



Slitna vindrutor

Simulatorstudie

Anne Bolling
Gunilla Sörensen

Utgivare:  581 95 Linköping	Publikation: VTI rapport 657		
Författare: Anne Bolling och Gunilla Sörensen	Utgivningsår: 2009	Projektnummer: 40784	Dnr: 2009/0196-25
Projektamn: Slitna rutor			
Uppdragsgivare: Glasbranschföreningen			
Titel: Slitna vindrutor. Simulatorstudie			
Referat (bakgrund, syfte, metod, resultat) max 200 ord: Ett trafiksäkerhetsproblem som har uppmärksamats i olika studier är slitage på vindrutor. När vindrutan på ett fordon slits ökar risken för bländning, vilket kan leda till att föraren inte i tid hinner se föremål eller personer som befinner sig på eller vid vägen. I en simulatorstudie med 24 försökspersoner har förarbeteende vid bländning studerats för vindrutor med olika grad av slitage. För att skapa bländning i simulatormonterades en lampa framför den främre skärmen i simulatormontern. Lampan fick simulera en lågt stående sol. När förarna var tvingade att väja för hinder på vägen klarade de undanmanövern sämre när de körde med en vindruta som var sliten, trots att de höll en lägre hastighet. Förarna upptäckte hindret senare, bromsade kraftigare och gjorde en häftigare undanmanöver. Detta indikerar ett mer riskfyllt körbeteende. Några förare hann inte alls väja för hindret utan körde på det. I samband med försöket genomfördes även en siktlängdsmätning. Resultaten visade att siktlängden minskade vid körning med de slitna rutorna. Försökspersonerna uppgav att de ansåg att såväl den simulerade miljön som köruppgifterna i simulatorkörningen var relativt realistiska. Även om detta är en studie i simulatormiljö, med sina begränsningar, kan man konstatera att körbeteendet påverkas negativt vid körning i motljus med sliten vindruta.			
Nyckelord: Simulatorstudie, bländning, förarbeteende, siktsträckor			
ISSN: 0347-6030	Språk: Svenska	Antal sidor: 39 + 4 bilagor	

Publisher:  SE-581 95 Linköping Sweden	Publication: VTI rapport 657		
	Published: 2009	Project code: 40784	Dnr: 2009/0196-25
	Project: Worn windscreens		
Author: Anne Bolling and Gunilla Sörensen		Sponsor: Glasbranschföreningen	
Title: Worn windscreens – Simulator study			
Abstract (background, aim, method, result) max 200 words: One traffic safety problem that has been observed in several studies is the wear of the windscreens. The risk of dazzling increases when driving with a worn windscreen, which may have the consequence that the driver does not discover objects or people on the road in front of the vehicle. The behaviour of 24 drivers has been studied in a driving simulator using three windscreens with different level of usage. To achieve dazzling in the driving simulator a lamp was mounted in front of the windscreen in the simulator. The lamp simulated a setting sun. When the driver had to make way for an obstacle on the road, this was more difficult with the worn windscreens, despite the lower speed. The drivers discovered the obstacles later, used a harder brake power and took a more powerful action to avoid the obstacle. Altogether this indicates a more risky driving behaviour, in other words decreased traffic safety. The sight length to a cone was also measured. The results showed that the sight length became shorter with worn windscreen. When the drivers were asked to express their opinion about the experiment, they assessed both the simulated environment and the driving task as relatively realistic. Even though this is a simulated situation, with its limitations, the results indicate that driving under dazzling conditions with a worn windscreen has negative effects on driver behaviour.			
Keywords: Simulator study, dazzle, driver behaviour, sight length			
ISSN: 0347-6030	Language: Swedish	No. of pages: 39 + 4 Appendices	

Förord

De skandinaviska branschorganisationerna Glasbranschföreningen i Sverige, Dansk Autoglas och Bilglassforeningen i Norge har bekostat denna studie. Glasbranschföreningen har även tillhandahållit de vindrutor som använts i studien.

Jimmy Langetun från Glasbranschföreningen har medverkat med kunskap om vindrutor och vindrutors slitage.

Stefan Bengtsson, SAMGLAS i Linköping, har skött montering och nedmontering av vindrutor i simulatorn.

För mätning av vindrutornas slitage tillhandahöll Glasbranschföreningen ett instrument DMO/Iris för mätning av SLI. Ytterligare ett instrument inlånades från Bilprovningen i Norrköping, även detta ett DMO/Iris-instrument.

Mats Lidström, VTI, utvecklade den grafik som användes i simulatorn. Laban Källgren, VTI, ansvarade för scenarioutvecklingen och Albert Kircher, VTI, konstruerade den artificiella solen.

Janet Yakoub och Kristina Kindgren, båda VTI, var försöksledare i studien och tog hand om våra försökspersoner.

Mohammad-Reza Yahya, VTI, har analyserat alla data från simulatorkörningarna och från frågeformulären.

Sven-Olof Lundkvist, VTI, har bistått med kunskap om bländningsproblematiken samt mätning av vindrutor.

Gunilla Sörensen, VTI, har medverkat vid författandet av rapporten.

Gunilla Sjöberg, VTI, har slutredigerat rapporten.

Undertecknad har varit projektledare och medverkat i samtliga delar av arbetet.

Stort tack till alla er som på olika sätt har engagerat er i detta projekt, inte minst ni som ställt upp som försökspersoner!

Linköping augusti 2009

Anne Bolling

Kvalitetsgranskning

Granskningsseminarium genomfört 7 september 2009 där Lars Eriksson, VTI, var lektor. Anne Bolling har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 9 september 2009. Projektledarens närmaste chef Jonas Jansson har granskat och godkänt publikationen för publicering 2 september 2009.

Quality review

Review seminar was carried out on 7 of September 2009 where Lars Eriksson, VTI, reviewed and commented on the report. Anne Bolling has made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager Jonas Jansson examined and approved the report for publication on 2 of September 2009.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Bakgrund	9
2 Syfte	10
3 Metod.....	11
3.1 Försöksupplägg	12
4 Resultat.....	16
4.1 Bortfall.....	16
4.2 Siktsträcka	16
4.3 Medelhastighet	17
4.4 Avstånd till hinder vid åtgärd.....	20
4.5 Inbromsning inför hinder	22
4.6 Maximal rattvinkel och sidoacceleration före hinder	25
4.7 Passage av hinder	29
4.8 Resultat från frågeformulär	32
5 Diskussion	37
Referenser.....	39

Bilagor:

Bilaga 1	Deltagarinstruktion
Bilaga 2	Informerat samtycke
Bilaga 3	Artificiell sol
Bilaga 4	Enkätfrågor

Slitna vindrutor – simulatorstudie

av Anne Bolling och Gunilla Sörensen
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Ett trafiksäkerhetsproblem som har uppmärksamrats i olika studier är slitage på vindrutor. När vindrutan på ett fordon slits ökar risken för bländning, vilket kan leda till att föraren inte i tid hinner se föremål eller personer som befinner sig på eller vid vägen.

I denna simulatorstudie har förarbeteende vid bländning studerats för vindrutor med olika grad av slitage. Tre vindrutor ingick i studien – en oanvänd, en som hade använts i 150 000 kilometers körning och en som hade använts i 350 000 kilometers körning. Försöket har en inomgruppsdesign. Det innebär att alla 24 försökspersoner får köra med varje betingelse, i detta fall tre gånger, en gång med varje vindruta. Förarna fick passera två hinder vid varje körning.

För att skapa bländning i simulatorn monterades en lampa framför den främre skärmen i simulatorn. Lampan fick simulera en lågt stående sol.

Vid försöket genomfördes en mätning av siktlängd. Resultaten visade att siktlängden minskade vid körning med de slitna rutorna. Skillnaden i upptäcktsavstånd mellan bästa och sämsta vindrutan var 131 meter (± 22 meter), vilket innebar en sänkning med i genomsnitt cirka 65 procent.

Vid undersökning av vad som hände när förarna var tvingade att väja för hinder på vägen ser vi att man klarade undanmanövern sämre när man körde med en vindruta som var sliten. Förarna upptäckte hindret senare, bromsade kraftigare och gjorde en häftigare undanmanöver, trots det faktum att de hade sänkt sin genomsnittliga hastighet med cirka 15 km/h. Dessa resultat indikerar ett mer riskfyllt körbeteende eller med andra ord lägre trafiksäkerhet.

Några förare hann inte alls väja för hindret utan körde på det. Ingen av hinderpassagera vid körning med den oanvända vindrutan ledde till kollision, medan fyra procent av passagera ledde till kollision vid körning med den näst mest slitna vindrutan och åtta procent ledde till kollision vid körning med den mest slitna vindrutan. Med tanke på att detta i verklig trafik kunde ha varit trafikolyckor, pekar resultaten på att det kan medföra en stor olycksrisk att köra med slitna rutor i så svåra förhållanden som motljus. På grund av det låga antalet observationer bedömdes det inte vara meningsfullt att statistiskt testa dessa resultat, men de ger ändå en indikation om att körbeteendet och säkerhetsmarginalerna påverkas negativt av de slitna rutorna.

Försökspersonerna uppgav att de ansåg att såväl den simulerade miljön som köruppgifterna i simulatorkörningen var relativt realistiska.

Även om detta är en studie i simulatormiljö, med sina begränsningar, kan man konstatera att körbeteendet påverkas negativt vid körning i motljus med sliten vindruta. I verklig trafik är det dessutom många fler faktorer som kan påverka sikt och bländning, såsom smuts och väta. Det finns därför en risk att effekten på körbeteendet vid körning i verklig trafik kan vara avsevärt större än vad som har kunnat mätas i denna studie. Redan med en vindruta som har använts i 150 000 km har denna studie påvisat negativa

effekter på körbeteendet. Troligen finns det en anseelig mängd fordon i trafik med vindrutor som har använts i 150 000 km eller mera, vilket gör att problemet bör tas på allvar.

Worn windscreens – Simulator Study

by Anne Bolling and Gunilla Sörensen
VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)
SE-581 95 Linköping Sweden

Summary

One traffic safety problem that has been observed in several studies is the wear of the windscreens. The risk of dazzling increases when driving with a worn windscreen, which may have the consequence that the driver does not discover objects or people on the road in front of the vehicle.

In this simulator study driver behaviour has been studied using three windscreens, one driven 150 000 kilometres, another driven 350 000 kilometres and one unused. The experiment has a within groups design. In this case this means that all 24 test persons drive under each condition, thus everyone with each of the three windscreens. The driver passes two obstacles during each drive.

To achieve dazzling in the driving simulator a lamp was mounted in front of the windscreen in the simulator. The lamp simulated a setting sun.

The sight length to a cone was measured. The results showed that the sight length became shorter with worn windscreen. The difference in sight length between the unused and the most worn windscreen was on average 131 metres (± 22 metres), implying a reduction in sight length of approximately 65 percents.

When the driver had to make way for an obstacle on the road, this was more difficult with the worn windscreens. The drivers discovered the obstacles later, used a harder brake power and took a more powerful action to avoid the obstacle, despite the fact that the average speed was decreased with approximately 15 kilometres per hour. Altogether this indicates a more risky driving behaviour, in other words decreased traffic safety.

Some of the drivers were not able to avoid the obstacle at all and hence collided. None of the obstacle passes, while driving with the unused windscreen, led to any collision, but four percent led to a collision while driving with the windscreen used in traffic for 150 000 kilometres and eight percent led to a collision with the windscreen used in traffic for 350 000 kilometres. However, due to the low number of observations there was no point in performing any statistical analysis. Still, the results indicate that driver behaviour and safety margins are severely effected by worn windscreens. Considering that in real traffic these events had been traffic accidents the results are alarming and show that driving with worn windscreens in dazzling conditions can be dangerous.

When the drivers were asked to express their opinion about the experiment, they assessed both the simulated environment and the driving task as relatively realistic.

Even though this is a simulated situation, with its limitations, the results indicate that driving with a worn windscreen has negative effects on driver behaviour. The problem may be even higher in real traffic since there are other factors, such as mud and rain that effect sight and dazzle. Already with a windscreen used during 150 000 kilometres the driver behaviour is negatively effected. Since there are probably a considerable amount of vehicles in traffic with windscreens that has been used 150 000 kilometres or more, the problem with worn windscreens should be taken seriously.

1 Bakgrund

Partiklar i luften utsätter fordons vindrutor för hårda påfrestningar och förorsakar en blästringseffekt på glaset. Vindrutorna utsätts även för omfattande mekaniskt slitage, främst från vindrutetorkare, vilket kan göra att ljuset bryts felaktigt och att sikten försämras.

Ett trafiksäkerhetsproblem som har uppmärksamats i olika studier är slitage på vindrutor. När vindrutan på ett fordon slits ökar risken för bländning, vilket kan leda till att föraren inte i tid hinner se föremål eller personer som befinner sig på eller vid vägen. Bländning uppstår på grund av att ljus sprids i vindrutan, till exempel vid lågt stående sol eller vid möte i mörkertrafik. Effekten av bländningen varierar beroende på hur sliten vindrutan är.

Vägverket konstaterar på sin hemsida att sikten är en av de viktigaste faktorerna för körsäkerheten. Där står vidare att ”Smutsiga och slitna rutor kan minska sikten avsevärt. Mycket slitna rutor kan minska siktsträckan med upp till 20 procent” (Vägverket, 2009-03-22). En kortare siktsträcka gör att hinder upptäcks senare och detta kan få till följd att föraren inte hinner bromsa i tid. Detta kan i sin tur leda till att möjligheten att undvika en eventuell olycka minskar.

I en av de studier som VTI har utfört undersöks upptäcktsavståndet till hinder vid vägen i mörkertrafik (Lundkvist & Helmers, 1993). Studien påvisade samband mellan slitage på vindrutan och upptäcktsavstånd till sådana hinder. En förare med en vindruta som har körts mer än 100 000 kilometer kan vid möte i mörkertrafik ha mer än 10 procent kortare siktsträcka än om vindrutan hade varit ny. Om föraren dessutom har nedsatt syn (synskärpa 0,5) skattas förlusten av siktsträcka till 25 procent. Ungefär vart tjugonde fordon i trafik beräknades ha en vindruta som körts i 100 000 kilometer eller mer.

2 Syfte

Syftet med arbetet har varit att studera effekten på förarbeteendet vid bilkörning med slitna vindrutor. Tidigare undersökningar vid VTI har främst studerat siktsträckor vid bländning från mötande fordon i mörkertrafik. I föreliggande undersökning studeras hur bländning av simulerat solljus påverkar såväl förarens körbeteende som förarens siktsträcka. Främst registreras variabler som har påverkan på körsäkerheten. Avsikten med mätningen av siktsträcka är främst att möjliggöra jämförelser med andra studier.

