

Slutrapport

Statistikinsamling och automatiskt olyckslarm för trafik med fyrhjulingar via en smartmobilplattform

Stefan Candefjord	SAFER och Chalmers tekniska högskola
Leif Sandsjö	SAFER och Högskolan i Borås
Bengt Arne Sjöqvist	SAFER och Chalmers tekniska högskola

Februari 2016

Sammanfattning

Vår kunskap kring fyrhjulingsanvändning är inte lika välutvecklad som för andra trafikantkategorier. Dels är fordonstypen relativt ny och har fler användningsområden än ren persontransport, dels är den utformad till att användas i terräng utanför gatu- och vägnät. Fyrhjulingar är relativt olycksdrabbade, bl.a. för att fordonet lätt kan välta.

I föreliggande projekt *Statistikinsamling och automatiskt olyckslarm för trafik med fyrhjulingar via en smartmobil-plattform* har vi skapat förutsättningar för att samla naturalistisk data från förare av fyrhjulingar i alla dess tillämpningar (fyrhjulig motorcykel – All Terrain Vehicle, ATV) genom en egenutvecklad smartmobil-app som vi kallar *LogYard*. Via *LogYard* är det möjligt att via smartmobilens inbyggda givare (accelerometrar, gyro, magnetometrar och GPS) få en detaljerad beskrivning av förarens rörelsemönster under fyrhjulingsanvändning. Förutom att belysa vilka rörelser som faktiskt förekommer vid fyrhjulingsanvändning och den kunskap kring typisk användning som följer därav så öppnar den insamlade informationen för möjligheter att känna igen *incidenter*, d.v.s. situationer som inte är “normala” och kan associeras till en möjlig olycka. Målet med projektet är att utreda möjligheterna att skapa en smartmobilbaserad säkerhetsapp riktad till fyrhjulingsanvändare som automatiskt kan larma (t.ex. SMS till nödkontakt som i sin tur kan kontakta samhällstjänster) om en olycka inträffat och med hjälp av angivelse av position kan vägleda räddningsinsats till platsen.

Försöksdeltagare/testförare har rekryterats företrädesvis inom jord/skogsbruk, eftersom vi ser att det denna typ av användning är den mest variationsrika och därmed kräver större datamängder för att kunna särskilja normal körning från avvikande/incident. Tjugofyra testförare har tillsammans samlat 55 timmar data från sammantaget 249 antal turer/arbetspass. Den insamlade informationen har analyserats med avseende på hastighet, acceleration och rotation. En första version av en incidentdetektionsalgoritm (IDA) har formulerats utgående från analysresultatet, justerad så att den har hög känslighet för avvikande rörelsemönster. En första utvärdering av den preliminära IDA visar att den inte ger många falsklarm, vilket indikerar att det finns goda förutsättningar att utforma en smartmobilbaserad säkerhetslösning.

Utöver datainsamling, analys och utveckling och utvärdering av en preliminär IDA har 75 % av testförarna också besvarat en enkät kring deras fyrhjulingsanvändning och bidragit med åsikter kring värdet av den tänkta säkerhetslösningen. Alla svarande ser positivt på den typ av automatiska incidentlarm som projektet gäller men ser också gärna att det finns möjlighet till manuell aktivering av larmfunktionen via en “larmknapp”. De situationer som nämns som särskilt intressanta att använda säkerhetslösningen i är *ensamarbete* och *utsatta/svåra situationer/körningar inom jord/skogsbruk* men även *körning i högre hastigheter* och *all körning* nämndes.

Förord

Föreliggande arbete är utfört inom ramen för Länsförsäkringsbolagens långsiktiga satsning för att öka säkerheten för oskyddade trafikanter. Det aktuella projektet är finansierat via Länsförsäkringsbolagens forskningsfond som i september 2013 utlyste medel för forskning om fyrhjulingar/ATV (ATV – All Terrain Vehicles).

Vi vill tacka **Länsförsäkringsbolagens Forskningsfond** för projektmedlen som möjliggjorde detta projekt. Vi vill också tacka alla som bidragit till projektet med både tid och engagemang:

deltagarna i referensgruppen - **Henrik Essunger**, verksamhetsansvarig Landräddningen, **Anders Fagerholt**, expert telekom/Ericsson, **Thomas Gullberg**, verksamhetsledare Säker skog, **Gunilla Rydberg**, projektledare för svenska delen av HeERO (EU-eCall)/Sjöland & Thyselius och **Leif Zackrisson**, Länsförsäkringar Älvsborg, som följt hela projektet och gett oss värdefulla råd och stöd;

Mats Blomberg och **Södras säkerhetsombud** - Mats, Näringspolitisk samordnare på Södra som kopplade ihop projektet med säkerhetsombudens träff i Asa i september 2014 och hjälpte oss distribuera informationsmaterial i dessa nätverk. Säkerhetsombuden för deras intresse och engagemang;

Arne Heimdahl, Terrängtjänst AB, för demonstration i den högre skolan av hur fyrhjulingar kan framföras i terräng i samband med en kurs vid Botkyrka motorbana i maj 2015 för framtida förarinstruktörer, samt naturligtvis också **alla deltagare** vid dessa utbildningsdagar;

Christina Stave och **Omar Bagdadi**, VTI, för erfarenhetsutbyte och samverkan kring mätning av körteknik mellan vårt projekt och det parallella VTI-projektet inom Länsförsäkringsbolagens utlysning;

Robert Andersson och **Johannes Vestlund**, Jalp Systems AB, för arbetet med att utveckla projektets app för anonymiserad datainsamling, LogYard;

och sist, men inte minst, alla engagerade fyrhjulingsägare och förare som i egenskap av **projektets testförare** hjälpt till med datainsamlingen!

Författarna i november 2015

Innehållsförteckning

INTRODUKTION	5
METOD	7
SMARTPHONE APPLIKATIONEN "LOGYARD" - METODUTVECKLING FÖR ANONYM INSAMLING AV RÖRESEDATA	7
DATAINSAMLING AV KROPPSRÖRELSER I SAMBAND MED FYRHJULINGSANVÄNDNING	8
TESTFÖRARNAS ERFARENHETER OCH TANKAR KRING ETT AUTOMATISKT OLYCKSLARM	9
ANALYS OCH ALGORITMUTVECKLING FÖR AUTOMATISKT OLYCKSLARM FÖR FYRHJULINGSFÖRARE	9
RESULTAT	10
TESTFÖRARNAS FYRHJULINGSANVÄNDNING	10
TESTFÖRARNAS MOBILANVÄNDNING	11
TESTFÖRARNAS ANVÄNDNING AV SKYDDSUTRUSTNING	12
TESTFÖRARNAS ERFARENHETER OCH TANKAR KRING ETT AUTOMATISKT INCIDENTLARM	13
ANALYS AV FÖRARRÖRELSER	13
TEST AV INCIDENTDETEKTIONSALGORITM (IDA)	20
DISKUSSION	21
TESTFÖRARNAS FYRHJULINGSANVÄNDNING	21
ANALYS AV FÖRARRÖRELSER	22
SLUTSATS	23
FRAMTIDA ARBETE	24
PRESENTATIONER OCH PUBLIKATIONER FRÅN PROJEKTET	25
REFERENSER	26

Introduktion

Skadestatistiken för hjulburna oskyddade trafikanter såsom motorcyklister, cyklister och förare av fyrhjulingar uppvisar en dystert utveckling där dödsfall och svåra skador inte minskar på samma positiva sätt som för bilister [1]. Antal dödsfall per år för dessa trafikantkategorier är oförändrat eller ökande och dessa olyckor utgör en allt större andel av dödsfall och skador i trafiken [1]. Antalet nyregistrerade fyrhjulingar har mer än fördubblats från 2003 till 2012, och de svåra olyckorna har ökat [2]. Dödligheten och skadenivån för olyckor med fyrhjulingar är lika hög som för motorcyklister, men huvudskador är vanligare för fyrhjulingar, visar studier från USA [3, 4].

För att kunna bryta den ogynnsamma utvecklingen behöver vi veta mer om hur fyrhjulingar används och hur olyckor vanligen sker. Kunskapsläget är otillfredsställande i förhållande till andra trafikantkategorier och en förutsättning för att kunna identifiera effektiva preventiva åtgärder är utökade forskningsinsatser om fyrhjulingar/ATV.

Den utlysning av forskningsmedel kring fyrhjulingar som Länsförsäkringsbolagens forskningsfond presenterade hösten 2013 inom Länsförsäkringsbolagens långsiktiga satsning på oskyddade trafikanter har redan bidragit till att kunskapen kring fyrhjulingar ökat. Nyligen presenterade rapporter utförda inom utlysningen tar upp problematik kring fyrhjulingens speciella köregenskaper och hur dessa i viss mån kan hanteras via utökad information och utbildningsinsatser [5] samt körteknikens avgörande betydelse för säker fyrhjulingsanvändning [6]. I en omfattande genomgång av fyrhjulingsolyckor som skett på väg under 2003–2013 presenteras händelsekedjor och vad som orsakar olyckor [7].

Vårt bidrag inom området är att skapa en plattform för insamling av statistik om normal fyrhjulingsanvändning via förarnas egna smartmobiler, baserat på en vidareutveckling av en inom projektgruppen nyligen framtagen applikation för cyklister som vi kallar *jalp!*. Denna är resultatet av ett kandidatarbete [8] på Chalmers och initierades utifrån diskussioner om vad som kan göras för att reducera effekterna av cykelolyckor.

För att effektivt minska olyckor och skador vid användning av fyrhjulingar behöver de relevanta aktörerna tillsammans angripa problemet. Utgångspunkten är naturligtvis att undvika att olyckor inträffar överhuvudtaget (s.k. pre-crash säkerhet), men när detta inte är möjligt måste vi fokusera att så långt som möjligt begränsa konsekvenserna av en olycka (s.k. crash- och post-crash säkerhet). Ökad hjälmanvändning och införandet av nya typer av skyddsutrustning har potential att kunna rädda liv och reducera skador genom att lindra de primära skadorna som uppkommer vid en olycka [9]. Tyvärr är det en utmaning att snabbt uppnå en stor spridning bland användarna, exempelvis är hjälmanvändningen idag låg [9]. På SAFER – kompetenscentrum för fordons- och trafiksäkerhetsforskning med Chalmers som värd – fokuseras arbetet inom de tre specifika områdena *pre-crash*, *crash* och *post-crash*, d.v.s. vad kan göras för att öka säkerheten genom insatser före, under, respektive efter en olycka sker.

