

Fyrhjulingars köregenskaper och förarkunskaper

Omar Bagdadi

Henriette Wallén Warner

Utgivare:  581 95 Linköping	Publikation:		
	Utgivningsår: 2015	Projektnummer: 201522	Dnr:
	Projektnamn: Fyrhjulingars köregenskaper		
Författare: Omar Bagdadi Henriette Wallén Warner	Uppdragsgivare: Länsförsäkringarnas Forsknings Fond		
Titel: Fyrhjulingars köregenskaper och förarkunskaper			
Referat Att köra fyrhjuling skiljer sig på många sätt ifrån att köra bil och det är inte alltid som föraren är medveten om svårigheterna att behålla kontrollen över ett fordon som man inte är utbildad och tränad att köra. En av de stora skillnaderna mot att köra bil är att en fyrhjuling har en mer eller mindre tendens att välta vid skarpa svängar. Syftet med studien är att studera och jämföra köregenskaperna hos MC-registrerade fyrhjulingar av olika modeller med fokus på vältnings och hur olika körstilar kan påverka sannolikheten att klara en manöver, samt identifiera eventuella svårigheter som kan finnas med att framföra fordonen i trafiken. Studien består av tre delar där de två första handlar om fordonens köregenskaper som studerades genom att utföra en serie statiska och dynamiska tester på fordonen. De statiska testerna bestod av att mäta vid vilken vinkel som fordonen tippas över åt sidorna med hjälp av ett hydrauliskt tiltbord. De dynamiska testerna bestod av att utföra en serie körningar på olika testbanor för att studera hur fordonen betedde sig i olika situationer. Den tredje delen handlade om hur kunskapsläget ser ut hos de som har behörighet att köra fyrhjuling. Den frågeställningen besvarades med hjälp av fokusgruppsintervjuer med personer med olika erfarenhet av fyrhjulingskörning samt olika körkortsbehörighet. Resultaten av de statiska testerna visade att fyrhjulingars tippbenägenhet påverkas mycket om det sitter en person på eller ej. Detta beror på att föraren påverkar ekipagets tyngdpunkt förhållandevis mycket eftersom fyrhjulingar är relativt sett lätta fordon. Resultaten från de dynamiska testerna bekräftar att vältrisen med fyrhjulingar är påverkansbar av föraren så till vida att en mer aktiv körstil ökar chansen att klara en viss manöver jämfört med en passiv körstil. Fokusgruppsintervjuerna som genomfördes visar att de flesta personer som intervjuades anser att man behöver använda en aktiv körstil för att köra säkert men också att det saknas erforderlig utbildning i den befintliga körkortsutbildningen för B-behörighet som ger behörighet att framföra en mc-registrerad fyrhjuling på vägarna.			
Nyckelord: Fyrhjulingar, vältnings, dynamiska, statiska, förarkunskaper, körkortsutbildning.			
ISSN: 0347-6030	Språk: Svenska	Antal sidor: 42	

Publisher:  SE-581 95 Linköping Sweden	Publication:		
	Published: 2015	Projectcode: 201522	Dnr:
	Project: Driving characteristics of quad bikes		
Author: Omar Bagdadi Henriette Wallén Warner	Sponsor: Länsförsäkringarnas Forsknings Fond		
Title: Driving characteristics and rider knowledge of quad bikes			
Abstract Driving quad bikes differs in many ways from driving passenger cars and it is not always that the driver/rider is aware of the difficulties to maintain control of a vehicle that you are not trained to run. One of the major differences compared to driving a car is that a quad bike has a tendency to roll-over during sharp cornering. The purpose of this study is to assess the driving characteristics and behaviour of quad bikes and how different driving styles could affect the outcome. The purpose is also to assess the question about whether riders have appropriate knowledge about driving a quad bike or not. The study consists of three parts of which the first two concerns vehicle handling characteristics studied by performing a series of static and dynamic performance tests. The static tests consisted of measuring the angle at which the vehicle rolled over sideways by means of a hydraulic tilting table. The dynamic test consisted of performing a series of test runs on different test tracks in order to study the dynamic behaviour of the quad bike. The third part addressed the question if riders have the necessary knowledge to drive quad bikes safely by conducting focus group interviews with persons with different driving license categories and driving experience. The results of the static test shows that the roll-over threshold of the quad bikes are affected by the weight of the driver due to the relative light weight of the quad bike. The dynamic tests verified that the driver could by using his/hers own body weight compensate for the physical forces acting upon the vehicle affects the tendency to roll over by using an active driving style and increases the chance of handling a certain maneuver compared to using a passive driving style. The focus group interviews conducted showed that most of the interviewed persons believe that an active driving style is needed to drive safely but that the current training for the driving license lacks necessary training for driving a quad bike.			
Keywords: Quad bikes, roll-over threshold, dynamic, static, rider knowledge, driving licence training			
ISSN: 0347-6030	Language: Swedish		No of pages: 42

Förord

Författarna vill tacka Länsförsäkringsbolagens forskningsfond för att de har finansierat projektet. Författarna vill också tacka de deltagare och testförare som ställt upp och gjort denna studie möjlig.

Borlänge, 2015.

Omar Bagdadi, PL.

Process för kvalitetsgranskning

Granskningsseminarium genomfört (datum) där (namn) var lektor. Omar Bagdadi har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus (datum). Forskningschef Jan Andersson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering (datum). De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

Process for quality review

Review seminar was carried out on (date) where (name) reviewed and commented on the report. Omar Bagdadi has made alterations to the final manuscript of the report (date). The research director Jan Andersson examined and approved the report for publication on (date). The conclusions and recommendations expressed are the author's/authors' and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

Innehållsförteckning

Innehåll

1	Inledning	7
2	Syfte	9
2.1	Frågeställningarna för studien:	9
3	Metod	10
3.1	Del 1- Statiska fordonsegenskaper.....	10
3.1.1	Material	10
3.1.2	Genomförande	11
3.1.3	Datainsamling	12
3.2	Del 2- Dynamiska köregenskaper.....	13
3.2.1	Material	13
3.2.2	Genomförande	15
3.2.3	Datainsamling	15
3.3	Del 3- Kunskap om köregenskaper.....	19
3.3.1	Deltagare	19
3.3.2	Material	20
3.3.3	Genomförande	20
3.3.4	Dataanalys	21
4	Resultat	22
4.1	Frågeställning 1: Finns det en skillnad mellan olika sorters fyrhjulingar vad gäller statisk vältnings tröskel (SRT)?	22
4.2	Frågeställning 2: Hur påverkar en aktiv körstil fordonets köregenskaper, jämfört med en passiv körstil?	24
4.3	Frågeställning 3: Finns det ett samband mellan SRT och fordonens maximala laterala acceleration?	29
4.4	Frågeställning 4: Vilken kunskap om fyrhjulingars köregenskaper har personer med olika körkortsbehörigheter och olika erfarenheter av fyrhjulingskörning?	32
4.4.1	Cirkelbana	32
4.4.2	Slalombana	33
4.4.3	Undanmanöverbana	34
4.4.4	Sammanfattning	36
5	Diskussion.....	37
6	Slutsats	40
7	Referenser	41

Fyrhjulingars köregenskaper och förarkunskaper

av Omar Bagdadi och Henriette Wallén-Warner
VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut
581 95 Linköping

Sammanfattning

Syftet med studien är att studera och jämföra köregenskaperna hos MC-registrerade fyrhjulingar av olika modeller med fokus på vältning och hur olika körstilar kan påverka sannolikheten att klara en manöver, samt identifiera eventuella svårigheter som kan finnas med att framföra fordonen i trafiken.

Studien består av tre delar där de två första handlar om fordonens köregenskaper som studerades genom att utföra en serie statiska och dynamiska tester på fordonen. De statiska testerna bestod av att mäta vid vilken vinkel som fordonen tippas över åt sidorna med hjälp av ett hydrauliskt tiltbord. De dynamiska testerna bestod av att utföra en serie körningar på olika testbanor för att studera hur fordonen betedde sig i olika situationer.

Den tredje delen handlade om hur kunskapsläget ser ut hos de som har behörighet att köra fyrhjuling. Den frågeställningen besvarades med hjälp av fokusgruppsintervjuer med personer med olika erfarenhet av fyrhjulingskörning samt olika körkortsbehörighet.

Resultaten av de statiska testerna visade att fyrhjulingars tippbenägenhet påverkas mycket om det sitter en person på eller ej. Detta beror på att föraren påverkar ekipagets tyngdpunkt förhållandevis mycket eftersom fyrhjulingar är relativt sett lätta fordon med en vikt mellan ca 200kg och ca 400kg.

Resultaten från de dynamiska testerna bekräftar att vältricken med fyrhjulingar är påverkbara av föraren så till vida att en mer aktiv körstil ökar chansen att klara en viss manöver jämfört med en passiv körstil.

Fokusgruppsintervjuerna som genomfördes visar att de flesta personer som intervjuades anser att man behöver använda en aktiv körstil för att köra säkert men också att det saknas erforderlig utbildning i den befintliga körkortsutbildningen för B-behörighet som ger behörighet att framföra en mc-registrerad fyrhjuling på vägarna. Det framkom även under fokusgruppsintervjuerna att det var lätt att missbedöma vid vilken hastighet som eventuella problem kunde uppstå i specifika situationer.

Driving characteristics and rider knowledge of quad bikes

by Omar Bagdadi and Henriette Wallén Warner

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)

SE-581 95 Linköping

Summary

The purpose of this study is to assess the driving characteristics and behaviour of quad bikes and how different driving styles could affect the outcome. The purpose is also to assess the question about whether riders have appropriate knowledge about driving a quad bike or not.

The study consists of three parts of which the first two concerns vehicle handling characteristics studied by performing a series of static and dynamic performance tests. The static tests consisted of measuring the angle at which the vehicle rolled over sideways by means of a hydraulic tilting table. The dynamic test consisted of performing a series of test runs on different test tracks in order to study the dynamic behaviour of the quad bike.

The third part addressed the question if riders have the necessary knowledge to drive quad bikes safely by conducting focus group interviews with persons with different driving license categories and driving experience.

The results of the static test shows that the roll-over threshold of the quad bikes are affected by the weight of the driver due to the relative light weight of the quad bike. The dynamic tests verified that the driver could by using his/hers own body weight compensate for the physical forces acting upon the vehicle affects the tendency to roll over by using an active driving style and increases the chance of handling a certain maneuver compared to using a passive driving style.

The focus group interviews conducted showed that most of the interviewed persons believe that an active driving style is needed to drive safely but that the current training for the driving license lacks necessary training for driving a quad bike. Also, the focus group interviews showed that it was hard to predict the maximum speed possible in a certain situation without encountering problems.

1 Inledning

Mellan 2007 och 2012 så registrerades cirka 25000 fyrhjulingar med en årlig nyregistrering om ca 4000 fordon (ALF, 2013). I och med att antalet fyrhjulingar ökat så har även olyckor med dessa fordon ökat genom åren (ALF, 2013). Det är däremot mycket svårt att få korrekt statistik över exakt antal olyckor som inträffar varje år eftersom det inte finns en enhetlig fordonskategori i Transportstyrelsens fordonsregister för dessa fordon (Transportstyrelsen, 2013). En fyrhjuling kan antingen registreras som terrängmotorfordon, traktor, motorcykel (quadricycle), eller moped. Utöver dessa finns även oregistrerade fordon som endast får framföras inom inhägnat område samt lekfordon (fyrhjuling med elmotor avsedd för barn) (Transportstyrelsen, 2013).

För ca 10 år sedan ändrades regelverket och det vart möjligt att framföra fyrhjulingar registrerade som motorcyklar (quadricycle) med antingen A eller B-körkort. Men från och med januari 2013 så ger inte A1 och A2-behörighet längre rätt att köra fyrhjuliga motorcyklar utan det krävs B-behörighet (Transportstyrelsen, 2013).

Att köra fyrhjuling skiljer sig på många sätt ifrån att köra bil och det är inte alltid som föraren är medveten om svårigheterna att behålla kontrollen över ett fordon som man inte är utbildad och tränad att köra. En av de stora skillnaderna mot att köra bil är att en fyrhjuling har en tendens att välta vid skarpa svängar. Enligt olycksanalyser av fyrhjulingar i trafikmiljö som genomförts av Umeå universitet och Norrlands universitetssjukhus hade fordonen i mer än hälften av fallen med dödlig utgångfallen välvt vilket tyder på att instabilitet inte enbart är ett problem när fordonet framförs i ojämn terräng utan i högsta grad även i trafikmiljöer (Ahlm et al., 2008). Studien visar också att 39% av skadorna som uppstår i icke-dödliga olyckor beror på att fordonen har välvt. En annan skillnad gentemot bilar är den högre spårkänsligheten hos en fyrhjuling samt en sämre aerodynamisk utformning som kan i värsta fall ge upphov till instabilitet, speciellt i högre farter. Trots detta så finns idag ingen del i körkortsutbildningen för B-behörighet som är riktad mot fyrhjulingar (Körkortsportalen, 2013).

