

11. mars 2011



JON JØRGENSEN  
HALVARD TYLDUM  
FRANK-JOHNNY SÆTHER  
HÅVARD SANDKJÆR FJÆRBU

# RAPPORT IFM REISESTIPEND ELEKTRONISK BREMSESYSTEM TYNGRE KJØRETØY



*Fotos <http://scania.com/>*

## **Innledning**

Tilsynsseksjonen i Statens vegvesen erfarer på sine besøk, hos kontrollorganene som utfører periodisk kontroll, at kontrollprosedyrene kan variere og at kontrollveiledningen ikke helt samsvarer med den utviklingen moderne bremsesystemer på tyngre kjøretøy har hatt de senere år.

For å tilegne oss ny kunnskap og kompetanse tok vi kontakt med Norsk Scania AS som sa seg villig til å arrangere et kurs for oss innen bremseteknologi som benyttes i deres utgaver av lastebiler og busser. Innbefattet var også et studiebesøk på Scania-fabrikken i Södertälje i Sverige.

Vi var to fra Region sør og to fra Region nord som søkte og fikk innvilget stipend fra Vegdirektoratet for å kunne gjennomføre dette opplegget.

Kurset ble arrangert på Norsk Scania sitt anlegg på Kløfta primo desember 2010, hvor vi fikk en god innføring i Scania bremsesystem og teknologi på lastebiler og busser samt hvordan disse bremsesystemene tilpasser seg de systemer tilhengere er utstyrt med.

Etter endt kurs forflyttet vi oss over til Sverige og Södertälje hvor Scania sitt fabrikanlegg ligger. Denne fabrikken er delt i flere enheter, og setter sitt preg på hele byen.

Vi ble godt mottatt og fikk en god innføring i hva fabrikken stod for, hvordan den var bygget opp, historikk osv. De baserer sin produksjon på modulsystemer, mye av de ferdige produkter er tilpasset etter de forskjellige kunders spesifikasjoner, og det er ikke standardiserte lastebiler som kommer ut av fabrikken. Imponerende var logistikken, der det hele tiden ble fylt på med komponenter og deler tilpasset de produktene som for øyeblikket ble produsert. Vår guide informerte godt under omvisningen innenfor de respektive avdelinger.

Avslutningen på vårt besøk ble foretatt på fabrikkens prøvebane, hvor vi fikk prøvekjørt de forskjellige utgaver av lastebiler og busser. Egne instruktører fulgte med og gav oss nyttig og lærerik informasjon om kjøretøyene og de ulike innovative finessene som kjøretøyene var utstyrt med, blant annet innen bremseteknologien.

## Innholdsfortegnelse

Innledning.....	2
1. Prosjekt mål.....	4
2. Utvikling innen bremseteknologien .....	5
2.1 Slippbasert versus akselbasert.....	5
2.2 Bremsetilpassning mellom bil og tilhenger.....	6
2.3 Viktige komponenter i et elektronisk bremsesystem .....	7
2.3.1 Bremspedalen .....	7
2.3.2 Sentralmodul .....	7
2.3.3 Analogreléventil .....	8
2.3.4 Sekundærventil.....	9
2.3.6 Styreventil for tilhenger .....	10
2.3.7 Skivebremssystem.....	10
2.4 Skivebrems kontra trommelbrems .....	11
3. Konklusjon og videre arbeid .....	13

## **1. Prosjektmål**

Den teknologiske utviklingen innenfor bilindustrien går stadig raskere og kanskje spesielt innenfor tungbil. Elektronikk- og datastyring overtar mer og mer for tidligere kjente mekaniske løsninger og for oss som ikke arbeider i bransjen til daglig er det en stor utfordring å klare å holde seg oppdatert. Spesielt med tanke på nyere og moderne løsninger for trykkluftmekaniske bremsesystemer. Vi har ikke samme mulighet som de som arbeider i bransjen til å delta på fabrikkenes/importørenes kurs og sakker dermed stadig akterut med hensyn til kompetansebygging og -vedlikehold.

Statens vegvesens personell i tilsynsseksjonene er avhengige av å minst ligge på det samme kunnskapsnivå som de vi skal føre tilsyn med for å kunne ha troverdighet ved utførelsen av tilsynsoppgaven.

Målsetningen med denne stipendreisen har derfor vært å tilegne oss kunnskap om virkemåten til moderne bremsesystemer på kjøretøy med trykkluftmekanisk bremsesystem.

