Avancerad teknologi i dagens lastbils-utveckling

Av Stig Ericsson

Den moderna, tunga lastbils- och bussindustrin har definitivt tagit steget in i högteknologins värld. Skälen är många och som röd tråd löper det ökade beroendet av avancerad elektronik och datoriserade hjälpmedel.

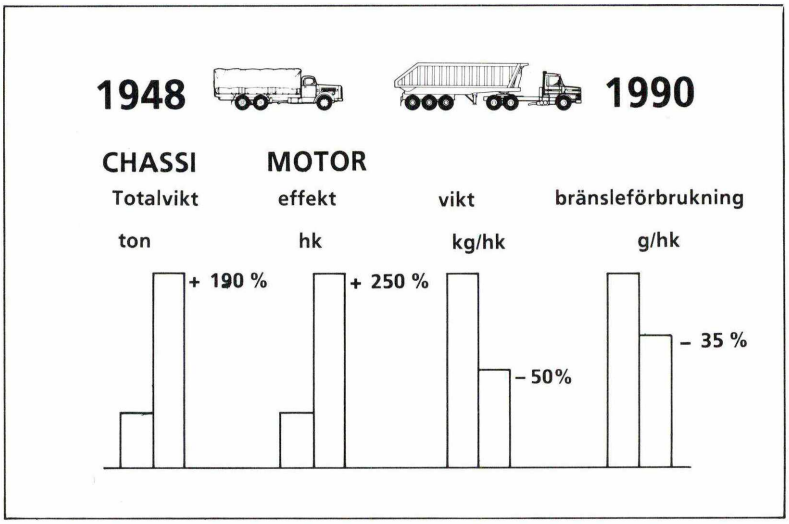
Det är inte bara konkurrensförhållandena mellan bilindustrierna och kundernas ökade krav på prestanda och transportekonomi som driver på utvecklingen. På senare år har också kraven på avgasrening och lägre fordonsbuller nått sådan nivå, att detta förutsätter utnyttjandet av avancerad teknik för att kunna tillmötesgå uppsatta mål.

Blickar man tillbaka på lastbilens 100-åriga tillvaro i människans tjänst, finner man att epokbildande framsteg gjordes även på räknestickans tid. Man ska också ha i minnet att den egentliga vägutvecklingen inte kom igång förrän efter andra världskriget. Därmed kunde lastbilarna byggas för större nyttolast, vilket i sin tur fick till följd att allt större del av transportbehovet fördes över från järnväg till landsväg.

Visserligen lades den första grundstenen i lastbilens frammarsch som konkurrenskraftigt transportmedel när dieselmotorn introducerades under 1930-talet. Den förbättrade transportekonomin grundades på tre fördelar med dieselmotorn jämfört med bensinmotorn, nämligen väsentligt lägre bränslepris och bränsleförbrukning och större motorlivslängd.

Den största lastbil Scania tillverkade 1948 hade 16 tons totalvikt. Denna modell LS20 hade en dieselmotor av förkammartyp med max effekt 135 hk. Motorn vägde 5 kg per hästkraft och lägsta specifika bränsleförbrukning låg på omkring 280 g per kWh.

Går vi så 20 år framåt i tiden, till 1968, hade totalvikten ökat till 25,8 ton och motoreffekten till 275 hk. Vid den tiden var direktverkande tryckluftsbromsar och överladdad dieselmotor, turbodiesel redan väl etablerad teknik. Motorn var nu 1,8 kg lättare per hästkraft – eller 36 % lättare – och bränsleförbrukningen hade sänkts nära 30 %.



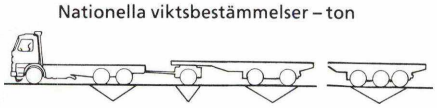
Dagens största Scania lastbil har 46 tons totalvikt och överladdad, laddluftkyld dieselmotor på 470 hk. Den nya generationen dieselmotor har elektroniskt styrd insprutningspump – EDC-system.

Lastbilsutvecklingen under de senaste 40 åren har således inneburit en ökning av totalvikterna med 190 %. Motoreffekten har ökat med 250 % samtidigt som motorvikten har halverats per hästkraft och bränsleförbrukningen sänkts med ca 35 %.

Knappast större – men bättre

Av många både politiska och praktiska skäl kommer den fortsatta lastbilsutvecklingen inte att kunna beskriva så stora utvecklingssteg vad gäller lastkapacitet och motorprestanda som hittills genomförts. Fordonsutvecklingen begränsas av både restriktiva fordonsbestämmelser och det etablerade väg- och bronätets begränsade generella bärighet.

