



Farligare trots sänkt fart?

Dold fartmätning på 66 förare i bilar med urkopplingsbar ABS

Utvärdering av bromstester i Skyltfondens projekt Säkrare vinterkörning
av Lennart Strandberg

STOP Fakta 981004 Till Internet första gången i november 1998

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING

SUMMARY

REFERAT

FÖRORD. Uppdraget & rapporten.

1. BAKGRUND. ÖVERSIKT.	3
1.1. ABS och riskkompensation.	3
1.2. Farten ökade med - inte p.g.a. ABS?	3
1.3. Farten ökade med ABS - men inte bromssträckan!	3
1.4. Lär hur köregenskaperna varierar!	4
1.5. Motiv för praktisk körträning.	4
2. METOD	5
2.1. Bromstester.	5
2.2. Förare och körschema.	5
2.3. Instruktion.	5
2.4. Returfart uppmätt 'i smyg'.	6
2.5. Parvisa tester med och utan ABS.	6
2.6. Datagruppering mot störvariabler. Ursparning, däck, vägslag.	6
2.7. Däcktyper och mätbilsnumrering.	7
3. RESULTAT: FARTANPASSNING EFTER 1220 NÖDBROMSNINGAR	7
3.1. Antal testpar med returfartsdata.	7
3.2. Fart med olika däck, banor & ABS.	8
3.3. Fartpåverkan av ursparning & ABS.	8
3.4. Slutsats: kurshållningen viktigast?	9
4. ANALYS: ABS & 66 FÖRARES FART	9
4.1. Mål: Representera genomsnittsföraren.	9
4.2. Analysmetod: Räkna förare, ej tester.	9
4.3. Resultat: Fart efter test utan ursparning.	9
4.4. Resultat: Returfart efter ursparning.	10
4.5. Slutsats: Fart, ABS, Kurshållning.	10
5. ANALYS: HUR ANPASSAR GENOMSNIITTSFÖRAREN FARTEN VID HALKA?	11
5.1. Analysmål: Samband bromsförmåga-fart.	11
5.2. Analysmetod: Förarmedelvärden skiljelinje.	11
5.3. Resultat: Starkt samband bromsförmåga-fart.	12
5.4. Resultat: Fartanpassning till bromsförmågan snarare än till ABS.	12
6. ANALYS: FART & BROMSSTRÄCKOR	13
6.1. Metod: Beräkning av bromssträcka.	13
6.2. Resultat: ABS-effekt på bromssträckan.	13
6.3. Resultat: Väggreppets inverkan.	14
7. DISKUSSION	15
7.1. Stor variation i bromsförmåga gör schematiska regler till indirekta hot?	15
7.2. Utvecklingen hämmas av förhastade slutsatser och okända störfaktorer.	15
7.3. Utbilda om komplexa risker: förebygg överraskningar och panik!	16
7.4. Övervakning med pedagogiskt syfte.	16
8. BETECKNINGAR	16
8.1. Benämningar, variabler.	16
8.2. Index.	17

REFERENSER i slutnoter

Farligare trots sänkt fart? Dold fartmätning på 66 förare i bilar med urkopplingsbar ABS

av Lennart Strandberg

SAMMANFATTNING

METOD: Under tre sportlovsveckor provades bromsförmågan hos 66 normalförare i fyra mätbilar, som hade olika däck och bromsar med urkopplingsbar ABS-funktion. Försökspersonernas (FP) egentliga uppgift var att bromsa bilen från landsvägsfart till stopp på kortast möjliga sträcka utan att lämna markerat körfält. Testerna gjordes på ett flygfält i norra Dalarna med parallella banor för tre olika vinterväglag. Retardationen beräknades ur skillnaden mellan fartvärdena från tre sensorer (ljusridåer som skar vinkelrätt över provbanorna). Efter varje bromstest körde FP mätbilen tillbaka i motsatt köriktning på en av banorna, där oskyddad personal vistades för att förbereda nästa test. Varje testpass pågick ca tre timmar och föregicks av en eftertrycklig order till FP att inte köra fortare på returen än att de kunde stanna för personal, som kanske glömt bort den återvändande bilen. FP fick dock ej veta att returarten registrerades. Bromstesternas experimentella uppläggning gjorde att även returarten och motsvarande bromssträcka kunde matchas och jämföras parvis - bl.a. mellan in- och urkopplad ABS. Därigenom erhöles statistik på hur bilegenskaperna påverkade förarbetendet med mått som är relaterat till verklig personskaderisk.

RESULTAT: I den första utvärderingen föreföll det som om genomsnittsföraren körde klart fortare när ABS var inkopplat. En djupare analys visade dock att bilens bromsförmåga och riktningstabilitet i föregående test var de avgörande faktorerna. När tester med urspårning uteslöts, blev den genomsnittliga returartsskillnaden mycket liten mellan in- och urkopplad ABS. Däremot var bromssträckan signifikant kortare med ABS än utan. Förarna minskade inte farten tillräckligt för att kompensera dålig bromsförmåga p.g.a. däck, väglag eller urkopplad ABS.

SLUTSATSER: Även om implementeringen av ABS i bilparken inte är helt problemfri, talar dessa resultat starkt emot påståendena om att ABS får genomsnittsföraren att minska säkerhetsmarginalerna. Detsamma gäller vinterdäck och halkutbildning. Högre beviskrav bör ställas på liknande uttolkningar av den s.k. teorin om riskkompensation, innan de tillåts hämma spridningen av bättre bilteknik och trafikpedagogik. Dagens stora variation i körsäkerhet på vinterväglag är farlig och behöver reduceras med högre krav på vinterdäck, bromsförmåga och förarutbildning.

Less safe in spite of speed reduction? Concealed speed recordings of 66 drivers in cars with disconnectable ABS.

by Lennart Strandberg

SUMMARY

METHOD: Braking tests have been carried out for three winter weeks, when 66 ordinary drivers drove four test cars with different tyres and with disconnectable antilock (ABS) brakes. The driver subjects were instructed to brake the car from suburban cruising speed to a full stop within the marked lane and using a braking distance as short as possible. The tests were made on a private airport with differently prepared winter surfaces on three parallel tracks. The deceleration was computed from the differences among three speed sensor values (stationary light barriers crossing the test tracks). After each test the driver returned in opposite direction on one of the tracks, where unprotected staff were preparing the following test run. Each test session took three hours. Initially, the driver subjects were seriously instructed to avoid speeding when returning, so they should be able to stop for staff members who may have forgotten the returning car. However, the driver subjects were not told that their returning speed was recorded. The experimental set-up made paired comparisons possible, also of the returning speed and corresponding braking distance, for example between ABS and standard brakes. Such statistics show how car properties affect driver behaviour in quantities related to real injury risk.

RESULTS: Initial evaluations indicated that the average driver was driving significantly faster when ABS was in use. Later, however, a more comprehensive analysis revealed confounding: car brakeability and directional stability in the preceding test were the decisive factors. When off-the-track tests were excluded, the average returning speed difference became very small between ABS and non-ABS. The braking distance, though, was significantly shorter with than without ABS. The drivers did not slow down sufficiently to compensate poor brakeability due to tyres, road slipperiness or disconnected ABS.

CONCLUSIONS: Implementing ABS in the car fleet may cause certain problems. However, these results strongly contradict the claims that ABS brakes influence drivers to reduce their safety margins. That goes for winter tyres and skid-pad training, as well. Similar interpretations of the so called theory on risk compensation (homeostasis) should be scrutinised, before they are allowed to obstruct the distribution of modern car technology and better road user education. Today's great variation in driving safety on slippery winter roads is hazardous and should be reduced with higher demands on winter tyres, brakeability and driver education.

REFERAT

Resultaten tyder på att genomsnittsföraren kör något långsammare när han/hon nyss har konstaterat att bilen är svår att kontrollera eller bromsa - oavsett om det beror på underlaget, på däck eller på att bromsarna saknar ABS-funktion. Emellertid är fartminskningen otillräcklig för att undvika längre bromssträckor med sämre bil och däck - speciellt på mycket halt väglag. Skärpta lagkrav på däck och bromsningsegenskaper vid vinterväglag kan därför inte ersättas med sänkta generella fartgränser. Även förarutbildningen berörs av resultaten.

FÖRORD. Uppdraget & rapporten.

Liksom bakomliggande fältmätningar⁵ har denna studie finansierats av Skylltfonden, som administreras av Vägverket (telefon 0243-75 000, Internet www.vv.se). Där kan papperskopior av rapporten beställas.

Uppdraget har utförts i konsultfirman STOP av dess innehavare Lennart Strandberg, som också arbetar som professor i olycksfallsforskning på deltid sedan april 1998. Analysunderlag och rådata för kompletterande studier finns (delvis i Microsofts PC-format Excel och Access) hos STOP (telefon 013-219 200, Internet: www.stop.se).

Om inga oförutsedda hinder uppstår, så kommer hela eller delar av denna rapport att kunna laddas ned från Internet (preliminär adress www.stop.se/test/absfart.htm).

1. Bakgrund. Översikt.

Låsningsfria ABS-bromsar gör det lättare att klara en nödsituation. Det har framgått i flera experimentella studier på avlysta provbanor, exempelvis av Johnsson & Knutsson (1973)¹, av Priez m.fl. (1991)² eller av Strandberg (1991)³. Men efter negativa resultat i några olycksstatistiska utvärderingar från verklig trafik, har ABS ofta valts som exempel på så kallad riskkompensation eller riskanpassning. Se t.ex. OECD (1990)⁴. Ibland hävdas att genomsnittsföraren kör fortare och slarvigare, när han vet att bilen har ABS.

I denna rapport prövas detta genom att utvärdera mätningar i smyg av hur fort 66 förare körde på en provbana med oskyddad personal. Testernas huvudsakliga syfte var att mäta bromsförmågan med och utan ABS på olika vinterväglag och med olika däck. ABS-funktionen kopplades in eller ur före varje test och farten registrerades på flera ställen under själva bromsprovet. Både fartmätning och ABS-omkoppling ingick alltså i testrutinerna, men förarna visste inte att farten registrerades även på returslingan efter varje bromstest. Då fick de själva anpassa farten med hänsyn till banpersonal som fanns oskyddad intill körvägen. Returfarten och motsvarande bromssträcka blir därför mått på en verklig personskaderisk, som liknar vanlig vägtrafik.

Genom den experimentella uppläggnings av bromstesterna har även returkörningarna (med resp utan ABS) kunnat jämföras parvis både i registrerad fart och i motsvarande bromssträcka. Detta gjorde att helt andra förklaringsfaktorer till förarbetet trädde i förgrunden - framför ABS och riskkompensation.

Både bromstesterna (Strandberg, 1995b)⁵ och den här redovisade returfartsstudien har finansierats av Skylltfonden, som administreras av Vägverket i Borlänge (se Internet www.vv.se).

1.1. ABS och riskkompensation.

Under 1985-1986 studerade Aschenbrenner m.fl. (1992⁶ sid.92) körbetendet och olycksriskerna för 10 ABS-utrustade taxibilar i München och jämförde dem med 10 likadana taxibilar utan låsningsfria ABS-bromsar. De drog slutsatsen att förarna körde fortare och slarvigare på grund av sin övertro på ABS. Därigenom anslöt de tyska forskarna sig till den så kallade riskkompensationsteorin, som blivit populär bland riskfilosofer den senaste tiden. Se t.ex. Wilde (1982)⁷.

Dessvärre har denna teori tolkats som om vissa säkerhetsåtgärder är verkningslösa eller t.o.m. ger negativa nettoeffekter på den verkliga säkerheten. ABS-bromsarna har blivit populära objekt för dem som vill meritera sig akademiskt. ABS är ju numera så vanligt i personbilar att stora datamängder lätt kan samlas in för snabba och billiga studier.

Kanske just därför finns flera exempel på slutsatser om ABS, som förefaller förhastade. Ett amerikanskt försäkringsinstitut har vid två tillfällen (HLDI, 1994⁸ och 1995⁹) presenterat årsvis olycksstatistik som misskrediterar ABS genom att de nyare ABS-bilarnas längre körsträcka inte beaktats. Se Strandberg (1994)¹⁰ och (1995a)¹¹. På Internet finns info om detta via hemsidorna för STOP (www.stop.se)¹² och VETA (www.veta.se)¹³.

1.2. Farten ökade med - inte p.g.a. ABS?

I det första skedet av utvärderingen för denna rapport framträdde fartskillnader mellan grupperna med respektive utan ABS, som tycktes bekräfta slutsatserna om riskkompensation av bl.a. Aschenbrenner⁶ och HLDI^{8,9}. Emellertid finns här observationer av körbetendet, som visar att andra faktorer (inte övertro på ABS) är mer primära förklaringar till fartskillnaderna - i både statistisk och praktisk mening.

Data kommer alltså här från bromstester på vinterväglag med vanliga förare i bilar som hade urkopplingsbar ABS. Efter varje beordrad inbromsning skulle bilen köras tillbaka till startplatsen - utan närmare restriktioner än normal hänsyn till banpersonalen. Förarna fick då avgöra själva hur fort de skulle köra, men de visste inte att farten registrerades.

