

VETA Dialog nr ② Oktober 1995

Denna skriftserie syftar till en vetenskaplig Dialog om trafiksäkerhet via den ideella föreningen VETA, Vetenskap och Erfarenhet i TrafiksäkerhetsArbetet. Postadress: VETA, Box 1, 590 54 Sturefors.

Rapport från S95-projektet genomfört med ekonomiskt stöd av **Skylltfonden**

Normalförarens bromsförmåga på vinterväglag

Körexperiment med 9 olika däcktyper och urkopplingsbar ABS

av
Lennart Strandberg



STYRELSE (enligt val vid stämma på PHS 1995-05-13)

Ordförande	Professor Lennart Strandberg, Sturefors.	Revisorer	1:e Trafikkonsulent Madelaine Andersson, Göteborg. Överåklagare Stig Jansson, Linköping.
Kassör	1:e Länstrafikkons. Rune Gustavsson, Värmland.	Revisorssuppl.	Länstrafikkonsulent Ralph Bjarnesund, Bohuslän. Informationsdir. Ola Johansson, AB Volvo, Göteborg.
Sekreterare	Utbildningsledare Jan-Evert Johansson, Bollnäs.	Valberedning	Förbundsdir. (Sv.Bilsport) Gunnar Elmgren, Lidingö. Insp.-kvalitetsrevision Per-Olof Franssén, Linköping.
Vice ordf	SKBR trafikansvarig Kicki Hellström, Göteborg.	(sammank.)	Redaktör Gunlög Stjerna, Danderyd.
Ledamot	Poliskomm. Åke Andersson, Nyköping+PolisHögSkolan		
Suppleanter	Förbundsordf. (STR) Lars Gustavsson, Färjestaden. VD Lars Lönnqvist, MIGO Concept AB, Linköping.		

VETA är en ideell förening, bildad 1993 på Polishögskolan (PHS). Namnet står för Vetenskap och Erfarenhet i TrafiksäkerhetsArbetet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

TILL LÄSAREN	3
BETECKNINGAR	3
REFERAT	4
ABSTRACT	4
FÖRORD	5
1. BAKGRUND	6
1.1. Problem: överraskande variationer i köregenskaper och bromsförmåga	6
1.2. Mål: tydliggör variationerna, så föraren <u>kan</u> hålla tillräckliga marginaler.	7
1.3. Däckens inverkan på olycksrisken	7
1.4. Olycksrisker med låsningsfria bromsar	9
1.5. Låt oss sätta siffror på olycksrisker med beprövad epidemiologisk metod!	9
2. METOD	10
2.1. Körscheman och däck	10
2.2. Protokoll	10
2.3. Mätbilar och ABS-omkopplingar	11
2.4. Testbanor	11
2.5. Förare och körinstruktioner	12
2.6. Mätningar och registrerade observationer från själva körningen	15
2.7. Beräkningar och mätdataanalyser	16
2.8. Utvärderat urval av testpass	17
2.9. Kraschfart	17
2.10. Krav på köavstånd	18
3. RESULTAT	20
3.1. Analys av ordningseffekter och andra kontroller av tillförlitligheten i rådata	20
3.2. Retardation med och utan ABS	20
3.3. Kursavvikelser med och utan ABS	23
3.4. Bromsförmåga med olika däck	24
3.5. Kursavvikelser med olika däck	28
3.6. Krav på tidslucka i fordonskolonner där bromsförmågan varierar	29
4. DISKUSSION OCH NÅGRA SLUTSATSER	31
4.1. En procent kortare bromssträcka kapar 10% av farten. ABS & bra däck ökar krocksäkerheten!	31
4.2. ABS och körsäkerhet	31
4.3. Varför blev resultaten så mycket bättre med ABS inkopplat?	32
4.4. Dubbdäck kan höja väggreppets bottenvärde, men kolla utsticket fram/bak!	33
4.5. Halka med observerade skillnader i bromsförmåga kräver orimliga köluckor	34
REFERENSER	35

☺ TILL LÄSAREN ☺

Tack för att du läser detta! På följande rader försöker jag intressera dig för att läsa vidare. Inte allt från första till sista sidan. Men det som du är särskilt bra på och kan förbättra med konstruktiv kritik.

Det här är ju ingen lärobok med färdiga sanningar. Nej, det är en rapport som troligen innehåller både (oavsiktliga) villospår och fakta som kan föra oss närmare samförstånd om några trafiksäkerhetsfrågor.

Vetenskapligt samförstånd (consensus) ska inte proklameras, så länge slutsatserna strider mot beprövad erfarenhet. Därför försöker jag skriva så att du själv kan medverka med ditt kunnande och hitta sådana motstridigheter. Kanske står du ut med min journalistiska oförmåga, om jag kompenserar den med extra omsorg på öppenhet och på entydiga begrepp, som båda krävs i vetenskaplig verksamhet.

Inom sjukvårdens praktik är de vetenskapliga metoderna mycket användbara för att vaska fram det allmängiltiga i den enskildes kunnande. Det gäller även i trafiksäkerhetsarbetet och är en grundidé bakom föreningen VETA. Har du bara erfarenheter därifrån *kan* du delta i processen, oavsett vilken formell kompetens du har. Men för att du också ska *vilja* vara med längre än hit försöker jag nu ge några tips om fortsättningen.

Hur snabbögnas rapporten?

Är du van att läsa forskningsrapporter hoppas jag att den sedvanliga kapitelindelningen gör det lättare att hitta det du söker. Annars föreslår jag att du börjar med referatet/sammanfattningen innan du hoppar till **slutsatserna** (kapitel 4) eller till de för dig mest intressanta **resultaten** i kapitel 3.

Vill du sedan veta **hur** resultaten kommit fram kan du gå till aktuellt avsnitt i kapitel 2. I kapitel 1 har jag försökt visa **varför** studien är gjord och vilka kunskapsluckor som den avser att minska. Där finns också exempel på andra luckor som återstår. Det jag har missat här kan vara förklarat i någon referens. Annars hoppas jag att du hör av dig för närmare diskussion - direkt till mig eller till någon annan i VETAs ledning, se försättsbladets sidfot. Du kanske har upptäckt något, som behöver penetreras i kommande seminarier.

VETA-seminarierna aviseras till samtliga medlemmar men är öppna för alla som vill medverka konstruktivt i förädlingen av erfarenhetsbaserade kunskaper.

Delta själv i den vetenskapliga processen!

Välkommen till trafiksäkerhetsarbetets vetenskapliga samfällighet! Där är du ju med så snart du har reagerat öppet på något forskningsprojekt. I VETA försöker vi föra samman många olika sådana reaktioner till konstruktivt trafiksäkerhetsarbete.

Särskilt stimulerande brukar våra diskussioner bli när perspektiven blandas ordentligt och alla argument prövas sakligt, oavsett vem som framför dem. Det vet deltagarna vid seminarier för det här projektet - poliser, förarutbildare, journalister, däckspecialister, bilkonstruktörer och heltidsforskare såväl statsanställda som frilansande:

Lennart Strandberg

Professor (tjänstledig), fristående trafikforskare

BETECKNINGAR

Förkortningar och beteckningar skrivs med **fetstil** där de förklaras i texten. Konstanter och variabler, som förekommer i ekvationerna, skrivs med *kursiv stil* även i löpande text. Några av de här vanligaste förkortningarna listas också nedan.

ABS Anti Blockier System (från tyskan), antilås-system, elektromekaniskt datorsystem i fordon, som känner av hjulens rotationshastighet och begränsar (hydraul)trycket till bromsarna så att hjulen inte slutar snurra och blockeras. Se Strandberg, Nordström, Gregersen (1994).

bana (A,B,C) se avsnitt 2.4

egenbil se avsnitt 2.2

etapp (a,b,c) se avsnitt 2.1

försöksperson samma som testförare.

g tyngdaccelerationen,
9.80665 m/s².

index i (ABSin) inkopplad ABS.

index u (ABS_u) urkopplad ABS.

id-nummer däckbeteckning, se avsnitt 2.1.

K_a (0,1,2,3) Kursavvikelse. Se avsnitt 2.6.

kraschfart se ekvation (9).

mätbil se avsnitt 2.3

matematisk tidslucka avser den minsta tidslucka som erfordras i en fordonskolonn, om förarens reaktionstid helt kan försummas.

nolldubbdäck se avsnitt 2.1 (a3)

pass, testpass se avsnitt 2.1.

PTA Portabel TrafikAnalysator, se avsnitt 2.7.

referensdäck nya sommardäck med beteckning a1, b1, c1 eller id-18, se avsnitt 2.1.

testbil se avsnitt 2.2
(test)förare en av de 66 förarna, som körde
testbilarna i här utvärderade pass.

T, tidslucka se ekvation (11) &(12).

Referera till denna rapport enligt följande:

Strandberg Lennart (1995). **Normalförarens bromsförmåga på vinterväglag.** Körexperiment med 9 olika däcktyper och urkopplingsbar ABS. Dialog nr 2, VETA, Box 1, 590 54 Sturefors.

REFERAT

METOD: Under tre veckor undersöktes hur vanliga förare klarar av att nödbromsa på vinterväglag 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 vinterväglag; 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 ljusräddare i 22 tretimmarspass. Sammanlagt 66 förare (24 kvinnor och 42 män) deltog frivilligt utan lön. Testordningen varierades mellan förarna för att utjämna förändringar i väglag och körförmåga mellan de olika däck- och ABS-varianterna.

RESULTAT: Medelretardationen med ABS blev större än utan ABS för alla 24 kombinationerna av däck och underlag. Förarna körde av banan i 94 av 706 inbromsningar utan ABS men i endast en (1) enda av 707 med ABS. På dubbruggat isväglag med begagnade sommarkdäck och utan ABS blev medelretardationen mindre än hälften av värdet med ABS och nya dubbdäck. Om de börjar bromsa från samma ställe, innebär det att den sämre bilen har över tre fjärdedelar kvar av begynnelsefarten där den bättre står helt stilla. Skillnaden mellan bästa och sämsta bromsprestation på respektive bana i varje pass var så stor att tre sekunders tidslucka skulle ha räckt till endast i tre à fyra av 66 fall, om den bästa tvärbromsat framför den sämsta från 70km/h. Förarens reaktionstid antas då vara 1 sekund. I hälften av de 66 fallen krävdes mer än 7 sekunders tidslucka. I stadstrafik (50km/h) motsvarar det ett helt kvarter: över 5 sekunder eller 70 meter.

Report title: **Automobile Brakeability on Ice and Snow with Ordinary Drivers**
Subtitle: Experiments with 9 different tyre types and disconnectable antilock brakes
Author: Lennart Strandberg
Ordered as/from: Dialog No.2 (1995) / VETA society, Box 1, S-590 54 Sturefors, Sweden.
Internet: <http://www.geopages.com/Athens/1944/> (November 1995)

ABSTRACT

METHOD: The emergency braking capability of ordinary drivers has been investigated in experiments on icy and snowy surfaces for three winter weeks 1995. The four **test cars** (Volvo 850) were equipped with 9 different types of **tyres** and ABS brakes with **disconnectable antilock** function. On a private airport in the northern Dalecarlia province, three straight but slightly inclined **test tracks** were prepared with: A) varying snow/ice surface; B) ice surface being polished, since no studded tyres were allowed on it (cleaned from snow); C) ice surface made harsh by studded tyres and also without snow. **Drivers were instructed** to stop the car from suburban cruising speed on a distance as short as possible without running off the marked lane. **Speed reduction was measured** by stationary light barriers. The **66 drivers** (24 women and 42 men) participated voluntarily without salary in 22 three-hour sessions. The testing order was varied between drivers, to distribute changes in road surface conditions and in driver capability between the different types of tyres and ABS-configurations.

RESULTS: The average **deceleration was greater with ABS** than without for all 24 combinations of tyres and road surfaces. The cars went **off the lane in 94 out of 706 stops without ABS, but in only one (1) out of 707 with ABS**. On the harsh ice track with used summer tyres and without ABS, the average deceleration was less than 50% of that with ABS and with new studded snow tyres. In a situation where both cars start braking from the same point, this corresponds to the **inferior car having three quarters left of the initial speed where the superior car has stopped completely**. The best and the worst braking performance on each track and each session were very different. A time lag of three seconds between the cars would have been sufficient only in three or four out of 66 cases, if the best car was braked in front of the worst one from 70km/h (44mph). Then, the driver reaction time is assumed to be 1 second. Fifty percent of the 66 cases required a time lag of more than 7 seconds. If differences are similar between individual cars **in urban traffic queues cruising at 50km/h (31mph), the gap must be greater than a whole block: 5seconds or 70meters.**

FÖRORD

Finansiering och materiellt stöd

Projektet S95 anknyter till tiden (Sportlovsveckorna -95), värdkommunen (**Sälen**) och det ekonomiska stödet (från **Skyllfonden**). Varför inte också till den outhärliga specialutrustningen (gratis från **Volvo, Gislaved, Nokia, V.A.G.**) och kunskapsstödet från Sveriges bil-, däck- och trafikproffs genom VETAs seminarier.

Under rapportskrivningens sista skede har informationsutbytet underlättats av företaget **Beverly Hills Internet**, som tillhandahåller kostnadsfria hemsidor på Internet via adressen <http://www.geopages.com/cgi-bin/main/homestead> (du kan flytta in där själv om du har en personlig E-mail adress). Därigenom har jag kunnat påbörja en dubbelriktad kommunikation om aktuella trafiksäkerhetsproblem med några av de här redovisade resultaten som utgångspunkt. Sprid gärna adressen till min BHI-baserade hemsida: <http://www.geopages.com/Athens/1944/>

Medverkande personer

Att det blir flera lika Stimulerande uppföljare med ett annat tal efter S:et hoppas såväl de medverkande från SKBR (Sveriges Kvinnliga Bilkårens Riksförbund) som **Sven-Åke Lindén** (testledare) och jag **Lennart Strandberg** (projektledare). Detta ser jag fram emot i ännu högre grad sedan jag på egen begäran slutade vid VTI 1994-12-31.

För deras personliga engagemang och medverkan på plats både före och under hela testperioden vill **Sven-Åke** och jag rikta ett särskilt tack till **Inga-Lill Camitz**, Göteborg och **Birgitta Rahm**, Orsa. Vi bugar djupt för **Christina Lekman**, Falun, som också jobbade mer än under sin närvaro i Rörbäcksnäs. Tillsammans med bilkårskollegan **Inga-Lill** värvade **Christina** följande 14 mycket kompetenta och tuffa tjejer som instruktörer: **Berith Andersson**, Falun; **Anita Arvidsson**, Floda; **Mona-Lisa Björkman**, Enviken; **Anette Dahl**, Borlänge; **Helén Eklund**, Enviken; **Rita Eriksson**, Borlänge; **Kicki Jansson**, Mölndal; **Lotta Johansson**, Kungsbacka; **Birgitta Johnson**, Avesta; **Helena Larsson**, Falun; **Tina Larsson**, Falun; **Britt-Marie Persson**, Lerum; **Lena Pettersson**, Sala; **Anneli Österhof**, Avesta.

Därtill kommer alla som medverkat i seminarierna före och efter testveckorna. VETAs kassör 1994 **Rolf Sundberg** (generalsekreterare för SVEMO) ordnade snabbt och korrekt de ekonomiadministrativa förutsättningarna för projektet. VETA-kassören 1995, **Rune Gustavsson** (enligt rutan i sidfoten), har sedan tyglat ekonomin på ett förmåligt sätt. **Polishögskolans** ändamålsenliga lokaler och gästfrihet har förgyllt seminarierna 940829, 950112, 950127 och 950821 i projektet tack vare **Åke Andersson**, VETA-styrelsens sekreterare och trafikansvarig lärare vid PHS.

Trafikpolisen i Stockholm har stöttat projektet genom att låna ut en av sina radarhastighetsmätare. Den var reserv för eventuella längre perioder av yrsnö, då det inhyrda mätsystemet från VTI (statens Väg- och Transportforskningsinstitut) ibland upphör att fungera. Dessbättre behövde vi aldrig utnyttja radarn, eftersom **Sven-Åke Lindén** lyckades hålla igång tillräckligt stor del av det ordinarie fartmätsystemet - även då vädret var på gränsen till att vi måste ställa in av andra skäl. **Sven-Åke** har fungerat som både motor och klippa i projektets praktiska genomförande. Tack!

Rotats i tankarna har också det skickliga och sympatiska bemötande som flygplatschefen **Hans Lindgren** gav oss. **Hasse** omkom i en arbetsolycka under sommaren. Men innan dess lade han en stabil grund - både socialt och praktiskt - för fortsatt säkerhetsarbete med flygplatsen som bas. **Minnets av Hans Lindgren lever kvar.**

Lennart Strandberg

P.S. Förlåt förseningen och fikonspråket

Även om det är pinsamt för min egen del, vill jag här varna andra för att upprepa mitt misstag när det gäller forskningsanslag och mervärdesskatt. När vi planerade och genomförde experimenten utgick jag från att moms skulle betalas av Skyllfonden utöver det beviljade anslaget. I den tron levde jag även i juni när VETA rekvirerade resterande del av anslaget och vid seminariet på Polishögskolan i augusti, se VETA Prolog 950821. Men i början av september (1995, inte 1994 som det borde ha varit) fick jag klart för mig vilka regler som gäller.

Skyllfondens - liksom många andra - forskningsanslag anges inklusive moms, se Riksskatteverkets handledning 1993 för mervärdesskatt, sid 172-174. Därigenom hade min felaktiga projektbudget krympt med 20%, vilket motsvarade nästan tre fjärdedelar av budgeten för mina personliga S95-åtaganden. Som nybliven frilansare har jag därför inte vågat dra på mig mera omkostnader, utan försökt göra så mycket som möjligt av jobbet själv - från administration, dataregistrering och datorunderhåll till sambandsanalyser och pressreleaser.

Rapporttexten blev också snårigare än vanligt genom att jag nu inte hann remittera manus för kritisk granskning till några klarsynta personer. Sådana finns det annars många av i VETA-kretsen.

Jag ber om ursäkt för den fördröjning och de pedagogiska hinder, som jag därigenom har förorsakat. D.S.

1. Bakgrund

1.1. *Problem: överraskande variationer i köregenskaper och bromsförmåga*

Under den senaste tiden har (låsningsfria) ABS-bromsar blivit allt vanligare bland svenska personbilar. Deras effekt på trafiksäkerheten har dock ifrågasatts. Oavsett om detta är berättigat eller ej, så medför ABS drastiska förändringar för bilföraren vid nödbromsning. Blandningen av bilar med och utan ABS är ett säkerhetsproblem för de förare som inte alltid kör samma bil.

Å andra sidan minskar ABS känsligheten för lastvariationer och för vissa - successivt uppkommande - brister i bromssystemet, som annars påverkar bromskraftfördelningen på ett livsfarligt sätt. Bilprovningen har mätt upp bromskraftfördelningen mellan fram- och bakaxel på drygt tusen personbilar och 163 lätta lastbilar. I analysen framgår att över 10% av personbilarna och nästan 40% av de lätta lastbilarna utnyttjade mera av väggreppet på bakhjulen än på framhjulen redan vid måttligt hård bromsning. Det innebär påtagliga sladdningsrisker. Se Strandberg (1995a) i referenslistan.

Situationen har varit likartad under längre tid när det gäller däckutrustning. Dubbdäck, friktionsdäck och sommar-däck med mycket stora skillnader i väggrepp blandas - både mellan bilar och mellan olika hjul i samma bil, utan att förarna är medvetna om vilka överraskningar detta kan medföra.

Skillnaderna i bromsförmåga mellan olika bilar är ett påtagligt problem för dem som kör i tät landsvägstrafik på halt väglag. I allmänhet tycks man inte vara medveten om att den så kallade *tresekundersregeln är både irrelevant och helt otillräcklig på vinterväglag*. Det var inte jag heller, förrän Bertil Sanell (1993) bad mig räkna på problemet. Då visade det sig att tre sekunders avstånd till framförvarande inte alls räcker till på vinterväglag.

Dessutom framgick med enkel matematik att tidsluckan måste ökas i proportion till köfarten. Av kampanjerna har åtminstone jag fått intrycket att tre sekunder räcker - oavsett fart. De diskussioner jag följt i massmedia om polisens övervakning pekar i samma riktning. Här tycks det som om man (liksom med de skyltade fartgränserna och många andra bestämmelser) håller på att anpassa övervakning och körbeteende till normer och gränsvärden, som är alltför löst förankrade i naturlagar och matematik. Myndigheterna som ansvarar för bestämmelser och förarutbildning kanske behöver en teknisk-naturvetenskaplig 'revisorsfunktion' tills dess att trafiksäkerhetsarbetet hunnit bygga upp samma vetenskapliga självsanering som sjukvården nu har.

För bilisterna behövs både tekniska och pedagogiska åtgärder. Men för att konstruktion, tillsyn, utbildning och mediainformation ska bli allmängiltig och relevant måste trafiksäkerhetsarbetet ta vara på den erfarenhet, som olika trafikproffs redan har. I VETA försöker vi skapa tillfällen där de (förarutbildare, poliser, konstruktörer, bil- och däckprovare m fl) tillsammans kan peka på vad som är viktigast att utforska med vetenskapliga metoder.

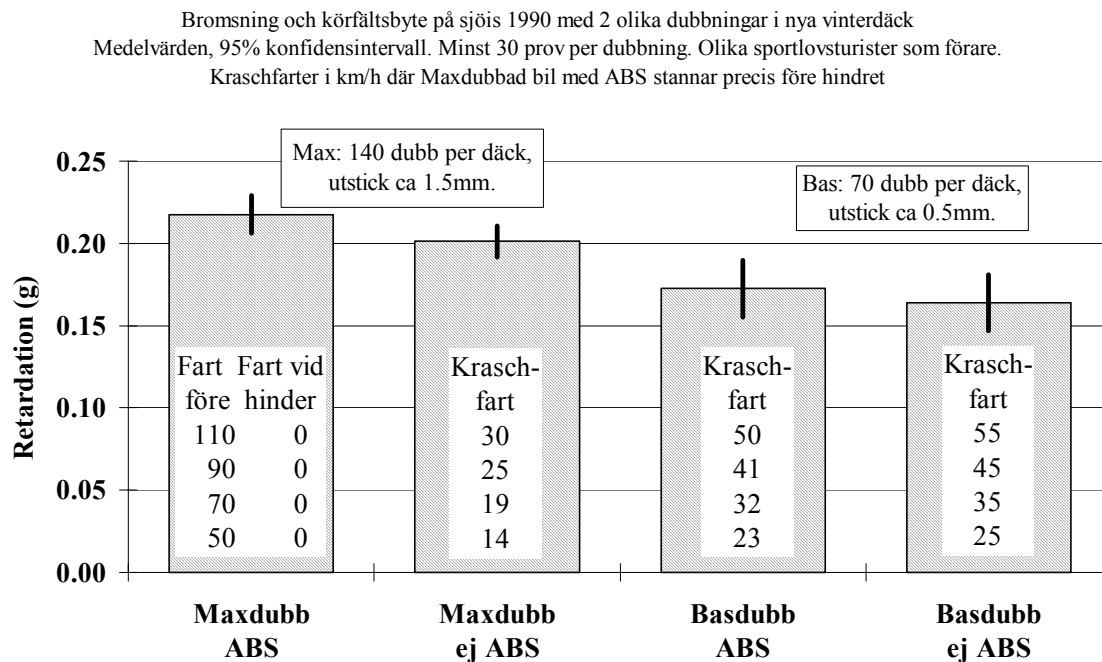
Kunskapsbehovet understryks också av de schablonmässiga och endimensionella testresultat som ibland redovisas i massmedia. Det är inte ovanligt att säkerhet anges med ett enda mått (ej allmängiltigt), som dessutom kan vara baserat på subjektiva bedömningar av vältränade testförare med helt annan körteknik än genomsnittsföraren (irrelevant).