Verksamheten i SAFER är organiserad utifrån referensgrupper, fokus- och kompetensområden. Inom fokusområdet *Care & Rescue* sorteras verksamheten in i två huvudspår – *Incident detection and actions* och *On-scene*. Det första spåret adresserar frågeställningar runt snabb detektion av olyckor eller andra akuta incidenter (exempelvis att det befinner sig djur på vägen eller är halt), prioritering och utalarmering kopplad till identifierade incidenter, meddelande till andra trafikanter för att minimera risker för sekundära olyckor samt registrering av incident relaterad information för forskning och utveckling. Det andra spåret adresserar frågeställningar kring arbetet på skadeplats, såsom identifiering av dolda skador (t.ex. intrakraniella blödningar eller thorax-skador), kliniska beslutsstöd och triageringsverktyg, patientmonitorering

och extrikation (losstagning). Det nu aktuella projektet som redovisas i denna rapport sorteras in i området *Incident detection and actions* och det långsiktiga målet är att finna metoder som på ett effektivare sätt kan bidra till ett snabbare omhändertagande av fyrhjulingsanvändare i samband med allvarliga olyckstillbud.

Vid en allvarlig olycka är det av största vikt att så fort som möjligt skicka undsättning till platsen, så att skadade personer snabbt kan få behandling för sina skador. För allvarliga skador såsom svåra huvudskador har detta mycket stor betydelse. Varje insparad minut ökar vårdpersonalens möjligheter att kunna rädda liv och minimera sekundära skador, d.v.s. ytterligare skada som sker till följd av de primära skadorna, exempelvis att hjärnvävnad dör till följd av syrebrist [10]. Att skicka undsättning till platsen på kortast möjliga tid har två huvudsakliga utmaningar: 1) Att kännedom om att en olycka hänt förmedlas till 112 så snart som möjligt om de inblandade är oförmögna att själva larma, samt 2) att lokalisera olyckan. Angående den första utmaningen kan detta vara ett förhållandevis vanligt scenario för fyrhjulingar eftersom de flesta olyckor är singelolyckor och relativt ofta kan inträffa på platser där få människor rör sig. Gällande den andra utmaningen så är förare av terränggående fordon utsatta eftersom det kan vara svårt att beskriva var de befinner sig någonstans. Problemet är ännu större om en anhörig kontaktar 112 om deras vän/partner inte återkommer som förväntat. Det geografiska området som behöver sökas av kan då vara stort.

Syftet med förestående projekt är undersöka möjligheterna att utforma en app till smartmobil utformad specifikt för fyrhjulingsanvändare som automatiskt kan larma en valbar nödkontakt (anhörig eller vän) baserat på analys av signaler från smartmobilens inbyggda rörelsesensorer och GPS information.

Angreppssättet är att registrera rörelsedata från fyrhjulingsförare vid normal användning av fyrhjuling, utvärdera kvaliteten på dessa data och undersöka förutsättningarna för att identifiera onormala rörelser som kan kopplas till en incident, d.v.s. en misstänkt olycka.

Metod

Projektet kan metodmässigt delas upp i tre huvuddelar. En inledande del rör metod/teknikutveckling för att skapa möjligheter att samla oidentifierad information om fyrhjulingsförarens rörelser med hjälp av förarnas egna smartmobiler. Den andra delen gäller användningen av denna teknik för att samla in “normaldata”, d.v.s. den för projektet så viktiga informationen om vilka kropps rörelser som normalt förekommer i samband med fyrhjulingsanvändning. Den tredje delen rör analys av insamlad data samt konstruktion och test av algoritmen för automatisk detektion av förarrörelser som med hög sannolikhet kan kopplas till att en olycka inträffat.

Utöver dessa tre huvuddelar har vi också genomfört en enkät kring fyrhjulingsanvändning om deltagarnas intresse och förutsättningar för användning av ett smartmobillbaserat automatiskt olyckslarm.

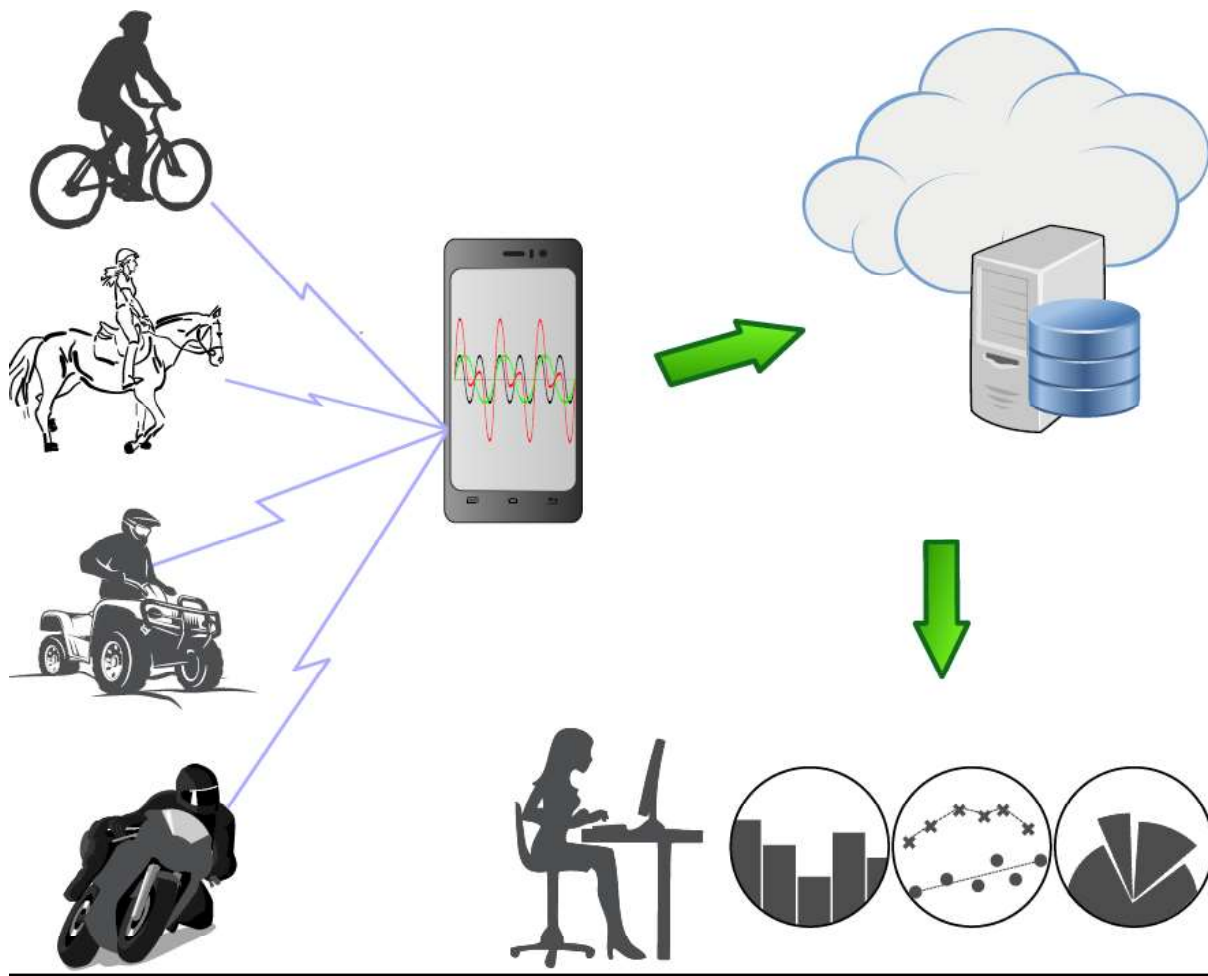
Slutligen har vi utöver vad som beskrevs i den ursprungliga projektdefinitionen i vår ansökan till Länsförsäkringsbolagens forskningsfond också samverkat med Omar Bagdadi, VTI, i det parallellt genomförda projektet [6] där vi kompletterat den i det projektet genomförda fordonsknutna datainsamlingen med vår rörelseregistrering från fyrhjulingens förare. Denna tillkommande aktivitet redovisas inte i denna rapport utan dokumenteras separat.

Smartphone applikationen “LogYard” - Metodutveckling för anonym insamling av rörelsedata

Projektgruppen har i ett tidigare projekt [8] visat på möjligheterna att via smartmobilers inbyggda givare registrera rörelse- och positionsdata (3-axlig acceleration, 3-axlig rotation, GPS-baserad fart och position samt i vissa mobiler 3-axlig position/läge i förhållande till jordmagnetiska fältet) och använda denna information för att automatiskt detektera incidenter, d.v.s. förarrörelser som med stor sannolikhet kan kopplas till en olycka.

Den utvecklingsinsats som gjorts i föreliggande projekt är att skapa möjlighet att spara den registrerade informationen i filer som sparas på mobiltelefonen som, när användaren så önskar, kan skicka dessa filer via mobiltelefonen till en “molnbaserad” dataserver. På detta sätt kan stora mängder rörelsedata från många användare på ett lätt sätt göras tillgängliga för analys. En viktig aspekt som fokuserats är att datainsamlingen ska kunna ske med bibehållen anonymitet, d.v.s. de som arbetar med analys av den insamlade informationen ska inte kunna koppla informationen till en specifik person utan ser bara en anonym deltagar-id.

LogYard är en vidareutveckling av *jalp!*-programvaran för Android och iOS –plattformarna och finns för både Android och iPhone telefoner. Den molnbaserade lagringen nås via valfri FTP klient och överföringen av data sker i krypterad form. Se *Figur 1* och Appendix A för ytterligare information om konceptet och appen LogYard.



Figur 1: Koncept för insamling och analys av oidentifierad data. Se även Appendix A.

Datainsamling av kroppsrörelser i samband med fyrhjulingsanvändning

Med hjälp av den ovan beskrivna smartphone-applikationen *LogYard* kan position och rörelsedata enkelt samlas in från stora grupper av oskyddade trafikanter, i det här fallet fyrhjulingsförare (Figur 1). De forskningspersoner eller *testförare* som använt LogYard för att förse projektet med information om förekommande kroppsrörelser i samband med normal fyrhjulingsanvändning har vi nått via Södras nätverk av säkerhetsombud samt via ett riktat utskick till de av Länsförsäkringar Älvsborgs kunder som har fyrhjulingar försäkrade. Valet att i första hand närma sig Södra och fyrhjulingsägare inom skogs- och lantbruk motiveras av att det är i samband med körning i låga hastigheter och i terräng som de största utmaningarna finns att automatiskt detektera incidenter. Vid de hastigheter som normalt förekommer med de motorcykelklassade fyrhjulingarna på landsväg kan en kollision eller avåkning enklare detekteras.