För att kunna registrera en fyrhjuling som motorcykel krävs att det uppfyller kraven för aktuellt fordonsslag, vilket i normalfallet bevisas genom att fordonstillverkaren utfärdat ett CoC -dokument (Certificate of Conformity) för fordonet. CoC-intyget garanterar att fordonet helt överensstämmer med EG-direktivet för aktuellt fordonsslag (Transportstyrelsen 2013). Vissa tillverkare av fyrhjulingar anpassar sina fordon till den svenska marknaden och gör det möjligt för återförsäljare i Sverige att importera dessa fordon direkt från tillverkaren. Andra tillverkare vill inte göra denna anpassning vilket har lett till att tredjeparts företag gör denna så kallade homologisering istället, och därmed utfärdar CoC intyget som krävs. Dessa tredjeparts-omgjorda fordon registreras sedan in under ett nytt märke och modell vilket får till följd att även om det exempelvis står Yamaha eller Suzuki på fordonen så är de registrerade under andra märken och modellbeteckningar i fordonsregistret. Samma fordon kan till och med ha olika modellbeteckningar beroende på vilket företag som har utfärdat CoC intyget.

En av de stora ändringarna som görs i samband med homologisering är att man länkar samman fram och bakbromsarna så att det alltid bromsas på alla hjulen, jämför bromsar på vanlig MC där fram och bakhjul bromsas separat. Den andra ändringen är att man begränsar motorstyrkan till max 15kW (20hk) (Transportstyrelsen, 2013). I original utförande så kan motorstyrkan vara väsentligt högre, ända upp till 60kW (80hk). Den maximalt tillåtna motorstyrkan på 15kW gäller både de lättare sportmodellerna som har en tjänstevikt på omkring 200kg och de tyngre arbetsfordonen som har en tjänstevikt på omkring 350kg. Detta medför att även om fordonen är registrerade som Quadricycles i

fordonsregistret så skiljer det mycket mellan olika modeller av fyrhjulingar. Samtidigt som det i olika register, exempelvis det nationella informationssystemet för olyckor och skador, STRADA, inte alltid går att särskilja mellan olika modeller.

En del tidigare studier kring fyrhjulingar och vältnings och tippningsrisker har genomförts. Dessa har då uteslutande handlat om risken för vältning och tippning i terräng. De flesta studier har handlat om hur man kan eller ska konstruera olika former av skydd som ska hindra fyrhjulingen från att tippa eller välta (Johansson and Rönnbäck, 2010; Richier et al., 2012; Van Ee et al., 2014).

2 Syfte

Syftet med studien är att jämföra köregenskaperna hos MC-registrerade fyrhjulingar av olika modeller med fokus på vältning, samt identifiera eventuella svårigheter som kan finnas med att framföra fordonen i trafiken eftersom en fyrhjulings köregenskaper skiljer sig avsevärt från en bil. Dessa köregenskaper är dessvärre inte väldokumenterade. Antalet olyckor med fyrhjulingar tyder också i viss mån på att det saknas kunskap hos förarna om dessa säregna köregenskaper.

En fyrhjuling kräver oftast en aktiv körstil där föraren aktivt måste kompensera och motverka olika krafter under körning. Den stora utmaningen för förarna är att hantera fordonet i skarpa svängar, exempelvis korsningar och rondeller, samt i högre farter där luftmotståndet kan skapa turbulens som kan orsaka instabilitet av fordonet som föraren måste klara av att hantera.

2.1 Frågeställningarna för studien:

Frågeställning 1: Finns det en skillnad mellan olika sorters fyrhjulingar vad gäller statisk vältnings tröskel (SRT)?

Frågeställning 2: Hur påverkar en aktiv körstil fordonets köregenskaper, jämfört med en passiv körstil?

Frågeställning 3: Finns det ett samband mellan SRT och fordonens maximala laterala acceleration?

Frågeställning 4: Vilken kunskap om fyrhjulingars köregenskaper har personer med olika körkortsbehörigheter och olika erfarenheter av fyrhjulingskörning?

3 Metod

Studien är indelad i tre delar baserat på vilken typ av data som skulle samlas in:

Del 1 – Statiska fordonsegenskaper

Del 2 – Dynamiska köregenskaper

Del 3 – Kunskap om köregenskaper

Datat som samlades in i de tre delarna användes sedan för att besvara de fyra frågeställningarna i kapitel 2.1.

3.1 Del 1- Statiska fordonsegenskaper

3.1.1 Material

Tiltbord

De statiska vältproven genomfördes på VTI i Linköping där ett tiltbord användes för att mäta rollvinkeln för fordonen och utifrån den beräkna "Static Rollover Threshold (SRT)", dvs. fordonets statiska stabilitet, se Figur 1.



Figur 1. Test med tiltbord med och utan krocktestdocka.

Krocktestdocka

Krocktestdockan som användes var en Hybrid II 50th percentil manlig krocktestdocka med en vikt på 73 kg.

Fordon

Initialt skulle de fordon som skulle testas väljas utifrån de modeller som varit inblandade i flest olyckor enligt STRADA. På grund av svårigheter att få fram dessa

fordon för testverksamhet blev det till sist ett tillgänglighetsurval där en kombination av fordon från en lokal fyrhjulingshandlare och fordon från privatpersoner användes.

Följande 10 fordon varav sju klassificeras som arbetsmodeller och tre som sportmodeller testades, se Figur 2:

Arbetsmodeller:

- Polaris Sportsman 570
- Bombardier Can Am 500
- Linhai AD 400
- Kazuma Jaguar 500
- Goes 570
- Dinli Centhor 700

Sportmodeller:

- Hysong 450
- Suzuki LTZ 400

Polaris 570



Can Am 500



Linhai AD 400



Kazuma Jaguar 500



Goes 520



Dinli 700 Centhor



Can Am 400 XT



Hysong 450



ltz400



Dinli 450



- Dinli 450

Figur 2. 10 modeller som testades, de 7 övre är arbetsmodeller och de 3 nedre är sportmodeller.

3.1.2 Genomförande

Innan fordonen rullades upp på tiltbordet så tömdes de på bränsle. Samtliga fordon vältes åt höger och vänster både med och utan krocktestdocka. Krocktestdockan späddes fast så att den inte ändrade sin ställning under vältningsförloppet. Genom att långsamt luta tiltbordet simuleras effekterna av en långsamt ökande lateral acceleration. Lutningen fortsätter öka tills fyrhjulingen når punkten för instabilitet och välter (remmar används för att förhindra faktisk vältnings). Samtliga mätningar genomfördes tre gånger åt vardera hållet.

3.1.3 Datainsamling

De mått som samlades in var rollvinkeln för fordonen dels med krocktestdocka monterad och dels utan krocktestdocka. Vinkeln avlästes vid två tillfällen, när första däck lyfte från underlaget och när ena hjulparet, framdäck och bakdäck, lyfte från underlaget och vältningen var ett faktum.

Utifrån de uppmätta rollvinklarna beräknades sedan SRT måttet (1).

$$SRT = \tan(\text{Radianer}(\text{Rollvinkel})) \quad (1)$$

3.1.4 Dataanalys

Analyserna genomfördes

3.2 Del 2- Dynamiska köregenskaper

3.2.1 Material

Fordon

Köregenskaperna hos fordonen studerades med hjälp av olika sensorer kopplade till fordonet som registrerar de fysikaliska krafter som uppkommer vid genomförandet av olika körprov, cirkelbana, undanmanöverprov samt slalombana. Urvalet av fordon baserades på resultaten av analysen av statistiska egenskaper, se kapitel 3.1. Fordonen med de högsta respektive lägsta resultatet av rollvinkel mätningarna vid olastat tillstånd från varje grupp, arbetsmodell och sportmodell, valdes ut. Dock fick Bombardier Can Am 400xt ersätta Bombardier Can Am 500 då den senare inte var tillgänglig för tester på testbana.

Förare

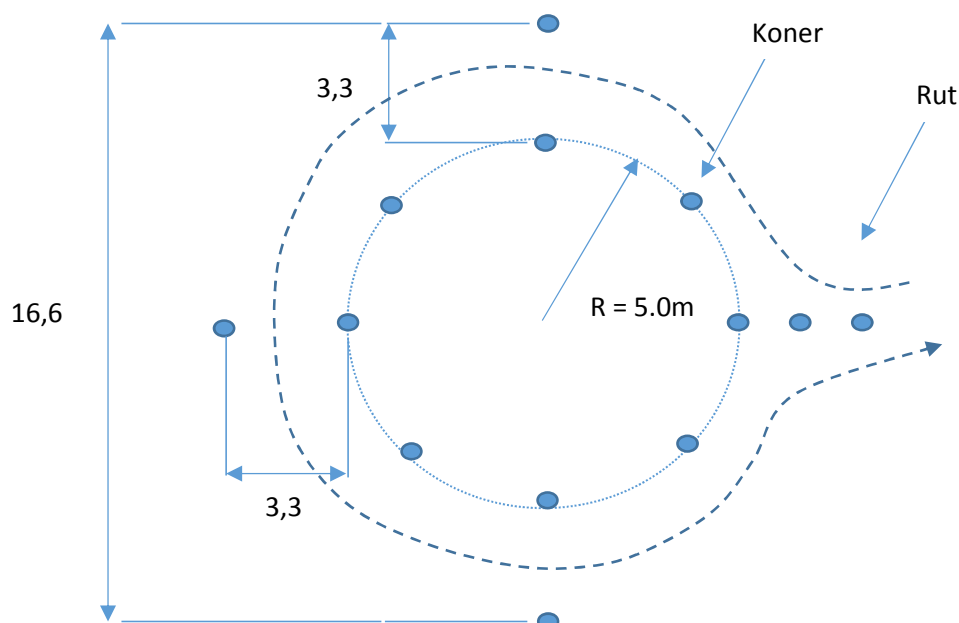
Körtesterna genomfördes av tre testförare. Samtliga var män mellan 39 och 42 år med tidigare erfarenheter med att köra fyrhjulingar och motorcyklar i terräng, på väg samt på bana. Antalet testförare begränsades av projektets budget.

Testbanor

Tre olika testbanor sattes upp för de dynamiska körtesterna, cirkelbana, slalombana samt undanmanöverbana. Designen av cirkel och undanmanöverbanorna hämtades från följande standarder: SAE J266: *Steady State Directional Control Test Procedures for Passenger Cars and Light Trucks* (SAE, 1996) samt ISO standard 3888-2: *Passenger cars – Test track for a severe lane change manoeuvre – Part 2: Obstacle avoidance* (ISO, 2002). Designen på slalombanan hämtades från Risk 2 momentet i körkortsutbildningen för A-behörighet. Erforderliga förändringar gjordes för att anpassa banorna för fordonstypen.

Cirkelbana

En cirkulär konbana sattes upp för testkörningen. Radien på konbanan var 5 meter. Dessutom sattes yttre gränskoner 3.3 meter utanför konbanan för att begränsa hur mycket utanför konbanan det var möjligt att köra. Detta gav en genomsnittlig kurvradie om 6.7 meter, se Figur 3.

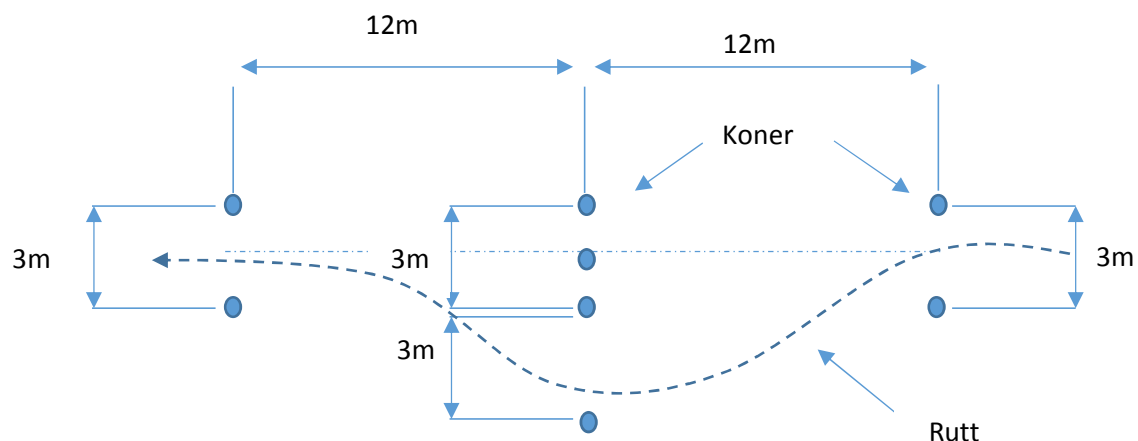


Figur 3. Cirkelbana med koner

Undanmanöverbana

En konbana för undanmanöver sattes upp för genomförandet av undanmanöverproven.

