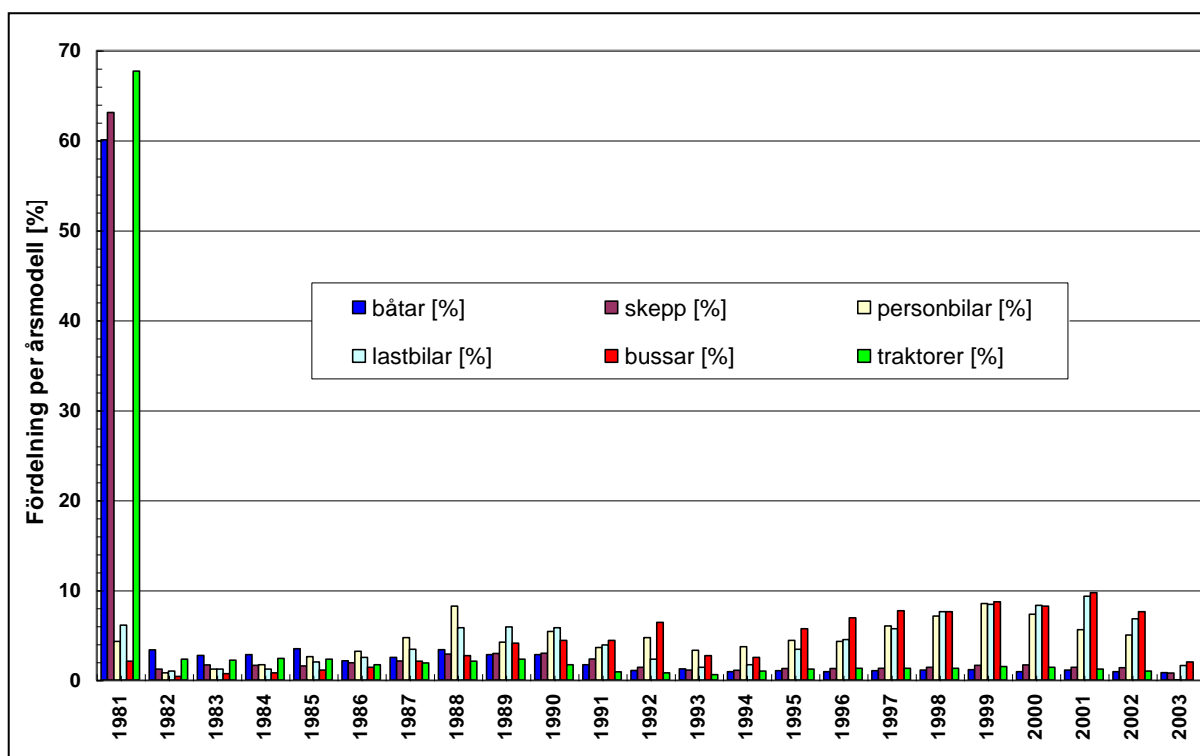
Enligt figur xx ovan framgår att antalet lastbilar med en totalvikt över 16 ton är ca 50.000 st och antalet bussar som tar fler än 40 passagerare är drygt 10.000 st. Totalt innebär detta att det finns i storleksordningen 60.000 buss- och lastbilmotorer i trafik.

Antal bussar och lastbilar av 1990 – 2003 årsmodell

Ur referens 1 framgår att ca 75 % av alla lastbilar och 86 % av alla bussar i trafik är av årsmodell mellan 1990 och 2003. Detta innebär att det av dessa årgångar finnas ca 8.600 bussar (> 40 passagerare) och ca 37.500 lastbilar (> 16 ton). Sammantaget alltså ca 46.000 buss- och lastbilmotorer av nämnda årgångar. Volvo är i segmentet (> 16 ton) världens näst största och Scania den 4 största tillverkaren av lastbilar. Vad gäller bussar så är även här Volvo näst största tillverkare i världen och Scania nr 7. Både för lastbilar och bussar så är Daimler Chrysler världens största tillverkare. Dominansen av Scania och Volvo är i det närmaste total på de svenska vägarna. Grovt sett så är 9 av 10 bussar och lastbilar i segmentet av Volvo eller Scaniafabrikat.

Åldersfördelning

För att kunna bedöma båtar och skepps åldersfördelning (ha något att relatera till) visas nedan en jämförelse med personbilar, bussar, lastbilar och traktorer, fördelat på tillverkningsår/årsmodell.

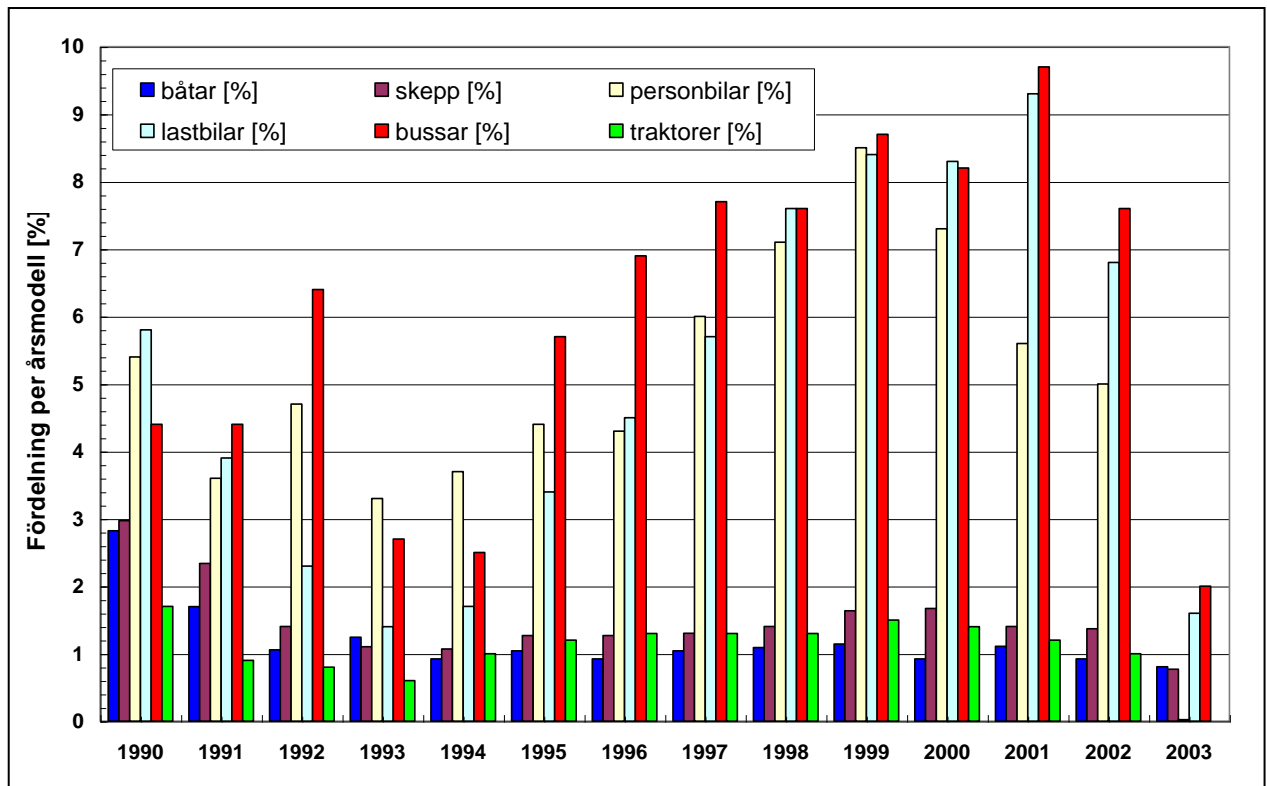


Figur xx. Procentuell fördelning på årsmodell tillverkningsår (1981 = 1981 och tidigare)

Av figur xx framgår tydligt att båtar och skepp är relativt gamla om man jämför med personbilar, bussar och lastbilar. Ca 60 % av alla båtar och skepp som är registrerade i Sjöfartsverkets fartygsregister är tillverkade före år 1981. Många skepp och båtar i registret är dessutom mycket gamla (över 100 år). Att båtar och skepp har lång livslängd har givetvis att göra med dess relativt sett höga investeringskostnad. Jämförelser med bilar, bussar och lastbilar är inte enkel att göra eftersom skepp och båtar ofta renoveras och moderniseras. Exempelvis är det vanligt förekommande att motorer byts ut och ersätts med nya o.s.v. Detta förekommer bara i undantagsfall för personbilar, bussar och lastbilar och då en motor byts är det oftast ett garan-

tiåtagande, d.v.s. relativt sett ny motor byts mot en likvärdig ny. I fallet med skepp och båtar byts alltså gamla motorer mot nya.

I figur xx nedan visas fördelning per årsmodell/tillverkningsår mellan 1990 och 2003.



Figur xx. Procentuell fördelning på årsmodell tillverkningsår (1990 – 2003)

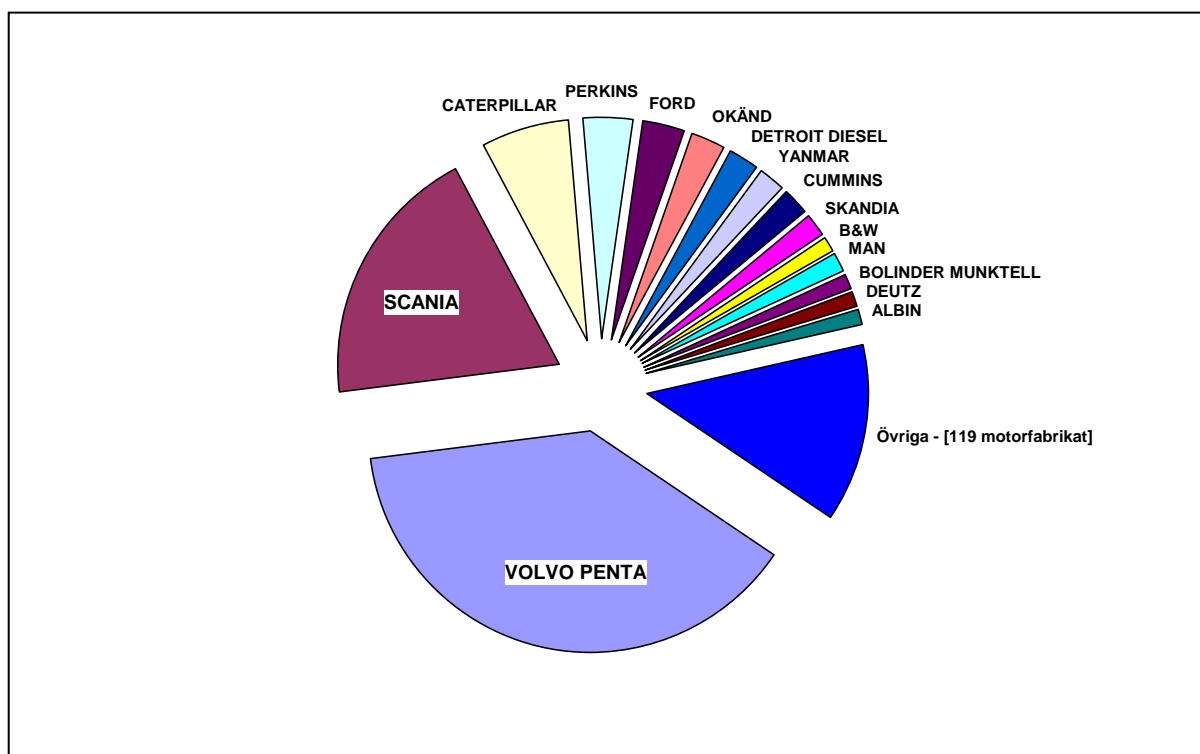
Sjöfartsverkets fartygsregister

Sjöfartsverkets fartygsregister är indelat i två delar, skepps- och båtregistret. I skeppsregistret återfinnes fartyg som är längre än 12 meter och bredare än 4 meter. Om något av dessa kriterier inte uppfylls så definieras fartyget som båt. De flesta båtar är fritidsbåtar vilka inte registreras. De båtar som är registrerade i Sjöfartsverkets register är de båtar som på något sätt används kommersiellt (yrkesmässigt).

I fartygsregistret finns i storleksordningen 4.000 skepp och 7.500 båtar registrerade. Genom att lägga in en effektgräns uppåt på 600 kW så får man med ca 3.000 skepp och 6.000 båtar. Med andra ord kan man sluta sig till att de till antalet flesta skepp och båtar har motorer med en effekt under 600 kW (dock kan den totala effekten vara högre eftersom många skepp har mer än en motor).