Proceduren för att få kontakt med testförare har varit att distribuera informationsblad via Södras nätverk av säkerhetsombud och via Länsförsäkringar Älvsborgs kundregister. Informationsbladen uppmanar fyrhjulingsägare att anmäla sitt eventuella intresse via mail till projektets forskningsansvarige som via "vändande" e-post skickar ut en utförlig information om syftet med projektet och vad det innebär att vara forskningsperson/testförare (Appendix A och B). De som kvitterar denna information genom att via e-post tacka ja till att delta i studien har på detta sätt gett *informerat samtycke* och får därmed status som testförare i projektet. Den forskningsansvarige ger då ut den unika personliga deltagarkoden som testföraren ska ange i LogYard-appen för att aktivera den efter nedladdning från Google Play eller Apple App Store.

Varje testförare har på detta sätt via appen LogYard i sin smartphone möjlighet att registrera rörelser som förekommer vid normal användning av fyrhjuling genom att starta och stoppa loggning/rörelseregistrering före och efter fyrhjulingsanvändningen. Den information i form av datafiler som på detta sätt samlas kan överföras till den molnbaserade servern och den insamlade informationen görs på detta sätt tillgänglig för analys av projektteamet. Återigen är det viktigt att poängtera att de som genomför analysarbetet inte har kännedom om vem som har skickat informationen utan ser bara testförarens individuella deltagar-ID. Det är bara den forskningsansvarige som kan koppla deltagar-ID till en specifik person om det finns starka skäl till det.

Testförarnas erfarenheter och tankar kring ett automatiskt olyckslarm

En webenkät har utformats och skickats till de 24 testförare som anmält intresse och undertecknat informerat samtycke. Enkäten belyser vilka typer av fyrhjulingar som testförarna använder och hur de används samt hur man ser på olika aspekter av möjligheterna med automatiska incidentlarm, se Appendix C och D.

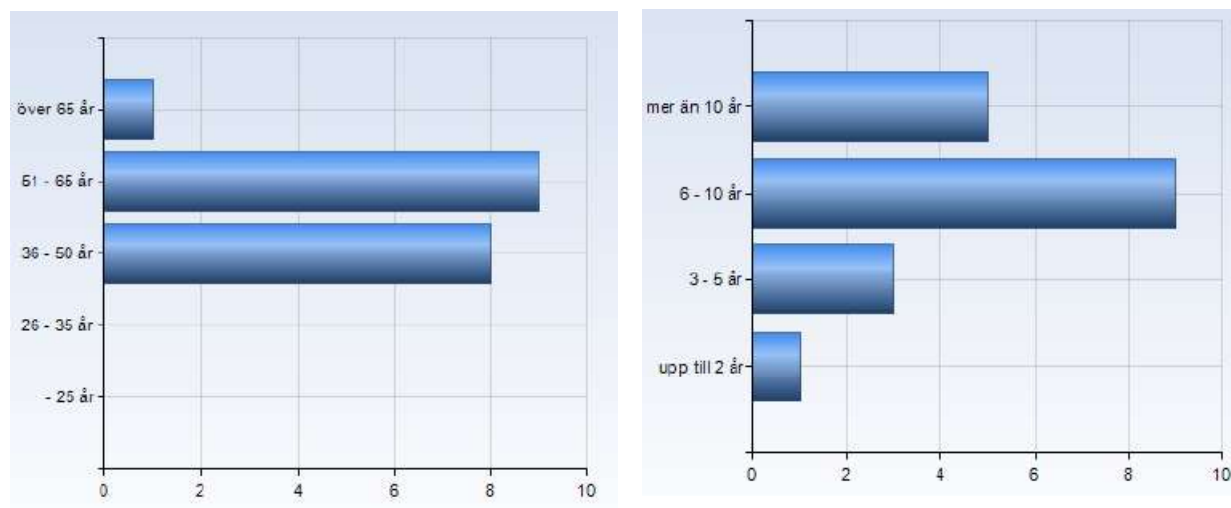
Analys och algoritmutveckling för automatiskt olyckslarm för fyrhjulingsförare

Filer uppladdade till servern av LogYard-användarna lästes in och analyserades i Matlab (version R2014b). Absolutbeloppet av acceleration och rotation beräknades enligt [11]. En preliminär incidentdetektionsalgoritm (IDA) baserad på [11] anpassades för fyrhjulingar genom att justera interna tröskelvärden så att IDA blev ännu känsligare jämfört med för cykel, d.v.s. det krävs mindre kraftiga rörelser för IDA ska lösa ut. Syftet var att undersöka om en IDA som vi bedömer ska kunna upptäcka de allra flesta olyckor skulle generera en orimlig mängd falsklarm i insamlad normaldata.

Resultat

Testförarnas fyrhjulingsanvändning

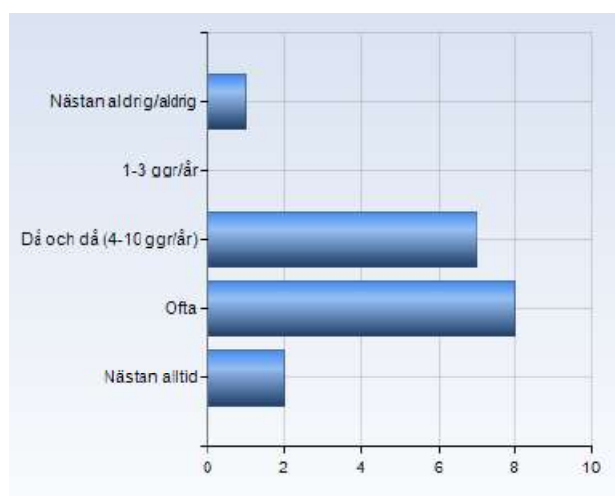
Arton av de 24 testförarna svarade på enkäten (75 %). Respondenterna var erfarna fyrhjulingsanvändare och i åldersintervallet 36–65 år utom en som var över 65. Ålder och fyrhjulingserfarenhet framgår av *Figur 2*. Två av testförarna angav att de använde fyrhjuling av typ motorcykel och 16 av typ terränghjuling.



Figur 2: Testförarnas åldersfördelning (vänster) och b) erfarenhet av fyrhjulingsanvändning (höger).

På frågan ”Vad använder du din fyrhjuling till?” med de fem svarsalternativen *jordbruk*, *skogsbruk*, *fritidsaktiviteter*, *person/godstransport* och *annat* angavs *skogsbruk* som ”i första hand” av 8 svaranden följt av *fritidsaktiviteter* av 5 och *jordbruk* samt *person/godstransport* av 2 vardera. Under alternativet ”annat” listades *lek/nöjesåkning*, *snöröjning*, *förarutbildning*, *gårds/trädgårdsarbete* samt *utdragning av vilt i samband med jakt*.

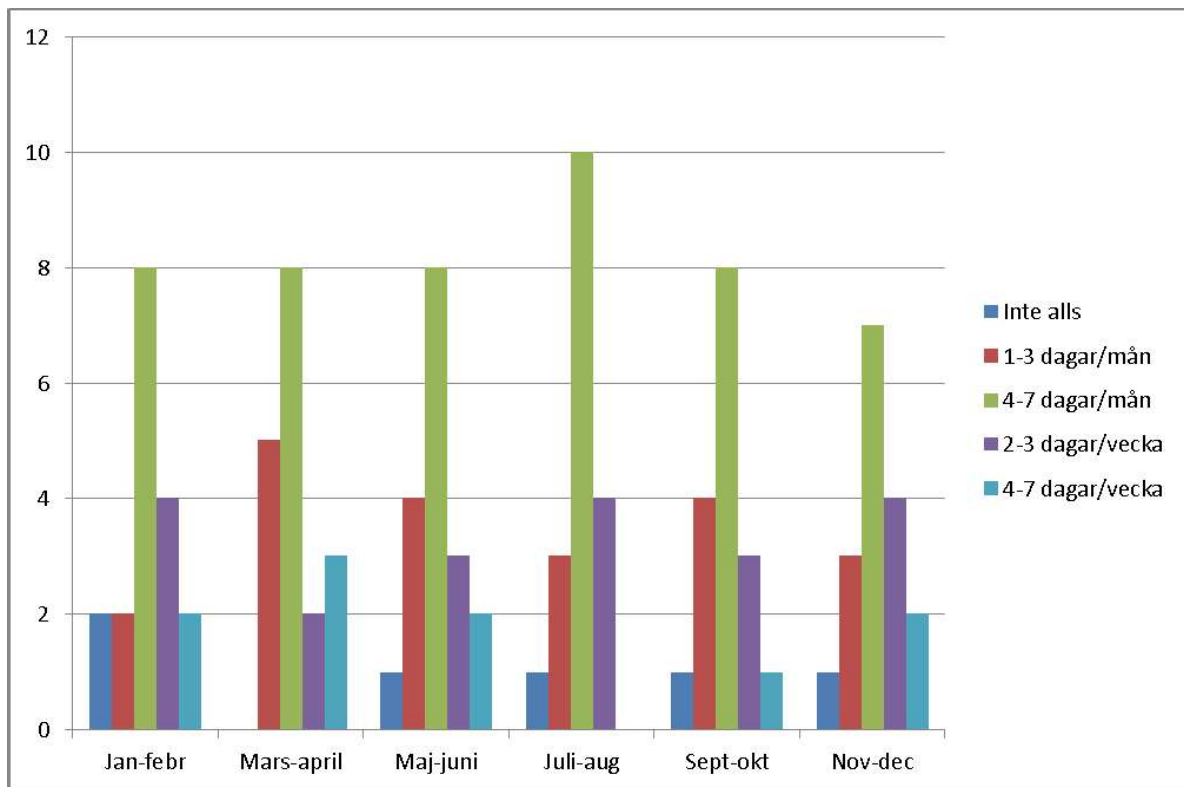
Angående ”Hur stor andel av användningstiden tror du att du kör på landsväg?” förekom svar från 0 till 30 % av tiden med ett medelvärde på 9 %.



Figur 3: ”Hur ofta har du släp kopplat till din fyrhjuling?”

Testförarnas användning av släp kopplat till fyrhjulingen framgår av *Figur 3*. Alla utom en av de tillfrågade använde släp *Då och då* (4-10 ggr/år eller oftare).

Vad det gäller den aktuella testgruppens fyrhjulingsanvändning så är den relativt lika över året förutom sommar och semester-månaderna som visar en något annorlunda profil. En möjlig förklaring kan vara att den verksamhetsrelaterade (dagliga) användningen minskar till förmån för fritidsrelaterad användning, se *Figur 4*.