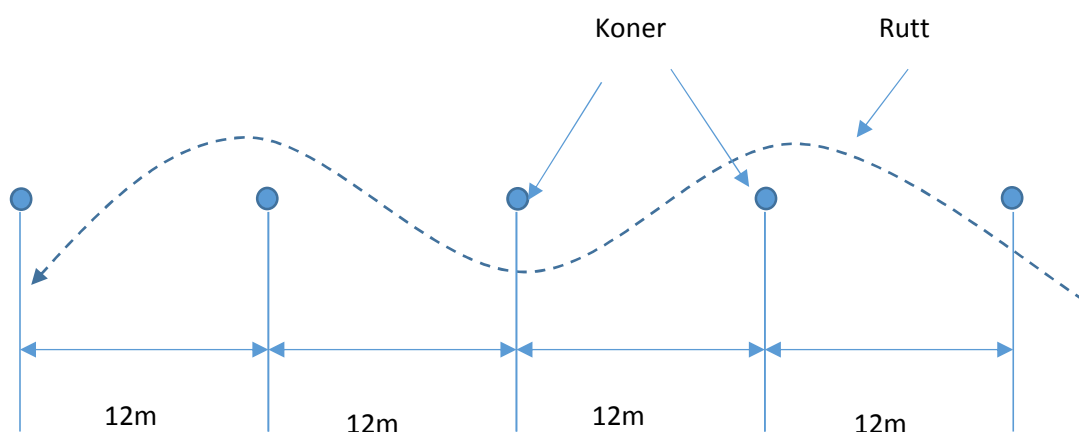
Ett hinder bestående av tre koner placerades 12 meter från ingången till banan som markerades med två koner med tre meters inbördes avstånd. Tre meter utanför hindret placerades ytterligare en kona för att begränsa hur mycket föraren kunde avvika från testbanan i sidled. Ytterligare två koner med tre meters inbördes avstånd placerades 12 meter bakom hindret i linje med ingångskonerna, se Figur 4.



Figur 4. Undanmanöverbana med koner

Slalombana

En konbana bestående av fem koner i linje med ett inbördes avstånd på 12 meter sattes upp för att genomföra slalombanetesterna. Se Figur 5.



Figur 5. Slalomtestbana med koner

3.2.2 Genomförande

Varje moment i testkörningen utfördes med en passiv körstil och en aktiv körstil. En passiv körstil innebar att föraren inte försökte kompensera för de i huvudsak laterala krafter som uppstår under körning utan höll sig så passiv som möjligt. När förarna skulle genomföra testerna med en aktiv körstil så uppmanades de att försöka motverka dessa laterala krafter genom att flytta överkroppen i sidled och därmed förflytta sin tyngdpunkt.

Förarna informerades att inte chansa utan avbryta om de kände att de inte längre kunde genomföra testet med bibehållen kontroll över fordonet. Förarna instruerades att accelerera upp fordonet till avsedd hastighet och hålla den konstant genom hela testbanan. För undanmanöverbanan instruerades förarna att frikoppla fordonen när framhjulen passerade den första konen. För fyrhjulingarna med automatväxel innebar detta att enbart släppa gasen.

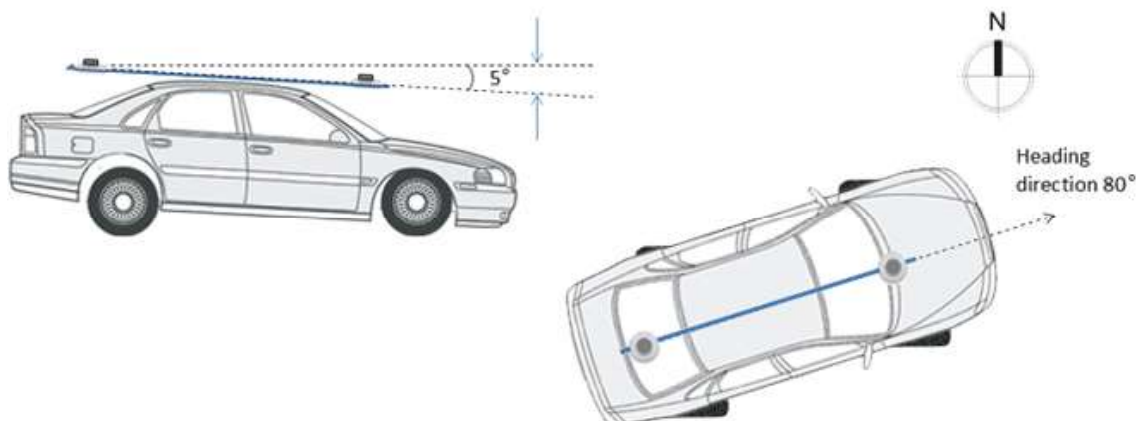
Testkörningarna genomfördes först med en passiv körstil och började i en låg hastighet, 20km/h för cirkelbana och slalombanan samt 40km/h för undanmanöverbanan.

För varje iteration så höjdes hastigheten med ca 5km/h. Iterationerna fortsatte tills att föraren inte kunde genomföra hela banan utan tvingades avbryta på grund av bristande kontroll.

Därefter genomfördes testkörningar med en aktiv körstil, där föraren kompenserade för sidoaccelerationen/centrifugalkrafterna genom att flytta kroppen och därmed tyngdpunkten. De aktiva körningarna påbörjades i låg hastighet som ökades med cirka 5km/h för varje iteration. Samtliga tre förare genomförde testerna med samtliga fordon och körstilar.

3.2.3 Datainsamling

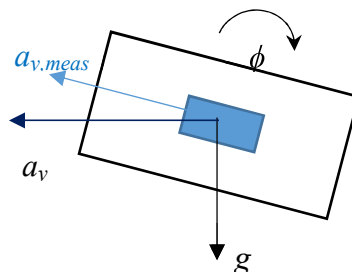
All data samlades in med hjälp av en V-BOX VB3iSL från Racelogic. Till V-BOXen anslöts en IMU, Inertia Movement Unit, som mäter accelerationer i x-y-z led samt roll, pitch och yaw-rate, dvs. vinkelhastigheter i tre riktningar. Mätssystemet kan förutom hastighet dessutom mäta den inbördes vinkel som är mellan två monterade GPS antenner och därmed mäta hur mycket ett fordon lutar. Antingen åt sidorna eller framåt-bakåt, beroende på hur antennerna monteras, se Figur 6. För att mäta rollvinkeln på fyrhjulingarna så monterades GPS antennerna 90 grader mot körriktningen.



Figur 6. Illustration av två GPS mottagare monterade på bil i körriktningen. Källa: Racelogic.com

De fysikaliska krafter som registrerades för vidare analys var hastighet, lateral acceleration och rollvinkel. Tyvärr visade det sig att det mätdata för rollvinkeln som mättes under testkörningarna gick inte använda i analyserna på grund av bristande kvalitet i datainsamlingen.

Den uppmätta laterala accelerationen $a_{y, meas}$ innehåller även en gravitations komponent som uppkommer på grund av att fordonen lutar vid kurvtagning, se Figur 7. Vi har dock inte isolerat denna komponent varför beräkningarna av lateral acceleration inkluderar påverkan från gravitationen. Analyserna och jämförelserna där lateral acceleration utgår därför inte från absoluta värden utan från relativa, då det kan anses att gravitationen påverkar samtliga fordon likartat och är inte av den magnituden att det är avgörande vid jämförelser mellan olika fordon eller körstilar.



Figur 7. Modell av fordonen sett bakifrån under kurvtagning åt vänster, resulterar i att fordonet lutar medurs (utåt i kurvan).

3.2.4 Dataanalys

Med hjälp av logistisk regression kan vi analysera hur sannolikheten att klara en testbana påverkas av en aktiv körstil. Varje körning videofilmades och bedömdes utifrån tre kriterier; a) föraren hade inga svårigheter med körningen, b) föraren hade vissa svårigheter med körningen och c) föraren misslyckades med körningen. Videoinspelningarna från varje körning analyserades med avseende på hur mycket fordonet verkade kränga samt eventuella hjullyft för att göra bedömningen. Bedömningen är således subjektiv och kan därmed inte ses som ett absolut mått på hur väl föraren genomförde körningen. Däremot kan utfallet c) ”föraren misslyckades med körningen”, användas som motsats till utfallen a) och b).

Viktigt att notera är att SPSS anger endast oddskvoter och inte sannolikheter. Men eftersom

$$\text{Sannolikheten } (P) = \frac{\text{Odds}}{1 + \text{Odds}}$$
så gäller att om oddskvoten är positiv så är även sannolikheten det, dvs. sannolikheten att lyckas ökar. Vi kan därför resonera kring sannolikheten att lyckas snarare än oddskvoterna vilket kan ge en lättare förståelse för tolkningen av resultaten.

Tabell 1 visar hur många körningar som gjordes av de olika uppsättningarna/kombinationer av fordon, körstil och testbana. Totalt genomfördes 313 körningar varav 152 med arbetsmodeller och 161 med sportmodeller.

Tabell 1. Körningar per fordonstyp, körstil och testbana

Fordonstyp	Körstil	Testbana	Avbrutna	Lyckade	Totalt
Arbetsmodell	Passiv körstil	Slalom	3	25	28
		Undanmanöver	5	16	21
		Cirkelbana	6	18	24
	Aktiv körstil	Slalom	5	25	30
		Undanmanöver	6	18	24
		Cirkelbana	8	17	25
Sportmodell	Passiv körstil	Slalom	8	26	34
		Undanmanöver	7	18	25
		Cirkelbana	7	16	23
	Aktiv körstil	Slalom	6	26	32
		Undanmanöver	6	21	27
		Cirkelbana	4	16	20
Totalt			71	242	313

Med en logistisk regression kan vi få svar på hur sannolikheten att lyckas respektive misslyckas med en körning påverkas av olika faktorer. I denna studie är vi främst intresserade av att studera hur fordonstyp (arbetsmodell och sportmodell) och körstil (aktiv och passiv) påverkar sannolikheten att klara av de olika testbanorna samt hur sannolikheten påverkas av ökande hastigheter, Tabell 2.

Variabel	Kategori	Kommentar
Results	Beroende variabel	Variabel för lyckad/avbruten körning
Tracks	Track – Cirkelbana	Referenskategori
	Track (1) – Slalombana	
	Track (2) - Undanmanöver	
DriverStyles	DriverStyle – Passiv körstil	Referenskategori
	DriverStyle (1) – Aktiv körstil	
Type	Type – Arbetsmodell	Referenskategori
	Type (1) - Sportmodell	
Driver	Driver – Förare 1	Referenskategori
	Driver (1) – Förare 2	
	Driver (2) – Förare 3	
GroundSpeed	Fordonens uppmätta hastighet	Referenshastighet – 30km/h

Tabell 2. Variabler som ingår i analyserna

Hastighetsvariabeln, GroundSpeed, har kodats så att den representerar en bashastighet på 30km/h för analyserna. Detta ger att om huvudeffekten av hastigheten är negativ innebär det att en ökning över 30km/h har en negativ inverkan på sannolikheten. Medan en positiv effekt innebär att en ökning av hastigheten över 30km/h har en positiv inverkan på sannolikheten. Anledningen till omkodningen är att annars skulle den

binära logistiska modellen beräkna oddset att klara testkörningarna i 0 km/h, vilket är irrelevant.

Vi testar även om det finns några interaktionseffekter mellan testbana och hastighet för att se om de olika bandesignerna har en inverkan på effekten av hastighet. Vi kontrollerar även om förare har en huvudeffekt på regressionsmodellen. Samt om det finns en interaktionseffekt mellan förare och fordon.

3.3 Del 3- Kunskap om köregenskaper

3.3.1 Deltagare

Fyrhjulingsförare med B-behörighet

En inbjudan skickades ut till cirka 100 personer i Borlänge och Falu kommun som enligt Transportstyrelsens fordonregister ägde både fyrhjuling och bil. På grund av den låga svarsfrekvensen lades en inbjudan även ut på www.atvforum.se och rekryteringen kompletterades slutligen med ett bekvämlighetsurval av vänner och bekanta. Under fokusgruppsintervjun bjöds deltagarna på fika och efteråt fick de två biobiljetter som tack för sin medverkan.