## 2. Utvikling innen bremseteknologien

Det har vært, og er fremdeles en rivende utvikling innen brems på tyngre kjøretøy. Milepeler i en kontinuerlig utvikling av bremsesystemet for tyngre kjøretøy var utviklingen og gjennomføringen av blokkeringsfrie bremsere (ABS) som startet så smått på begynnelsen av 1980-tallet og som ble innført som standardutstyr på de fleste tyngre kjøretøy fra 1992, da det ble innført som krav fra myndighetene. Det neste skrittet i utviklingen var et elektronisk bremsesystem (EBS) som ble innført på flere tyngre kjøretøy like før siste århundreskifte. EBS er et elektropneumatisk bremsesystem som ved hjelp av elektronikk styrer trykkluft til hjulbremsene for å forbedre og justere bremsefunksjonene etter ulike situasjoner [ref. Scania]. EBS gjør det blant annet mulig å få en kontinuerlig tilpassning mellom trekkbil og tilhenger, slik at man til enhver tid får den mest fordelaktige fordelingen av bremsekraften. Fra det elektroniske bremsesystemet ble innført har det vært en rivende utvikling av dette systemet, som vi vil komme tilbake til senere i rapporten.

EBS gir kortere bremsestrekning og høyere bremsestabilitet gjennom bedre bremsetilpassing. Særlig viktig er at tiden for trykkoppbygging er kraftig redusert, slik at bremsingen starter på alle hjul straks bremsepedalen aktiviseres [ref. Haldex].

Hurtigere tilsetning av bremsene og samtidig bremsevirkning på alle hjul i hele vogntoget gir føreren en bremsefølelse som ved en personbil, uansett hvordan vogntoget er lastet.

- ✓ EBS fører til færre bremsekomponenter og mindre rør/slangeforbindelser, f.eks. kan den lastavhengige ventilen, trykkfordelingsventilen og trykkbegrensningsventilen på tilhengeren fjernes. Dette gjør bremsesystemet mindre utsatt feil og vedlikeholdet enklere.
- ✓ EBS medfører enklere bremseinstallasjon av fabrikanten.
- ✓ EBS gir meget bedre bremsetilpassing mellom bil og tilhenger. CAN-signaler fra bilens sentralenhet justerer tilhengerens bremsere slik at de tilpasses bilens retardasjon.
- ✓ Ved normale nedbremsninger kan moderne EBS-systemer fordele bremsekraften mellom akslene slik at slitasjen på bremsebelegget utjevnes. En modul sender kontinuerlig signaler til EBS-styreenheten om slitasjen på de respektive klosser og skiver.

### 2.1 Slippbasert versus akselbasert

Moderne elektroniske bremsesystem utfører en retardasjon når bremsepedalen trykkes ned, og ikke et spesifikt bremsetrykk som de mer konvensjonelle elektroniske bremsesystemene. Styreenheten beregner bremsetrykket til kjøretøyets ulike aksler ut i fra kjøretøyets fordeling av last. Lastfordelingen bestemmes av to ulike prinsipper, enten slippbasert eller akselbasert retardasjon.

De første elektroniske bremsesystem (EBS) som utførte en retardasjon og ikke et spesifikt bremsetrykk ved aktivering av bremsepedalen var av type slippbasert. Styreenheten inneholder her en selvlerende funksjon og gjør beregninger fra tidligere retardasjoner og forskjeller i hjulhastigheten mellom de ulike hjulene for å styre ut et bremsetrykk som motsvarer den

forespurte retardasjonen. En negativ konsekvens ved et slik slippbasert retardasjonssystem er at slitasjekontrollen ikke er aktivert de første bremseingene etter start eller i de tilfeller der styreenheten har beregnet at det har skjedd en forandring i lasten. Dette problemet ble eliminert ved neste generasjon bremsesystem som ble kalt akselbasert retardasjonssystem. Akselbasert retardasjonssystem ble så smått implementert i 2008 av blant andre Scania. Her anvender EBS-styreenheten informasjon om akseltrykk fra luftfjæringssystemet mht beregning av bremsekraft. Informasjonen om akseltrykket kommer via CAN-styreenheten. Da systemet anvender informasjon om akseltrykk fra luftfjæringssystemet fungerer slitasjekontrollen fra første bremsing. Dette systemet leveres dog foreløpig kun til kjøretøy utstyrt med luftfjæring [ref. Scania].