3 Metod

För att kunna mäta effekten av slitage på vindrutor genomförs en simulatorstudie. Till detta utnyttjas VTI:s körsimulator III som är utrustad med en personbils-kabin och ett avancerat rörelsesystem (VTI, 2009-02-19). I körsimulatorn visas omgivningen för föraren på tre huvudskärmar samt i tre backspeglar. Under kabinen finns ett skakbord som simulerar kontakten med vägbanan. Skakbordet står på en bana som gör att hela simulatorkabinen kan förflyttas i sidled. Kabinen kan även lutas i flera riktningar. På så sätt simuleras sidkrafter som påverkar föraren. Allt detta gör att förarens körupplevelse blir mer verklighetstrogen

Bländning uppstår på grund av att ljus sprids i vindrutan. Bländningen kan variera beroende på hur sliten vindrutan är. Vi studerar hur denna bländning påverkar förarens körbeteende, främst genom att mäta några variabler som påverkar körsäkerheten.

För att skapa bländning i simulatorn monterades en lampa framför den främre skärmen i simulatorn. Lampan fick simulera en lågt stående sol, se bilaga 3. Under körningarna var solskydden nerfällna för att förhindra direkt bländning från lampan. I Figur 1 visas ett foto taget vid bländning i simulatorn, sett ur förarperspektiv.



Figur 1 Förarperspektiv vid bländning i simulatorn. Foto: VTI.

Studien genomförs med tre olika vindrutor – en som är oanvänd, en som har använts i 150 000 kilometers körning och en som har använts i 350 000 kilometers körning. De två begagnade rutorna tillhandahölls av Glasbranschföreningen.

Försöket genomfördes under våren 2009.

3.1 Försöksupplägg

Tre olika vindrutor användes i studien

0 = oanvänd vindruta

15 = använd i 150 000 km

35 = använd i 350 000 km.

Som referens användes en oanvänd vindruta (0). En vindruta från en taxi som gått sträckan Arlanda–Stockholm i 350 000 kilometer fick representera en mycket sliten vindruta (35). För att representera en mera normalt sliten vindruta valdes en som hade använts i 150 000 kilometer (15).

Rutorna var noggrant rengjorda på både in- och utsidan. För att bedöma hur slitna vindrutorna var genomfördes mätning av SLI (Stray Light Index, definieras i en tysk standard DIN 52298), vilket ger ett värde på hur ljuset sprids i vindrutan. Ett instrument för denna mätning av SLI tillhandahölls av Glasbranschföreningen (DMO/Iris-instrument). Vid de första mätningarna som genomfördes erhöles mycket stora variationer i mätresultaten, varför ytterligare ett instrument inlånades från Bilprovningen i Norrköping (DMO/Iris-instrument). Även detta instrument gav stor variation i resultaten, men upprepade mätningar visar ändå att vindrutornas SLI-värden skiljer sig åt. Vindruta 0 har ungefär SLI 0,05; vindruta 15 har ungefär SLI 0,8 och vindruta 35 har SLI >1.

Försökspersoner

I studien ingick 24 försökspersoner hämtade från VTI:s register över förare som anmält intresse av att delta i VTI-försök. De krav som ställdes på försökspersonerna var att de inte använder linser eller glasögon vid bilkörning. Förarna skulle ha haft körkort i minst fyra år. Såväl män som kvinnor skulle vara representerade. Spridning i ålder och körvana eftersträvades.

De 24 försökspersonerna var mellan 23 och 64 år gamla. De körde 5 000–60 000 kilometer per år och hade haft körkort i mellan 4 och 46 år. Antalet män var 13 och antalet kvinnor 11.

Ett arvode om 500 kronor betalades ut till varje försöksperson.

Procedurbeskrivning

Försökspersonerna kallades via telefon och fick då en kort information om försöket och en tid för försöket. Vid ankomst till VTI fick varje person läsa en deltagarinstruktion, se bilaga 1. Därefter fick de intyga att de informerats om och accepterat villkoren för försöket, se bilaga 2.

Försöket inleddes med att försökspersonen körde en träningssträcka i simulatorn i cirka 10 minuter för att vänja sig vid simulatormiljön. Träningen genomfördes utan bländande solljus och när träningen var klar tändes den artificiella solen. Direkt efter detta startade den första delen av försöket, vilket innebar att försökspersonen fick köra den första körningen. Därefter fick försökspersonen gå ur simulatorn för att svara på den första delen av det uppföljande frågeformuläret där det dels ingick en del om hur de

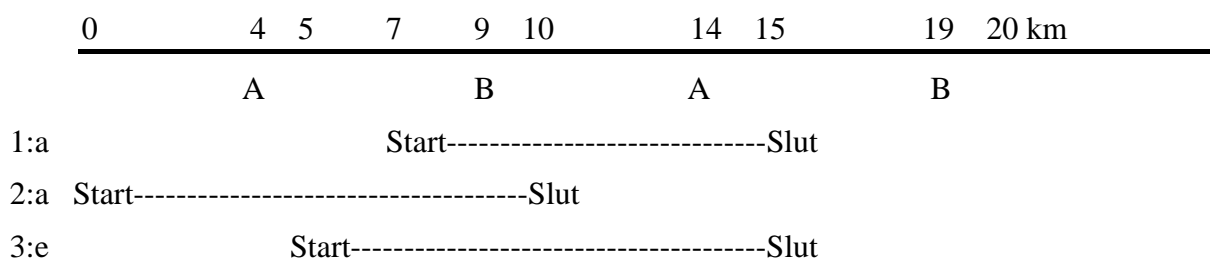
bedömde sig själva som förare, dels en del om hur sliten de upplevde att vindrutan var och hur säkert de upplevde det var att köra med den vindrutan, se bilaga 4. I samband med detta togs en rast. Under rasten byttes vindruta i simulatorm enligt det försöks-schema som hade ställts upp i förväg, se Tabell 1. När det var klart fick försökspersonen köra den andra körningen. Sedan var det återigen dags att besvara frågor i enkäten om hur de upplevt körningen med denna vindruta och att ta en rast, medan vindrutan byttes. Därefter kördes den tredje körningen och slutligen besvarades de sista frågorna om den sista vindrutan. Varje körning tog ungefär 10 minuter och total tid för varje försöksperson var cirka två timmar.

Försöksupplägg

Försöket har en 3x2 design, med tre olika vindrutor och två olika hinder. I försöket användes en inomgruppsdesign. Det innebär att alla försökspersoner kör alla betingelser. I det här fallet betyder det att alla försökspersoner körde en körning med varje vindruta och vid varje körning passerades båda hindren.

I försöket simulerades en automatväxlad bil. Försökspersonerna instruerades att köra som de normalt skulle köra under motsvarande förhållanden i verklig trafik. En vägsträcka på cirka 10 km skapades i simulatorm. Vägen var nio meter bred och hade en hastighetsbegränsning på 90 kilometer per timme. Den var omgiven av skog. Vid två platser fanns hinder uppställda vid sidan av vägen. Efter 4 km stod en personbil (A) vid vägkanten. Efter 9 km fanns en grävmaskin (B) vid vägkanten. Personbilen (A) syntes tydligare mot bakgrunden än grävmaskinen (B). Båda hindren krävde en undanmanöver. Sträckan upprepades en gång, vilket gav en total sträcka på 20 kilometer.

Körningarna konstruerades så att varje hinder passerades en gång per körning. Ordningen på hindren såväl som avståndet till dem varierade för att minska risken att försökspersonerna skulle lära sig var hindren fanns. Det förekom mötande trafik som kom på förutbestämda platser. I Figur 2 visas en skiss över hur de tre körningarna fördelades på de 20 kilometrarna.



Figur 2 Skiss över vägsträckor och läge för händelser.

Vägsträckan från 0 till 10 km upprepades från 10 till 20 km. Händelse A fanns därmed både vid 4 km och 14 km.

Första körningen startade vid 7 km och slutade vid 15 km, vilket framgår av figur 2.

Andra körningen startade vid 0 km och slutade vid 10 km.

Tredje körningen startade vid 5 km och slutade vid 15 km.

Alla försökspersoner körde körningarna i samma ordning.

Efter varje körning genomfördes en mätning av siktlängd på en helt rak niometersväg utan annan trafik. Försökspersonen instruerades då att köra i 40 km/h och trycka på en mentometerknapp så snart hon eller han upptäckte en orange kon som var utplacerad på vägrepen.

Simulatorförsöket genomfördes med balanserad ordning på vindrutorna. Detta innebar att varje vindruta användes lika många gånger i första körningen som i andra och i tredje körningen. Detta gav totalt sex olika försöksordningar. Varje försöksordning tilldelades fyra försökspersoner. I Tabell 1 visas i vilken ordning de tre vindrutorna användes för respektive försöksperson. I tabellen betecknas den oanvända vindrutan med 0, den som använts i 150 000 kilometer med 15 och den som använts i 350 000 kilometer med 35.

Tabell 1 Ordning på vindrutor för varje försöksperson.

Försöksperson	Körordning vindrutor		
	Första	Andra	Tredje
FP 1, 2	35	15	0
FP 3, 4	0	35	15
FP 5, 6	15	0	35
FP 7, 8	35	0	15
FP 9, 10	15	35	0
FP 11, 12	0	15	35
FP 13, 14	35	15	0
FP 15, 16	0	35	15
FP 17, 18	15	0	35
FP 19, 20	35	0	15
FP 21, 22	15	35	0
FP 23, 24	0	15	35

Effektmått

I simulatorm registreras en stor mängd data från varje körning. De data som har använts i denna studie avser främst hastigheter, inbromsningar, ratt rörelser, avstånd vid åtgärd och placering på vägen.

Vid mätning av siktlängd analyseras avståndet mellan den orangefärgade konen och platsen där försökspersonen har tryckt på mentometerknappen.

Två medelhastigheter beräknas per försöksperson och körning. Den ena avser en sträcka före händelse A och den andra avser en sträcka före händelse B.

Vid händelserna analyseras flera olika mått på hur försökspersonen har passerat hindret. För de som har bromsat för hindret undersöker vi hur kraftigt de bromsar och när de börjar bromsa. Vidare studerar vi när och hur försökspersonerna styrt undan för hindret med måtten maximalt rattvinkelutslag och maximal sidoacceleration. Här undersöker vi också hur långt ut till vänster försökspersonerna har kört och med vilken hastighet hindret passeras. Slutligen beräknar vi på vilket avstånd föraren upptäcker hindret och

agerar genom att bromsa/väja. Även förare som kolliderar med hindret finns med i analyserna.

Förarnas subjektiva upplevelser av försöken har analyserats med hjälp av deras enkätsvar.

Analys

Data från simuleringarna har analyserats med hjälp av statistiska programvaran SPSS, version 17.

Skillnader i effektmått mellan körningarna med de olika vindrutorna har analyserats med hjälp av T-tester och par-tester. Eftersom T-testerna och par-testerna, med några få undantag, gav samma resultat har vi valt att endast redovisa resultaten från T-testerna. För att kunna välja lämpligt T-test, testades om variablerna hade samma varians. Detta gjordes med hjälp av F-test.

Genomgående har signifikansnivån 5 % använts.

4 Resultat

I detta avsnitt beskrivs resultaten av körning i simulator utrustad med tre olika vindrutor. Följande beteckningar används:

- 0 vindruta som inte har använts i trafik
- 15 vindruta som har körts ca 150 000 km i trafik
- 35 vindruta som har körts ca 350 000 km i trafik.

4.1 Bortfall

Försöket omfattade 24 försökspersoner som vardera genomförde 3 körningar i simulator, det vill säga totalt 72 simulatorkörningar. Vid registreringen av data föll en körning bort: den första för försöksperson 21. Bortfallet berör endast körning med den vindruta som varit i trafik i 150 000 kilometer. Bortfallet har inte kompenseras.

Samtliga försökspersoner besvarade det frågeformulär som ingick.

4.2 Siktsträcka

Efter varje körning mättes på vilket avstånd en orange kon upptäcktes vid körning i 40 km/h. Erfarenheter från tidigare studier har visat att man upptäcker föremål senare när man kör i simulator än vad man gör i verklig trafik. Skillnaderna beror bland annat på sämre kontrastförhållanden i simulatorm. Den relativa skillnaden mellan olika vindrutor ger därför ett bättre mått än de absoluta värdena. Här beräknas skillnaden i siktsträcka mellan vindruta 0 och vindruta 15, mellan vindruta 0 och vindruta 35 samt mellan vindruta 15 och vindruta 35 för varje person. Medelvärden och standardavvikelser för dessa skillnader beräknas för hela gruppen försökspersoner, se Tabell 2.

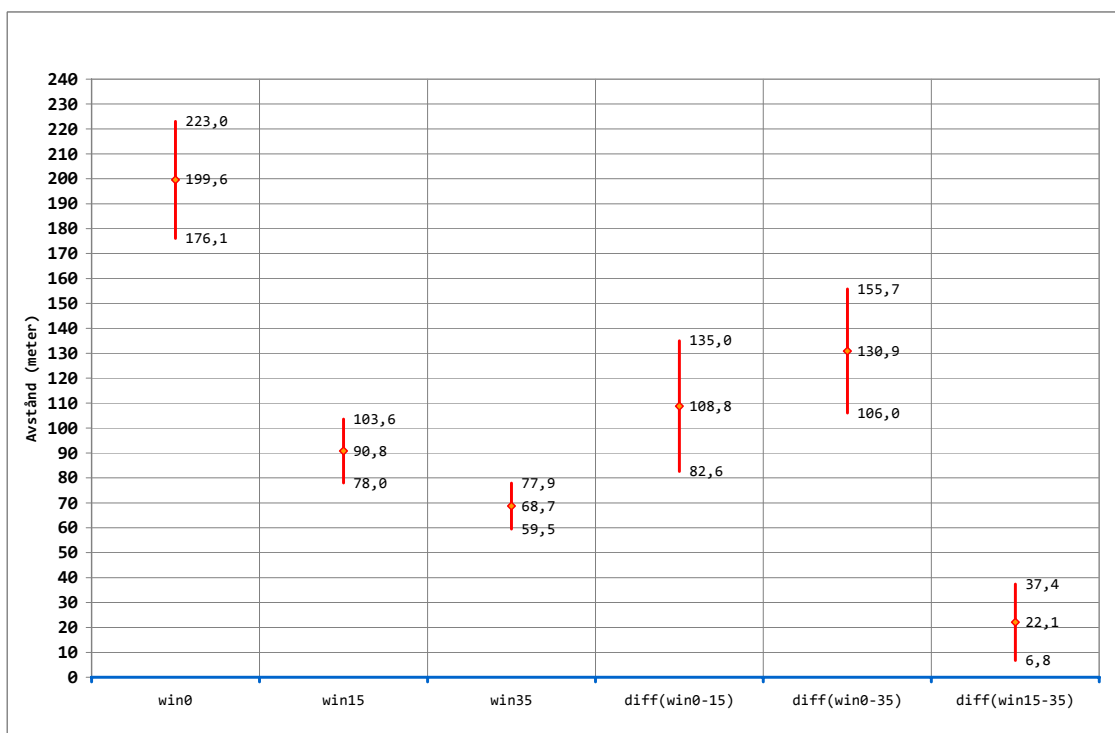
Tabell 2 Avstånd vid upptäckt av orangefärgad kon för tre olika vindrutor (0= oanvänd; 15= körd 150 000 km; 35= körd 350 000 km). Medelvärde och spridningsmått för avstånd och skillnader i avstånd mellan vindrutor.