Det visade sig att de i genomsnitt körde något fortare, när ABS-funktionen var inkopplad. Men i utvärderingen framkom betydligt starkare förklaringsvariabler än riskkompensation och ABS i sig.

1.3. Farten ökade med ABS - men inte bromssträckan!

Förutom att data visade att ABS inte är den egentliga orsaken till fartökningarna, har de också använts för att beräkna fartskillnadernas nettoeffekt på säkerhetsmarginalen - uttryckt i bromssträcka. De bättre bromsningsegenskaperna (retardation, styrförmåga eller stabilitet) gör ju att man kan köra fortare med ABS utan att mins-

ka säkerhetsmarginalerna. Se resultaten från samma mätserie (Strandberg, 1995b)⁵.

Nytan av ABS i verklig trafik minskar nu på grund av att många förare blir överraskade av slamret i bromspedalen och lättar på foten även om bara ett eller en sidas hjul börjat reglera. I en nödbromsning bör man trycka så hårt att väggreppet tas till vara av alla fyra hjulen. Dessbättre torde detta lätt kunna åtgärdas med bra utbildning och träning. (Svårare blir det i en nära framtid då ABS-upplärda förare ska lära sig köra gamla bilar utan ABS.)

I kap.6.2 framgår att den sammanlagda effekten på säkerhetsmarginalen (kvantifierad som bromssträcka) av dessa körbeteenden var till fördel för ABS hos de förare som deltog i bromstesterna.

1.4. Lär hur köregenskaperna varierar!

Skillnaderna är stora mellan olika bromssystem - även inom ABS-gruppen. Om man inte känner till detta, finns många möjligheter till farliga missförstånd. Olika tillverkare prioriterar olika egenskaper i ABS-datorernas programvara. Nya finesser gör att man inte utan vidare kan generalisera en studie till alla bilgenerationer - inte ens inom samma fabrikat. GMA är ett exempel som en bilkonstruktör nämnde under bromstesterna.

Enligt uppgift härrör GMA från tyskans GierMoment-Abwaschung. GMA-funktionen finns i ABS-datorn hos senare årsmodeller och dämpar bromskrafternas styreffekt på bilen, när väggreppet är olika på höger och vänster sida.

Vid konstruktionen och 'programmeringen' av ABS görs många olika prioriteringar och avvägningar, som påverkar bilens stabilitet, styrbarhet och retardationsförmåga. Köregenskaperna kan variera mer mellan olika bilmodeller inom ABS-gruppen än mellan den genomsnittliga ABS-bilen och medelbilen med gammaldags bromsar.

Därför är det förvånande att forskare vid det amerikanska trafiksäkerhetsverket NHTSA vågar sig på att dra alla ABS-fabrikat över en kam med sin etikett "ABS-relevant" på vissa olyckstyper. I två rapporter har Hertz, Hilton & Johnson (1995a¹⁴, b¹⁵) jämfört andelen ABS-bilar i dessa olyckor med ABS-andelen i andra olyckstyper "unaffected by the presence of ABS". Därigenom får de fram relativa risker, som media och försäkringsbolag har tolkat till nackdel för ABS som sådant. Se websidan www.geocities.com/Athens/1944/ Ett principiellt dilemma när bromssystem konstrueras (oavsett ABS), är motsättningen mellan styrbarhet och stabilitet. Ju större del av bromskrafterna som fördelas till framhjulen desto sämre blir styrbarheten. Men samtidigt ökar stabiliteten och marginalen till breddsladd. När man nödbromsar en bil utan ABS låser den normalt framhjulen först. Då spelar det ingen roll hur föraren vrider på ratten. Om framhjulen är blockerade går bilen ändå bara rakt fram.

En förare, som har råkat ut för detta någon gång utan ABS, kanske reagerar likadant i sin ABS-bil när nödbromsning krävs. Häftiga rattrörelser kan dock försätta

bilen i sladd, så att en frontkrock förbyts i en betydligt farligare sidokrock.

Johnson (1995)¹⁶ redovisar skillnader i amerikanska olycksdata mellan allhjul- och enbart bakaxelreglerade ABS-bilar, som tyder på att genomsnittsföraren försöker styra under nödbromsning. Om ABS finns på framhjulen tycks rattandet bli alltför yvigt. I dödliga sidokrockar var nämligen allhjul-ABS överrepresenterad och bakhjul-ABS underrepresenterad jämfört med bilar helt utan ABS.

Här kan dock andra skillnader också ligga bakom. ABS enbart på bakhjulen är vanligt för lätta lastbilar och 'vans', medan personbilarna dominerar starkt i gruppen med alla fyra hjulen ABS-reglerade.

Liknande förarbeteenden sägs ha medverkat till att ABS-bilar är överrepresenterade i singel- och avkörningsolyckor. Samtidigt är bilarna utan ABS överrepresenterade i krockar med andra fordon och fotgängare. Se websidan www.theautochannel.com/news/press/date/19971017/press007218.html på Internet.

Emellertid är motsättningen mellan styrbarhet och stabilitet inget specifikt ABS-problem. Samma konflikt och sladdrisk uppkommer när framdäcken har bättre sidgrepp än bakhjulen (se Strandberg, 1989¹⁷, uppslagsordet kursstabilitet¹⁸ i Nationalencyklopedin eller websidan www.veta.se/girstab.htm).

Överraskande variationer i bilens köregenskaper förefaller ligga bakom många panikreaktioner och svåra olyckor. Sådana exempel kan enkelt konkretiseras i den praktiska förarutbildningen och hjälpa eleverna att höja sin paniktröskel. Här torde allmänt tal om riskkompensation och förmaningar mot ospecificerad 'fortkörning' vara till mindre hjälp. Se Strandberg (1994)¹⁹.

1.5. Motiv för praktisk körträning.

Riskkompensation används ändå för att förklara det som man tror är negativa effekter på körsäkerheten av halkutbildning och praktisk förarträning. Se exempelvis Glad (1988)²⁰ eller Christensen & Glad (1996)²¹ refererad av NRTR (1996)²². Dessa och flera liknande studier 'mäter' olycksrisken med självrapporterade olyckor. Men utbildningen kan ju faktiskt påverka rapporteringsbenägenheten, minnet och definitionen av olyckor mer än den verkliga olycksrisken, jämför Maycock m.fl. (1991)²³. Därför kan man lika gärna tolka resultaten^{20,21} tvärtom, så att *riskmedvetandet* är mer utvecklat hos dem som genomgått halkutbildning.

Det bekräftas i en studie av Strandberg (1998)²⁴. På halkbanan tillfrågades ca 2000 körkortsaspiranter om de mindes några egna olyckor. Varannan dag ställdes frågan före halkutbildningen och varannan dag omedelbart efter. Andelen som rapporterade olyckor var signifikant större i eftergruppen (Chi2=11.6, df=1, p=0.0006). Deras skenbara olycksrisk blev 23% större än i före-gruppens, trots att skillnaden statistiskt borde vara noll.

Detta illustrerar förarutbildningens säkerhetspotential. Den skulle här ha kvantifierats genom att jämföra varje förares bromsförmåga i början och slutet av testpasset (se kap.2). Emellertid varierade väggreppet så mycket under passen, att detta projekt mål måste överges.

2. Metod

I smyg uppmättes den fart som förarna valde att köra tillbaka med efter bromstesterna. Innan de körde in på provområdet hade de beordrats att inte köra fortare än att de kunde stanna för personalen som vistades intill returvägen. Returfarten blir därigenom ett objektivi mått på hur föraren anpassar farten till bilens bromsförmåga.

2.1. Bromstester.

Den egentliga uppgiften för de 66 försökspersonerna var att nödbromsa med preparerade personbilar på is- och snöunderlag. I referatet av rapporten⁵ beskrivs bromstesterna enligt följande.

Under tre veckor undersöktes hur vanliga förare klarar av att nödbromsa på intervägslag med 9 olika däcktyper. I övrigt var de fyra mätbilarna likadana (Volvo 850) och hade låsningsfria ABS-bromsar med urkopplingsbar antilåsfunktion.

På ett sportflygfält i norra Dalarna hade tre något lutande raksträckor preparerats med:

- A) varierande intervägslag;
- B) dubbfri-polerad is;
- C) dubbruggad is.

Från landsvägsfart skulle bilen stoppas på så kort sträcka som möjligt utan att lämna det markerade körfältet. Fartminskningen mättes med stationära ljusridåer i 22 trettimmarspass.

Sammanlagt 66 förare (24 kvinnor och 42 män) deltog frivilligt utan lön. Testordningen varierades mellan förarna för att utjämna förändringar i vägslag och körförmåga mellan de olika däck- och ABS-varianterna.

När mätningarna gjordes hade inget tillkännagivits om att farten skulle registreras även vid returkörningen mellan bromstesterna. Detta hemlighölls för alla utom för mätpersonalen och instruktörerna i testlaget. Uppdraget att utvärdera returfarternas erhölls av Skyllfonden först efter avrapporteringen⁵ av själva bromstesterna.

2.2. Förare och körschema.

Bromstesterna genomfördes på uppdrag av Skyllfonden under sportlovsveckorna 1995. Först försökte vi i testlaget värva förare med hjälp av anslag på hotellen och liftstationerna och genom att 'lappa bilar' på parkeringsplatser i Sälenfjällen. Åtskilliga försökspersoner tillhörde också kategorin sportlovsturister. Det visade sig dock snart att ortsbefolkningen hade större möjligheter att delta under de tider testerna pågick. Skiftarbete är ju vanligt under turistsäsongen.

Schemat var lagt så att förarna (tre per pass) skulle finnas på flygplatsen ungefär klockan 8:45-12:00 eller 13:00-16:15 under måndag till fredag. Lördagar kördes inga ordinarie tester. På söndagarna tränades nyanlända instruktörer under ett ordinarie pass, som tog längre tid. I första hand hämtade vi då förare från testlaget och från den bekantskapskrets, som uppstod genom personkontakter i området. Nio testpass av 31 har uteslutits ur denna utvärdering p.g.a. fel på mätutrustningen eller p.g.a. att ymnigt snöfall hindrade körning på två av de tre testbanorna.

I det urval med 22 testpass som redovisas här, ingick 66 förare - 24 kvinnor och 42 män. Deras ålder varierade mellan 19 och 70 år med medelvärdet 35 år och medianåldern 31 år. Åldern har beräknats

schablonmässigt genom att från 1995 subtrahera det födelseår, som föraren uppgav.

Nästan alla instruktörer har varit testförare, även om några körde i de 9 pass som har uteslutits ur denna utvärdering. Däremot medverkade varken testledaren (Sven-Åke Lindén) eller projektledaren (Lennart Strandberg - jag som skriver detta) som försökspersoner i de ordinarie testerna. Eftersom samtliga 17 instruktörer var kvinnor (varav flertalet bilkärister) torde man kunna utgå från att jämförelser av resultaten mellan män och kvinnor i dessa tester inte skulle vara allmängiltiga.

Ingen person har varit testförare mer än en gång. Denna restriktion var nödvändig för att undvika statistiskt beroende.

2.3. Instruktion.

När passets tre förare hade anlänt till testplatsen och flygklubbens stuga fick de ett informationsblad och tillfälle att läsa igenom det vid klubbstugans fikabord. Där gick jag muntligt igenom följande punkter.

- 1) **Testernas syfte:** att sätta siffror på hur genomsnittsföraren klarar av att nödbromsa i landsvägsfart på intervägslag med olika däck i bilar som kan köras med både vanliga och låsningsfria bromsar (ABS).
- 2) **Köruppgiften** är i all enkelhet att köra rakt fram och stoppa bilen så snabbt och effektivt som möjligt. Det ska göras utan att köra på de markeringar, som begränsar testbanan i sidled.
- 3) Under de tre närmaste timmarna kommer du att köra med en instruktör på passagerarplats till höger om dig i bilen. Inga andra **passagerare** får följa med under testkörningarna. ...
- 4) Våra instruktörer är kvinnor och flertalet är bilkärister. De har var sin **kommunikationsradio** (walkie-talkie), där ni får körorder och kan ställa frågor. I trafikledarhytten och ute hos bancheffen finns också com-radioenheter. ...
- 5) Hela tiden har du samma **instruktör**, som du nu kan bekanta dig med. Hon kommer att påminna dig om det som du har glömt från korvstopningen, som jag nu håller på med.
- 6) Beskrivning av **mätbilarna** och fråga om tidigare erfarenhet av Volvo 850. Kontrollfråga om vana vid manuell växling.
- 7) Först och sist under passet kör du din **egen bil**. Den som saknar egen bil får låna någon icke-mätbil, som testlaget har tillgång till.
- 8) Egenbilarna märks med A, B eller C på **magnetskyltar**. Samma bokstavsbezeichnung och skylt följer dig som förare när du byter mellan de fyra mätbilarna, som är numrerade 1-4.
- 9) På instrumentpanelen finns en **ABS-brytare**, som inte ingår i bilens standardutrustning. Den kopplas om med instruktörens hjälp. När antilåsfunktionen är urkopplad lyser en lampa på panelen med texten ABS. Det betyder alltså att du har vanliga bromsar, som kan låsa hjulen. Lampan varnar ju för att ABS har slutat fungera.
- 10) Förklaring av **vad ABS är** och hur det fungerar rent tekniskt med tillfälle till frågor, MEN:
- 11) **Före halvtidspausen får du inga tips** om hur du ska bete dig för att bromsa effektivt. Då återkommer jag till detta medan du intar välförtjänta mackor med kaffe, te eller läsk. Instruktörerna kommer inte heller att säga något om **hur** du kör förrän efter pausen. Men givetvis får du hjälp att hitta rätt bland bilar och testbanor och att följa de körorder som ges.
- 12) **Vi säger inget om däck** som sitter på mätbilarna eller om vilka resultat de tidigare har fått. Det måste du själv bilda dig en uppfattning om. Titta på däckerna när du byter mätbil på samma sätt som om du skulle ut i trafiken första gången med en lånad bil!
- 13) I mätbil nr 4, den enda 850:an som är svart, finns en **videokamera**. Den bandar allt ni säger i bilen. Kameran är egentligen

till för att enkelt registrera den kraft som visas på extrainstrumenten under vindrutan och samtidigt föra ett slags ljudprotokoll över vem som kör och vilket testnummer som pågår. Vill du tala om något konfidentiellt, så ska du alltså inte göra det i bil 4!