Även rent objektiva mått kan dock blända och vilseleda t.o.m. garvade motorjournalister till förhastade generaliseringar. Exempelvis hade Dagens Nyheter 940913 en sju-spaltig rubrik "Dåliga bromsar på nya Saab 900", som byggde på rakbromstester med överlastad bakaxel. Hade inbromsningarna kombinerats med väjningsmanövrer kanske Saab varit den enda bilen, som inte ställt sig på tvären. Saabs ABS-bromsar har nämligen en slip- och kraftfördelning mellan fram- och bakhjul, som prioriterar stabilitet framför retardationsförmåga och korta bromssträckor.

Ett annat problem med testresultat är spridningen. I massmedia framgår sällan hur stora konfidensintervallen är. Man kan därför befara att många rangordningar i bromssträckor o dyl är baserade på slumpmässiga skillnader, som skulle bli omvända om testerna upprepades.

Men även vetenskapliga testrapporter med tydligt redovisade konfidensintervall kan vara bedrägliga, när provningsförhållandena inte har varierats tillräckligt. Däcktester kan ge helt olika rangordningar när de genomförs t ex på polerad is jämfört med på snömodd. Här finns skäl att varna för övertolkningar av skillnaderna mellan olika fabrikat från maskintesterna på is av Nordström & Gustavsson (1995). Eftersom inga konfidensintervall redovisas kan man inte ens avgöra vilka skillnader som skulle stå sig vid upprepade tester i samma maskin. Ännu svårare är det att bedöma vad som händer med skillnader och rangordning när däcken monterats på riktiga bilar och körs i två à tre gånger så hög fart på en normalskrovlig väg med snödam, gropar och partiklar som separerar delar av slitbanan från den fasta isen.

Liknande problem finns när man testar inverkan av ABS. Min egen rapport (Strandberg, 1991b) från de så kallade H90-testerna (Hemsjön 1990) baseras på tester under mycket varierande förhållanden (med 51 förare som körde med 4 olika däckkombinationer på två olika bilar under tre veckors naturliga vädervariationer). Retardationsmedelvärdena och deras konfidensintervall redovisas också, se Figur 1. Där kan konfidensintervallens överlappning för de basdubbade däcken tolkas som om bromsförmågan var klart bättre med ABS enbart med maxdubbing. Men om samma testdata utvärderades parvis, blev intervallen mindre, så att ABS-förbättringen kunde anses statistiskt säkerställd oavsett däcktyp. Skillnaden i antalet avvinkningar (30st i 208 tester utan ABS, men enbart 1st i 208 tester med ABS) ter sig också 'signifikant' - både statistiskt och praktiskt.



Figur 1. Retardationsmedelvärden (och konfidensintervall) över minst 30 normalförare vid bromsning på Hem-sjöns is 1990 med Volvo 440 och 740. Data från Strandberg (1991b). Kraschfarter enligt avsnitt 2.9.

Då trodde jag inte det skulle ha så stor betydelse att alla tester gjordes på plan sjöis, där bilarna länge höll rak kurs även om hjulen var låsta. Men S95-projektets resultat tyder nu på att ABS-förbättringen i H90-testerna var mindre än vad den skulle ha blivit på ett ojämnare och mer vägliknande underlag - så länge vi talar enbart om isväglag. Samtidigt kan retardationsökningen ha varit överskattad i förhållande till lössnöväglag, där ett ABS-reglerat hjul 'surfar' ovanpå snön, i stället för att gräva ner sig till bättre grepp så som det låsta hjulet gör.

Alla förbehåll här ovan kanske förefaller förvirrande. I så fall tycker jag att avsnittet ger en riktig bild av riskpanoramats mångfald och komplexitet.

1.2. Mål: tydliggör variationerna, så föraren kan hålla tillräckliga marginaler.

För att inte provresultaten ska ge bilförare och trafikanter ett falskt intryck av entydighet bör alltså förhållandena varieras. Som flera från däckbranschen påtalade vid ett planeringsseminarium (se VETA Prolog 940829) syndade jag emot detta i körtesterna på konstis året dessförinnan. Det var därför önskvärt att resultaten från de Skyltfondsfinansierade testerna i VTIs däckprovningssmaskin (Nordström & Gustavsson, 1995) kunde kompletteras med resultat från andra underlag än slät is. Även om detta gör bilden mer komplicerad, så är mångsidigheten nödvändig för att den enskilde trafikanten ska kunna väga samman resultaten och göra dem tillämpbara på hans eller hennes egen situation.

För trafiksäkerheten är det också viktigt att tydliggöra hur mycket bilegenskaperna och genomsnittsförarens körförmåga varierar inom och mellan olika typer av bromsar eller däck. Som framgår i VETA Dialog nr 1 (Strandberg, 1994, kapitel 3) kan denna riskvariation vara en praktiskt mer användbar förklaring till negativa resultat än den så kallade riskkompensationsteorin, se t.ex. Wilde (1982).

När man inte får några tydliga effekter vid (medicinska) test säger man att **resultatet är negativt**. Men självfallet får man därför inte dra slutsatsen att effekter saknas. Det är en viktig vetenskaplig princip, som borde gälla inom trafiksäkerhetsområdet likaväl som inom epidemiologin, se Stöttrup Hansen m.fl. (1990). Tyvärr finns flera exempel på motsatsen, se t.ex. SOU 1991:39, sid 67.

Sådana negativa resultat (av tekniska och pedagogiska säkerhetsåtgärder) har tolkats som om bilförare inte vill köra säkrare. För min del tror jag att det snarare handlar om att vi som bilförare inte är medvetna om riskernas mångfald. Om en förare inte vet hur mycket köregenskaperna varierar, är det ganska naturligt att hon eller han lätt kan överraskas, så att en normal trafiksituation övergår till en kritisk.

Ett mål i detta projekt har därför varit att uppskatta hur stora tidsluckor som behövs på vinterväglag i en fordonskolonn med rimliga och tillåtna skillnader i bromsförmåga.

1.3. Däckens inverkan på olycksrisken

Under lång tid har dubbarnas väglitage och deras effekt på trafiksäkerheten diskuterats. Flera gånger har man försökt uppdatera den analys av olyckor och körsträckor från perioden 16/1-15/3 1973, som avrapporterades av Carlsson (1975) och av Roosmark m.fl. (1976). En ekonomisk värdering av Tjällgren m.fl. (1981) visade att det

var enbart under perioden 16-30 april, och då bara i södra Sverige, som dubbarna kostade mera i vägslitage än vad de sparade genom färre olyckor.

År 1988 förlängdes ändå dubbdäcksförbudet från fem månader (maj-september) till 6 à 7 månader (påsk-oktober). Visserligen var (och är!) det formellt tillåtet att då använda dubbdäck, om vinterväglag "råder eller befaras" enligt TSVs föreskrifter (det påminde jag om på Dagens Nyheters Debattsida 1988-09-29 med följande farhåga). Men "i praktiken kommer många hyr-, tjänste- och privatbilar att gå odubbade mot ansvarsställande bilägares vilja".

De följande åren utvecklades både lättdubbar och slitstarkare vägbeläggningar. Enligt vad jag har hört sägas ansåg därför flera av Vägverkets specialister att dubbantal och -utstick inte behövde minska, om man bara använde lättdubbar. När detta ändå kom på tal varnade däckspecialister för att väggreppet minskar brant med minskande dubbutstick från drygt ca 1.2 mm och nedåt. Trots detta minskades det maximalt tillåtna dubbantalet och utsticksgränsen sänktes från 1.5 till 1.2 mm av Trafiksäkerhetsverket (1992).

Den stora inverkan på väggreppet av dubbantal och -utstick framgick tydligt i de bromstester som 52 förare gjorde på sjöis 1990 med exakt likadana däck och olika dubbnig (se Strandberg, 1991, sid 15). Trots att väglags- och förarvariationen var av samma karaktär som nu i S95-projektet blev skillnaden i medelretardation signifikant. Med ABS inkopplat gav de basdubbade däcken en medelretardation på 0.18g vilket var ca 80% av de maxdubbade däckens 0.22g. Se Figur 1.

För att få mer tillförlitliga riskdata och slippa gå tillbaka till 1973 års data flera gånger, föreslog jag att vi vid VTI skulle pröva en epidemiologisk metod under den då följande vintern. (Kontrollgruppsstudie skulle vi kunna kalla metoden för på svenska, men det medför risk för missförstånd. I engelskspråkig litteratur skriver man Case-Control Studies, CCS.)

Östgötapolisen ställde upp med kort varsel och samlade in data från ett 90-tal olycksplatser om både inblandade (case) och förbipasserande (control) bilar. Om andelen bilar med dubbdäck är tillräckligt olika i dessa två grupper kan man beräkna hur mycket olycksrisken påverkas av dubbdäcken. Finansiellt stöd erhöles till VTI från TransportForskningsBeredningen, TFB, (numera KommunikationsForskningsBeredningen, KFB).

En finess med denna metod är att både olycks- och kontrollgruppens bilar är utsatta för samma risker i väg- och trafikmiljön (de är ju samtidigt på samma plats). Här är detta mycket viktigt, eftersom trafikens dubbdäcksandel är större när och där det är halt. Det framgick så småningom även av utvärderingens siffror. Efter matematisk utveckling av Junghard (1989) tillämpade vi epidemiologins analysmetoder på Östgötapolisens data och döpte metoden till **SOKRATES** (Samtidig Olycks- och KontrollgruppsRegistrering Av Trafikant- och fordonEgenSkaper). I rapporten (Strandberg, 1991) pläderar jag för liknande studier i större skala tillsammans med polisen:

"Den enskilde polisens professionella rutin, kriserfarenhet och förmåga att skilja mellan uppsåtligt våld och normalmänskligt beteende i trafiken är av stort värde för att denna undersökningsmetod från epidemiologin ska kunna tillämpas på trafikolyckor. Skickliga poliser kan tillförsäkra fältarbetet en objektivitet och hänsyn till de inblandade personerna, som liknar sjuk- och hälsovårdens vid datainsamlingen för epidemiologiska studier. Trots att de måste vara beredda att blixtinkallas till misshandel och bråk, så har de medverkande poliserna i pilotprojektet stannat på olycksplatsen och hämtat in extra upplysningar från både olycksinblandade och förbipasserande ekipage. Sådana insikter i polisens kapacitet och arbetsförhållanden hade jag inte innan projektet påbörjades. Därför rekommenderar jag varmt personlig kontakt med aktiva poliser, när man som forskare försöker avgöra vilka data, som kan samlas in i framtida studier av detta slag."

Arbetet med att skatta dubbdäckens säkerhetseffekt fortsatte för Vägverkets räkning och övertogs av en annan forskargrupp vid VTI. Emellertid valde de en annan metod, utan den nämnda 'finessen' att ta kontrolldata från olycksplatsen med hjälp av polisen. I deras rapport (Öberg med flera, 1993, sid 4) refereras SOKRATES-rapporten enligt följande:

"Under vintern 1988/89 gjordes en smärre Case-control-studie (23) där polisen vid en olycka skrev upp bilnummer på fem fordon som passerade olycksplatsen. Dessa tillfrågades senare om bl.a. däckutrustning. Antalet personbilar inblandade i olycka var vid barmark 67 stycken och vid is/snö 30. Antalet kontrollfordon var vid barmark 274 stycken varav 75% använde dubbdäck och vid is/snö 126 stycken varav 82% använde dubbdäck. Olycksrisken vid barmark var 1.5 gånger (50%) större med dubbdäck och vid is/snö var olycksrisken 1.9 gånger (90%) större utan dubbdäck. Resultaten är ej signifikant skilda från noll." (referensnumret 23 motsvarar här Strandberg, 1991a)

Formuleringarna ger intryck av att SOKRATES-försöket hade syftat till att få fram signifikanta resultat och därför var misslyckat. Inget nämns om att det var en metodstudie med mycket lovande erfarenheter. Polisens välvilliga och lyckade arbete med att stoppa förbipasserande bilar nämns inte heller. Läsaren och uppdragsgivaren (Vägverket) får därför ingen chans att uppfatta SOKRATES-metodens potential för att bestämma hur olycksrisken påverkas av dubbdäck - och av många andra faktorer hos fordon och förare.

Dessutom har resultaten (risksiffrorna i min rapport) presenterats i andra sammanhang som om de vore något mera än räkneexempel. I en färggrann overheadbild som jag råkade se på VTI fanns de ovannämnda procentsiffrorna under rubriken "Sverige 88/89 Dubbdäck Sommardäck". Jag beklagar att jag inte lyckats bättre på VTI att klargöra SOKRATES-försökets syfte och begränsningar, och därför nu måste ifrågasätta den sakliga hanteringen. Eftersom sådan kritik ingår i den normala vetenskapliga processen utgår jag från att ingen tar

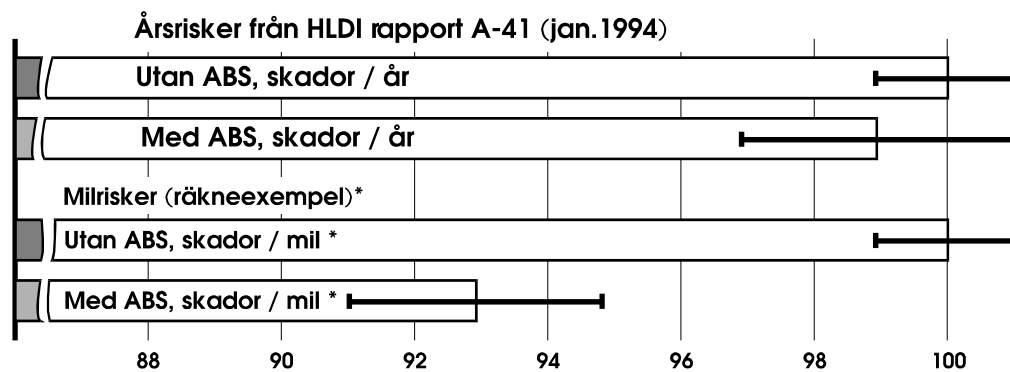
det personligt. Vi gör ju alla våra fel (det lär jag väl visa för egen del i denna rapport, även om jag ännu inte har upptäckt mina klavertramp).

1.4. Olycksrisker med låsningsfria bromsar

Vid Stockholms bilsalong 1994 påstods att ABS-bromsar inte minskar olycksrisken. Ett amerikanskt försäkringsinstitut (HLDI) hade jämfört skadeanmälningarna per år. Men om skadorna i stället relateras till körsträckan, talar data tydligt för ABS. Med svenska mittal blir risken nästan 10% lägre för ABS-bilarna.

Trots att ABS-bilarna (som var en årsmodell yngre) torde ha längre årliga körsträckor än bilarna utan ABS i HLDI-studien, nämner HLDI (1994) enbart årsrisker. I VETA Dialog nr.1 (Strandberg, 1994 i referenslistan) framgår att årsmodellsskillnaden kan leda till att ABS egentligen har signifikant lägre skaderisk (skador per mittal) i flertalet av HLDIs jämförelser, som baseras enbart på skador per år. Ett exempel visas i Figur 2.

För försäkringsbolagen kanske ABS inte är lönsamt, eftersom premieintäkterna inte är proportionella mot mil-talen. Detta borde dock inte leda till sådana generaliseringar som man återfinner i HLDI-rapportens sammanfattning (med reservation för mina eventuella felöversättningar): *“Jämförelserna ger inga belägg för att införandet av antilåsbromsar som standardutrustning skulle minska förlusterna genom kollision- eller egendomsskador från verkliga trafikolyckor”*.



Figur 2 Skador per år eller per mittal i procent av värdet för bilarna utan ABS. Risker och 95% konfidensintervall.

Överst: Skador per försäkringsår utan ABS (medelvärde över tre år med årsmodell 1991) och med ABS (medelvärde över två år med årsmodell 1992). Data för Chevrolet Cavalier / Pontiac Sunbird, hela USA, året runt enligt HLDI (1994).

Nederst: Skador per mittal. Årsrisken med ABS enligt ovan reducerad för större mittal. Räkneexempel* med svenska körsträckedata från Möller (1989).

Ett liknande intryck fick jag nyligen av en senare amerikansk rapport från en annan 'oberoende' instans, nämligen NHTSA (USAs trafiksäkerhetsverk). Där skjuter Hertz med flera (1995) fram några undergruppers procenttal, som är ofördelaktiga för ABS, trots att det totala antalet olycksbilar (crash cars) är tusentals färre med ABS (20000) än vad man kan förvänta sig av ett slumpmässigt utfall (21000 olycksbilar). Om min hastiga Chi2-analys är korrekt, så är skillnaden i NHTSAs egna data statistiskt signifikant med extremt god marginal. Ändå står det i rapporten på sid v: *“Således bedömer NHTSA att olycksreduktionen hittills med ABS har varit liten eller ingen alls. NHTSAs slutsats är konsistent med den olycksanalys, som publicerats av HLDI i januari 1994”* (fritt översatt från Hertz med flera, 1995).

Det är svårt för mig att förstå varför HLDI och nu även NHTSA tonar ned fördelarna med ABS på detta nästan bedrägliga sätt. Har jag missat eller feltolkat något? Visserligen finns problem med ABS på vissa väglag, styrbarheten kan leda till sladdar och instabilitet i vissa situationer och förarnas invanda reaktioner med konventionella bromsar gör att vi ännu inte uppnått största möjliga nytta av ABS. Men därför behöver man väl inte förtiga att de risktal, som man normalt räknar med, är fördelaktiga för ABS.

1.5. Låt oss sätta siffror på olycksrisker med beprövad epidemiologisk metod!

Avsnitten 1.3&1.4 ger ytterligare skäl för mig att genom VETA ta upp SOKRATES-metoden (beskriven i avsnitt 1.3) som verktyg att bringa större klarhet i hur mycket olycksrisken påverkas av olika förare- och fordonsfaktorer - åtminstone dubbdäck och ABS-bromsar. Välkommen med synpunkter, gärna per E-mail direkt:

lennart.strandberg@mailbox.swipnet.se (byts snart mot lennart.strandberg@veta.se)

eller via min hemsida på Internet:

<http://www.geopages.com/Athens/1944/>

2. Metod

2.1. Körscheman och däck

Datainsamlingen för S95-projektet genomfördes planenligt på flygfältet i Rörbäcksnäs. I 31 halvdagspass har 93 olika förare bromsat fyra (4) mätbilar med olika däck från landsvägsfart till stopp på rakbanor med olika vinterväglag. Inbromsningarna upprepadades (2ggr) med ABS in- och urkopplat. Normalt genomfördes testerna på tre (3) banor, så att varje förare körde 24 gånger ($4 \times 2 \times 3$) med mätbilarna, som var av typen Volvo 850.

Ordningföljden för banor och däck i testpassen följde scheman, som var parvis antisymmetriska. Eftersom ett udda antal (tre) förare deltog i varje pass, kunde inte ordningseffekter för däcken jämnas ut inom ett enda pass. Turordningen för de fyra däcktyperna speglades alltså så att deras 'dos' av ovana/trötthet hos förarna jämnades ut först efter två parade pass. Dessutom försökte vi dubblera och skifta dessa ordningföljder så att för- och eftermiddag förekom lika många gånger i varje permutationsschema. Man kan ju befara att dagsmeja och frost påverkar väglaget i motsatt tidsordning under passen före respektive efter lunchtid.

I pass nr 1-15 (etapp **a**), 16-25 (etapp **b**) och 26-31 (etapp **c**) var följande däcktyper monterade på de fyra mätbilarna:

- a1)** Nya sommardäck - **referens (id-nummer 18** i vissa figurer);
- a2)** Nya friktionsdäck tillverkade i Asien (id 68);
- a3)** Nya dubbdäck utan dubb (id 78, betecknas ibland **nolldubbdäck**);
- a4)** Nya dubbdäck, samma märke som a3 men med max tillåtet antal dubb (id 88).
- b1)** Nya sommardäck - **referens** samma som a1 (id 18);
- b2)** Begagnade friktionsdäck ca 5 år gamla, mönsterdjup ca 5 mm (id 45);
- b3)** Begagnade sommardäck ca 5 år, mönsterdjup 3 à 5 mm (id 13);
- b4)** Nya dubbdäck, annat fabrikat än a4 men också med max antal dubb (id 98).
- c1)** Nya sommardäck - **referens** samma som a1 (id 18);
- c2)** Nya friktionsdäck tillverkade i Europa (id 58);
- c3)** Begagnade dubbdäck ca 5 år, mönsterdjup ca 5 mm (id 85);
- c4)** Nya dubbdäck - samma som b4 (id 98).

Mönsterdjupen uppmättes till 10 mm på de nya vinterdäcken (a2, a3, a4, b4, c2). Eftersom nya sommardäck i allmänhet har ca 8 mm mönsterdjup, kan man schablonmässigt säga att halva mönsterdjupet återstod på de begagnade däcken (b2, b3, c3). Detta innebär dock ej att däcken kan kallas halvslitna eller 50%-iga. Mönsterdjupet måste ju vara minst 1.6 mm enligt TSV (1992, 2.5), se också Nationalencyklopedin (mönsterdjup, slicks, slitagevarnare, moddplaning).

Utsticket för varje enskild dubb på de nya däcken a4, b4/c4 uppmättes både före och efter testerna. Genom att samhörande värden finns för varje dubb, torde utstickets förändring under respektive etapp kunna skattas med ganska god precision. Men en sådan utvärdering av utstickets inverkan kräver resurser, som inte inrymdes i budgeten. De utstick som uppmättes efter avslutade tester, redovisas ändå i Tabell 1 (även för de begagnade dubbdäcken c3).

Tabell 1. Dubbantal och -utstick efter avslutade tester. Uppmätt inomhus med datoransluten utrustning och registrerat i Excel kalkylark av Sven-Åke Lindén.

Däck	Dubbantal. Genomsnitt per däck	Utsticksmedelvärde över fyra däck (mm)	Utstickets std.avv. över fyra däck (mm)
a4) Nya dubbdäck med max antal och standardutstick före testerna. Id-nummer 88.	105 (=419/4)	1.6	0.15
b4/c4) Nya dubbdäck av annat fabrikat. Max antal och standardutstick före testerna. Id-nummer 98.	110 (=439/4)	1.8	0.21
c3) Begagnade dubbdäck. Id-nummer 85.	105 (=420/4)	1.1	0.22

Före och efter de ovannämnda mätbilstesterna körde försökspersonerna sin **egenbil** en gång på samma sätt. Med egenbil avses normalt den bil som förarna själva körde till testplatsen. De förare som inte hade någon sådan 'egen' bil fick då låna någon av de övriga bilar förutom mätbilarna, som vi hade tillgång till. Oavsett deras egentliga däckutrustning kördes alla dessa egenbilar som om de hade dubbdäck, d.v.s. ej på körbana B (se avsnitt 2.4).