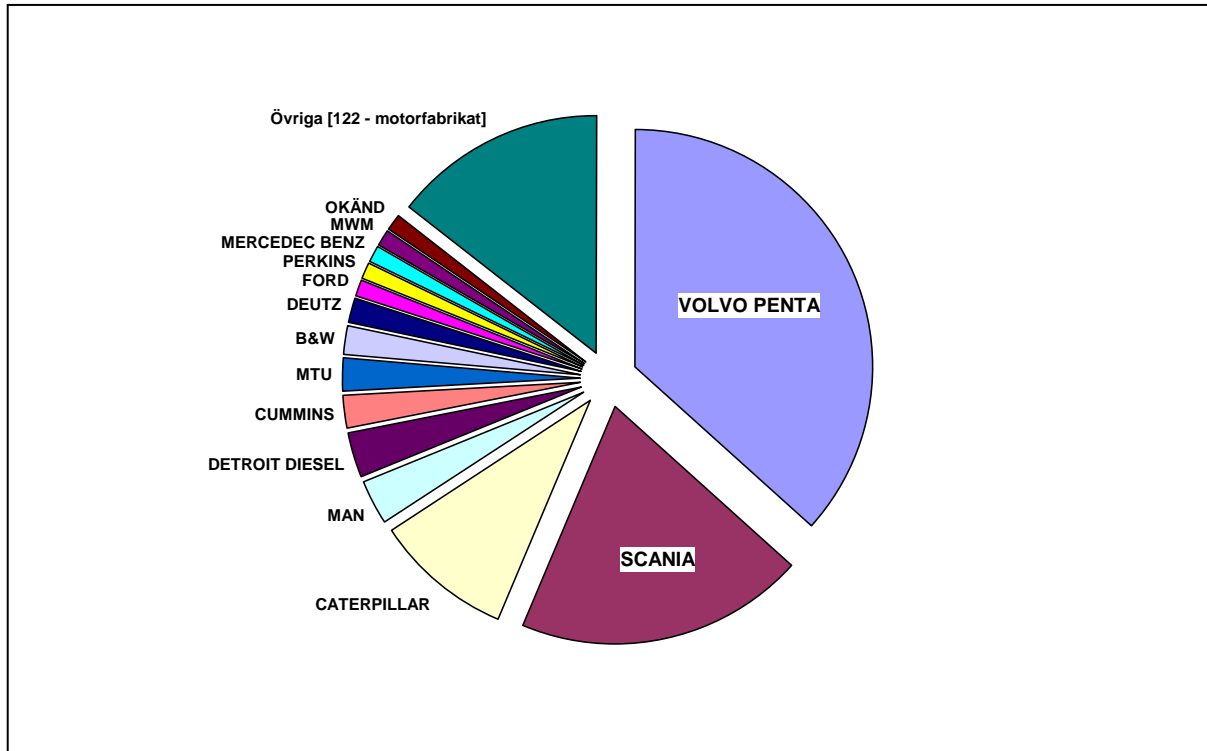
Skepp

Av de ca 3.000 skeppen med en motorstyrka på max 600 kW så återfinns totalt 134 olika motorfabrikat. Totalt finns ca 4.000 motorer ombord på dessa 3.000 skepp. (bara huvudmaskiner är inräknade). Fördelningen per fabrikat visas i figur xx nedan.

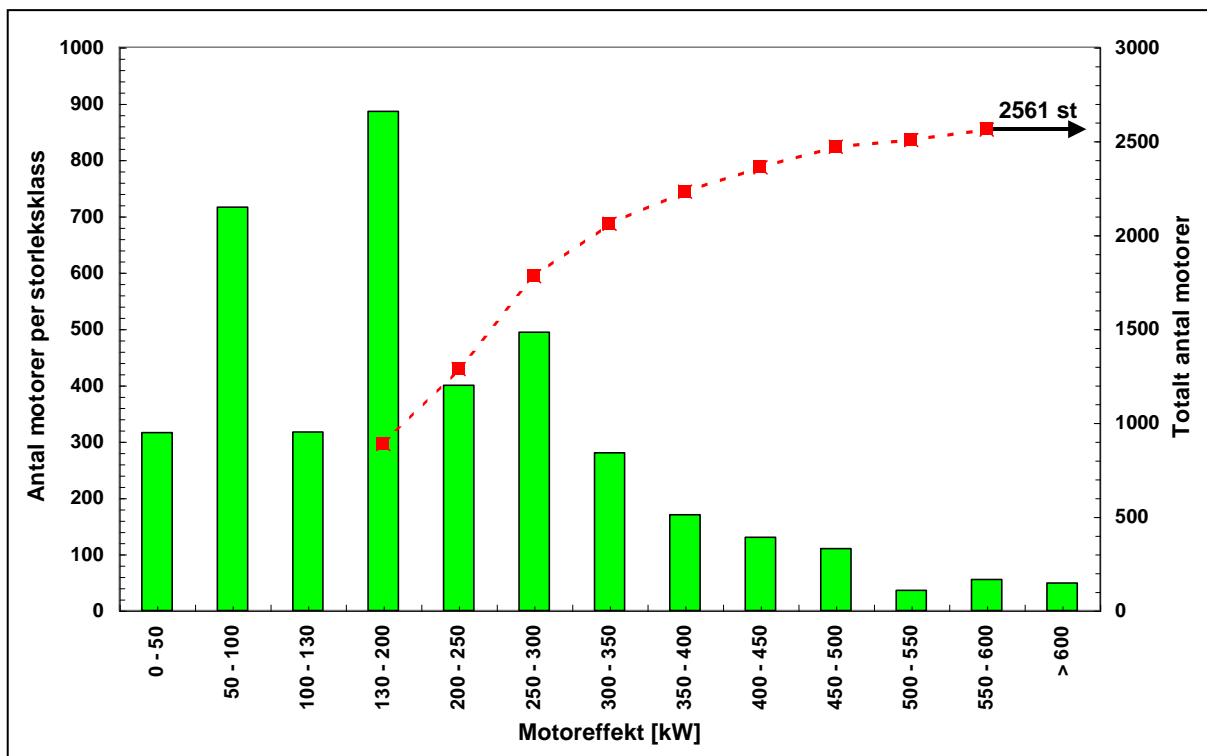


Figur xx. Fördelning mellan olika motorfabrikat med en motorstyrka mindre än 600 kW (per motor). Totalt ca 4.000 motorer fördelat på ca 3.000 skepp.

Av figur xx ovan framgår att av 134 olika motorfabrikat så svara 13 fabrikat för > 85% av alla motorer. Dominansen av svenska tillverkare är stor. Cirka 60% av alla motorer på skeppen i detta segment är från Volvo Penta eller Scania. I figur xx nedan har uppdelningen mellan motorfabrikat baserats på effekt i stället för på antalet motorer. I stort sett så är de stora dragen likartade då man utgår från effekt. Scania och Volvo Penta står även effektmässigt för en penetration på ca 60%. Baserat på effekt så ökar tillverkare såsom MAN och Caterpillar sina andelar



Figur xx. Fördelning mellan olika motorfabrikat med en motorstyrka mindre än 600 kW (per motor). Fördelning utifrån installerad effekt. Total installerad effekt i detta segment är ca 825.000 kW. [ca 4000 motorer på ca 3.000 skepp]

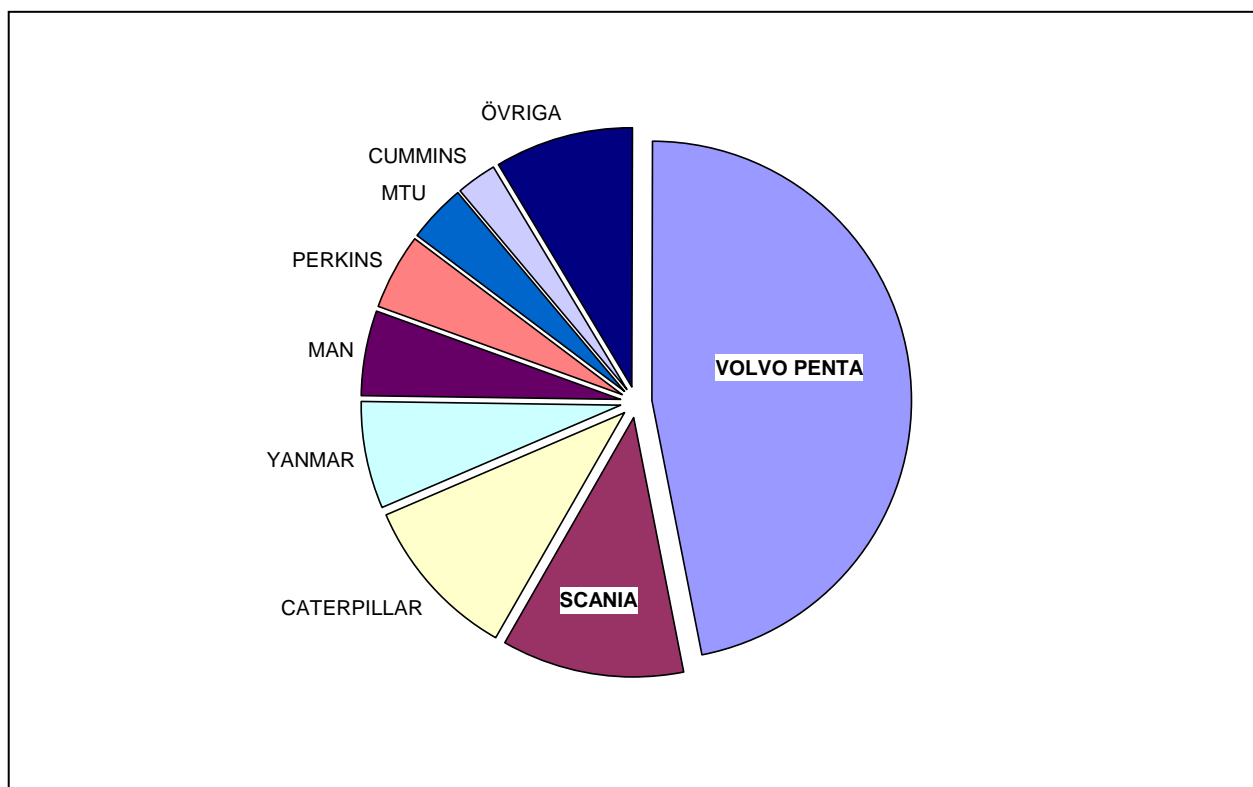


Figur xx. Histogram. I området 130 – 600 kW återfinnes 2561 motorer. [ca 4.000 motorer på ca 3.000 skepp]

I figur xx ovan visas ett histogram över skeppsmotorerna. Av totalt ca 4.000 motorer så återfinns 2.561 motorer i intervallet 130 – 600 kW (ca 64%). Ca 1.350 motorer har en motoreffekt mindre än 130 kW (ca 33%) och 49 motorer ligger strax över 600 kW (ca 1%).

Skepp – byggda mellan 1990 och 2003

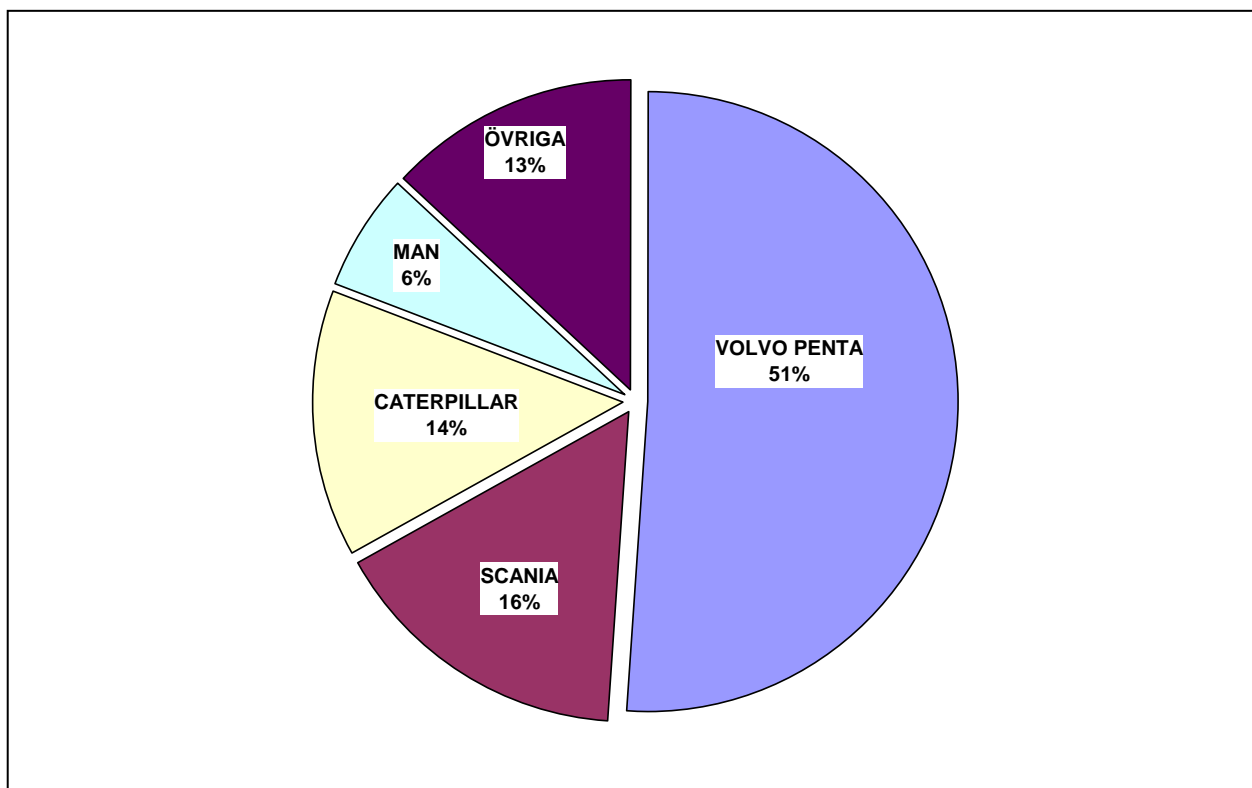
Via samtal med motorexperter och tillverkare har slutsatsen dragits att de motorer som i första hand är intressanta ur ”retrofitsynpunkt” är motorer nyare än 1990-års modell. Ur fartygsregistret finns inte statistik om enskilda motorers ålder. Mellan år 1990 och 2003 byggdes 629 skepp. På dessa skepp fanns totalt 943 motorer varav 687 inom effektintervallet 130 – 600 kW. 73% av alla motorer på skepp byggda mellan 1990 och 2003 återfinns alltså i intervallet 130 – 600 kW. Om man tittar på hela skeppsbeståndet (fig xx) så är motsvarande siffra 64%. Trenden pekar mot att skeppen bestyckas med allt effektstarkare motorer. I figur xx nedan visas fördelningen mellan olika motorfabrikat baserat på antal motorer på fartyg byggda mellan 1990 och 2003.