- 14) Om du inte har några invändningar kommer vi att **mäta däck** på din egen bil och notera årsmodell m.m. Det gör vi för att kunna ställa fordonsdata i relation till bromsförmågan under egenbilstesterna. När ni väntar på er tur kommer instruktören att fråga dig om din egen körvana och hur mycket du har kört med egenbilen.
- 15) Ute på flygplatsens rullbana har vi märkt upp **tre körbanor** bredvid varandra med orangefärgade plastkoner eller -rör. De kallas A till vänster, B i mitten och C till höger. Bromsningen görs alltid i samma riktning från söder till norr (jag pekar). Banorna är lika långa, 180 meter, men underlaget är olika. Normalt är fästet bäst på bana A och sämst på bana B.
- 16) **Efter varje bromstest** vänds bilen i den norra banändan och körs söderut mot testriktningen i bana A. När du kommit fram till startplatsen vänder du bilen norrut igen och inväntar ny körorder.
- 17) **En test går till så här.** Först ökar du snabbast möjligt farten till den nivå, som du fått order om. Samtidigt styr du över bilen i sidled så att du är på väg rakt in mot den aktuella banan. När bilens front är vid banans ingångsport ska du bromsa bilen så effektivt du kan tills den står helt stilla. Du får sedan inte köra vidare förrän instruktören gett klartecken. Vi noterar nämligen var bilen har stannat och får därigenom en bromssträcka.
- 18) **Det spelar ingen roll** om du börjar bromsa något för tidigt eller om farten avviker med några kilometer i timmen från den beordrade. Vi mäter nämligen farten med fotoceller på några ställen. Den första ljusridån ligger cirka tio meter efter inkörsporten.
- 19) Trafikledaren väljer en **idealfart** som är tillräckligt hög för att du ska ha passerat den sista ljusridån när bilen stannar. Men är farten alltför hög stannar bilen inte förrän efter utgångsporten. Då blir bromssträckan oanvändbar, eftersom underlaget där är annorlunda.
- 20) När du är mitt uppe i nödbromsningen - det ska vara som en sådan - måste du hålla bilen på kurs så bra att du **inte kör på markeringarna** varken i kanten eller i mitten. I mitten på bana B&C ligger små kärrdäck med tio meters avstånd, som bilen ska grensla. Skulle du köra på markeringarna ger vi den testen ett sämre betyg enligt en fyrgradig skala, som instruktören kan berätta mera om senare. Helst ser vi att du håller bilen kvar på banan innanför kantmarkeringarna, men även om du misslyckas med det ska du fortsätta att försöka få stopp på bilen.
- 21) Banorna B och C är 3.5 meter **breda mellan kantrören**. Bana A är 5 meter bred och saknar mittmarkering.
- 22) Till sist det viktigaste av allt. **Säkerheten.** Så länge du sitter bältad i bilen och följer körorderna är skaderisken för dig själv minimal. Men de som jobbar på banan har inget skydd alls när bilarna kommer sladdande **eller smygande**. I testlaget är vi alla tränade att inte släppa bilen med blicken när den är på väg in för en bromstest. Men därefter när du har vänt och kommer tillbaka i lugn takt har vi ibland helt glömt bort att det kommer bilar från andra hållet också. Kanske håller vi på att justera banmarkeringar eller fartmätarna intill bana A. Något steg bakåt då kan få katastrofala konsekvenser, om du inte tar det extra försiktigt på tillbakavägen.
- 23) Allt deltagande här sker **på egen risk**. Det har vårt försäkringsbolag bett mig att poängtera.

2.4. Returfart uppmätt 'i smyg'.

Efter varje bromstest körde alltså förarna åter till startplatsen på en av de tre provbanorna (A) men i motsatt riktning. Farten registrerades även vid returfärden utan att förarna kände till detta. Däremot visste de att farten

mättes vid själva bromstesten för att retardationen skulle kunna beräknas.

Som framgår av punkt 22 i kap.2.3 hade alla förare beordrats att köra sakta och hänsynsfullt vid returen genom området där banpersonalen vistades. Returkörningen gjordes ju när personalen hade uppmärksamheten riktad på andra problem än en framrusande och nödbromsande bil. Låg ljudnivå och motsatt körriktning ökade risken för att personalen skulle stiga ut alldeles framför den återvändande bilen.

Däremot kommenterade instruktören normalt inte förarens fart under körningen genom mätområdet. Returfarterna är alltså ett mått på vilken fart förarna själva tyckte var lämplig.

Mätområdet för returfarternas täcktes av fartsensorerna PTA nr.3 och 2, medan nr.1 var placerad efter den del av returslingan, där personalen uppehöll sig. (PTA= Portabel TrafikAnalysator. Numrering i ordning efter inbromsningarna, som gjordes i andra körriktningen.) Returfarten bestäms som medelvärdet från sensorerna 2 och 3. Har ingen av dessa levererat något värde, så väljs farten vid sensor 1.

Utän närmare eftertanke utvärderades först returfarten (Hr12) vid sensorerna nr.1&2. Vid mätningarna hade nämligen sensor nr.1 nästan alltid fungerat och nr.2 var tillförlitligare än nr.3.

Data fanns då från 483 testpar utan urspårning och fördelade sig så att returfarten var störst med ABS i 260 par och störst utan ABS i 223 par. Statistiska tabeller visar att man inte kan utesluta slumpen som förklaring till att utfallet (260+223 d.v.s. 54% + 46%) avviker från fifty-fifty. I detta sammanhang uppdagades att sensor 1 låg utanför det 'fartbegränsade' området. Där var det snarare önskvärt att snabba på, så att bilen kom ur vägen för den mötande på väg in till nästa test. För att minska detta 'brus' i data utvärderades alltså returfarternas primärt från fartsensorerna 2&3.

Reservation 1. Registreringen av returfarternas ingick inte i projektgruppens ordinarie åtagande gentemot uppdragsgivaren. Den hemlighölls för alla utom för mätpersonalen och instruktörerna. Detta innebär också att förberedelserna blev otillräckliga i några avseenden. Framför allt borde banan bemannats varje gång likadant intill retur-fartsensorerna.

2.5. Parvisa tester med och utan ABS.

Alla förare bromstestade varje mätbil (däcktyp) två gånger på varje bana - en gång med och en gång utan ABS. Varannan förare bromsade första gången med ABS och varannan började utan. Returfarterna med och utan ABS kan därför jämföras parvis.

Benämningen *testpar* avser alltså två bromstester som en förare gjorde efter varandra i samma bil (d.v.s. med samma däck) och på samma bana (samma typ av väglag) men med olika bromsfunktion (in- eller urkopplad ABS).

2.6. Datagruppering mot störvariabler. Urspårning, däck, väglag.

Eftersom vi inte har några noteringar om bemanningen på banan kan man inte utesluta att personal fanns intill returslingan oftare efter tester då föraren misslyckats med kurshållningen. De var där för att återställa påkörda banmarkeringar. Vi vet alltså inte säkert om lägre returfarter efter urspårningar beror på förarnas spontana val - eller på att det då var vanligare med personal intill returslingan.

I flera utvärderingar nedan av returfarten har därför testerna delats upp med hänsyn till det registrerade värdet på kursavvikelsevariabeln K .

Banpersonalen rapporterade via kommunikationsradio om banmarkeringarna kördes på i själva bromstesten. Detta benämns här *urspårning* och protokollfördes genom att K sattes till värdet 2 (eller $K=3$ om bilen helt körde av den markerade banan). $K=0$ avser tester utan märkbara kurskorrektioner. $K=1$ noterades av instruktören på passagerarplats, då föraren rattade för att hålla sig innanför markeringarna utan att köra på dem. Med *lyckade* eller *godkända* tester avses sådana som registrerats med $K=0$ eller $K=1$.

Förarens problem med att hålla bilen på kurs i en bromstest skulle kunna påverka fartanpassningen likadant som vid körning i verklig trafik. Men sambandet med ökad bemanning (för att återställa banmarkeringar) har förstås ingen motsvarighet i trafiken. Urspårningarna kan alltså ge betydligt större effekt på förarens val av fart här än i trafiken.

Tester med urspårning utesluts därför i vissa utvärderingar.

Även olika kombinationer av däcktyp och väglag kan ha olika effekt på fartvalet. Samspel med ABS kan här inte uteslutas. Exempelvis finns specialister som anser att ABS förbättrar bromsförmågan mera med odubbade vinterdäck än med dubbade. När datamängden är tillräckligt stor särredovisas därför de olika däcktyperna och de tre banorna (väglagstyperna).

2.7. Däcktyper och mätbilsnumrering.

I alla försökspass var samma däcktyp monterade på:

- bil nr.1 (referens: nya sommardäck)
- liksom på

- bil nr.4, som hade nya dubbdäck.

Emellertid var dessa dubbdäck av två olika fabrikat, med byte mellan *pass* 15 och 16 (d.v.s. mellan *etapperna* a & b).

Bil nr.2 hade tre olika friktionsdäck

- etapp a: nya från Asien
- etapp b: begagnade 5år, 5mm profildjup
- etapp c: nya från Europa

Bil nr.3 hade olika däcktyper i de tre etapperna.

- etapp a: nya odubbade 'dubbdäck'
- etapp b: beg. sommardäck 5år, 4mm profildjup
- etapp c: beg. dubbdäck 5år, 5mm profildjup.

Tabell 1 ger också en viss överblick av däcktyperna.

3. Resultat: Fartanpassning efter 1220 nödbromsningar

Kör genomsnittsföraren fortare med ABS? En yttlig utvärdering kan tolkas så. Men noggrannare analyser tyder på att föraren anpassar farten mera till bilens bromsningsegenskaper och till sin körupplevelse än till någon slags allmän övertro på ABS.

3.1. Antal testpar med returfartsdata.

Efter de sista testerna före halvtidspaus och vid slutet av varje pass passerade mätbilarna inte fartsensorerna på återvägen. Returfartsdata saknas också i några tester p.g.a. tekniska fel. Dessa bortfall torde kunna betraktas som slumpmässiga och stör inte utvärderingen på annat sätt än att datamängden minskar. Eftersom flera utvärderingar här görs parvis, kommer bortfall av en test enligt ovan att göra även den andra - med motsatt ABS-koppling - oanvändbar.

Tabell 1 Antal *testpar* där det finns returfartsdata för både in- och urkopplad ABS. I antalen inom parentes () har testpar med någon *urspårning* uteslutits. Däcktyperna beskrivs i kap.2.7.

Etapp Bil	Bana A	Bana B	Bana C	Alla	Etappens däcktyp
a 1	22 (19)	24 (17)	24 (18)	70 (54)	Sommar nya Referensdäck
a 2	23 (22)	21 (17)	24 (20)	68 (59)	Friktions nya asiatisk
a 3	24 (24)	24 (16)	24 (20)	72 (60)	Odubbade dubbdäck nya
a 4	22 (21)	Bana B ej dubb	22 (21)	44 (42)	Dubbdäck nya fabrikat a
a .	91 (86)	69 (50)	94 (79)	254 (215)	Alla i etapp a: 24 förare
b 1	18 (17)	23 (18)	17 (11)	58 (46)	Sommar nya Referensdäck
b 2	17 (14)	23 (19)	20 (12)	60 (45)	Friktions begagnade
b 3	17 (14)	19 (13)	23 (15)	59 (42)	Sommar begagnade
b 4	18 (17)	Bana B ej dubb	22 (14)	40 (31)	Dubbdäck nya fabrikat b (≠a)
b .	70 (62)	65 (50)	82 (52)	217 (164)	Alla i etapp b: 24 förare
c 1	14 (12)	18 (13)	12 (8)	44 (33)	Sommar nya Referensdäck
c 2	12 (11)	14 (10)	15 (10)	41 (31)	Friktions nya europeiskt
c 3	12 (9)	Bana B ej dubb	17 (10)	29 (19)	Dubbdäck begagnade
c 4	13 (12)	Bana B ej dubb	18 (15)	31 (27)	Dubbdäck nya fabrikat b (≠a)
c .	51 (44)	32 (23)	62 (43)	145 (110)	Alla i etapp c: 18 förare
abc 1	54 (48)	65 (48)	53 (37)	172 (133)	Sommar nya. Samma i alla
abc 2	52 (47)	58 (46)	59 (42)	169 (135)	Friktions 2 nya 1 begagnad
abc 3	53 (47)	43 (29)	64 (45)	160 (121)	Tre olika typer
abc 4	53 (50)	Bana B ej dubb	62 (50)	115 (100)	Dubbdäck nya 2 olika fabrikat
Alla	212 (192)	166 (123)	238 (174)	616 (489)	Totalsumma 66 förare

I Tabell 1 redovisas antalet *testpar* med returfartsdata och (inom parentes) de testpar därav som var *lyckade*, d.v.s. inte ledde till *urspärning*.