2.2. Protokoll

I mätbilarna, trafikledarhytten och på testbanan kunde vi tala med varandra genom små bärbara kommunikationsradioapparater. I varje mätbil satt på passagerarplats en av våra instruktörer med uppgift att sköta radiosamband, att ge order och hjälp till föraren samt att fylla i det s.k. förarprotokollet.

Data från testerna skrevs in manuellt i två typer av protokoll. I trafikledarhytten fördes ett **passprotokoll** som innehåller alla basdata nödvändiga för utvärderingen i denna rapport. Se exempel i VETA Prolog 950821, sid 13-15. I **testbilarna** (avser både Volvos **mätbilar** och **egenbilarna** som förarna själva körde till testplatsen) skrevs några av passprotokollets uppgifter in även av instruktören. Detta så kallade **förarprotokoll** (liksom en och samma instruktör) följde föraren mellan de olika bilarna. Enbart i förarprotokollet finns uppgifter om hur föraren styrde och bromsade. I väntetiderna fyllde instruktören också i förarens svar på frågor om ålder, körvana, etc.

Tekniska data om egenbilarna och deras däck noterades i separata protokoll, som inte utnyttjats i denna rapport. Vi videofilmade också både egenbilarnas däck och körbanorna (utom vid några tillfällen när vädret eller krångel med utrustningen tvingade oss att prioritera andra arbetsuppgifter). Luftens temperatur och luftfuktighet registrerades automatiskt var 10:e minut.

2.3. Mätbilar och ABS-omkopplingar

Volvo Personvagnar AB tillhandahöll 6st (framhjulsdrevna) Volvo 850 av 1992 års modell. Samtliga hade 5-stegad manuell växellåda. På instrumentpanelen fanns en omkopplare där ABS-funktionen kunde kopplas in eller ur. Den ordinarie varningslampan lyste då ABS var urkopplat (vilket ibland förvirrade - lampan lyser ju med texten ABS).

Innan de levererades till Rörbäcksnäs hade AB Volvo justerat bromsarna, så att skillnader mellan bilarna skulle minimeras. För att ha viss kontroll över detta (och undvika att bilskillnader tolkas som däckskillnader) flyttade vi hjulen med referensdäck mellan olika bilar vid några tillfällen.

Fyra av dessa sex bilar användes i testerna som så kallade **mätbilar**, d.v.s. med de däck som nämndes i avsnitt 2.1. De två resterande 850:orna fungerade ibland som egenbilar och för speciella studier av förarbetendet på split-underlag (som simulerades genom rallydubbade däck på ena sidan och slitna sommardäck på den andra). Ibland fick någon av dessa två bilar gå in som mätbil av nyssnämnda skäl.

I etapp b&c (pass 16-31) användes 'split-bilen' som mätbil (nr.4 med nya dubbdäck). Den hade utrustats med pedalkraftgivare och en videokamera, som filmade både rattens läge och pedalkraftvärdet (visades digitalt och analogt med instrument monterade på panelen under den inre backspegeln). Dessa mätningar beställdes av Volvo Personvagnar AB och gör det möjligt att senare utvärdera bl.a. om genomsnittsförarens pedalkraft var olika med och utan ABS. Den borde vara större med ABS, åtminstone efter den instruktion som förarna fick i halvtidspaus (se avsnitt 2.5).

2.4. Testbanor

Flygfältets rullbana hade en yta av grus under snön, som hade plogats på hela längden (ca 800m) och på en bredd av 20 à 25m. Bromstesterna och mätningarna gjordes (från söder till norr) på en markerad del av rullbanan, som var 180m lång. Testområdet föregicks i södra banänden av en accelerationssträcka, som var ca 500m lång med svagt motlut men oftast med klart bättre väggrepp än i de markerade körbanorna.

I norra banänden efter testbanorna fanns gott om utrymme att få stopp, om det inte hade lyckats inom det uppmärkta området. Där var emellertid underlaget annorlunda. Bromssträckor större än 180 à 190m har alltså inte tagits med i analysen. Väster om de sista 50 metrarna av de markerade körbanorna fanns infarten och trafikledarhytten (i en husbil, ibland benämnd 'bussen').

Testområdet delades in i tre helt raka körbanor, som betecknas C, B, A angivet från öster till väster (i Y-riktningen enligt definitionen av koordinatsystemet nedan). I sidled begränsades banorna av plaströr och koner, som placerades ut parvis med 10-metersintervall i körriktningen.

På testområdets yta anges läget i syd-nordlig riktning med en **X-koordinat** ($X=0$ meter till $X=180$ meter).

Läget i ost-västlig riktning anges med en **Y-koordinat**, där östra körbanans (C) östra kant har värdet $Y=0$.

Likadant anges körbanornas nivå vertikalt (nedifrån och uppåt) med en **Z-koordinat**.

Den östra (högra) kanten på bana C låg lägst och får därför vara **origo i koordinatsystemet XYZ** ($X=Y=Z=0$).

Någon vecka före testerna bevattnades banorna B och C. Isytan underhölls mellan försökspassen, så att uppslitna grusfläckar åter täcktes med is. Vi avstod också från att köra på banorna B och C innan vi hunnit ploga och sopa bort snön eller när det snöade kraftigt under pågående pass (därför har passen 5,6,11,18,19 uteslutits från denna utvärdering, se avsnitt 2.8). Banorna B&C var avspärrade mellan passen och användes endast för bromstester i ordinarie körriktning (från söder till norr).

Bana C representerade dubbruggat isväglag. Därför kördes alla bilar på bana C oavsett om däcken var dubbade eller ej. För att inte rivspåren efter låsta dubbhjul skulle försämra greppet för dubbarna i efterföljande tester bevattnades (med handburen kanna) de djupaste spåren mellan passen. Vi flyttade också banan i sidled vid några tillfällen för att komma bort från färsk rivspår. Efter snöfall (eller avåknningar med sprut från vallen vid testområdets östra/högra kant) sopades banan med traktorburen borstcylinder, så att inte snö fastnade på isen.

Bana B representerade dubbfritt-polerat isväglag. Här tilläts ingen trafik med dubbdäck. Därigenom ville vi efterlikna det underlag som man torde få vid ett dubbdäcksförbud och kunna jämföra resultaten mellan bana A och B. För att inte överskatta dubbrivningens inverkan lade vi denna körbana i mitten av testområdet, där sidolutningen

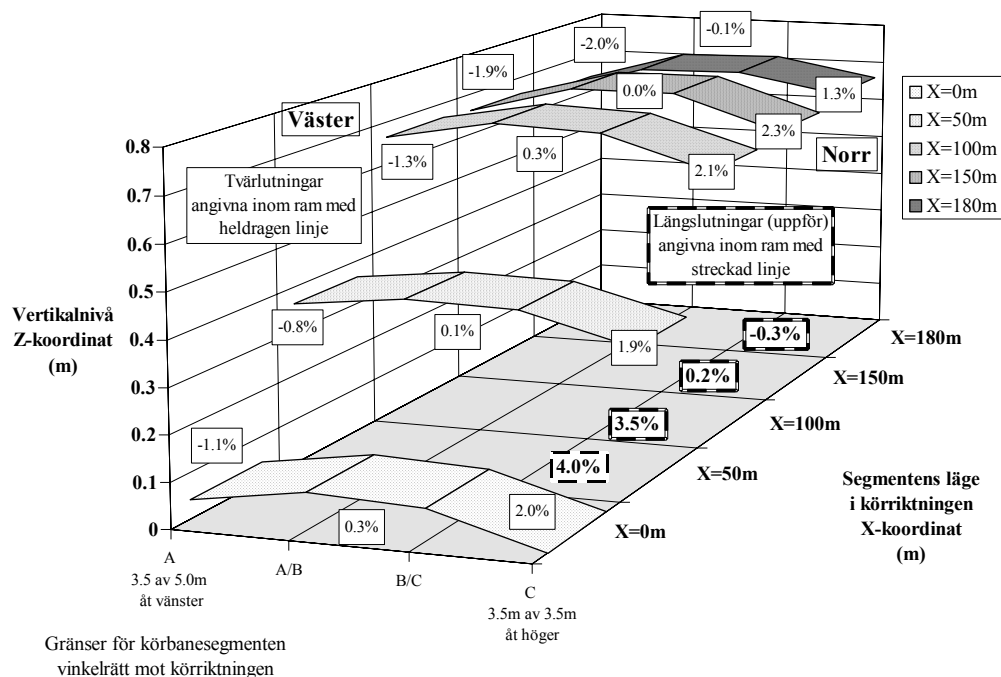
var minst, se Figur 3. Om bana C gav bättre bromsförmåga skulle detta alltså vara trots (och inte tack vare) den större sidolutningen jämfört med bana B. Även bana B flyttades i sidled några gånger, för att inte vi skulle slita hål på isen när dagsmejan var stark. Liksom bana C sopades isytan, så att inte snö fastnade på isen.

Bana A representerade varierande vinterväglag. Denna bana plogades endast efter större snömängder, men sopades inte. Förutom till ordinarie bromstester i syd-nordlig riktning användes bana A också för all återfärd och för alla transporter under och mellan passen.

Till en början var alla tre körbanorna uppmärkta på samma sätt var tionde meter med **mittringar** (däck till små 'skottkärrehjul' med en yttre diameter på ca 0.2m) mitt emellan de plaströr som var kantmarkeringar och gav bredden 3.5 m. Mittringarna fick inte köras på med testbilarna utan att det protokollfördes som en kursavvikelse ($Ka=2$ enligt avsnitt 2.6). De begränsade därför den tillåtna avdriften striktare än plaströren i banans höger- och vänsterkant.

När det inte föll snö blev körbana A snabbt hårdpackad med spår som påminde mycket om körbana C. Därför ökade vi bredden på bana A från 3.5 till 5.0 m från och med pass nr 12. Samtidigt togs mittringarna bort och körinstruktionen till förarna i halvtid (se avsnitt 2.5) kompletterades med rådet att styra bilen i sidled till bästa grepp före eller under inbromsningen.

Andelen bilar med dubbdäck och 'dubbrivningshistoriken' finns dokumenterad i protokollet. För att få några olika nivåer på dubbrivning att jämföra med bana B kördes mätbilarna med dubbdäck en extra omgång på bana C i vissa pass. Eftersom dubbdäcken inte fick trafikera bana B var det ju ändå nödvändigt (för att få rutinmässighet i körschemat) att köra motsvarande mätbilar på bana A eller C en extra omgång, d.v.s. två tester per förare - en med och en utan ABS. Dessa extraomgångar (som kördes efter de ordinarie) har inte tagits med i utvärderingen, eftersom de skulle ge data ett statistiskt beroende.



Figur 3. Körbanornas lutning i längs- (S-N) och tvärlädd (Ö-V). Schematiserad bild med teodolitmått interpolerade för körbana A (endast 3.5m åt öster/höger visas av dess hela 5.0m bredd). Här visas ej nivåskillnader i remsorna mellan banorna. X-koordinaten ej skalriktig mellan 150- och 180m-segmenten.

Testområdet lutade något med den södra ändens ($X=0m$) östra gräns ($Y=0$) som lägsta punkt. Se Figur 3.

För att i efterhand kunna avgöra hur mycket banornas väggrepp varierade mellan passen körde vi referenstester i pausen - eller direkt efter avslutningen (utom i några pass p.g.a. tidsbrist). Då ABS-bromsades bilen med referensdäck av en och samma förare (Sven-Åke Lindén). Referenstester gjordes normalt två gånger på varje bana i ordningen ABCCBA för att jämna ut ordningseffekter. I denna rapport har referenstesterna ej utnyttjats, men farldata och stopplägen finns protokollförda tillsammans med de ordinarie testerna.

2.5. Förare och körinstruktioner

Vi försökte värva testförare med 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. Vid planeringen hade

åtminstone inte jag tänkt på att skiftarbete är vanligt under turistsäsongen. Birgitta Rahm körde därför runt och 'raggade' (framgångsrikt) personligen bland ortsborna. Anslagen och 'billapparna' var utformade enligt Figur 4.

Köra säkrare på vinterväg

Hur hanterar Du bilen i nödsituationer ?

VETA, Box 1,
590 54 Sturefors

Nu har Du chansen att gratis prova på (låsningsfria) ABS-bromsar och olika däck. Klockan 9-12 eller 13-16 får Du provköra våra fem mätbilar (Volvo 850) och jämföra med Din egen. Vi bjuder på vinterbanor, testbilar och trevliga instruktörer från Sveriges Kvinnliga Bilkårens Riksförbund.

Hör av Dig snarast innan platserna tagit slut!
Anmälningar tas emot av Birgitta Rahm på tel. 010-67 80 416.

VÄLKOMMEN!

Lennart Strandberg, VETA Projektledare, professor i olycksfallsforskning	Sven-Åke Lindén, VTI Projektkoordinator, forskningsingenjör
---	--

Bakgrund till testerna

- Blandningen av bilar med och utan (låsningsfria) ABS-bromsar är ett säkerhetsproblem, som är svårt att greppa om man inte har känt på skillnaden i praktiken.
- Situationen är likartad för däckutrustningen. När dubbdäck, friktionsdäck och sommardäck blandas på vinterväglag blir t.ex. 3-sekundersregeln helt otillräcklig.

Dessa frågor belyser vi i körtester med bilförare, som finns i Sälen under sportlovsveckorna 1995. Projektet sätter siffror på problem och möjligheter, som genomsnittsbilisten har med olika bromssystem och däcktyper på olyckstypiska väglag.

Projektet finansieras av Skyltfonden vid Vägverket och genomförs i regi av VETA, som är en ideell förening för vetenskapligt intresserade trafikproffs. Folk från polisen, trafikskolorna, bil- och däckbranschen deltar och ger forskningens verklighetskontakt.

Figur 4. Inbjudan som anslogs och delades ut i Sälenområdet före och under sportlovsveckorna 1995.

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 trimmades 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 alla våra personkontakter i området.

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 har varken Sven-Åke Lindén eller jag medverkat som försökspersoner i de ordinarie testerna. Eftersom samtliga 17 instruktörer var kvinnor (varav flertalet bilkårist) kan man nog utgå från att jämförelser av resultaten mellan män och kvinnor i dessa tester inte är allmängiltiga.

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

När de tre förarna hade anlänt till testplatsen och flygklubbens stuga fick de infobladet enligt Figur 4 och tillfälle att läsa igenom det vid klubbstugans fikabord. Där gick jag muntligt igenom följande punkter under ca 15 minuter.

- 1) **Testernas syfte:** att sätta siffror på hur genomsnittsföraren klarar av att nödbromsa i landsvägsfart på vinterväglag 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. Har du några med dig, som inte själva ska köra, så får de gärna värma sig i klubbstugan eller titta på testerna på behörigt avstånd enligt banchefens order. Ni kan träffas under halvtidspausen, då du får pusta ut en stund här i klubbstugan.
- 4) Våra instruktörer är kvinnor och flertalet är bilkårister. De har var sin **kommunikationsradio** (walkie-talkie), där ni får körorder och kan ställa frågor. I trafikledarhytten och ute hos banchefen finns också com-radio-enheter. Alla går på samma kanal, så vi måste iaktta normal radiodisciplin.
- 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 nummerade 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 däcken** som sitter på mätbilarna eller om vilka resultat de tidigare har fått. Det måste du själv bilda dig en uppfattning om. Titta på däcken 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 däcken på din egen bil** och notera årsmodell m.m. Det gör vi för 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 orange färgade 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 inkörporten.
- 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 **bredda 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 körorden 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.

Ingen utanför testlaget fick veta att vi mätte farten även på tillbakavägen, se avsnitt 2.6.

23) Allt deltagande här sker **på egen risk**. Det har vårt försäkringsbolag bett mig att poängtera.

I halvtidspausen frågade jag hur förarna hade upplevt däck och ABS-funktionen. Sedan gav jag följande tips till alla, oavsett hur mycket de visste eller hade lyckats tidigare. (Här försöker jag kompensera bristen på verklig dialog öga mot öga med formuleringar, som är mer ordrika än vad mina genomgångar var i Rörbäcksnäs)

- a) Tyvärr gör ovana och okunnighet att många förare tappar bort en del av fördelarna med ABS. Många sanna berättelser finns om förare som trott att det blivit fel på bilen när ABS-slamret började. Slamrar det om pedalen i en nödbromsning ska man bara stampa ned den ännu hårdare så att alla hjul bromsar maximalt. ABS-regleringen hörs och känns ju så snart ett enda däck håller på att tappa greppet. Övriga hjul kan då ha mycket kvar att ge om du bara trampar hårdare. På förarkurser med ABS brukar man säga att eleverna ska gå haltande därifrån av trötthet i högerbenet.
- b) När man inte har ABS, är den så kallade pumpbromsningen ett vanligt sätt att skänka bort bromsförmåga. Det gör du om du trampar på pedalen ungefär som när du stampar takten till musik. Då är hjulen helt obromsade under en stor del av tiden. Och när du bromsar, så står hjulen stilla i stället för att snurra med lagom eftersläpning (så kallat optimalt slip, som ABS-regleringen ordnar).

På vinterväglag är det väldigt svårt att dosera pedalkraften till optimalt slip. Ofta är det helt enkelt omöjligt med en enda bromspedal, eftersom de fyra hjulen har olika grepp. Därför kan du vinna mycket i bromsförmåga, om du står kvar hårt på pedalen (liksom med ABS) och låser alla hjul. Men då måste du släppa pedalen och styra bilen rätt innan den kommit för mycket ur kurs. Sedan pang på pedalen igen tills det är dags för nästa kurskorrektur.

I en verklig nödsituation på vägen med mötande trafik och hårda hinder bredvid vägen kan den här metoden bli livsfarlig. Kan du då inte få hejd på bilen utan att låsa alla hjul, är det kanske bättre att bromsa så länge det går med bara framhjulen låsta och sedan släppa bromsen för att styra undan den farligaste kollisionen. Moderna personbilar utan ABS (om de kan kallas moderna) är ju konstruerade så att framhjulen ska låsa före bakhjulen. Bilen behåller då kursstabiliteten, och du riskerar inte att sladda på tvären och krocka med sidan mot hindret.

- c) När du har kontroll över bilens kurs får du givetvis styra den i sidled till ett spår med bättre grepp. Det gäller i en verklig nödsituation och det gäller här. Speciellt på bana A utan mittmarkeringar och med 5 meters bredd kan det påverka bromsförmågan ordentligt. Gjorde du det inte före paus, så sätt igång nu!
- d) Även om det är svårare att kontrollera sidoläget utan ABS, så kan du då ha extra mycket att vinna på att styra till lössnön som finns på bana A i varierande mängd. Ett låst hjul gräver ju ned sig i snön till fastare underlag och får extra bromskrafter från den snökil som bildas framför hjulet. Här surfar det ABS-reglerade hjulet ovanpå snön, så att bromsförmågan kan bli betydligt sämre än om hjulet slutat snurra. Det gäller också på lösgrus och på vissa vinterväglag, där isen eller snön är så lös och tunn att den kan sopas bort av den främre delen på däckets kontaktyta när hjulet är blockerat. Den bakre delen får då direkt kontakt med fastare mark under isskiktet.

Några förare fick särskilda förklaringar, om instruktören hade observerat före pausen att det behövdes.

Exempelvis hade en förare (med ABS på egenbil) nyligen skadats som passagerare i en sladdolycka. I testerna före paus vågade hon inte bromsa ens så hårt att ABS-regleringen trädde i funktion. Men när hon körde från testplatsen föreföll hon väl lämpad att ta över ratten från sin pojkvän, som hade kört olycksbilen.

2.6. Mätningar och registrerade observationer från själva körningen

Farten uppmättes med stationära ljusriddåer på 1-3 ställen under inbromsningen. Ljusriddåerna ingick i tre datoriserade så kallade PTA (Portabel TrafikAnalysator), som hanterades av Sven-Åke Lindén, VTI. Bilens stoppläge noterades av personal som fanns i trafikledarbåset - efter samråd via kommunikationsradio med dem som stod invid banan och ibland med instruktören i bilen. Stoppläget (X -koordinaten i hela meter) bestämdes genom syftning mellan banmarkeringarna, som var utplacerade med 10 meters mellanrum.

Utifrån dessa rådata kan medelretardationen beräknas på minst ett sätt. Direkt efter några pass kontrollerade vi överensstämmelsen mellan de olika beräkningssätten - med tester som hade givit mer än ett fartvärde. Till grund för utvärderingen ligger medianvärdet av de retardationer som kunde beräknas för respektive test. Se avsnitt 2.7.

I protokollen noterades kursavvikelse (Ka) enligt en fyrgradig skala (0,1,2,3). En 3:a angavs om mer än två hjul var på fel sida om banmarkeringarna - då hade bilen lämnat körbanan. En 2:a registrerades om en eller flera markeringar kördes på utan att bilen körde av banan. Kurskorrigering rattaktivitet klassades med 1 (av instruktören i bilen). Annars noterades $Ka=0$. Skillnaden mellan $Ka=0$ och $Ka=1$ är i hög grad subjektiv. Man kan också befara att vissa observatörer (kanske omedvetet) tänjer gränsen mellan 2:a och 3:a för att gynna eller missgynna ABS och någon däcktyp. Däremot är gränsen mellan en 0-1:a och en 2-3:a tämligen knivskarp och objektiv. Har någon banmarkering rubbats eller passerats på fel sida, så är det en 2-3:a. Se avsnitten om kursavvikelse i kapitel 3.

Data har också samlats in från inbromsningar med förarnas egna bilar och farten har mätts på tillbakavägen utan att förarna har vetat om detta. Därigenom kan vi kontrollera om fartanspråket höjs eller inte med bra däck och

ABS-bromsar. Dessa mätningar rymdes dock ej i den förhandsuppgivna budgetramen och en eventuell utvärdering kräver ett finansiellt tillskott.

2.7. Beräkningar och mätdataanalyser

De tre fartgivarna (PTA= Portabel TrafikAnalysator) var utplacerade med centrum på avstånden $X_1=12.5\text{m}$, $X_2=53.5\text{m}$ respektive $X_3=103.5\text{m}$ efter banornas inkörspport. (Varje PTA har två ljusridåer på 5m avstånd från varandra. För PTA1 var alltså ljusridåernas koordinat $X_{11}=10\text{m}$ och $X_{12}=15\text{m}$). De uppmätta farterna betecknas v_1 , v_2 och v_3 respektive. I de tester där alla tre PTA fungerade och avgav giltiga värden kunde sex medelretardationer (betecknas d för deceleration i m/s^2) beräknas enligt följande

$$d_{12} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2S_{12}} \quad d_{13} = \frac{v_1^2 - v_3^2}{2S_{13}} \quad d_{23} = \frac{v_2^2 - v_3^2}{2S_{23}} \quad (1)$$

där S_{12} avser sträckan mellan fartgivarna 1 och 2, etc.

$$S_{ij} = X_j - X_i \quad (2)$$

$$d_{1S} = \frac{v_1^2}{2S_{1S}} \quad d_{2S} = \frac{v_2^2}{2S_{2S}} \quad d_{3S} = \frac{v_3^2}{2S_{3S}} \quad (3)$$

där S_{iS} är den sträcka som bilen tillryggalagt från PTA $_i$ till stoppläget (X_S)

$$S_{iS} = X_S - X_i + f_{mp} \quad (4)$$

I Ekv (4) är f_{mp} är vår uppskattning av avståndet från bilens mitt (mellan C-stolparna) till den del av fronten som först bröt PTA-givarnas ljustrålar. I protokollen noterades ju stoppläget X_S för bilens mitt enligt banpersonalens bedömning, medan fartdata avser frontens passage av fartgivarnas ljusridåer. För mätbilarna har samtliga beräkningar utgått från att $f_{mp} = 2.48\text{m}$.