Nationella viktsbestämmelser – ton

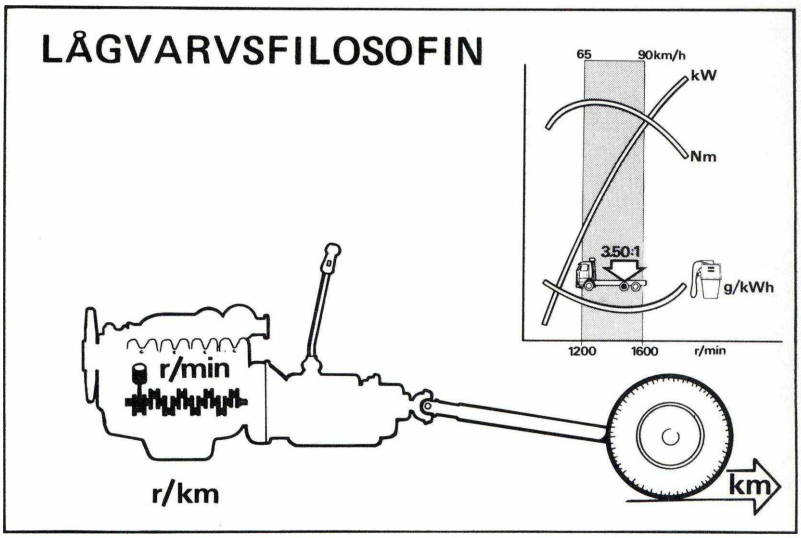


	max bruttovikt				
S	51,4	16	10	20	24
N	50	16	10	–	22/26
SF	48	16	10	20	(28)
DK	48	16	10	–	24
D	40	18	11	(20)	24
F	40	21	13	(19)	(26)
NL	50	18	11,5	(18)	28/30
B	44	20	12	(20)	30
I	44	20	12	(20)	25,2

Nationella måttbestämmelser – m



	max längd m	max längd m	bredd m
S	24	24	2,6
N	18 (22)	15,5 (16)	2,5
SF	22	16	2,6
DK	18,5	16	2,55
D	18	15,5	2,5
F	18	15,5	2,5
NL	18	15,5	2,6
B	18	15,5	2,55
I	18	15,5	2,5



Den fortsatta utvecklingen av lastbilar och bussar är således inriktad på avancerad finputsning av prestanda och egenskaper.

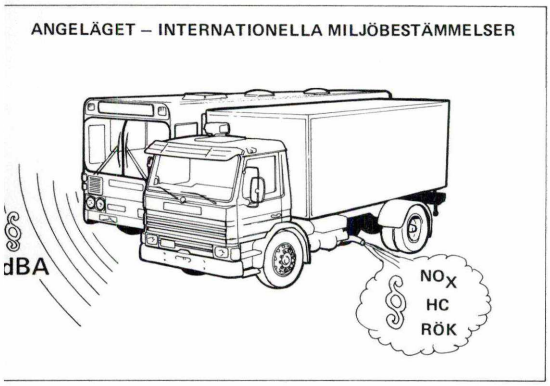
De ramar som begränsar lastbilens utveckling beträffande transportkapacitet är i första hand de nationella vikts- och måttbestämmelserna. Dessvärre varierar dessa från land till land, där Sverige erbjuder 24 meter fordonslängd, 2,6 meter fordonsbredd och 56 ton bruttovikt. Flertalet övriga industriländer har ännu inte kommit längre i vägbestämmelser än till nivån 40–44 ton bruttovikt, 18 meter fordonslängd och 2,5 meter fordonsbredd.

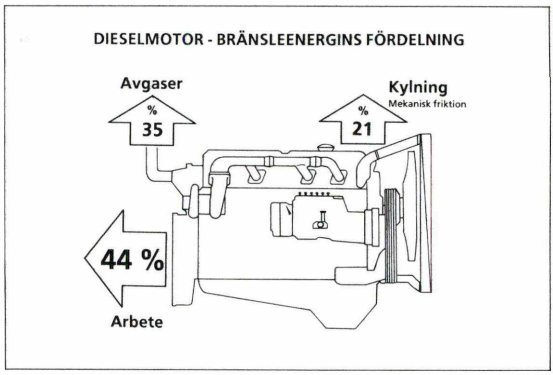
I begreppet transportkapacitet spelar också tillåten hastighet en betydande roll. På den punkten torde knappast några nämnvärda höjningar av nuvarande hastighetsgränser komma att tillåtas i framtiden. Därmed inte sagt att en frysning av dagens motoreffekter skulle vara aktuell. I lastbilstransport är medelhastigheten den viktiga faktorn och samband finns också mellan motoreffekt och varvtal när det gäller bränsleekonomi.

Återstår dimensionen fordonshöjden, som i första hand begränsas av den fria höjden i viadukter. I Sverige gäller 4,5 meters fri höjd men i många andra länder är den begränsad till 4,0 meter.

Under de senaste 10 åren har allt strängare lagkrav införts, som berör miljöhänsyn. Det gäller dels begränsning av oönskade effekter på grund av avgasemissionens sammansättning, dels krav på dämpning av fordonsbuller. Dessa frågor har visserligen varit under uppsikt sedan lång tid tillbaka, men det är först på senare år som sådana skärpningar införts i lagstiftningen, som kräver avancerade tekniska lösningar.