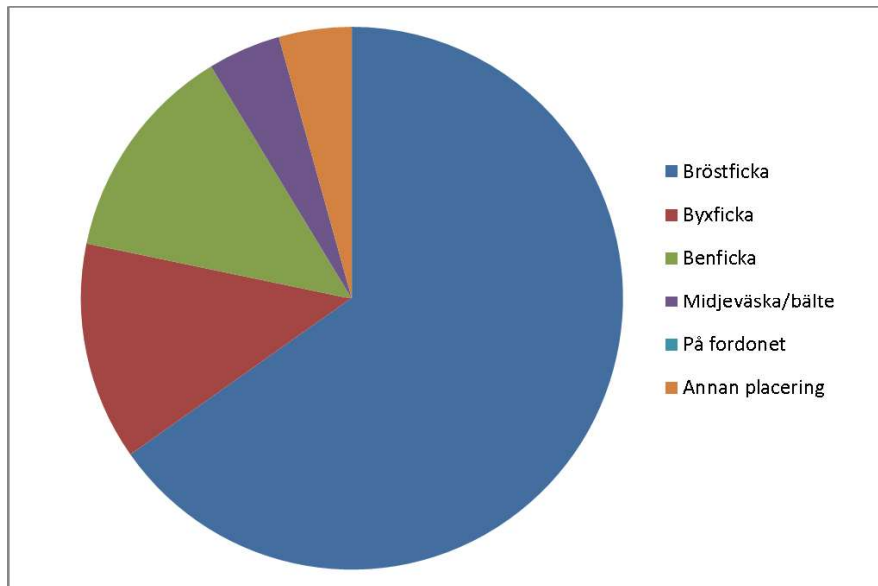
Figur 4: Fyrhjulingsanvändning bland testförarna i tvåmånadersintervall över året.

Testförarnas mobilanvändning

På frågan "Hur ofta har du mobiltelefon med dig när du använder fyrhjuling?" svarade alla "Nästan alltid/alltid" utom en som angav det angränsande alternativet "Ofta". Däremot var det bara tre som angav att de använde "hands-free" på mobilen under körning för att kunna ta emot inkommande samtal "Nästan alltid/alltid", tre som angav alternativet "Ofta" och 11 som angav "Nästan aldrig/aldrig". Endast två (11 %) angav att de "Ibland" eller "Ofta" lyssnar på radio, musik eller t.ex. ljudböcker via mobiltelefonen i samband med fyrhjulingsanvändning.

Mobiltelefonens placering framgår av Figur 5 där deltagarnas svar på frågan "Var brukar du ha mobiltelefonen placerad när du kör fyrhjuling?" redovisas. På denna fråga kunde man ange flera alternativ (23 alternativ markerades av de 18 svaranden). Alternativet *Bröstficka* är det vanligaste alternativet (15 markeringar) följt av *Byxficka* och *Benficka* (3 markeringar vardera). Ingen markerade svarsalternativet *Väska eller fack på fordonet*. Den enda markeringen för *Annat alternativ* förtydligades med "Ficka på vänster överarm".

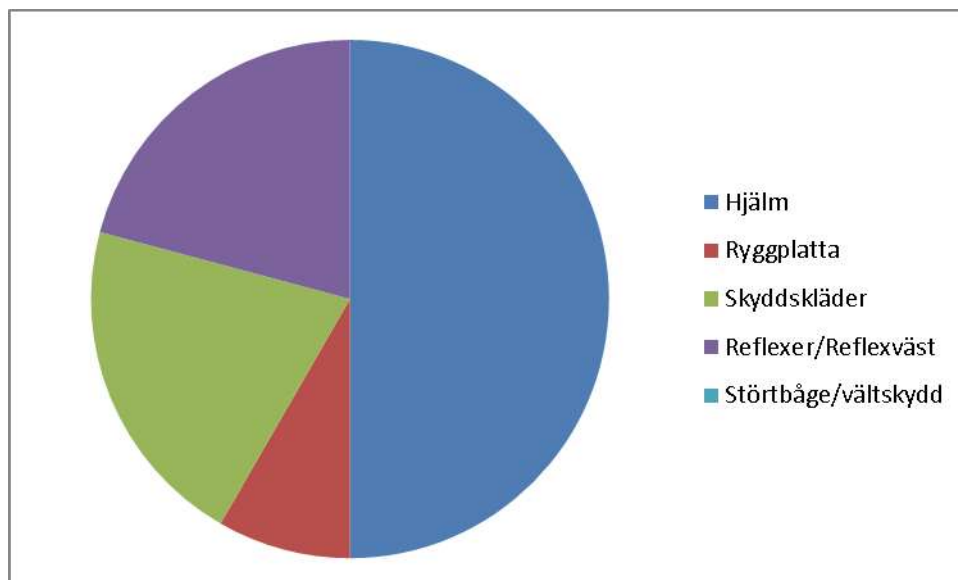
Glädjande nog så var det bara två av de 18 som hade otillfredsställande mobiltäckning i de områden de använder fyrhjuling.



Figur 5: Förarnas placering av sin mobiltelefon under fyrhjulingsanvändning.

Testförarnas användning av skyddsutrustning

Olika typer av skyddsutrustning såsom *hjälm*, *ryggplatta*, *skyddskläder*, *reflexväst* förekom och användes bland testförarna, men ingen angav att de hade *störtbåge* eller *vältskydd* (se Figur 6).



Figur 6: Testförarnas användning av skyddsutrustning.

Testförarnas erfarenheter och tankar kring ett automatiskt incidentlarm

Utöver den rapporterade användningen av fyrhjuling, mobiltelefoni och skyddsutrustning som redovisats ovan ställdes också frågor om testförarnas uppfattning av värdet av olika typer av säkerhetslösningar. Det visade sig att det finns ett tydligt intresse för den typ av automatiska incidentlarm som projektet gäller (åtta var *mycket intresserade* och tio var *ganska intresserade* av den föreslagna lösningen) men intresset var ännu tydligare för en manuellt aktiverad funktion som via en "larmknapp" skickar SMS med GPS-positionering via mobilfunktionen (tolv var *mycket intresserade* och sex *ganska intresserade*).

På frågan om testförarnas känsla av trygghet skulle öka eller inte med den föreslagna säkerhetslösningen så angav alla utom en att de skulle känna sig *lite tryggare* (28 %), *tryggare* (61 %) samt *mycket tryggare* (6 %). Testförarna svarade att anhöriga kunde känna sig tryggare i något större omfattning än den egna upplevelsen av trygghet.

På den öppna frågan om i vilka situationer den föreslagna säkerhetslösningen är mest intressant lyftes framförallt *ensamarbete* och *utsatta/svåra situationer/körningar* inom *jord/skogsbruk* fram, men även *körning i högre hastigheter* och *all körning* omnämndes.

Vad det gäller testförarnas erfarenheter från deltagande i studien så framkommer det att fyra inte har samlat några data på grund av att de inte lyckats (2 st) eller att det inte förekommit något arbete med fyrhjulingen under perioden (2 st). Av kommentarerna framgår det också att det är lätt att glömma att aktivera datainsamlingen när man börjar sitt pass och att många har glömt stänga av när man är klar med sitt fyrhjulingsåkande. Detta talar för att en säkerhetslösning som automatiskt känner av när man använder fyrhjuling och startar och stoppar säkerhetslösningen automatiskt skulle vara mycket värdefull.

Analys av förarrörelser

Totalt 20 testförare deltog aktivt i studien genom att registrera minst en tur (körning och tur används båda för att beskriva en registrerad aktivitet med LogYard i denna rapport) med sin fyrhjuling. Deras data behandlades i oidentifierad form. I denna rapport presenteras deltagarna som användare A–T. Det totala antalet körningar uppgick till 246 fördelat på testförarna enligt *Figur 7. Tabell 1* visar grundläggande statistik om datainsamlingen.

Tabell 1: Grundläggande statistik för insamlad data.

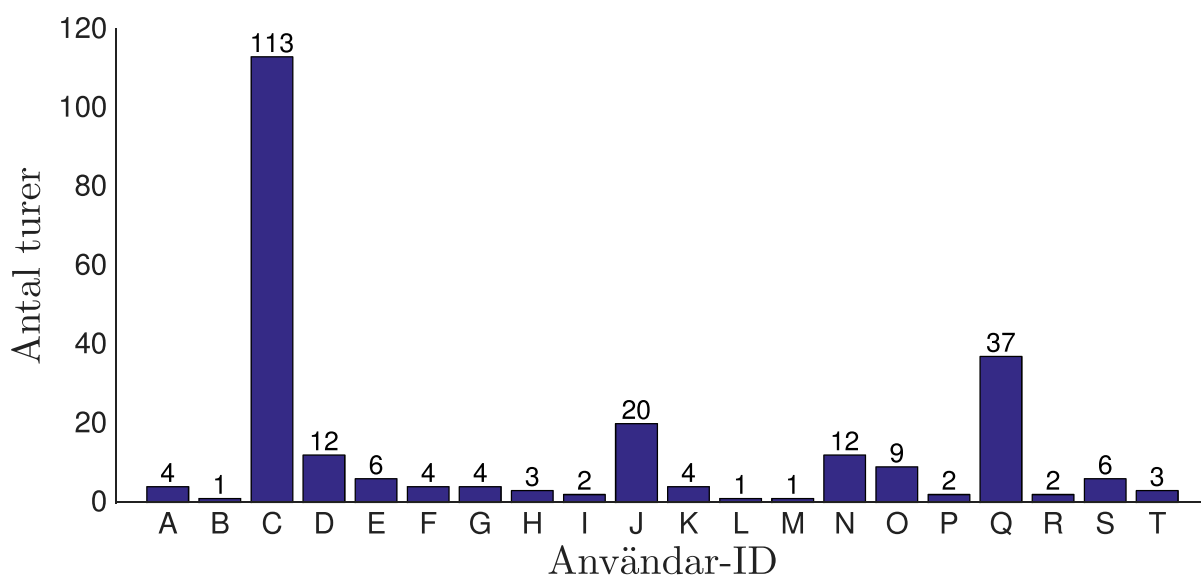
Variabel	Värde	Orsak/Kommentar
Totalt antal körningar	246	
Antal uteslutna körningar	25	9 körningar p.g.a. användbar data < 10 s. 16 körningar p.g.a. genomsnittlig samplingsfrekvens < 50 Hz 1 körning p.g.a. att inga data från accelerometrarna hade registrerats
Kvarvarande filer för analys	221	
Totalt antal insamlade timmar	57	
Totalt antal analyserade timmar	49	Ca 8 timmar uteslöts totalt, bestående av de 25 uteslutna körningarna och data för vilken hastighet = 0 i början eller slutet av en körning

Sex utav 246 filer hade vardera ett enstaka sampel (en datapunkt) i slutet av datafilen med felaktig formatering, vilket korrigerades manuellt. I övrigt hade alla filer korrekt formatering. Filer med mindre än 10 s användbar data, med genomsnittlig samplingshastighet lägre än 50 Hz (LogYard ska registrera med 100 Hz) eller avsaknad av värden från viktiga sensorer (accelerometer eller gyro) uteslöts ur analysen. Vidare uteslöts data med hastighet = 0 i början eller slutet av en körning, eftersom detta bör vara före respektive efter körningen (ibland glömde föraren att stänga av loggningen direkt efter avslutat pass). För sammanställning av acceleration, rotation och hastighet så studerades bara data där hastigheten var större än 0, så att data där ekipaget var helt stillastående exkluderades.