	Avstånd (meter) ruta 0	Avstånd (meter) ruta 15	Avstånd (meter) ruta 35	Diff ruta 0–15	Diff ruta 0–35	Diff ruta 15–35
Medelvärde	200	91	69	109	131	22
Standardavvikelse	54	30	22	57	51	26
Varians	2 944	875	466	3 257	2 591	663
Minimum	82	34	25	1	29	-31
Maximum	323	159	101	247	285	82
Antal försökspers.	23	23	23	23	23	23
Konf.int. (95 %)	±23	±13	±9	±25	±22	±11

Av tabellen framgår att konen upptäcktes på i genomsnitt 200 meters avstånd (± 23 meter) med den bästa vindrutan (0). Med vindruta 15 krympte avståndet till 91 meter (± 13 meter) och med vindruta 35 till 69 meter (± 9 meter). Skillnaden i upptäcktsavstånd mellan bästa och sämsta vindrutan var därmed 131 meter (± 22 meter),

det vill säga siktsträckan blev i genomsnitt cirka 65 procent kortare. Skillnaderna i upptäcktsavstånd mellan försökspersonerna var stora. Detta framgår av höga värden på spridningsmått för upptäcktsavståndet, där till exempel minimum för vindruta 0 var 82 meter medan maximum var 323 meter.

I Figur 3 visas medelvärde avseende upptäcktsavstånd för varje vindruta samt skillnader i medelvärde mellan vindrutorna. Även konfidensintervall för medelvärdena och skillnaderna anges.



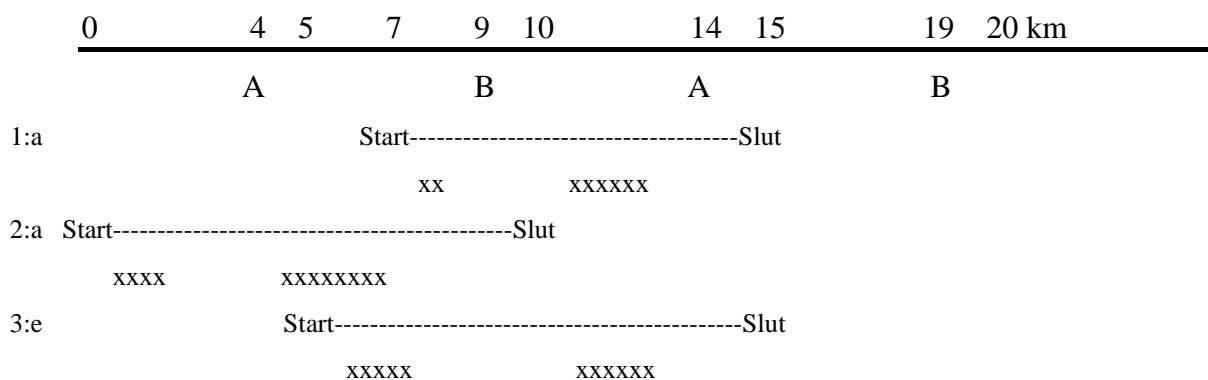
Figur 3 Medelvärde för avstånd till orange kon med vindruta 0, 15 respektive 35 samt skillnader i medelvärde mellan vindrutorna (inklusive konfidensintervall för medelvärdena och skillnaderna)

Av figuren framgår bland annat att skillnaden i siktsträcka mellan den bästa och den sämsta vindrutorna ligger mellan 106,0 och 155,7 meter, med ett 95 %-igt konfidensintervall.

4.3 Medelhastighet

För varje person och varje körning har medelhastigheten över två sträckor beräknats. Den första sträckan ligger före första hindret och den andra ligger före andra hindret. Sträckorna har valts så att hastigheten under sträckan ej har påverkats av start, stopp eller något av hindren.

I Figur 4 visas en översiktlig skiss över läget för de olika sträckorna för vilka medelhastighet har beräknats.



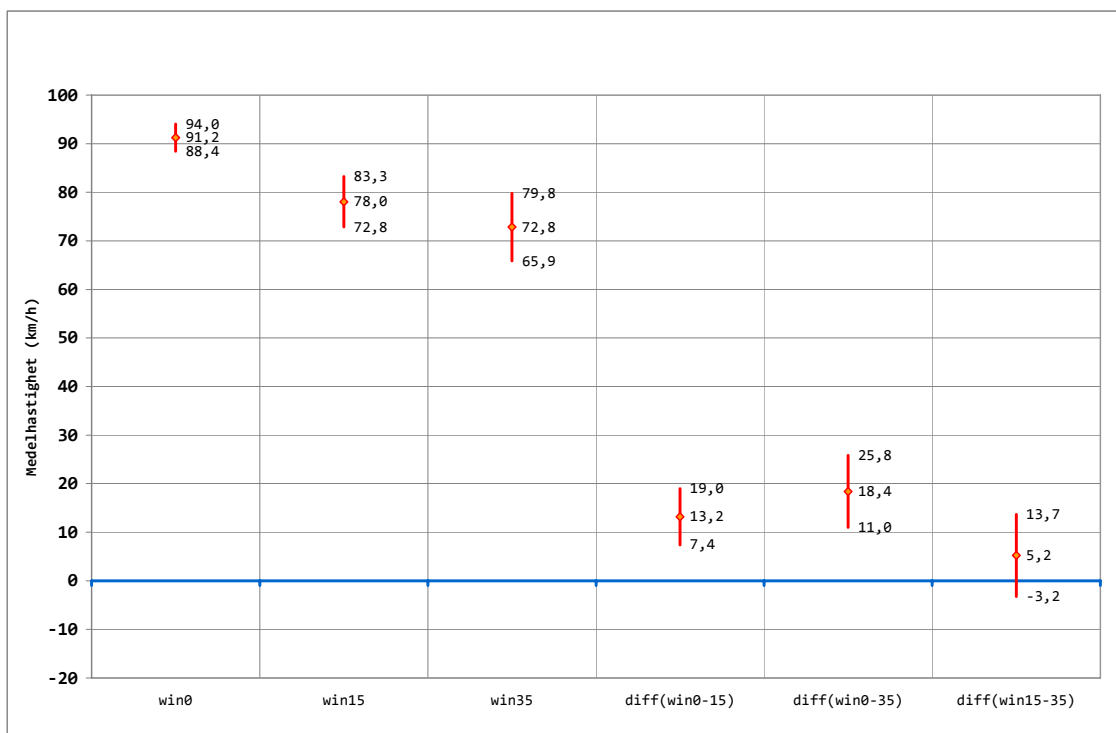
Figur 4 Skiss över sträckor för beräkning av medelhastighet (markerade med x).

För första körningen, som startar vid 7 000 meter, beräknas en medelhastighet från 7 800 till 8 300 meter (före händelse B vid 9 000). Den andra medelhastigheten beräknas från 11 000 till 13 000 meter (före händelse A vid 14 000 meter).

För andra körningen, som startar vid 0, beräknas en medelhastighet från 1 000 till 2 500 meter (före händelse A vid 4 000 meter). Den andra medelhastigheten beräknas från 4 500 till 7 500 (före händelse B vid 9 000 meter).

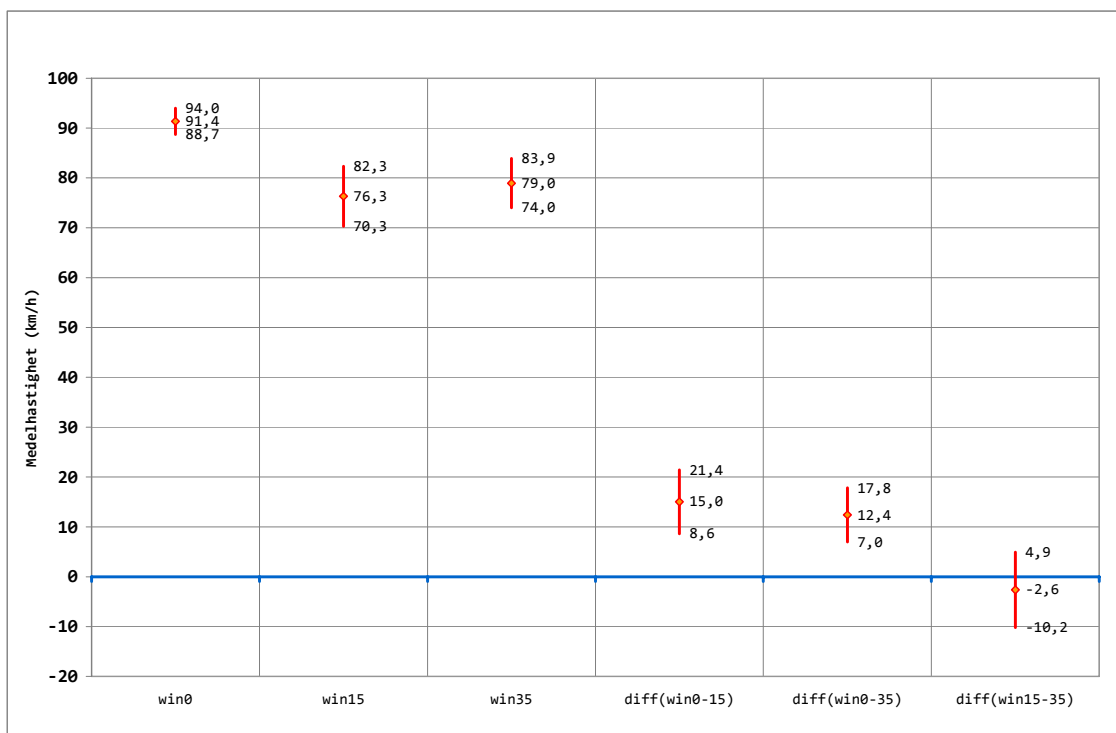
För den tredje körningen, som startar vid 5 000 meter beräknas en medelhastighet från 6 000 till 8 000 meter (före händelse B vid 9 000 meter). Den andra medelhastigheten beräknas från 11 000 till 13 000 meter (före händelse A vid 14 000 meter).

Medelhastigheterna och skillnader i medelhastigheter före hinder A redovisas i Figur 5, tillsammans med konfidensintervall för måtten.



Figur 5 Medelhastighet och skillnad i medelhastighet före hinder A, för vindruta 0, 15 och 35 samt konfidensintervall för medelhastigheterna och skillnaderna.

På motsvarande sätt redovisas medelhastigheterna och skillnader i medelhastigheter före hinder B i Figur 6, tillsammans med konfidensintervall för måtten.



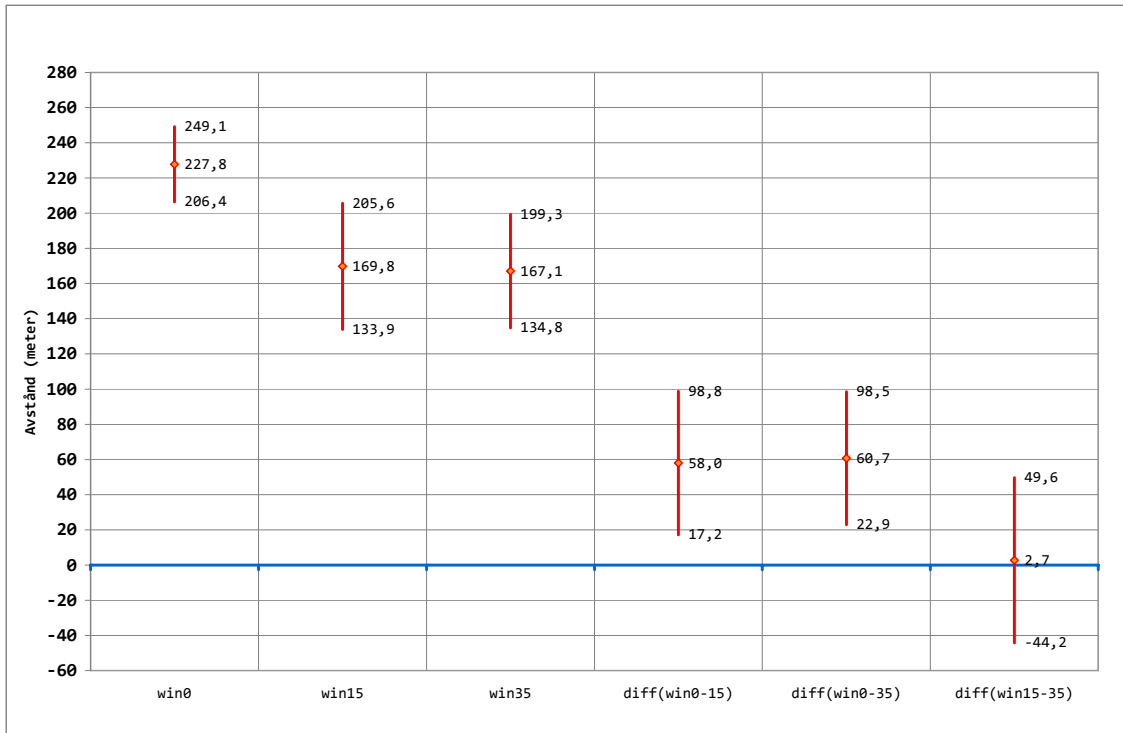
Figur 6 Medelhastighet och skillnad i medelhastighet före hinder B, för vindruta 0, 15 och 35 samt konfidensintervall för medelhastigheterna och skillnaderna.

De två figurerna visar att de genomsnittliga hastigheterna vid körning med vindruta 0 var 91,2 km/h respektive 91,4 km/h på de båda sträckorna med vindruta 15 78,0 respektive 76,3 km/h och med vindruta 35 72,8 respektive 79,0 km/h. Sänkningen av medelhastigheten vid körning med vindruta 15 jämfört med vindruta 0 var 13,2 och 15,0 km/h för de båda sträckorna och med vindruta 35 jämfört med vindruta 0 var sänkningen 18,4 respektive 12,4 km/h. Dessa skillnader var statistiskt signifikanta på nivån 5 %. Skillnaden mellan körning med vindruta 15 och 35 var inte statistiskt signifikanta.

Sammantaget visar resultaten att förarna sänker sin hastighet med ca 15 km/h när de kör med en sliten vindruta jämfört med körning med en oanvänd vindruta.