Totalt deltog 3 fyrhjulingsförare som hade B- men inte A-behörighet. Två av fyrhjulingsförarna med B-behörighet var män medan en var kvinna. Deras medelålder var 36 år (27-52 år) och de hade i genomsnitt kört fyrhjuling i drygt 4 år (2-9 år). Samtliga körde fyrhjuling enbart under barmarksäsongen och de körde ibland med passagerare. Två av fyrhjulingsförarna med B-behörighet körde en Kymco 400 medan en körde en Polaris Sportsman 500.

Fyrhjulingsförare med A, B-behörighet

En inbjudan skickades ut till cirka 100 personer i Borlänge och Falu kommun som enligt Transportstyrelsens fordonregister ägde både fyrhjuling, motorcykel och bil. På grund av den låga svarsfrekvensen lades en inbjudan även ut på Sveriges Motorcyklisters (SMCs) hemsida och rekryteringen kompletterades slutligen med ett bekvämlighetsurval av vänner och bekanta. Under fokusgruppsintervjun bjöds deltagarna på fika och efteråt fick de två biobiljetter som tack för sin medverkan.

Totalt deltog 3 fyrhjulingsförare som samtliga hade både A- och B-behörighet. Samtliga fyrhjulingsförarna med A, B-behörighet var män. Deras medelålder var 64 år (58-71 år) och de hade i genomsnitt kört fyrhjuling i drygt 6 år (3-10 år). Samtliga körde fyrhjuling året runt och två av dem körde ibland med passagerare. En av fyrhjulingsförarna med A, B-behörighet körde en Can-Am 400, en körde en CF Moto 500 medan en körde en Polaris 850.

Icke-fyrhjulingsförare med B-behörighet

En inbjudan skickades ut till cirka 100 personer i Borlänge och Falu kommun som enligt Transportstyrelsens fordonregister ägde bil men inte fyrhjuling. På grund av den låga svarsfrekvensen kompletterades rekryteringen med ett bekvämlighetsurval av vänner, bekanta och studenter. Under fokusgruppsintervjun bjöds deltagarna på fika och efteråt fick de två biobiljetter som tack för sin medverkan.

Totalt deltog 5 icke-fyrhjulingsförare som hade B- men inte A-behörighet. Dessutom deltog en icke-fyrhjulingsförare som hade både B- och A-behörighet men som aldrig kört motorcykel regelbundet. Tre av de sex icke-fyrhjulingsförarna med B-behörighet var män medan tre var kvinnor och deras medelålder var 39 år (24-62 år). Fyra av icke-fyrhjulingsförarna med B-behörighet hade aldrig kört fyrhjuling medan två hade provat men inte körde regelbundet. De två som provat hade kört totalt 10 respektive 40 gånger.

Icke-fyrhjulingsförare med A, B-behörighet

En inbjudan skickades ut till cirka 100 personer i Borlänge och Falu kommun som enligt Transportstyrelsens fordonregister ägde både motorcykel och bil men inte

fyrhjuling. På grund av den låga svarsfrekvensen lades en inbjudan även ut på Sveriges Motorcyklisters (SMCs) hemsida och rekryteringen kompletterades slutligen med ett bekvämlighetsurval av vänner och bekanta. Under fokusgruppsintervjun bjöds deltagarna på fika och efteråt fick de två biobiljetter som tack för sin medverkan.

Fyra av fem motorcyklister som deltog i den första fokusgruppsintervjun med icke-fyrhjulingsförare med A, B-behörighet arbetade på SMC och får därmed anses vara extra intresserade och kunniga motorcyklister. Därför genomfördes ytterligare en fokusgruppsintervju. I beskrivningen och resultatrapporteringen slås dock dessa två fokusgrupper samman.

Totalt deltog 12 icke-fyrhjulingsförare som hade både A och B-behörighet. Åtta av icke-fyrhjulingsförarna med A, B-behörighet var män medan fyra var kvinnor och deras medelålder var 49 år (33-71 år). En av icke-fyrhjulingsförarna med B-behörighet hade aldrig kört fyrhjuling medan resterande 11 hade provat men inte körde regelbundet. De som provat hade i genomsnitt kört 10 gånger.

3.3.2 Material

Filmsekvenser

Testkörningarna som genomfördes under *Del 2- Dynamiska köregenskaper* filmades. Under fokusgruppsintervjuerna visades tre av dessa filmsekvenser; testkörning av en cirkelbana, en slalombana och en undanmanöverbana. Samtliga filmsekvenser visade körningar med passiv körstil i låga hastigheter.

Enkät

Enkäten innehöll bakgrundsfrågor samt för varje typ av bana (cirkelbana, slalombana och undanmanöverbana) frågor om vilka problem som skulle kunna uppstå och hur föraren bör köra för att inte hamna i en kritisk situation.

Intervjuguide

Intervjuguiden (se bilaga 1) innehöll för varje filmsekvens (cirkelbana, slalombana och undanmanöverbana) frågor om vilken hastighet deltagarna trodde föraren körde i, vilka problem de trodde skulle kunna uppstå, vid vilken hastighet de trodde problem skulle börja uppstå och hur föraren bör köra för att inte hamna i en kritisk situation.

Intervjuguiden innehöll även en fråga om vilken typ av körkortsutbildning deltagarna tyckte borde krävas för att få köra fyrhjuling samt en avslutande fråga om huruvida det fanns något annat de skulle vilja ta upp kring det här med fyrhjulingar och dess köregenskaper i relation till förarnas kunskap.

3.3.3 Genomförande

Tre av fokusgruppsintervjuerna genomfördes på VTIs kontor i Borlänge medan en (icke-fyrhjulingsförare med A och B-behörighet nr. 1) genomfördes på SMCs kontor och en (icke-fyrhjulingsförare med A och B-behörighet nr. 2) genomfördes på ett företagskontor i Uppsala. Samtliga fokusgruppsintervjuer genomfördes av två personer varav den ena ansvarade för själva intervjun medan den andra antecknade.

Fokusgruppsintervjuerna filmades även men dessa filmer har enbart använts för att vid behov kunna kontrollera oklarheter i anteckningarna.

Efter inledande presentation av projektet och deltagarna visades de tre filmsekvenserna. Direkt efter varje filmsekvens fick deltagarna enskilt besvara enkätfrågorna om vilka

problem som skulle kunna uppstå samt hur föraren bör köra för att inte hamna i en kritisk situation varefter sekvenserna diskuterades i grupp utifrån de frågor intervjuledaren ställde (se Intervjuguiden bilaga 1). Som tack för sin medverkan bjöds deltagarna på fika och när fokusgruppsintervjun avslutats fick alla två biobiljetter var.

3.3.4 Dataanalys

Baserat på deltagarnas enkätsvar samt anteckningar analyserades data utifrån en fenomenografiskt ansats.

Eftersom detta är en kvalitativ studie med få deltagare och de fyra fokusgrupperna dessutom överlappar något med avseende på erfarenhet av körkortsbehörighet och fyrhjulingskörning kan man inte dra några generella slutsatser om skillnaderna mellan de olika fokusgrupperna. Detta till trots har vi gjort en översiktlig jämförelse men denna måste alltså tolkas med stor försiktighet.

4 Resultat

4.1 Frågeställning 1: Finns det en skillnad mellan olika sorters fyrhjulingar vad gäller statisk vältnings tröskel (SRT)?

Resultatet av tiltbordsmätningarna visar att arbetsmodellerna överlag har en lägre rollvinkel, dvs vinkeln som tippbordet har när båda däcken på en sida lyfter från underlaget, utan krocktestdocka monterad. Resultatet sträcker sig från 41.2 grader för Bombardiers Can Am 500 till 45.3 grader för Dinli Centhor 700. Sportmodellernas resultat för motsvarande mätningar utan krocktestdocka sträcker sig från 47.7 grader för Suzuki LTZ 400 till 49.9 grader för Dinli 450, se Tabell 3.

Tabell 3. Tiltbordsmätningar av 10 modeller

	Modell	Vikt (kg)	Spårvidd (cm)	Rollvinkel (utan docka)	Rollvinkel (med docka)	Differens
Arbetsmodeller	Can Am 500	368	96	41.2	40.8	-0.4
	Can am 400 Xt	371	92	42.6	37.4	-5.2
	Goes 520	351	91	43.6	37.9	-5.7
	Polaris 570	341	101	43.8	38.0	-5.8
	LinHai	340	(missing)	44.6	38.9	-5.7
	Kazuma	373	92	44.9	39.3	-5.6
	Dinli 700	368	97	45.3	40.2	-5.1
Sportmodeller	Suzuki 400	195	95	47.7	39.0	-8.7
	Hyosung 450	220	99	49.1	39.8	-9.3
	Dinli 450	211	94	49.1	39.0	-10.1

Vid den andra uppsättningen tester där en krocktestdocka är monterad hamnar både sport och arbetsmodeller inom spannet 37.4 grader till 40.8 grader. Skillnaderna mellan testerna med och utan krocktestdocka är störst för sportmodellerna där rollvinkeln sjunker med i genomsnitt 9.4 grader som kan jämföras med 5.5 grader för arbetsmodellerna, Can am 500 undantaget. Bombardier Can-Am 500 erhåller den lägsta vinkel när båda hjulen släpper från underlaget på tiltbordet utan krocktestdocka samt en mycket liten skillnad (endast 0.4 grader) med krocktestdocka monterad. I sammanhanget verkar denna modell vara något av en outsider då den nästan inte berörs alls av den extra vikten till skillnad från övriga modeller.

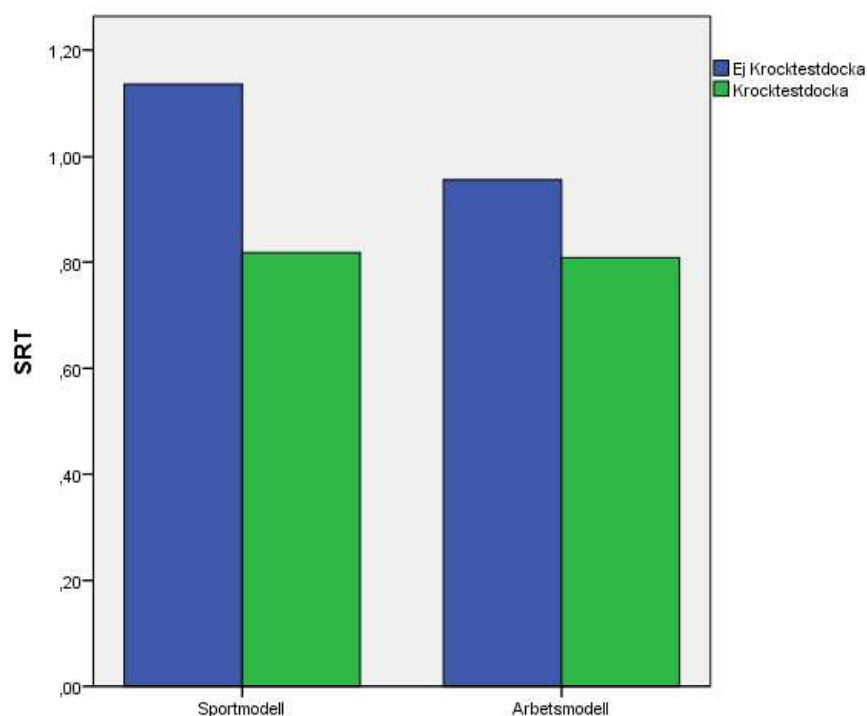
Analysen visar att det finns en statistisk signifikant skillnad i rollvinkel mellan arbetsmodeller med docka och arbetsmodeller utan docka monterad. Det finns även en statistisk signifikant skillnad mellan sportmodeller utan docka och arbetsmodell med docka monterad. Däremot finns det ingen statistiskt säkerställd skillnad mellan sportmodellerna med eller utan dockor monterade, något som mycket väl kan bero på det låga antalet testade fordon. Se Tabell 4.

Tabell 4. Kruskal-Wallis analys av skillnader av SRT mellan sport och arbetsmodeller, med och utan krocktestdocka.

Modell	Test Statistics	Std. Error	Std. Test Statistics	Sig.	Adj.Sig.
Arbets m. docka vs. Sport m. docka	1.190	4.081	.292	.771	1.000
Arbets m. docka vs. Arbets u. docka	8.857	3.161	2.802	.005	.030
Arbets m. docka vs. Sport u. docka	13.857	4.081	3.396	.001	.004
Sport m docka vs. Arbets u. docka	-7.667	4.081	-1.879	.060	.362
Sport m docka vs. Sport u. docka	12.667	4.829	2.623	.009	.052
Arbets u. docka vs. Sport u. docka	5.000	4.081	1.225	.220	1.000

Figur 8 visar det beräknade SRT värdet för samtliga fyrhjulingar som mättes. Resultatet är uppdelat på sportmodeller respektive arbetsmodeller samt om en krocktestdocka var monterad på fordonen eller inte.