Eftersom miljökrav avspeglar internationella behov, vore det natur-



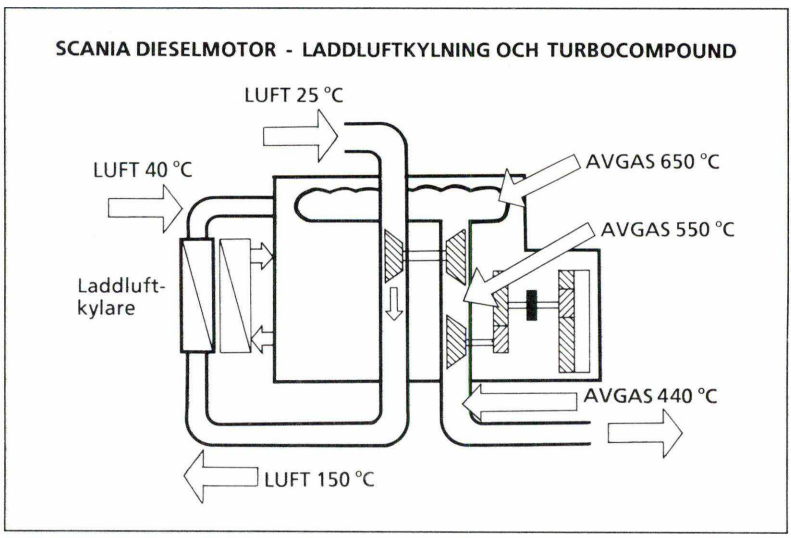


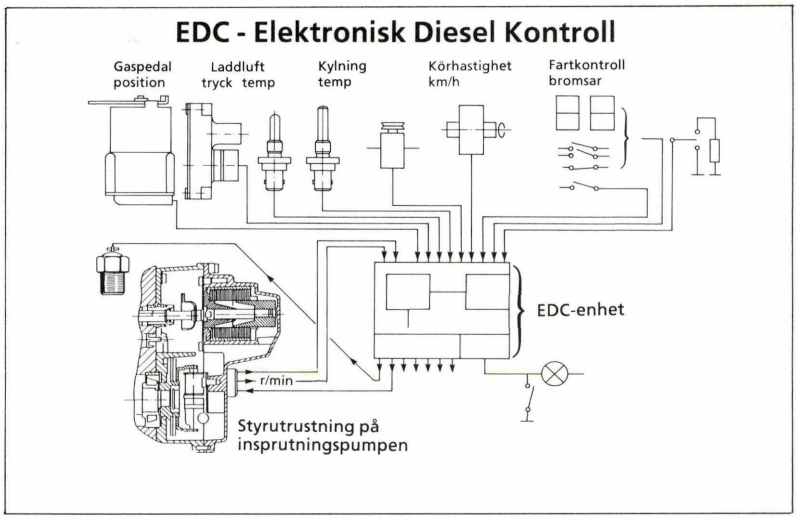
ligt att förvänta sig internationell samordning av bestämmelser. Även om berörda myndigheter är överens om vikten av samordning har nationella särintresset präglat den hittillsvarande utvecklingen av bestämmelser. För bilindustrin har dessa ofta relativt marginella skillnader i krav fått till följd en avsevärt ökad arbetsbörda för att kunna tillmötesgå de många individuella varianterna av marknadskrav.

Dieselmotor-utveckling på frammarsch

Dieselmotorn kommer att leva vidare. Ännu finns inga andra motoralternativ i sikte, som skulle kunna bjuda nämnvärd konkurrens vad avser driftsäkerhet och ekonomi. Den teknik som krävs för vidareutveckling av andra motoralternativ är också tillämpbar på dieselmotorer. Det betyder att motorutvecklingen fortsätter mot rörliga mål.

Den moderna dieselmotorn har nu nått omkring 44 % verkningsgrad. Största förlusten av energi, ca 35 %, löper ut med avgaserna.





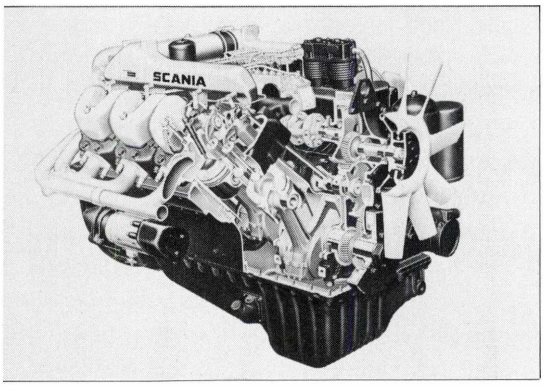
Värmeförlusterna via kylningsbehovet ligger omkring 20 %. Det är dessa förluster vi fortsätter att föra över till nyttigt arbete.