En kontrollsummering i Tabell 2 ger fyra testpar mindre än i Tabell 1. Detta beror på att farten registrerades digitalt i km/h med enbart en decimal, och i fyra testpar har båda passagera råkat hamna på samma värde.

3.2. Fart med olika däck, banor & ABS.

För att inte få alltför små tal i den statistiska analysen har (i Tabell 2) de nio däcktyperna slagits samman till fyra grupper (de nedre raderna i Tabell 1).

Tabell 2 Antal passager där föraren körde fortare på returen från en bromstest med ABS inkopplat jämfört med urkopplat (a). Tabelldel b visar antalen med högre retur fart utan ABS. Uppdelat på mätbilsnummer (däcktyp) och bana (i föregående bromstest) från alla 22 försökspassen. Testpar med *urspärning* uteslutna.

a) Antal returer med högre fart efter test med ABS.

Bana	A	B	C	Alla
Bil				
1	26	31	19	76
2	21	23	23	67
3	29	19	20	68
4	33		28	61
Sum	109	73	90	272
Andel	58%	60%	52%	56%

b) Antal returer med högre fart utan ABS.

Bana	A	B	C	Alla
Bil				
1	21	16	18	55
2	26	23	19	68
3	16	10	25	51
4	17		22	39
Sum	80	49	84	213
Andel	42%	40%	48%	44%

I och med bytet från fartsensor nr.1 till nr.2&3 minskade 'bruset' i data, se kap.2.4. Avvikelsen från fifty-fifty är här så stor ($213 / (272 + 213) = 0.439$ i Tabell 2) att slumpen inte är en trolig förklaring till att det gick fortare med ABS i flera passager ($p=0.004$ enligt binomialfördelning & MS Excel²⁵).

Det förefaller alltså som om nödbromsning utan ABS-funktion oftare får förarna att dämpa farten omedelbart efteråt jämfört med efter de nödbromsningar då ABS varit inkopplat.

Emellertid kan det här finnas mindre skillnader i bromsnings- och köregenskaper, som inte gav så tydligt utslag att de kunde påvisas objektivt genom urspärning. I så fall kanske det större antalet i Tabell 2a jämfört med b beror på köregenskaperna och inte på ABS-bromsarna.

Därför kontrolleras om fördelningen av testpar mellan ABS-snabbast och ABS-långsammast är likadan för de tester som ledde till urspärning, se Tabell 3. För denna jämförelse (och en statistisk Chi2-test) har antalen i Tabell 2 och Tabell 3 summerats i Tabell 4.

Tabell 3 Antal passager där föraren körde fortare på returen från en bromstest med ABS inkopplat jämfört med efter motsvarande test utan ABS (Tabelldel a).

Tabelldel b visar antalen med högre retur fart utan ABS.

Uppdelning på mätbilsnummer (för däcktyp) och bana (i nyss genomförd bromstest) från alla 22 försökspassen.

Endast testpar med *urspärning* i bromsningen utan ABS ($K_u=3&2$).

a) Antal testpar med högre retur fart då ABS var inkopplat och då urspärning inträffade i testen utan ABS.

Bana	A	B	C	Alla
Bil				
1	4	13	12	29
2	2	8	12	22
3	6	10	12	28
4	1		11	12
Sum	13	31	47	91
Andel	81%	70%	75%	74%

b) Antal returer med högre fart efter test utan ABS, då bilen hade spårat ur.

Bana	A	B	C	Alla
Bil				
1	1	4	3	8
2	1	5	5	11
3	0	4	7	11
4	1		1	2
Sum	3	13	16	32
Andel	19%	30%	25%	26%

I Tabell 3 och Tabell 4 avser kursavvikelser med $K=2$ eller 3 (urspärning) enbart testerna då ABS var urkopplad (index u).

Bilen spårade ur i endast sex tester med ABS. Två av dem hör samman med ABS_{ur} -tester utan urspärning (en vardera i del a och b av Tabell 2). Därför har motsvarande två summor i Tabell 4 ökats med ett.

I testerna utan ABS kördes banmarkeringarna på i nästan 150 inbromsningar, se Strandberg (1995b⁵, fig.12).

3.3. Fartpåverkan av urspärning & ABS.

Summakolumnen i Tabell 4 visar att 364 (60%) av totalt 610 testpar hade större retur fart med ABS än utan. Om man utgår från binomialfördelningen, så är det mycket osannolikt ($p=0.000001$ enligt MS Excel²⁵) att så stora avvikelser från fifty-fifty har uppkommit av en slump.

Tabell 4 Antal testpar fördelade på retur fart och kursavvikelse.

Kursavvikelse K_u	0 eller 1	2 eller 3	Summa
Returfart större ...			
... med ABS	273 (56%)	91 (74%)	364(60%)
... utan ABS	214 (44%)	32 (26%)	246 (40%)
Summa	487 (100%)	123 (100%)	610(100%)

$$\chi^2 \text{ Chi2}=13.1 \text{ (df=1) } p=0.0003$$

Utan uppdelning på urspärningar och 'lyckade' inbromsningar skulle man alltså kunna tro att ABS fick förarna att köra fortare. Dessa tester kan då förhastat tolkas som att ABS ger slarvigare förare. Många sådana spekulationer baserar sig på studierna som nämndes i kap.1.1.

Separeringen av urspärningar här illustrerar dock att förarna anpassar farten till bilens bromsningsegenskaper och inte till någon slags övertro på ABS. Förarna hade ju också små möjligheter att anpassa körsättet specifikt

till ABS-funktionen, eftersom den kopplades in och ur många gånger under testerna.

Dessutom förändrades köregenskaperna drastiskt många gånger vid bytena mellan bilar (från sommar-däck till fulldubbade vinterdäck) och körbanor. Dessa variationer påverkade bromsförmågan betydligt mera än förändringarna vid in- och urkoppling av ABS-funktionen - både genomsnittligt och individuellt för de 66 förarna, se Strandberg (1995b⁵, fig.7-21).

Ungefär ett av åtta (56%-44%=12%) bland de 487 'lyckade' testparen (d.v.s. inga påkörningar $K_u < 2$) avvek från en slumpmässig fifty-fifty fördelning av returfarten på de två ABS-alternativen. Men i de 123 testparen med urspärning blev nästan vartannat en 'avvikare' genom att föraren då körde saktare (utan ABS). Se procentsiffrorna i Tabell 4.

En statistisk test av data i Tabell 4 visar att fartskillnaden mellan in- och urkopplad ABS är starkt beroende av om urspärning inträffat i föregående nödbromsning ($\chi^2=13.1$, $df=1$, $p=0.0003$).

3.4. *Slutsats: kurshållningen viktigast?*

Resultaten tyder på att förarna anpassar farten till hur väl de har lyckats hålla bilen på rak kurs vid nödbromsningen nyss - inte till om ABS är inkopplat eller ej.

Förarna tycks reagera tydligt med ökad vaksamhet när de nyss har haft problem att hålla kursen. Troligen är detta något som man sällan upplever vid vanlig körning. Därigenom kan små slingringar överraska och orsaka panik, så att en kritisk situation uppstår. Detta bör beaktas i förarutbildning och kampanjer.

Reservation 2. Eftersom urspärningarna ($K > 1$) var ojämnt fördelade mellan förarna, så finns ett visst statistiskt beroende i själva urvalet. Därför har sambandet mellan fartval och ABS också bestämts en gång per förare i följande avsnitt.

4. Analys: ABS & 66 förares fart

För att kunna generalisera resultaten till genomsnittsföraren har data här omgrupperats. Resultaten bekräftar att föraren primärt anpassar farten till hur bilen nyss har betett sig vid nödbromsning, snarare än till sin eventuella tro på ABS-bromsars effektivitet.

4.1. *Mål:*

Representera genomsnittsföraren.

Även om några förare kände till att returfarten registrerades, så torde detta inte nämnvärt ha påverkat deras fartval. Nästan alla bilkårister, som var instruktörer, hoppade också in som förare en gång vardera, när för-anmälda ortsbör och turister uteblev. Men ingen kommenterade detta spontant under mätperioden, och retur-fartsdata har varken diskuterats eller utvärderats förrän lång tid efteråt.

Oavsett om de var medvetna om fartregistreringen eller ej, så hade emellertid ett fåtal förare mycket bestämda åsikter om ABS - såväl positiva som negativa. Om en sådan förare bestämmer sig för att köra extra fort - eller sakta - med ABS kan dennes testantal (i Tabell 4) påverka summorna mer än motiverat för en enda förare. Resultatet blir då inte representativt för den aktuella förarpopulationen.

4.2. *Analysmetod:*

Räkna förare, ej tester.

I detta urval med 22 pass testkörde alla 66 förarna 10 eller 11 olika kombinationer av däck (4 typer) och underlag (3 banor varav en hade 'dubbförbud'). Returfarten efter dessa tester jämförs parvis som tidigare mellan in- och urkopplad ABS, men här slås resultaten samman till ett Ja eller Nej för varje förare.

⇒ **Ja** betyder att föraren returkörde snabbare med ABS i flera testpar än vice versa.

⇒ **Nej** innebär att lika många eller flera testpar hade snabbaste returen utan ABS.

Liksom i övriga avsnitt bestämdes returfarten i första hand som medelvärde från sensorerna 2 och 3.

För att renodla inverkan av ABS beaktades först enbart tester där bilen inte spårat ur ($K_u = 0$ eller 1). Resultatet redovisas i Tabell 5 och motsvarar vänstra delen av Tabell 4.

Den kombinerade effekten på farten av ABS och kurshållningsproblem redovisas i Tabell 6. Där beaktas enbart testpar där bilen utan ABS spårat ur ($K_u = 2$ eller 3). Jämför högra delen av Tabell 4.

Efter summering av antalet förare med Ja resp Nej enligt ovan från Tabell 5 och Tabell 6 kollas oberoendet statistiskt med Chi2-test (Tabell 7).

4.3. *Resultat:*

Fart efter test utan urspärning.

För respektive förare redovisas antalet testpar där retur-farten med ABS inkopplat var större än utan ABS (n_{iu} för $H_{ri} > H_{ru}$) i de tre vänstra kolumnerna av Tabell 5 - och vice versa (n_{ui} för $H_{ru} > H_{ri}$) i de tre mittre kolum-

nerna. Skillnaden mellan dessa antal ($n_{iu}-n_{ui}$) anges i de tre högra kolumnerna. Där betyder alltså ett positivt tal **Ja** medan nollor och negativa tal motsvarar ett **Nej** enligt kap.4.2.

Tabell 5 Antal (n) lyckade ($K < 2$) testpar med mindre (n_{iu}) resp större (n_{ui}) retur fart (H_r) då ABS var urkopplat (index u) jämfört med inkopplat ABS (index i) för samma däck och underlag. De tre högra kolumnerna i dubbelram visar skillnaden $n_{iu}-n_{ui}$ (En rad per pass. Kolumnuppdelning på passets tre förare A, B, C.)

Antals-definition	n_{iu}			n_{ui}			$n_{iu}-n_{ui}$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
FÖRARE									
Datum Pass									
16/2 fm	6	8	7	4	3	4	2	5	3
16/2 em	4	5	6	2	6	3	2	-1	3
17/2 fm	5	4	6	1	3	4	4	1	2
17/2 em	6	2	6	3	6	5	3	-4	1
20/2 fm	5	8	4	1	3	2	4	5	2
20/2 em	3	5	7	6	6	4	-3	-1	3
21/2 fm	4	6	2	5	5	4	-1	1	-2
21/2 em	5	7	2	4	3	3	1	4	-1
22/2 fm	2	7	6	2	2	3	0	5	3
22/2 em	4	4	1	4	6	1	0	-2	0
24/2 fm	5	5	3	4	3	6	1	2	-3
24/2 em	3	6	4	3	4	4	0	2	0
26/2 em	4	7	2	4	0	7	0	7	-5
27/2 fm	2	2	1	3	0	2	-1	2	-1
27/2 em	4	6	3	4	1	1	0	5	2
28/2 fm	3	1	3	6	1	5	-3	0	-2
28/2 em	1	3	5	2	6	2	-1	-3	3
1/3 fm	2	5	3	4	3	3	-2	2	0
1/3 em	2	6	4	6	1	4	-4	5	0
2/3 fm	5	5	3	2	0	3	3	5	0
3/3 fm	2	5	6	6	1	2	-4	4	4
5/3 em	3	1	1	1	1	1	2	0	0

Om man räknar antalet positiva tal (**Ja** enligt kap.4.2) i de tre högra kolumnerna av Tabell 5 framgår att 34 av de 66 förarna, d.v.s. 52%, hade flera testpar där de körde fortare på returen med ABS än utan.