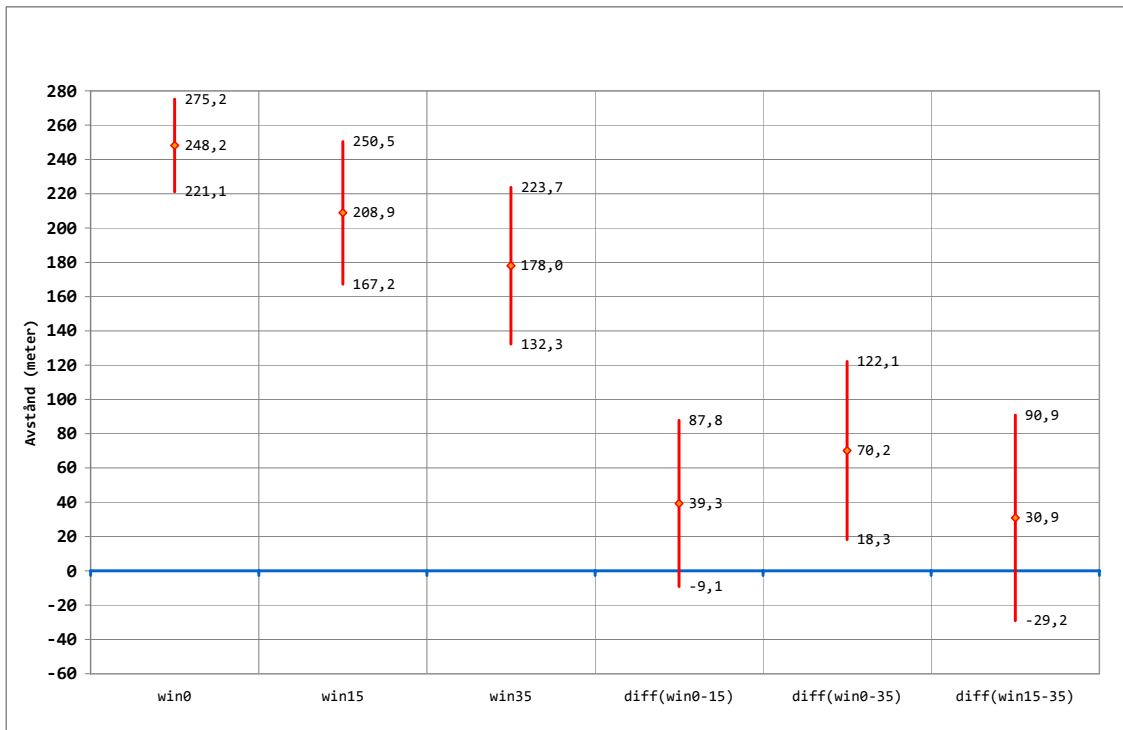
4.4 Avstånd till hinder vid åtgärd

När försökspersonerna närmat sig hinder på vägen har några bromsat och väjt undan, andra har släppt på gasen och väjt undan medan det också finns de som inte har hunnit väja undan utan krockat med hindret. För de flesta försökspersoner kan man avgöra var de har påbörjat någon åtgärd, men för några försökspersoner är det svårare att avgöra vid vilken punkt som hindret har börjat påverka deras körning. Var åtgärden påbörjades har skattats manuellt och avståndet därifrån till hinder har sedan beräknats. I Figur 7 visas avstånd till hinder A, vid start av åtgärd, i form av medelvärde inklusive skillnad mellan vindrutor samt konfidensintervall för dessa mått.



Figur 7 Avstånd till hinder A vid åtgärd. Medelvärde inklusive skillnad mellan vindrutor samt konfidensintervall för dessa mått.

På motsvarande sätt visas avstånd till hinder B vid åtgärd i Figur 8.



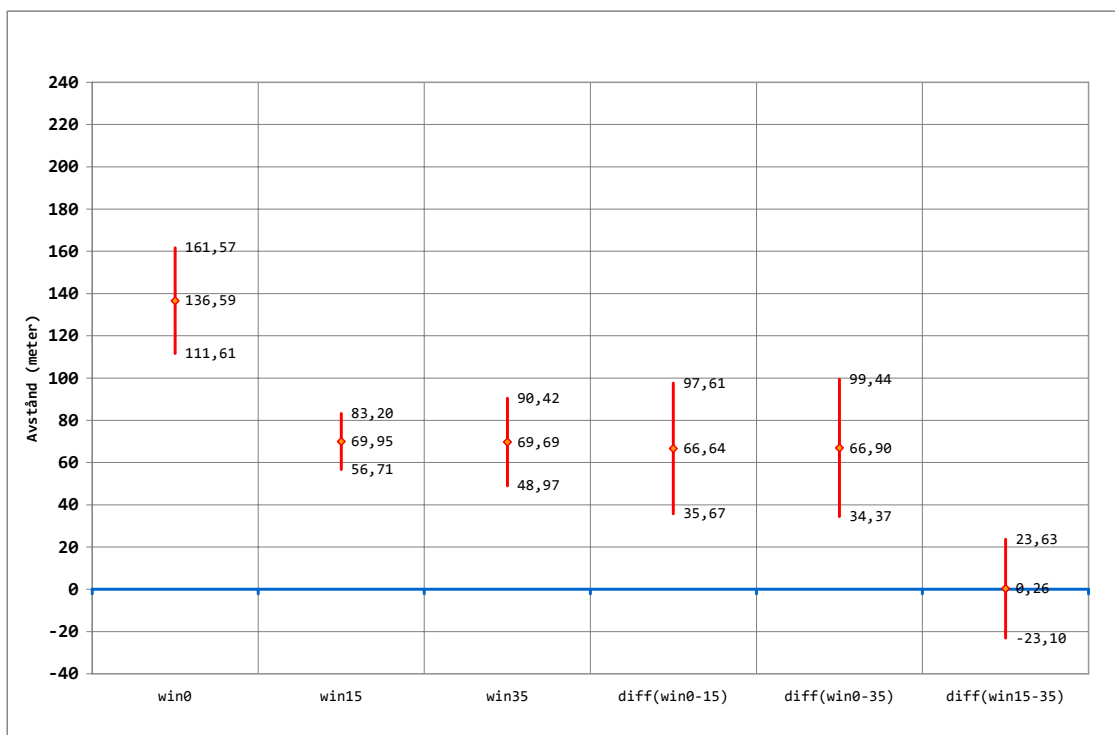
Figur 8 Avstånd till hinder B vid åtgärd. Medelvärde inklusive skillnad mellan vindrutor samt konfidensintervall för dessa mått.

Resultaten visar att man utför åtgärd, bromsar eller väjer, på grund av hinder senare med slitna vindrutor. Av de två figurerna framgår att med vindruta 0 är det genomsnittliga avståndet till de båda hindren när någon åtgärd gjorts 228 respektive 248 meter. Med vindruta 15 är avståndet 170 respektive 209 meter och med vindruta 35 är avståndet 167 respektive 178 meter. Skillnaden i avstånd vid körning med de olika rutorna för vindruta 0 jämfört med vindruta 15 är 58 respektive 39 (ej sign.) meter. För körning med vindruta 0 jämfört med 35 är den 61 respektive 70 meter och för vindruta 15 jämfört med 35 är skillnaden ej statistiskt signifikant.

4.5 Inbromsning inför hinder

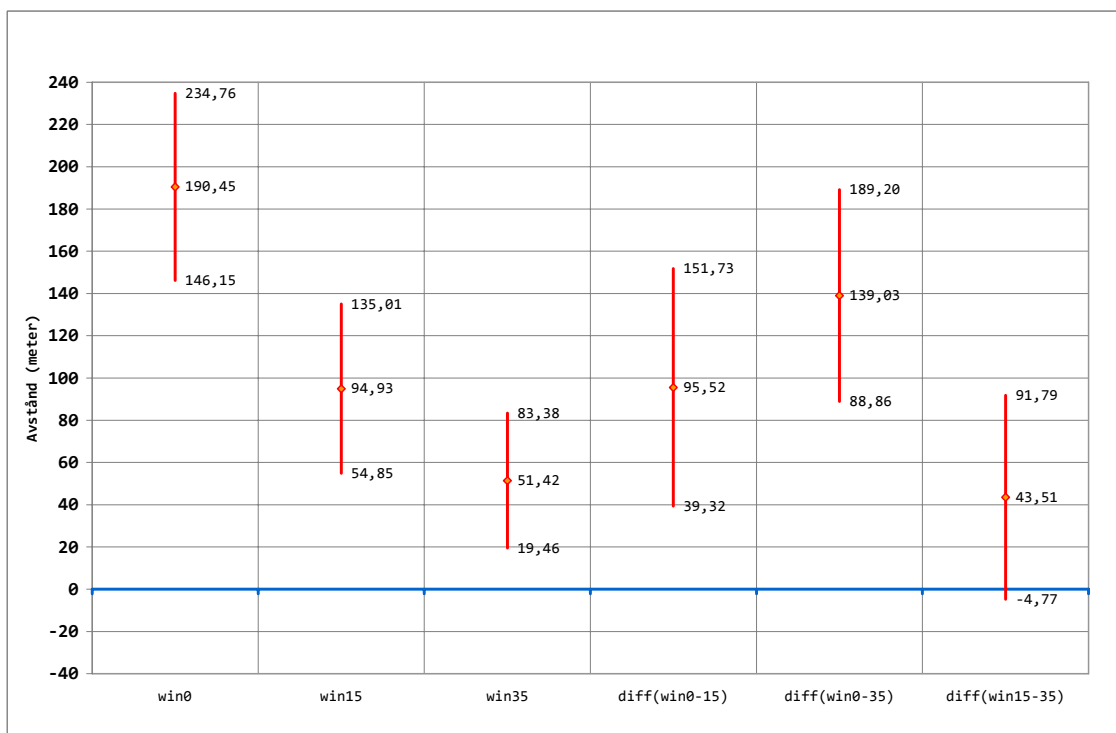
En del av förarna har bromsat före hindren. De mått som har analyserats vid dessa inbromsningar är vilken maximal bromskraft som använts och var bromsningen påbörjats. Dessutom har antal förare som bromsat vid varje hinder räknats.

Med vindruta 0 bromsade 16 respektive 11 förare före hinder, med vindruta 15 bromsade 11 respektive 13 förare och med vindruta 35 bromsade 12 respektive 14 förare. Alltså bromsade ungefär lika många, oavsett vindruta. I Figur 9 visas genomsnittligt avstånd till hinder A när man börjar bromsa.



Figur 9 Genomsnittligt avstånd till hindren när man började bromsa inför hinder A.

I Figur 10 visas motsvarande mått för hinder B.

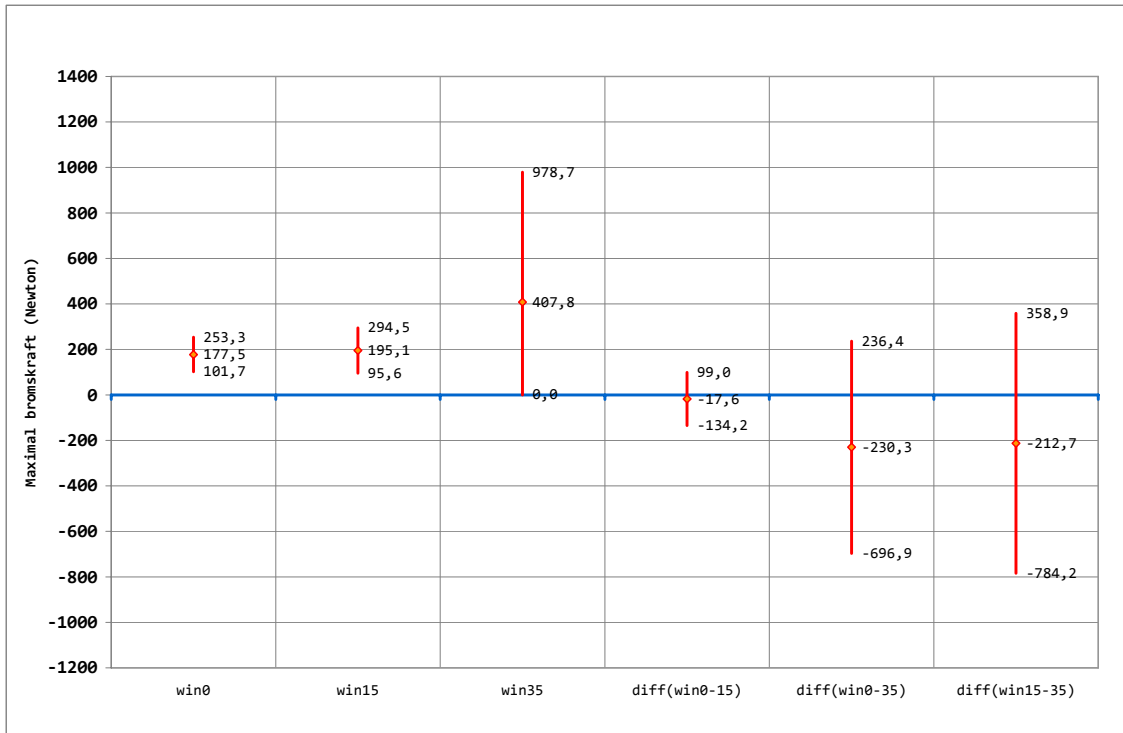


Figur 10 Genomsnittligt avstånd till hindren när man började bromsa inför hinder B.

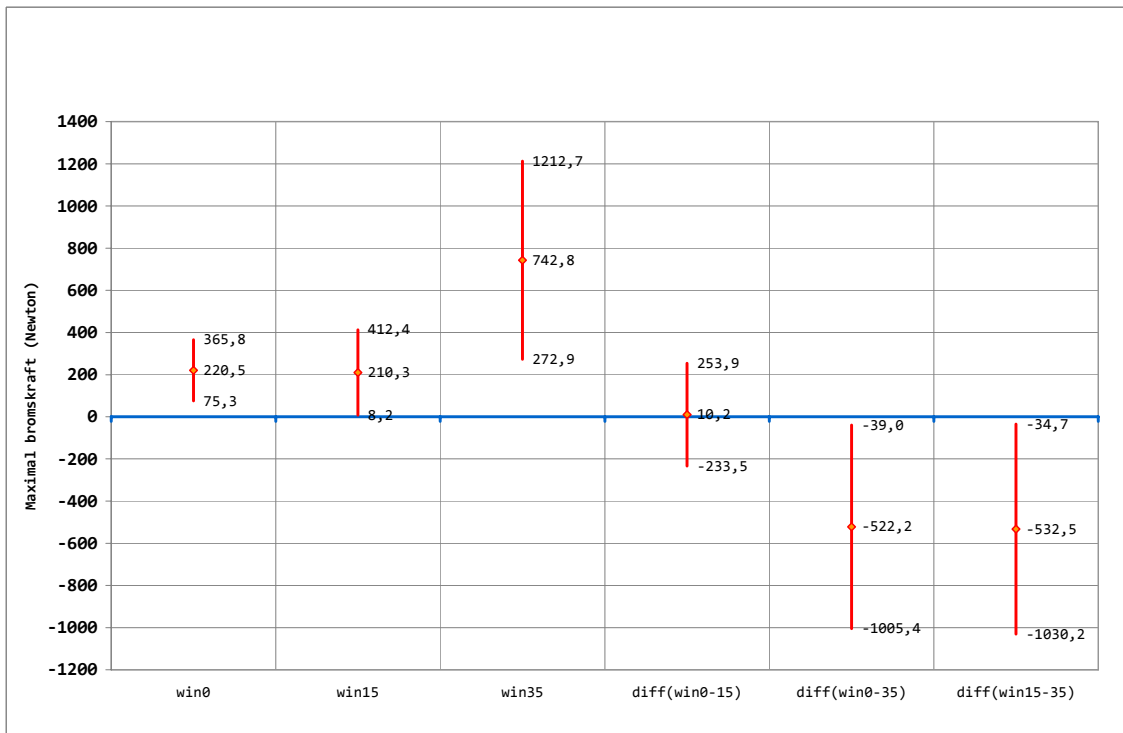
Av de två figurerna framgår att avståndet till hindren när man började bromsa varierar. Med vindruta 0 var avståndet 137 respektive 190 meter; med vindruta 15 var det 70 respektive 95 meter och med vindruta 35 var det 70 respektive 51 meter. Skillnaden i avstånd till hinder var mellan vindruta 0 och 15: 67 respektive 96 meter; skillnaden mellan vindruta 0 och vindruta 35: 67 respektive 139 meter och skillnaden mellan vindruta 15 och vindruta 35 är ej statistiskt signifikant.