Tabell 2 visar vilken modell av smartmobil som varje testförare använde för studien.

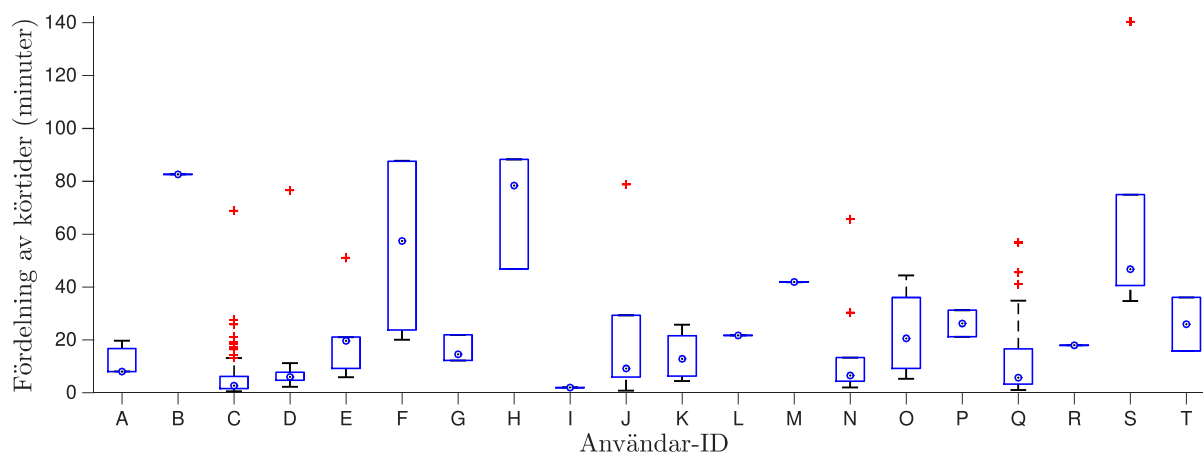
Tabell 2: Specifikation av vilka modeller av smartmobil som respektive testförare hade.

Användare	Modellbeteckning av smartmobil	Varumärkesnamn
A	Samsung SM-G870F	Samsung Galaxy S5
B	iPhone 5	iPhone 5
C	Samsung GT-N7105	Samsung Galaxy Note 2
D	Sony LT25i	Sony Xperia V
E	iPhone 5s	iPhone 5s
F	iPhone 5	iPhone 5
G	iPhone 4S	iPhone 4S
H	iPhone 5s	iPhone 5s
I	iPhone 5s	iPhone 5s
J	iPhone 5s	iPhone 5s
K	Sony D6503	Sony Xperia Z2
L	iPhone 5s	iPhone 5s
M	iPhone 5	iPhone 5
N	Sony D5803	Sony Xperia Z3
O	Samsung GT-I9195	Galaxy S4 mini
P	iPhone 6 Plus	iPhone 6 Plus
Q	iPhone 6	iPhone 6
R	iPhone 5s	iPhone 5s
S	iPhone 6	iPhone 6
T	Sony D5503	Sony Xperia Z1

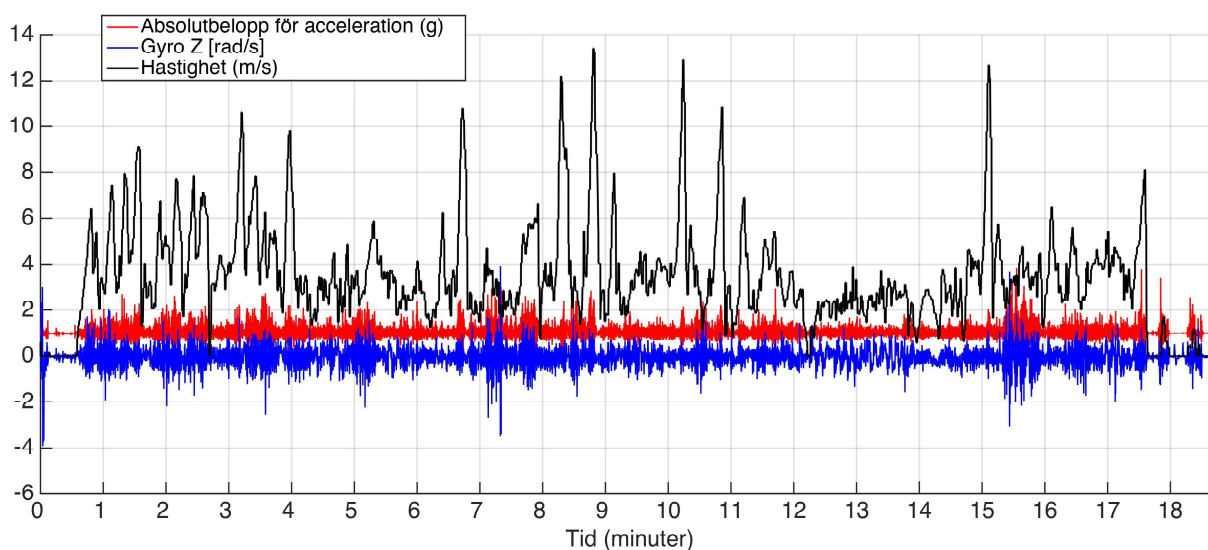


Figur 7: Antalet körningar för var och en av de totalt 20 testförarna.

Fördelningen av körtider visas i *Figur 8*. Ett exempel på registrerad data visas i *Figur 9*.

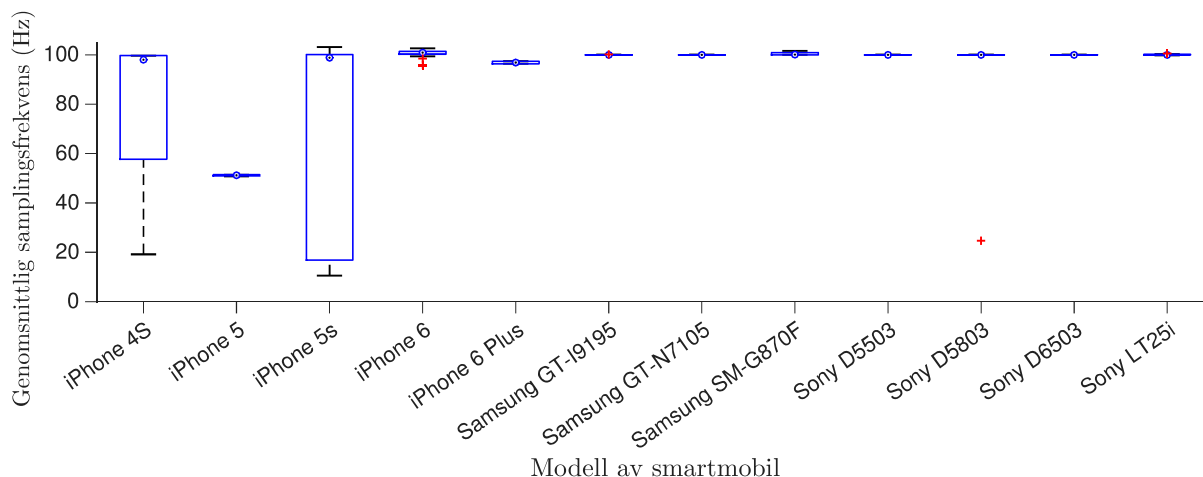


Figur 8: Fördelning av körtider för testförarna.

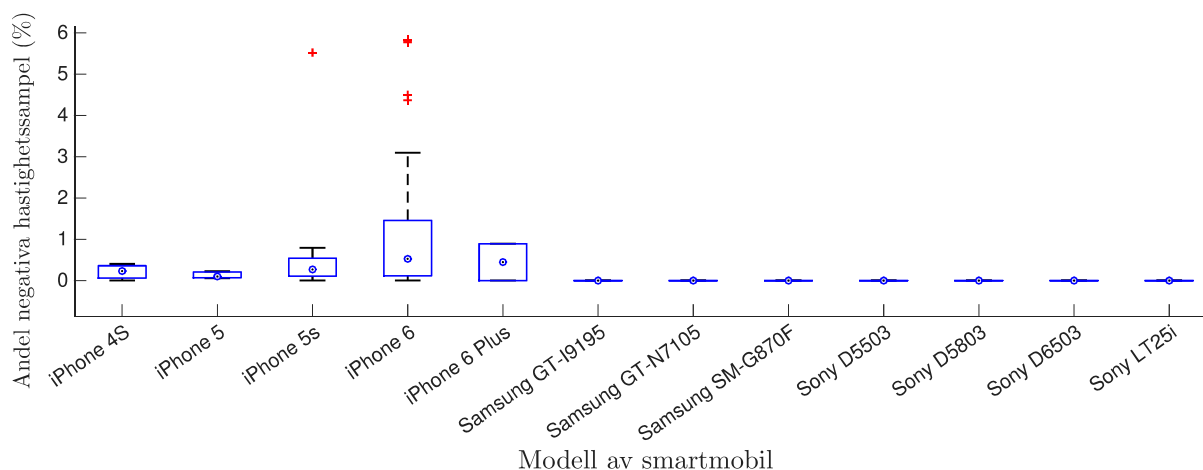


Figur 9: Exempel på rörelsedata registrerad av en testförare med en iPhone 5s placerad i bröstficka. För tydlighets skull visas bara absolutbeloppet av accelerationen och data från gyro som mäter rotationen runt Z-axeln (pekar rakt ut från skärmen, rotationen motsvarar att lägga smartmobilen på ett bord och snurra runt den med baksidan i ständig kontakt med bordet). Detta var en ca 19 min lång tur på testbana med relativt långsamma hastigheter (svart kurva) bortsett från en del snabbare avsnitt på raksträckor (max hastighet 13.4 m/s = 48 km/h). Denna tur innehöll många skarpa svängar och aktiv körning, omväxlande sittande och stående, relativt kraftiga fartökningar och inbromsningar. Vi ser att den totala accelerationen < 3 g med undantag för några kraftigare toppar mellan 15–18 s, medan däremot rotationen är relativt liten i detta fall. Vi kan också se att det blir en relativt kraftig rotation (men inte acceleration) precis i början och slutet av filen, vilket är typiskt för då användaren handhar smartmobilen (i detta fall plocka upp den ur fickan och starta/stänga av LogYard).