Lika antal testpar (0 i tabellen) hade 13 förare, och 19 förare hade flera testpar med högsta fart då ABS var urkopplad (minustecken i tabellen). Dessa antal blir lika stora även om man utesluter testparen där urspärning inträffat med ABS ($K_i=2$ eller 3): differensen $n_{iu}-n_{ui}$ minskar då från 3 till 2 i pass 8 - förare C och ökar från 1 till 2 i pass 10 - förare C.

4.4. Resultat: Returfart efter urspärning.

I de tre vänstra kolumnerna av Tabell 6 redovisas antalet testpar för respektive förare där retur farten var större med ABS än efter motsvarande test utan ABS med urspärning ($K_u=2&3$) - och vice versa i de tre mittre kolumnerna. Skillnaden mellan dessa antal ($n_{iu3}-n_{u3i}$) anges i de tre högra kolumnerna:

⇒ ett positivt tal betyder **Ja**

⇒ nollor och negativa tal motsvarar **Nej** enligt definitionen i kap.4.2.

Tabell 6 Antal (n) testpar med urspärning utan ABS ($K_u=2&3$) där retur farten (H_r) var större (n_{iu3}) resp mindre (n_{u3i}) då ABS var inkopplat (index i) jämfört med urkopplat ABS (index u) för samma däck och underlag. De tre högra kolumnerna i dubbelram visar skillnaden $n_{iu3}-n_{u3i}$ (En rad per pass. Kolumnuppdelning på passets tre förare A, B, C. Tomma celler innebär att föraren inte spårade ur utan ABS i något testpar med retur fartsdata.)

Antals-definition	n_{iu3}			n_{u3i}			$n_{iu3}-n_{u3i}$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
FÖRARE									
Datum Pass									
16/2 fm									
16/2 em	4			1			3		
17/2 fm	2	3		1	1		1	2	
17/2 em	1	0		0	1		1	-1	
20/2 fm	3		5	1		0	2	5	
20/2 em	1			0			1		
21/2 fm	1		1	0		3	1		-2
21/2 em	1	4	1	1	2		0	2	
22/2 fm	5						5		
22/2 em	0	5	1	2			-1	3	
24/2 fm		2		0				2	
24/2 em	4		0	0	1		4		-1
26/2 em	1	3		0	0		1	3	
27/2 fm	1	2	2	0	2	0	1	0	2
27/2 em		2	4	1	2			1	2
28/2 fm	1	4	1	0	4	0	1	0	1
28/2 em	4		1	0	1		4		0
1/3 fm	2		0	0	2		2		-2
1/3 em		0		1				-1	
2/3 fm	1	2	1	0	1	1	1	1	0
3/3 fm		3	0	0	1			3	-1
5/3 em	5	4	5	0	1	0	5	3	5

Av de 41 talen i de tre högra kolumnerna av Tabell 6 är 29 större än noll. Bland 41 förare med någon urspärning hade alltså 71% (29 av 41) flera testpar med minsta retur farten efter urspärningen - utan ABS.

Lika antal testpar (0 i tabellen) hade 5 förare, och 7 förare hade flera par där farten var lägst efter den lyckade testen med ABS inkopplad (minustecken i tabellen).

4.5. Slutsats: Fart, ABS, Kurshållning.

Tabell 7 visar antalen i Tabell 5 ($K_u < 2$) & Tabell 6 (urspärning) uppdelat efter tecken (+ resp - eller 0).

Tabell 7 Antal förare fördelade på retur fart och kursavvikelse. Antalen är summor från Tabell 5 och Tabell 6.

Kursavvikelse K_u	0 eller 1	2 eller 3	Summa
Returfart ...			
... större med ABS	34 (52%)	29 (71%)	63 (59%)
... ej större med	32 (48%)	12 (29%)	44 (41%)
Summa	66 (100%)	41 (100%)	107 (100%)

$$\chi^2 \text{ Chi2}=3.86 \text{ (df=1) } p=0.0495$$

Trots att vi här avstår från att utnyttja en stor del av data enligt Tabell 4 (drygt en tredjedel av förarna råkade inte ut för någon urspärning och flera testpar har slagits samman till ett enda jämförelsetal per förare), så stöds slutsatsen från kap.2.6. av en statistisk Chi2-test ($p=0,05$) på data i Tabell 7. Här behövs inte heller reservationen för beroende i själva urvalet.

Resultaten bekräftar alltså att genomsnittsföraren anpassar farten mera till bilens köregenskaper (vid nödbromsning) än till dess utrustning (ABS-bromsar eller ej).

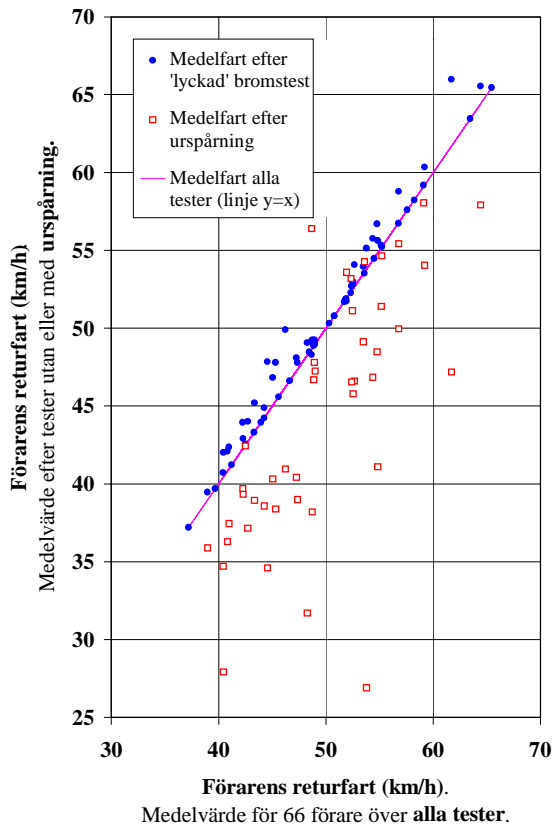
5. Analys: Hur anpassar genomsnittsföraren farten vid halka?

5.1. Analysmål: Samband bromsförmåga-fart.

Det primära syftet för returfartsanalysen var att pröva om ABS påverkade förarnas spontana val av fart, när de passerade området med oskyddad banpersonal. Denna hypotes prövades enligt ovan med parvisa jämförelser mellan in- och urkopplad ABS.

Enligt kap.3.3 visade de första utvärderingarna (med statistisk signifikans) att det gick fortare när ABS var inkopplat. Men denna slutsats framstod som mindre allmängiltig efter upptäckten att urspårningarna tvingade fram personal oftare till returslingan, då ABS-funktionen var urkopplad.

På flera olika sätt har det sedan visat sig att sambandet mellan ABS och fart egentligen är sekundärt. Fartvalet tycks vara mer beroende av bilens kurshållning. Se Tabell 4, Tabell 7 och Figur 1.



Figur 1 Returfartsmedelvärden för de 66 förarna totalt (---), efter urspårning () och efter 'lyckade' bromstester utan kontakt med banmarkeringar ().

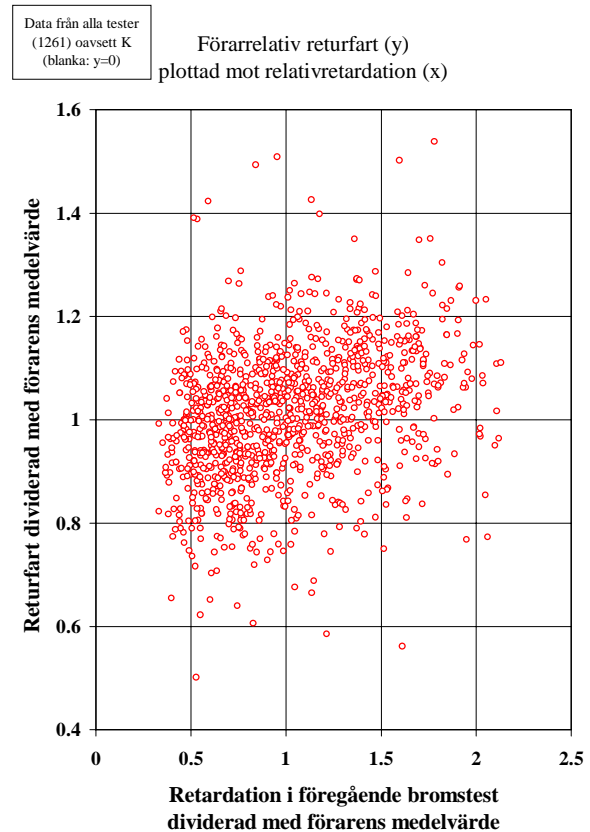
ABS förbättrade både kurshållning och väggrepp för genomsnittsföraren enligt Strandberg (1995b)⁵. Därför väcker ovannämnda returfartsdata nya frågor:

- a) Finns statistiska belegg för att föraren spontant anpassar farten till det väggrepp som hon eller han nyss har utnyttjat vid hård bromsning el dyl?

- b) Är genomsnittsföraren kapabel att anpassa farten, så att bromssträckan inte blir längre när väggreppet minskar? Detta belyses i kapitel 6.

5.2. Analysmetod: Förarmedelvärden skiljelinje.

Eftersom de ovan nämnda frågorna inte fanns med vid försöksplaneringen, är det svårt att nu gruppera data så att de ger precisa svar. Ändå ger den grova indelningen i Figur 2 en tydlig indikation på att förarna anpassar farten till väggreppet. Där har retardation och returfart grupperats omkring varje förares medelvärde.



Figur 2 Förar-relativa värden på retur fart och retardation för alla tester oavsett kursavvikelser (urspårning) och ABS. Mätvärdena har dividerats med resp förarens medeltal. Linjerna $x=1$ och $y=1$ är alltså centrala.

Om returfarternas vore slumpmässigt fördelade och oberoende av väggreppet, så borde procentandelen datapunkter över (eller under) den horisontella mittlinjen $y=1$ vara lika stor på båda sidor om den vertikala 'mittlinjen' $x=1$.

I Figur 2 ser det dock ut som om flest punkter finns i nedre vänstra och övre högra kvadranten. Detta kan prövas matematiskt med Chi2-test. Emellertid bör man först göra sig kvitt det statistiska beroendet p.g.a. att varje förare representeras av flera punkter. Se kap.4.1. Urspårningar bör också uteslutas av samma skäl som tidigare (kap.2.6).

Därför har försöksdatabasen tappats på antalsuppgifter enligt utfallstabellerna nedan. De understrukna procentalen i Tabell 10 kan jämföras med motsvarande kvad-

rant i Figur 2 (där punktöverskottet i nedre halvan kan vara urspårningar, som uteslutits i utfallstabellerna).

5.3. Resultat:

Starkt samband bromsförmåga-fart.

I Tabell 8, Tabell 9 och Tabell 10 framgår hur de 66 förarna var fördelade med avseende på antal returerna över och under sin egen medelfart - efter de tester som gav större respektive mindre retardation än förarens eget genomsnitt över alla bromstester.

Tabell 8 Antal förare fördelade på retur fart och testretardation. Endast tester utan ABS och utan urspårning. Medelvärdena på retur fart och retardation avser respektive förarens alla tester oavsett ABS men utan urspårning. $\chi^2=17.99$ ($df=2$) $p=0.00012$

Testretardation	mindre än sin egen medelret.	större än sin egen medelret.	Summa
Antal förare med ...			
... flera returerna över sin returmedelfart	18 (27%)	41 (62%)	59 (45%)
... lika många över som under	15 (23%)	12 (18%)	27 (20%)
... flera returerna under sin returmedelfart	33 (50%)	13 (20%)	46 (35%)
Summa	66 (100%)	66 (100%)	132 (100%)

Tabell 9 Antal förare fördelade på retur fart och testretardation. Endast tester med ABS och utan urspårning. Medelvärdena på retur fart och retardation avser respektive förarens alla tester oavsett ABS men utan urspårning. $\chi^2>50000$ ($df=2$) $p=3 \cdot 10^{-9}$

Testretardation	mindre än sin egen medelret.	större än sin egen medelret.	Summa
Antal förare med ...			
... flera returerna över sin returmedelfart	17 (26%)	52 (79%)	69 (52%)
... lika många över som under	13 (20%)	7 (11%)	20 (15%)
... flera returerna under sin returmedelfart	36 (55%)	7 (11%)	43 (33%)
Summa	66 (100%)	66 (100%)	132 (100%)

Returfarten tycks vara starkt beroende av vilken retardation som uppnåddes i föregående bromsprov. Enligt statistiska χ^2 -tester ($df=2$) är sannolikheten ungefär en hundradels procent för att beroendet i Tabell 8 ska ha uppkommit slumpmässigt. I Tabell 9 och Tabell 10 är sannolikheten ännu mindre ($p=3 \cdot 10^{-9}$ resp $7 \cdot 10^{-13}$).