Figur xx. Marknadsandelar (räknat som antal motorer) för olika motorfabrikörer för fartyg byggda 1990 – 2003. Totalt ingår 943 motorer med en motoreffekt på max 600 kW (I övriga återfinns 28 olika motorfabrikat).

Ur figur xx framgår att Volvo Penta är den klart mest förekommande motorn bland skepp byggda mellan 1990 och 2003 (47%). Värt att notera är att Scania tappat marknadsandelar under denna tidsperiod (Volvo Penta och Caterpillar har ökat). Jämför figur xx

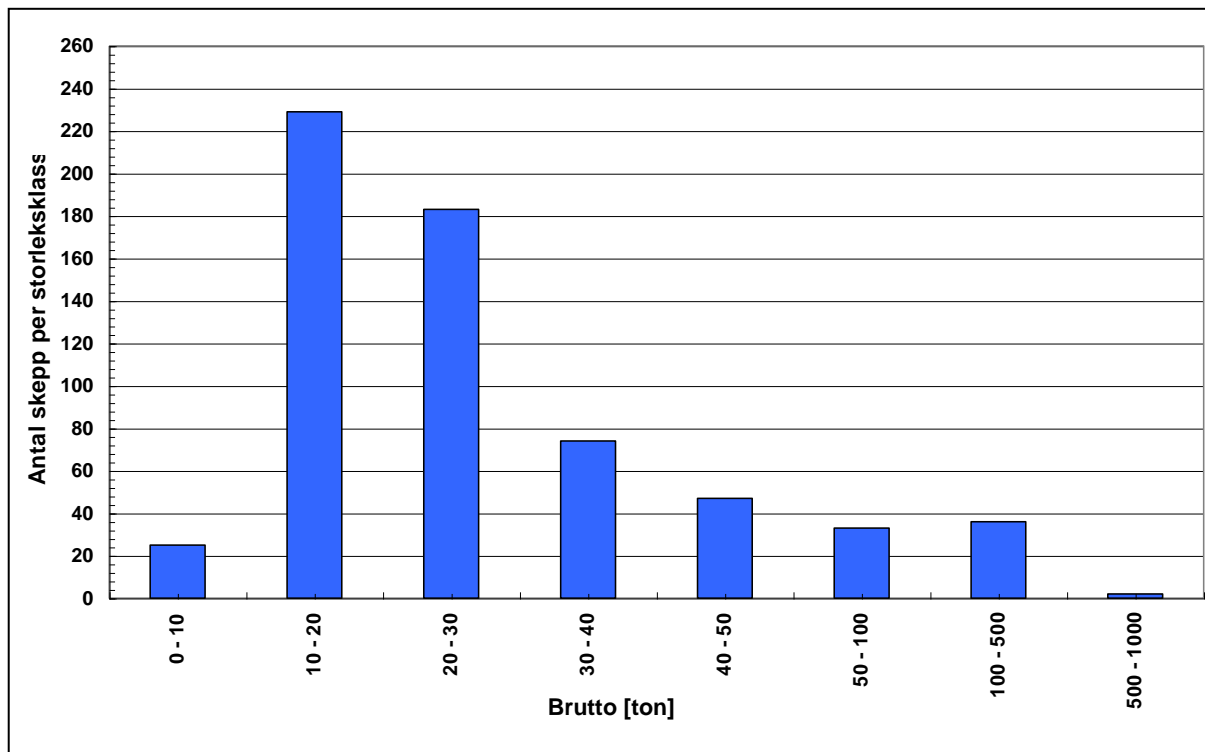
I figur xx ovan så har marknadsandelar baserat på totalantalet motorer beräknats. Genom att bara ta med motorer i intervallet 130 – 600 kW så fås en annan fördelning, se fig xx nedan. Tillverkarna Volvo Penta, Scania, MAN och Caterpillar står för mer än 87 % av antalet motorer. Övriga 13 % delas av totalt 20 olika motortillverkare.



Figur xx. Marknadsandelar (räknat som antal motorer) för olika motorfabrikörer för fartyg byggda 1990 – 2003. Totalt ingår 687 motorer med en motoreffekt på mellan 130 och 600 kW (1 övriga återfinns 20 olika motortillverkare)

Skepp – storlekar

Bland alla skepp byggda mellan 1990 och 2003 och med en motoreffekt på maximalt 600 kW visas i figur xx ett histogram över skeppens storlek uttryckt som **brutto**.



Figur xx. Storlekshistogram över skeppbyggda mellan 1990 och 2003.

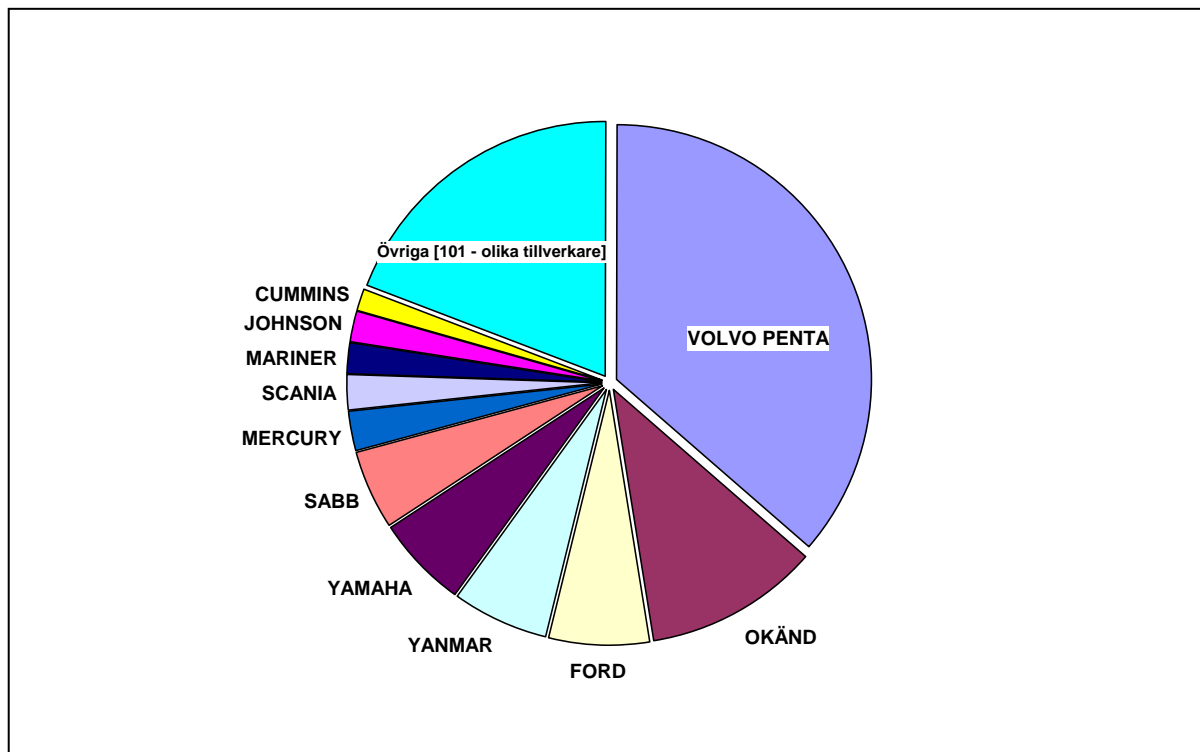
Ur figur xx ovan framgår att det stora flertalet skepp återfinnes i storleksområdet 10 – 40 brutto. I kapitel xx visas exempel på skepp i dessa storleksklasser.

Skepp – slutsatser

Om man antar att nybyggda skepp utrustas med nya motorer så finns det bland fartyg byggda mellan 1990 och 2003 i storleksordningen 690 motorer från samma tidsperiod. Marknaden för motorer i storleksklassen domineras kraftigt av Volvo Penta, Scania, Caterpillar och MAN. Volvo Pentas markandsandelar är över 50 %. Totalt finns det 2.561 motorer i effektområdet 130 – 600 kW i skeppsregistret. Om man tar bort de 690 motorerna som härrör från tiden 1990 – 2003 så återstår 1.871 motorer. Enligt Stefan Lemieszewski på Sjöfartsverket så byts motorer i storleksordningen vart 10:e till 12:e år för skepp som används flitigt. Detta innebär att de skepp som används och är äldre än av 1990 års modell borde ha bytt till en motor som väl faller inom intervallet 1990 – 2003. Genom att sortera bort alla motorer som inte är (skepp tidigare än 1990.xls) Volvo Penta, Scania, Caterpillar eller MAN från årgångarna före 1990 så återstår 1.556 motorer. Genom att gå igenom denna lista kan i de fall motorbeteckning framgår även årsmodell fastställas. Detta i kombination med en subjektiv bedömning ger att det maximalt kan finnas 1.373 motorer i detta segment. Genom samtal med Sjöfartsverkets så är det troligt att ca 1/3 (450 st) av dessa motorer är nyare än 1990 års modell. De flesta skepp återfinnes i storleksintervallet 10 – 40 **brutto**.

Båtar

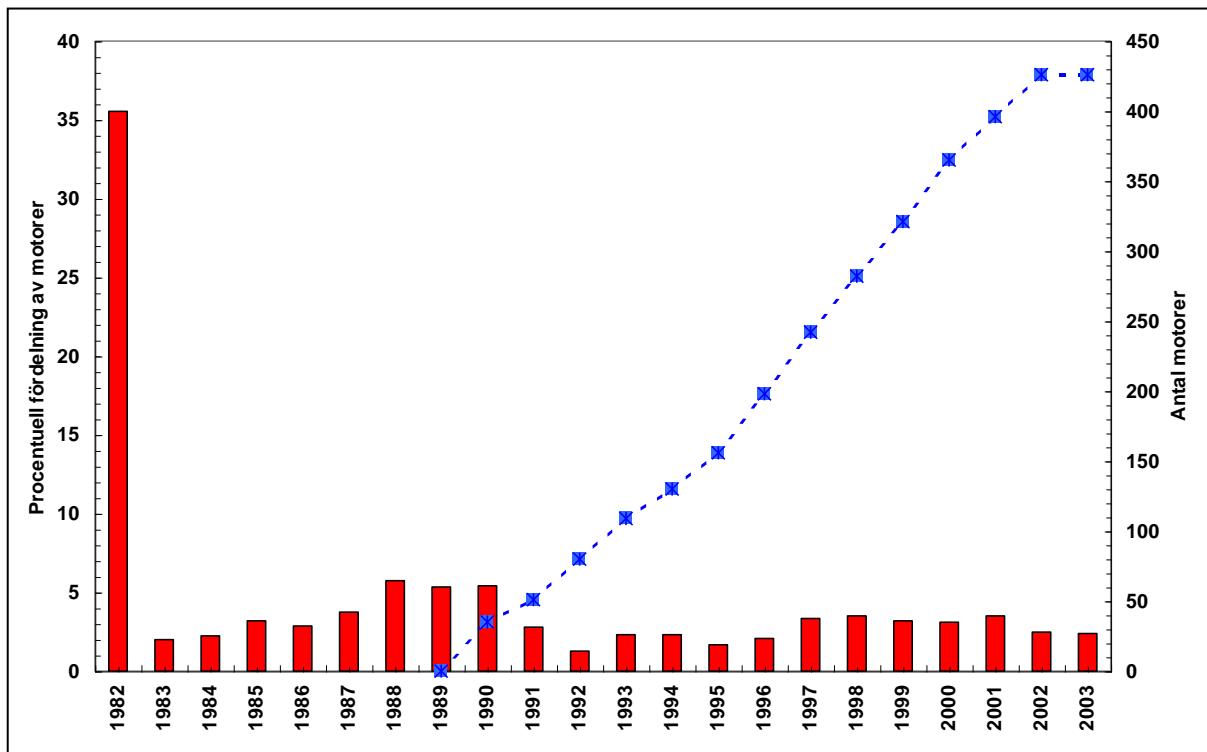
Av totalt de ca 7.500 båtar som är registrerade i Sjöfartsverkets fartygsregister återfinns ca 6.090 båtar i intervallet < 600 kW motoreffekt. Dessa båtar är bestyckade med totalt 6.210 motorer från 113 olika motorfabrikörer. 10 tillverkare svarar för drygt 80 % av alla motorer.