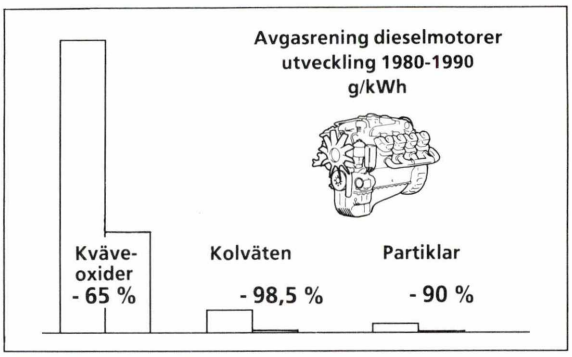
En intressant och lovande möjlighet för att höja motorns verkningsgrad är under utprovning. Tekniken kallas turbocompound, vilket betyder att man placerar ytterligare en turbin i avgasledningen efter den ordinarie överladdningsturbon. Effekten, som den andra turbinen genererar, förs mekaniskt via en speciell växellåda över till vevaxeln.

Våra hittills utförda körningar med turbocompoundmotorn såväl i laboratoriet som med motorn installerad i lastbil visar en sänkning av bränsleförbrukningen med omkring 5 %. Tekniken har också utnyttjats för att höja motoreffekten och vridmomentet.

Ett problem som tidigt mötte upp i utvecklingsarbetet var hur kraftöverföringen skall fungera mellan turbin och vevaxel. Turbinen har ett max varvtal omkring 50 000 r/min och vevaxelns varvtal varierar mellan 1 000 och 2 000 r/min. Den frågan har nu funnit en bra lösning.

På senare år har också den elektroniska tekniken genomgått utveckling som är anpassad för driftförhållandena i lastbilstransporten. På motorsidan har elektroniken etablerats bland annat för styrning av bränsleinsprutningen via elektronisk reglering av insprutningspumpens funktioner. Med den tekniken är det möjligt att mera exakt styra flera viktiga parametrar, som till exempel insprutningstidpunkt, insprutningens längd i tid och bränslemängden i förhållande till den momentana motorbelastningen. Sannolikt finns det också möjligheter att positivt påverka avgasemissionens sammansättning med elektronikens hjälp.





Efterhand som alltmer avancerad teknik tillämpas för vidareutveckling av dieselmotorn, växer också kraven på ingående material i de olika komponenterna. För att till exempel kunna utnyttja högre förbränningstemperaturer behövs mer värmebeständiga material än dagens konventionella material. Av det skälet studeras och utvecklas till exempel keramer som skyddselement eller komponenter där höga temperaturer är aktuella.

Den grundläggande strävan i motorutvecklingen är att kunna åstadkomma både transportekonomiska förbättringar och betydande förbättringar av miljöegenskaperna. Det är en mycket svår balansgång, som förutsätter teknisk anpassning av nära nog varje enskild detalj i motorn. För att klara den utvecklingen krävs alltmer avancerade tekniska hjälpmedel och laboratorieutrustningar styrda av datorer med avancerad sensor- och styrteknik i botten.

Framtidsperspektivet ter sig ljust, då vi tror oss kunna nå omkring 50 % verkningsgrad samtidigt som vi ska kunna tillmötesgå rimligt ställda krav på lågt fordonsbuller och hög grad av avgasrening.

Avgasreningen avancerar framåt

Den främsta skillnaden mellan dieselmotorns och bensinmotorns avgassammansättning är dieselavgasens större innehåll av kväveoxider och att kolväteemissionen innehåller ett illaluktande luktämne. Dieselmotorn arbetar också med ett betydande luftöverskott, vilket försvårar möjligheterna att reducera kväveoxiderna med hjälp av katalysatorer.

Metoderna att rena dieselavgaserna har därför fått söka andra vägar än de man kan tillämpa för rening av bensinmotoravgaser.