De mätningar som genomfördes utan krocktestdocka monterad visar att de testade sportmodellerna klarar ett högre SRT värde innan de välter än de testade arbetsmodellerna. Däremot kan man inte se någon skillnad mellan de två modelltyperna i de tester där en krocktestdocka monterats på fordonen. Generellt sett så påverkar en krocktestdocka SRT värdet negativt vilket innebär att fordonen välter tidigare. Detta beror på att en monterad krocktestdocka höjer tyngdpunkten för fordonen.



Figur 8. SRT värde för arbetsmodeller respektive sportmodeller

4.2 Frågeställning 2: Hur påverkar en aktiv körstil fordonets köregenskaper, jämfört med en passiv körstil?

Huvudeffekter Modell1: Logistisk regression.

I första modellen så analyserar vi vilka variabler som har en effekt på beroendevariabeln som är huruvida körningen lyckades eller avbröts.

Vi använde en forward step funktion för att systematiskt lägga till en variabel och kontrollera om effekten av den är statistisk signifikant eller ej. Är den det så behålls variabeln i modellen. Vi använder Likelihood Ratio som villkor för att behålla eller förkasta variabeln.

Resultatet är att tre oberoende variabler har en statistisk signifikant huvudeffekt på beroende variabelns utfall (Lyckad/Avbruten), se Tabell 5.

	Variabler	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	GroundSpeed	-.074	.013	30.601	1	.000	.929
	Constant	1.713	.185	85.933	1	.000	5.546
Step 2	Track			52.117	2	.000	
	Track(1)	4.978	.788	39.917	1	.000	145.209
	Track(2)	8.798	1.219	52.097	1	.000	6618.138
	GroundSpeed	-.366	.048	59.163	1	.000	.693
	Constant	-.658	.322	4.166	1	.041	.518
Step 3	Track			52.139	2	.000	
	Track(1)	5.330	.829	41.352	1	.000	206.432
	Track(2)	9.582	1.328	52.074	1	.000	14501.236
	DriverStyle(1)	1.074	.387	7.683	1	.006	2.926
	GroundSpeed	-.403	.053	58.553	1	.000	.669
	Constant	-1.281	.404	10.072	1	.002	.278

Tabell 5. Analys av huvudeffekter

De tre variablerna är Track (Testbana), DriverStyle (Körstil) och GroundSpeed (Hastighet). Övriga oberoende variabler, Type (Fordonsmodell) och Driver (Förare) har ingen statistisk signifikant effekt på utfallet av beroende variabeln. Vi väljer dock att ha

kvar alla variabler i modellen även fortsättningsvis eftersom de är intressanta för projektet.

Interaktionseffekter

Nästa steg är att kontrollera för interaktionseffekter.

De samband vi är intresserade av att kontrollera är mellan förare och fordonstyp, samt hastighet och testbana. Resultatet, se Tabell 6, visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan förare och fordonstyp. Vi ser däremot att det finns en interaktionseffekt mellan testbana och hastighet enligt regressionen. Att det finns en interaktionseffekt mellan testbana betyder att hastigheten har betydelse för att förarna ska klara av körningen på två av banorna, nämligen kombinationen arbetsmodell och slalombana samt sportmodell och undanmanöverbana.

Tabell 6. Analys av interaktionseffekter

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step	Track			49.489	2	.000	
1 ^a	Track(1)	7.282	1.219	35.679	1	.000	1454.259
	Track(2)	10.129	1.690	35.938	1	.000	25064.544
	Driver			5.351	2	.069	
	Driver(1)	1.166	.747	2.438	1	.118	3.211
	Driver(2)	-.664	.688	.933	1	.334	.515
	DriverStyle(1)	1.301	.438	8.811	1	.003	3.674
	GroundSpeed	-1.116	.250	19.963	1	.000	.328
	Type(1)	.491	.632	.604	1	.437	1.634
	GroundSpeed * Track			9.988	2	.007	
	GroundSpeed by Track(1)	.732	.254	8.295	1	.004	2.078
	GroundSpeed by Track(2)	.791	.251	9.975	1	.002	2.206
	Driver * Type			3.053	2	.217	
	Driver(1) by Type(1)	-1.178	.956	1.518	1	.218	.308
	Driver(2) by Type(1)	.587	.952	.381	1	.537	1.799
	Constant	-3.859	1.023	14.221	1	.000	.021

a. Variable(s) entered on step 1: Track. Driver. DriverStyle. GroundSpeed. Type. GroundSpeed * Track . Driver * Type .

Den slutgiltiga modellen, modell 3, Tabell 7:

$$\ln P = -3,575 + 7,020 * Track(1) + 9,736 * Track(2) + 1,310 * DriverStyle(1) + 0,697 * GroundSpeed * Track(1) + 0,763 + GroundSpeed * Track(2)$$

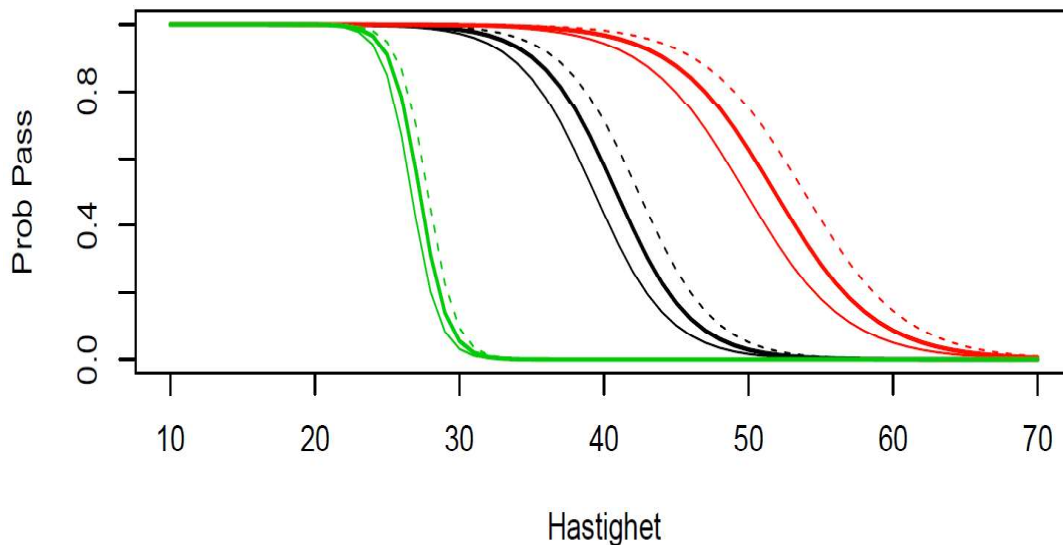
Där P är sannolikheten att körningen lyckas.

Tabell 7. Resultatet från den logistiska regressionen.

		B	S.E.	Wald	df	p-värde
Step	Track			51.572	2	.000
1 ^a	Track(1)	7.020	1.163	36.450	1	.000
	Track(2)	9.736	1.607	36.724	1	.000
	Driver			2.548	2	.280
	Driver(1)	.429	.463	.858	1	.354
	Driver(2)	-.374	.486	.593	1	.441
	DriverStyle(1)	1.310	.436	9.026	1	.003
	GroundSpeed	-1.077	.236	20.747	1	.000
	Type(1)	.287	.396	.526	1	.468
	GroundSpeed * Track			10.270	2	.006
	GroundSpeed by Track(1)	.697	.242	8.287	1	.004
	GroundSpeed by Track(2)	.763	.239	10.241	1	.001
	Constant	-3.575	.923	14.999	1	.000

Hosmer-Lemeshow testet visar att modellen är väl anpassad, dvs. resultaten från modellen inte skiljer sig mer från de observerade värden än vad som kan förklaras av slumpen (p=0.782).

För att åskådliggöra effekten av körstil och hastighet för respektive testbana har vi beräknat sannolikheten att lyckas med en körning till motsats att misslyckas med hjälp av den slutgiltiga modellen (Modell3). Figur 9 visar hur körstil och hastighet påverkar sannolikheten.



Figur 9. Sannolikheter för olika körstilar och testbanor. Fet linje: Genomsnitt. Tunn linje: Passiv körstil. Tunn streckad linje: Aktiv körstil. Grönt: Cirkelbana. Svart: Slalombana. Rött: Undanmanöverbana

Vi ser att cirkelbanan visar en mycket brantare linje än de övriga banorna. Detta innebär att övergången från att lyckas till att misslyckas är snabbare, dvs. det krävs en mindre hastighetsökning för att sannolikheten att lyckas ska sjunka mycket jämfört med de andra banorna. Undanmanöverbanan har den flackaste linjen vilket innebär att den är minst känslig för en hastighetsökning. Vi ser även att aktiv körstil har en positiv effekt på samtliga banor men minst effekt på cirkelbanan, jämfört med de andra banorna.

Skillnaden mellan att lyckas och misslyckas på cirkelbanan är i genomsnitt ca 8-10 km/h. Motsvarande hastighetsökning för slalombanan och undanmanöverbanan är i genomsnitt ca 20 km/h respektive 30 km/h, enligt modellen. Resultatet visar att en aktiv körstil ger omkring 30 procent högre sannolikhet att klara av en viss manöver än en passiv körstil.

4.3 Frågeställning 3: Finns det ett samband mellan SRT och fordonens maximala laterala acceleration?

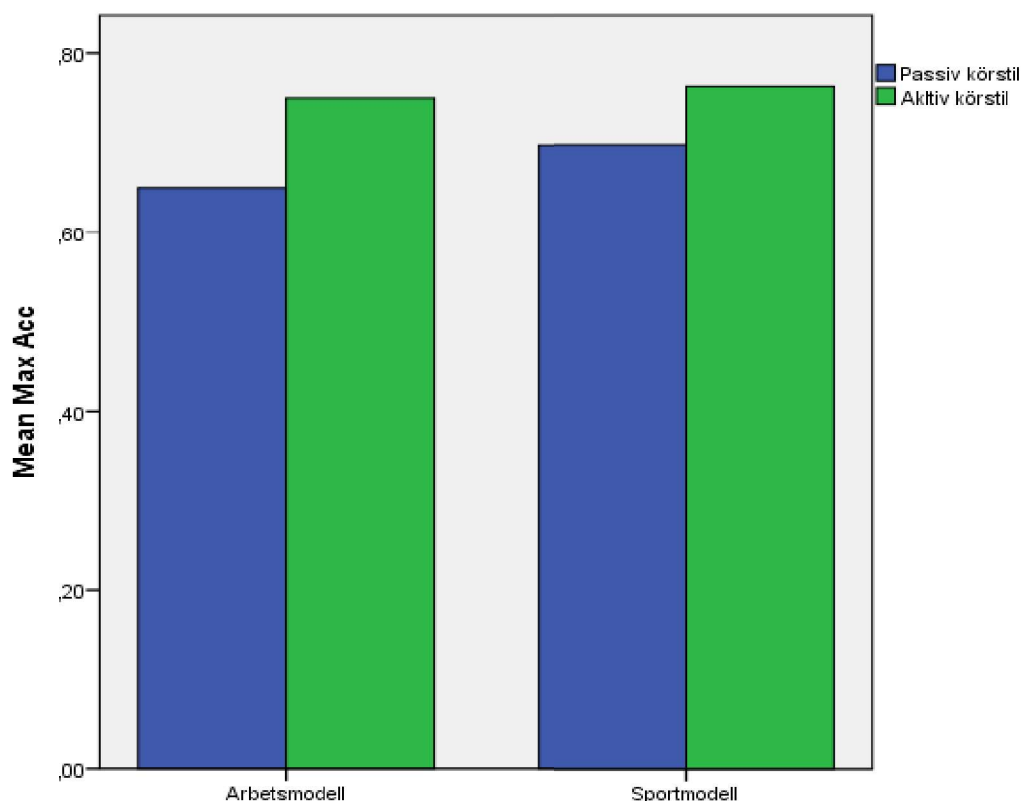
För motsvarande analys av de maximala laterala accelerationer som uppstått vid testkörningarna har resultatet delats upp i två grupper: 1) körningar som har genomförts i sin helhet utan att förarna tvingats avbryta (Lyckade) samt 2) körningar som inte genomförts i sin helhet för att förarna tvingats avbryta på grund av säkerheten (Avbrutna).