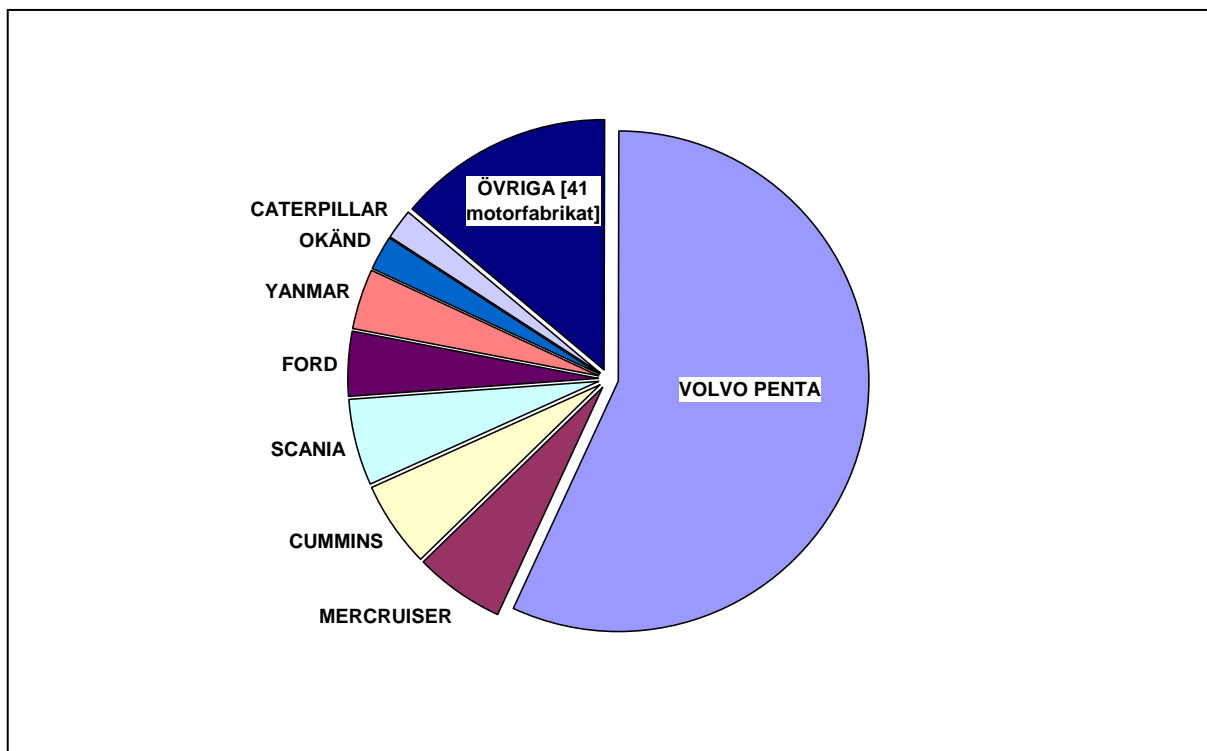
Figur xx. Fördelning mellan olika motorfabrikat med en motorstyrka mindre än 600 kW (per motor). Totalt 6.210 motorer fördelat på 6.090 båtar.

Ur figur xx ovan framgår att liksom vid fallet med skepp så är Volvo Pentas dominans mycket stor även inom i segmentet båtar. Om man tittar på samtliga motorer under 600 kW så svara alltså Volvo Penta för > 36 % av alla motorer. Om man inför den nedre begränsningen på 130 kW så går sjunker antalet motorer till 1.266 st. Bland dessa motorer så finns ca 425 monterade på båtar byggda mellan 1990 och 2003 (se figur xx nedan). Det totala antalet motorer av årsmodellerna 1990 till 2003 är dock större än dessa 425 eftersom många gamla båtar har ersatt gamla motorer med nya. Genom att i detaljgranska dessa motorer så framgår att uppskattningsvis 100 motorer av årsmodellerna 1990 – 2003 finns monterade på båtar byggda tidigare än 1990 (renoverade båtar).

Ur figur xx nedan framgår att Volvo Penta är den stora dominanten för båtar i kategorin 130 – 600 kW även för båtar.



Figur xx. Histogram över båtmotorer. I intervallet 130 – 600 kW återfinnes 1.266 motorer. 425 av dessa är monterade på båtar byggda mellan 1990 och 2003.



Figur xx. Marknadsandelar för olika motorfabrikat monterade på båtar i effektintervallet 130 – 600 kW. Gäller båtar byggda mellan år 1990 och 2003

Båtar – storlekar

Det stora flertalet båtar byggda mellan 1990 och 2003 och med en motoreffekt på maximalt 600 kW är relativt sett små. Bara 174 av totalt > 6.000 båtar har ett brutto över 5 ton.

Slutsatser skepp & båtar i Sjöfartsverkets fartygsregisterslutsatser

- Sammanlagt finns det i storleksordningen 1.100 st (690 + 450) motorer, nyare än 1990 års modell, i effektområdet 130 – 600 kW inom segmentet skepp. Ungefär hälften är Volvo Pentamotorer och runt 16 % är av fabrikatet Scania.
- Sammanlagt finns det i storleksordningen 525 st (425 + 100) motorer, nyare än 1990 års modell, i effektområdet 130 – 600 kW inom segmentet båtar. Ungefär 57 % är Volvo Pentamotorer och runt 6 % är av fabrikatet Scania.
- De flesta skepp återfinnes i storleksintervallet 10 – 40 **brutto**
- De flesta båtar är relativt små. Bara ett fåtal har ett brutto över 5 ton.

Andra båtar och skepp som inte är registrerade i Sjöfartsverkets fartygsregister

- Marinen

Inom marinen finns ett stort antal skepp och båtar. De som främst är aktuella inom detta projekt är motorerna på stridsbåt 90. Dessa båtar är utrustade med en till tre Scaniamotorer. På övriga skepp och båtar är det främst hjälpmotorer (för elgenerering) som är av intresse. Eftersom antal skepp, båtar och motorer inom marinen är av konfidentiell natur så utelämnas vidare data om detta.

- Sjöfartsverkets fartyg

På sjöfartsverkets större fartyg är det främst hjälpmotorer som är av intresse. Den stora potentialen finns inom kategorin lotsbåtar. Totalt finns ca 250 lotsbåtar med 2-4 motorer per båt.

- Fiskebåtar

Fiskeriverket har gjort en sökning i sin databas och kommit fram till att det finns 353 fiskefartyg som har motorer vilka faller inom ramen för detta projekt

- Hjälpmotorer på större skepp (för elgenerering)

På fartyg i den svenska handelsflottan finns ett stort antal hjälpmotorer som faller inom ramen för detta projekt. (LRFairplay gör en sökning i sin databas för att få fram det exakta antalet. Dessa uppgifter kommer senare). Hjälpmotorerna används för att tillverka el ombord fartygen. Många hamnar och kommuner trycker på så att fartygen i stället för att använda dessa motorer använder sig av landström då fartygen ligger vid kaj. Detta är av flera olika anledningar komplicerat. Det ena komplikationen är att det rent tekniskt är svårt (och dyrt) att fasa in landström på ett fartyg. Det andra är att åtgången är så stor att man ofta behöver bygga ut kapaciteten i form av större elnät och fler kraftkällor. Detta är sannolikt tillräckligt incitament för att rederierna i stor utsträckning vill miljöanpassa hjälpmotorer. Genom att göra detta kan man alltså använda motorerna för elgenerering även i hamn. Detta styrks av samtal med flera rederier.

SAMMANFATTNING – KARTLÄGGNING MOTORER

Den totala marknaden för motorer nyare än 1990 och i storleksintervallet 130 – 600 kW (kommersiella marinmotorer) uppskattas till ca 5.000 motorer. Detta skall jämföras med att det finns ca 46.000 buss och lastbilmotorer inom samma definition. Det stora flertalet (> 50 %) är Volvo Penta-motorer. Bland övriga fabrikat kan nämnas Scania, Cummins, MAN och Caterpillar.

KARTLÄGGNING AV TEKNISKA BARRIÄRER

Bränslets svavelhalt. Svavel hämmar NO₂ produktionen och bildar partiklar i filtret som inte förbränns vid regenereringen. Det medför att filtret ger ett ökat tryckmotstånd med tiden, vilket först leder till ökad bränsleförbrukning och med tiden ökad risk för haveri. Svavelhalten bör vara max 150 ppm Svavelhat 50 ppm för MK1 bränsle är OK.

Temperaturprofil NO_x/PM förhållande övervakning

Vattenkylda avgaser. De allra flesta marinmotorer, som avses i denna studie, har vattenkyld avgassamlare och turbo. Detta är i sammanhanget en stor nackdel med dessa motorer. Kylningen av avgaserna kan uppgå till ca 50 –100 grader C. Vid låga effektuttag på motorn då både avgastemperatur och flöden är små kan energiförlusten för avgaserna vara avsevärd och dels släcka katalysatorn, dels förhindra en regenerering av filtret.

Yttemperatur. I klassade installationer, vilket är vanligt vid kommersiella applikationer föreskrivs krav på maximal yttemperatur för motorinstallationen. Det är även mycket vanligt vid installation inom nöjessegmentet att man även här ställer krav på maximal yttemperatur beroende på brandrisk och minimalt utrymme för installationen. Samma krav kommer därför att ställas på ett partikelfilter och katalysatorn. Detta medför, till skillnad från den automotiva sidan, att filtret måste förses med isolering. En isolering av filtret medför att värmebalansen för filtret förändras och att en tillräcklig kylning av filtret måste säkerställas via avgasflödet under regenereringsfasen.

Värmeutveckling. Ett filter har en förhållandevis stor yta och detta medför att en hel del värmeenergi avges till omgivningen. Det innebär att kravet på ventilation av motorrummet kan öka, särskilt vid ett oisolerat filter. En ökad temperatur på luften i motorrummet medför att röknivån från motorn kan öka och i värsta fall även försämring av motorprestandan.

Vatten i filtret. De installationer där motorns kylvatten leds ut tillsammans med avgaserna måste byggas om till ett torrt system. Vid lågt eller under vattenytan mynnande avgaser måste det säkerställas att inte vatten kan slå in genom avgassystemet och nå filtret. I de fall där avgasutsläppet mynnar under vattenytan finns en särskild risk för baksug när motorn stängs av. Filtret och avgassystemet utgör en stor volym innehållande varma avgaser. Vid avsvälning sjunker trycket i systemet och vatten sugas då in. Det är därför nödvändigt att införa anordning för tryckutjämning.

Motorns lastkollektiv

Den viktigaste parametern för alla efterbehandlingsystem är att avgastemperaturen ligger inom ett lämpligt intervall för att systemen skall vara effektiva. Om avgastemperaturen är för låg startar inte de oxiderande eller reducerande processerna. För hög avgastemperatur kan i

vissa fall orsaka en ökning av vissa emissioner eller orsaka skador på systemet. Inom den automotiva sidan för urbana applikationer är det ofta ett problem med för låga avgastemperaturer, särskilt i storstäderna med mycket köbildning i trafiken.

En marinmotor är till skillnad från en automotiv motor utlagd för att producera hög effekt. Vanligen arbetar den på ca 80% av sitt varvtalsmaximum, medan en automotiv motor, som har en växellåda, arbetar inom området där specifika bränsleförbrukningen är lägst, vilket typiskt är ca 50-60% av varvtalet. Jämfört med en automotiv motor är därför avgastemperaturen högre från en marinmotor och har framförallt längre varaktighet. Ur temperaturaspekten är det därför enklare att förse marinmotor med ett effektivt efterbehandlingssystem.

Belastningen av en marinmotor är förhållandevis jämn över tiden och har få inslag av transienter. Till skillnad från en automotiv motor så motorbromsas den aldrig och belastningen av motorn är förhållandevis enkel till sin natur. Detta skapar goda förutsättningar för att styra mer komplexa efterbehandlingssystem med en högre precision, vilket ofta kan vara ett problem vid automotiv applikation.

Marina bränslen

ATTITYDUNDERSÖKNING

För att undersöka inställningen och viljan till att miljöanpassa den kust- och tätortsnära sjötrafiken har attityder hos politiker och redare undersökts. Undersökningen inleddes med en fallstudie där attityder hos lokalpolitiker, hamndirektörer, redare och kommunanställda tjänstemän i Stockholmsområdet undersöktes.

- **Avlastning av innerstadsvägar genom att bygga en färjeförbindelse mellan Frihamnen / Värtan och ett färjeläger i anslutning till södra länken.**

Under ett möte med Johan Algell och Micael von Zweigbergk på Vägverket Färjerederiet framkom att de identifierat 6-8 nya färjelinjer. Sträckningar som om de kom till stånd skulle leda till miljövinster. En av dessa tänkbara sträckningar skulle vara från Frihamnen / Värtan till ett färjeläger i nära anslutning till den snart färdigställda södra länken. En sådan linje skulle om den fanns avlasta Stockholmska innerstadssträckningar såsom Valhallavägen och Essingeleden. *Många lastbilar och trailers anländer till Stockholm via Värtahamnen. En stor del skall vidare söderut via E4:an (ca 60 % enligt uppskattningar gjorda av Vägverket). Endast en bråkdel av godset har Stockholms innerstad som slutdestination. Genom att flytta över delar av detta gods till "andra sidan" (Nacka, Stadsgårdskajen, Hammarby sjöområdet) kommer innerstadsvägarna att avlastas från dessa godstransporter. Dessutom skulle körsträckan bli 6 – 8 km kortare för godstransporter som skall vidare söderut. Eftersom södra länken kommer att ha en tunnelymning i området kring Nacka så kan uttransporter ur Stockholm ske smidigt. I stället för att hämta trailers i Frihamnen / Värtan kan man i stället hämta och lämna i ett färjeläger nära södra länken.*

Strax efter mötet med Vägverkets färjerederi blev Ecotrafic kontaktat av Stockholms stads miljöförvaltning. De frågade om vi hade några förslag på vad som kan göras för att minska CO₂-emissioner från verksamheter inom Stockholms stad. Vi beslutade att undersöka vad en färjelinje enligt Färjerederiets förslag skulle ge i form av minskade CO₂-emissioner samt om det fanns något intresse från politiker, hamnansvariga med flera till att göra en dylik infrastrukturinvestering – en attitydundersökning.