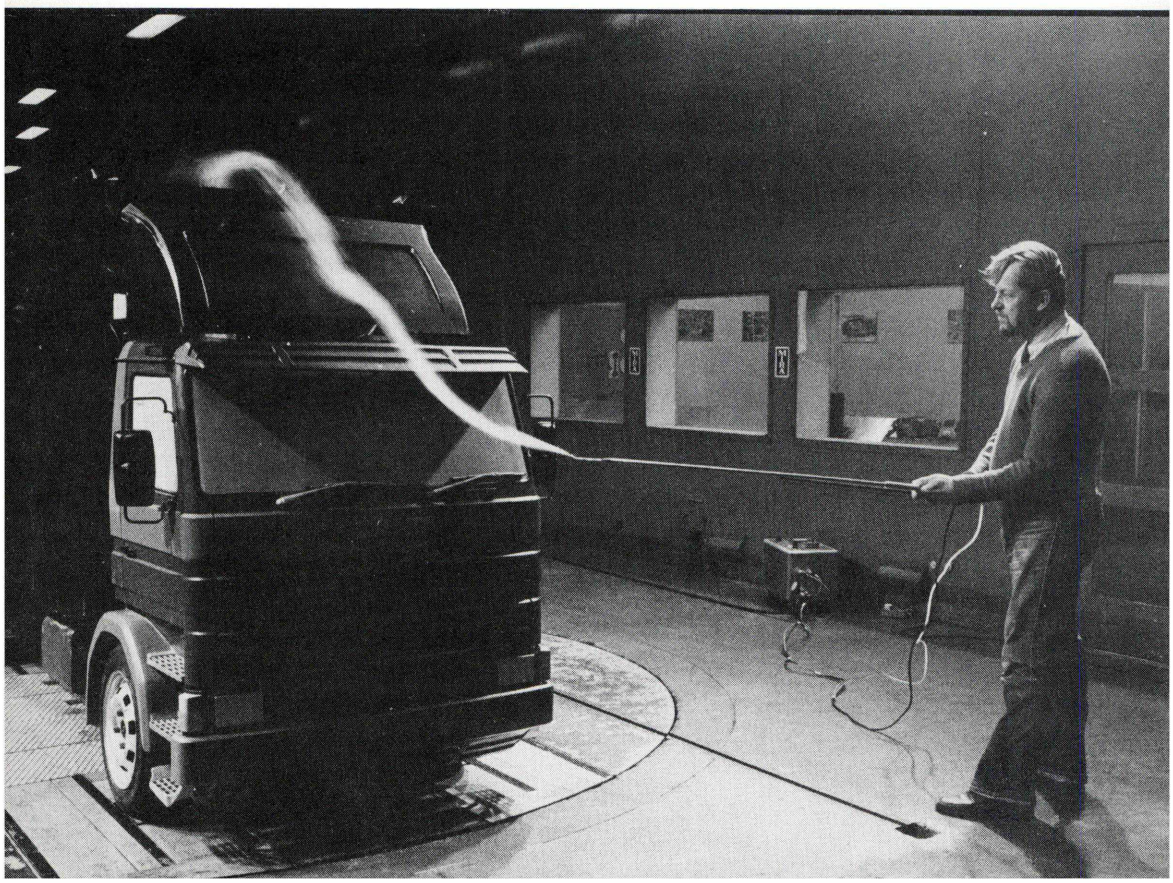
Redan införda och aviserade kommande skärpta bestämmelser i USA har påskyndat den motortekniska utvecklingen. På bred front har avgasreningstekniken utvecklats och omfattar nu såväl åtgärder i motorfunktionen som tekniska lösningar för att efterbehandla avgaserna.

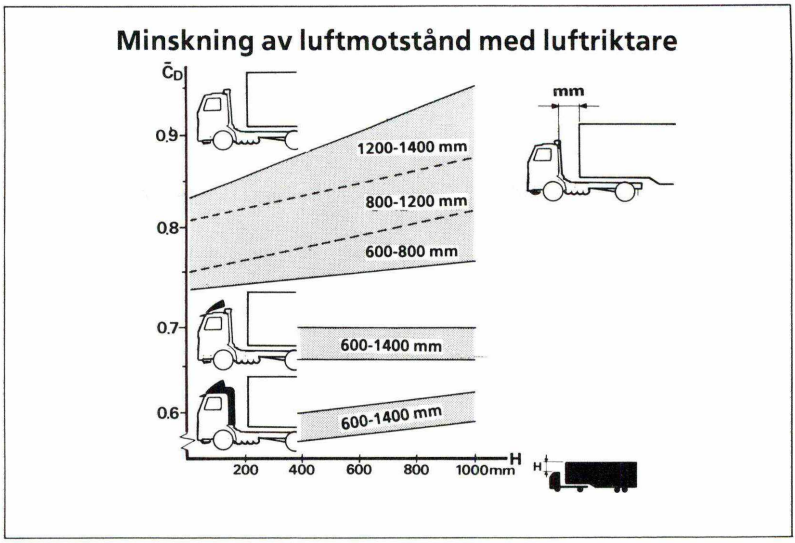
För att kunna redovisa hur långt avgasreningen har nått utgår man i Europa vanligen från den rekommendation om max tillåtna emissionsvärden som utfärdades 1982 med beteckningen ECE R49. Från den utgångspunkten har vi idag hos bussmotorer minskat mängden kväveoxider med 65 %. I den avgasreningstekniken ingår också reducering av kolväten, där vi nu nått mer än 98 % reningsgrad. En förutsättning för denna betydande rening är dock att motorn drivs på s k miljöbränsle, dvs ett i det närmaste svavelfritt bränsle. Detta "tätortsbränsle" ger oss också möjlighet att praktiskt taget eliminera partikelutsläppen.

Att avgasreningen på bussidan nått längre än vad gällande bestämmelser kräver beror till viss del på att efterfrågan från kommunala bussföretag varit särskilt stor. Lika långt har ännu inte avgasreningen nått på lastbilssidan, men pågående teknisk utveckling tyder på att lastbilsmotorer kan komma att renas i betydande grad.

Luftmotstånd och bränsleförbrukning

Storleksordningen hälften av den utnyttjade motoreffekten vid körning med lastbil i omkring 80 km/h går åt för att övervinna luftmotståndet. Åtgärder för att minska luftmotståndet minskar bränsleförbrukningen och därigenom också avgasutsläppet.