De körningar där förarna tvingats avbryta testet för att inte riskera att tappa kontrollen genererade högre laterala accelerationer än övriga körningar, dock utan att fordonet välte. En Mann-Whitney U analys visar att det finns en statistisk signifikant skillnad mellan grupperna Lyckade och Avbrutna för samtliga kombinationer av fordonsmodell och körstil. se Tabell 8.

Tabell 8. Analys av skillnad av maximal lateral acceleration mellan lyckade /avbrutna körningar för de fyra grupperna; Arbetsmodell-Passivkörstil, Arbetsmodell-Aktivkörstil, Sportmodell- Passivkörstil samt Sportmodell- Aktivkörstil

Modell/körstil	Körning	Mean	S.D	N	Mann-Whitney U	p-värde
Arbetsmodell passiv	Lyckad	.534	.161	59	209.500	.004
	Avbruten	.650	.061	14		
Arbetsmodell aktiv	Lyckad	.599	.162	60	212.500	.000
	Avbruten	.750	.061	19		
Sportmodell passiv	Lyckad	.573	.132	60	282.000	.000
	Avbruten	.697	.088	22		
Sportmodell aktiv	Lyckad	.671	.151	63	327.000	.031
	Avbruten	.762	.125	16		

Den laterala accelerationen är till synes högre i samtliga kombinationer av fordonsmodell och körstil för de körningar som föraren tvingades avbryta på grund av säkerheten och risk för vältning vilket också kan ses Figur 10 som visar genomsnittet av de maximala laterala acceleration som uppstått i de körningar då föraren tvingats avbryta på grund av risken för vältning.



Figur 10. Diagram över medelvärdena av maximal lateral acceleration för avbrutna körningar.

För vidare jämförelser mellan maximala laterala accelerationer och det SRT mått som uppmätts så kommer resultaten från de avbrutna körningar att användas då dessa genererade högre laterala accelerationer än de andra körningarna. Då SRT måttet representerar det högsta SRT värde som kan erhållas innan fordonet välter så anses detta vara den mest lämpliga jämförelsen. SRT mättes dels med och dels utan en krocktestdocka monterad på fordonet. Resultaten mellan dessa mätningar visar att en krocktestdocka sänker rollvinkeln och därmed det maximala SRT värdet eftersom den extra vikten av dockan höjer ekipagets tyngdpunkt. Vid jämförelser mellan statiska och dynamiska tester är det viktigt att ekipagen är så likvärdiga som möjligt, varför det är mätningarna med en krocktestdocka som kommer att användas här.

Resultatet av mätningarna av den laterala accelerationen visar dels att i de fall som föraren tvingas avbryta på grund av säkerhetsrisken så har högre laterala krafter uppmätts. Vid jämförelser av de två körstilarna framgår det att högre laterala krafter har uppmätts vid en aktiv körstil.

Tabell 9. Analys av skillnad av max lateral acceleration mellan fordonstyperna med aktiv körstil

Körstil	Mean	S.D	N	Mann-Whitney U	p-value
Aktiv	.756	.094	35	322.500	0.000
Passiv	.679	.083	36		

En Mann-Whitney U analys visar att det inte finns en statistisk signifikant skillnad mellan fordonstyperna med aktiv körstil inom de körningar som klassats som avbrutna, se *Tabell 10*.

Tabell 10. Analys av skillnad av max lateral acceleration mellan fordonstyperna med aktiv körstil.

Modell/körstil	Mean	S.D	N	Mann-Whitney U	p-value
Arbetsmodell aktiv	.750	.061	19	124.000	0.354
Sportmodell aktiv	.762	.126	16		

Vid en jämförelse mellan uppmätta laterala krafter, se Figur 10, och uppmätta SRT värden, se Figur 8, ser man att de uppmätta laterala accelerationerna vid aktiv körstil är relativt nära de uppmätta SRT gränsvärdena med krocktestdocka. Medelvärdena för maximal lateral acceleration med aktiv körstil är 0.75g för arbetsmodellerna respektive 0.76g för sportmodellerna. Motsvarande siffror för SRT måttet är 0.82g för arbetsmodellerna samt 0.81g för sportmodellerna, se *Tabell 11*.

Notera dock att de uppmätta laterala accelerationerna inkluderar gravitationens påverkan på fordonen på grund av fyrhjulingarna lutar vid kurvtagning. Mätvärdena är därmed lite högre än vad den laterala accelerationen de facto är.

Tabell 11. Maximal lateral acceleration och maximalt SRT värde

Modell/körstil	Max lateral acc	Max SRT
Arbetsmodell aktiv	0.75	0.82
Sportmodell aktiv	0.76	0.81

4.4 Frågeställning 4: Vilken kunskap om fyrhjulingars köregenskaper har personer med olika körkortsbehörigheter och olika erfarenheter av fyrhjulingskörning?

Rent allmänt tycks det bland deltagarna med A-behörighet finnas ett större motorintresse än bland deltagarna med enbart B-behörighet (oavsett om de är fyrhjulingsförare eller inte). Bland deltagarna med enbart B-behörighet hade en deltagare A-behörighet (men hade aldrig kört motorcykel regelbundet) och denna deltagare hade även kört lastbil vid ett eller flera tillfällen. Bland deltagarna med A-behörighet hade flera av dem – förutom olika A-behörigheter (AM, A1, A2, A) - även C-, D, och E-behörigheter. Flera av deltagarna med A-behörighet hade dessutom regelbundet kört lastbil, buss, tungt släp, hjullastare, terrängfordon o.s.v. Om detta stora motorintresse gäller för personer med A-behörighet i allmänhet eller enbart för deltagarna i dessa fokusgrupper kan vi dock inte uttala oss om.

I dagsläget krävs B-behörighet för att få köra en fyrhjuling registrerade som terränghjuling eller motorcykel (alt. A1-, A2-, A-behörighet utfärdad före den 19 januari 2013 för fyrhjulingar registrerade som motorcyklar). Med avseende på vilken utbildning som borde krävas för att få köra fyrhjuling hade deltagarna olika åsikter. Vissa deltagare ansåg att det ska krävas en specifik utbildning (jfm AM för mopeder) för att få köra fyrhjuling medan andra menade att man borde få välja mellan en specifik fyrhjulingsutbildning och B-behörighet kompletterad med en kortare utbildning för fyrhjuling. Denna kompletterande utbildning skulle i så fall framför allt utgöras av praktiska moment liknande manöverkörningen i motorcykelutbildningar och skulle med fördel kunna använda vissa av militärens utbildningar för terrängfordon som förebild. Vissa deltagare menade även att dessa praktiska moment borde ges i kombination med en kortare riskutbildning med fokus på fyrhjulingar. Slutligen framkom även önskemål om att förändra den vanliga utbildningen för B-behörighet så att bilförare får en bättre inblick i hur det är att köra exempelvis moped, motorcykel och fyrhjuling i vanlig trafik.

4.4.1 Cirkelbana

Vid testkörningen, från *Del 2- Dynamiska köregenskaper*, som visades på filmsekvensen genomfördes cirkelbanan i cirka 20 km/h.

	<i>4B</i>	<i>4AB</i>	<i>Icke-4B</i>	<i>Icke4AB</i>
<i>Antal deltagare</i>	3	3	5	12
<i>Uppskattad hastighet</i>	10-20	8-10	15-25	15-25
<i>Problem hastighet</i>	25-50	Cirka 20	20-25	30-70
<i>Problem</i>	Välta	Välta	Välta	Välta
		Kasta	Kasta	
		Sladda		Sladda
			Ramla av	Ramla av

	Glida		Köra på konerna	Rakt fram
			Kränga	
<i>Åtgärder</i>	Lugnt	Lugnt	Lugnt	Lugnt
		Lagom fort	Lagom fort	Lagom fort
	Förflytta vikten		Inte för snävt	Förflytta vikten
				Aktiv gas/broms
				Planerat

Tabell 12 visar att den lägsta hastighetsuppskattningen som gjordes av deltagarna var 8 km/h medan den högsta var 25 km/h. I de båda fokusgrupperna med icke-fyrhjulingsförare gjorde deltagarna en mer korrekt uppskattning av hastigheten än vad

	<i>4B</i>	<i>4AB</i>	<i>Icke-4B</i>	<i>Icke4AB</i>
<i>Antal deltagare</i>	3	3	5	12
<i>Uppskattad hastighet</i>	10-20	8-10	15-25	15-25
<i>Problem hastighet</i>	25-50	Cirka 20	20-25	30-70
<i>Problem</i>	Välta	Välta	Välta	Välta
		Kasta	Kasta	
		Sladda		Sladda
			Ramla av	Ramla av
	Glida		Köra på konerna	Rakt fram
			Kränga	
<i>Åtgärder</i>	Lugnt	Lugnt	Lugnt	Lugnt
		Lagom fort	Lagom fort	Lagom fort
	Förflytta vikten		Inte för snävt	Förflytta vikten
				Aktiv gas/broms
				Planerat

deltagarna i fokusgrupperna med fyrhjulingsförare gjorde.

Vid testkörningen tvingades testförarna avbryta körningarna vid cirka 30 km/h.

<i>Antal deltagare</i>	3	3	5	12
<i>Uppskattad hastighet</i>	10-20	8-10	15-25	15-25
<i>Problem hastighet</i>	25-50	Cirka 20	20-25	30-70
<i>Problem</i>	Välta	Välta Kasta Sladda	Välta Kasta Ramla av Köra på konerna Kränga	Välta Sladda Ramla av Rakt fram
<i>Åtgärder</i>	Lugnt Förflytta vikten	Lugnt Lagom fort	Lugnt Lagom fort Inte för snävt	Lugnt Lagom fort Förflytta vikten Aktiv gas/broms Planerat

	<i>4B</i>	<i>4AB</i>	<i>Icke-4B</i>	<i>Icke4AB</i>
<i>Antal deltagare</i>	3	3	5	12
<i>Uppskattad hastighet</i>	10-20	8-10	15-25	15-25
<i>Problem hastighet</i>	25-50	Cirka 20	20-25	30-70
<i>Problem</i>	Välta	Välta Kasta Sladda	Välta Kasta Ramla av Köra på konerna Kränga	Välta Sladda Ramla av Rakt fram
<i>Åtgärder</i>	Lugnt	Lugnt	Lugnt	Lugnt

	Lagom fort	Lagom fort	Lagom fort
Förflytta vikten		Inte för snävt	Förflytta vikten
			Aktiv gas/broms
			Planerat

Tabell 12 visar att den lägsta uppskattningen av den hastighet där problem skulle kunna uppstå var 20 km/h medan den högsta var 70 km/h.

Slutligen visar tabell 12 att deltagarna i samtliga fokusgrupper ansåg att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle välta om man pressade fordonet genom att exempelvis höja hastigheten. Deltagarna i flera av fokusgrupperna ansåg även att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle få kast eller sladd samt att föraren skulle ramla av.

För att motverka riskerna ansåg deltagarna i samtliga fokusgrupper att man ska köra lugnt medan deltagarna i flera av fokusgrupperna även ansåg att man ska köra lagom fort och förflytta ekipagets tyngdpunkt genom att exempelvis burka.

	<i>4B</i>	<i>4AB</i>	<i>Icke-4B</i>	<i>Icke4AB</i>
<i>Antal deltagare</i>	3	3	5	12
<i>Uppskattad hastighet</i>	10-20	8-10	15-25	15-25
<i>Problem hastighet</i>	25-50	Cirka 20	20-25	30-70
<i>Problem</i>	Välta	Välta Kasta Sladda	Välta Kasta Ramla av Köra på konerna Kränga	Välta Sladda Ramla av Rakt fram
<i>Åtgärder</i>	Lugnt Förflytta vikten	Lugnt Lagom fort	Lugnt Lagom fort Inte för snävt	Lugnt Lagom fort Förflytta vikten Aktiv gas/broms Planerat

Tabell 12. Antal deltagare per grupp samt gruppernas bedömning av i vilken hastighet cirkelbanan kördes, vilka problem som skulle kunna uppstå, i vilken hastighet problem skulle börja uppstå samt hur föraren bör köra för att inte hamna i en kritisk situation.

4.4.2 Slalombana

Vid testkörningen, från *Del 2- Dynamiska köregenskaper*, som visades på filmsekvensen genomfördes slalombanan i cirka 25 km/h. Tabell 13 visar att den lägsta hastighetsuppskattningen som gjordes av deltagarna var 12 km/h medan den högsta var 20 km/h. Deltagarna i samtliga fokusgrupper underskattade därmed hastigheten på filmsekvensen.