Resultaten visar således att de som bromsar inför hinder bromsar senare med de slitna vindrutorna och att skillnaderna är störst vid hinder B.

Den maximala bromskraften under inbromsningsförloppet inför hindren varierade, vilket framgår av Figur 11 och Figur 12.



Figur 11 Maximal bromskraft inför hinder A. Medelvärde, skillnader mellan vindrutor och konfidensintervall för dessa mått.



Figur 12 Maximal bromskraft inför hinder B. Medelvärde, skillnader mellan vindrutor och konfidensintervall för dessa mått.

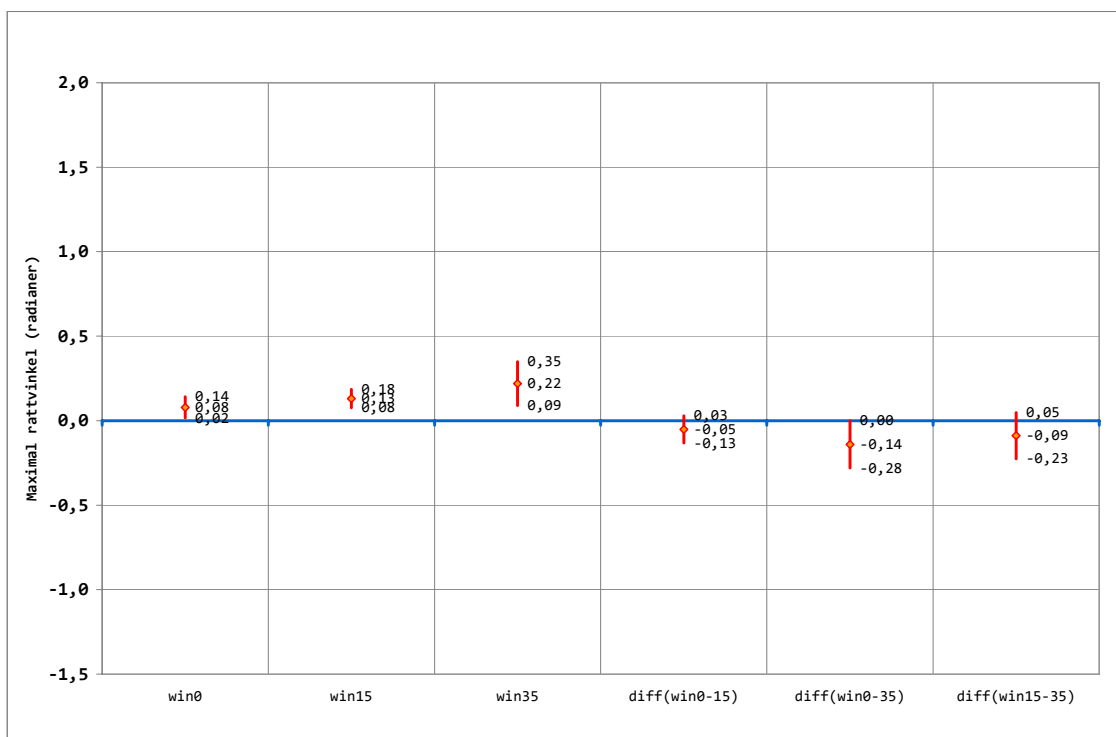
De två figurerna visar att av dem som bromsade var den genomsnittliga maximala bromskraften bland alla bromsande förare med vindruta 0: 178 respektive 221 Newton; med vindruta 15: 195 respektive 210 och med vindruta 35: 408 respektive 742 Newton.

Skillnaden i genomsnittlig maximal bromskraft mellan körning med de olika vindrutorna var inte signifikant för hinder A. För hinder B var skillnaden mellan vindruta 0 och 15 inte heller signifikant. Skillnaden mellan vindruta 0 och 35 var 522 Newton och mellan vindruta 15 och 35 var den 533 Newton.

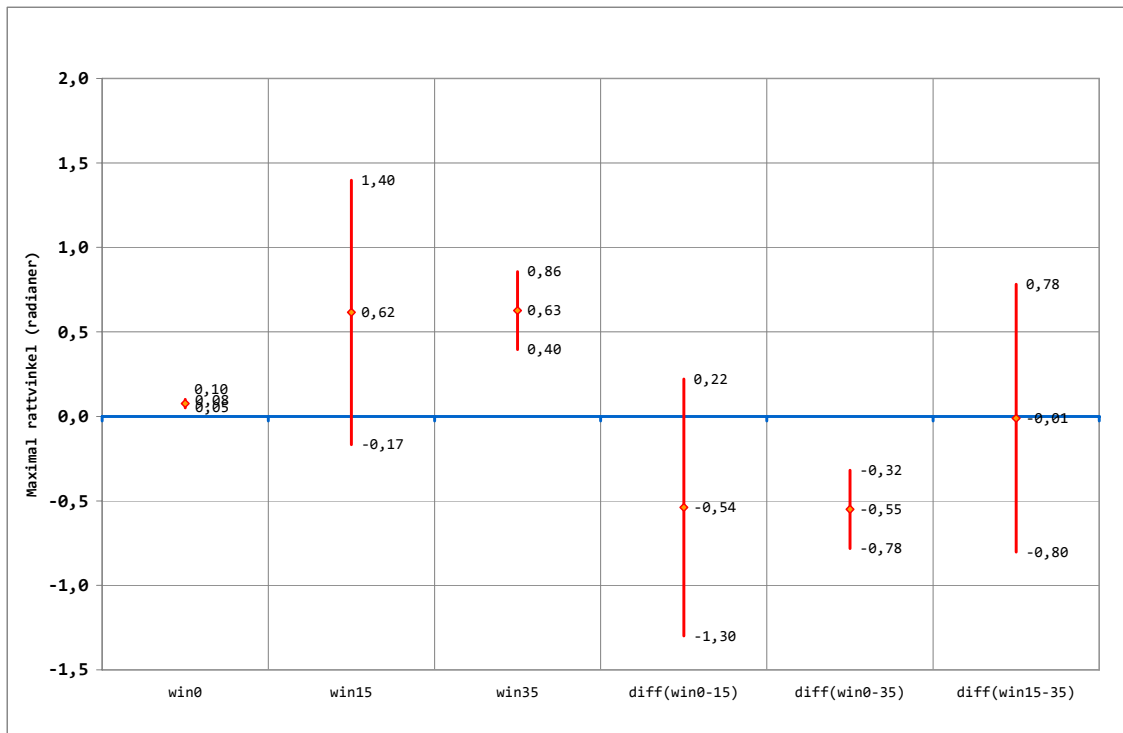
Eftersom det är stor variation mellan hur de olika förarna har bromsat var det alltså endast vid hinder B och bara med vindruta 35 som den maximala bromskraften signifikant skilde sig från resultaten från övriga vindrutor. Tendensen är dock genomgående att en mer sliten vindruta leder till att man upptäcker hindret senare och därför måste bromsa kraftigare för att kunna väja för hindret.

4.6 Maximal rattvinkel och sidoacceleration före hinder

För att få ett mått på hur föraren styrt undan för hinder har maximal rattvinkel och maximal sidoacceleration analyserats. Fordonets avstånd till hinder vid den maximala rattvinkeln har också studerats. I Figur 13 och Figur 14 visas det genomsnittliga maximala rattutslaget inför hinder A respektive hinder B.



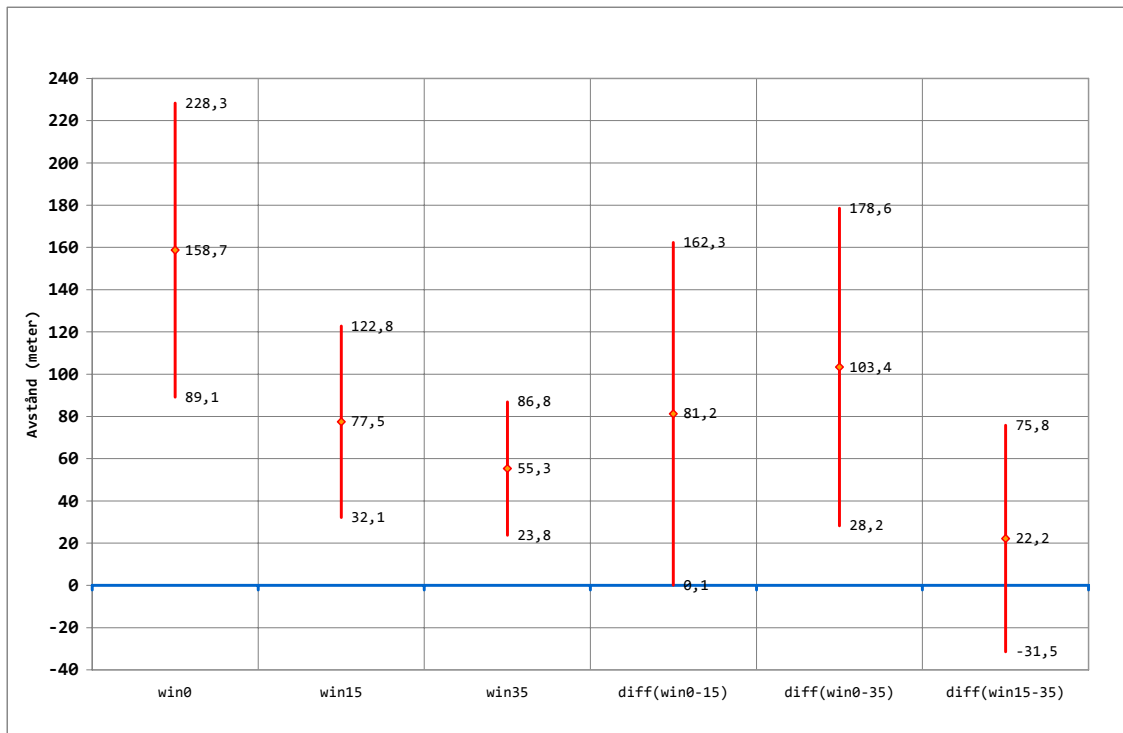
Figur 13 Maximalt rattutslag inför hinder A. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.



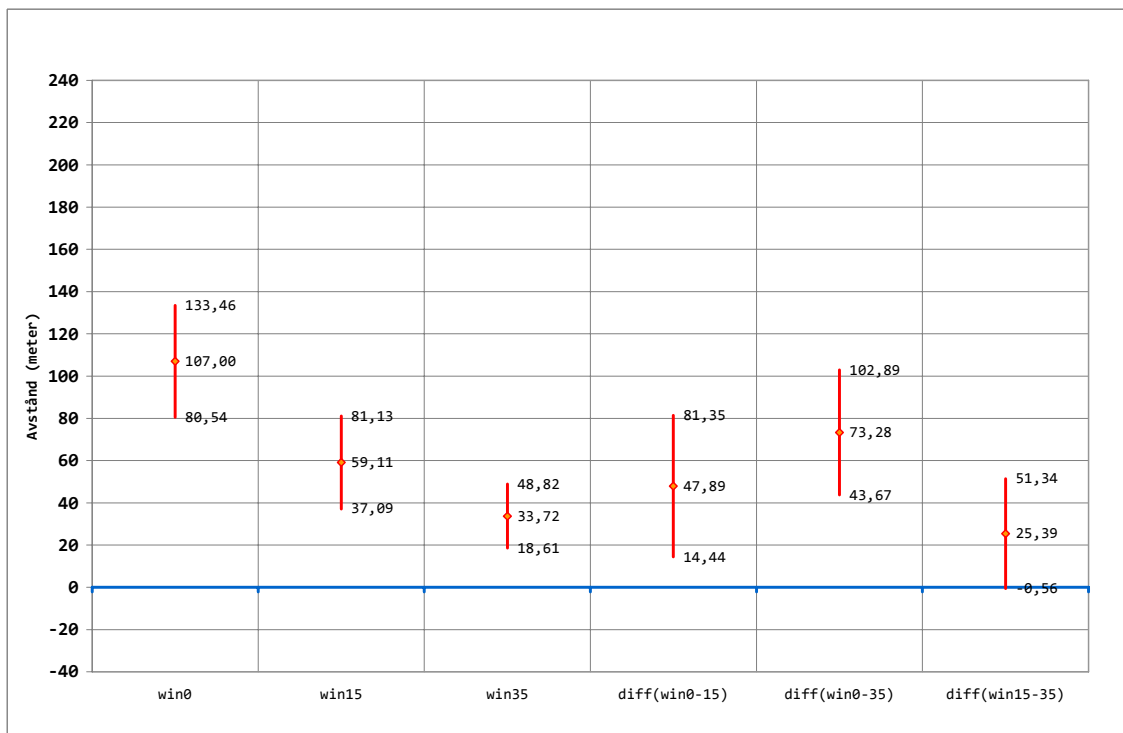
Figur 14 Maximalt rattutslag inför hinder B. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

Av de två figurerna framgår att genomsnittlig maximal rattvinkel före hindren vid körning med vindruta 0 var 0,08 radianer för båda hindren. Vid körning med vindruta 15 var värdena 0,13 före hinder A respektive 0,62 radianer före hinder B och med vindruta 35 var de 0,22 respektive 0,63 radianer. Endast mellan vindruta 0 och 35, före hinder B, är skillnaderna i maximal rattvinkel statistiskt signifikanta.

I Figur 15 och Figur 16 visas det genomsnittliga avståndet till hinder A respektive hinder B vid maximalt rattutslag.



Figur 15 Avstånd till hinder A vid maximalt rattutslag. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.