Kvaliteten på registrerad data skilde sig en del åt för olika smartmobilmodeller. *Figur 10* visar genomsnittlig samplingsfrekvens för de olika modellerna som användes. Det är tydligt att de äldre iPhone-modellerna uppvisar problem med för låg samplingsfrekvens för många av körningarna, medan Android-telefonernas genomsnittliga samplingsfrekvens ligger nära önskade 100 Hz. *Figur 11* visar andelen negativa hastighetssampel registrerade för de olika modellerna av smartmobil. Vi ser att några av de nyare iPhone-modellerna rapporterar en relativt hög andel negativa hastighetssampel, vilket bör vara felaktig/ej tillförlitlig data, medan övriga ligger under 1 % av den registrerade tiden.

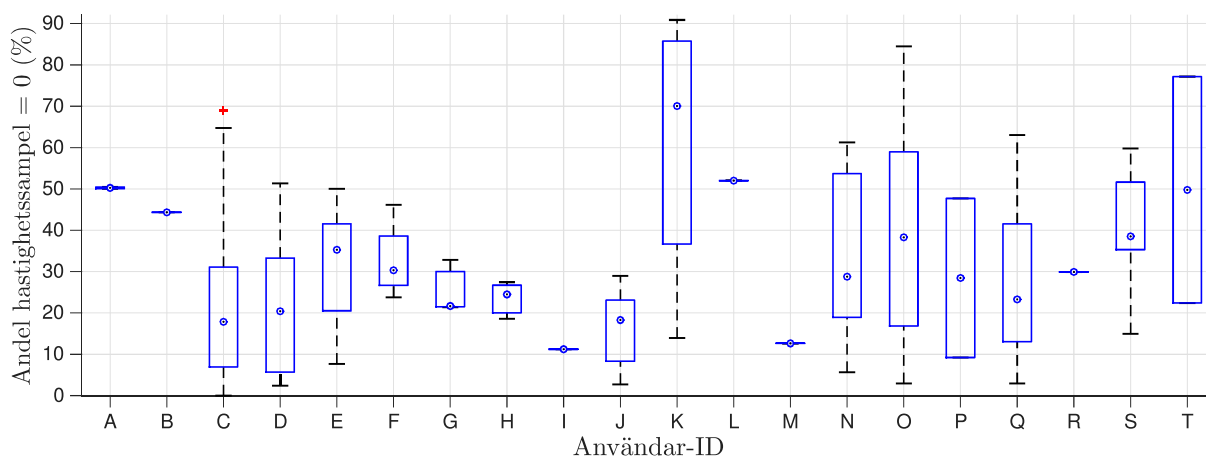


Figur 10: Boxplot för genomsnittlig samplingsfrekvens per fyrhjulings-körning för de olika modellerna av smartmobil. Cirkel med punkt = median. Boxarna går från 25:e till 75:e percentil. Armarna sträcker sig från 1:a till 99:e percentil (vid normalfördelning). Enstaka observationer som sträcker sig utanför armarna visualiseras med rött plustecken.



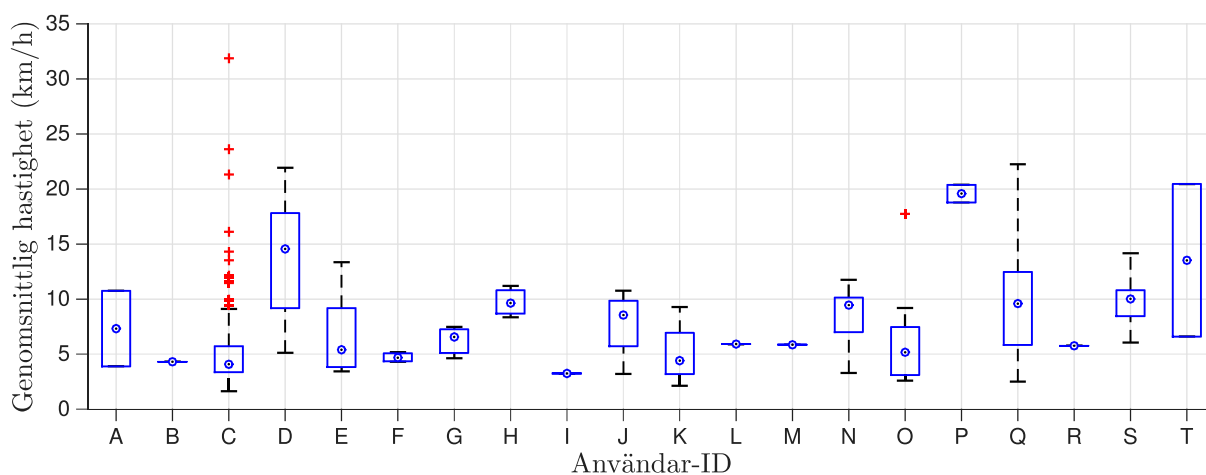
Figur 11: Boxplot för andelen negativa hastighetssampel registrerade för de olika modellerna av smartmobil.

En stor andel av hastighetssampelen som rapporterades var 0, se *Figur 12*. Detta bedöms främst bero på att testförarna tog en del pauser då LogYard inte stängdes av, vilket många även kommenterat direkt i LogYard och/eller i enkäten. Dålig GPS-kontakt kan också inverka.

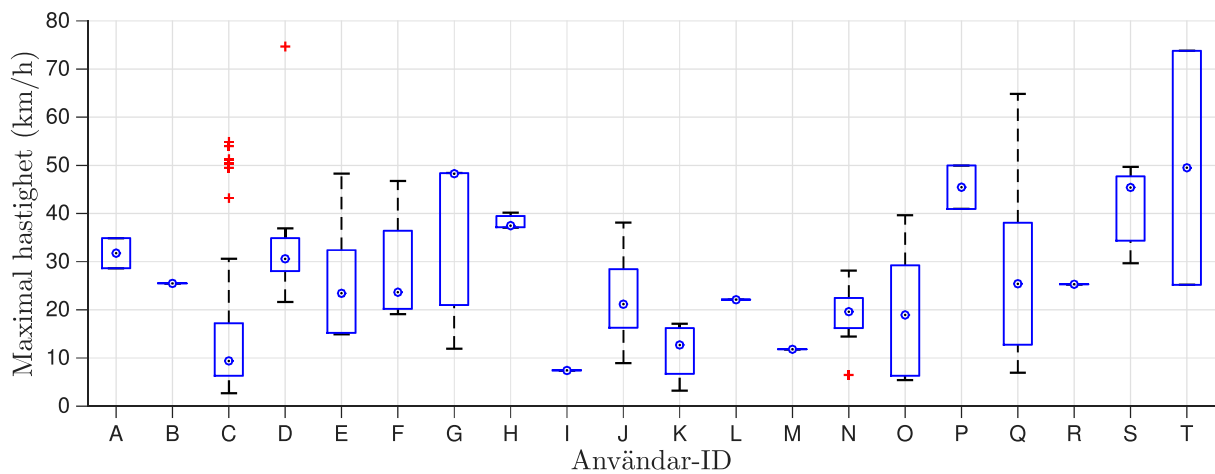


Figur 12: Boxplot för andelen hastighetssampel = 0 för de olika körningarna fördelade på användarna.

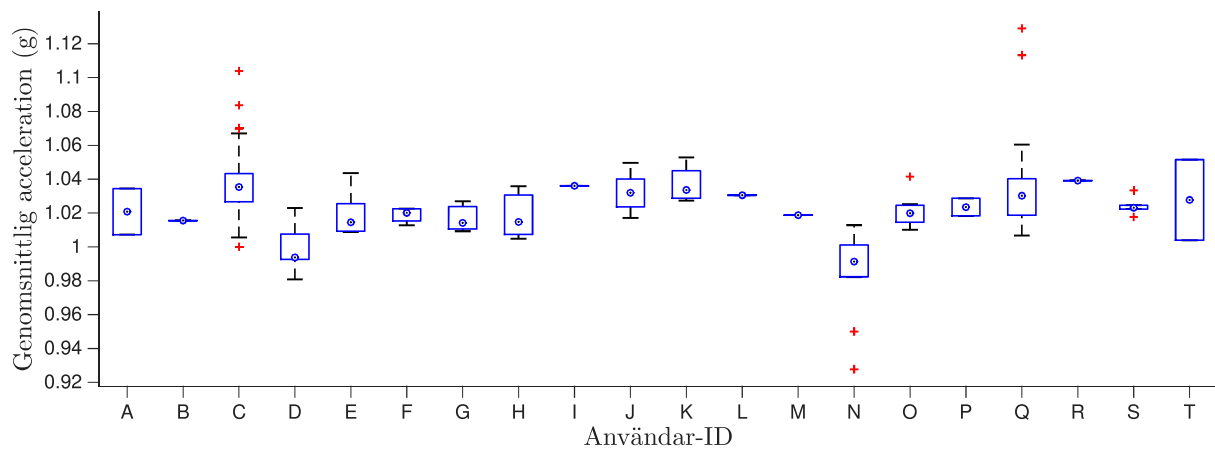
En sammanställning av spridningen av genomsnittlig och maximal hastighet (*Figur 13 och 14*), spridningen av genomsnittlig och maximal acceleration (*Figur 15 och 16*) och spridningen av genomsnittlig och maximal rotation (*Figur 17 och 18*), per körning fördelat för de olika testförarna presenteras nedan. Notera att data med hastighet = 0 har uteslutits från nedanstående resultatbilder. Vi ser att den genomsnittliga hastigheten är låg (*Figur 13*), vilket är förväntat för terrängkörning, men att de flesta testförare uppnår maximala hastigheter på över 25 km/h för majoriteten av körningar (*Figur 14*). Den genomsnittliga accelerationen (*Figur 15*) och rotationen (*Figur 17*) av smartmobilen är relativt låga, men den maximala accelerationen (*Figur 16*) och rotationen (*Figur 18*) är höga, vilket indikerar att det finns kortare moment i körningarna med ökad risk för falsklarm.