Vid testkörningen tvingades testförarna avbryta körningarna vid cirka 45 km/h. Tabell 13 visar att den lägsta uppskattningen av den hastighet där problem skulle kunna uppstå var 15 km/h medan den högsta var 50 km/h. I fokusgruppen med icke-fyrhjulingsförare med A, B-behörighet gjorde deltagarna den mest korrekta uppskattningen av högsta möjliga hastighet medan deltagarna i de andra tre fokusgrupperna underskattade högsta möjliga hastighet.

Slutligen visar Tabell 13 att deltagarna i samtliga fokusgrupper ansåg att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle välta eller sladda om man pressade fordonet genom att exempelvis höja hastigheten. Deltagarna i flera av fokusgrupperna ansåg även att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle volta, att föraren skulle köra på konerna eller ramla av fyrhjulingen.

För att motverka riskerna ansåg deltagarna i samtliga fokusgrupper att man ska förflytta ekipagets tyngdpunkt genom att exempelvis burka medan deltagarna i flera av fokusgrupperna även ansåg att man ska köra lugnt, lagom fort och ta snäva svängar runt konerna.

Tabell 13. Antal deltagare per grupp samt gruppernas bedömning av i vilken hastighet slalom kördes, vilka problem som skulle kunna uppstå, i vilken hastighet problem skulle börja uppstå samt hur föraren bör köra för att inte hamna i en kritisk situation

	4B	4AB	Icke 4+B	Icke 4+AB
<i>Antal deltagare</i>	3	3	5	12
<i>Uppskattad hastighet</i>	10-20	Cirka 12	10-15	10-20
<i>Problem hastighet</i>	Cirka 15	25-30	20-25	40-50
<i>Problem</i>	Välta	Välta	Välta	Välta
	Sladda	Sladda	Sladda	Sladda
	Volta			Volta
			Köra på koner	Köra på koner
			Ramla av	Ramla av

	Vobbla	Släppa	Kränga Slänga Inte hinna svänga	Pendla Överstyra Understyra
<i>Åtgärder</i>	Förflytta vikten	Förflytta vikten Lugnt Lagom fort	Förflytta vikten Lugnt Lagom fort Svänga snävt Jämn hastighet	Förflytta vikten Lugnt Lagom fort Gaskontroll Planera Se långt bort
	Svänga snävt			

4.4.3 Undanmanöverbana

Vid testkörningen, från *Del 2- Dynamiska köregenskaper*, som visades på filmsekvensen genomfördes undanmanöverbanan i cirka 45 km/h. Tabell 14s visar att den lägsta hastighetsuppskattningen som gjordes av deltagarna var 20 km/h medan den högsta var 50 km/h. Samtliga deltagarna i fokusgrupperna med fyrhjulingsförare med A, B- behörighet samt icke-fyrhjulingsförare med B-behörighet underskattade därmed hastigheten på filmsekvensen.

Vid testkörningarna tvingades testförarna avbryta körningarna vid cirka 70 km/h. Tabell 14 visar att den lägsta uppskattningen av den hastighet där problem skulle kunna uppstå var 30 km/h medan den högsta var 90 km/h. I gruppen med fyrhjulingsförare med B-behörighet gjorde deltagarna den mest korrekta uppskattningen av högsta möjliga hastighet medan deltagarna i de andra tre fokusgrupperna underskattade högsta möjliga hastighet.

Slutligen visar Tabell 14 att deltagarna i tre av de fyra fokusgrupperna ansåg att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle välta eller sladda och att föraren skulle köra på konerna eller ramla av fyrhjulingen om man pressade fordonet genom att exempelvis höja hastigheten. För att motverka riskerna ansåg deltagarna i samtliga fokusgrupper att man ska förflytta ekipagets tyngdpunkt genom att exempelvis burka och att man ska köra lugnt medan deltagarna i flera av fokusgrupperna även ansåg att man ska köra lagom fort.

Tabell 14. Antal deltagare per grupp samt gruppernas bedömning av i vilken hastighet undanmanöverbanan kördes, vilka problem som skulle kunna uppstå, i vilken hastighet problem skulle börja uppstå och hur föraren bör köra för att inte hamna i en kritisk situation

	4B	4AB	Icke 4+B	Icke 4+AB
<i>Antal deltagare</i>	3	3	5	12
<i>Uppskattad hastighet</i>	25-50	20-25	30-40	20-50
<i>Problem</i>	50-90	30-40	Cirka 50	40-60

<i>hastighet</i>				
<i>Problem</i>	Välta		Välta	Välta
	Sladda		Sladda	Sladda
		Kör på koner	Köra på koner	Köra på koner
		Ramla av	Ramla av	Ramla av
		Kasta	Kasta	
	Glida	Låsa hjulen	Fortsätta rakt fram	Volta
		Svårt att svänga	Inte hinna svänga	Understyra
<i>Åtgärder</i>	Förflytta vikten	Förflytta vikten	Förflytta vikten	Förflytta vikten
	Lugnt	Lugnt	Lugnt	Lugnt
		Lagom fort	Lagom fort	Lagom fort
		Mjuka svängar	Tidiga svängar	
	Bromsa försiktigt			Bromsa tidigt
				Gaskontroll
				Planera
				Se långt fram

4.4.4 Sammanfattning

Resultaten visar att det bland deltagarna med A-behörighet tycks finnas ett större motorintresse än bland deltagarna med enbart B-behörighet - oavsett om de är fyrhjulingsförare eller inte. Om detta stora motorintresse gäller för personer med A-behörighet i allmänhet eller enbart för deltagarna i dessa fokusgrupper kan vi dock inte uttala oss om.

Resultaten visar vidare att deltagarna, oberoende av om de är fyrhjulingsförare och oberoende av körkortsbehörighet, hade svårt att korrekt uppskatta i vilken hastighet de olika banorna kördes på filmsekvenserna samt i vilken hastighet problem skulle kunna uppstå.

Deltagarna i samtliga fokusgrupper (med undantag för fyrhjulingsförare med A, B-behörighet med avseende på undanmanöverbanan) ansåg att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle välta om man pressade fordonet genom att exempelvis öka hastigheten. Vidare ansåg många deltagare även att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle få kast, sladd eller volta. De ansåg även att det fanns risk för att förarna skulle köra på koner eller ramla av fyrhjulingen.

För att motverka riskerna ansåg deltagarna att man ska köra lugnt och köra lagom fort samt förflytta ekipagets tyngdpunkt genom att exempelvis burka.

Slutligen visar resultaten att vissa av deltagare ansåg att det ska krävas en specifik utbildning (jfr.m AM för mopeder) för att få köra fyrhjuling medan andra menade att man borde få välja mellan en specifik fyrhjulingsutbildning och B-behörighet kompletterad med en kortare utbildning för fyrhjuling. Det framkom även önskemål om

att förändra den vanliga utbildningen för B-behörighet så att bilförare får en bättre inblick i hur det är att köra exempelvis moped, motorcykel och fyrhjuling i vanlig trafik.

5 Diskussion

Syftet med studien var att jämföra köregenskaperna hos MC-registrerade fyrhjulingar av olika modeller med fokus på vältning, samt identifiera eventuella svårigheter som kan finnas med att framföra fordonen i trafiken eftersom en fyrhjulings köregenskaper skiljer sig avsevärt från en bil. Antalet olyckor med fyrhjulingar tyder också i viss mån på att det saknas kunskap hos förarna om dessa säregna köregenskaper.

Det finns en mängd olika modeller av fyrhjulingar ute på vägarna från olika tillverkare. I syfte att studera eventuella skillnader mellan olika fyrhjulingar har vi valt att titta på några modeller från de två stora kategorier som fyrhjulingar är indelade i, dvs. sportmodeller och arbetsmodeller. Gemensamt för sportmodellerna är att dessa har en vikt på cirka 200 kg och är konstruerade med en stel bakaxel med centralt monterad stötdämpare. Detta gör att bakhjulen inte kan röra sig oberoende av varandra på samma sätt som arbetsmodellerna. Arbetsmodellerna har förutom individuell hjulupphängning där varje hjul kan röra sig oberoende av varandra även en högre totalvikt på ca 350kg.

Den första frågeställningen i den här studien gällde huruvida det finns en skillnad mellan de två kategorierna vad gäller maximal rollvinkel. Testerna som utfördes med hjälp av ett tiltbord där fordonen tippades åt sidan, med en krocktestdocka monterad på, visade att trots stora skillnader i både vikt och konstruktion så skiljde det sig väldigt lite vad gäller maximal rollvinkel. Medelvärdet för maximal rollvinkel med krocktestdocka för arbetsmodellerna var 38.9 grader medan motsvarande för sportmodellerna var 39.3 grader. Utan docka var dock skillnaderna mellan sportmodeller och arbetsmodeller större där sportmodellerna hade en högre maximal rollvinkel än arbetsmodellerna, 48.6 grader mot 43.7 grader.

Vad detta betyder är att extern last, i detta fall i form av en 70 kg tung krocktestdocka påverkar rollvinkeln genom att tyngdpunkten för ekipaget (fyrhjuling + krocktestdocka) blir högre. Detta gäller speciellt sportmodellerna som påverkas mer än arbetsmodellerna.

Den andra frågeställningen gällde de dynamiska köregenskaperna hos fyrhjulingarna och om det är möjligt att påverka körningen med olika typer av körstilar. I de dynamiska testerna testades köregenskaperna av ett par olika fyrhjulingsmodeller från respektive kategori. Det är viktigt att poängtera att denna studie inte drar några generella slutsatser kring körbarhet på fyrhjulingar på grund av det fåtal fordon som testades. Resultaten ger dock en fingervisning över vilka svårigheter och risker som kan finnas med att framföra en fyrhjuling på vägen och vad som kan vara en lämplig körstil.

De dynamiska testerna genomfördes med tre testförare. Anledningen till att vi använde ett fåtal förare var i första hand för att det är skillnader mellan fordon samt körstil som är det som primärt analyserar och inte skillnader mellan förare eller grupper av personer. Vi uttalar oss således inte om den genomsnittlige föraren i denna studie. När man använder sig av ett fåtal testförare är det en avvägning om man ska ha många eller ett fåtal förare. Begränsningar i budgeten sätter en gräns för hur många förare man kan ha. Samtidigt är det rekommenderat att inte bara ha en förare utan åtminstone två eller, som i detta fall, tre.

En mycket intressant jämförelse är att det utifrån från de dynamiska testerna inte gick att påvisa några skillnader vad gäller sannolikheten att klara de olika testbanorna mellan de olika fordonstyperna. Detta kan då jämföras med de statiska välttesterna där det inte heller fanns någon skillnad mellan fordonstyperna gällande maximal rollvinkel när en krocktestdocka satt monterad på fordonen.

Resultaten från testkörningarna visar även att förarens körstil kan vara avgörande för att klara av manövrarna. Testerna genomfördes i stigande hastigheter på tre olika testbanor som utsätter föraren och fordonet för olika fysikaliska krafter och motkrafter under körningen. Vad resultaten visar är att när föraren antar en mer aktiv körstil och kontinuerligt arbetar med sin egen kroppsvikt och position för att motverka de krafter som uppstår så ökar också sannolikheten att klara av de manövrar som föraren avsåg att utföra. Resultatet från studien visar att en aktiv körstil ger omkring 30 procent högre sannolikhet att klara av en viss manöver än en passiv körstil.

Vidare visar resultaten att störst risk att misslyckas med körningen var i den cirkulära banan. Bedömningen baseras dels på att hastigheterna för lyckade körningar var mycket lägre i den testbanan än i de andra banorna och dels att hastighetsdifferensen mellan att lyckas och misslyckas var som minst i den cirkulära banan. Samt att en aktiv körstil hade minst effekt på resultatet. Skillnaden mellan att lyckas och misslyckas på cirkelbanan var i genomsnitt ca 8-10 km/h medan motsvarande hastighetsskillnad för slalombanan och undanmanöverbanan var i genomsnitt ca 20 km/h respektive 30 km/h.

Om man dessutom ser till utformningen av testbanorna så är troligtvis en situation där föraren kör i en cirkulär bana mycket vanligare än exempelvis att man är tvungen att göra en undanmanöver. Lägg därtill att hastigheterna på vanliga vägar ofta överstiger de 25-30 km/h som här har visat sig vara gränsen för vad man klarar av att köra i en cirkulärbana. Nu ska det tilläggas att cirkelbanan i denna studie är endast ca 12-14 meter i diameter, lite beroende på placering av fordonet, medan vanliga cirkulationsplatser ofta är större även om det finns undantag.

Den tredje frågeställningen handlade om det finns ett samband mellan de statistiska mätningarna, Static Rollover Threshold, och de laterala g-krafter som uppmättes under testkörningarna.