Tabell 10 Antal förare fördelade på retur fart och testretardation. Alla tester oavsett ABS men utan urspårning. Medelvärdena på retur fart och retardation avser respektive förarens alla tester utan urspårning. De understrukna procenttalen är parallella till kvadranterna i Figur 2. $\chi^2>50000$ ($df=2$) $p=7 \cdot 10^{-13}$

Testretardation	mindre än sin egen medelret.	större än sin egen medelret.	Summa
Antal förare med ...			
... flera returerna över sin returmedelfart	13 (20%)	55 (83%)	68 (51%)
... lika många över som under	9 (14%)	5 (8%)	14 (11%)
... flera returerna under sin returmedelfart	44 (67%)	6 (9%)	50 (38%)
Summa	66 (100%)	66 (100%)	132 (100%)

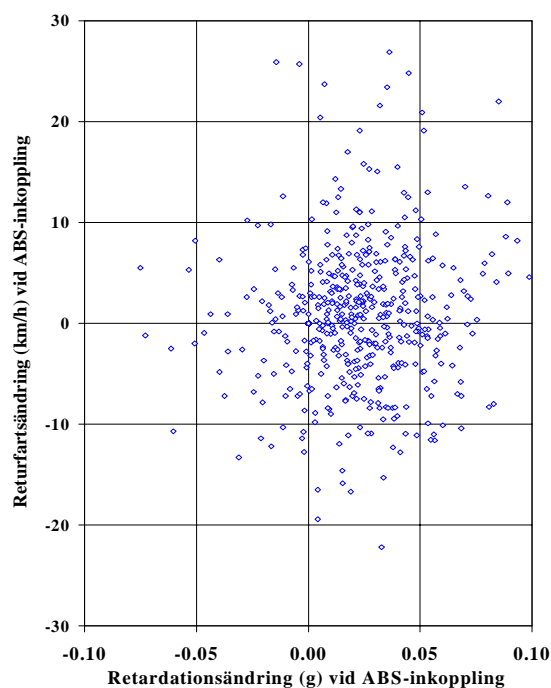
Det starka statistiska beroendet mellan fart och väggrepp är inget egentligt bevis för att sambandet orsakas av förarens fartanpassning.

Till en del skulle sambandet kunna förklaras med att ökat väggrepp helt enkelt gav ökad accelerationsförmåga och högre fart när mätzonen passerades. Cirka 5% av bromstesterna på den aktuella banan (A) gav väggreppsvärden, som (efter halvering för tvåhjulsdrift) är i minsta laget för att accelerera till banans returmedelfart (drygt 50km/h).

Denna farhåga kunde dock tonas ned efter en kompletterande analys av de parvisa skillnaderna (i testretardation och retur fart) mellan in- och urkopplad ABS. Se kap.5.4.

5.4. Resultat: Fartanpassning till bromsförmågan snarare än till ABS.

Trots att accelerationsförmågan var densamma (påverkas ju ej av ABS), så blev retur farten högst med ABS i oproportionerligt många testpar - men enbart när retardationen också hade varit större med ABS inkopplat. Se Figur 3, där urspårningar uteslutits av samma skäl som tidigare.



Figur 3 Skillnad i retur fart och retardation mellan bromstester med och utan ABS. Retardationsvärden från bana A, B, C. Endast testpar utan urspårning. Returfarten har räknats om till bromssträcka i Figur 5.

Tabell 11 visar numeriska data från bana A för två däcktyper (1: nya sommar och 4: nya dubbdäck). De fanns med i alla försöksetapperna och väljs som exempel, eftersom de gav markant flera tester med underlägsen ABS-retardation än övriga kombinationer.

Sådana χ^2 -analyser är tämligen meningslösa för de odubbade vinterdäcken (nr.2&3) och för isbanorna B&C, som ju hade mycket få tester, där retardationen var mindre med ABS (totalt 8 testpar av 162).

Tabell 11 Data från returkörning efter testpar med in- eller urkopplad ABS. Alla testpar utan urspårning på bana A med nya sommardäck (nr.1) och nya dubbdäck (nr.4).

Testretardation Antal testpar där returen gick ...	mindre då ABS var inkopplat	större då ABS var inkopplat	Summa
... fortare med ABS	17 (47%)	42 (69%)	59 (61%)
... saktare med ABS	19 (53%)	19 (31%)	38 (39%)
Summa	36 (100%)	61 (100%)	97 (100%)

$$\text{Chi2}=4.45 \text{ (df=1) } p=0.03$$

En Chi2-analys av data i Tabell 11 ger $p=0,03$. Den statistiska risken är alltså 3% för att det 'sneda' utfallet har uppkommit av en slump. Flera liknande kontroller av parade tester pekar alla åt samma håll. Även om denna statistiska test inte har helt korrekta förutsättningar (bl.a. var data kända när däcktyp 2&3 och bana B&C valdes bort, se ovan), så torde man alltså kunna dra slutsatsen att returfarten verkligen är beroende av retardationen i föregående bromstest.

Medelvärdena i Figur 1 och de klara Chi2-utfallen (i Tabell 4 och Tabell 7) tyder också på att flertalet av de 66 förarna körde saktare när de nyss hade upplevt otillräckligt väggrepp eller kört på banmarkeringar.

Om alla testpar utan urspårning slås samman oavsett retardationen i föregående test, så visar det sig att fartskillnaden mellan in- och urkopplad ABS är mycket liten. Se Tabell 12, där percentilerna illustrerar att den mycket väl kan vara slumpmässig. För genomsnittsföraren är skillnaden mindre än en (1) kilometer per timme. Med en sekunds reaktionstid motsvarar det två à tre decimeter av stoppsträckan.

Tabell 12 Statistik över fart vid returkörning. Parvisa skillnader mellan in- och urkopplad ABS. Urspårningar uteslutna.

Samma bromssträckedata som till Figur 3.

ABS	25-per- centil	Median	75-per- centil	Medel- värde	An- tal	Ej data
In	44.5 km/h	50.4 km/h	56.5 km/h	50.7 km/h	703	35
Ur	43.7 km/h	50.1 km/h	56.2 km/h	50.3 km/h	703	188
In-Ur	-3.2km/h	0.85 km/h	4.7 km/h	0.79 km/h	703	214

Att förarnas fartanpassning är komplex illustreras av "mindre"-kolumnen i Tabell 11. Om retardationen hade dominerat över andra köregenskaper, skulle flera testpar än 19 (53%) där ha hamnat på raden "saktare med ABS". Den andra ("större"-) kolumnen har ju 69% av testparen i motsvarande tabellcell. Här kan styrbarheten och stabiliteten hos ABS ha gjort att föraren avstod från att öka farten när ABS var urkopplad, trots att större retardation då hade uppnåtts.

Oavsett vad som föranledde fartvariationerna, så tar nästa avsnitt upp den kanske viktigaste frågan:

Är förarnas fartanpassning tillräcklig för att kompensera sämre väggrepp?

6. Analys: Fart & bromssträckor

Flera statistiska test och datasamband i ovanstående analyser tyder på att medelföraren **kvalitativt** anpassar farten till bromsförmågan - åtminstone när hon eller han nyss har känt av väggreppet genom maximal bromsning. För att **kvantifiera** hur fartanpassningen påverkar säkerhetsmarginalerna, beräknades bromssträckan för varje returpassage.

6.1. Metod:

Beräkning av bromssträcka.

Om banpersonalen p.g.a. ouppmärksamhet hade stigit ut i (den 3,5m breda) returslingans framför en återvändande testbil, skulle föraren behövt nödbromsa till stopp. Bromssträckan (S) bestäms av farten och retardationsförmågan. Här har därför bromssträckekalkylen baserats på registrerad retur fart (v_r) och på den retardation (a) som samma förare uppnådde vid bromstesterna med samma däck och ABS-variant - normalt på bana A. Returkörningarna gjordes ju alltid på bana A (varierande vinterväglag) även efter bromstesterna på bana B (polarad is) och på bana C (dubbriven is).

Om man antar att returfärden hade gjorts på samma bana som bromstesten med samma fart (v_r) som nu uppmättes på bana A, så skulle (den fiktiva) bromssträckan (S_f) bestämmas av den senaste testretardationen (a_i) på aktuell bana (A, B eller C).

I databasen har följande uttryck använts för att beräkna bromssträckan

$$S = \frac{v_r^2}{2a} \quad (1)$$

där insättning av $a=a_A$ ger S_A för bana A medan $a=a_i$ ger fiktiva bromssträckan S_f för den senaste testbanan.

Beteckningarna avser SI-enheter (v i m/s och a i m/s^2) medan storheterna i rådata och i vissa presentationer anges med km/h respektive g-enheter. I sortomvandlingarna har tyngdaccelerationen ansatts till $9,81m/s^2$ ($1g = 9,80665 m/s^2$) - även vid retardationsberäkningarna, som baseras på uppmätta farter (på tre ställen) och bromssträckor (från fartsensorerna till stopp). Bromstesternas retardation beräknas också (med ett mera allmäntillgilt uttryck) utifrån fartskillnaderna mellan de tre sensorerna. Se Strandberg (1995b⁵, kap.2.7).

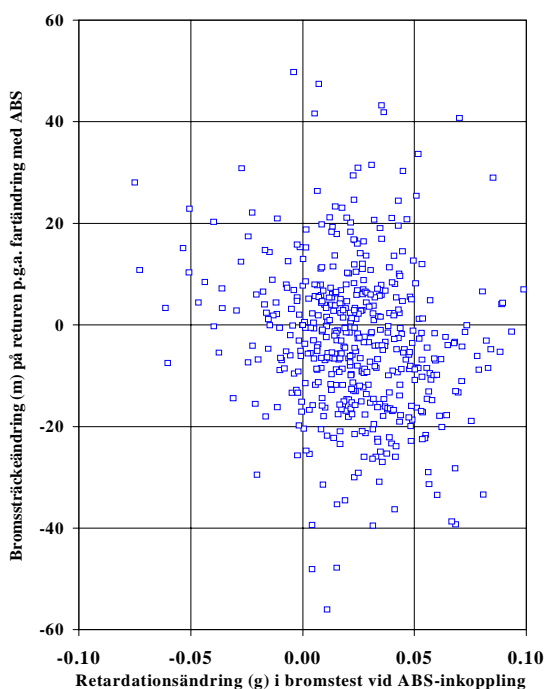
6.2. Resultat:

ABS-effekt på bromssträckan.

I genomsnitt var farten högre vid returkörningarna med ABS, om retardationen i föregående bromstester varit större än då ABS var urkopplad. Se Figur 3 och Tabell 11.

Om urspårningar utesluts, körde förarna fortare på returen med ABS i 272 (56%) av de totalt 485 testparen med kompletta data, jfr Tabell 4. (Denna avvikelse från fifty-fifty torde dock förklaras av annat än förarens attityd till ABS, se kap.3.3&5.4.)

Trots detta blev bromssträckan **kortare** med ABS i 293 (60%) av 489 testpar. Se Tabell 13. Enligt binomialfördelningen, är det mycket osannolikt ($p=0.000007$ med MS Excel²⁵) att så stora avvikelser från 50/50 uppkommer av en slump. Jämför Figur 4.



Figur 4 Skillnad mellan in- och urkopplad ABS i bromssträcka (Y) vid returkörningen (på bana A) och i retardation (X) vid föregående bromstest på bana A, B eller C. Bromssträckan beräknad med retur fart och retardation på bana A för samma förare och däck. Endast testpar utan urspårning. X-värdena som i Figur 3. Tabell 13 ger antalen i resp. kvadrant.

Tabell 13 Fördelning av bromssträckor vid returkörning med och utan ABS. Bromssträckan (S_A) har beräknats (enligt ekv.1) från uppmätt retur fart (v_r) och retardation (a_A) vid nödbromsning på samma bana. 489 testpar med in- och urkopplad ABS uppdelade på bromssträckornas längd och på retardationerna i föregående bromstester (på bana A, B eller C). Alla testpar utan urspårning enligt Figur 4. Sista raden visar sannolikheten för att kolumnens avvikelse från lika fördelning (50/50) kan ha uppkommit av en slump.

Testretardation	mindre med ABS inkopplat	större med ABS inkopplat	Summa
Antal testpar där retur-bromssträckan var ...			
... längre med ABS	43 (56%)	153 (37%)	196 (40%)
... kortare med ABS	34 (44%)	259 (63%)	293 (60%)
Summa	77 (100%)	412 (100%)	489 (100%)
Binomialsannolikhet	0.18	0.0000001	0.000007

$Chi2=9.45$ $df=1$ $p=0.002$

Wilcoxon's teckenrangtest bekräftar att bromssträckan blir kortare med ABS, trots fartökningen. Se Tabell 14.