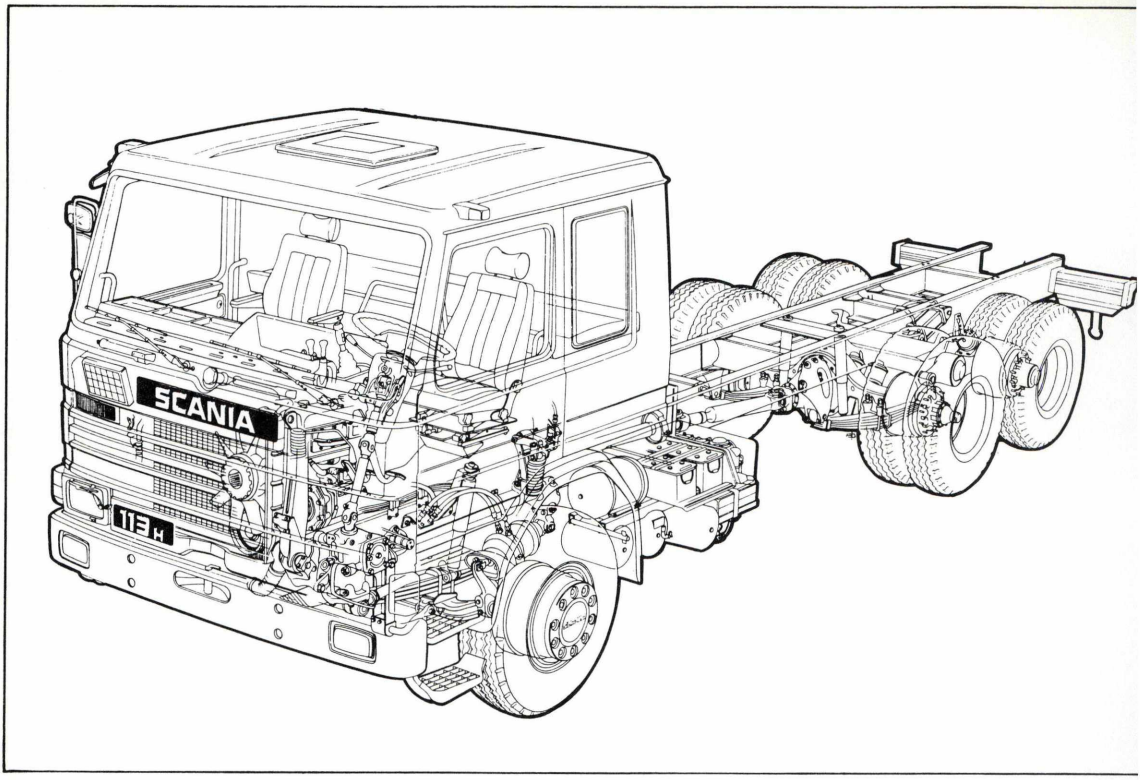
Med hjälp av aerodynamisk expertis från Flygdivisionen inom Saab-Scania har vi genomfört den kanske största undersökning som någonsin gjorts av luftmotståndets inverkan på lastbilar. Den undersökningen tog mer än fyra år och omfattar bland annat vindtunnelprov med lastbilsmodeller i halv skala.

Särskilt intresse ägnade vi åt luftmotståndets inverkan beroende på vindens riktning mot fordonets färdriktning. Den kunskapen ledde fram till inte bara effektivare utformning av själva hytten utan också till konstruktion och utformning av separata luftriktare, som samverkar till exempel med höjden på ett lastbärande skåputrymme eller en tillkopplad påhängsvagn.

Särskilt goda resultat uppnås med hyttutformningen och luftriktarna vid fordonskombinationen dragbil–påhängsvagn. En minskning av luftmotståndet med i storleksordningen 35 % har konstaterats. Nu pågår fortsatt utveckling av fordonskomponenter och kompletterande utrustning för att nå ytterligare minskningar av luftmotståndet.

Högteknologisk samverkan

När det gäller utnyttjandet av avancerad teknik torde flyg- och rymdfarkostindustrin ligga längst framme. Vi som arbetar med utveckling av Scania lastbilar och bussar har den unika möjligheten att kunna utnyttja vår Flygdivisions försprång vad gäller kunnande inom områden som berör bilsidan som till exempel aerodynamik, elektronik, humanteknologi, hållfasthetsteknik, beräknings- och konstruktionsteknik. I det här sammanhanget kan vi också utnyttja kunskaper och erfarenheter som flygsidan förfogar över inom området avancerade material.



Utbytet av kunskaper är dock inte enkelriktat. Bilsidan bidrar med erfarenheter och kunskaper som berör produktionsteknik och produktionsekonomi.