På PTA-skärmen visades farten i tiondels kilometer per timme. För att minska felrisken skrevs farterna i rådata-protokollen som heltal med tiondels km/h i sista siffran (se exempel i VETA Prolog 950821, sid 13-15). Om farten ska anges i km/h används nedan beteckningarna **H1**, **H2** respektive **H3**.

När det gäller utdata torde enheten m/s^2 - som i Ekv.(1)&(3) - göra retardationssiffrorna mera svårtolkade än om de anges i g-enheter ($1g = 9.80665\text{m/s}^2$). En retardation som anges i g (beteckning **R**) kan direkt tolkas som ett 'effektivt friktionstal'. Därför har motsvarande formler följande principiella utseende i kalkylbladen (MS Excel 5.0):

$$R_{ij} = \frac{H_i^2 - H_j^2}{3.6^2 \cdot g \cdot 2S_{ij}} \quad (5)$$

$$R_{iS} = \frac{H_i^2}{25.92 \cdot g \cdot S_{iS}} \quad (6)$$

Då har omvandlingen från SI-enheter gjorts enligt följande

$$v = \frac{H}{3.6} \quad \text{och} \quad d = R \cdot g \quad (7)$$

Medianen (mittvärdet) för de beräkningsbara medelretardationerna används som mått på bromsförmågan. Medianen väljs i stället för medelvärdet, eftersom en enstaka felavläsning eller felfunktion (med extrema retardationsvärden som resultat) inte påverkar medianen alls, så länge det finns minst ytterligare två värden att utgå från.

Förutom nedannämnda onoggrannheter har yrsnö och krypströmmar i kablaget gjort att vi har missat många fartregistreringar. Detta blev särskilt bedrägligt när något värde från föregående passage låg kvar i PTA-minnet och fördes in i protokollet. Eftersom farterna för returfärden till startplatsen (se VETA Prolog 950821, kolumn 13-15 på sidorna 13-15) ännu inte har datorregistrerats, så har denna kontroll hittills gjorts manuellt. Dels har protokollen granskats av medverkande bilkärister direkt i Rörbäcksnäs. Dels har jag vid registreringen jämfört de olika medelretardationerna på bildskärmen. När orimliga värden eller stora skillnader visade sig i de beräknade cellerna gick jag tillbaka till rådataprotokollen för att försöka hitta det felaktiga värdet och blanka motsvarande indatacell i kalkylarket. Några gånger kunde jag då också rätta en felskrivning i passprotokollet genom att jämföra

med förarprotokollet, eftersom båda innehöll bl.a. stoppläget. Vid några tillfällen efter de första passen tog jag fram diagram för att kontrollera att överensstämmelsen var acceptabel mellan de olika medelretardationerna (R_{ij} ... R_{is}) och deras median (R_m).

Medianretardationen (R_m) anges alltså i g-enheter (9.81 m/s^2), så att den också kan tolkas som ett 'effektivt friktionstal'.

$$R_m = \text{Median}(R_{12}, R_{13}, R_{23}, R_{1S}, R_{2S}, R_{3S}) \quad (8)$$

I kalkylerna för denna rapport har stoppkordinaten (X_S) blankats för de tester där bilen åkt ur banan (då är kursavvikelsevariabeln, $Ka=3$). I åtskilliga sådana tester ändras nämligen underlagets väggrepp när hjulen kommer utanför markeringarna. I vissa fall har bilen t.o.m. hejdats av snövallen, så att stoppkordinaten skulle ge en alltför stor medelretardation enligt motsvarande Ekv (6). Däremot har jag inte hittat någon test där bilen åkt ur banan innan den har passerat de två första fartgivarna (med $X_1=12.5\text{m}$ och $X_2=53.5\text{m}$). När kalkylarkscellen för stoppkordinaten X_S är tom, blir även de tre cellerna tomma för retardationerna R_{is} . Medianretardationen R_m hämtas då från den eller de medelretardationer R_{12} , R_{13} och R_{23} som har godkända rådata. Här måste man se upp med Microsoft Excel, som ibland behandlar tomma celler som om det stod noll (0) i dem. För ca fem år sedan påpekade jag för Microsoft att konkurrenten Lotus Symphony klarade att leverera tomt värde ur sina formler. Men problemet var tydligen ännu inte löst i version 5 av Excel (levererad 1994).

Ibland har PTA3 varit ur funktion eller inte passerats med tillräcklig fart (tröskelvärdet är ca 18km/h) för att något värde på $H3$ skulle lagras. Då har cellerna för medelretardationerna R_{13} och R_{23} också lämnats tomma (liksom givetvis för R_{3S}). Medelretardationen R_{3S} har negligerats även då bilen stannat så nära PTA3 (med $X_S < 113.5\text{m}$) att sträckan S_{3S} blivit alltför kort för att Ekv.(6) ska ge ett resultat med tillräcklig noggrannhet. Eftersom $X_3=103.5\text{m}$ och X_S kan innehålla ett skattningsfel på någon meter kan denna gallring ändå släppa igenom medelretardationer med något tiotal procents skattningsfel, jfr Ekv.(4). Å andra sidan sker ytterligare en gallring genom att enbart medianen av de utvärderade medelretardationerna tas med till fortsatt analys.

2.8. Utvärderat urval av testpass

På grund av ymnigt snöfall måste vi avstå från att köra på de två isbanorna i fyra av de 31 passen (nr 6, 11, 18, 19). Då upprepades i stället testerna på den opererade snöbanan, så att varje förare gjorde 16 inbromsningar - 4ggr per mätbil. Här redovisas inte dessa resultat. I pass 5 började snöfallet vid halvtid. Därför utesluts även pass 5 ur denna utvärdering.

Det första passet (nr.1) hann inte slutföras mer än till drygt hälften innan det var dags för förarna i pass 2. Speglingen av passen 2-4 blir därför inte fullständig, (se avsnitt 2.1). För att inte denna obalans ska gynna eller missgynna någon av de fyra däcktyperna i etapp a utesluts även pass 1-4 här ur utvärderingen.

Resultaten bygger på lika många pass i etapperna a & b med 24 förare i varje. Spridningsmått mellan däck i respektive etapp blir därigenom mer jämförbara. Här har alltså data tagits med från passen 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 (etapp a), från passen 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25 (etapp b) och från samtliga sex pass (nr.26-31) i etapp c.

2.9. Kraschfart

Enligt Ekv (1)-(7) beräknas för varje test en genomsnittlig retardation (g-tal eller effektivt friktionstal), som entydigt definierar sambandet mellan bromssträcka och fartminskning. Därigenom kan resultaten översättas till verkliga trafiksituationer för att generellt bestämma hur farten minskar längs bromsvägen, se Fig 5. Med detta samband kan man exempelvis ange hur en försämring i retardationen påverkar utfallet av en kollision.

Det är ju annars ganska ointressant hur mycket av den totala **bromssträckan** (S) som återstår vid en sammanstötning, om avståndet från bromsningens början till hindret (**bromsvägen** x) ändå inte räcker till. Men utifrån begynnelsefarten (v_0) kan den så kallade **kraschfarten** (y) beräknas med sambandet i Ekv (9)

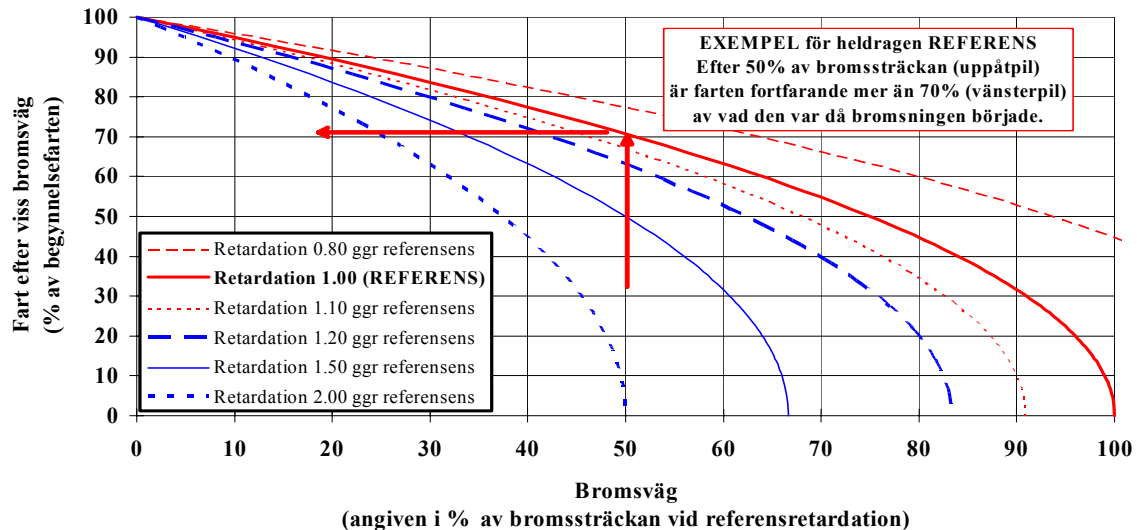
$$y = v_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{x}{S}} \quad (9)$$

Om avståndet (x) till hindret i en verklig nödsituation är exempelvis 50% av bilens bromssträcka (S), så kommer bilen att kollidera med en fart (y), som är ca 71% av begynnelsefarten (v_0). Då förutsätts att retardationen är konstant. Se Ekv (9) och exemplet med pilar i Fig 5.

Sedan antar vi att bromsförmågan förändras, så att retardationen (d) blir K gånger referensnivån (d_{ref}). Om vi utgår från samma begynnelsefart (v) innebär det att bromssträckan blir $1/K$ gånger av vad den var i referensfallet, se Ekv (3). I Fig 5 har kurvor lagts in för några olika retardationsnivåer enligt Tabell 2, som också visar motsvarande förändringar av bromssträckan. Förhoppningsvis kan den vara till någon nytta vid procentresonemangen i kapitel 3.

Tabell 2. Samband mellan retardation och bromssträcka för kurvorna i Fig 5.

$K = d/d_{ref}$	Retardationens förändring (gångar)	0.80	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0
	Retardationsdifferens (procent)	-20%	⊕0%	+10%	+20%	+50%	+100%
	Bromssträckedifferens (procent)	+25%	⊕0%	ca -9%	ca -17%	ca -33%	-50%
$1/K = S/S_{ref}$	Bromssträckans förändring (gångar)	1.25	1.0	0.909...	0.833...	0.666...	0.5

**Figur 5.** Fartminskning längs bromsvägen vid konstant retardation.

2.10. Krav på köavstånd

Den praktiska betydelsen av skillnaderna i bromsförmåga mellan olika fordon underskattats ibland. Övertron på tresekundersregelns giltighet är ett exempel. Den tycks ha lanserats utan analys av hur kravet på tidslucka varierar med fart och skillnader i bromsförmåga inom en fordonskolonn. Här beräknas därför kraven på köavstånd med några av de skillnader i bromsförmåga som visat sig i testerna mellan olika kombinationer av normalförare, bilar (med eller utan ABS) och däck. Resultat redovisas i kapitel 3 och diskuteras i avsnitt 4.5.

Antag att den första bilen i en kö bromsas från farten v_0 med konstant retardation (d_1) till stillastående på sträckan S_1 . Sambandet mellan de tre nämnda storheterna framgår av Ekv (3). Om den andra bilen börjar bromsa precis samtidigt (förarens reaktionstid försummas) men har sämre bromsförmåga (retardation d_2) så behöver den en avståndslucka (L), som definieras (\equiv) utifrån dess längre bromssträcka (S_2) och kan beräknas enligt Ekv (3):

$$L \equiv S_2 - S_1 = v_0^2 \left(\frac{1}{2d_2} - \frac{1}{2d_1} \right) = \frac{v_0^2 \cdot (d_1 - d_2)}{2 \cdot d_1 \cdot d_2} \quad (10)$$

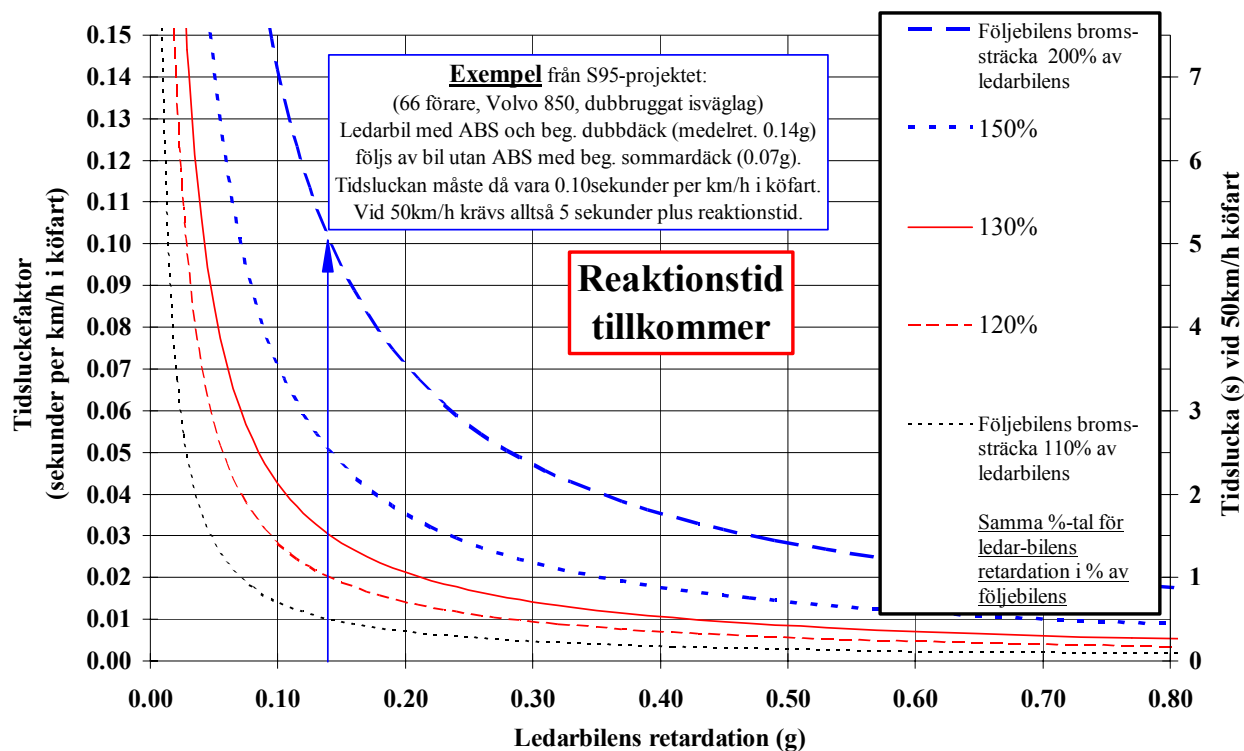
Eftersom båda bilarna antas hålla samma fart (v_0) när bromsningen påbörjas, så blir kravet på tidslucka (T):

$$T \equiv \frac{L}{v_0} = \frac{v_0 \cdot (d_1 - d_2)}{2 \cdot d_1 \cdot d_2} \quad (11)$$

Tidsluckan (T) erhålls i sekunder även om man enligt Ekv (7) övergår från SI-enheter i Ekv (11) till H (angivet i km/h) och R (angivet i g-enheter):

$$T = \frac{H_0 \cdot (R_1 - R_2)}{7.2 \cdot g \cdot R_1 \cdot R_2} \quad (12)$$

där beräkningarna har genomförts med det numeriska värdet $g = 9.80665$ (ca 10 m/s^2 för tyngdaccelerationen).



Figur 6. Krav på tidslucka i kolonn när ledarbil bromsas effektivare med större (konstant) retardation än följe bilen. Kravet på tidslucka kan uttryckas mera allmänt som en funktion av väggreppet (ledarbilens) om man känner förhållandet mellan retardationerna $C_R (=R_1 \text{ dividerat med } R_2)$. Efter förkortning med farten H_0 i Ekv (12) erhålls då tidsluckefaktorn K_T , som efter multiplikation med köfarten (i km/h) anger den minsta möjliga tidsluckan (i sekunder) vid försumbar reaktionstid. Är luckan mindre blir det matematiskt omöjligt för följe bilen att stanna bakom ledar bilen. Om inte följe bilens förare då kan väja kommer ledar bilen att bli påkörd bakifrån.

$$K_T = \frac{(C_R - 1)}{7.2 \cdot g \cdot R_1} \quad (13)$$

I Fig 6 har detta samband plottats för några värden på C_R angivna i procent. Förhållandet mellan ledar- och följe bilens retardationer är ju lika stort som förhållandet mellan följe- och ledarbilens bromssträckor, jfr t.ex. Ekv (6). Det inramade exemplet i figuren är inte extremt, vilket framgår av resultaten i kapitel 3.

3. Resultat

3.1. Analys av ordningseffekter och andra kontroller av tillförlitligheten i rådata

Storleken på eventuella ordningseffekter (se avsnitt 2.1) och sambandet mellan de olika retardationsmåten har analyserats på flera sätt. Detta redovisades vid seminariet 950821 och kan tas upp igen, om intresse finns.

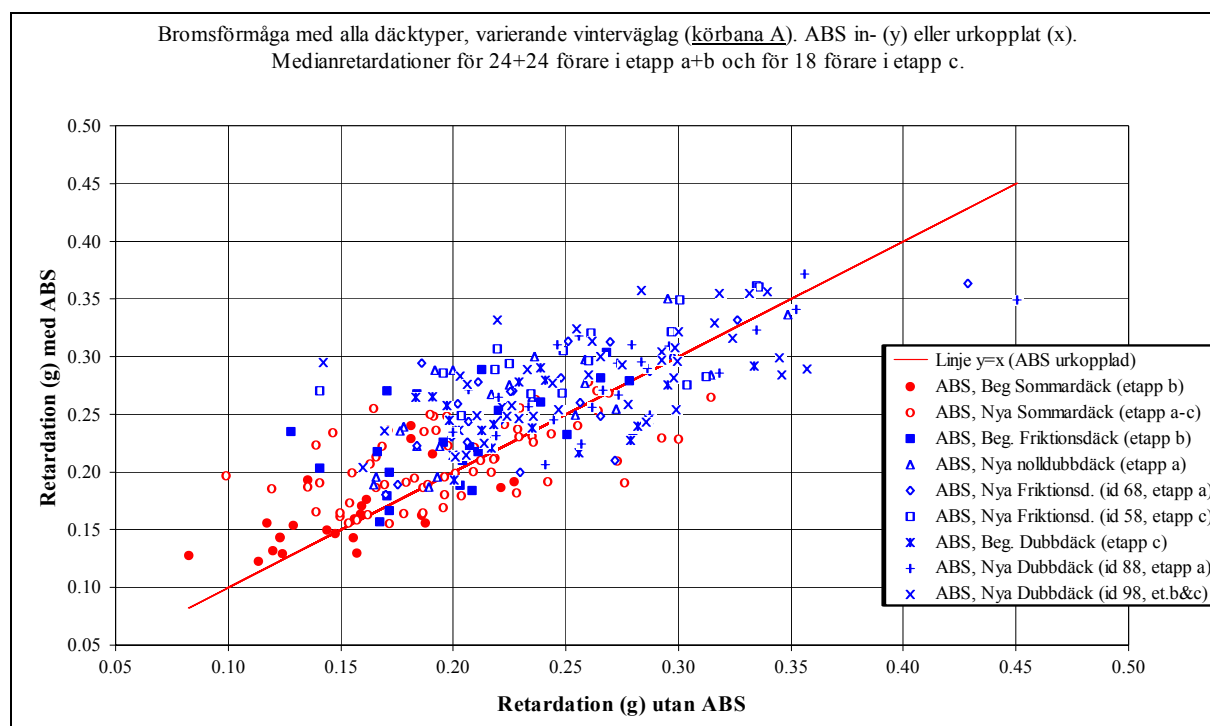
Innan jag började med den slutliga utvärderingen hade vi på det nämnda seminariet gått igenom ett urval av data från 11 pass, d.v.s. hälften av de 22 pass som nu redovisas. Se VETA Prolog 950821. De hypoteser, som formulerades utifrån hälftenurvalet 950821 kunde därigenom prövas med den andra hälften, som vi då inte visste hur den såg ut. När man känner till alla data finns ju inget utrymme kvar för den slumpvariation, som den statistiska hypotesprövningen bygger på. Så har jag tolkat min läromästare i statistik, Stig Danielsson vid Linköpings Universitet.

3.2. Retardation med och utan ABS

Bromsförmågan med olika däck jämförs i avsnitt 3.4 genom respektive däckets retardationsmedelvärde över alla förare. Två sådana medelvärden bildades - ett med och ett utan ABS (data med denna gruppering betecknas **ABSin** respektive **ABSur**). Utan denna uppdelning befarade jag att däckskillnaderna skulle bli svårare att urskilja. Förhandsgranskningen inför seminariet 950821 tydde ju på att ABSin gav klart större retardation än ABSur för flertalet förare. En betydande andel av testerna utan ABS resulterade också i avåkning, som ökar 'bruset' i retardationsdata - speciellt för ABSur.

Trots att dessa data inte var parade inom varje förare, visade det sig att retardationsmedelvärdet med ABS blev större än motsvarande utan ABS i samtliga av de ca 80 jämförelser, som jag gjorde inför ett STRO-möte i mitten av september (STRO står för Scandinavian Tyre and Rim Organisation och har de främsta däckspecialisterna som medlemmar). Även om konfidensintervallen överlappar varandra i många fall, och även om antalet oberoende jämförelser är närmare 24 (se Figur 10& 11) än 80, så förefaller överlägsenheten hos ABS mycket tydlig i statistisk mening - ABS ger ju större medelretardation i samtliga jämförelser utan undantag.