Enligt det analysprogram²⁶ från SPSS, som användes för Wilcoxon-testet, så uppfyller differenserna i data inte kriterierna för normalfördelning (längs Y-axeln i Figur 4). Programmet avrådde därför från parad t-test och rekommenderade i stället Wilcoxon.

Förbättringen med ABS skulle ha visat sig ännu tydligare, om bromssträckan beräknats med retardationen från den nyss testade banan, och inte från bana A. På returslingan (bana A baklänges) blev nämligen retardationen minst med inkopplad ABS i många fler testpar än på bana B&C (Strandberg, 1995b⁵, kap.3.2).

Även om reaktionssträckan enligt Tabell 12 läggs till den genomsnittliga bromssträckan i Tabell 14, så tyder resultaten på att förarens fartval ger säkerhetsmarginaler, som är klart större med ABS än utan.

Tabell 14 Statistik över bromssträckor vid returkörning. Parvisa skillnader mellan in- och urkopplad ABS. Urspårningar uteslutna. Samma bromssträckedata som till Figur 4 och Tabell 13.

ABS	25-per-centil	Median	75-per-centil	Medel-värde	An-tal	Ej data
In	33.6m	44.0m	56.1m	45.1m	703	35
Ur	35.8m	46.3m	59.4m	48.0m	703	188
In-Ur	-12.4m	-3.3m	5.6m	-2.9m	703	214

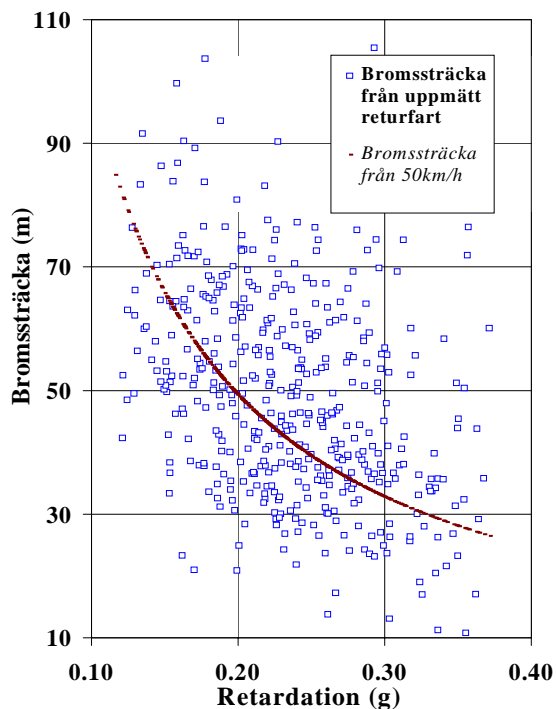
Signifikant skillnad ($p<0.001$) enligt Wilcoxon's teckenrangtest i SPSS-programmet SigmaStat²⁶ $W=29798$ $T+=74801.5$ $T=-45003.5$

Flera olika analyser av dessa körexperiment under tre vinterveckor pekar tydligt åt samma håll:
ABS förkortade den genomsnittliga bromssträckan i en körsituation, som innebar verkliga risker för personsador på oskyddade trafikanter.

6.3. Resultat: Väggreppets inverkan.

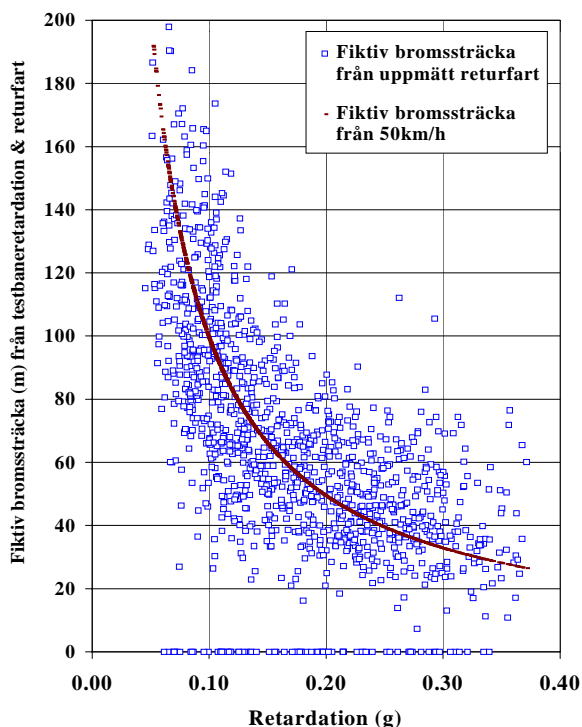
Enligt Tabell 10 är det statistiska sambandet mycket starkt mellan retur farten och retardationen (väggreppet) i föregående bromstest. Ju sämre väggrepp desto lägre fart. Tabell 11 tyder på att detta till viss del beror på förarens spontana reaktion och inte enbart på accelerationsförmågan. Här gällde det alltså att klara ut hur bromssträckan påverkas - och om sämre väggrepp kompenseras av förarnas fartminskning.

För att renodla beräkningen har testdata först hämtats enbart från bana A, som också var returslinga. Resultatet redovisas grafisk i Figur 5.



Figur 5 Bromssträcka vid returkörning beräknad ur retur fart och testretardation på samma bana (A) med samma däck. Urspårningar uteslutna. Linjen visar bromssträckan när man kör i 50km/h.

Om föraren anpassar farten till känslan och retardationen i nyss genomförd bromstest, blir den fiktiva bromssträckan enligt Figur 6 vad han eller hon borde förvänta sig. Där beräknas bromssträckan med samma retur fart (v_r), men retardationen (a) hämtas från den senaste bromstesten.



Figur 6 Bromssträcka vid returkörning beräknad ur retur fart (på bana A) och ur uppmätt retardation på respektive bana (A,B,C). Ursparningar uteslutna. Linjen visar bromssträckan från 50km/h.

(Markeringarna på X-axeln visar retardationen för tester utan retur fartsdata, där bromssträckan alltså inte kunde beräknas.)

Både Figur 5 och Figur 6 illustrerar att ju sämre bromsförmågan är, desto sämre lyckas förarna med den **kvantitativa** anpassningen. Säkerhetsmarginalerna blir alltså större med bättre däck och bromsar, och medelföraren lyckas inte kompensera dålig bromsförmåga med sänkt fart.

Visserligen tyder sambanden enligt avsnitten 5.4 & 6.2 på att förarna reagerar med ändrad fart på ganska små förändringar i bilens bromsförmåga. Men de sänker inte farten tillräckligt, när väggreppet kommer ned på de lägsta nivåerna.

Fartpassningsproblemet skulle vara ännu mer uttalat, om retur farten i verkligheten har bestämts av accelerationsförmågan (p.g.a. däckens väggrepp enligt slutet av kap.5.3) och inte av genomsnittsförarens reaktion på bromsförmågan. Då kommer ju fartskillnaden i verklig landsvägstrafik att kunna bli ännu mindre mellan bra och dåliga däck, när accelerationssträckan förlängs från testplatsens ca 150m till kilometrar och mil.

7. Diskussion

7.1. Stor variation i bromsförmåga gör schematiska regler till indirekta hot?

Datapunkternas läge i förhållande till kurvan för konstant fart i Figur 5 och Figur 6 väcker farhågor. Är genomsnittsföraren mer van att hålla en basfart än att anpassa farten till väggreppet och bromsförmågan? Då kan **sänkningar av de generella hastighetsbegränsningarna på vintern** bli ett **indirekt hot** för de trafikanter, som hamnar i eller i närheten av bilar och förare med underlägsna bromsningsprestanda. I varje fall bör vintersänkningar av fartgränserna inte ersätta högre krav på däck och bromsförmåga.

Problemet accentueras av den oreflekterade propogandan för **tresekundersregeln** vid kökörning. Den ger intrycket att tre sekunders lucka räcker, oberoende av väglag, bromsförmåga och fart. Detta är **vileledande**.

Rent matematiskt krävs en lucka på 6 à 7 sekunder för att genomsnittsföraren i dessa bromstester med sommar däck utan ABS ska kunna stanna bakom en likadan förare i bil med dubbdäck och ABS. Då antas att båda kör i 70km/h på dubbruggat isväglag (bana C) och börjar bromsa samtidigt - reaktionstid tillkommer alltså. De praktiska mätresultaten är ännu mer alarmerande med krav på större lucka i över hälften av de 22 passen, om den sämsta bromsprestationen gjordes bakom den bästa. Se Strandberg (1995b⁵ avsnitten 2.10, 3.6 & 4.5)

Behovet av tekniska och pedagogiska åtgärder är akut.

7.2. Utvecklingen hämmas av förhastade slutsatser och okända störfaktorer.

Professionell och efterfrågestyrd utveckling av bilar, ABS-bromsar, däck, halkbekämpning och förarutbildning behöver stimuleras. Bil-, däck-, väg- och trafikskolebranscherna har enbart i anslutning till detta Skyltfondsprojekt uppmärksammat många möjligheter till kunskapsbaserade förbättringar.

Förslagen om skärpta tekniska krav på däck vid halka borde snarast realiseras och kompletteras med stimulanser till den teknik och utbildning som branschfolk kan och vill ta fram. Detta hämmas dock av utvecklingsfientliga slutsatser om att säkerhetsåtgärder inte lönar sig. Se exemplen nedan och i kapitel 1.1.

Fosser m.fl. (1996)²⁷ har studerat taxibilar på motorväg utanför Oslo och drar slutsatsen att förare med ABS-bilar håller kortare avstånd till framförvarande. Vid närmare granskning förefaller det dock som om man skulle kunna skriva Mercedes i stället för ABS, eftersom detta fabrikat var starkt överrepresenterat i ABS-gruppen. Flera störfaktorer finns. Bland annat tycks ägarförhållandena vara olika i normmännens ABS- och kontrollgrupper. Sammantaget kan detta betyda att ABS egentligen inte är den primära faktorn bakom de kortare avstånden i den norska ABS-gruppen.

Att bli lurad av störfaktorer är inget ovanligt inom epidemiologin och bör inte ge upphov till klander. Detta kan illustreras med Schlesselmans (1982²⁸, sid 58) exempel från forskningen om riskfaktorer bakom hjärtinfarkt. För några decennier sedan ville man ta reda på

om alkoholkonsumtion ökar infarktrisen. Då visste man inte att det är tvärtom - och inte heller att rökning ökar risken markant. Först beaktades inte rökning som en riskfaktor. Därför observerade man inte att rökare var kraftigt överrepresenterade bland de alkoholkonsumenter som ingick i studien. Slutsatsen blev att alkohol ökar hjärtinfarktrisen, medan det egentligen var tobaksrökningen som låg bakom.

Här höll det på att gå likadant med ABS och förarens fartanspråk. I den första utvärderingen föreföll det som om genomsnittsföraren körde klart fortare när ABS var inkopplat. En djupare analys visade dock att bilens bromsförmåga och riktningstabilitet i föregående test var de avgörande faktorerna. Se Tabell 4 och Tabell 7.

Även om implementeringen av ABS i bilparken inte är helt problemfri, talar resultaten här starkt emot påståendena om att ABS skulle få genomsnittsföraren att minska säkerhetsmarginalerna. Högre beviskrav bör ställas på liknande uttolkningar av den s.k. teorin om riskkompensation, innan de tillåts hämma övergången till bättre bilteknik och trafikpedagogik.

7.3. *Utbilda om komplexa risker: förebygg överraskningar och panik!*

Idén om riskkompensation hämtar ofta sitt stöd från studier med negativa resultat, d.v.s. där man inte lyckats påvisa några effekter. Därigenom används forskningens 'nitlotter' som bevis inför massmedia och beslutsfattare, trots att detta strider mot vetenskaplig praxis. Se Stöttrup-Hansen m fl (1991)²⁹.

Resultaten här talar emot att föraren försöker hålla risken konstant. De många urspårningarna utan ABS och den otillräckliga fartminskningen med dåliga däck tyder snarare på motsatsen - att föraren är omedveten om många risker. Farliga situationer kan därför uppkomma när bilens egenskaper är mycket sämre än vanligt, så att säkerhetsmarginalerna blir mindre än vad föraren tror.

Bättre kunskaper om varför bilars halkegenskaper varierar kan minska dessa överraskningsrisker och skapa en spontan efterfrågan på utrustning och underhåll, som ger körsäkrare bilar. Enligt kap.1.5 tycks utbildning också kunna öka riskmedvetandet, så att framtidens förare lättare upptäcker när naturlagarna kräver lägre fart - utan hastighetsskyltar och schablonövervakning.

7.4. *Övervakning med pedagogiskt syfte.*

Kompetenta polisers förmåga att väga samman flera riskfaktorer bör tas tillvara och prioriteras framför enkelspåriga och repressiva åtgärder mot ett slumpmässigt urval av alla de bilister, som överträder den skyltade fartgränsen. Trafikerfarna polisers idéer torde kunna förpassa följande scenario till en svunnen tid.