Enligt de beräkningar som gjordes av Ecotrafic skulle en dylik färjelinje kunna leda till minskade CO₂-emissioner motsvarande ca 1.900 ton per år. Om färjorna skulle konverteras till biogasdrift skulle den årliga CO₂-minskningen bli ca 3.400 ton. En av anledningarna till att gasdrift lyfts fram är att Henriksdals reningsverk (producerar biogas) ligger geografiskt nära det tänkta färjeläget. Andra fördelar som identifierades under detta arbete var:

- Mindre mängd farligt gods transporteras i mycket tätbefolkat område
- Minskad trängsel – bättre trafikflyt för övrig trafik
- Minskade bulleremissioner
- Genom minskad trafik genom staden så kommer även luftföroreningar såsom partiklar NO_x, CO och HC att minska. Detta gör att det kommer att bli lättare att uppfylla kommande miljö kvalitetsnormer (EU 2005) eftersom man avlastar vägsträckor där det är extra svårt att uppnå dessa normer
- Tullbehandling kan ske ombord på färjorna vilket ger en tidsbesparing

Efter att ha konstaterats att det ur miljö, logistik och säkerhetssynpunkt skulle var gynnsamt att starta en färjeförbindelse mellan Frihamnen / Värtan och ett färjeläger i anslutning till södra länken, undersöktes intresset för detta hos olika makthavare.

- **Stockholm hamnar AB:** Vid ett möte med VD Christel Wiman, hamnkaptan Lars Sundberg och teknisk chef Kjell Larsson diskuterades möjligheten att öppna en färjeförbindelse. De var positiva till förslaget men påpekade att flaskhalsen var att hitta områden för att anlägga färjeläger. I Frihamnen / Värtanområdet kunde detta lösas men problemet var att hitta mark på andra sidan. Ecotaffics förslag var att använda området längst ut på Stadsgårdskajen. Att använda denna kaj var av flera skäl omöjligt enligt Stockholms hamnar AB. Stockholm satsar mycket på att få hit kryssningsfartyg och vill av den anledningen minska tillgänglig kajlängd. Hela området skall dessutom ”kapslas in” och göras terroristsäkert. Detta gör att man inte kan ha ett färekägar inom området. Stockholms hamnar föreslog i stället att ett färjeläger anläggs i Hammarby sjö. Fördelen med detta är att färjeläget kommer mycket nära mynningen till södra länken. Färjorna får lite längre att köra i detta fall. En svårighet med detta område (liksom med andra områden) är att marken är värdefull och att många gärna vill bygga bostäder i området.
- **Sjöfartsverket:** Stefan Lemieszewski, Frågan till sjöfartsverket var om det går att bedriva färjetrafik på föreslaget vattenområde. Svaret var att det går men att en komplikation är att färjetrafiken kommer att korsa en högratifierad farled.
- **Vägverket Färjerederiet:** Johan Algell, Gunilla Partenius Olsson. Färjerederiet är positiva till att driva en färjeförbindelse av detta slag. Som nämnts tidigare har de identifierat ett flertal tänkbara färjeförbindelser.

I denna undersökning togs även kontakt med nedanstående personer. Deras synpunkter ryms i de generella slutsatser som beskrivs nedan.

- **Stockholm Stads miljöförvaltning:** Nina Ekelund, Björn Sigurdsson.
- **Stockholm Stad:** Strategisk planering Krister Lundin, Gatu och fastighet Nils Göran Nilsson
- **Nacka Stad:** Trafik och översiktsplan Marianne Möller
- **Lidingö Stad:** Paul Möller

Generella slutsatser:

Det är mycket svårt att hitta mark för infrastrukturinvesteringar i Stockholmsområdet. Områden lämpliga för exempelvis ett färjeläger är ofta attraktiv mark med höga priser. Infrastrukturen konkurrerar helt enkelt med bostäder och kommersiella fastigheter. Ett annat mycket besvärlig komplikation är att många kommuner ligger nära varandra. Om man bygger ett färjeläger i Nacka, avlastas innerstadsvägar i Stockholm samtidigt som trafiken i Nacka ökar. Attraktiv mark tas i anspråk i en kommun för att lösa problemet i en annan.

Enligt samtal med Vägverkets färjerederis marknadschef Johan Algell (maj) 2004) framkom att färjerederiet och Stockholms stad återupptagit diskussionerna om att anlägga en färjeförbindelse mellan Frihamnen / Värtan och ett färjeläger i anslutning till södra länken.

Redare

Politiker

SEMINARIUM

Den 14 september 2004 anordnades inom detta projekt ett seminarium på Lindholmen i Göteborg. Seminariet lockade totalt ca 100 personer varav 14 var föreläsare. Ett stort arbete inför seminariet var att samla adresser till personer, företag, organisationer, myndigheter mm som var potentiella deltagare. Totalt gjordes ett utskick till ca 1.100 adresser. Vidare så annonserades seminariet ut två gånger i Swerefs tidning Redaren (i nr 2, 2004 beskrevs projektet via en helsidesartikel i tidningen, och i nr xx, 2004 annonserades seminariet via en annons). Se även appendix 2. Det andra stora arbetet inför seminariet var att hitta en bra blandning av talare och en moderator som kunde hålla ihop ett seminarium av detta slag. Nedan visas programmet:

1-DAGSSEMINARIUM		
Kustnära sjöfart och miljö		
Tekniköverföring från landbaserade fordon till mindre fartyg		
<i>Göteborg</i>		
<i>14 september 2004</i>		
Arrangörer: Sjöfartsverket, Chalmers Tekniska Högskola, Ecotraffic, Vinnova		
Plats: Lindholmen		
Moderator: Per Jessing - Sjöfartsforum		
PROGRAM		
08:00 – 09:00	➤ Registrering	
	➤ Inledning av moderator	Per Jessing Sjöfartsforum
	➤ Beskrivning av projektet samt genomgång av olika avgasreningstekniker.	Lars Eriksson Ecotraffic
	➤ Befintlig och kommande lagstiftning – kravnivåer och jämförelse med fordon	Peter Ahlvik Ecotraffic
	➤ Teknisk beskrivning och upplägg av kommande demonstrationsprojekt	Ralf Barkhage Endevor Engineering
10:10 – 10:40	KAFFE	
	➤ Erfarenheter från avgasrening av bussar och lastbilar	Glenn Berglund STT Emtec
	➤ Marina drivmedel – nu och i framtiden	Börje Gevert, Chalmers Tekniska Högskola
	➤ Strategi vid ny- och ombyggnation av vägfärjor	Mikael von Zweigbergk, Vägverkets färjerederi
	➤ Ecoship-konceptet	Björn Carlsson Ecoship
12:00 – 13:20	LUNCH	
	➤ <u>SCR / HAM - teknik och ekonomi</u>	Per Holmström Munters
	➤ Attityder hos politiker & redare	Henrik Boding Ecotraffic
	➤ Differentierade farledsavgifter – vad man kan åstadkomma med ekonomiska incitament	Stefan Lemieszewski, Sjöfartsverket
	➤ Vad kan åstadkommas med lokal tillsyn	Gregor Holmgren Helsingborgs Stad
14:40 – 15:10	KAFFE	
	➤ Vad är på gång inom Sverige, EU och Internationellt.	Bertil Arvidsson, Redarföreningen
	➤ Miljöarbete i praktiken - erfarenheter från offentligt upphandlad färjetrafik.	Jochum Ressel Ressel Consulting
	➤ Paneldebatt – hur går vi vidare?	Alla – Leds av moderator
17:00	➤ Avslutning	

Figur xx. Seminarieprogram den 14 september 2004.

Seminarieriet var mycket uppskattat och under dagen knöts många kontakter mellan olika aktörer. En bidragande orsak till att dagen blev lyckad var att moderatorn Per Jessing lyckades hålla ihop denna dag och få till en intressant slutdebatt. Seminarieriet har också resulterat i två artiklar, en i tidningen Nautisk tidskrift och en i tidningen Redaren. Efter seminarieriet har många hört av sig och sagt att man borde ha ett årligt seminarium på detta tema. En ide var att nästa år hålla ett seminarium i anslutning till den vägverksfärja där ett kommande demonstrationsprojekt planeras (se kapitel xx). Alltså ett liknande seminarium men med ett studiebesöksmoment infogat i programschemat.

FORMERING INFÖR KOMMANDE DEMONSTRATIONSPROJEKT

Intresset för att genomföra och delta i demonstrationsprojekt är mycket stort både från redare och teknikleverantörer. Flera teknikleverantörer har deklarerat att de är mycket intresserade av att delta i kommande demonstrationsprojekt. Detta intresse var förväntat eftersom det kan leda till en ny marknad och framtida affärer. Det som är mest glädjande är att även många rederier har deklarerat att de är villiga att vara med. För att styra upp detta så planerar Ecotraffic ett möte med Redarföreningen och Sweref. Syftet med mötet är att dessa organisationer pekar ut de rederier som bäst lämpar sig för demonstrationsprojekt. Redan nu finns långt gångna planer på två demonstrationsprojekt.

Det ena projektet är ett redan startat projekt där Marinen utrustat en stridsbåt 90 med katalysator. Systemet har konstruerats av Ingenjörfirma Jan Lindholm och företagen EcoCat. Ett projektupplägg för fortsättning skall planeras av Ecotraffic, Ingenjörfirma Jan Lindholm och EcoCat. Detta skall sedan presenteras för Marinen. Ett första möte mellan Marinen och företagen ovan anordnades ombord en stridsbåt 90 den 23 september i år. Om allt går planerligt så kommer ett förslag att lämnas till Marinen i slutet av oktober.

Kortfattat kommer projekten att läggas upp på följande sätt:

- Emissionsmätningar och andra mätningar för att kartlägga förutsättningar
- Ombyggnation
- Emissionsmätningar
- Utvärdering och rapportering
- Informationsspridning (via artiklar och seminarier)

I det andra demonstrationsprojektet har kontakter etablerats mellan företaget Endevor Engineering och Vägverket Färjerederiet. Här finns redan nu långt gångna planer på att planeras att bygga ett avgasreningssystem på en västkustbaserad vägverksfärja. Systemet består av EGR och partikelfilter. Endevor Engineering kommer att engagera ett svenskt företag för byggnation av utrustningen. På nästföljande sidor beskrivs Endevor Engineering's strategi för sitt demonstrationsprojekt.

(egen rubrik)

Beskrivning av ett efterbehandlingssystem för kommersiella marindieselmotorer

Den demoanläggning som avses att tas fram för ett marint efterbehandlingssystem utgår från en industrimotor version. Denna version har till skillnad från den automotiva versionen flest likheter med marin tillämpning. De förändringar som behöver genomföras innefattar dels installationsanpassning avseende konstruktion av rör och anslutningar dels att ta hänsyn till de krav på yttemperaturer samt värmeavgivning till omgivningen (motorrummet) som kan föreligga. Om den ursprungliga installationen är utförd med våta avgaser måste dessa ledas förbi filterinstallationen, samt säkerställa att vatten inte kan tränga in i systemet vid olika driftsförhållanden eller avsvälning. Ur funktionssynpunkt måste modellerna i reglersystemet anpassas mot den marina applikationen. Detta arbete sker troligen både i motorlab och vid uppstart av provet i farkosten. Det reglersystem som avses att användas kommer även att tjäna som logg-utrustning. Samtliga reglerande och inlästa parametrar loggas för senare analys. Det planeras även att loggutrustningen är uppkopplat mot GSM systemet, vilket gör det möjligt att följa applikationen, samt även optimera systemet under drift.

Det grundläggande systemet består av ett partikelfiltersystem inklusive reglering av sotregenereringen samt övervakning och diagnostik. Systemet kan kompletteras med ett lågtrycks EGR system för NO_x reducering. Detta system är mer komplicerat både avseende installation, komponenter och reglering.