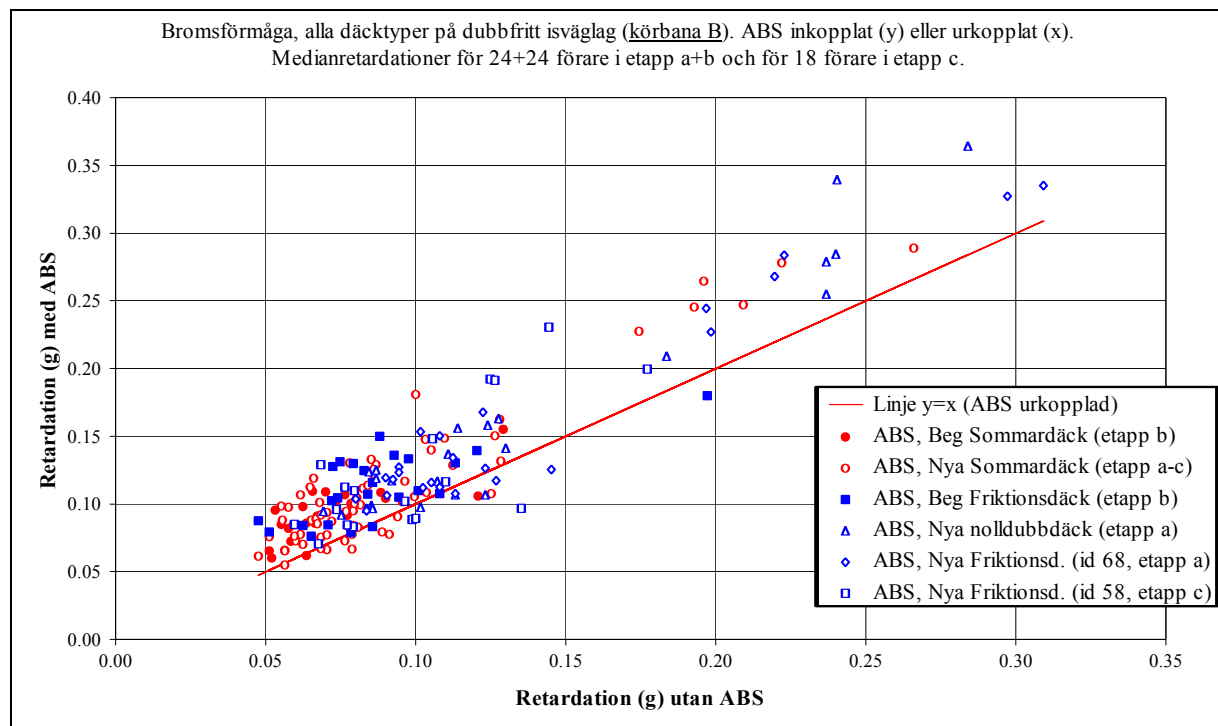
För att renodla effekten av ABS på bromsförmågan för den enskilde föraren tog jag fram statistik över parade observationer, där allt annat varit lika utom att ABS var in- eller urkopplat. Varje test med mätbilarna följdes av en likadan där den enda skillnaden var att ABS-omkopplaren hade slagits om. Varannan förare började med ABS inkopplad och varannan med ABS urkopplad. I Fig 7-9 har dessa två retardationer (med och utan ABS) plottats mot varandra för alla förare, däcktyper och körbanor.



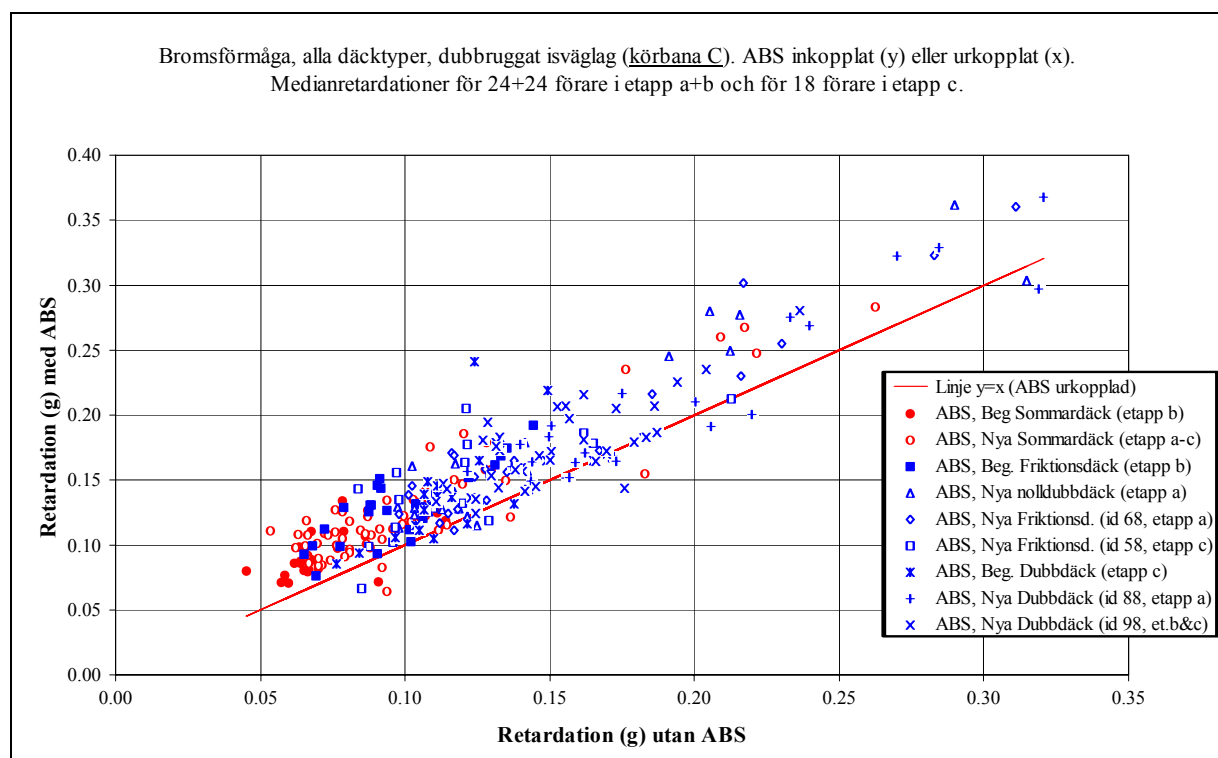
Figur 7. Bromsförmåga med (y) och utan (x) ABS för samtliga 66 förare på körbana A med varierande vinterväglag. Observera att skalan på x- & y-axlarna har större värden än för körbanorna B&C i Fig 8&9.

På körbana A varierade väglaget både i tid och rum. Eftersom banan snöröjdes enbart efter större nederbörds-mängder, valde många förare att styra vid sidan om spåren för att få bättre grepp. När man då hamnade på relativt djup snö kunde bromsförmågan bli bättre med låsta hjul än med ABS-reglerade. Men åtskilliga tester kördes i de spår som ibland blev allt isigare ju flera tester som kördes. Variationerna återspeglas i Fig 7, där ABS var bäst för flertalet förare vid de låga retardationsnivåerna (oftast med isunderlag) och sämre i ett mindre antal fall med högre retardation.

Detta bör alltså inte tolkas som om ABS generellt skulle fungera sämre vid högre retardation än vid lägre. Tendensen torde snarare vara en effekt av snön, vilket också stöds av resultaten från körbanorna B&C med isväglag utan snö enligt Fig 8&9. Där framgår att ABS gav bättre bromsförmåga i de allra flesta fallen oavsett retardationsnivå. I avsnitt 4.2 diskuteras varför ABS kan förlänga bromssträckan på vissa underlag.



Figur 8. Bromsförmåga med (y) och utan (x) ABS för samtliga 66 förare på körbana B med dubbfritt isväglag.



Figur 9. Bromsförmåga med (y) och utan (x) ABS för samtliga 66 förare på körbana C med dubbruggat isväglag.

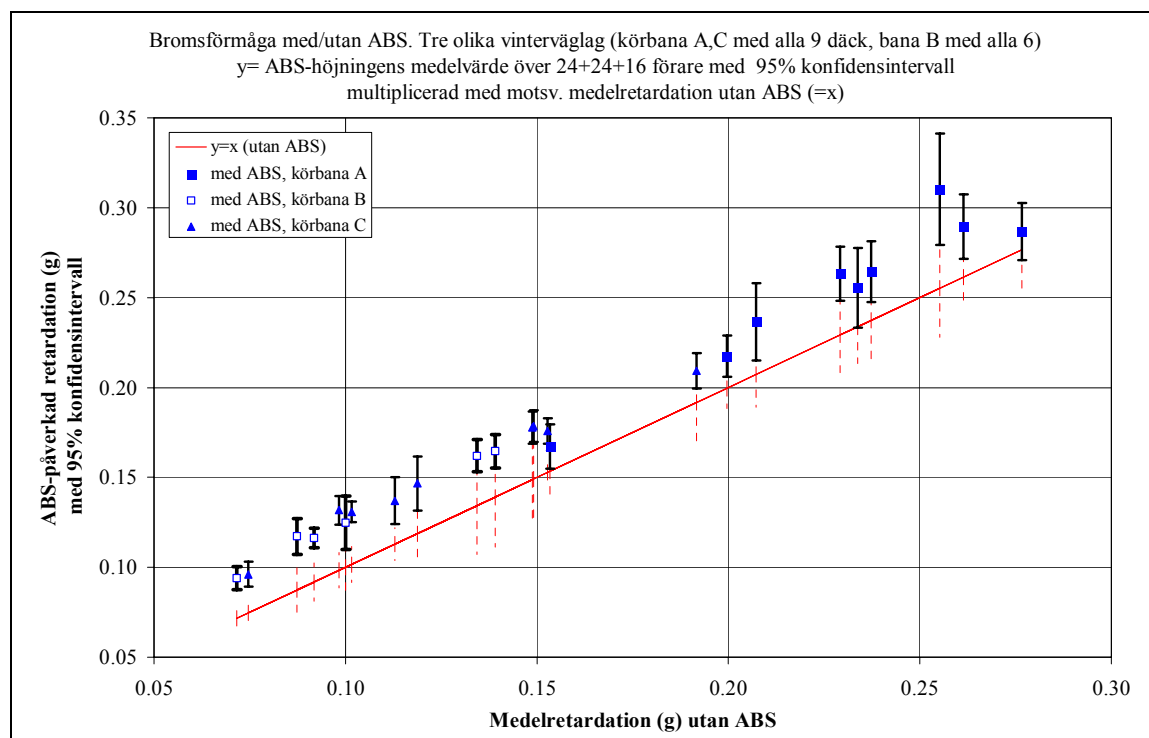
För att sätta siffror på hur mycket ABS påverkar bromsförmågan med de 24 olika kombinationerna av däck och underlag beräknades medelvärden över de 66 förarna på två olika sätt. Med den enskildes perspektiv visar Fig 10 hur mycket medelföraren kan vinna på ABS. Där har beräkningarna utgått från de enskilda testförarnas ABS-höj-

ning av retardationen (K_{IU}), d.v.s. retardationen med ABS (R_I) dividerad med samma förarens retardation då ABS var urkopplad (R_U).

$$K_{IU} = \frac{R_I}{R_U} \quad (14)$$

Sedan bildades medelvärdet (MV) av ABS-höjningen K_{IU} över alla förare som kört på samma däck - och medelvärdets 95-procentiga konfidensgränser. Dessa tre tal har sedan multiplicerats med medelvärdet av retardationen utan ABS (R_U) från samma rådata enligt Ekv (5)-(8). Om N betecknar antalet förare som kört med ett visst däck på en av körbanorna definierar alltså Ekv (15) den ABS-påverkade medelretardationen ($MV_{matchat}\{R_I\}$), d.v.s. y-koordinaten i Fig 10.

$$MV_{matchat}\{R_I\} = \frac{\sum_{f\ddot{o}rare} R_U}{N} \cdot \frac{\sum_{f\ddot{o}rare} K_{IU}}{N} \quad (15)$$

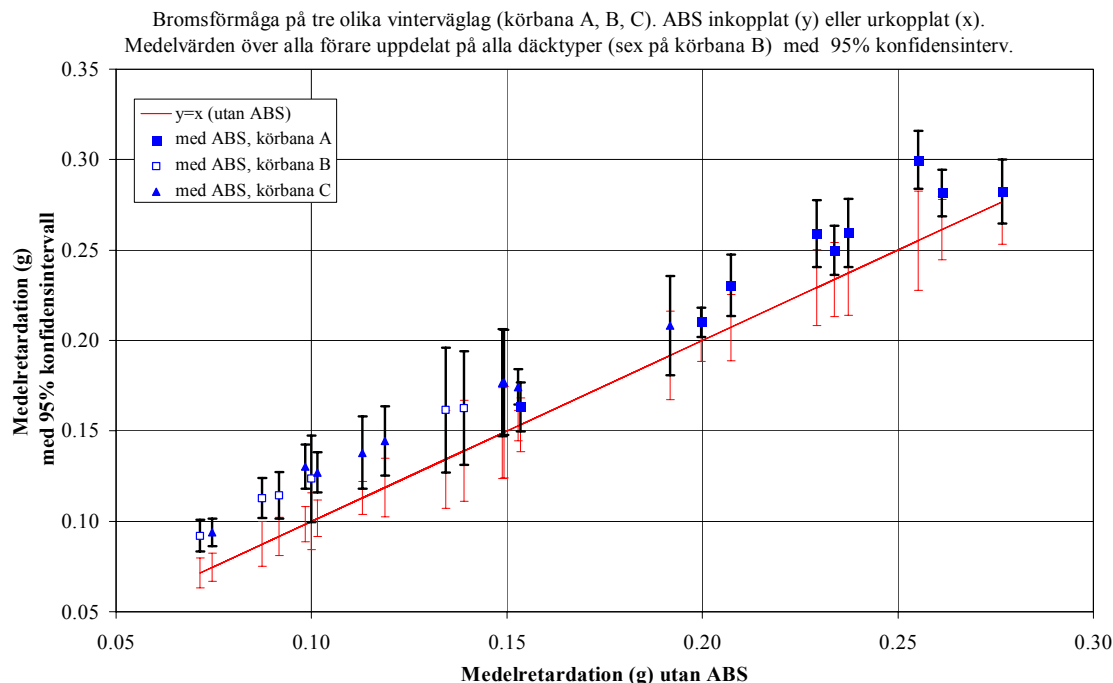


Figur 10. Bromsförmåga med (y) och utan (x) ABS. y-koordinaten avser medelvärdet (med 95% konfidensintervall) över förarna av deras individuella ABS-höjningar enligt Ekv 14 multiplicerad med x-värdet, d.v.s. medelretardationen utan ABS för samma däck och körbana.

Däriigenom blir den 'statistiska skärpan' bättre (konfidensintervallen blir mindre) och slumpvariationerna i väggrepp från det ena passet till det andra påverkar inte spridningen på ABS-effekten lika mycket som i Figur 11. Där representerar y-koordinaten det omatchade medelvärdet av retardationen med ABS över alla förare enligt Ekv (16)

$$\bar{R}_I = \frac{\sum_{f\ddot{o}rare} R_I}{N} \quad (16)$$

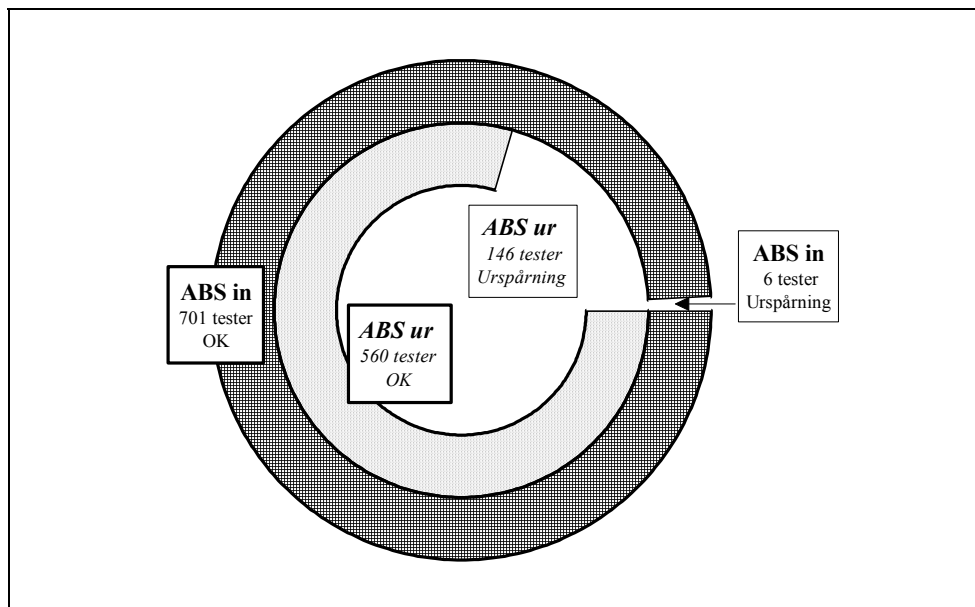
Effekten av ABS kan också utläsas i avsnitt 3.4 med däckjämförelser. Man kan där få åtskilliga siffror på hur mycket ABS förbättrar möjligheterna för den enskilde föraren att minska 'kraschfarten' (se avsnitt 2.9) eller hur mycket ABS minskar kraven på avstånd till fordonet framför i en kolonn (se avsnitt 2.10).



Figur 11 Bromsförmåga med (y) och utan (x) ABS. Medelvärden med 95% konfidensintervall beräknade på vanligt sätt enligt Ekv (16) utan den matchning som gjordes för Fig 10.

3.3. Kursavvikelser med och utan ABS

Även om retardationen inte skulle förbättras alls med ABS, så illustrerar avåkningsdata ABS' trafiksäkerhetspotential. Föraren har kört av banan ($K_a=3$) i 94 av 706 inbromsningar utan ABS, men endast i en (1) enda av 707 stopp med ABS. För att eliminera subjektiviteten i gränsdragningen mellan 2:or och 3:or tog jag fram motsvarande antal för båda dessa K_a -värden tillsammans. Då framgick att våra försökspersoner kom utanför sitt körfält i 146 (21%) av nödbromsningarna utan ABS och i 6 (1%) av dem med ABS. Se Figur 12.



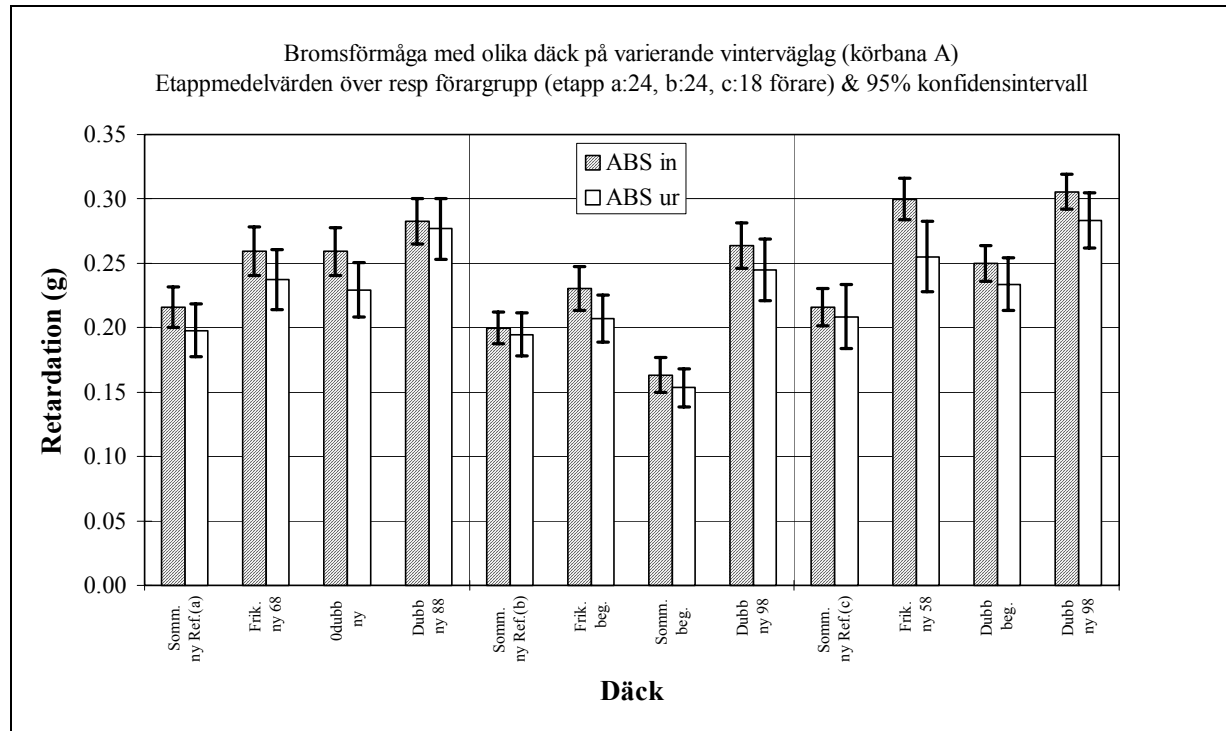
Figur 12 Andelar av de 66 förarnas samtliga tester där markeringar kördes på (kursavvikelse $K_a=2$) eller där bilen helt lämnade banan ($K_a=3$) jämfört med övriga tester där spårhållningen var OK. Inre ringen utan ABS, yttre ringen med ABS inkopplat.

Trots att förarna här inte behövde byta körfält som i H90-projektet (jfr Fig 1 och Strandberg, 1991b) blev ABS nu minst lika överlägset i kurshållning. Avåkning inträffade här i 13% (94/706) av testerna utan ABS och i 0.14% (1/707) med ABS. Motsvarande siffror för H90-projektet var 14% (30/208) utan ABS och 0.48% (1/208) med ABS.

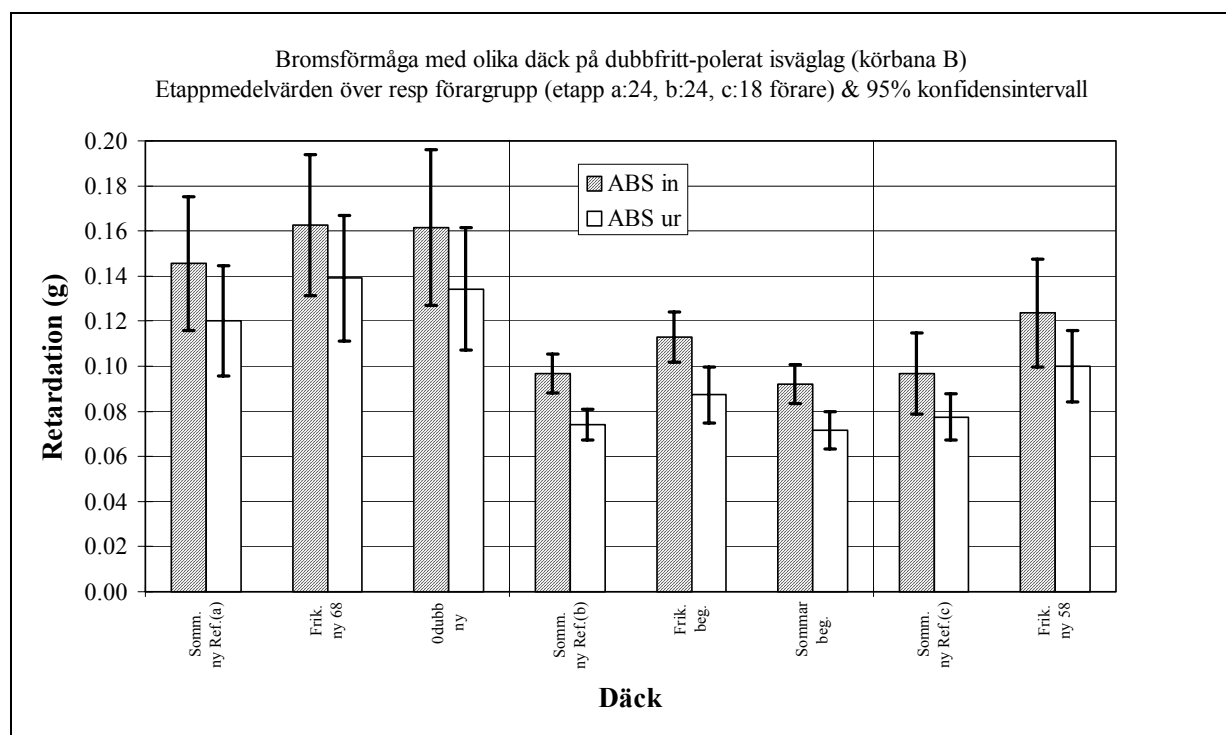
Till detta kan flera faktorer ha bidragit. ABS-teknologins utveckling är en sådan faktor (jfr avsnitt 4.3). Körbanornas lutning är en annan. Tvärfallet var försumbart på H90-projektets sjöis. (Sjöisars nedåtbuktning kan t.o.m. verka centrerande.) S95-projektets sportflygfält däremot, påminde mera om en riktig väg (se Figur 3).