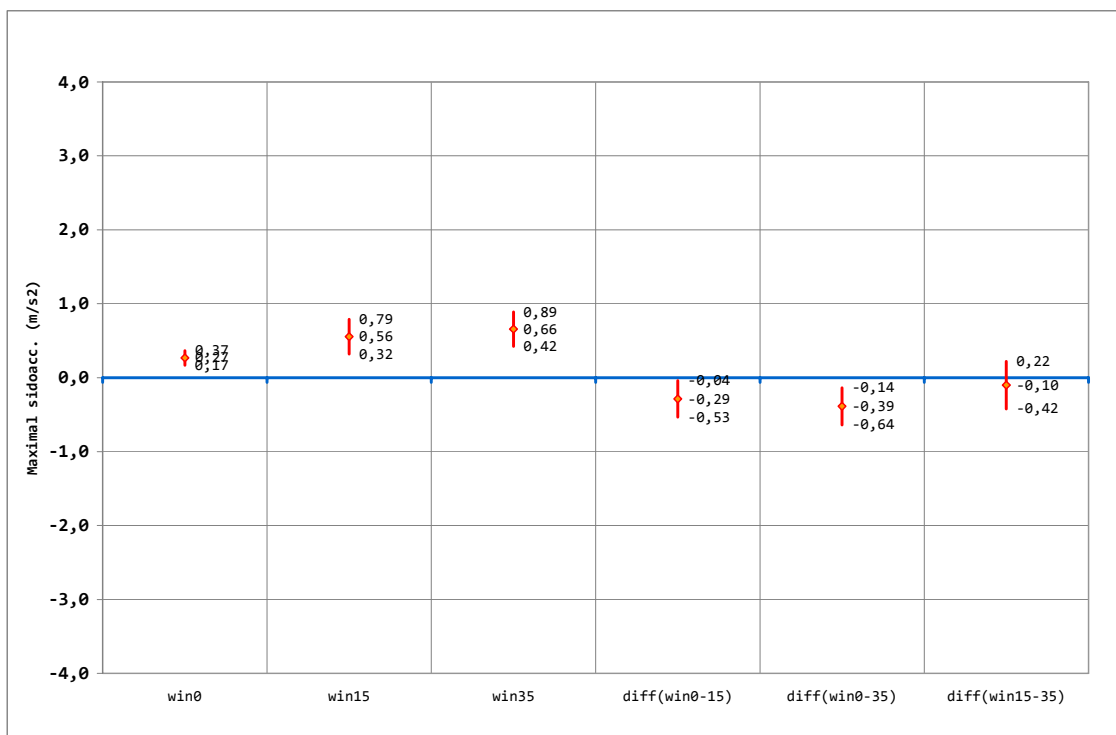
Figur 16 Avstånd till hinder B vid maximalt rattutslag. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

De två figurerna visar att den maximala rattvinkeln inträffade vid körning med vindruta 0 på avståndet 159 respektive 107 meter från hindren. Vid körning med vindruta 15 var avstånden till hindren 78 respektive 59 meter och med vindruta 35 var det 55 respektive

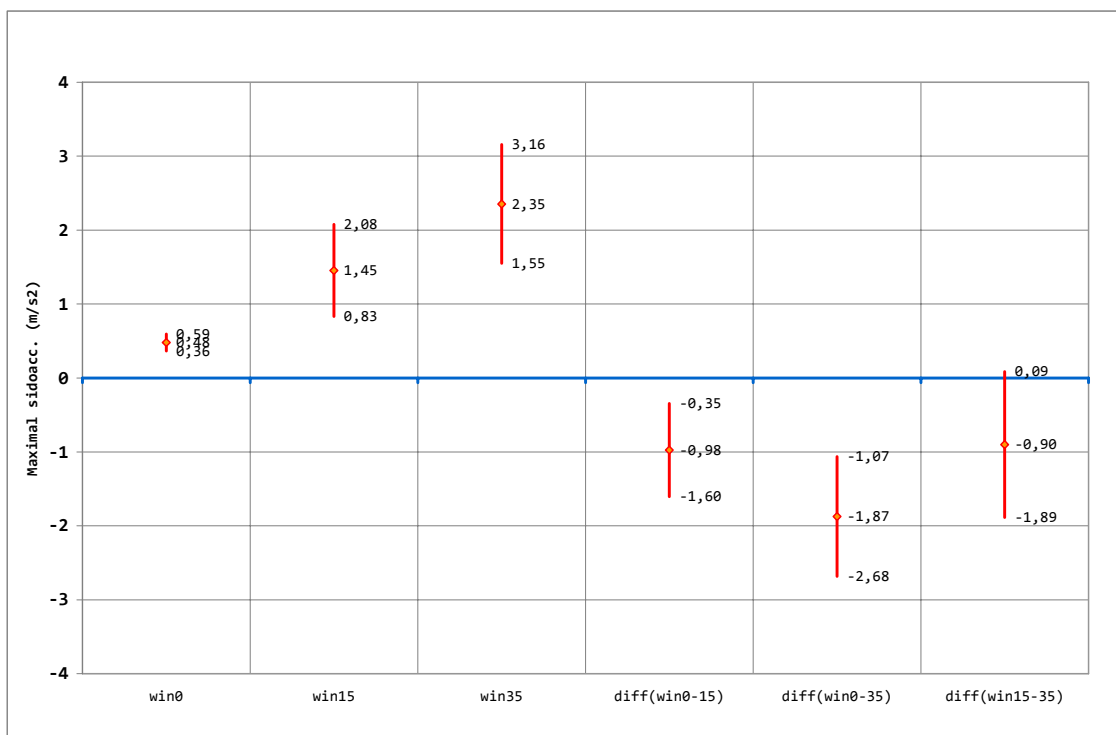
34 meter. Skillnaden i avstånd till hinder mellan vindruta 0 och 15 när den maximala rattvinkeln erhöles var 81 respektive 48 meter. Mellan vindruta 0 och vindruta 35 var skillnaden 103 respektive 73 meter medan det inte fanns någon signifikant skillnad mellan vindruta 15 och vindruta 35.

Sammantaget visar resultaten att avståndet till hindret vid maximalt rattutslag minskar med slitna vindrutor.

Den genomsnittliga maximala sidoaccelerationen vid väjning inför de två hindren redovisas i Figur 17 och Figur 18.



Figur 17 Maximal sidoacceleration vid väjning inför hinder A. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.



Figur 18 Maximal sidacceleration vid väjning inför hinder B. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

De två figurerna visar att förarnas genomsnittliga maximala sidacceleration vid passage av hinder var med vindruta 0: 0,27 respektive 0,48 m/s², för körning med vindruta 15 var den 0,56 respektive 1,45 m/s² och med vindruta 35 var den 0,66 respektive 2,35 m/s². Skillnad mellan vindruta 0 och 15 var -0,29 respektive -0,93 m/s² mellan 0 och 15 var skillnaden -0,39 respektive -1,87 m/s². Skillnaden mellan vindrutorna 15 och 35 var inte signifikant.

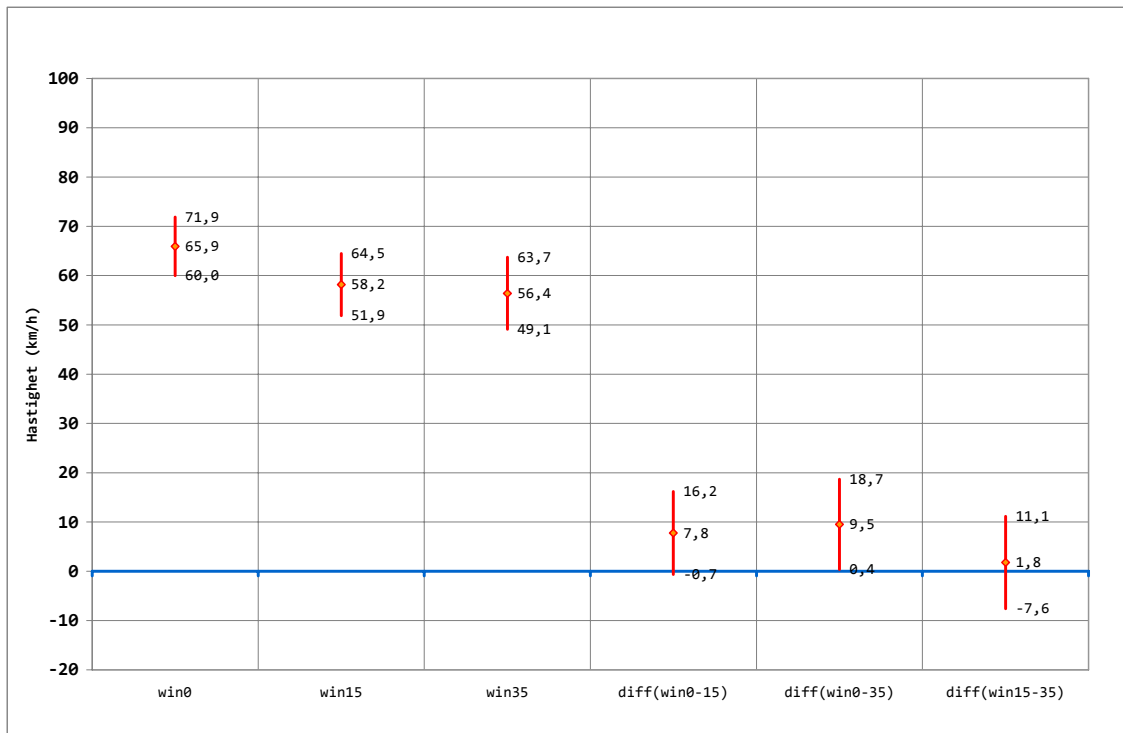
Resultatet visar att det är betydligt kraftigare sidacceleration för hinder B än för hinder A med samtliga vindrutor. Det visar också att det blir kraftigare sidacceleration vid körning med de slitna vindrutorna än vid körning med den oanvända.

Det maximala rattutslaget är högre vid körningar med de slitna rutorna än med den oanvända och det maximala rattutslaget inträffar också närmare hindret. Detta syns tydligast vid hinder B.

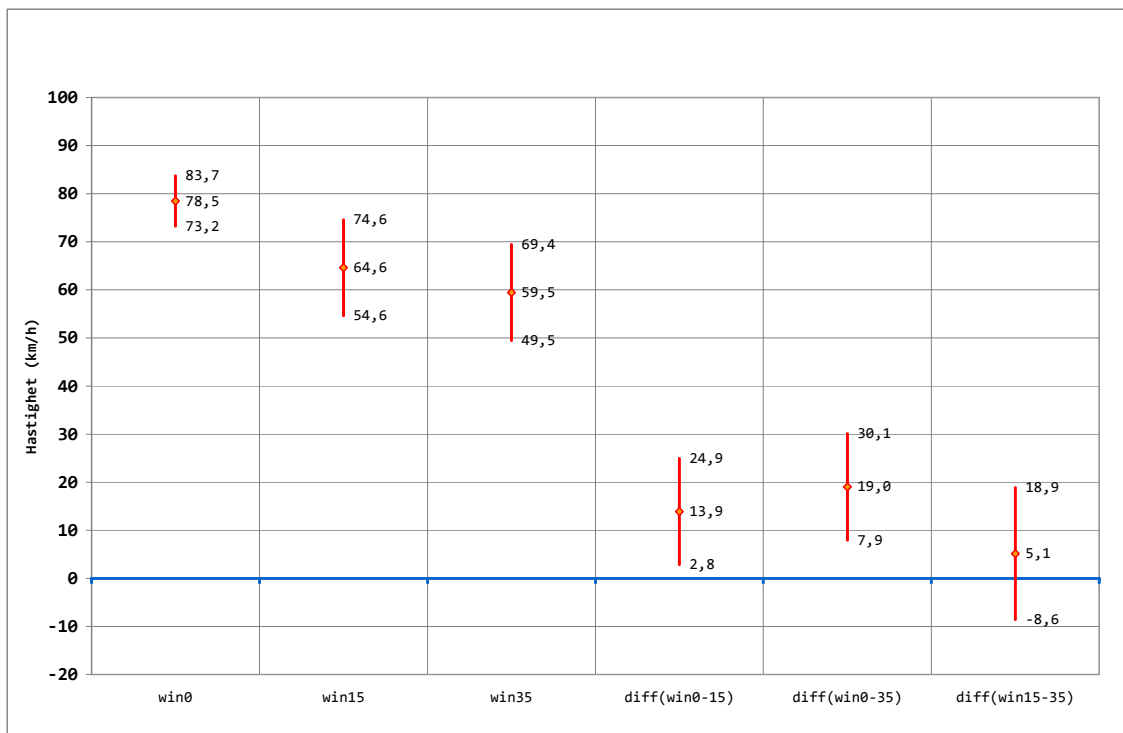
4.7 Passage av hinder

De variabler som analyserats när fordonet passerar hindren är hastighet och sidoavstånd till hindret. Dessa variabler är mätta när försöksfordonets främre del är i höjd med hindrets bakre del. Antal fordon som kolliderade med hindren har också räknats.

Hastigheten vid passage av hindret redovisas i Figur 19 och Figur 20.



Figur 19 Hastighet vid hinder A. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

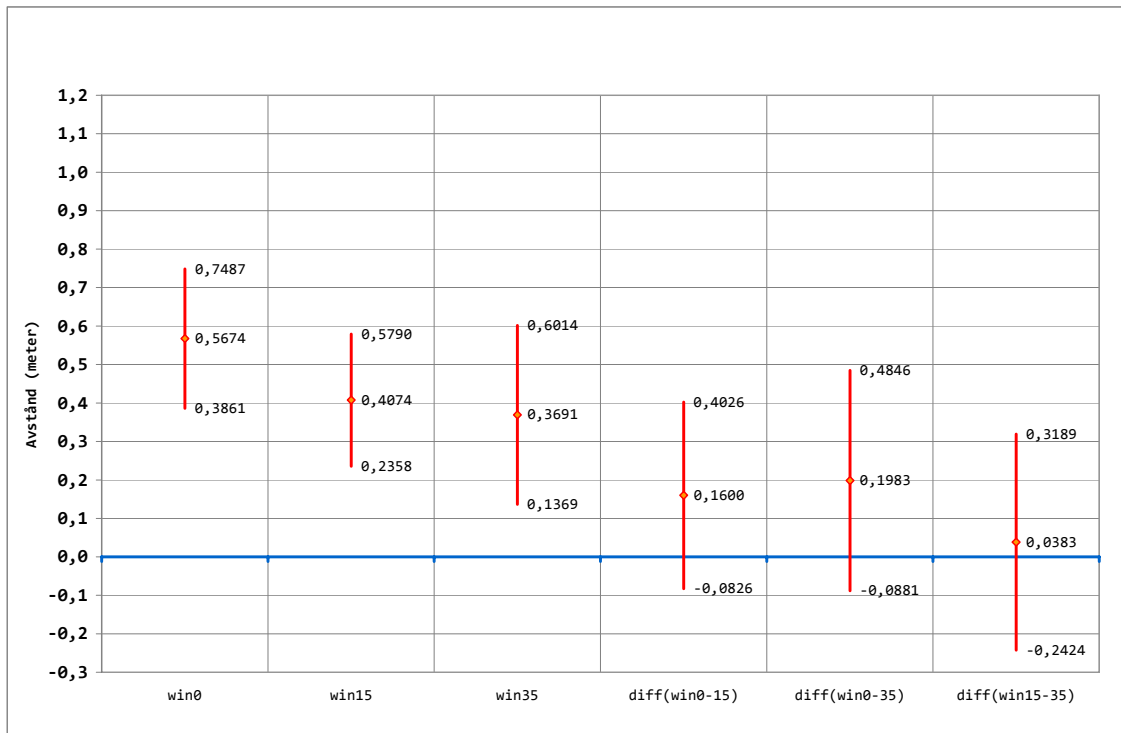


Figur 20 Hastighet vid hinder B. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