Vid en jämförelse mellan de uppmätta laterala (sid-) krafter från de dynamiska testerna och uppmätta SRT värden, (Static Rollover Threshold), kan man se att värdena från respektive test är mycket nära varandra. Notera dock att de uppmätta laterala accelerationerna inkluderar gravitationens påverkan på fordonen på grund av fyrhjulingarna lutar vid kurvtagning. De uppmätta medelvärdena för maximal lateral acceleration (inklusive gravitationens påverkan) med aktiv körstil är 0.75g för arbetsmodellerna respektive 0.76g för sportmodellerna. Motsvarande siffror för SRT måttet är 0.82g för arbetsmodellerna samt 0.81g för sportmodellerna. Detta kan betyda att SRT måttet kan ge en, om än grov, fingervisning om stabiliteten hos en fyrhjuling.

Det finns tydliga begränsningar i jämförelsen. Dels så är antalet fordon högst begränsade varför ingen generell slutsats kan dras. Den andra begränsningen ligger i att vi inte tillät att fordonen välte under de dynamiska testerna pga skaderisk varför det är troligt att högre laterala accelerationer har genererats om fordonen hade körts tills att de välte.

Sammantaget visar studien att oavsett fordonstyp eller situation så är körstilen avgörande för att framföra fordonet på ett säkert sätt. Även om man inte befinner sig i en situation där man är gränsen till vad man klarar av så ger en aktiv körstil en högre säkerhetsmarginal i fall att något helt oförutsägbart skulle inträffa som tvingar föraren till en kraftigare manöver eller en helt annan än den tilltänkta. Detta leder direkt in på frågan om fyrhjulingsförare har den kunskap och insikt som behövs för att köra säkert?

Den fjärde och sista frågeställningen handlade om vilken kunskap om fyrhjulingars köregenskaper personer med olika körkortsbehörigheter och olika erfarenheter av fyrhjulingskörning hade.

Resultaten visar att deltagarna i fokusgrupperna hade svårt att korrekt uppskatta hastigheten i vilken banorna kördes så väl som den hastighet vid vilken problem skulle börja uppstå. En begränsning med studiens upplägg är dock att deltagarna inte själva fick köra banorna utan enbart titta på filmsekvenser med körningarna. Detta innebär att deltagarna tvingades göra sina bedömningar baserat på uteslutande visuella stimuli medan de vid verklig körning även skulle haft tillgång till andra stimuli så som upplevelsen av sidokrafter, fordonets krängning o.s.v. Resultaten från de dynamiska testerna visar dock att fyrhjulingar beter sig relativt stabilt fram till det ögonblick de välter. Detta innebär att det även vid verklig körning kan vara svårt för föraren att avgöra vilken som är den högsta möjliga hastigheten.

Resultaten visar vidare att deltagarna i så gott som samtliga fokusgrupper ansåg att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle välta om man pressade fordonet genom att exempelvis öka hastigheten. Detta stämmer också väl överens med resultaten från *Del 2 – dynamiska köregenskaper* som visar att vid högre hastigheter så ökade både fordonets lutningsvinkel och med den hur högt från marken något av hjulen lyftes upp och hur länge hjulet befann sig i luften, vilket är en stark indikation på att fordonet kommer att tippa om hastigheten ökade ytterligare. Enligt tidigare forskning är vältningskatastrofer också en av de olyckstyper som ofta leder till allvarliga konsekvenser för föraren. Wallén Warner, Gustafsson, Nyberg och Patten (2015) visade att i 37-61 procent av fallen där förare skadades svårt i fyrhjulingsolyckor under 2011-2012 hade fyrhjulingen välvt och Trafikverket (2013) visade att i 70 procent av fallen där förare dött i fyrhjulingsolyckor under 2011-2012 hade fyrhjulingen välvt.

Vidare ansåg många deltagare även att det fanns risk för att fyrhjulingen skulle få kast, sladd eller volta. De ansåg även att det fanns risk för att förarna skulle köra på koner eller ramla av fyrhjulingen. Indikationer på att man kunde få kast och sladd på fordonet vid högre hastigheter kunde även ses under de testkörningarna som genomfördes i den här studien, dock medförde de säkerhetsåtgärder som fanns att storleken på dessa moment var små och kunde endast observeras men inte mätas.

För att motverka riskerna ansåg deltagarna att man ska köra lugnt och lagom fort. Problemet med att köra lugnt och lagom fort är dock hur förarna ska kunna avgöra vad som avses med detta då de hade svårt att korrekt uppskatta både hastigheten i vilken banorna kördes och hastigheten i vilken problem skulle börja uppstå samtidigt som fyrhjulingar generellt sett ger få varningssignaler innan den kritiska punkten nås och vältningen är ett faktum. Vidare ansåg deltagarna att man ska använda sig av en aktiv körstil där man exempelvis förflyttar ekipagets tyngdpunkt genom att föraren burkar, flyttar tyngdpunkten inåt kurvan vid kurvtagning. Detta stämmer också väl överens med resultaten från *Del 2 – dynamiska köregenskaper* som visar att en aktiv körstil ökar sannolikheten att klara av manövern.

6 Slutsats

Resultaten från studien visar att en aktiv förare har större chans att motverka de krafter som föraren utsätts för under färd. Av de olyckor som skett är en majoritet vältningsolyckor där föraren inte klarat av att hantera de fysikaliska krafter som uppstått. Detta kan ha berott på många faktorer, inte minst för om föraren hållit en för hög hastighet för situationen eller att något oförutsett inträffat. Studien visade också att fordonens beteenden var relativt stabila fram till en gräns där förarna inte längre kände att de hade kontroll över fordonen. Detta betyder samtidigt att fordonen ger få signaler om att exempelvis hastigheten börja bli för hög. I de fokusgruppsintervjuer som genomfördes framkom det också att det var svårt att avgöra vad som är en för hög hastighet för en specifik situation. Sammantaget visar resultatet från studien att endast teoretiska kunskaper inte räcker till för att framföra en fyrhjuling på ett säkert sätt, utan att det erfordras praktiska erfarenheter för att bättre förstå hur fordonen beter sig i olika situationer.

I dagsläget krävs B-behörighet för att få köra en fyrhjuling registrerade som motorcykel. I utbildningen för B-behörighet ingår dock ingen information eller träning kopplat till fyrhjulingar och det finns heller inget krav på att en fyrhjulingsförare ska kunna behärska en aktiv körstil innan han/hon köper en fyrhjuling och ger sig ut i trafiken.

Författarna rekommenderar därför att dagens krav på B-behörighet kompletteras med en kortare utbildning för fyrhjuling. Denna utbildning bör då fokusera på praktiska moment - liknande manöverkörningen i motorcykelutbildningen vilket även stöds av tidigare forskning. Wallén Warner, Gustafsson, Nyberg och Patten (2015) visar till exempel att riskfyllda situationer - exempelvis en oerfaren förare i svår terräng eller en erfaren men stressad lantbrukare på den egna gården – kan uppstå som resultat av förarens beteende i kombination med fyrhjulingens speciella köregenskaper där även relativt små misstag kan leda till att fordonet välter.

7 Referenser

- Ahlm, K., Bylund, P., Hansson, S., 2008. Dödliga skadehändelser i samband med färd på fyrhjuling 1992-2007. Institutionen för Samhällsmedicin och Rehabilitering, Umeå universitet, Umeå.
- ALF, A.-L.F., 2013. Fakta om Fyrhjulingar.
- ISO, 2002. ISO 3888-2: Passenger cars – Test track for a severe lane change manoeuvre – Part 2: Obstacle avoidance .
- Johansson, L., Rönnbäck, S., 2010. Hur kan vältningar med fyrhjulingar förhindras? Umeå.
- Körkortsportalen, 2013. <http://www.korkortsportalen.se>.
- Richier, M., Lenain, R., Thuilot, B., Debain, C., 2012. Rollover Prevention System Dedicated to ATVs on Natural Ground. Appl. Mech. Mater. Vol 162, 505–514.
- SAE, 1996. SAE J266: Steady State Directional Control Test Procedures for Passenger Cars and Light Trucks.
- Transportstyrelsen, 2013. <http://www.transportstyrelsen.se>.
- Van Ee, C.A., Toomey, D.E., Moroski-Browne, B.A., Vander Roest, M., Wilson, A., 2014. ATV rollover, rider response, and determinants of injury: in-depth analysis of video-documented ATV rollover events. Traffic Inj. Prev. 15 Suppl 1, S190–6.

Intervjuguide:

Studie av fyrhjulingars köregenskaper

Intervjuaren inleder genom att berätta om projektet och frågar om de intervjuade har några frågor. Kortfattad information om projektet finns i det inbjudningsbrev som den intervjuade fått skickat till sig och tagit del av innan de anmälde sig till fokusgruppsintervjun på svarstalongen.

Intervjuaren frågar om det går bra att filma fokusgruppsintervjun, för minnets skull och för att minska risken att de intervjuade blir misstolkad. Berättar att fokusgruppsintervjun kommer att skrivas ut, men att det i utskrifterna inte kommer att finnas några personuppgifter som kan kopplas till den enskilde individen, samt att det i rapporten inte kommer att vara möjligt att utläsa vem som har sagt vad. När projektet är avslutat förstörs alla dokument med personuppgifter på. Innan fokusgruppsintervjun informeras de intervjuade även om att de kan avbryta sitt deltagande när som helst.

Inledningsvis ombeds deltagarna att fylla i en blankett med bakgrundsfrågor.

*Därefter görs **namnskyltar**, och man kommer överens om gemensamma regler:*

- Det som sägs stannar i rummet.
- Högt i tak – allas åsikter accepteras (även om de inte delas).
- Alla ger och tar (lyssnar och pratar).

Intervjuaren ställer den i varje avsnitt inledande fetstilta kursiverade frågan, men ser till att få svar på varje numrerad fråga också, om denna inte redan besvarats i den mer öppna frågan.

A. Inledning: Fyrhjulingsförare (5 min)

1. ***Vilken typ av fyrhjulingar kör ni?***
2. ***Hur brukar ni använda era fyrhjulingar?***
Arbete?/Fritid?
Typ av väg?/Terräng?
Ensam eller med sällskap/i grupp?
Med eller utan passagerare (minderåriga)?

A. Inledning: Icke-fyrhjulingsförare (5 min)

1. ***Är ni motorintresserade?***

B. Videoklipp 1: Cirkulationsplats (15 min)

Varje deltagare ombeds att skriva ner:

- vilka problem skulle kunna uppstå i situationen ni nyss sett?
- hur bör föraren köra för att inte hamna i en kritisk situation?

1. *Vilken hastighet tror ni föraren kör i?*
2. *Vilka problem skulle kunna uppstå i situationen ni nyss sett?*
ex. om ni höjer hastigheten, tar kurvan för snävt, inte viktkompenserar, gasar fel
3. *Vid vilken hastighet tror ni problem börjar uppstå?*
4. *Hur bör föraren köra för att inte hamna i en kritisk situation?*

C. Videoklipp 2: Slalom (15 min)

Varje deltagare ombeds att skriva ner:

- vilka problem skulle kunna uppstå i situationen ni nyss sett?
- hur bör föraren köra för att inte hamna i en kritisk situation?

1. *Vilken hastighet tror ni föraren kör i?*
2. *Vilka problem skulle kunna uppstå i situationen ni nyss sett?*
ex. om ni höjer hastigheten, tar kurvan för snävt, inte viktkompenserar, gasar fel
3. *Vid vilken hastighet tror ni problem börjar uppstå?*
4. *Hur bör föraren köra för att inte hamna i en kritisk situation?*

D. Videoklipp 3: Undanmanöverprov (15 min)

Varje deltagare ombeds att skriva ner:

- vilka problem skulle kunna uppstå i situationen ni nyss sett?
- hur bör föraren köra för att inte hamna i en kritisk situation?

1. *Vilken hastighet tror ni föraren kör i?*
2. *Vilka problem skulle kunna uppstå i situationen ni nyss sett?*
ex. om ni höjer hastigheten, tar kurvan för snävt, inte viktkompenserar, gasar fel
3. *Vid vilken hastighet tror ni problem börjar uppstå?*
4. *Hur bör föraren köra för att inte hamna i en kritisk situation?*

F. Kunskap (10 min)

1. *Vilken typ av körkortsutbildning tycker ni borde krävas för att få köra fyrhjuling?*
(A, B, osv. alt. Ny utbildning med fyrhjulingskörning – **utformning?**)

H. Avslutning

1. *Är det något annat ni skulle vilja ta upp kring det här med fyrhjulingar och dess köregenskaper i relation till förarnas kunskap?*

*Då tackar jag så mycket för att ni tog er tid att svara på frågorna.
Dela ut 2 biobiljetter var.*