3.4. Bromsförmåga med olika däck

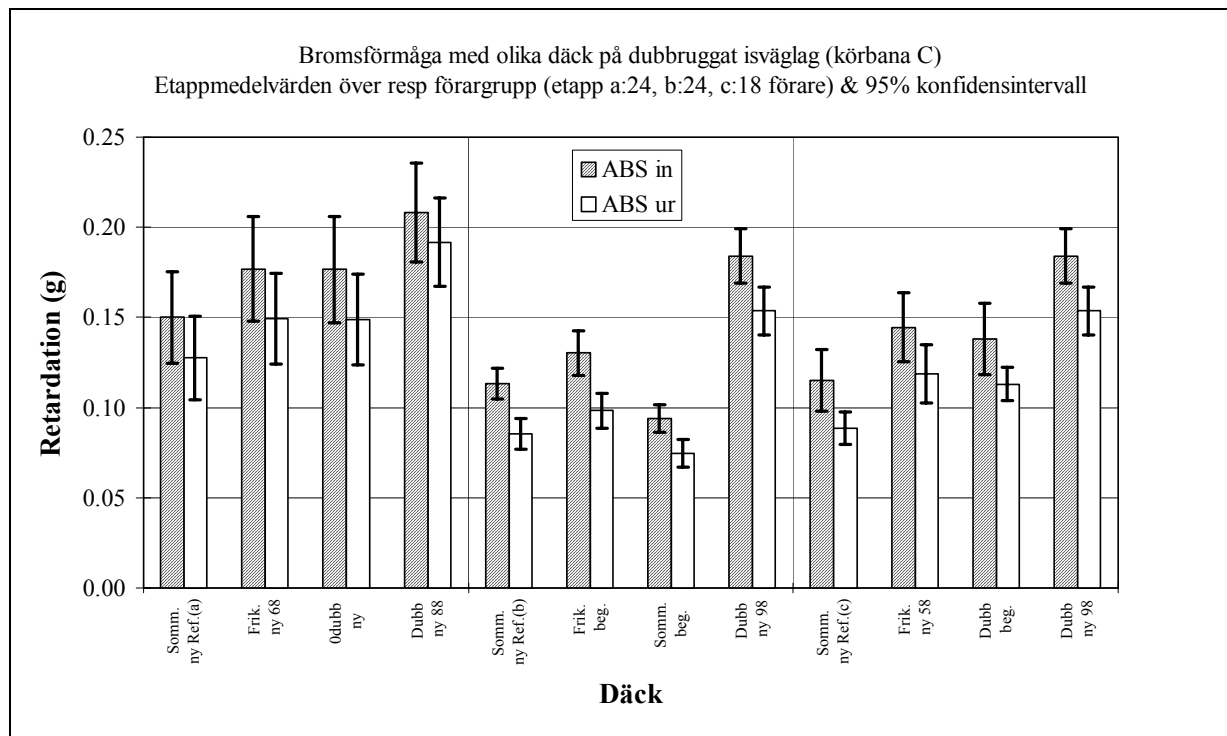
Vid utvärderingen framgick snart att de yttre betingelserna tycks ha varierat kraftigt mellan olika pass. Se Fig 7-9. Att vägreppet varierade också mellan testveckorna illustreras av skillnaderna mellan etapperna a,b,c i Figur 13-15 för referensdäcken (nya sommarkäck i första stapelparet för resp etapp).



Figur 13 Retardationsmedelvärden över alla förare i resp etapp med 95% konfidensintervall. Samtliga däck på körbana A med varierande vinterväglag.



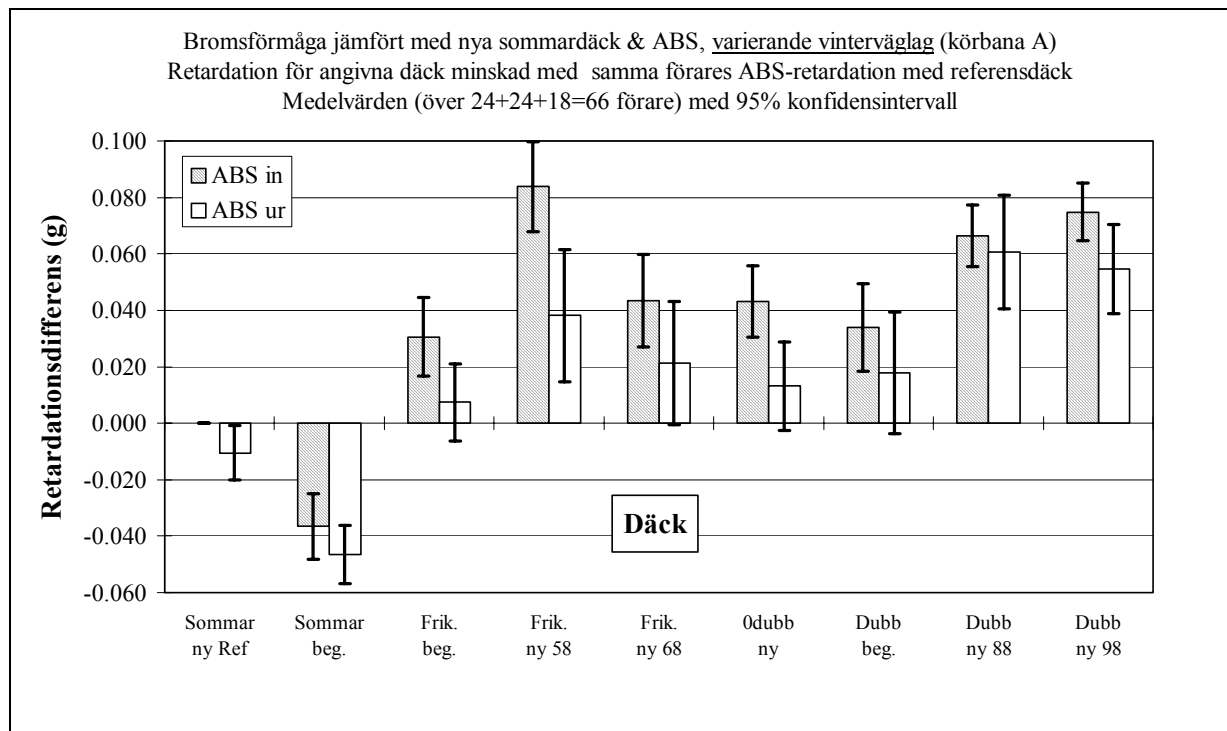
Figur 14 Retardationsmedelvärden över alla förare i resp etapp med 95% konfidensintervall. Samtliga däck på körbana B med dubbfritt, polerat isväglag.



Figur 15 Retardationsmedelvärden över alla förare i resp etapp med 95% konfidensintervall. Samtliga däck på körbana C med dubbruggat isväglag.

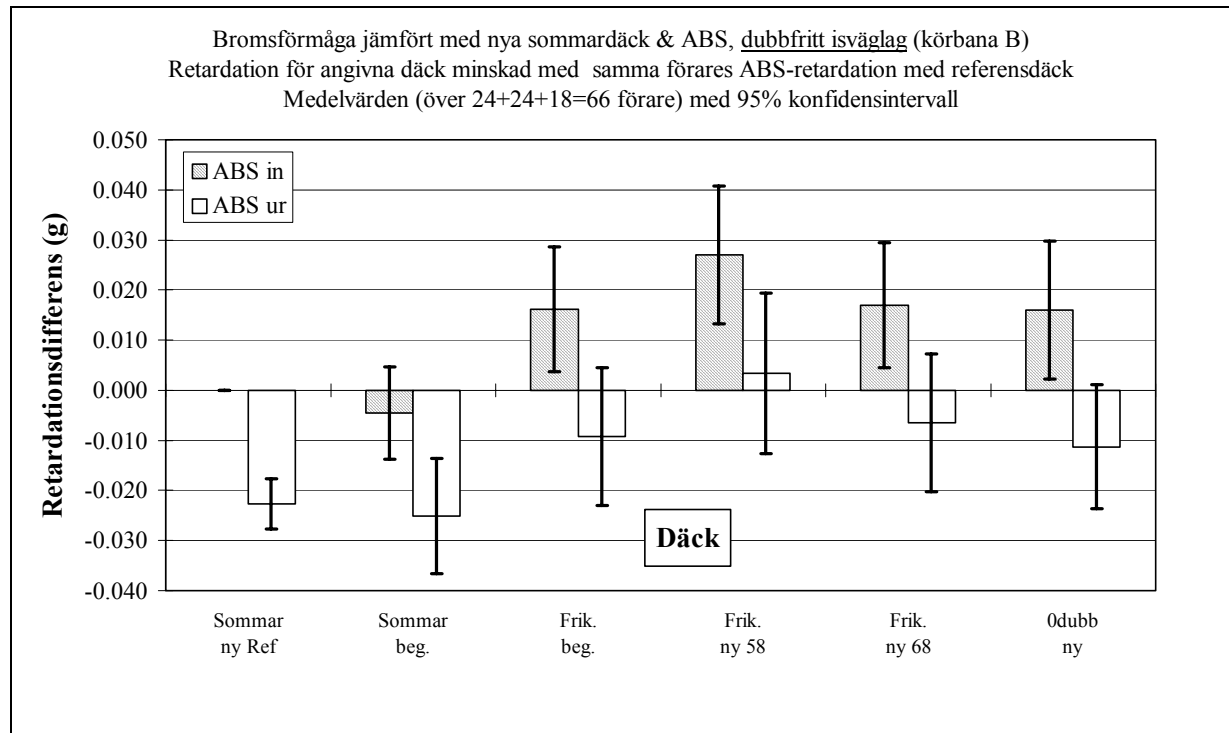
Variationen i bromsförmåga mellan förare och skillnaderna i yttre betingelser mellan olika pass och etapper åter speglar verkligheten - som vi avsåg med S95-projektet. Men ska man jämföra däcken med varandra, behöver resultaten normeras, så att förar- och körbanevariationerna neutraliseras. Annars kommer mycket av däckskillnaderna att 'överröstas' av 'bruset' från förar- och underlagsvariationerna. Normeringen krävs speciellt när man ska jämföra däck, som inte testats samtidigt.

Därför har retardationsvärdet för varje test med ett visst däck ställts i relation till den retardation som samma förare uppnådde med referensdäcken (nya sommar-) på samma bana med ABS inkopplat. Både differenser (Fig 16-18) och kvoter (Fig 19-21) har bildats.



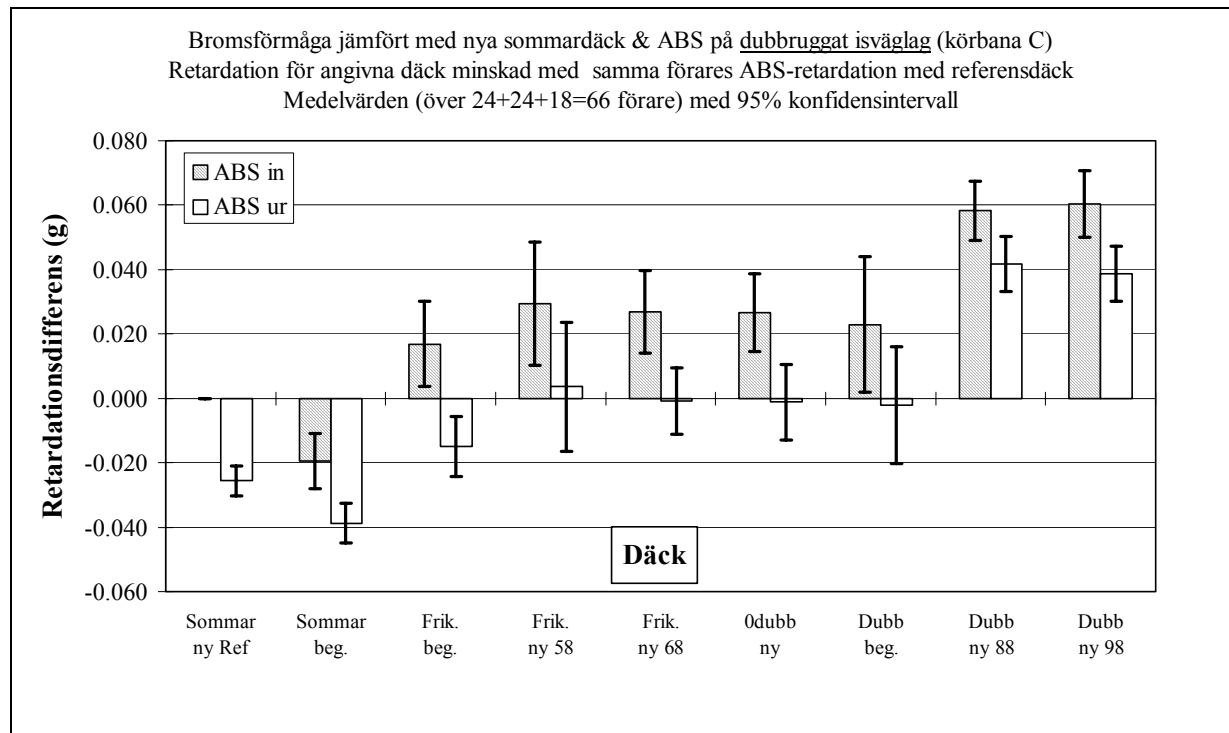
Figur 16 Retardationskillnad gentemot ABS-testen med referensdäck för samma förare. Medelvärden över alla förare med 95% konfidensintervall. Samtliga däck på körbana A med varierande vinterväglag.

Utan normering kunde det ena nya friktionsdäcket (id-nummer 68) och noll dubbdäcket inte skiljas statistiskt från det nya sommardäcket (referensen). Det framgår av att mer än halva konfidensintervallen överlappar varandra i Fig 14 (de tre vänstra skuggade staplarna). Men efter normeringen har båda dessa vinterdäck sina undre konfidensgränser klart över nollnivån (se de två skuggade staplarna längst till höger i Fig 17).

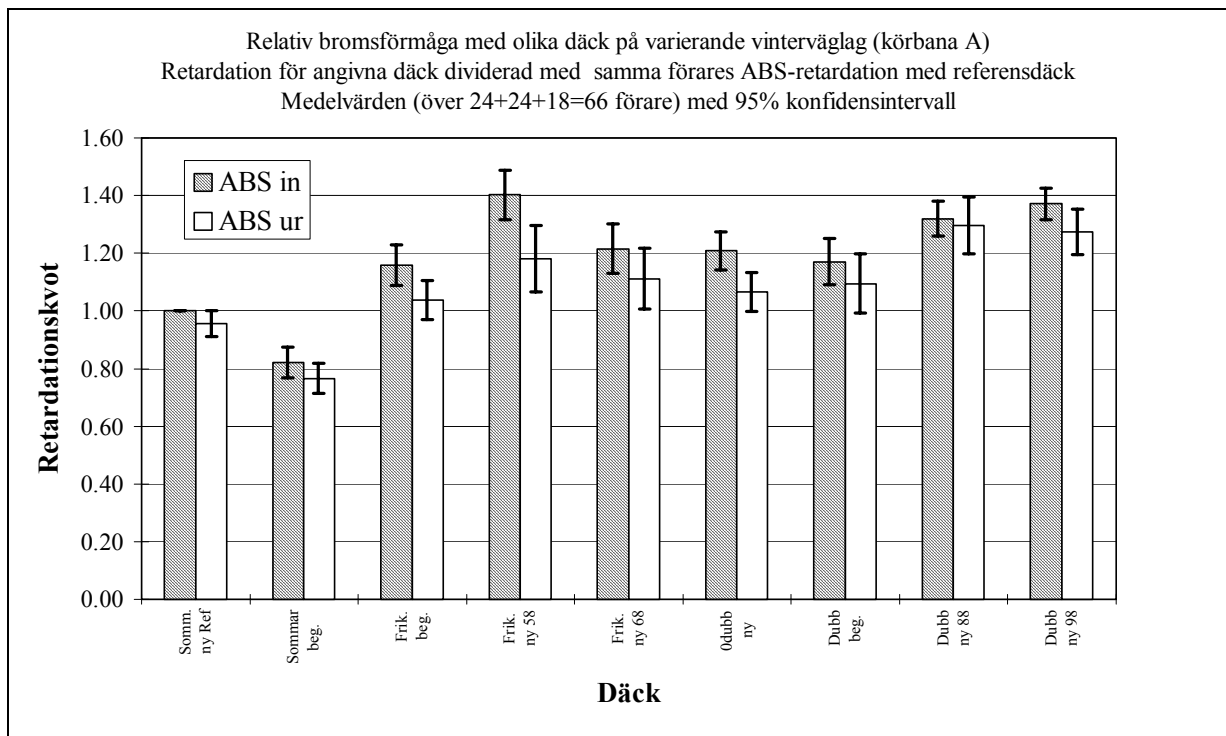


Figur 17 Retardationsskillnad gentemot ABS-testen med referensdäck för samma förare. Medelvärden över alla förare med 95% konfidensintervall. Samtliga däck som körts på körbana B med dubbfritt, polerat isväglag.

Fig 17 och Fig 18 stöder däckspecialisternas tes att friktionsdäck kräver dubbruggad is för att komma till sin rätt. Alla 'signifikanta' skillnader (d.v.s. där konfidensintervallet inte täcker 0-nivån) gentemot referensdäcket är ju större på bana C än på den dubbfria bana B. Även absolutnivåerna är högre med dubbruggning enligt Fig 14 & 15.

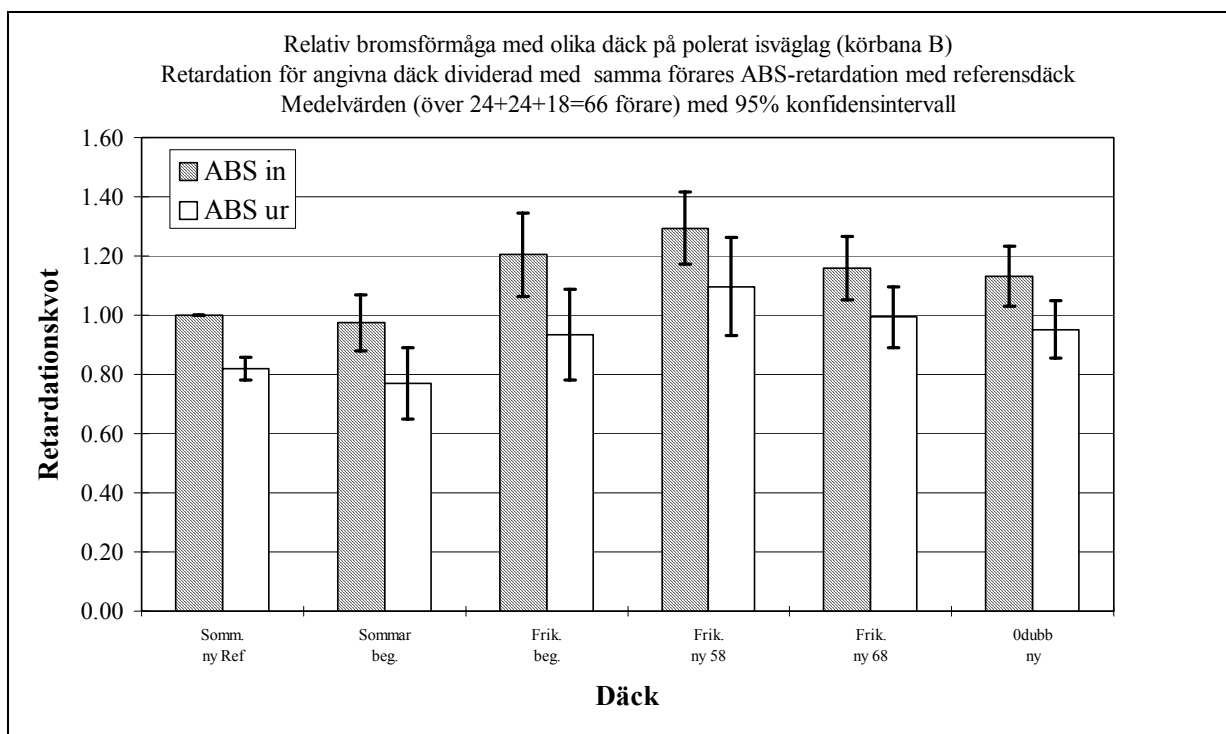


Figur 18 Retardationsskillnad gentemot ABS-testen med referensdäck för samma förare. Medelvärden över alla förare med 95% konfidensintervall. Samtliga däck på körbana C med dubbruggat isväglag.

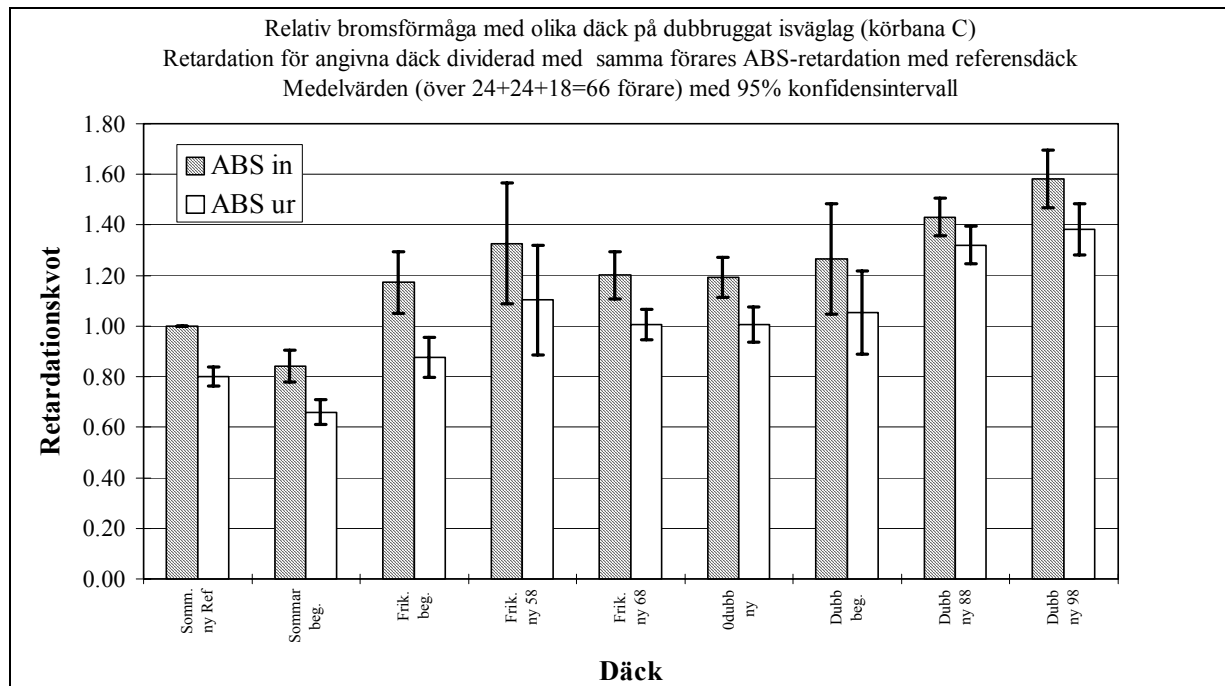


Figur 19 Retardationsförhållande gentemot ABS-testen med referensdäck för samma förare. Medelvärden över alla förare med 95% konfidensintervall. Samtliga däck på körbana A med varierande vinterväglag.