Sommardäckad gammal bil körs på mörk, ishal 50-sträcka i 51km/h tätt intill dagisgrupp av privatövande 16-åring med 80-årig handledare. Polis reagerar, men hinner bara genomföra en alkotest innan ekipaget måste släppas utan att man ens påtalar riskanhopningen. Några månader tidigare tvingades samma polis ta körkortet från en erfaren yrkesförare i ny bil som också höll 51km/h på samma plats - men i dagsljus på torr asfalt med fri sikt utan en människa inom synhåll. Då var nämligen maxfarten 30km/h (eleverna från skolan bredvid hade dock ledigt).

8. Beteckningar

8.1. *Benämningar, variabler.*

ABS (AntiBlockerSystem)

Utrustning i bromssystemet som hindrar att ett eller flera hjul blockerar (läser sig), när föraren trampar hårt på bromspedalen. *Mätbilarnas* ABS var urkopplingsbar med en brytare på instrumentpanelen. Se punkt 9 i kap.2.3.

bana för bromstester och returkörning

A bana med naturligt varierande vinterväglag som endast plogades efter snöfall. Bredd: 5 m, inga mittmarkeringar fr.o.m. pass 12 (som bana B&C i de fyra första passen nr.7-11). *Returväg*.

B bana med sopad is och dubbförbud (bromsprov endast med däck utan dubbar). Ej returväg.

C bana med sopad is och dubbtrafik. Ej returväg. Se också punkterna 15&21 i kap.2.3.

bil

nr.1-4 se *Mätbil* eller kap.2.7.

däck

Se *Mätbil* eller kap.2.7.

egenbil

Den bil som respektive förare körde först och sist i varje *pass*. Normalt var det samma bil som föraren körde till och från testplatsen. De förare som inte hade egen bil fick låna någon av de extra testbilarna från Volvo (850) eller V.A.G. (Audi A6). Instruktörernas privatbilar lånades också ut någon gång. Utvärderingen av returfarer i denna rapport inbegriper inga egenbilar.

etapp

a, b, c tre grupper av de (8+8+6=) 22 *passen* med olika däck monterade på mätbilarna. Bil 1 hade dock samma (referens-)däck i alla tre etapperna.

fartsensor

Se *PTA*

förare

A, B, C avser de tre förarna i respektive *pass*.

godkänd test

bromsprov utan *urspårning*, se kursavvikelse och kap.2.6

K, K_a, Kursavvikelse (registrerat efter varje test)

Värdet på K bestämdes efter testen gemensamt av instruktören i bilen (K=0 eller 1) och av banpersonalen (2 eller 3 =*urspårning*). Se kap.2.6.

lyckad test

bromsprov utan *urspårning*, se kursavvikelse och kap.2.6

misslyckad test

bromsprov med *urspårning*, se kursavvikelse och kap.2.6

mätbil

Fabrikat Volvo 850 med ABS-funktion som kunde kopplas ur med en brytare på instrumentpanelen. Fyra mätbilar användes i varje *pass* och numrerades med hänsyn till sina däck enligt kap.2.7.

pass

En halvdags (ca 3 timmars) aktivitet med tre förare. Bromsprov först och sist i *egenbil* på bana A och C samt i 4 *mätbilar* med eller utan ABS på varje bana (A, B, C). Antal tester per förare: 4 (mätbilar) x 2 (ABS in/ur) x 3 (banor) minus 4 eller 2 (ej dubb på bana B) = 20 eller 22 + 4 (egenbil). Totalt ca 75 tester med tre förare.

provdäck

Se *Mätbil* eller kap.2.7.

PTA (Portabel TrafikAnalysator)

Utrustning för registrering av fart genom elektronisk tidtagning mellan två infraröda ljusstrålar på några meters avstånd från varandra. Tre sådana ljusridåpar var utplacerade bredvid testbanorna med kablage till var sin monitor i ledningshytten. Farten presenterades i km/h med en decimal. Se också kap.2.4.

returfart

Se kap.2.4.

returväg

Se punkt 16 i kap.2.3.

riskanpassning, riskkompensation

Se kap.1.2 & kap.7.2-7.3

Skyllfonden

Avgiftsfond från bilägare med personlig registreringsskylt (å 5000kr).

STOP (Strandbergs OlycksPrevention)Se foten på sid.1 eller Internet: www.stop.se**test**

Se kap.2.5 och i kap.2.3: punkterna 1,2, & 17-21.

testdäckSe *Mätbil* eller kap.2.7.**testpar**

Se kap.2.5.

urspårningSe *kursavvikelse* och kap.2.6**VETA (Vetenskap och Erfarenhet i TrafiksäkerhetsArbetet)**Ideell förening bildad på polishögskolan 1993. Internet: www.veta.se**8.2. Index.****i** eller **IN** ABS inkopplad.**u** eller **UR** ABS urkopplad.**REFERENSER**

i noter ordnade efter första förekomst i texten

- ¹ Johnsson L, Knutsson K (1973). Steerability During Emergency Braking, Field Testing, Statistical Tests. Swedish ESV Program, Report 4-01. Saab-Scania, Trollhättan & Volvo, Göteborg.
- ² Priez A, Petit C, Guezard B, Boulommier L, Dittmar A, Delhomme A, Vernet-Maurly E, Pailhous E, Foret-Bruno J Y, Tarriere C (1991). How About the Average Driver in a Critical Situation? Can He Really Be Helped by Primary Safety Improvements? Proceedings (pp.805-810) on the *THIRTEENTH INTERNATIONAL TECHNICAL CONFERENCE ON EXPERIMENTAL SAFETY VEHICLES, ESV*, Paris, November 1991 Paper 91-S7-O-07.
- ³ Strandberg Lennart (1991b). Crash Avoidance Capability of 50 Drivers in Different Cars on Ice. Proceedings (pp.810-826) on the *THIRTEENTH INTERNATIONAL TECHNICAL CONFERENCE ON EXPERIMENTAL SAFETY VEHICLES, ESV*, Paris, November 1991 (paper S7-O-08). Särtryck 179, VTI, Linköping.
- ⁴ OECD (1990). Behavioural adaptations to changes in the road transport system. Organisation for Economic Co-operation and Development, Road Transport Research, Paris. IRRD No 824028.
- ⁵ Strandberg Lennart (1995b). Normalförarens bromsförmåga på vinterväglag. Körexperiment med 9 olika däcktyper och urkopplingsbar ABS. Dialog nr 2, *VETA*, Box 1, 590 54 Sturefors. Sammanfattning på websidan <http://www.veta.se/abs66is.htm>
- ⁶ Aschenbrenner K M, Biehl B, Wurm G W (1992). Mehr Verkehrssicherheit durch bessere Technik? Felduntersuchungen zur Risikokompensation am Beispiel des Antiblockiersystem (ABS). Forschungsberichte No. 246. Bundesanstalt für Strassenwesen, 5060 Bergisch Gladbach 1, Tyskland. ISSN 0173-7066.
- ⁷ Wilde G J S (1982). The Theory of Risk Homeostasis: Implications for Safety and Health. *Risk Analysis*, Vol.2, No.4.
- ⁸ HLDI (1994). Collision and Property Damage Liability Losses of Passenger Cars With and Without Antilock Brakes. Insurance Special Report A-41. Highway Loss Data Institute, 1005 North Glebe Road, Arlington, Virginia 22201, USA.
- ⁹ HLDI (1995). Three Years' On-the-Road Experience with Antilock Brakes: An Update. Insurance Special Report A-47. Ibid.
- ¹⁰ Strandberg Lennart (1994a). Kör- och krocksäkerhet med ABS-bromsar. Dialog nr 1, *VETA*, Box 1, Sturefors.
- ¹¹ Strandberg Lennart (1995a). Misleading anti-looks at Antilocks. Accident reductions with ABS brakes concealed? Prologue 951115, *VETA*, Box 1, Sturefors.
- ¹² STOP (1998). STrandbergs OlycksPrevention. Webplats på Internet för konsultföretag med adressen <http://www.stop.se/>
- ¹³ VETA (1996). Vetenskap och Erfarenhet i TrafiksäkerhetsArbetet. Webplats på Internet för ideell förening: <http://www.veta.se/>

- ¹⁴ Hertz Ellen, Hilton Judith, Johnson Delmas M (1995a). An Analysis of the Crash Experience of Passenger Cars Equipped with Antilock Braking Systems. NHTSA Technical Report No. DOT HS 808 279, National Highway Traffic Safety Administration, Washington D.C. Sammanfattning på websidan http://www.nhtsa.dot.gov/people/ncsa/abs_pc.html
- ¹⁵ Hertz, Hilton & Johnson (1995b). An Analysis of the Crash Experience of Light Trucks and Vans Equipped with Antilock Braking Systems. NHTSA Technical Report, National Highway Traffic Safety Administration, Washington D.C. Sammanfattning på websidan http://www.nhtsa.dot.gov/people/ncsa/abs_ltv.html
- ¹⁶ Johnson (1995). Analysis of the Crash Experience of Vehicles Equipped with Antilock Braking Systems (ABS). NHTSA Research Note June 1995. I PDF-format på Internet http://www.nhtsa.dot.gov/people/ncsa/abs_rm.pdf
- ¹⁷ Strandberg (1989). Skidding Accidents and Their Avoidance with Different Cars. Proceedings (pp.825-828) on the *TWELFTH INTERNATIONAL TECHNICAL CONFERENCE ON EXPERIMENTAL SAFETY VEHICLES, ESV*, Göteborg. Särtryck 158, VTI, Linköping.
- ¹⁸ Strandberg (1992). Kursstabilitet. Illustrerad artikel i *Nationalencyklopedin*. Se också websidan <http://www.veta.se/girstab.htm>
- ¹⁹ Strandberg Lennart (1994b). Workshop on Assessments of Driving Safety and of Crashworthiness. Proc. (pp.343-348) on the *26th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMOTIVE TECHNOLOGY AND AUTOMATION, ISATA*, Dedicated Conference on Road and Vehicle Safety, (paper no.93SF078), Aachen, Sept 1993. ISATA, Croydon, England. Särtryck 227, VTI, Linköping.
- ²⁰ Glad Alf (1988). Fase 2 i föreroppleringen. Effekt på olyckesrisikoen. Rapport 0015/1988. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- ²¹ Christensen Peter, Glad Alf (1996). Obligatorisk glattkøringkurs for førere av tunge biler. Virkning på ulykkesnivået. Rapport 334/1996, Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- ²² NRTR (1996). Mandatory course of driving on slippery roads does not reduce the accident risk. Referat från TØI report 334/1996 av Christensen & Glad. Nordic Road & Transport Research, No.3. VTI, 581 95 Linköping.
- ²³ Maycock G, Lockwood C R, Lester Julia F (1991). The Accident Liability of Car Drivers. Research Report 315, Transport and Road Research Laboratory, Storbritannien.
- ²⁴ Strandberg Lennart (1998). ORFEUS mäter riskmedvetande med självrapporterade olyckor. Metodstudie på 4 svenska halkbanor. Prolog 980313, *VETA*, Box 1, 590 54 Sturefors.
- ²⁵ Microsoft Excel (1993). Kalkylprogram för PC, version 5.0a.
- ²⁶ SPSS (1997). SigmaStat. PC-program med expertstöd för statistiska analyser. Demoversion kan laddas ned från Internet (<http://www.spss.com/>).
- ²⁷ Fosser Stein, Sagberg Fridulv, Saetermo Inger Anne F (1996). Atferdstilpasning til kollisjonsputer og blokkeringsfrie bremses. Rapport 335/1996. Transportøkonomisk institutt (TØI), Oslo.
- ²⁸ Schlesselman James J (1982). Case-Control Studies. Oxford University Press. ISBN 0-19-502933-X.
- ²⁹ Stöttrup-Hansen E, Ahlbom A, Axelson O, Hogstedt C, Juul Jensen U, Olsen J (1990). Negative Results - no effect or information? *Arbete och Hälsa* 1990:17, Arbetsmiljöinstitutet, Solna.

Alfabetiskt ordnade referenser

Aschenbrenner m fl (1992) 6	Schlesselman (1982) 28
Christensen & Glad (1988) 21	SPSS (1997) 26
Fosser m fl (1996) 27	STOP (1998) 12
Glad (1988) 20	Strandberg (1989) 17
Hertz m fl (1995a) 14	Strandberg (1991b) 3
Hertz m fl (1995b) 15	Strandberg (1992) 18
HLDI (1994) 8	Strandberg (1994a) 10
HLDI (1995) 9	Strandberg (1994b) 19
Johnson (1995) 16	Strandberg (1995a) 11
Johnsson & Knutsson (1973) 1	Strandberg (1995b) 5
Maycock m fl (1991) 23	Strandberg (1998) 24
Microsoft Excel (1993) 25	Stöttrup-Hansen m fl (1991) 29
NRTR (1996) 22	VETA (1996) 13
OECD (1990) 4	Wilde (1982) 7
Priez m fl (1991) 2	