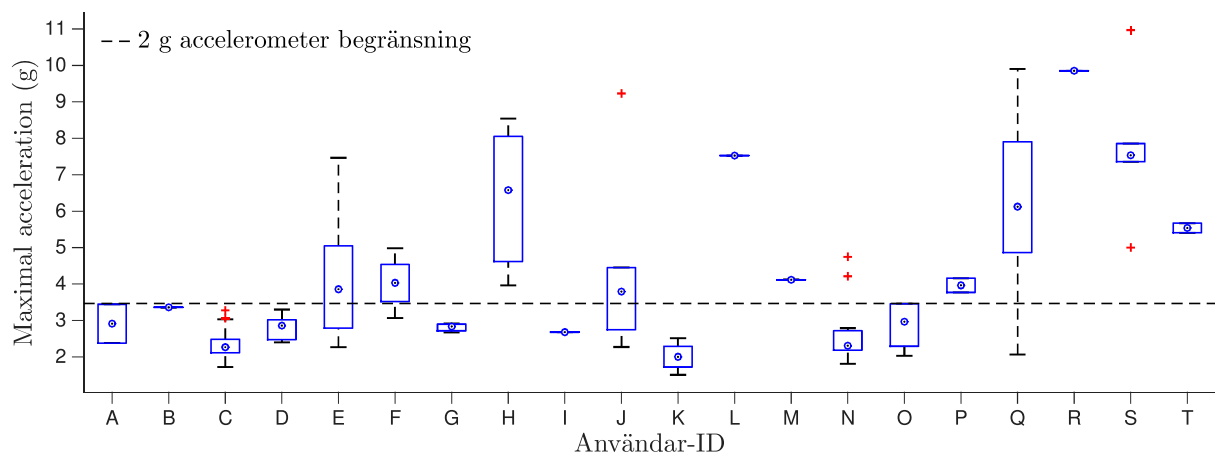
Figur 13: Fördelning av genomsnittlig hastighet per körning för de olika testförarna.



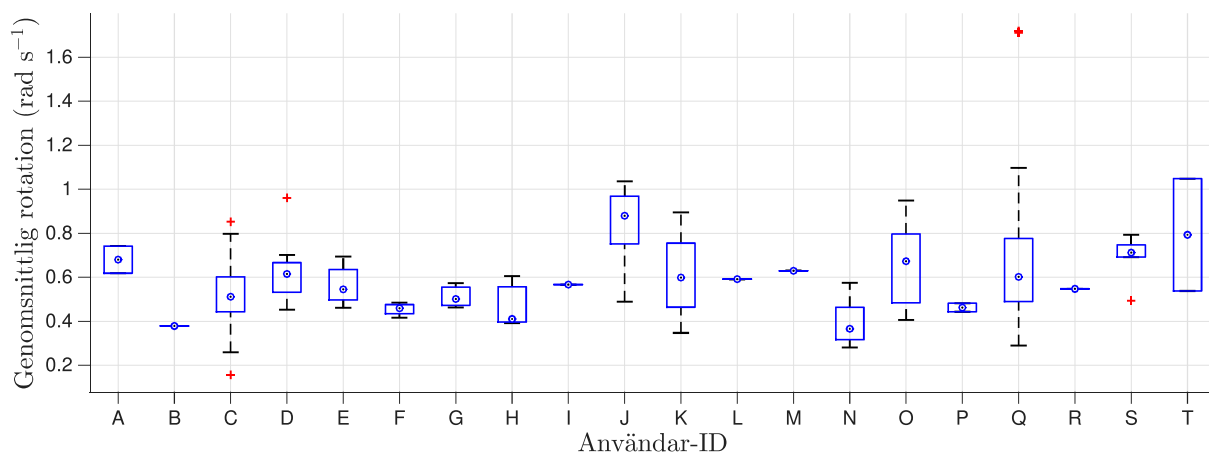
Figur 14: Fördelning av maximal hastighet per körning för de olika testförarna.



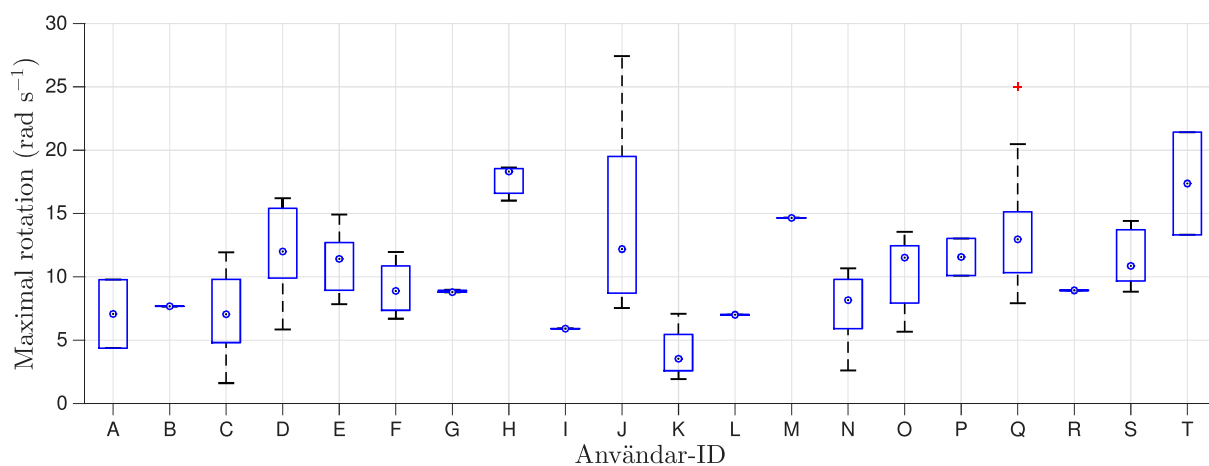
Figur 15: Fördelning av genomsnittlig acceleration per körning för de olika testförarna.



Figur 16: Fördelning av maximal acceleration per körning för de olika testförarna. För två av användarna (A och O) gör begränsningen av smartmobilens inbyggda accelerometer att potentiellt högre accelerationsvärden än 2 g (per axel) inte kan uppmätas. För många testförare ligger den maximala accelerationen under 3 g, men för några (H, L, Q, R, S) förekommer ofta höga accelerationstoppar.



Figur 17: Fördelning av genomsnittlig rotation per körning för de olika testförarna.



Figur 18: Fördelning av maximal rotation per körning för de olika testförarna.

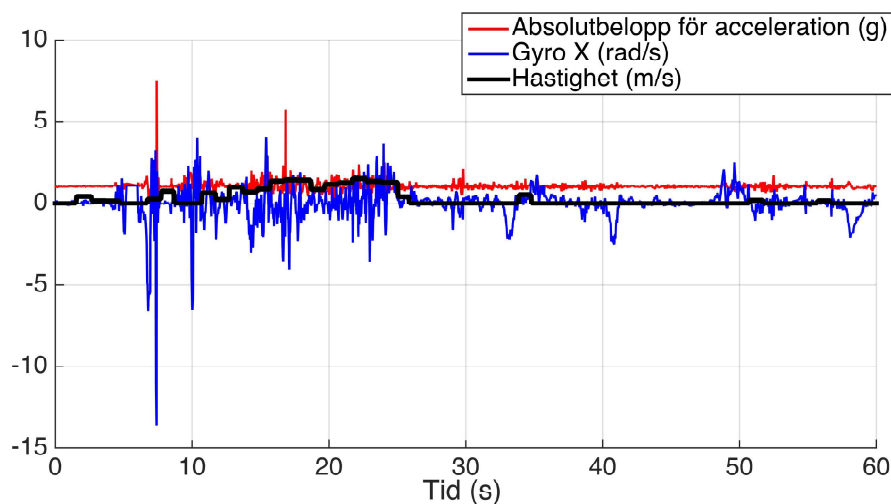
Test av incidentdetektionsalgoritm (IDA)

Nedanstående tabell (*Tabell 3*) visar utfallet för tester med IDA som anpassats för ATV-bruk. För 208/221 körningar registreras inga incidenter, vilket innebär att frekvensen av falsklarm vid normal körning är låg. För 13/221 körningar så detekteras en incident.

Tabell 3: Utfall för test av IDA anpassad till fyrhjulingskörning.

Antal körningar med detekterade incidenter	Antal körningar utan detekterad incident
13	208

Ett potentiellt problem för IDA är att särskilja stora rörelseutslag som kan genereras när användaren hanterar smartmobilen från en faktisk incident. För åtminstone ett fall registrerades ett falsklarm som kan härledas till tidpunkt då användaren troligtvis hanterade smartmobilen, se exempel i *Figur 19*.



Figur 19: Exempel på rörelsedata där falsklarm registrerades. Grafen visar de första 60 s av turen. Falsklarm registrerades på segmentet av data mellan ca 7 s till 25 s. Det är sannolikt att de stora rörelseutslagen i detta segment beror på att användaren hanterade smartmobilen precis efter att LogYard hade startats. Vi ser från grafen att rörelsedata ger mycket mindre utslag efter ca 25 s, vilket sannolikt är tidpunkten då användaren placerade telefonen i fickan etc.

Diskussion

I denna studie har vi utvecklat ett nytt verktyg för avidentifierad datainsamling med smartmobil, appen *LogYard* inklusive serverlösning, och med hjälp av detta samlat in normaldata för att utvärdera potentialen att implementera ett olyckslarm för smartmobiler för bruk av fyrhjuling. Resultaten visar att de använda smartmobilerna överlag registrerar data med hög kvalitet som bedöms vara tillräcklig för den avsedda användningen. Preliminära tester med en IDA som anpassats för bruk av fyrhjuling och justerats för att ha hög känslighet för detektion av incidenter visar att relativt få falsklarm erhålls på insamlad data. Vi bedömer att förutsättningarna för att implementera en säkerhetslösning för fyrhjulingsförare på smartmobil är goda.

Testförarnas fyrhjulingsanvändning

Det är viktigt att komma ihåg att den redovisade enkäten har ställts till en liten grupp ($n=24$) fyrhjulingsanvändare som inte bara har anmält intresse utan också gjort en del (tids och hanteringsmässiga) uppoffringar för att kunna delta i forskningsstudien. Gruppens representativitet kan därmed ifrågasättas och enkätsvaren måste tolkas med viss försiktighet. De testförare som deltagit kan möjligen beskrivas som en åldersmässigt mogen och säkerhetsintresserad grupp med lång erfarenhet av fyrhjulingsanvändning med stark koppling till skogs- och jordbruk. Man kan ana att detta kan ha påverkat svaren kring användning och intresse för skyddsutrustning och säkerhetslösningar och att resultaten inte kan generaliseras till att gälla fyrhjulingsanvändare i allmänhet.