Beskrivning av EGR-systemet

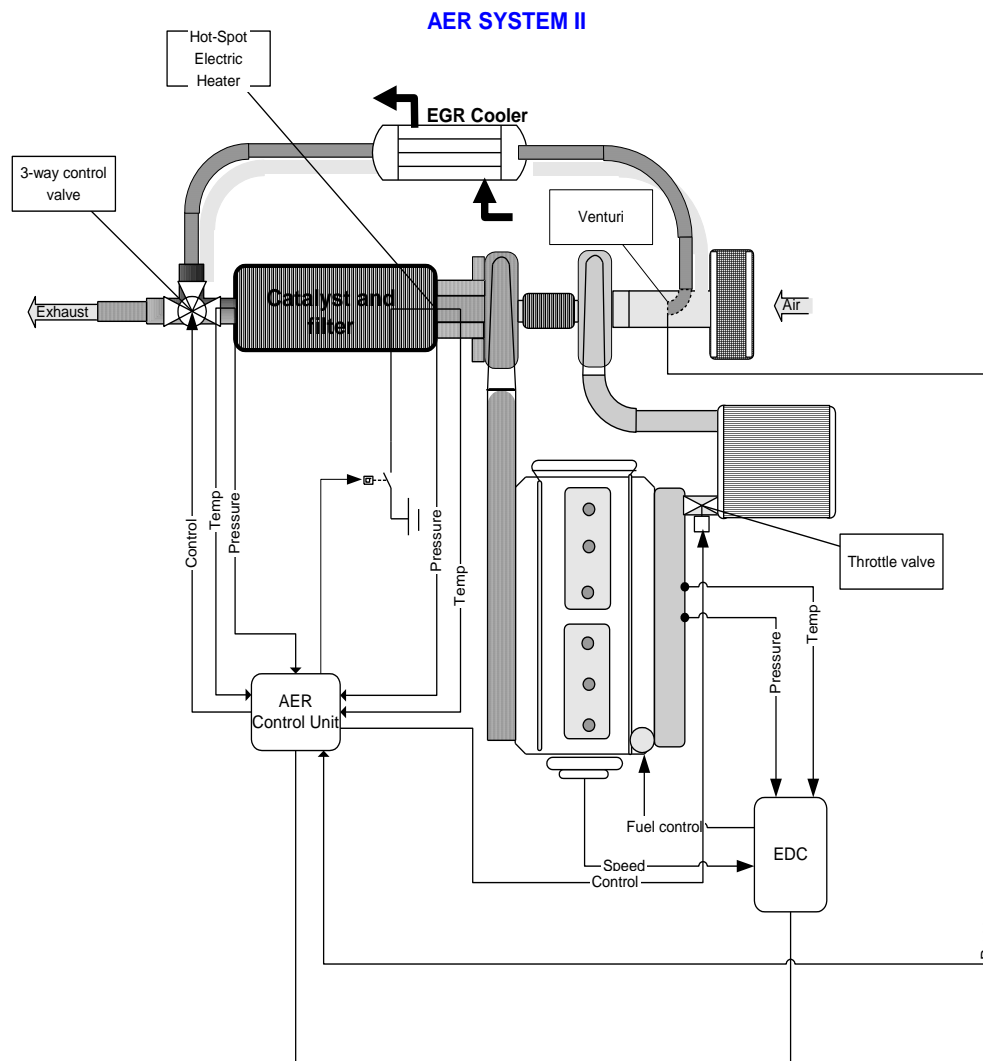
EGR (Exhaust Gas Recirculation) innebär att en del av avgaserna återförs tillbaka till motorn genom inblandning i förbränningsluften. EGR verkar utspädande på syrehalten, vilket i sin tur minskar bildandet av kväveoxider vid förbränningen. Den andra effekten är att avgasen reducerar förbränningstemperaturen genom sin kylande inverkan. Bildning av kväveoxid är mycket starkt temperaturberoende. Det finns två olika typer av EGR system.

- Den ena typen återför avgaser direkt från avgasgrenröret till insugsgrenröret. Detta benämns "short route EGR" eller "High pressure EGR", se figur.
- Det andra systemet innebär att man tar avgaserna efter ett partikelfilter och för dessa tillbaka till motorns inlopp mellan luftfilter och kompressor. Detta system kallas för "Long route EGR" eller "Low pressure EGR". Detta system kräver ett partikelfilter med hög reningsgrad eftersom kompressorn skulle skadas om orenade avgaser förs in till kompressorn.

För att motorns prestanda skall påverkas så lite som möjligt och effekten av EGR gasen skall vara så stor som möjligt krävs det att EGR gasen i båda fallen kyls. Ju mer EGR gasen kyls desto effektivare är EGR systemet. Figur xx visar en systemlayout av EGR-systemet. EGR gasen tillförs motorn mellan luftfilter och kompressorns inlopp. EGR gasen kyls via en värmeväxlare. Denna måste vara effektiv och kunna kyla gasen ner till så låg temperatur som möjligt, särskilt vid höga EGR flöden. Ökad inloppstemperatur före kompressorn innebär att kompressorarbetet ökar samt att temperaturökningen reducerar luftmasseflödet. Detta medför att A/F minskar för motorn varav följer att röknivå och bränsleförbrukningen ökar. Anslutande rör mellan turbin och filter förses med isolering för att öka avgastemperaturen vid regenerering. För att en regenerering skall starta krävs en avgastemperatur på ca 250-300 C. Eftersom denna avgastemperatur i aktuella applikationer uppnås under en liten del av den totala tiden behövs någon form av aktiv regenerering.

Partikelfilter

Partikelfiltret filtrerar bort ca 80-90% av alla partiklar som finns i avgaserna. Dessa partiklar består till största delen av små kolpartiklar av varierande storlek.



Figur xx. Schematisk lay-out av EGR-systemet

EGR kylare

EGR kylarens funktion och prestanda har en stor inverkan på systemet. Det är viktigt att temperaturverkningsgraden är hög och att tryckfallet är rimligt. Dessa båda parametrar påverkar i sin tur EGR systemet på olika sätt och återspeglar sig i en förändrad motorprestanda.

Ju högre temperaturen är på EGR gasen desto högre blir temperaturen vid inloppet till kompressorn. Ökad temperatur vid inloppet reducerar luftmassflödet till motorn. Ökningen av temperaturen ökar kompressorns effektbehov och leder därför till en minskning av tryckförhållandet, vilket även detta reducerar luftflödet. Sammantaget leder det till ökad bränsleförbrukning och röknivå hos motorn. En styrande parameter för hur stor EGR mängd som kan tillföras motorn utgörs av AFR värdet. Enligt ovan kommer därför även maximalt möjlig EGR mängd som kan tillföras motorn att bestämmas av EGR kylarens prestanda. EGR flödet är tryckdrivet där drivtryckförhållandet är tryckförhållandet mellan utloppet från filtret och kompressorinloppet. Ju större tryckförlusten är i EGR kretsen desto större måste detta tryckförhållande vara. Detta är oberoende av om EGR ventilen sitter vid kompressorinloppet eller efter filtret. En ökning av tryckförhållandet ökar motorns pumpförluster och därmed bränsleförbrukningen.

En fördel med att ha EGR ventilen efter filtret är att inloppstrycket till kompressorn kan hållas opåverkat av EGR flödet, och tryckförlusten över kylaren. Man bör även i detta sammanhang beakta att tryckförlusten kan öka med tiden genom ackumulering av föroreningar i kylaren. Kylvattnet till kylaren bör vara lägsta möjliga för att erhålla så låg temperatur som möjligt på EGR gasen och för att hålla nere kylarens dimensioner. Detta innebär att kylvattnet skall tas direkt efter kylaren. Detta kräver emellertid en extra pump (elektriskt driven) eftersom denna krets är ansluten till inloppet av kylvattenpumpen.

Systemanalys

Införande av ett EGR system på en befintlig motor kommer alltid att påverka motorns ursprungliga prestanda. Förutom det avsedda syftet att minska NO_x emissionerna kommer även partikel emissionerna och bränsleförbrukningen att öka. I syfte att minska partikel emissionerna och att skapa förutsättningar för ett LP EGR system införs därför ett partikelfilter. En förutsättning för att EGR gasen skall kunna ledas in till kompressorn är att gasen tas efter partikelfiltret. Vid inblandning av EGR gas med förbränningsluften före kompressorn förändras det ursprungliga (och optimerade) arbetsområdet för turboaggregatet. De förändringar som inträffar och behöver tas hänsyn till är:

- Inloppstemperaturen till kompressorn ökar. Detta medför att kompressorarbetet ökar. Eftersom avgiven effekt från turbinen är i detta sammanhang konstant medför det att laddtrycket minskar. Detta leder till att det ursprungliga AFR värdet minskar.
- EGR kylarens funktion och prestanda har en stor inverkan på systemet. Det är viktigt att temperaturverkningsgraden är hög och att tryckfallet är rimligt. Dessa båda parametrar påverkar i sin tur EGR systemet på olika sätt och återspeglar sig i en förändrad motorprestanda. Ju högre temperaturen är på EGR gasen desto högre blir temperaturen vid inloppet till kompressorn. Ökad temperatur vid inloppet reducerar luftmassetflödet till motorn. Ökningen av temperaturen ökar kompressorns effektbehov och leder därför till en minskning av tryckförhållandet, vilket även detta reducerar luftflödet. Sammantaget leder det till ökad bränsleförbrukning och röknivå hos motorn.

En styrande parameter för hur stor EGR mängd som kan tillföras motorn utgörs av AFR värdet. Enligt ovan kommer därför även maximalt möjlig EGR mängd som kan tillföras motorn att bestämmas av EGR kylarens prestanda.

EGR flödet är tryckdrivet där drivtryckförhållandet är tryckförhållandet mellan utloppet från filtret och kompressorinloppet. Ju större tryckförlusten är i EGR kretsen desto större måste detta tryckförhållande vara. Detta är oberoende av om EGR ventilen sitter vid kompressorinloppet eller efter filtret. En ökning av tryckförhållandet ökar motorns pumpförluster och därmed bränsleförbrukningen. Den tillförda EGR gasen minskar den tillförda luftmängden till motorn i proportion till tillförd EGR mängd. Detta minskar ytterligare AFR värdet och för att motverka detta skulle laddtrycket behöva ökas i proportion till EGR mängden.

Vid förbränningen bildas även vattenånga. Den återcirkulerade EGR gasen bör därför inte kylas under mättnadstemperaturen utan att åtgärder vidtas för att dränera bort vattnet. Den extra vattenångan tillförs även förbränningsluften. Hänsyn till detta måste då även tas så att kondensation av vatten inte sker i laddluftskylaren. Risken för detta ökar om den omgivande luften har en hög relativ luftfuktighet. Ytterligare en risk kan vara att återcirkulerad NO₂ kan producera korrosiv salpetersyra, särskilt vid låga omgivningstemperaturer.

Reglersystemet

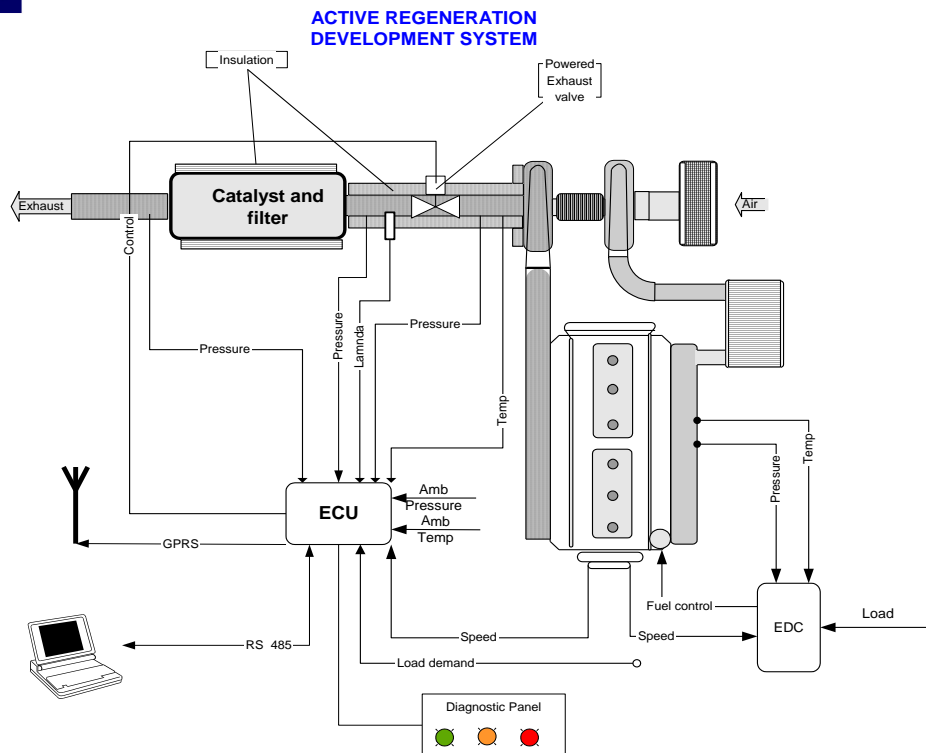
Reglersystemets uppgift är att reglera den aktiva regenereringen av partikelfiltret och i fallet med EGR, kontinuerligt styra EGR mängden till motorn. Förutom styrning skall även över-

vakning, diagnostik och eventuell dataloggning utföras. I syfte att höja avgastemperaturen in till filtret appliceras en variabel strypning efter turbinen/avgasbromsen. Genom att reglera trycket före ventilen kan avgastemperaturen höjas för att skapa erforderlig temperatur för att regenerering av filtret skall starta och underhållas. Reglersystemet bör även innehålla övervakningsfunktioner, som varnar för överladdade filter eller fel på filter eller system. Man kanske även bör överväga att logga de mätta parametrarna de sista 10 minuterna för att kunna göra en analys vid ett haveri. För att klara målsättningen bör reglersystemet vara modellbaserat. Eftersom avsikten med reglersystemet är att styra avgastemperaturen med mottrycket skall modellen arbeta med dessa parametrar och vara återkopplat via temperaturen. Modellen skall då kunna prediktera en avgastemperatur givet av ett reglerat tryck. Motorns varvtal, som är lätt att mäta förutsätts vara känd, liksom gaspådragets läge. Motorns belastning, som är betydligt svårare och kostsammare att mäta, förutsätts inte vara känd.