## ***2.2 Bremsetilpassning mellom bil og tilhenger***

Et konvensjonelt bremsesystem uten elektronikk krever mekanisk tilpassning mellom bil og tilhenger, noe som kan være både komplekst og tidkrevende og ikke minst problematisk da trekkbiler ofte bytter hengere ifm distribuering/lossing med mer.

Et bremsesystem utstyrt med blokkeringsfrie bremses (ABS) hindrer blokkering mot underlaget. Teoretisk kan vi med et slikt blokkeringsfritt system ha en overbremset tilhenger på glatt føre uten at dette er trafikkfarlig. ABS-systemet vil hindre at tilhengerhjulene får redusert veggrep pga. blokkering. Vi kan dimensjonere alle akslene i forhold til største statiske eller dynamiske bremsekraft og la ABS systemet ta hånd om trafikksikkerheten. Personbiler har store bremsereserver, mens det på tyngre kjøretøy ikke er like store bremsereserver. Skal vi overlate bremsetilpassningen bare til ABS systemet kan det raskt medføre glasing og ødelagte bremsebånd/-klosser. Dette får store økonomiske konsekvenser, men har også stor betydning for trafikksikkerheten. Det er derfor vanlig at ABS systemet bruker ALB-ventiler for bremsekraftjustering.

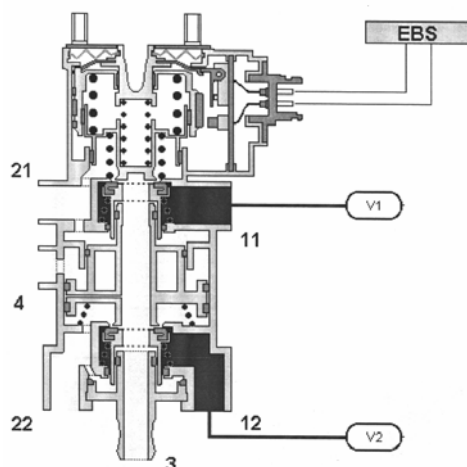
Ved et nymotens elektronisk bremsesystem (EBS) kan man i stor grad se bort fra ovennevnte negative konsekvenser. Dette på grunn av systemets intelligens der styreenheten mottar informasjon fra flere forskjellige enheter som igjen eliminerer de fleste negative konsekvenser jf. et konvensjonelt blokkeringsfritt system [ref. Wabco & Haldex].

## 2.3 Viktige komponenter i et elektronisk bremsesystem

### 2.3.1 Bremspedalen

Bremsepedalens oppgave er å framskaffe elektriske og luftstyrte signaler for bremsing og utlufting av det elektronisk styrte bremsesystemet (EBS). Pedalen er oppbygd med to luft- og elektriske kretser. Bremsestarten registreres elektrisk via en dobbeltbryter. Vandringen til betjeningsarmen registreres og sendes videre som et pulsbreddemodulert elektrisk signal [ref. Knutsen P.Y, Periodisk kontroll].

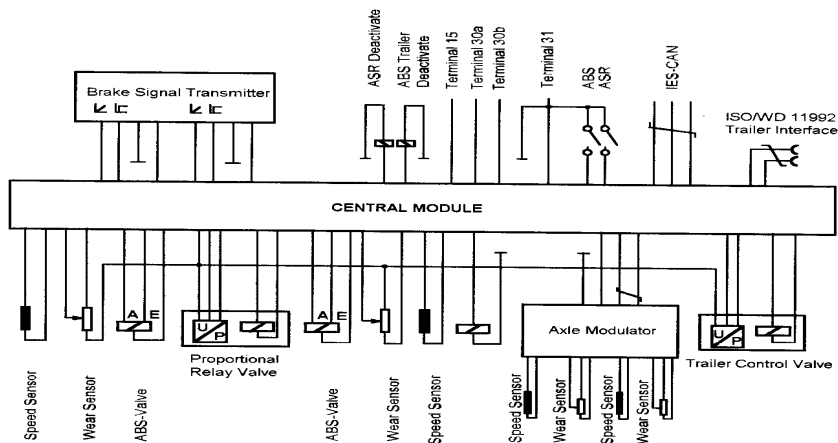
Videre styres luftsikringstrykkene i krets 1 og krets 2. Trykket til den andre kretsen blir holdt ubetydelig tilbake. Via en ekstra styringstilkobling kan dessuten karakteristikken til den andre kretsen påvirkes. Ved bortfall av en krets (elektrisk- eller luftkrets) er den andre kretsen fremdeles funksjonsdyktig. [ref. Wabco].