Liksom differensnormeringen (se texten vid Fig 17) gör även kvotnormeringen här (Fig 20) att det nya friktionsdäcket och nolldubbdäcket kan skiljas statistiskt från det nya sommardäcket (referensen). Det gick dock inte utan normering, se Fig 14.



Figur 20 Retardationsförhållande gentemot ABS-testen med referensdäck för samma förare. Medelvärden över alla förare med 95% konfidensintervall. Samtliga däck som körts på körbana B med dubbfrött isväglag.

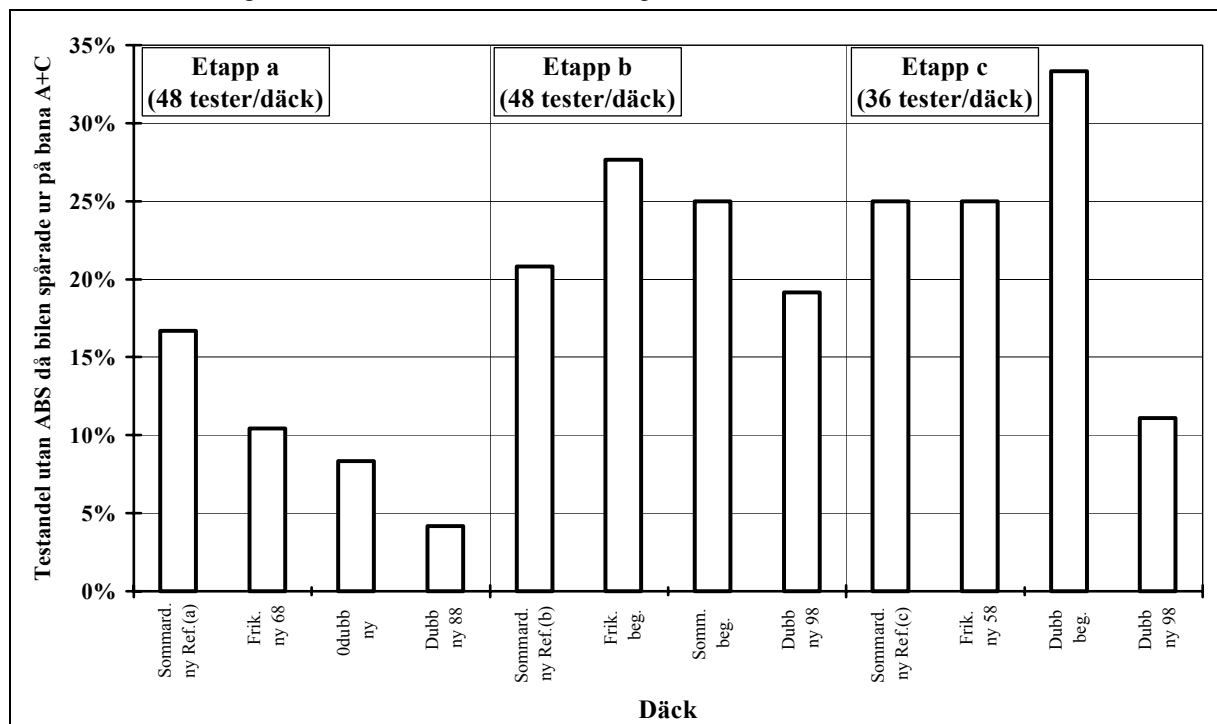


Figur 21 Retardationsförhållande gentemot ABS-testen med referensdäck för samma förare. Medelvärden över alla förare med 95% konfidensintervall. Samtliga däck på körbana C med dubbruggat isväglag.

Den normering som görs i Fig 19-21 genom att dividera med referensdäckets retardation torde underskatta ett däckes väggreppsförbättring vid låga friktionsnivåer (jämfört med det nya sommardäcket, som alltså varit referens). Regressionsanalyserna som jag gjorde i ett skede av utvärderingen kan tolkas så. Därigenom kan resultaten tillmätas större tyngd - i den meningen att bromsförmågan med bra vinterdäck torde vara mer överlägsen sommardäckets på verklig halka jämfört med vad som beräknats här.

3.5. Kursavvikelser med olika däck

Om man delar upp urspårningarna ($K_a = 2$ eller 3) både på körbanor och på de olika däcktyperna blir antalen alltför små för statistiska jämförelser. Eftersom inga dubbdäck har körts på bana B har jag slagit samman urspårningarna på körbanorna A&C. (Endast tester utan ABS har beaktats, eftersom urspårningarna totalt med ABS bara var fem till antalet på bana A&C.) Men med bibehållen etappindelning och 12 grupper blir antalen ändå inte särskilt stora. I Fig 22 motsvarar en test cirka 2 eller 3 procent.



Figur 22 Andel tester på körbana A&C utan ABS, som resulterade i att bilen spårade ur ($K_a = 2$ eller 3).

Med nya dubbdäck förefaller det som om förarna har klarat sig något bättre. Detta kräver dock en närmare analys innan man kan dra en sådan allmän slutsats. Det är inte heller lämpligt att generalisera på detta sätt med tanke på

att dubbutsticksfördelningen mellan fram och bakaxel kan vara helt annorlunda hos medelbilen i trafik än på våra mätbilar. Många framhjulsdrivna bilar får större dubbutstick fram efter en tids körning. Riskerna med detta har påpekats i flera sammanhang. Se t.ex. artiklarna i Däck-Debatt och Däck-Extra (Strandberg, 1989 i referenslistan).

Av data framgår att bana A med varierande vinterväglag har en mindre andel urspårningar än bana B och bana C (A:10% B:27% C:27% av antalet tester utan ABS). Detta kan bero delvis på det bättre greppet men också på skillnaderna i bredd (A: 5m fr.o.m. pass 12, B&C: 3.5m), se avsnitt 2.4.

3.6. Krav på tidslucka i fordonskolonner där bromsförmågan varierar

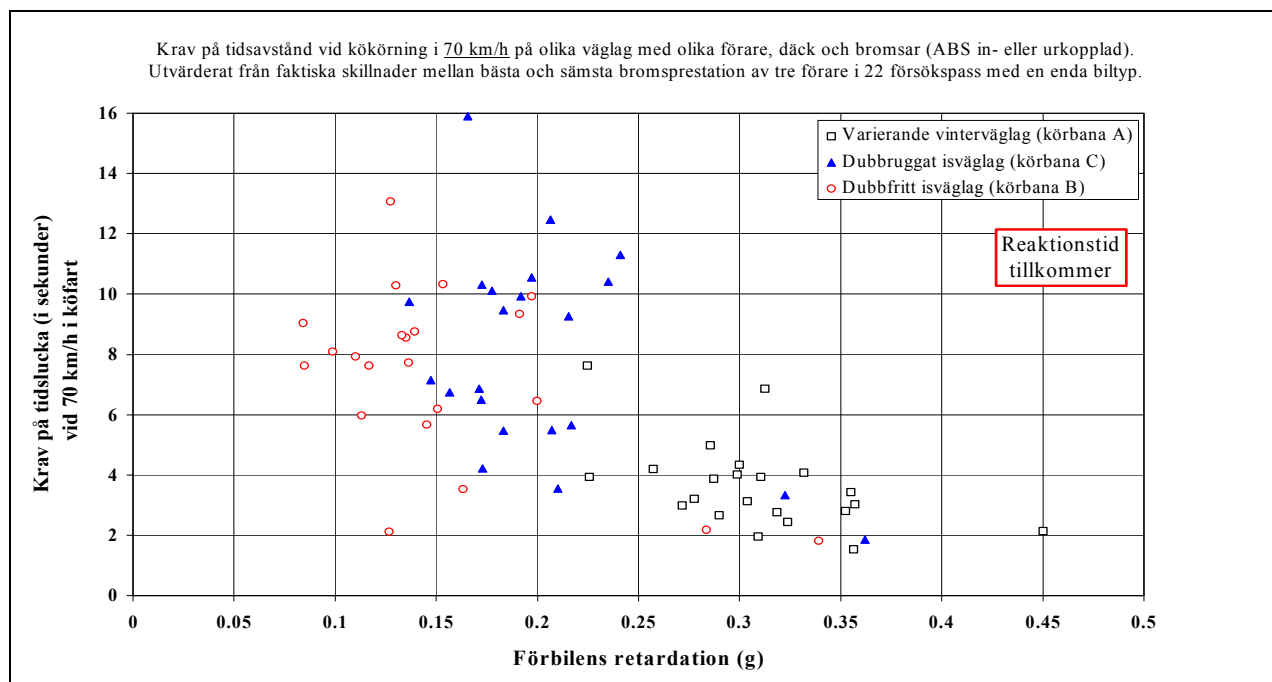
I jämförelserna av bromsförmågan mellan olika däck och ABS-alternativ har retardationsmedelvärdena bildats över så många förare som möjligt. Syftet är då att sätta siffror på vilka förändringar i bromsförmåga, som medelföraren kan förvänta sig vid byte mellan olika däcktyper och till eller från ABS. Spridningen i resultat mellan förare är ju liksom ett brus som måste minimeras för att den statistiska onoggrannheten (konfidensintervallen) inte ska bli för stor. Detta gjordes genom matchning mot referensdäcken och genom att upprepa testerna med resp utan ABS så likadant som möjligt.

Dessa resultat tyder bl.a. på följande om medelföraren. Kör man på dubbruggat isväglag med nya dubbdäck och ABS är retardationen 158% av referensnivån, se Fig 21. Enligt separata beräkningar är referensnivåns medelvärde över alla 66 förarna =0.13g (nya sommardäck och inkopplad ABS), jfr Fig 15. På samma underlag gav slitna sommardäck och urkopplad ABS en retardation på 66% av referensnivån, se Fig 21. Retardationen för den sistnämnda (fullt lagliga) bilen är alltså $(0.66/1.58=)$ 42% av den dubbdäckade ABS-bilens. Om den sämre av dessa två körs efter den bättre kan kravet på tidslucka (T) beräknas enligt Ekv (12), som vid insättning av nämnda värden ger:

$$T = H_0 \cdot \frac{0.13 \cdot (1.58 - 0.66)}{7.2 \cdot 9.81 \cdot 0.13^2 \cdot 1.58 \cdot 0.66} = H_0 \cdot 0.096 \quad (17)$$

Om båda körs med ($H_0=$) 70km/h måste den matematiska tidsluckan vara minst 6.7 sekunder för att den dubbdäckade ABS-bilen inte ska bli påkörd bakifrån vid en tvärnit till stopp. I stadstrafik med 50km/h krävs 4.8 sekunders lucka vilket motsvarar 67 meter, d.v.s. ungefär ett helt kvarter. Då har ändå inte förarens reaktionstid beaktats. Inte heller finns någon variation mellan förare med i beräkningen, som ju baserats på medelvärden över alla förare. Därför har jag nedan gjort ett försök att ge en grov bild av hur variationen mellan förare inverkar.

För att inte fjärma resultaten från verkligheten med beräkningsoperationer av olika slag har jag helt enkelt tagit ut de sex tester i varje pass som (med olika förare) gav största och minsta retardation på de tre banorna. En tidslucka per bana beräknades sedan enligt Ekv (12) och plottades mot den största retardationen i varje par. Se Fig 23, där tidsluckan anges för körfarten 70km/h, men gäller även för andra farter, om y-axelns värden ändras i proportion därtill.



Figur 23. Krav på tidslucka i tänkt kolonn med bästa förare+bil före den sämsta i varje pass på respektive körbana. Samma antaganden som i Fig 6.

När man på detta sätt tar med förarvariationen blir kravet på tidslucka större än de ovan nämnda 6.7 sekunderna, för minst hälften av de utvärderade passen. Detta trots att de sämsta (begagnade sommar-) däcken enbart förekom i 8 av 22 pass. Se triangelsymbolerna i Fig 23, som representerar körbanan med dubbruggat isväglag.

På det dubbfria, polerade isväglaget var situationen ännu värre med 14 av 22 pass som krävde större tidslucka än 6.7 s. Då ska man ha i minnet att skillnaderna i bromsförmåga är mindre på körbana B, eftersom inga dubbdäck tilläts köra där. Men eftersom nivån på väggrepp och retardation är så låg, blir ändå kravet stort på tidsluckan, jfr cirkelmärkena i Fig 23.

På körbana A med varierande vinterväglag var bromsförmågan för den bästa (ledar-) bilen aldrig under 0.2g. Trots detta och trots den relativt låga farten (70km/h) i Fig 23 skulle tresekundersregeln ha räckt till i endast ett à två av samtliga 22 pass, se kvadraterna i Fig 23. Då har jag lagt till en (1) sekunds reaktionstid till den matematiska tidsluckan enligt figuren.

4. Diskussion och några slutsatser

I detta kapitel är förankringen i fakta inte lika stark som jag försökt åstadkomma i resultatkapitlet, nr 3. Det känns också viktigt att här undvika färdiga lösningar och låta läsaren dra sina egna slutsatser av fakta i föregående kapitel. Eftersom resultaten kan jämföras på väldigt många olika sätt ska det som jag tar upp här bara ses som exempel.

I kapitel 3 har ju resultat redovisats för 9 däcktyper, 2 ABS-varianter och 3 underlag. Dessutom har resultaten kvantifierats med flera oberoende variabler (retardationsvärde, retardationsdifferens, retardationskvot eller antal urspårningar = påkörningar + avåkningar). Vad som är intressantast för läsaren att jämföra kan inte jag avgöra.

Därför har jag med konfidensintervallen i kapitel 3 lämnat fältet fritt för många olika perspektiv. Med reservation för att mitt statistiska baskunnande inte är det bästa, försöker jag här förklara hur konfidensintervallen kan användas. Men om du inte kan urskilja mina (oavsiktliga) missar, rekommenderar jag kontakt med en professionell statistiker.

Om man upprepar en mätserie (t.ex. S95-projektets) många gånger, så kommer medelvärdet av en storhet (t.ex. bromsförmågan) att variera slumpmässigt. Även om allt vi kan påverka är likadant varje gång, så finns massor av faktorer som inte kan styras, i t.ex. vädret och förarnas skicklighet. Men ju flera förare vi har i varje mätserie desto mindre kommer medelvärdet att variera från en serie till en annan. Denna variation beskrivs av konfidensintervallet. Om vi upprepar en mätserie likadant så många gånger att vi börjar täcka in hela populationen, så kommer medelvärdet att ligga inom konfidensintervallet 95 gånger av 100, om intervallet är 95-procentigt.

Nu måste vi ofta nöja oss med en mätserie. Låt oss jämföra två medelvärden från den mätserien (t.ex. för två olika däck från S95-projektet) för att avgöra vilket som är störst. Dessa medelvärden döper jag till M1 och M2 med de 95-procentiga konfidensgränserna (konfidensintervallets ändpunkter) L1 och L2 i den lägre änden samt U1 och U2 uppåt. Medelvärdet av M1 och M2 vid många upprepningar av serien kallar jag för E1 resp E2 och betraktar dem som 'sanna' värden.

Om vi sedan tittar i ett stapeldiagram och ser att M1 är (mindre än eller) lika med L2, så är sannolikheten (högst) 0.05 att E2 är mindre än M1. Sannolikheten att E1 är större än M1 är förstås fifty-fifty, 50%. För att båda dessa händelser ($E2 < M1$ OCH $E1 > M1$) ska inträffa samtidigt blir sannolikheten 0.05×0.50 , d.v.s. 0.025. Risken är alltså 2.5% för att E2 är mindre än E1 'i verkligheten' trots att M2 är större än M1 i vår mätserie.

Vid en enstaka jämförelse bör man alltså kunna vara ganska (minst 97.5%) säker på sin sak, om det ena konfidensintervallet inte täcker in det andra medelvärdet. Det gäller t.ex. för det nya friktionsdäckets (id-nr 68) stapelpar ABSur mot ABSin i mitten av Figur 16.

Är dessutom båda konfidensintervallen helt åtskilda blir risken (för att medelvärdena i vår mätserie ger felaktig rangordning) högst 0.05×0.05 , d.v.s. 0.25%. Ett sådant exempel finns också i Figur 16 om man jämför de skuggade staplarna för ABSin mellan de båda nya friktionsdäcken (id-nr 58 har klart större värde än däck med id-nr 68).

Sedan är det en annat (icke statistiskt tolknings-) problem att denna skillnad kunde ha uppkommit enbart p.g.a. att förhållandena var gynnsammare för referensdäcket under den etapp som id-nr 68 testades. Men det stöds inte av Figur 13. Under etapp c, när däck 58 testades, hade referensdäcket (nytt sommardeck) ungefär lika stort retardationsvärde med ABS som under etapp a, då däck 68 testades. Däremot var dubbruggningen större i etapp c, eftersom två däck med dubbar ingick bland de fyra typerna. I etapp a hade endast en av mätbilarna dubbade däck. Detta är i sig en indikation på friktionsdäckens beroende av dubbruggning (eller på att id-nr 58 var bättre än id-nr 68).

Det kanske låter överdrivet med så här stora statistiska säkerhetsmarginaler. Men vid flera jämförelser adderas riskerna. I kapitel 3 finns många möjligheter till parvisa jämförelser, och då kan man råka ut för så kallad masssignifikans. Gör man hundra jämförelser, så kan man ju förvänta att åtminstone en av dessa ger felaktig rangordning, om risken är 1% i varje enskilt fall.

4.1. *En procent kortare bromssträcka kapar 10% av farten. ABS & bra däck ökar krocksäkerheten!*

Till synes små procentuella förbättringar av bromsförmågan kan ha stor praktisk betydelse för bilisten i en kritisk situation. Som framgår i avsnitt 2.9 försvinner de sista tio procenten av begynnelsefarten under den sista hundradelen av bromssträckan. Och om man förbättrar bromsförmågan så att bromssträckan kortas med 10% så kan man stanna helt inför ett hinder, som man annars skulle krascha mot med 30% av den fart bilen hade vid bromsningens början.

Retardationsvärdena i kapitel 3 kan tolkas på liknande sätt med hjälp av Figur 5 eller ekvation (9). Därför nöjer jag mig här med ett enda exempel enligt Figur 24.

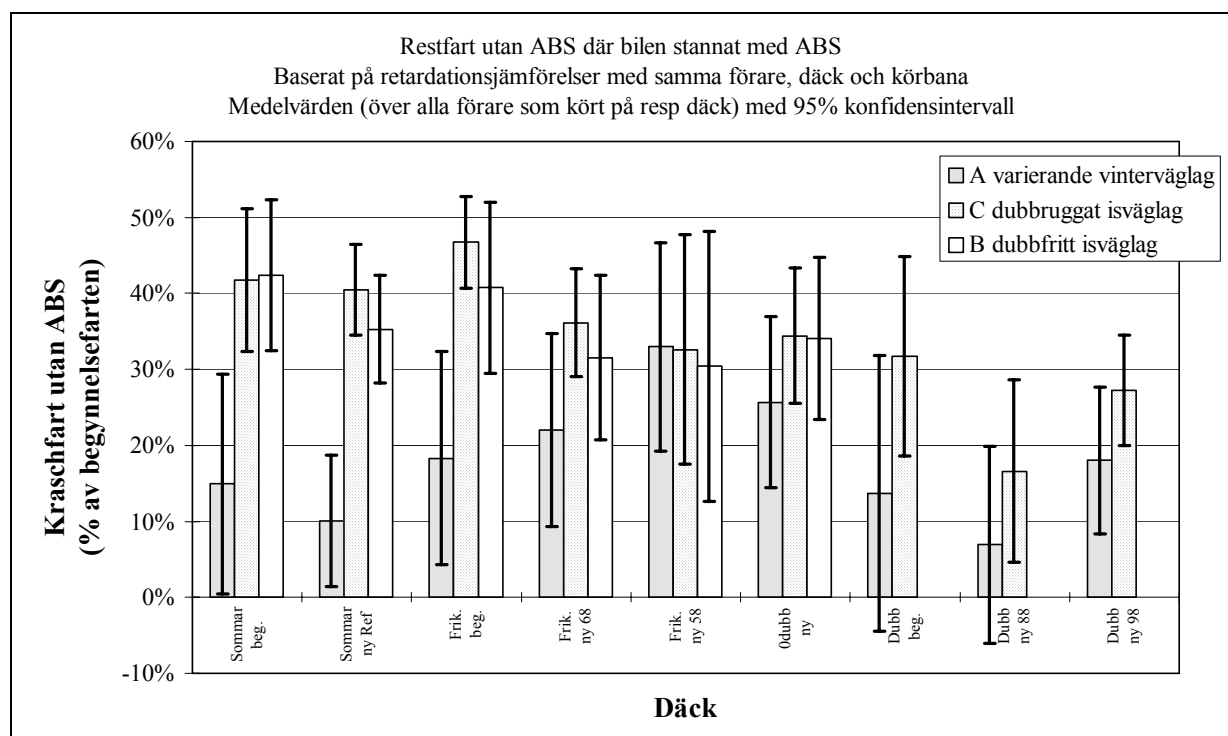
4.2. *ABS och körsäkerhet*

Många personer anser att ABS ger längre bromssträckor (mindre retardation). Uppfattningarna går isär om hur allmängiltigt detta är. Men enighet tycks råda när det gäller vissa vinterväglag, lösgrus och liknande underlag. Tre olika mekanismer ligger nära till hands för att förklara varför ett låst hjul då uträttar ett större bromsarbete:

- ☺ Grus, snö eller dylikt bildar en kil framför det låsta hjulet, medan ABS får hjulet att 'surfa' ovanpå de lösa partiklarna.
- ☺ Tunna snöskikt, frost etc ovanpå plusgradig asfalt sopas bort av kontaktytans främre del på det låsta hjulet, så att den bakre delen av däckets får kontakt med bar asfalt. Även här surfar det ABS-reglerade hjulet ovanpå.
- ☺ När man bromsar i landsvägsfart på vinterväglag med fläckar av barmark hinner inte ABS-regleringen alltid med att höja hydraultrycket på den korta tid som hjulet befinner sig på barmark. Eftersom friktionstalet på barmark kan vara uppemot tio gånger större än på vinterväglag så ger ett låst hjul då stora tillskott i det totala bromsarbetet och retardationen. Men stora friktionsskillnader mellan hjulen på en bil utan ABS ökar risken för extremt snabba girar, som föraren inte hinner parera. Det är alltså tveksamt om denna fördröjningseffekt är någon egentlig nackdel för ABS i säkerhetsavseende.