Regenereringsstrategier

Med regenereringsstrategi menas under vilka villkor regenereringen skall aktiveras. För att en regenerering skall starta upp och genomföras med lyckat resultat krävs vissa förutsättningar avseende främst temperatur men även Nox/PM - och A/F förhållande. Dessa sista båda parametrar är främst givna av motorns förutsättningar och kan inte påverkas i detta sammanhang. Det största problemet att överbrygga är att körcyklerna varierar starkt avseende motorvarv och moment över tiden. En acceleration då avgastemperaturen stiger följs oftast av en retardation då avgaserna kyls. Svårigheten ligger därför främst i att hålla igång en regenerering snarare än att få den att starta. Man kan särskilja två huvudprinciper för en regenereringsstrategi.

- Behovet av regenerering detekteras genom att t.ex tryckfallet över filtret har uppnått ett visst värde. Den aktiva regenereringen startar och fortgår tills tryckfallet har sjunkit till ett värde som avbryter regenereringen. I en praktisk applikation är det emellertid inte säkert att förutsättningarna då är uppfyllda för att en regenerering skall vara möjlig att starta och vidmakthållas. Denna metod kännetecknas främst av att regenereringsperioderna är styrda och att det finns en inbyggd metod som detekterar filterstatu- sen. Filtret kan med denna metod antas vara halvladdat sett som ett medelvärde över tiden.
- En annan metod är att använda en villkorsstyrd regenereringsfilosofi. Denna går ut på att i stället registrera när betingelserna för en regenerering är uppfyllda. Om så är fallet startar regenereringen. Om regenereringen inte startar inom viss tid avbryts den och nytt försök sker vid nästa tillfälle då förutsättningarna åter är uppfyllda. Start av regenerering utgår i detta fall från förutsättningar för att en regenerering med hjälp av reglersystemet skall starta. Detta innebär att varje gång som temperaturen befinner sig på ett visst värde under regenereringstemperaturen startar den reglerade regenereringen. Avbrottet kan ske efter en viss tid eller att temperaturen har nått ett visst värde under regenereringstemperaturen. Detta förfaringsätt innebär alltså att regenereringen alltid är aktiv inom ett bestämt temperaturintervall. Denna metod kännetecknas främst av att regenereringen står i proportion till regenereringstillfällena. Detta kan medföra att filtret nära nog alltid är regenererat om applikationen är sådan att mediantemperaturen är relativt nära filtrets regenereringstemperatur. Det kan även finnas fall då regenereringen enbart aktiveras under vintertid med denna metod. Med den här metoden bör därför antalet regenereringar per tidsenhet bli mycket högre och därför praktiskt taget komma så nära en kontinuerlig regenerering som är möjligt. Detta säkerställer en genomsnittligt lägre tryckfall över filtret med förbättrad bränsleekonomi som följd.



Projektbeskrivning

Proposed Stage III Limits For Inland Waterway Vessels (g/kWh)

Category	Swept Volume/Net Power liters per cylinder/kW	CO	NOx+HC	PM	Date
V1:1	SV = 0.9 and P > 37 kW	5.0	7.5	0.40	31.12.2006
V1:2	0.9 < SV = 1.2	5.0	7.2	0.30	
V1:3	1.2 < SV = 2.5	5.0	7.2	0.20	
V1:4	2.5 < SV = 5	5.0	7.2	0.20	31.12.2008
V2:1	5 < SV = 15	5.0	7.8	0.27	
V2:2	15 < SV = 20 and P = 3300 kW	5.0	8.7	0.50	
V2:3	15 < SV = 20 and P > 3300 kW	5.0	9.8	0.50	
V2:4	20 < SV = 25	5.0	9.8	0.50	
V2:5	25 < SV = 30	5.0	11.0	0.50	

Beskrivning av aktiviteter för genomförandet

- Loggning av motorparametrar.** Den första fasen av projektet innehåller främst grundläggande studier av applikationen i drift. Motorn förses med loggutrustning för uppmätning av relevanta parametrar under verklig drift. Dessa parametrar är avgastemperatur, motorvarvtal, gaspådrag och bränsle/luft förhållande samt eventuellt NOx. Dessa parametrar loggas under ca en veckas tid. Dessa parametrar analyseras och ligger sedan till grund för framtagning av systemskisser och kravprofiler. Under denna

fas läggs basen för de grundläggande modellerna för reglersystemet och regenereringsstrategier. Under denna fas utvärderas också vilka förutsättningar som finns för att installera systemet på ett optimalt sätt med hänsyn till övriga delar och komponenter i motorsystemet.

- **Val av filterteknik.** Utgående från loggade driftsdata väljs filterteknik samt genomförs en layout av systemet och dess inbyggnad i motorrummet. Detta innefattar val av filtertyp, framtagning av hårdvarukomponenter, givare och kablage.
- **Anpassning av reglersystemet.** En första anpassning och intrimning av reglersystemet genomförs avseende den aktiva regenereringen och övervakningen. Under driftsperioden följs reglersystemet upp och en kontinuerlig anpassning och optimering sker.
- **Provningsfasen.** Under provningsfasen, som uppgår till minst två veckor loggas motordata, filterdata och reglerparametrar kontinuerligt
- **Analys och rapport.** Data analyseras och en rapport färdigställs.

I båda demonstrationsprojekten kommer Ecotraffics roll att vara:

- Oberoende part – sammanhållande och projektledning
- Ansvara för emissionsmätningar
- Ansvara för utvärdering och rapportering
- Ansvara för informationsspridning

Förutom dessa båda projekt kommer Ecotrafic aktivt att arbeta för att fler demonstrationsprojekt kommer till stånd. Som nämnts tidigare kommer detta att diskuteras med Sweref och Redarföreningen. För att kunna genomföra projekten fullt ut måste finansieringen lösas. Klart är att de teknikleverantörer som ska vara med själva ska finansiera den utrustning som skall monteras på motorerna. Rederierna skall utan ersättning ställa upp med båtar och teknisk personal. Tilläggsfinansiering för dessa projekt kommer att sökas från Vinnova.

SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Under och i samband med seminariet har framkommit att intresset kring dessa frågor är mycket stort. Seminariet lockade närmare 100 personer trots hård konkurrens från ett transportseminarium på Stockholmsmässan samma dag. Även de attitydundersökningar som gjorts inom detta projekt indikerar ett stort intresse och en positiv syn på sjöfarten. Sjöfartens förmåga att transportera gods och människor med en relativt sett liten energiåtgång (räknat per transportkilometer eller tonkilometer) är ett steg mot minskade utsläpp av klimatgasen CO₂. Om man även kan komma tillrätta med de föroreningar som ofta förknippas med sjöfart så ökar givetvis nyttan ännu mer (främst NO_x och partiklar). I och med att framsteg gjorts på land där liknande motorer används så har fler och fler insett att samma förbättringar även kan göras på den vattenburna trafiken.

Miljö- och tillväxtpotential

Framtida motorer kommer att släppa ut mindre skadliga avgaser än vad dagens motorer gör så av den anledningen kommer miljöbelastningen att minska med tiden. Marina farkoster har dock en lång livslängd (ca 60 % av båtar och skepp är från 1981 och tidigare) varför ombyggnationer och miljöanpassningar av gamla farkoster ger stora miljöfördelar. Att beräkna miljövinster i absoluta tal är mycket svårt. Generellt är det givetvis så att ju mer som görs och ju fler skepp som miljöanpassar sina motorer desto bättre för miljön. Att flytta transporter från land till sjöss gör det också bättre eftersom framkomligheten på land ökar och att transporter till sjöss oftast är mycket mer energieffektiva än motsvarande transporter på land.

Genom att utrusta motorer enligt detta projekts definition skulle en minskning av nedanstående avgaskomponenter kunna vara av storleksordningen:

CO	X g/kWh
HC	
NOX	
Partiklar	

Detta med en avgasreningsteknik som består av både EGR och partikelfilter. Ett koncept som många av teknikleverantörerna använder. Med SCR skulle utsläppen av NOX kunna minskas ytterligare. Genom samtal med några teknikleverantörer och andra sakkunniga inom området har dessa storleksordningar verifierats som högst realistiska. I projektet har antalet motorer som kan vara lämpade för att utrustas med avgasreningsteknik uppskattats till ca 5.000 st. Att anta att all dessa byggs om är givetvis orealistiskt. Även hur många timmar per år som motorerna används och vilken medelbelastning som används är i praktiken omöjligt att beräkna. En typisk vägverksfärja kan ha en drifttid på upp mot 7.000 timmar per år. Detta kan betraktas som ett extremfall. Vissa motorer kanske bara används enstaka timmar per år. Om man antar att man genom någon form av ekonomiska incitament skulle kunna se till att 20 % av motorerna miljöanpassas och om man inför ett andra antagande om att dessa motorer används 1.000 timmar per år och körs på en medelbelastning om 350 kW så skulle miljövinsten bli:

Miljöanpassa 1.000 motorer, medelbelastning 350 kW, 1.000 timmars användning per år	
CO	X ton/år
HC	
NOX	
Partiklar	

Med tiden kommer allt större krav att ställas på teknikleverantörer inom detta område. I och med att motorer och avgasrening blir mer och mer komplext och sammanvävt som en enda fungerande enhet blir det allt svårare att arbeta med ”retrofit” och eftermarknadsprodukter. Tillämpningar där det bara är ”att hänga på” ett filter eller en katalysator kommer att försvinna eller i alla fall inte förekomma speciellt ofta i framtiden. Framtidens leverantörer måste förstå hela kedjan för att kunna hänga med. Det troliga är att de leverantörer som inte klarar att hänga med i denna utveckling kommer att slås ut. Däremot så kommer marknaden för de bästa företagen antagligen att vara mycket ljus. Många kan säkerligen växa och bli OEM-leverantörer. I framtiden är det också troligt att incitament där man kan eller måste uppgradera motorer kommer att införas (finns exv redan i Tyskland och i USA). Denna typ av teknikleverantörer kan då tillhandahålla sådana uppgraderingssatser. Därför är det viktigt att vi i Sverige kan påskynda utvecklingen av olika typer av incitament. Detta gör att teknikleverantörerna har en hemmamarknad att utveckla nya koncept på. På detta sätt kan Svenska teknikleverantörer få ett försprång gentemot sina utländska konkurrenter. Intresset från teknikleverantörer som hittills varit verksamma på land att nu expandera sin verksamhet så att även marina applikationer innefattas verkar vara stort. Detta beror delvis på att marknaden för eftermarknadsprodukter kommer att finnas länge (båtar har en lång livslängd). Som nämnts tidigare har den totala marknaden bedömts vara ca 5.000 motorer. Givetvis kommer inte alla dessa att konverteras. Endeavor Engineering uppskattar att en miljöanpassning av 1 motor skulle leda till **xx** årsarbeten hos en teknikleverantör. Om man antar en nivå på att 500 – 1.000 motorer konverteras årligen så skulle detta leda till **ca xx årsarbeten** i Sverige. Detta genererar givetvis också arbetstillfällen hos en rad av underleverantörer

ANGRÄNSADE STUDIER SOM ÄR AV INTRESSE FÖR DENNA STUDIE

Under åren har en hel del försök gjorts och olika tekniska lösningar har provats. Bland annat så har H.A.M provats på flera håll, bland annat på ett av Kustbevakningens fartyg. Detta misslyckades varför försöken avbröts. Partikelfilter har provats på flera håll, bland annat på Waxholm- och Styrsobolagets båtar. Även dessa försök avbröts då det inte fungerade som det var tänkt. Den studie som antagligen ligger närmast detta projekt är en studie som gjordes av Vägverkets färjerederi. I januari år 2002 genomfördes emissionsmätningar på bilfärjan Aurora [Referens 4]. Färjan trafikerar sundet mellan Yxlan och Blidö. Målsättningen med uppdraget var att fastställa motorernas avgasutsläpp, identifiera lämpliga avgasrenande tekniker och deras kostnad samt att mäta skillnaderna mellan de olika motortyper som finns ombord. Provingen genomfördes under normala driftsförhållanden samt även med olika belastningsfall för att få en bild av hur emissionerna ser ut under olika körsätt. På färjan finns totalt 5 motorer, alla Scaniamotorer. 4 motorer är huvudmotorer vilket innebär att de används till färjans drift. Den femte motorn är en hjälpmotor viken har till funktion att generera el. Två av huvudmotorerna är monterade i fören och två av huvudmotorerna är monterade i aktern. Beroende på åt vilket håll båten kör så används endera de förliga eller de akterliga motorerna. Kritiska parametrar för att fastställa vilka avgasreningstekniker som var möjliga respektive inte möjliga genomfördes. Slutsatsen var att det skulle fungera med självregenererande partikelfilter på huvudmotorerna medan rekommendationen för hjälpmotorn var att montera på en oxidationskatalysator.