### 2.3.2 Sentralmodul

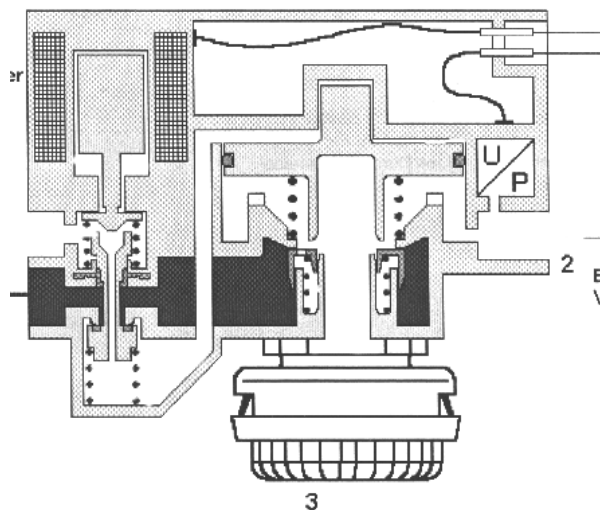
Sentralmodulen styrer og overvåker det elektronisk styrte bremsesystemet. Den finner referanseforsinkelsen til kjøretøyet fra de mottatte signalene fra bremsegiverne. Referanseforsinkelsen er, sammen med hjulhastighetene som måles, inngangssignalene til EBS styringen. Sentralmodulen beregner rammeverdier for trykk til framaksel, bakaksel og styreventilen for tilhenger.

Rammeverdien for trykket til framakslingen blir sammenlignet med den målte "nå"-verdien og eventuelle differanser utjevnes ved hjelp av analogventilen. På samme måte skjer styringen av styretrykket for tilhengeren. I tillegg bestemmes hjulhastighetene, slik at det ved fare for blokkering utføres en ABS styring som endrer bremsetrykket. Sentralmodulen utveksler data med akslingsmodulatorene [ref. Wabco & Haldex].



### 2.3.3 Analogreléventil

Analogreléventilen brukes i elektronisk styrt bremsesystem som pådragsorgan for styring av bremsetrykk til framakslingen. Den består av en proporsjonal magnetventil, reléventil og trykksensor. Den elektriske styringen og overvåkningen skjer via sentralmodulen til bremsesystemet. Styrestrømmen fra elektronikkdelen omsettes til et styretrykk for reléventilen ved hjelp av den proporsjonale magnetventil. Utgangstrykket fra proporsjonalreléventilen er proporsjonal med dette trykket. Luftstyring av analogreléventilen gjøres med sekundærtrykket fra bremsepedalen [ref. Haldex].

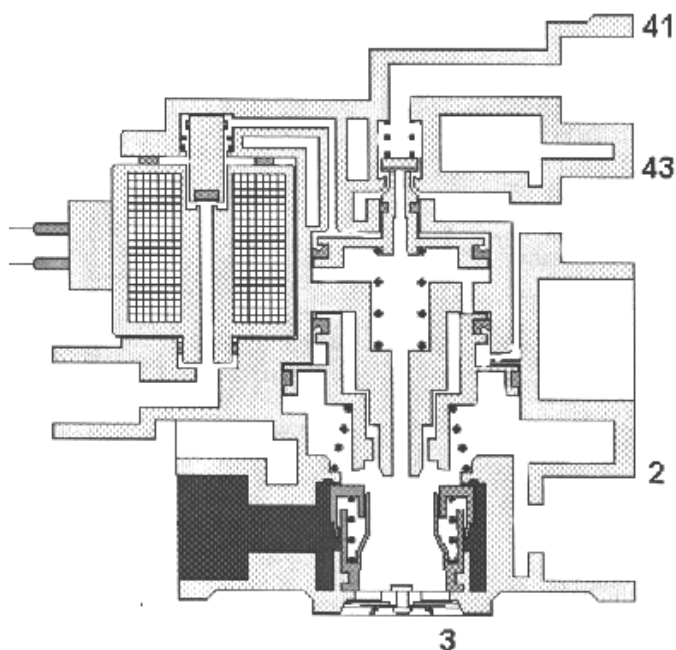




### 2.3.4 Sekundærventil

Sekundærventilens oppgave er hurtig oppbygging og utlufting av bremsetrykket på bakakselen ved utfall av det elektroniske systemet. Den består av flere ventilenheter, som blant annet må utføre følgende funksjoner:

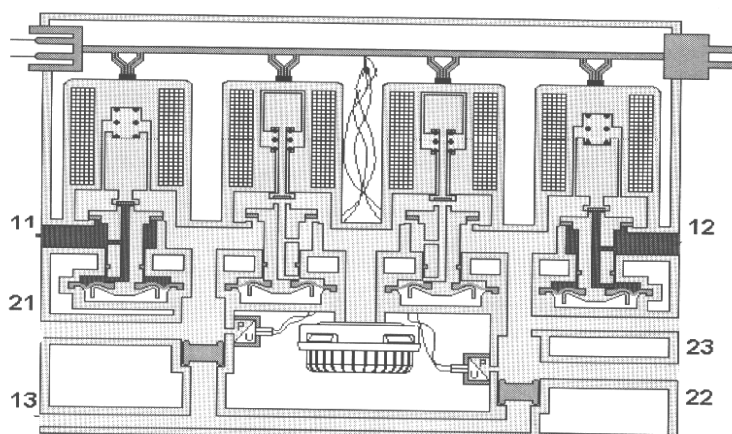
Tre toveis ventilfunksjoner for å holde tilbake sekundærluften når den elektroniske styringen er intakt.  
Reléventilfunksjoner for å forbedre tidsforholdene til sekundærluften.  
Tilbakeholdelse av trykk for å synkronisere starten av trykkstyringen på fram- og bakaksel hvis elektronikken ikke er intakt.  
Trykkreduksjon for i størst mulig grad å unngå overbremsing av bakaksel ved utfall av den elektroniske styringen. [ref. Haldex].



### 2.3.5 Akslingsmodulator

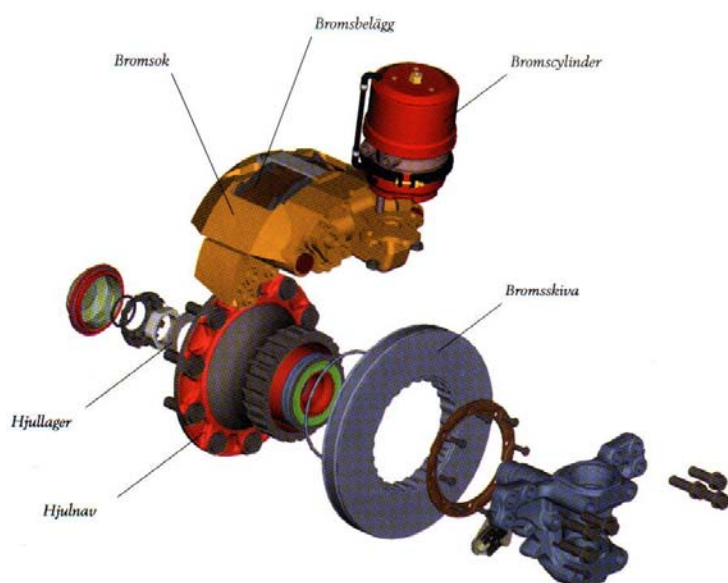
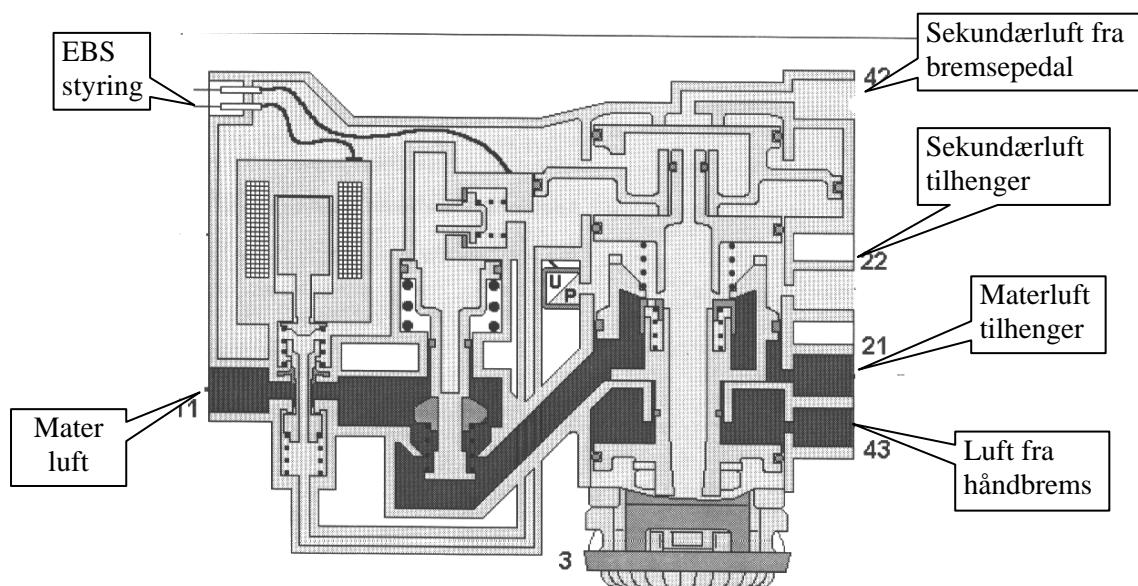
Akslingsmodulatoren styrer bremsetrykket på begge sider av en eller to akslinger. Den har to luftuavhengige trykkstyringskanaler, som hver har en bremse- og utluftingsventil, hver med en trykksensor og en felles styringselektronikk. Sentralmodulen gir rammeverdien for trykket og foretar den eksterne overvåkingen. I tillegg måles og beregnes hjulhastigheten med to sensorer. Ved tendens til blokkering blir den gitte rammeverdien endret.