Nu kan det vara så att kursstabiliteten och retardationsförmågan med ABS passar normalföraren särskilt bra i de bilar vi fick låna till S95-projektet. ABS fungerar ju olika i olika bilar. Men resultaten understryker ändå hur viktigt det är att upplysa beslutsfattare, försäkringsbolag och allmänhet om de vilseledande slutsatser som dragits om ABS utifrån de amerikanska olycksanalyserna av försäkringsinstitutet HLDI (1994) och av USAs trafik-säkerhetsverk, NHTSA (Hertz med flera, 1995). Detta tas upp i avsnitt 1.4 och jag avser att fortsätta diskussionen successivt på Internet. Nu (i november 1995) har min hemsida adressen:

<http://www.geopages.com/Athens/1944/>



Figur 24 Kraschfarter om man saknar ABS, där en likadan bil med likadana däck skulle stå helt stilla med ABS. Baserat på retardationer uppmätta i S95-projektet enligt kapitel 3.

4.3. Varför blev resultaten så mycket bättre med ABS inkopplat?

Hur mycket ABS förbättrar förarens möjligheter att hålla kursen vid bromsning illustreras av de 94 avåkningarna på 706 inbromsningar utan ABS. De ska jämföras med en enda (1) avåkning i lika många stopp med ABS inkopplat. Se också Figur 12.

Dessa resultat överensstämmer ganska väl med vad vi (samma kärntrupp, som jag nämner i förordet) fann fem år tidigare i H90-projektets tester på sjöis. Se avsnitten 1.1 & 3.3. Däremot blev jag förvånad över att retardationen var så klart överlägsen med ABS även på bana A med snö och varierande vinterväglag. På sådana underlag borde ju låsta hjul många gånger vara effektivare.

Emellertid kan ABS' överlägsenhet i retardationsförmåga delvis bero på mitt sätt att databehandla de många avåkningarna utan ABS: Eftersom stoppkoordinaten blankats (negligerats) när bilen kört av banan ($Ka=3$) kan det stora antalet 3:or när ABS varit urkopplat dra ned retardationsmedelvärdet. Utan stoppkoordinat får nämligen fartvärdet vid den första ljusriddån (12.5 m efter inkörsporren) större tyngd - det påverkar oftare retardationsmedianen. Det förefaller också som om många (kanske flertalet) förare började inbromsningen så sent att retardationen inte var fullt utbildad under den första delen av sträckan mellan de första två ljusriddåerna (12.5 och 53.5 m efter inporten). Detta kan och bör kontrolleras när ABS-effekterna ska värderas mera ingående.

Oavsett dessa reservationer, pekar resultaten med stor tydlighet på den stora trafiksäkerhetspotential som välutformade ABS-bromsar har. Retardationsökningen med ABS kan faktiskt ge skadereduktioner och förbättringar av den s.k. passiva säkerheten som är i klass med många traditionella krocksäkerhetsåtgärder (jfr avsnitten 2.9 & 4.1). Därtill kommer de extremt stora skillnaderna i kurshållningsförmåga enligt ovan.

Man kan dock inte utan vidare generalisera dessa resultat till alla typer och generationer av ABS-bromsar. Under diskussionerna för projektet lärde Volvos bromstekniker mig att det finns stora skillnader mellan olika ABS-utformningar. Under senare år har bl.a. Volvo infört en funktion som hjälper föraren att stabilisera bilen vid bromsning på underlag med olika friktion på höger och vänster sida (split-friction). Denna s.k. GMA-funktion (GierMomentAbwäschtung från tyskan) innebär att hydraultrycket i bromsarna på högfriktionssidan byggs upp långsammare än på lågfriktionssidan. Detta gör att föraren lättare hinner styra emot den gir åt högfriktionssidan, som är en naturlig följd av skillnaden i bromskraft mellan hjulen på höger och vänster sida.

För att åstadkomma split-friction utan att förstöra banorna hade Volvo försett oss med en uppsättning rallydubbade hjul. Först monterade vi två av dem fram och bak på höger sida medan vänsterhjulen var försedda med slitna sommardäck. Detta märktes knappast när ABS var inkopplat. Med ABS urkopplat vred sig bilen något åt höger men rotationen avstannade snart. Bilen stabiliserades troligen av sidkrafterna på höger bakhjul, som krävde 'onaturligt' mycket extra pedalkraft för att blockera jämfört med övriga hjul. Ordentliga problem med kurshållningen uppstod först när vi hade rallydubbade på ena framhjulet och sommardäck på övriga tre hjul.

På landsväg med barmark på ena sidan och vinterväglag på den andra blir dock friktionsskillnaden och girmomentet mycket större. Även på sommarväglag kan split-underlag vara svårt att behärska. Det framgick av (den från polisbil videofilmade) motorvägsolyckan utanför Göteborg (Rv40) med en ABS-bil som bromsade med vänsterhjulen på en våt heldragen kantlinje så att bilen girade 90 grader åt höger av vägen och voltade (etersänt av TV2 i Rapport 1993-06-16).

Efteråt visade det sig att olycksbilens framdäck var nästan nya och mönsterdjupet var mer än dubbelt så stort fram som bak (Folkesson, 1993). Detta ger en naturlig förklaring till olycksförloppet, se Utbildningsradion (1989), Strandberg (1989 & 1993a).

4.4. Dubbdäck kan höja väggreppets bottenvärde, men kolla utsticket fram/bak!

Hur mycket sommardäckens bromsförmåga är underlägsen vinterdäckens framgår i avsnitt 3.4. Även inom gruppen vinterdäck fanns stora skillnader i vårt lilla urval. De torde bli avsevärt större om man undersöker däck i trafik (t.ex. på de bilar som våra testförare själva anlände i). En utökad analys av resultaten på snöunderlag (från pass 5, 6, 11, 18, 19) skulle också vara av intresse - kanske speciellt med de sex förarna i pass 18&19 då begagnade sommardäck fanns med.

Dubbarnas utstick har stor betydelse för väggreppet. Utifrån laboratorietester på slät is skriver Nordström & Samuelsson (1991) att "dubbverkan i stort sett har försvunnit när dubbutsticket gått ner till cirka 0,5mm". Mer allmänt formulerar sig Carlsson m.fl. (1992): "Om dubbutsticket är 0,6 mm på ett slitet däck skiljer sig väggreppet, enligt av VTI utförda prov, inte från vad som erhålles med ett odubbade däck".

Den här utsticksgränsen, när dubbarna kan tränga ned i fast is, ligger troligen betydligt högre för normalskrovliga vägbanor med partiklar på ytan, som inte efterliknas i VTIs laboratorieprov. Enligt mina egna erfarenheter från isbanetävlingar fick man i stort sett lika bra grepp med 5mm dubb på färsk kärnis som med 15 mm nabbar (skruvade genom däckets kord) på uppkörd bana efter några nabbheat. En annan mekanism som minskar - eller helt eliminerar - dubbeffekten vid litet utstick påpekades av Lindén (1990) vid utvärderingen av våra tester med 52 förare på sjöis (Strandberg, 1991b). Dubbarnas grepp torde då ha försämrats successivt i testbanorna genom att de långsgående spåren efter låsta hjul fick dubbarna att 'krafsa i luften'.

I denna (S95-) studie har vi flyttat banorna i sidled och ibland bevattnat isen (på körbanorna B&C). Vi har dock inte kunnat flerfaldiga testerna med olika utstick för att interpolera resultaten till ett standardutstick så som Teknikens Värld gör numera i sina däcktester (se Collin, 1995). Därför bör resultaten bara ses som exempel på vad som kan åstadkommas med lagliga dubbdäck. Utsticket uppfyllde lagkravet på högst 1.2 mm medelutstick när vi fick dem till testplatsen. Men som förväntat ökade utsticket successivt genom de onormala påkänningarna. Eftersom bilarna var framhjulsdrevna räknade vi med att utsticket fram skulle öka mera än bak. Efter ungefär halva tiden skiftade vi därför plats mellan fram och bak.

Vid avmonteringen hade medelutsticket ökat till 1.6 och 1.8mm för de nya dubbdäcken. De begagnade hade 1.1mm i medelutstick. Se Tabell 1. Skillnaderna i resultat är påtagliga. Även om de också beror på däckgummits egenskaper, så talar data för att större utstick än 1.2mm borde rekommenderas eller åtminstone tillåtas på nya däck. Inför kommande ändringar av bestämmelserna skulle kanske erfarenheterna hos motortidningarnas och däck/bilindustrins testspecialister tas tillvara i större utsträckning.

Skillnaderna i dubbutstick mellan fram- och bakhjul kan vara ett allvarligt säkerhetsproblem för den enskilde bilägaren. Det har visat sig att drivhjulen får större utstick med tiden, speciellt på framhjulsdrevna bilar. Då blir de lätt instabila och sladdar med bakvagnen. Som sten på bördan ligger det allmänna rådet att koppla ur som första åtgärd vid sladd. Det bara förvärrar sladden i en framhjulsdreven bil. Se Strandberg (1988).

Att bättre sidgrepp på framdäcken försämrar stabiliteten tycks vara tämligen okänt. Många sätter likhetstecken mellan styrbarhet och stabilitet, trots att dessa egenskaper ofta står i ett direkt motsatsförhållande. Se uppslagsordet 'kursstabilitet' i Nationalencyklopedin (Strandberg, 1993a i referenslistan).

Bilägaren, som känner till detta kan ju skifta hjul mellan fram och bakaxel, när det behövs (behåll dem på samma sida, så att rotationsriktningen inte ändras). Men eftersom bilparken i dag domineras av framhjusdrift finns problemet även på samhällsnivå.

Om man vill analysera mera i detalj **hur väggreppet påverkas av dubbrivningen** skulle resultaten kunna ställas emot andelen bilar med dubbdäck och 'dubbrivningshistoriken', som finns dokumenterad i protokollen. Försöks-schemat har också lagts upp för god statistisk åtskillnadsförmågan ('power') mellan ruggat (bana C) och icke ruggat (bana B). Analysen skulle då kunna bygga på parvisa skillnader mellan banorna B och C.

4.5. Halka med observerade skillnader i bromsförmåga kräver orimliga köluckor

Den s.k. tresekundersregeln anger att man bör hålla ett avstånd på minst 3 s till framförvarande fordon. Annars riskerar man att köra på det bakifrån vid en häftig inbromsning. Från kampanjer och förarutbildning kan man lätt få intrycket att det räcker med 3 s tidslucka oavsett väglag, bromsförmåga och fart.

Formlerna (11) & (12) i avsnitt 2.10 visar dock att tidsluckorna i en fordonskolonn egentligen ska ökas i proportion till farten. Det framgår också tydligt att kravet på tidslucka växer drastiskt när väggreppet och bromsförmågan minskar. Någon matematisk eller annan kontroll tycks inte ha förekommit innan tresekundersregeln lanserades. Kanske har tresekundersregeln okritiskt accepterats utifrån 'prov' med så stora retardationer (R_1 och R_2) att den matematiskt bestämda luckan enligt Ekv (11) var försumbar i förhållande till reaktionstiden (ca 1s). Men inte ens på sommarväglag finns några större marginaler, om en fullastad 'långtradare' ($R_2=0.4$) kör bakom en ABS-bromsad personbil ($R_1=1.0$) i en fart ($H=90$) som ligger något över den tillåtna. Det matematiska tidsluckekravet (T) blir då över 1.9s. Därtill kommer förarens reaktionstid och fördröjningen hos tryckluftsbromsarna. Tre sekunders kölucka blir då otillräcklig redan på sommarväglag.

Övergår man till vinterväglag ($R=0.3$) måste tidsluckan vara mycket större, så länge skillnaderna i bromsförmåga är av samma storleksordning som i denna undersökning.

Generaliseringen av tresekundersregeln är tyvärr bara ett exempel på många vilseledande råd i förarutbildningen. Troligen saknar trafiksäkerhetsarbetet tillräckliga kontrollmekanismer. Beslut fattas ibland utan öppen prövning och innan (vetenskapligt) samförstånd har uppnåtts. Under hösten 1993, efter drygt 20 år som statsanställd säkerhetsforskare på heltid, hade jag inte hört någon ifrågasätta tresekundersregelns allmängiltighet.

Trots att jag då länge arbetat på VTI (statens Väg- och TransportforskningsInstitut) med halkutbildning, kom jag själv inte på tanken att göra en enkel matematisk kontroll som här i avsnitt 2.10. Men hos däckproffs (Sanell, 1993) fanns misstanken att allt inte stod rätt till. I samband med ett mätuppdrag till VTI från en däcktillverkare ombads jag räkna på saken - och blev mäktat förvånad. Ekvationerna redovisas nu i nämnda avsnitt 2.10. De data som samlades in 1995 i Rörbäcksnäs gav oroväckande resultat enligt avsnitt 3.6. Det är knappast realistiskt att begära av vissa förare (som har laglig men underlägsen broms- och däckutrustning), att de ska hålla så stora avstånd vid tät trafik.

Min förhoppning är att detta bidrar till en öppen och konstruktiv diskussion om hur tresekundersregeln och andra vilseledande generaliseringar ska kunna ersättas av robusta kunskaper som bygger på beprövad erfarenhet. Efter bästa förmåga försöker vi i VETA att stimulera denna process genom öppna seminarier och kunskapsförmedling - bl.a. om vetenskapliga metoder till praktiskt erfarna och forskningsintresserade trafikproffs.

VETA är ett forum för kunskaper och sakargument av betydelse i trafiksäkerhetsarbetet. Föreningen arbetar för att fakta och sakargument ska prövas under full öppenhet, så att kunskaper från näringslivet och från praktiskt erfarna trafiksäkerhetsarbetare kan tas på allvar och förädlas med vetenskapliga metoder.

Referenser

- ASB (1987). Hur långt går en personbil under sin livstid? PM februari 1987, AB Svensk Bilprovning (ref. av Möller, 1989).
- Aschenbrenner K M, Biehl B, Wurm G W (1992). Mehr Vehrkehrssicherheit durch bessere Technik? Feldtuntersuchungen zur Risikokompensation am Beispiel des Antiblockiersystem (ABS). Forschungsberichte No. 246. Bundesanstalt für Strassenwesen, 5060 Bergisch Gladbach 1, Brüderstr.53, Tyskland. ISSN 0173-7066.
- Biehl B, Aschenbrenner M, Wurm G (1987). Einfluss der Risikokompensation auf die Wirkung von Verkehrssicherheitsmassnahmen am Beispiel ABS. Unfall und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, Heft 63. Bundesanstalt für Strassenwesen, Tyskland.
- Carlsson Arne, Nordström Olle, Perby Harald (1992). Effekter av dubbdäck. Konsekvenser av ändrade bestämmelser. VTI Meddelande 674, statens väg- och trafikinstitut, VTI, 581 95 Linköping.
- Carlsson Gunnar (1975). Dubbdäck. TFD Rapport 1975:4. Transportforskningsdelegationen, Stockholm.
- Collin Robert (1995). Metod för neutralisering av skillnader i dubbutstick vid däcktester på vinterväglag. Beskriven i Teknikens Värld (ej återfunnet nummer) och vid VETA-seminarium på Polishögskolan 1995-08-21. Frågor kan ställas direkt till Teknikens Värld (tel.08-7363700) eller via VETA, Box 1, 590 54 Sturefors.
- Folkesson Kent (1993): Korrespondens om däckens mönsterdjup fram och bak på olycksbil. Uppmätt vid NTF Göteborgs Trafikövningsplats Stora Holm, där olycksbilen är utställningsobjekt för demonstrationer och lektioner.
- Hertz Ellen, Hilton Judith, Johnson Delmas M (1995). 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.
- 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, U.S.A.
- IIHS (1994). Specialnummer om ABS-bromsar. Status Report Vol.29, No.2, January 29. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, adress som HLDI.
- Junghard Ola (1989). Case Control Studies - analysmetoder. Notat T 67, 1989-11-15, Statens väg- och trafikinstitut, VTI, 581 95 Linköping.
- Lindén Sven-Åke (1990). Dubbverkan försämras på testbanor i spåren efter låsta hjul. Personlig kommunikation vid utvärdering av körförsök på VTI.
- Möller Staffan (1989). Beräkning av samband mellan fordonsålder och trafikarbete för några olika fordonstyper. Notat T 74, 1989-12-05, statens väg- och trafikinstitut, VTI, 581 95 Linköping.
- Nilsson Halvard (1989). Samband mellan väglag, däckslitage och dubbutstick. Personlig kommunikation genom Gislaved Däck AB. Kontakt kan förmedlas av VETA, Box 1, 590 54 Sturefors.
- Nordström Olle, Samuelsson Elisabeth (1991). Vinterdäcks väggrepp på is. Referat av VTI Rapport 354 i VTI aktuellt nr 2, sid 3-8. Statens väg- och trafikinstitut, VTI, 581 95 Linköping.
- Nordström Olle, Gustavsson Lars-Erik. Nya vinterdäcks isfriktion för bromsning och styrning. Marknadsundersökning av däck med och utan dubbar utförd med medel från Skylltfonden. Refererad av Bengt Edman i koncern-tidningen Vägskäl Nr 5, 1995 (sid 8-10), Vägverket, 781 87 Borlänge.
- 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.
- Priez A, Petit C, Guezard B, Boulommier L, Dittmar A, Delhomme A, Vernet-Maury 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 no.91-S7-O-07.
- Sanell Bertil (1993): Köavstånd på vinterväglag med olika däck. Personlig kommunikation genom Gislaved / Continental Däck AB. Kontakt kan förmedlas av VETA, Box 1, 590 54 Sturefors.
- SOU (1991). Säkrare förare. Slutbetänkande av kommittén Körkort 2000. Statens Offentliga Utredningar 1991:39, Kommunikationsdepartementet, Stockholm.
- Strandberg L (1988). Om sladdolyckor och halkutbildning. Teoretisk analys och körförsök med vana förare. Notat TF60-04, VTI som nedan.
- Strandberg Lennart (1989): Bilistens viktigaste lagar - Naturlagarna. *DÄCK-EXTRA*, oktober 1989, sid 15-16, Gislaved Däck AB. Finns även som VTI Särtryck 146, Statens väg- och trafikinstitut, VTI, 581 95 Linköping.
- Strandberg Lennart (1989): Dämpa faran. *DÄCK-DEBATT*, årgång 11, nr 6, sid 14-16, ISSN 0348-9345.
- Strandberg Lennart (1991a). Bestämning av olycksrisker hos trafikant och fordon. Notat TF 50-20, 1991-01-30. Bearbetas till Rapport 367. VTI, 581 95 Linköping.

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.

Strandberg Lennart (1993a). Kursstabilitet. *NATIONALENCYKLOPEDIEN*, band 12.

Strandberg Lennart (1993c). Moddplaning. Mönsterdjup. Slicks. Slitagevarnare. (Några här aktuella uppslagsord.) *NATIONALENCYKLOPEDIEN*.

Strandberg Lennart (1994). Kör- och krocksäkerhet med ABS-bromsar. Dialog nr 1, föreningen VETA (Vetenskap och Erfarenhet i TrafiksäkerhetsArbetet), Box 1, Sturefors.

Strandberg Lennart (1995a). Olycksrisker och bromskraftfördelning i personbilar. Meddelande 768 (original på diskett och papper inlämnat 950430 till VTI), Väg- och Transportforskningsinstitutet, 581 95 Linköping.

Strandberg Lennart, Nordström Olle, Gregersen Nils-Petter (1994). Bättre krocksäkerhet och mindre krockvåld med ABS-bromsar. Forskarkommentar, bilaga till VTI Aktuellt nr 3/4, september, 1994. VTI som ovan.

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, 171 84 Solna.

Tjällgren Per Olov, Carlsson Gunnar, Eklund Olof, Forsberg Roland, Freeman Lars-Erik (1981). Dubbdäck. Utredning av möjligheterna att minska beläggningsslitaget från dubbdäck. Meddelande TU 1981:3, Utvecklingssektionen, statens vägverk.

Trafiksäkerhetsverket (1992). TSVFS 1992:44.

Utbildningsradion (1989): Intervju, modellbil demonstrationer och bilkörning på halkbana bl.a. med 360-graders sladd av Lennart Strandberg. Videoband från programserien Ratta Rätt producerad av Tore Lyder, som etersändes med repris i Kanal 1 och TV2 1989 & 1990. Beställningsnummer: 89342/tv1 (ca 9 minuter om bilars stabilitet och styrbarhet); 89342/tv3 (cirka 6 minuter om däck och körsäkerhet). Sveriges Television, Stockholm.

VETA Prolog enligt separat förteckning. Skriftserie som utgör underlag för seminarier och tilltänkta projekt. Föreningen VETA, Box 1, 590 54 Sturefors.

Wilde G J S (1982). The Theory of Risk Homeostasis: Implications for safety and health. *Risk Analysis*, Vol.2:4.

Öberg Gudrun, Junghard Ola, Wiklund Mats (1993). En studie av metoder för att beräkna samband mellan dubbdäcksanvändning och trafiksäkerhet. Meddelande 722, Väg- och Transportforskningsinstitutet, VTI, 581 95 Linköping.

Förteckning över VETA Prolog Skriftserie som utgör underlag för seminarier och tilltänkta projekt.

940527 **Säkrare ÖvningsKörning med bilden som hjälpmedel.** En beskrivning av SÖK-projektet. 8 sidor inkl bilaga. Författare: Lars Gustavsson, Eva Lenning, Lars Lönnqvist, Lennart Strandberg.

940803 **Vad vill vi VETA?** Dokumentation till anförande vid STRs och MHFs Tylösandsseminarium 940803 av Lennart Strandberg. 2 sidor.

940814 **Tala om tunga.** Lastbilar och fordonskombinationer i riskbaserad förarutbildning. Bakgrund till utveckling av utbildningsprogram för tunga fordon och praktiska övningar på lastbilsbana. 2 sidor.

940821 **Välkommen till VETA!** Introduktion till nya medlemmar med personliga kommentarer av Lennart Strandberg, styrelseordförande. 2 sidor.

940829 **Vinterdäcks väggrepp: Tala om vad du vet!** Inbjudan till seminarium vid PHS. 2sidor inkl. bilaga.

940924 **Genomsnittsförarens körsäkerhet med ABS-bromsar och olika däcktyper.** Dela med Dig av Ditt kunnande inför tilltänkta körexperiment! Ett upprop till erfarna däck-, bil- och trafikproffs. 1 sida.

941015 **Trygga övergångsställen!** Ta vara på varandras tillbudserfarenheter och åtgärdsidéer. Ett upprop till bilförare, fotgängare och trafikproffs. 7 sidor, varav 6 med klartextbeskrivningar av dödsolyckor.

950112 **Körförsök med sportlovsturister i Sälen.** Bakgrund till planeringsseminarier för S95-projektet. 1 sida.

950821 **Information om ABS-bromsar och vinterdäck.** Underlag för seminarium om resultaten från Skyltfondens S95-projekt. 28 sidor tillhandahölls 1995-08-21 på PHS.