En ytterligare komplikation är att det är svårt att avgöra om den här gruppen är unik i något avseende i förhållande till sina jord- och skogsbrukande kollegor i samma åldersspann. För att kunna delta i studien måste man ju t.ex. använda en smartmobil vilket inte på något sätt är unikt idag men möjligen något mindre förekommande i verksamheter/miljöer där mer robusta telefoner är motiverade och haft stort genomslag. Man kan ana detta i fritextsvaren kring frågan om man använder *hands-free* lösningar i samband med fyrhjuling, där svaren *Använder inte handsfree i skogshjälmen* och *Har intercom med blåtand i hjälm för att prata med killarna som säkerhetsåtgärd* förekommer. Frågorna kring om man bevakar inkommande samtal eller lyssnar på radio, musik eller t.ex. ljudböcker via mobiltelefonen är ställda utifrån perspektivet att om inte detta görs eller är möjligt rent hanteringsmässigt eller för att maskinbuller gör det omöjligt att lyssna så kan en mobilbaserad säkerhetslösning inte utrustas med funktioner som kan påkalla förarens uppmärksamhet via ljudsignaler.

För att delta som testförare och samla rörelsedata med hjälp av appen *LogYard* så är inte insamlingsfunktionen beroende av mobiltäckning för att fungera. Detta faktum ska därför inte ha inneburit någon urvalsbias på svaren på frågan om *tillfredsställande mobiltäckning* men det är möjligt att deltagarna själva felaktigt gjort ett sådant antagande eller snarare, de som valt att inte delta i studien kan ha missuppfattat och valt bort att delta på felaktig grund.

Svaren på frågorna kring säkerhetsutrustning och intresse för eller upplevelse av trygghet med olika säkerhetsfunktioner kan också ha påverkats av att det är personer med extra säkerhetsintresse som har kontaktat oss och inkluderats i studien.

Trots den ovanstående redovisningen av olika typer av bias så vill vi ändå påstå att enkätsvaren stödjer att de föreslagna säkerhetslösningarna är efterfrågade och kan få stort genomslag i breda grupper förutsatt att de görs enkla att använda genom t.ex. automatisk start/stopp av säkerhetsfunktionen när fyrhjuling används och att användbarheten inte störs av falsklarm.

Analys av förarrörelser

Data har samlats in med hjälp av testförare på både motorbana och under vardaglig användning. Tjugo testförare och 12 olika modeller av smartmobiler bedöms ge en bra representation av hur smartmobiler presterar för analys av rörsedata.

Begränsningarna med dataanalysen är främst att datamängden är begränsad och att dokumentationen av förhållanden som rådde vid insamlingstillfället är sparsam eller otillräcklig. Naturligtvis skulle mer väldokumenterade registreringar med fler modeller av smartmobiler och från fler förare vara värdefulla.

I denna studie har inga modelleringar av verkliga olyckor gjorts. Preliminära tester med IDA baserad på [11] anpassad för ATV-bruk visade att få falsklarm genererades när den tillämpades på den insamlade informationen. Trots att tröskelvärden i algoritmen valdes så att hög känslighet för incidentdetektion erhöles så registrerades falsklarm endast för 13 utav 221 turer (*Tabell 3*).

En utmaning för att utveckla en välfungerande IDA är att särskilja stora rörelseutslag som kan genereras då användaren plockar upp smartmobilen ur fickan från en potentiell olycka (*Figur 19*). Vanligtvis bör användaren stå stilla då denna hanterar smartmobilen så att hastigheten är noll, vilket kan utnyttjas i IDA. Men om användaren promenerar samtidigt så kan rörelsemönster som är lika en potentiell olycka genereras. Ett effektivt sätt att motverka detta kan vara att avaktivera IDA när skärmen är uppläst och användaren interagerar med pekskärmen.

Vi bedömer att det är troligt att de allra flesta typer av olyckor skulle detekteras med denna IDA, men givetvis måste detta utvärderas genom modeller eller simuleringar av olyckor. Detta arbete fortsätter och kommer att presenteras i framtida vetenskapliga publikationer.

Slutsats

Det genomförda projektet visar att det finns goda förutsättningar att utforma ett automatiskt smartmobilbaserat olyckslarm för fyrhjulingsförare och att den testade incidentdetektionsalgoritmen (IDA) ger få falsklarm. Modelleringar av olyckor är nästa steg – ett arbete som pågår. Projektgruppen arbetar vidare med att utforma en app för smartmobil med avsedd funktionalitet baserad på projektresultaten.

Framtida arbete

Vår slutsats för detta projekt är att förutsättningarna för att utveckla ett välfungerande olyckslarm för fyrhjulingsförare är goda. Fortsatt arbete tar nu vid för att förverkliga detta mål.

Vi behöver mer kunskap om hur rörelsemönstret vid typiska olyckor ser ut för att kunna vidareutveckla samt verifiera funktionaliteten för den första versionen av IDA som tagits fram i detta projekt. Detta kan ske genom datorsimuleringar och/eller laboratorie-tester.

Den tänkta säkerhetsapplikationen kommer inte att fungera som avsett i områden där mobiltäckning saknas eftersom larm då inte kan skickas. På längre sikt kan det finnas möjlighet att optimera täckning, t.ex. genom att smartmobiler kommunicerar direkt med varandra om kontakt med basstation inte kan etableras eller att denna typ av nöd-SMS kan skickas genom alla tillgängliga operatörer oberoende av vilket abonnemang som användaren har.

Slutligen ska appen tillgängliggöras för de vanligaste smartmobil-plattformarna, främst Android (Google Play) och iOS (Apple App Store). Ett konsortium behöver etableras och bra strategier för att nå ut till användarna identifieras.

Presentationer och publikationer från projektet

Konceptet för LogYard har publicerats vid ESV2015, The 24th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Gothenburg, June 8-11, 2015, se [14] och Appendix A. En studie för ett parallellprojekt om olyckslarm för cyklister presenterades på *International Cycling Safety Conference 2014* och har publicerats, se [11] och Appendix E. En relaterad studie som behandlar postcrash-säkerhet i trafiken (förbättring av triage) presenterades på *Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM) 59th Annual Conference*, 4–7 oktober, 2015, Philadelphia och har publicerats [15].

Förutom dessa konferensbidrag har projektet presenteras muntligt vid följande sammankomster:

- Träff med Södras säkerhetsombud, Asa Herrgård, Lammhult, 25-26 september, 2014
- Medlemsträff Södra, Kunskapens hus, Skene, 11 november, 2014
- Transportforum 2015, 8-9 januari, Linköping
- Förarutbildning med Södras säkerhetsombud, Botkyrka motorklubb, 11-13 maj, 2015
- Seminar "Big data og fysisk aktivitet" arrangerad av Helsedirektoratet, Miljødirektoratet och Folkehelseinstituttet, Radisson Blu Scandinavia Hotell, Oslo, 12 november, 2015
- Transportforum 2016, 12-13 januari, Linköping
- Poster: PreHospitenkonferens 2016 – *Where All Care Begins*, Borås, 10-11 mars, 2016
- Projektet slutredovisades på Transportforum 2016, tisdag 12 januari "Statistikinsamling och automatiskt olyckslarm för trafik med fyrhjulingar via en smartmobil-plattform".

Referenser

1. Trafikanalys (Brita Saxton ansvarig utgivare) "Vägsförsäkringsskador 2012", 2013.
2. ATV-leverantörernas Förening, ALF "Fakta om fyrhjulingar 2013", 2013.
3. Acosta, J. A. & Rodríguez, P. "Morbidity associated with four-wheel all-terrain vehicles and comparison with that of motorcycles" *J Trauma* **55** 282-284, 2003.
4. Fonseca, A. H., Ochsner, M. G., Bromberg, W. J., & Gantt, D. "All-terrain vehicle injuries: are they dangerous? A 6-year experience at a level I trauma center after legislative regulations expired" *Am Surg* **71** 937-40; discussion 940-941, 2005.
5. Wallén Warner H, Gustafsson S, Nyberg J & Patten C "Fyrhjulingsförarens beteenden och felhandlingar – VTI rapport 870", Linköping, 2015.
6. Bagdadi O & Wallén Warner H "Fyrhjulingars köregenskaper och förarkunskaper", VTI, Borlänge, 2015.
7. Forsman Å & Gustafsson S "Kartläggning av personskadeolyckor med fyrhjulingar på väg – VTI pm, 2013/0474-8.3", Linköping, 2015.
8. Andersson, R., Carlborg, N., Szakal, A., & Vestlund, J. "Jalp! Ett smartphonebaserat hjälpmedel vid cykelolyckor" Kandidatarbete vid Chalmers tekniska högskola, 2013.
9. Rizzi, M. "Slutrapport av Skyltfondsprojekt Djupstudieanalys av vältning i olyckor med fyrhjulingar", 2010.
10. Rohlwick, U. K. & Figaji, A. A. "Methods of monitoring brain oxygenation" *Child's Nervous System* **26** 453-464, 2010.
11. Candefjord S, Sandsjö L, Andersson R, Carlborg N, Szakal A, Westlund J, Sjöqvist BA. "Using Smartphones to Monitor Cycling and Automatically Detect Accidents - Towards eCall Functionality for Cyclists" In: *Proceedings, International Cycling Safety Conference 2014*, 18–19 November 2014, Göteborg, Sweden, 1-9.
12. Bergbom L, Englbretsson C, Granberg S, Streling L. "RyttarJalp", Kandidatarbete, Chalmers tekniska högskola, 2015.
13. McGehee DV, Kaufman RP, Buresh CT, Harland KK, Lilienthal MA. "Utilization of crash scene photos of vehicle damage and intrusion to improve trauma care preparedness" *The 24th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)* Paper Number 15-0167, 2015.
14. Sandsjö L, Sjöqvist BA, Candefjord S. "A concept for naturalistic data collection for vulnerable road users using a smartphone-based platform" *The 24th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)* Paper Number 15-0435, 2015.
15. Candefjord S, Buendia R, Fagerlind H, Bálint A, Wege C, Sjöqvist BA. "On-Scene Injury Severity Prediction (OSISP) Algorithm for Truck Occupants" *Traffic Injury Prevention* **16** S190–S196.