Akslingsmodulatoren har en ekstra tilkobling for sekundær reserVELuft. En toveis tilbakeslagsventil for hver side styrer det høyeste av de to trykkene (elektronisk styrt luft eller sekundærluftstyring) til bremsecyllinderen [ref. Wabco].



## 2.3.6 Styreventil for tilhenger

Styreventilen for tilhenger sender materluft til tilhengeren i elektrisk styrte bremsesystemer. Den sender også sekundærluft som brukes hvis EBS systemet ikke virker. Styreventilen for tilhenger består av en proporsjonal magnetventil, reléventil, trykksikringsventil og trykksensor. Sentralmodulen foretar styringen og overvåkningen. Styrestrømmen fra sentralenheten omsettes til et styretrykk for reléventilen ved hjelp av den proporsjonale magnetventilen. Utgangstrykket fra styreventilen for tilhenger er proporsjonal med dette trykket.



## 2.3.7 Skivebremssystem

Figuren viser skivebremsesystem som brukes på et EBS system. EBS har til oppgave å regulere hele bremseperioden inklusiv aktivering av ABS. Systemet samarbeider med anti spinn bremsekompatibilitet

EBS beregner den nødvendige bremsekraft og regulerer denne ved modulatorer. Slitasjevarsler gir informasjon om slitte belegg og systemet fordeler slitasjen akselvis på trekkbilens bremsebånd. Systemet regulerer også bremsetrykket til tilhengeren for bedre tilpassing.

Det er en elektrisk sender ved hvert hjul som registrerer hjulets rotasjonshastighet og slitasjen på bremsebelegget. Verdiene sendes som elektriske impulser til EBS-hjernen som fordeler bremsekraft mellom akslene. Systemet kan regulere bremsetrykket mellom for- og bakaksel. Trykket til tilhengeren kan økes eller minskes i forhold til bilens bremsetrykk. Justeringen skjer automatisk under kjøring. Den tradisjonelle ALB-ventilen er erstattet av en akseltrykksender. Senderen leser av trykket i luftfjæringssystemet, endrer informasjonen til et elektrisk signal som sendes til EBS-hjernen. Signalet behandles i hjernen og brukes til å fordele bremsekraften mellom for- og bakhjulene. [ref. Wabco].

## 2.4 Skivebrems kontra trommelbrems

Trommelbrems er fortsatt i bruk på noen lastebiler, da spesielt i forbindelse med anleggskjøring hvor det forekommer mye forurensing som f.eks. søle og sand.