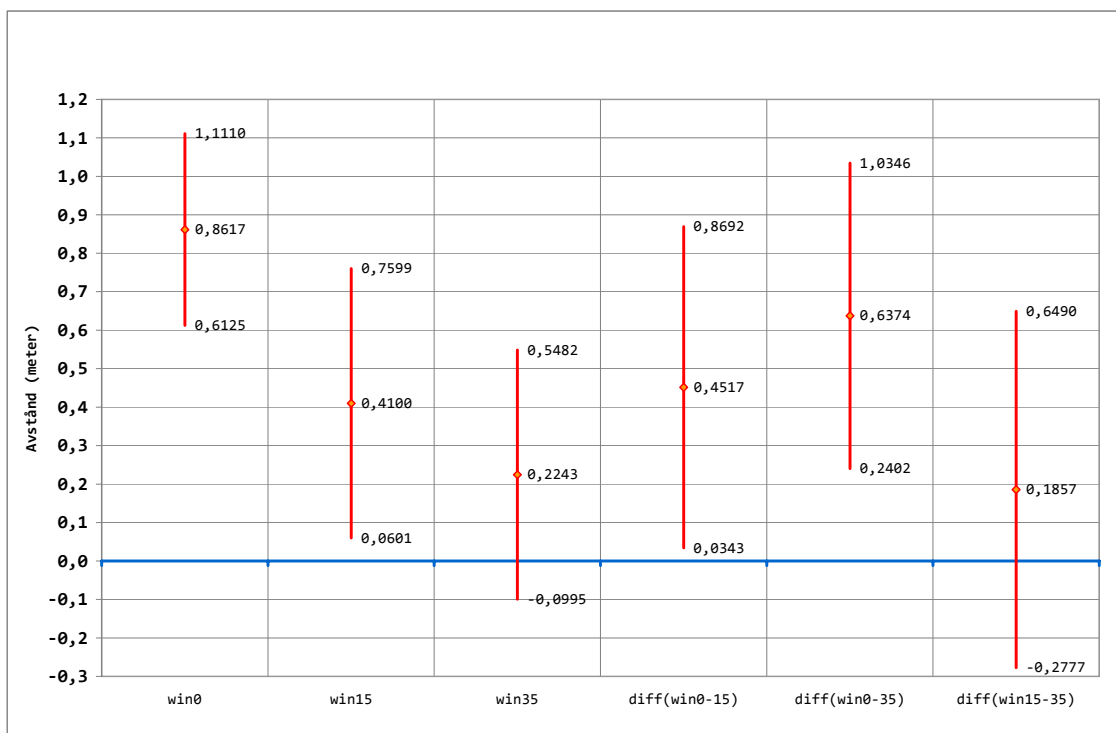
I de två figurerna kan man se att när fordonen började passera hindren var den genomsnittliga hastigheten med vindruta 0: 66 respektive 78 km/h, med vindruta 15: 58 respektive 65 km/h och med vindruta 35: 56 respektive 59 km/h. Hastighetssänkning

mellan vindruta 0 och vindruta 15 var 8 (ej sign.) respektive 14 km/h medan den mellan vindruta 0 och vindruta 35 var 10 respektive 19 km/h. Mellan vindruta 15 och 35 var sänkningarna ej statistiskt signifikanta.

Sidoläget beräknas som avståndet från mittpunkten på bilens front till vägens mittlinje. Placering till höger om vägens mittlinje, sett i bilens körriktning, ger negativa värden medan placering till vänster om mittlinjen ger positiva värden på variabeln sidoläge. Medelvärdet för sidoläget redovisas i Figur 21 och Figur 22.



Figur 21 Avstånd från fordonets mitt till mittlinjen vid hinder A. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.



Figur 22 Avstånd från fordonets mitt till mittlinjen vid hinder B. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

Figuren visar att medelavståndet till mittlinjen var för körning med vindruta 0: 0,57 respektive 0,86 meter, för vindruta 15: 0,41 för båda hindren och för vindruta 35: 0,37 respektive 0,22 meter. Avståndet mellan det simulerade fordonets högra front och hindrets vänstra, bakre hörn kan beräknas. Hinder A stod 2,1 meter från mittlinjen och hinder B fanns 1,5 meter från mittlinjen. Avståndet mellan fordonet och hindren vid körning med vindruta 0 var i genomsnitt 1,9 respektive 1,6 meter medan det med vindruta 35 var 1,7 respektive 0,9 meter. Dessa resultat visar att föraren inte hinner väja lika mycket för hindren vid körning med sliten vindruta.

Det förekom att några förare inte hann väja för hindret och därför körde på det. Förarna kunde inte avgöra om de faktiskt hade kört på hindret eller ej eftersom inga effekter från påkörning simulerades. Fordonet passerar rakt genom hindret, utan vare sig ljud eller vibrationer. Detta inträffade två gånger vid körning med vindruta 15 och fyra gånger med vindruta 35. För alla påkörningar, utom en, inträffade dessa vid första körningens första hinder. För en förare inträffade dock påkörningen vid andra körningens andra hinder. Den föraren hade kört första körningen med vindruta 0. Samtliga påkörningar drabbade hinder B.

4.8 Resultat från frågeformulär

För att få försökspersonernas subjektiva upplevelse av att köra med de olika vindrutorna fick de svara på en enkät efter varje körning. De frågor som skulle besvaras var:

1. Hur **sliten** upplever du att denna framruta var?

Försökspersonen skulle göra en skattning från 1 till 7.

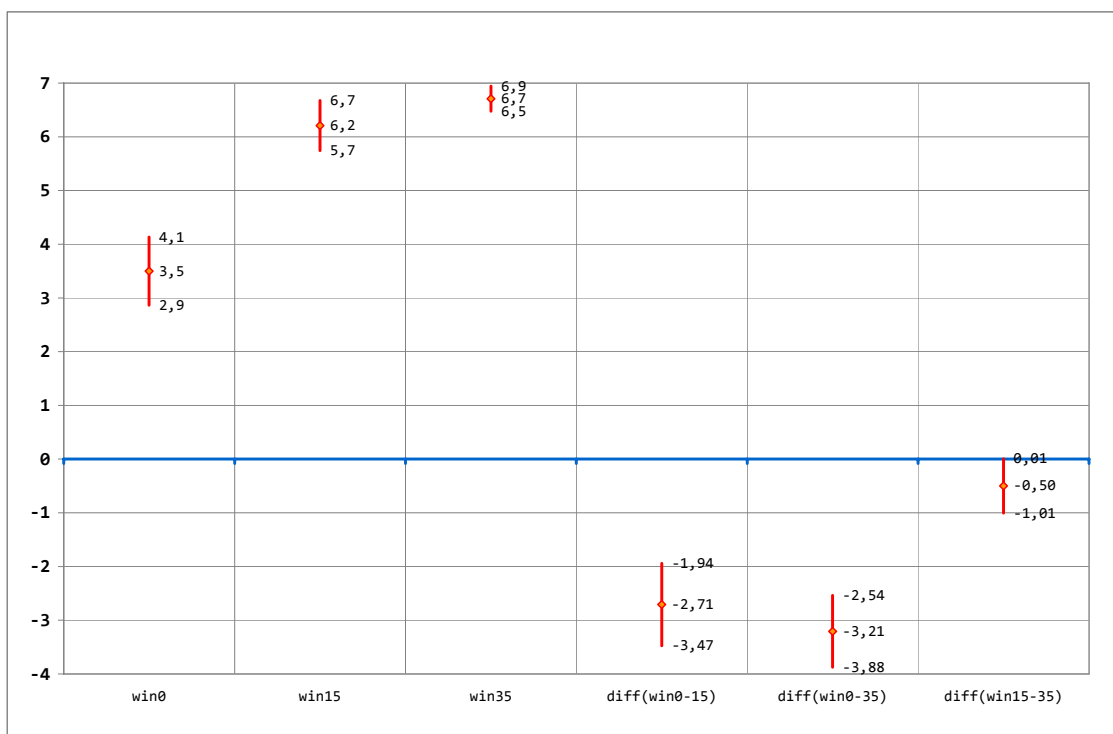
Inget sliten	1	2	3	4	5	6	7	Mycket sliten
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------

2. Hur **säker** upplever du att det är att köra med denna framruta?

Försökspersonen skulle göra en skattning från 1 till 7.

Mycket osäker	1	2	3	4	5	6	7	Mycket säker
---------------	---	---	---	---	---	---	---	--------------

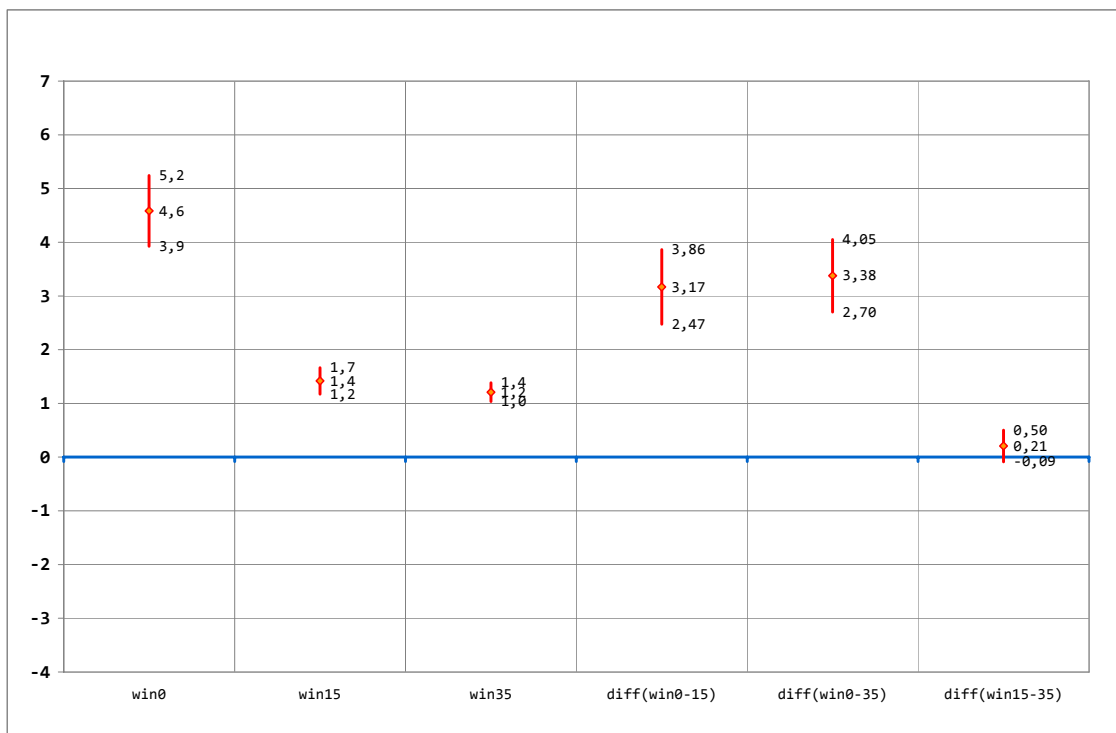
Resultatet på den första frågan som gällde vindrutans slitage redovisas i Figur 23.



Figur 23 Förrarnas gradering av hur sliten respektive vindruta upplevdes på den sjugradiga skalan där 1=inget sliten till 7=mycket sliten. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

Figuren visar att med den oanvända vindrutan 0 graderar förarna slitaget till i genomsnitt 3,5 vilket ligger nära mitten av intervallet på skalan 1 till 7 där värdet 1 stod för "inget sliten" och värdet 7 "mycket sliten". För vindruta 15 var medelvärdet 6,2 och för vindruta 35 var medelvärdet 6,7. Skillnaden mellan vindruta 0 och de övriga var statistiskt signifikant, men mellan vindruta 15 och 35 var det ingen signifikant skillnad.

Den andra frågan gäller hur säker man upplever körningen med de olika vindrutorna. Resultaten på den frågan redovisas i Figur 24.



Figur 24 Förarnas gradering av hur säker respektive vindruta upplevdes på den sju-gradiga skalan där 1=mycket osäker till 7=mycket säker. Medelvärde och skillnader mellan vindrutor, inklusive konfidensintervall för de olika måtten.

Figuren visar att för vindruta 0 graderades säkerheten i genomsnitt till 4,6 på en skala 1 till 7, där 1 står för ”mycket osäker” och 7 för ”mycket säker”. Svaret ligger alltså nära mitten, men på den säkrare sidan. Vindruta 15 får ett medelvärde på 1,4 och vindruta 35 får medelvärdet 1,2. Båda dessa värden ligger nära 1 som är ”mycket osäker”. Den oanvända vindrutan upplevdes alltså som betydligt mindre sliten och betydligt säkrare än de båda övriga.

Efter den sista simulatorkörningen fick försökspersonerna svara på frågor om hur de upplevde simulatormiljön. Skalan var från 1 till 7 där 1 är ”mycket orealistisk” och 7 är ”mycket realistisk”. Förarnas genomsnittliga gradering framgår av Tabell 3.

Tabell 3 Medelvärde för gradering av upplevelserna av simulatorn.

Frågor	Medelvärde
Hur realistisk upplevde du vägmiljön?	5,6
Hur realistisk upplevde du motljuset?	5,6
Hur realistisk upplevde du styrfunktionen på bilen?	6,0
Hur realistisk upplevde du bromsfunktionen på bilen?	4,9
Hur realistisk upplevde du köruppgiften?	6,2
Hur realistisk upplevde du den simulerade bilens köregenskaper?	5,8
Blev du illamående under körningen?	1,3*

* På den sista frågan var skalan också 1 till 7, men där stod 1 för ”Nej inte alls” och 7 stod för ”Ja mycket”.

Svaren som redovisas i tabellen tyder på att försökspersonerna upplevde miljö och uppgift i simulatorkörningen relativt realistisk. Det som fick sämst betyg var bilens bromsfunktion, men även detta betyg låg närmare realistisk än orealistisk. Ingen blev illamående, endast ett fåtal kände lättare obehag under simulatorkörningen.

Det som var helt nytvecklade för detta försök var ”motljuset” i form av en lampa riktad mot vindrutan. Även detta upplevdes som relativt realistiskt.

Spridningen i svaren redovisas i tabell 4.

Tabell 4 Medelvärde och spridningsmått för gradering på 7-gradig skala av realismen i försöket avseende 6 olika faktorer samt av eventuellt illamående (1= nej, inte alls; 7= ja, mycket).

	Väg- miljön	Mot- ljuset	Styr- funk- tionen	Broms- funk- tionen	Kör- uppgiften	Kör- egenskaper	Blev du illa- mående?
Medelvärde	5,6	5,6	6,0	4,9	6,2	5,8	1,3
Stand.avv.	1,10	1,28	0,93	1,33	0,78	0,93	0,53
Varians	1,20	1,64	0,87	1,77	0,61	0,87	0,28
Minimum	3	3	4	2	5	3	1
Maximum	7	7	7	7	7	7	3
Antal	24	24	24	24	24	24	24
Konf.intervall (95 %)	±0,5	±0,5	±0,4	±0,6	±0,3	±0,4	±0,2
1 = Mycket orealistisk							79,2
2				4,2 %			16,7
3	8,3 %	4,2 %		12,5 %		4,2	4,2
4		16,7 %	4,2 %	20,8 %			
5	33,3 %	29,2 %	29,2 %	25,0 %	20,8	29,2	
6	37,5 %	12,5 %	29,2 %	29,2 %	37,5	45,8	
7 = Mycket realistisk	20,8 %	37,5 %	37,5 %	8,3 %	41,7	20,8	

Av tabellen framgår att spridningen i svaren är relativt liten.