Teknisk samverkan vid komponentoptimering

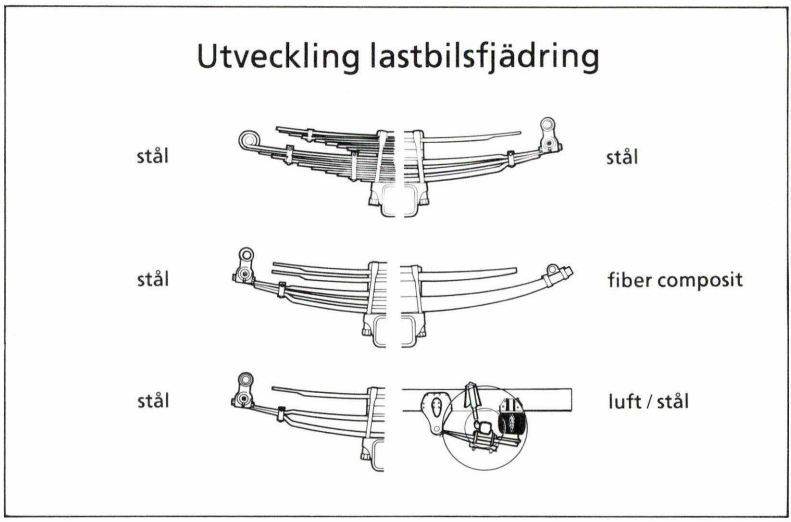
Ett exempel på samverkan inom området hållfasthetsteknik är vår genomförda optimering av framaxelkonstruktionen för lastbilar. Vid genomförande av det projektet samverkade Flygdivisionen, Scania och Tekniska Högskolan.

Det kan ju tyckas vara en relativt enkel uppgift att beräkna en framaxel. Men när det samtidigt gäller att minska vikten, så får frågan helt andra dimensioner på beräkningssidan.

I kort sammanfattning genomförde vi projektet på följande sätt. Vi delade upp balken i cirka 800 volymselement om vardera 20 noder i en finit elementmodell. Redan detta gav upphov till ett finit elementproblem med cirka 15 000 obekanta.

Genom att tillföra 60 variabler som funktionsförutsättning för optimeringsproblem med cirka 10 000 bivillkor var beräkningsbehovet uppe i mångmiljardklassen, vars lösning tog 10 CPU-timmar på en CRAY-1 superdator.

Optimeringen av framaxelkonstruktionen är det hittills största strukturoptimeringsproblem vi genomfört, men resultatet gav det



goda utbytet att framaxelns vikt kunde minskas med 15 kg och produktionskostnaden kunde sänkas cirka 3 miljoner kronor per år enbart beroende på lägre materialkostnader.

Ett annat exempel på samarbete är ett projekt för undersökning av om moderna fibermaterial kan utnyttjas som alternativ till fjäderblad av stål. Det lockande argumentet var att fordonsvikten skulle kunna minskas med ca 200 kg.

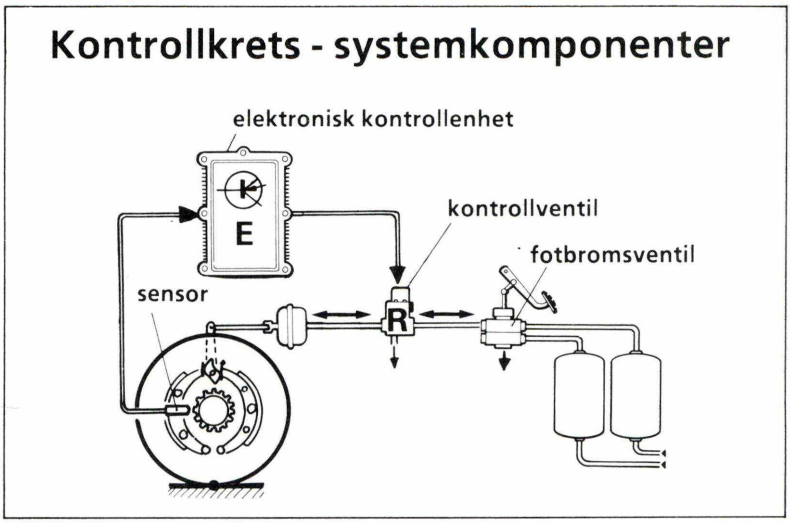
Kraven på lastbilsfjädrar är emellertid mycket höga. Alternativet kompositfjäder måste ha lämplig fjäderkarakteristik, tillräcklig hållfasthet mot delaminering, tillräcklig styvhet i horisontell tvärled och stor tålighet mot yttre åverkan. Från kostnadssynpunkt måste materialet inrymma komposition och produktionsmetoder, som i serieproduktion erbjuder ett attraktivt alternativ för lastbilsägaren.

I det här fallet skenade utvecklingen iväg i flera intressanta riktningar. Under åren med utveckling av kompositfjädrar skedde också en betydande utveckling inom stålområdet. Medan fördelarna med viktminskningen krympte, förändrades förutsättningarna ytterligare genom att efterfrågan på luftfjädring snabbt tog fart.