Färjerederiet har på en nybyggd färja använt dessa tekniker (M/S Venus) och samtidigt kontinuerligt gjort uppföljningar av funktionen. Hittills (ca 1 år och många tusen driftstimmar) fungerar reningsutrustningen felfritt. Detta indikerar att investeringen varit lyckad. Ett systerfartyg med samma reningskoncept kommer att levereras inom kort.

Mycket har alltså provats genom åren men av olika anledningar ofta lett till misslyckanden. I och med bland annat Vägverkets färjerederis lyckade försök med nylansering av tekniska lösningar så är det troligt att ett trendbrott kommer. I och med att teknikleverantörer blivit duktigare, många misstag är redan gjorda samt att motorstyrning och övervakning blivit allt mer datoriserad så ökar förutsättningen för att kommande försök ska lyckas.

TACK

Först och främst till Hans Pohl och övriga inblandade på Vinnova för att de sett till att detta projekt har kunnat genomföras.

Chalmers Tekniska Högskola – Börje Gevert.

Sjöfartsverket – Stefan Lemieszewski, Charlotte Ottosson, Christer Hellberg

Fiskeriverket – Ingela Bengtsson

Sweref – Leena Tegevi

Redarföreningen – Bertil Arvidsson

Sjöfartsforum – Per Jessing

LRFairplay – Chris Pålsson

STT Emtec – Glenn Berglund

Vägverket Färjerederiet – Mikael von Zweigbergk, Johan Algell

Ecoship – Björn Carlsson

Helsingborgs stad – Gregor Holmgren

Ressel Consulting – Jochum Ressel

Länsstyrelsen i Stockholm – Gunnar Aneer

Kommuner – Personal som hjälpt till med attitydundersökningen

Rederier - Personal som hjälpt till med attitydundersökningen

REFERENSER

- 1. Bilismen i Sverige 2003**
- 2. Statistiskt meddelande, Utrikes och inrikes trafik med fartyg 2002**
- 3. Åtgärder – Luftföroreningar från den marina sektorn, 1994**
- 4. Rapport gällande avgasmätningar på bilfärjan Aurora, Blidö [nr 4214-01]**

APPENDIX 1 (Seminarium den 14 september 2004)

På följande sidor presenteras de bilder som visades under seminariet (utom Gregor Holmgrens och Stefan Lemieszewski).

1-DAGSSEMINARIUM		
Kustnära sjöfart och miljö		
Tekniköverföring från landbaserade fordon till mindre fartyg		
<i>Göteborg</i>		
<i>14 september 2004</i>		
Arrangörer: Sjöfartsverket, Chalmers Tekniska Högskola, Ecotrafic, Vinnova		
Plats: Lindholmen		
Moderator: Per Jessing - Sjöfartsforum		
PROGRAM		
08:00 – 09:00	> Registrering	
	> Inledning av moderator	Per Jessing Sjöfartsforum
	> Beskrivning av projektet samt genomgång av olika avgasreningstekniker.	Lars Eriksson Ecotrafic
	> Befintlig och kommande lagstiftning – kravnivåer och jämförelse med fordon	Peter Ahlvik Ecotrafic
	> Teknisk beskrivning och upplägg av kommande demonstrationsprojekt	Ralf Barkhage Endevor Engineering
10:10 – 10:40	KAFFE	
	> Erfarenheter från avgasrening av bussar och lastbilar	Glenn Berglund STT Emtec
	> Marina drivmedel – nu och i framtiden	Börje Gevert, Chalmers Tekniska Högskola
	> Strategi vid ny- och ombyggnation av vägfärjor	Mikael von Zweigbergk, Vägverkets färjerederi
	> Ecoship-konceptet	Björn Carlsson Ecoship
12:00 – 13:20	LUNCH	
	> SCR / HAM - teknik och ekonomi	Per Holmström Munters
	> Attityder hos politiker & redare	Henrik Boding Ecotrafic
	> Differentierade farledsavgifter – vad man kan åstadkomma med ekonomiska incitament	Stefan Lemieszewski, Sjöfartsverket
	> Vad kan åstadkommas med lokal tillsyn	Gregor Holmgren Helsingborgs Stad
14:40 – 15:10	KAFFE	
	> Vad är på gång inom Sverige, EU och Internationellt.	Bertil Arvidsson, Redarföreningen
	> Miljöarbete i praktiken - erfarenheter från offentligt upphandlad färjetrafik.	Jochum Ressel Ressel Consulting
	> Paneldebatt – hur går vi vidare?	Alla – Leds av moderator
17:00	> Avslutning	

Deltagarlista

Algei	Johan	Vägverket Färjedertiet
Lyngfiet	Sven	Chalmers Lindholmen
Rudeber	Gun	Stockholms Hamnar
Sjöbrils	Anders	MarfTerm AB
Jiben	Kalle	MarfTerm AB
Tibblin	Göran	Sjöfartshögskolan, Chalmers Lindholmen
Edvardsson	Jonas	Volvo Technology Corporation
Wendle	Björn	Trivector Traffic AB
Gustavsson	Jonas	Kustbevakningen
Wilske	Åsa	Göteborgs Hamn AB
Rutgersson	Olle	Sjöfartshögskolan, Chalmers Lindholmen
Sigström	Björn	Göteborgs Hamn AB
Dutt	Susan	Göteborgs Hamn AB
Rehrlund	Björn	Atrax Energi
Johansson	Per-Arne	Trelleborgs Kommun
Sahati	Mehri	Yaxjo Universitet
Kilingsström	Anders	Sveriges Hamnar
Svan	Ove	Elmarine
Winnes	Hulda	Marin Teknik, Chalmers
Malmgren	Ingvär	Marin Teknik, Chalmers
Borgren	Stefan	Det Norske Veritas
Wuifing	Peter	SwedMotor
Cooper	David A	VL AB
Larson	Maria	Volvo Logistics AB
Nikkannon	Lennart	Eccot Oy
Simonsen	Ann-Therese	UCT Sjöfart
Mattson	Anders	UCT Sjöfart
Högden	Johan	UCT Sjöfart
Hammarlund	Thomas	Miljöförvaltningen i Göteborg
Svensson	Stig-Ake	RWS Line AB
Welle	Mats	Rederi AB Wermido
Nilsson	Sven-Ake	Kookums Engineering AB
Schmidt	Hans	SWECO VIAK
Andreasson	Stig	SWECO VIAK
Ahsberg	Thomas	Sjöfartsverket
Boström	Ove	Sweref
Germundsson	Ove	Sjöfarskolan
Larsson	Robert	Sjöfarskolan
Zagrova	Valter	Sjöfarskolan
Karjalainen	Marcus	Sjöfarskolan
Mattson	Ulf	Sjöfarskolan
Pettersson	Towe	Sjöfarskolan
Jansson	Tommy	Sjöfarskolan
Lindholm	Jan	Ingfa Jan Lindholm AB
Röjvall	Maria	Miljöförvaltningen i Stockholm

Enärnamn	Förnamn	FörelägsOrganisation
Jessing	Per	Sjöfartsforum
Eriksson	Lars	Ecotrafic
Ahlvik	Peter	Ecotrafic
Barkhage	Ralf	Endevor Engineering AB
Berglund	Gleann	STT Entec
Gevert	Börje	Chalmers Tekniska Högskola
von Zweigbergk	Mikael	Vägverket Färjedertiet
Carisson	Björn	Ecoship
Boding	Hennik	Ecotrafic
Lemieszewski	Stefan	Sjöfartsverket
Holmgren	Gregor	Helsingborgs kommun
Arvidsson	Bertil	Radartöningen
Ressel	Jochum	Ressel Consulting AB
Holmström	Per	Munters
Lundkvist	Mikael	Industriell Plåtproduktion AB
Johansson	Ulf	Industriell Plåtproduktion AB
Karlsson	Johan	Industriell Plåtproduktion AB
Hult	Owe	ETG AB, Emission Technology Group
Tegevi	Leena	Sweref
Schoog	Christer	Stena RoRo
Engström	John	Engström Shipping AB
Forsman	Björn	SSPA Sweden AB
Gyfte	Peter	SSPA Sweden AB
Westerberg	Henry	Waxholms Angfartygs AB
Pöjlina	Indrek	Waxholms Angfartygs AB
Holm	John	Det Norske Veritas
Eriksson	Evelina	Miljöförvaltningen i Göteborg
Olofsson	Agneta	Reportage
Hansson	Herald	Gard Sweden AB
Mathiason	Tommy	Miljöförvaltningen i Göteborg
Ahnström	Gunnar	Johnson Matthey AB
Westorlind	Rasse	Visingsötraffiken
Johansson	Jan-Anders	Visingsötraffiken
Gustavsson	Ingemar	Visingsötraffiken
Emanuelsson	Bert	Det Norske Veritas
Karpesjö	Anders	Det Norske Veritas
Duus	Ulf	Grön Kam
Ahlbom	Jan	Länsstyrelsen
Smedler	Bull	ETG AB, Emission Technology Group
Larsson	Mikael	Volvo Technology Corporation
Larsson	Mats-Ola	Miljöinfo AB
Marzallus	Johan	Sjöberärförbundet
Karlsson	Bertil	Volvo Penta
Wälström	Tryggve	Volvo Penta
Axelsson	Eva	Volvo Penta
Djanforouz	Souzan	Volvo Penta

APPENDIX 2. (Tidningsartiklar)

- Nautisk Tidskrift, Agneta Olofsson (publiceras oktober 2004)
- Redaren, Leena Tegevi (publiceras oktober 2004)
- Redaren, Leena Tegevi (nr 2, 2004, se nedan)

M/F Maj på Malöleden är en prototypfärja som inte släpper ut några avgaser. Hon drivs av 5 ton batterier och laddas i land nattetid.

FOTO: MATS ERIKSSON
VÄGVERKET FÄRJEREDERIET



Miljövänlig teknik från land till sjö

En del fartyg har motorer som även återfinns i landbaserade fordon (främst bussar och lastbilar). Tvingande och frivilliga regleringar för landbaserade transporter har lett fram till innovationer och tekniska lösningar som medfört att utsläpp av oönskade komponenter samt bränsleförbrukning drastiskt minskat under senare år. Dessa tekniska lösningar och förbättringar har inte alltid överförts till sjöfartssidan. Nu har ett projekt dragits igång för att se om det är möjligt och rimligt att göra detta.

Ecotrafic* har projektledarrollen i detta projekt. Huvudfinansiar är Vinnova. Övriga deltagare i projektet är Sjöfartsverket och Chalmers Tekniska Högskola. Projektet är uppdelat i två faser där följande fas avser följande delmoment.

- Identifiera vilka befintliga tekniker och tekniska lösningar för vägfordon som även kan användas inom sjöfarten
- Kartlägga tekniska och icke-tekniska barriärer
- Förankra projektet hos myndigheter, politiker och användare (d.v.s. nå ut med budskapet)
- Kartlägga antal fartyg och fartygstyper samt deras användningssätt inom detta floderivat
- Bedöma potentialen i form av miljövinster och andra samhällsvinster
- Bedöma tillväxtpotentialen för inhemska teknikleverantörer
- För att föra ut projektresultatet skall fas 1 avslutas med ett seminarium

Intentionen är att projektet efter denna förstudie skall fortsätta i en andra fas (fas 2) där demonstrationsobjekt kommer att byggas. De företag (inhemska teknikleverantörer) som ur fas 1 anses som bäst lämpade och har bäst kunskande kommer att erbjudas att delta i fas 2. I denna fortsättningsfas kommer mätningar och analyser att göras för att kunna värdera den installerade tekniken.

Den 14 september kommer projektet att presenteras på ett heldagsseminarium i Sjöfartsverkets nya lokaler i Norrköping.

På seminariet kommer talare i form av politiker, teknikleverantörer och rederier som redan infört miljöteknik mm. Ett detaljerat program kommer att skickas till SWEREFs medlemmar så snart seminarieplaneringen slutförts. Projektet har nu kommit så långt att lämpliga teknikleverantörer identifierats. Nästa steg är att identifiera rederier som vill gå in i

projektets andra fas (koppla ihop rederier med teknikleverantörer). I denna fas planeras först en inledande emissionsmätning ombord på aktuellt fartyg, installation av avgasrenande utrustning följt av emissionsmätning efter installation. Demonstrationsprojektet kommer att avslutas med att kartlägga förändringar i bränsleförbrukning och avgasemissioner. (vad har ombyggnationen / modifiering gett för resultat?)

En detaljerad projektbeskrivning kan beställas från undertecknad:
lars.eriksson@ecotrafic.se
08-545 168 05, 070-679 71 39

Lars Eriksson, Ecotrafic

* Ecotrafic är ett företag som i huvudsak arbetar med miljöfrågor inom transportsektorn. Ecotrafic erbjuder konsulttjänster inom områdena: drivmedel, motorteknik, avgasreningsteknik, emissionsmätter, miljöfordon, projektleddning, seminarier och utbildning, miljökonsekvensutredningar och miljöledningssystem. Medarbetarna är seniora konsulter med lång erfarenhet inom sina arbetsområden.



VHF med DSC
Erbjudande 7.500 kr ex moms
SKANTI 1000P
Välj kvalitet – det lönar sig.

satpool

Göteborg-Stockholm-Malmö
031 709 15 50 info@satpool.se
www.satpool.se