I enkäten ingick frågor om det egna körbeteendet. Det fanns inget i resultaten från körningarna som föranledde analys av dessa svar.

5 Diskussion

Eftersom det inte finns något direkt enkelt mått på trafiksäkerhet har vi i denna studie mätt ett antal variabler vid olika betingelser för att avgöra vilken effekt slitna vindrutor har på trafiksäkerheten. Utgångspunkten har varit att försöka avgöra om körbeteendet har försämrats på grund av de slitna vindrutorna.

Till en början har den genomsnittliga hastigheten över en sträcka mätts för att ge en allmän grundnivå för vilken hastighet man väljer med de olika vindrutorna. Detta gav oss uppgift om att hastigheten sänktes med cirka 15 km/h vid körning med de slitna vindrutorna jämfört med körning med en oanvänd vindruta. När vi sedan undersökte vad som hände när förarna var tvingade att väja för hinder på vägen ser vi att man klarar undanmanövern sämre när vindrutan är sliten, trots sänkningen av hastigheten. Förarna upptäckte hindret senare, bromsade kraftigare och gjorde en häftigare undanmanöver. Detta indikerar ett mer riskfyllt körbeteende eller med andra ord lägre trafiksäkerhet.

När avståndet mellan det simulerade fordonet och hinder B mättes, såg man att vid körning med den oanvända vindrutan var det genomsnittliga avståndet 1,6 meter till hindret men endast 0,9 meter vid körning med den mest slitna rutan. Detta tyder på att förarna inte hunnit svänga undan från hindret lika mycket med den mest slitna vindrutan som med den oanvända, trots att förarna höll en lägre hastighet och gjorde en kraftigare undanmanöver.

Några förare hann inte alls väja för hindret utan körde på det. Ingen av de 48 hinderpassagerna vid körning med den oanvända vindrutan ledde till kollision, medan två kollisioner inträffade vid körning med vindruta 15 (av 48 hinderpassager) och fyra kollisioner inträffade vid körning med vindruta 35 (av 48 hinderpassager). Andelen kollisioner var 4 procent med vindruta 15 och 8 procent med vindruta 35. Med tanke på att detta i verklig trafik skulle ha varit trafikolyckor pekar resultaten på att det är en stor olycksrisk att köra med slitna rutor i så svåra förhållanden som motljus. På grund av det låga antalet observationer bedömdes det inte vara meningsfullt att statistiskt testa dessa resultat, men de ger ändå en indikation om att körbeteendet och säkerhetsmarginalerna påverkas negativt av de slitna rutorna.

Huruvida dessa resultat från simulatorstudien går att generalisera till verklig trafik är svårt att uttala sig om. En fördel med metoden är att effekten av olika parametrar kan renodlas och särskiljas eftersom alla omgivande faktorer kan hållas lika för varje försöksperson, till skillnad från försök i verklig trafik. Det vore dock önskvärt att kunna validera metoden med hjälp av data från körningar i verklig trafik.

Ett problem kan vara att försökssituationen upplevs orealistisk och därmed påverkar körbeteendet. Vissa enkätfrågor var därför avsedda att spegla försökspersonernas subjektiva uppfattning om hur de upplevde försöket. Svaren tyder på att försökspersonerna upplevde miljö och uppgift som relativt realistiska. Trots detta bör man ha i åtanke att detta är en studie av körbeteende i simulator. De uppmätta körbeteendena är alltså inte direkt överförbara till verklig miljö och trafik. Det är tänkbart att försökspersonerna kör mer riskfyllt i simulatorn än i verklig trafik. Det är även en försökssituation där försökspersonerna vet att de detaljstuderas. Detta kan påverka förarna till att försöka prestera ett bra körresultat som kanske inte heller helt motsvarar hur de normalt sett kör.

Förarna fick också i uppgift att gradera hur slitna de upplevde att vindrutorna var och hur säkert de tyckte att det var att köra med respektive vindruta. Av svaren framgick att

den oanvända vindrutan upplevdes som betydligt mindre sliten och säkrare än de båda övriga.

Slitna vindrutor är bara en av de faktorer som påverkar sikten. En annan faktor är smuts som förmodligen samverkar med slitna rutor, beroende på att smuts kan vara svårare att ta bort om vindrutan är sliten. Ytterligare en faktor är vindrutetorkarnas kvalitet och förmåga att ta bort smuts från vindrutan. Alla vindrutor i denna studie var väl rengjorda för att enbart mäta effekten av slitaget på vindrutan och inget annat. Vilken effekt slitna rutor får i kombination med smuts i olika grad har inte studerats i denna studie.

I denna studie fick vi stora variationer mellan försökspersonerna. Till exempel varierade upptäcktsavståndet från 82 till 323 meter för vindruta 0. Detta kan ha flera orsaker. Det fanns en spridning i försökspersonernas ålder och körvana. En förklaring kan därför vara åldersskillnader bland försökspersonerna. Å ena sidan kan ökad ålder leda till ökad rutin och bättre avsökning vilket gör att hinder upptäcks tidigare. Å andra sidan kan ökad ålder leda till sämre syn och längre reaktionstid. Endast försökspersoner som varken behövde glasögon eller linser vid bilkörning rekryterades. Dock gjordes inget test av personernas synskärpa. På grund av den stora variationen mellan försökspersoner valdes en inomgruppsdesign som hanterar detta.

Erfarenheter från tidigare studier har visat att man upptäcker föremål senare när man kör i simulator än vad man gör i verklig trafik. Detta beror bland annat på sämre kontrastförhållanden i simulatoren. Nivån på de absoluta värdena är därför osäker. Den relativa skillnaden mellan olika vindrutor ger således ett bättre mått än de absoluta värdena.

Här har vi studerat bländning av sol, men problemen med slitna vindrutor uppstår även i andra situationer, till exempel i mörkertrafik vid bländning av mötande trafik. Problemen i mörkertrafik har tidigare studerats vid VTI och resultaten därifrån visar också att upptäcktsavståndet minskar med sliten vindruta (Lundkvist & Helmers, 1988).

Även om detta är en studie i simulatormiljö, med sina begränsningar, kan man konstatera att körbeteendet påverkas negativt vid körning i motljus med sliten vindruta. I verklig trafik är det dessutom många fler faktorer som kan påverka sikt och bländning, såsom smuts och väta. Det finns därför en risk att effekten på körbeteendet vid körning i verklig trafik kan vara avsevärt större än vad som har kunnat mätas i denna studie. Redan med en vindruta som har använts i 150 000 km har denna studie påvisat negativa effekter på körbeteendet. Troligen finns det en ansevärlig mängd fordon i trafik med vindrutor som har använts i 150 000 km eller mera, vilket gör att problemet bör tas på allvar.

Eftersom man kan se att sambanden mellan de tre undersökta vindrutorna inte är linjära vore det önskvärt att även kunna utföra motsvarande tester med vindrutor körda i till exempel 50 000 respektive 100 000 kilometer. Vid en kommande studie skulle det även vara av intresse att undersöka betydelsen av förarens ålder.

Referenser

Lundkvist, Sven-Olof and Helmers, Gabriel (1988). **Detection distances to obstacles on the road seen through windscreens in different states of wear.** Statens väg- och trafikinstitut. VTI rapport 339A. Linköping.

Lundkvist, Sven-Olof och Helmers, Gabriel (1993). **Siktsträcka till hinder vid nedsatt syn och/eller sliten vindruta.** Statens väg- och trafikinstitut. VTI rapport 382. Linköping.

VTI (2009-02-19). **Körsimulatorer.** Internet 09:35 2009-07-01
http://www.vti.se/templates/Page_____2584.aspx

Vägverket (2009-03-22). **Körsäkerhet.** Internet 09:25 2009-07-01.
<http://www.vv.se/Startsida-foretag/Trafiken/Fordon-och-trafikan/Bil/Sakerhet-i-bil/Sakerhetsegenskaper/Korsakerhet/>

Deltagarinstruktion

Din uppgift är att köra bil i simulator. Försöket tar ungefär 2 timmar, och försöket går ut på att testa tre olika framrutor vid körning i motljus.

Försöket är uppdelat i tre delar, en simulatorkörning för varje framruta. Varje körning tar ca 10 minuter och mellan varje körning får du gå ur simulatorn ca 30 minuter. Innan du startar första körningen får du träna på att köra simulatorn.

Träning

Under träningspasset får du vänja dig vid att köra simulatorn. Träningen tar ca 10 minuter. Du kan under hela träningen ställa frågor till försöksledaren. Träningen körs på samma typ av väg som försöket. Efter träningen sammanfattar försöksledaren din uppgift en gång till innan försöket startar.

Försöket

Du ska köra en simulatorkörning med varje framruta.

I varje körning får du först ska köra vanlig landsvägskörning där du ska köra som du brukar köra under motsvarande förhållanden i verklig trafik. Därefter får du göra en siktlängdsmätning där du kör på en rak väg i 40 km/h och trycker på en mentometerknapp när du ser en kon som är placerad på höger sida av vägen. Efter varje körning kommer texten Stopp – Bromsa och därefter kommer simulatorn att parkerar, försöksledaren kommer då att hämta ut dig.

Innan nästa del av försöket får du svara på några frågor.

Efter försöket kommer du att få svara på ytterligare frågor.

Allmänt

Bilen du kör är automatväxlad.

Hastighetsbegränsningen på vägen du ska köra är 90 km/h och din uppgift är att köra som du normalt skulle göra.

Försöksledaren kan under hela försöket se och höra dig i simulatorn. Försöksledaren kommer inte att prata med dig när du kör försöket men det är viktigt att du säger till så fort någonting inte känns bra. Du kan avbryta försöket när som helst, det gör du genom att tala om för försöksledaren att du vill avsluta försöket. Du ska inte öppna dörren till simulatorn själv.

Sammanfattning

- Kör som du brukar köra under motsvarande förhållanden i verklig trafik.
- Meddela försöksledaren om något inte känns bra.



2009-05-27

Slitna Rutor

Informerat samtycke

Undertecknad har tagit del av den skriftliga och muntliga informationen angående studien *Slitna Rutor* och accepterar att delta på angivna villkor. Jag accepterar även att videoinspelningarna av mitt ansikte från mättillfällena kan användas vid presentationer av studien. Jag vet att jag har rätt att när som helst avbryta studien utan närmare förklaring.

Datum: _____

Underskrift: _____

Namnförtydligande: _____

Anne Bolling
Projektledare

Artificiell Sol

Mätning av luminans i simulator SIM3 utan artificiell sol.

Place	Illuminance [lx]	Notes
Scenario – light green objects	18	grass
Scenario – dark green objects	10	dark trees
Scenario – road	16–23	depending on road surface
Scenario – blue sky	60	good weather, daylight
Scenario – white (clouds)	90	good weather, daylight
head rest	2	where driver has head, only projector light

Lampa

Halospot 50W 24°, halogen

Avstånd: Lampa – förare 2,8 m

Lampa – mitten av synfältet 0,65 m

Vinkel mellan horisont och lampan var ca 13 grader

Ljusstyrka på vindrutan med lampa tänd 260 lux

Ljusstyrka förare huvud med lampa tänd och solskydd 4,4 lux

Enkätfrågor

Bakgrundsfrågor

Fp nr.....

1. Vilket år är du född? _____
2. Vilket år tog du körkort? _____
3. Hur många mil kör du per år? _____
4. I vilken trafikmiljö kör du oftast? Landsvägskörning _____
Stadskörning _____

Hur skulle du beskriva dig som förare och hur du kör?

Skatta mellan 1 och 7 på varje aspekt nedan

	1	2	3	4	5	6	7	
Dålig								Bra
Långsam								Snabb
Ängslig								Lugn
Försiktig								Risktagande
Tveksam								Bestämd
Koncentrerad								Lättdistraherad
Nervös								Trygg
Defensiv								Offensiv
Uppmärksam								Ouppmärksam
God framförhållning								Impulsiv
Roligt								Tråkigt
Så ofta du kan								Endast nödvändigtvis

Frågor efter körning på del 1.

Fp nr.....

1. Hur **sliten** upplever du att denna framruta var?

Försökspersonen ska göra en skattning från 1 till 7.

Inget sliten	1	2	3	4	5	6	7	Mycket sliten
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------

2. Hur **säker** upplever du att det är att köra med denna framruta?

Försökspersonen ska göra ens skattning från 1 till 7.

Mycket osäker	1	2	3	4	5	6	7	Mycket säker
---------------	---	---	---	---	---	---	---	--------------

Frågor efter körning på del 2.

Fp nr.....

1. Hur **sliten** upplever du att denna framruta var?

Försökspersonen ska göra en skattning från 1 till 7.

Inget sliten	1	2	3	4	5	6	7	Mycket sliten
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------

2. Hur **säker** upplever du att det är att köra med denna framruta?

Försökspersonen ska göra ens skattning från 1 till 7.

Mycket osäker	1	2	3	4	5	6	7	Mycket säker
---------------	---	---	---	---	---	---	---	--------------

Frågor efter körning på del 3.

Fp nr.....

3. Hur **sliten** upplever du att denna framruta var?

Försökspersonen ska göra en skattning från 1 till 7.

Inget sliten	1	2	3	4	5	6	7	Mycket sliten
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------

4. Hur **säker** upplever du att det är att köra med denna framruta?

Försökspersonen ska göra ens skattning från 1 till 7.

Mycket osäker	1	2	3	4	5	6	7	Mycket säker
---------------	---	---	---	---	---	---	---	--------------

Efterfrågor

1. Hur realistisk upplevde du vägmiljön?

Mycket orealistisk	1	2	3	4	5	6	7	Mycket realistisk
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

2. Hur realistisk upplevde du motljuset?

Mycket orealistisk	1	2	3	4	5	6	7	Mycket realistisk
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

5. Hur realistisk upplevde du styrfunktionen på bilen?

Mycket orealistisk	1	2	3	4	5	6	7	Mycket realistisk
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

6. Hur realistisk upplevde du bromsfunktionen på bilen ?

Mycket orealistisk	1	2	3	4	5	6	7	Mycket realistisk
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

7. Hur realistisk upplevde du köruppgiften?

Mycket orealistisk	1	2	3	4	5	6	7	Mycket realistisk
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

8. Hur realistisk upplevde du den simulerade bilens köregenskaper?

Mycket orealistisk	1	2	3	4	5	6	7	Mycket realistisk
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

9. Blev du illamående under körningen?

Nej, inte alls	1	2	3	4	5	6	7	Ja, mycket
----------------	---	---	---	---	---	---	---	------------

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportsystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovsningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.