Resultatet idag är att vi nu har ett luftfjädringssystem som omfattar alla axlar på fordonet och dessutom en 4-punktsupphängning av hytten via ett system av luftfjädrar, krängningshämmare och progressivt verkande stötdämpare.

Bromsutveckling för ökad trafiksäkerhet

Efterhand som lastbilarnas transportkapacitet har ökat bland annat via förbättringar av vägar och broar, ökade motoreffekter och mer rationellt fordonsutnyttjande har också kraven på bromsförmågan ökat. Ett intressant inslag i det här sammanhanget är att någon nämn-



värd skärpning av bromsbestämmelser inte har genomförts sedan 60-talet.

Utvecklingen av fordonens trafiksäkerhet har således inte skett för att tillmötesgå bestämmelser, utan utvecklingen har tagit fart genom att trafiksäkerhet befunnits vara en alltmer betydelsefull faktor i transportsäkerhetens och transportekonomins tjänst.

Det enda lagkrav som på senare år har föranlett betydande utvecklingsinsatser är kraven på att bromsbelägg ska vara asbestfria.

Sedan fem år tillbaka finns nu låsningsfria bromsar (ABS-system) både för lastbilar och bussar. Det är ett bromssystem som bygger på elektronisk kontroll av varje individuellt hjuls tendens att låsa sig vid bromsning. Den stora fördelen med ABS-bromsar är att fordonet bibehåller sin kursstabilitet vid bromsning på underlag där friktionen är olika under hjulen. Genom att alla hjulen samverkar med bibehållet väggrepp blir också bromssträckan kortare.

Med de möjligheter som erbjuds genom elektronisk styrning och kontroll av bromsfunktioner pågår nu utveckling av elektroniska bromssystem (ELB). Den nya tekniken innebär att ansättning eller lossning av bromsarna sker samtidigt och lika fördelat på alla axlar i en fordonskombination. Den praktiska nyttan är jämnare slitage av bromsbelägg och kortare bromssträcka.

Elektronikens intåg i bromstekniken öppnar också möjligheter för ytterligare en betydelsefull trafiksäkerhetsförbättring. Det gäller system för utbalansering och samordning av bromsverkan mellan dragbil och släpvagn. Kravet på ett sådant system är att det skall kunna fungera på ett tillförlitligt sätt oavsett vilken släpvagn som kopplas till dragbilen.

I ett längre framtidsperspektiv kan tänkas att den individuella fördelningen av bromskrafterna per hjul kommer att styras av den bromsvärme som genereras vid inbromsningar.

Förarens arbetsmiljö – lastbilsergonomi

Ett omfattande och viktigt utvecklingsfält är åtgärder för förbättring av förarens arbetsmiljö. Detta utvecklingsarbete berör tvärvetenskapliga plan och omfattar faktorer som påverkar förarens vakenhet och prestationsförmåga. Här ingår uppgifter som till exempel klimatförhållanden, bullernivån, nivån av fysiska påfrestningar genom vibrationer och manöverorganens ergonomiska funktioner. På senaste tiden har även betydande forskning genomförts för att studera vilken sammansättning av hörbart och icke hörbart buller som är mest gynnsam för föraren.

Som ett viktigt led i den här utvecklingen ingår också den hållfasthetsmässiga konstruktionen av hytten. I den utvecklingen förfogar vi numera över synnerligen avancerad testutrustning. Vi kan simulera praktiskt taget vilka körförhållanden som helst. Genom val av "förstoringsgrad" av påfrestningar kan man komprimera 5–10 års praktisk körning till någon timmes datastyrd riggtestkörning.

Truck development today—a high-tech enterprise

Summary

Design and production methods for heavy trucks and buses have undergone momentous changes over the past 20 years. Electronic equipment and modern computers are providing us with totally new tools and systems for vehicle design, testing and production.

The Saab-Scania Group is one of the few companies in the automotive industry to make both trucks and aircraft. We use the high technology applied in aircraft development in the design of our trucks and buses. This gives us expertise in the fields of aerodynamics, electronics, human technology, strength of materials, and computation and design methods.

The two major objectives of truck designers today are to create vehicles that operate more economically, and that meet environmental demands for cleaner exhaust emissions, quieter operation, and better drivers' environments.

Legal limits prevent us from increasing load capacities to any significant extent. Unfortunately, gross vehicle weight limits and environmental regulations vary widely from one country to another. This increases development costs considerably, since the vehicles must be designed to comply with different national requirements.

Electronic equipment is now widely used in trucks and buses—for anti-lock brakes and gearchanging systems, for controlling the combustion process, etc. Fully-electronic brake systems and electronics

for communications, troubleshooting and safety monitoring are now in the pipeline.

The diesel engine will continue to dominate as a power source. Turbocompound systems, electronic control devices, etc will provide additional increases in diesel engine efficiency and performance.

Notiser



Utställningen ”Människa – här är din kropp” på Teknorama var en stor publikmagnet under våren 1990. Foto Kay Danielson, TM.