Generelt kan man stille opp følgende fordeler og ulemper med trommelbrems uansett type kjøretøy [ref. Fossmark UIA]:

Fordeler:	Ulemper:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkle og billige å fremstille.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trommelen får elastisk deformasjon ved tilsetning.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krever små tilsettingskrefter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varmeutvidelse av trommelen gir lenger pedalvei.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selvpåtrekk.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trommelen kan trekke seg urund ved avkjøling.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavt flatetrykk for bremsebelegget.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stor vandring av bremsebakkene ved tilsetning og løsning.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trommelen har mye gods til varmeabsorpsjon.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Friksjon i mekanismen gir trege bevegelser ved tilsetning og løsning.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stor diameter gir stort bremsemoment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innbygging gir dårlig kjøling av fartsvinden når bremsene er kjørt varme.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robust konstruksjon.</li> </ul>	

På samme måte kan følgende fordeler og ulemper stilles opp for skivebrems [ref. Fossmark UIA]:

Fordeler:	Ulemper:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trenger lite vedlikehold.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Har ikke selvpåtrekk.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etterjusterer seg selv.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krever høyt bremsevæsketrykk.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Åpen konstruksjon gir god kjøling.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krever bremsekraftforsterker.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkelt å skifte bremsebelegg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krever bremsebelegg med høy trykkfasthet og.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen klaring mellom belegg og skive som krever ekstra pedalvei.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperaturbestandighet</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varmeutvidelse av skivene har ingen betydning for pedalveien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krever kjølekanaler og tykkere skiver for å ha samme varmekapasitet som</li> </ul>

	trommelbrems.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lite følsomme for variasjoner i friksjon ved fuktige brems.</li> </ul>	

I juli 1996 var Scania den første lastebilfabrikanten til å tilby skivebrems på alle kjøretøyets aksler i kombinasjon med elektronisk styring av bremsene (EBS) [ref. scania.com]. Scania fremholder følgende fordeler med EBS skivebrems:

- Høy bremsekraftreserve.
- Høy bremsekraftreserve også når tilhenger har trommelbrems.
- Kortere bremselengde ved varm brems.
- Rask og riktig bremsekraft til alle hjul.
- Bremseskiven tåler temperaturer opp til 900 °C.
- Redusert ståtid, bremseklosser på alle hjul skiftes samtidig.
- 1,4 time å skifte bremseklosser på én aksel, det er halve tiden sammenlignet med bremsebånd på trommelbrems.
- Vektbesparelse. For en 4x2 opptil 91 kg og for en 6x2 opptil 113 kg.
- Redusert dekkslitasje på grunn av lavere temperatur.
- Mindre og like komponenter gir reduserte kostnader på bremseklossbytte.

Fordelene med bruk av skivebrems fremfor trommelbrems under de aller fleste forhold, gjør at man vil velge skivebrems også på tyngre kjøretøy.

### 3. Konklusjon og videre arbeid

I etterkant av studieturen ser vi at innenfor området tungbilbremseser er det flere tema som er viktig å skaffe mer kunnskap om. Særlig med tanke på kontroll av elektronisk styrt trykkluftmekaniske bremsesystem, ser vi et behov for videre kompetanseheving. For tilhengere er vi gjort kjent med at disse kan kontrolleres på vanlig måte i rullebremseprøver ved å koble fra strømkontaktene til EBS og lys. Når det gjelder trekkbiler/lastebiler sitter vi igjen med et noe mer uklart bilde av kontrollprosedyren. Det mest tydelige her er at man må følge produsentens anvisninger, men de forskjellige produsentene kan ha ulike prosedyrer.

Eksempel på ubesvarte spørsmål:

- Hvor store variasjoner er det i kontrollprosedyrer mellom de ulike kjøretøyfabrikantene?
- Er det nødvendig å tilpasse rullebremsetestere utviklingen innenfor tungbilbremseser?
- Må moderne bremsesystemer, i tillegg til rullebremseprøver, sjekkes ved hjelp av diagnosetester?
- Er kontrollveiledningen tilpasset ny bremseteknologi?

Med den bakgrunnen og erfaringen som dette studiet har gitt oss, mener vi det er viktig å skaffe en dypere kunnskap og forståelse omkring disse spørsmålene. Med såpass rask teknologiutvikling som vi har hatt på dette området de siste årene, vil både kjøretøyfabrikanter og de som produserer rullebremsetestere være viktige kilder til vår kompetanseutvikling.